

BERICHTE

der Limnologischen Flußstation Freudenthal
Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt
der Max-Planck-Gesellschaft

VIII

1957

Inhaltsverzeichnis

SCHMITZ, Wolfgang	Zur Hydrochemie der Werra	1
SATTLER, Werner	Beobachtungen an den Larven von <i>Crunoecia irrorata</i> CURT. (<i>Trichoptera</i>)	18
MÜLLER, Karl	Zur Biologie des Junglachsens (<i>Salmo salar</i> L.) im Stora und Lilla Lule Älv	33
STEFFAN, August Wilhelm	Vergleichend-ökologische Untersuchungen über Wachstum und Ernährung von zwei <i>Salmo trutta</i> -Populationen des nordschwedischen Waldgebietes	60
SABANEJEW, Peter	Das Plankton des Diemel- und Edersees und sein Einfluß auf die unterhalb liegenden Flußstrecken	94
STEFFAN, August Wilhelm	Der Mikroprojektionstisch	106

Vergleichend-ökologische Untersuchungen über Wachstum und Ernährung von zwei *Salmo trutta*-Populationen des nordschwedischen Waldgebietes.

Von August Wilhelm Steffan

Vorwort

Für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit, die Überlassung des wertvollen Untersuchungsmaterials sowie die freundliche und zuvorkommende Weise, in der ich in die Probleme und Arbeitsmethoden der Fischereibiologie eingeführt wurde, bin ich Herrn Dr. KARL MÜLLER, Fuldastation der Hydrobiologischen Anstalt der M.P.G. in Schlitz, zu ganz besonderem Dank verpflichtet. Ich danke ihm gleicherweise für die zur Verfügung gestellten Aufzeichnungen mit ökologischen Angaben über die Wohngewässer der beiden untersuchten Fischpopulationen sowie die methodischen Angaben über deren Fang.

I. Einleitung und Problemstellung

Bei fischereibiologischen Untersuchungen im nordschwedischen Waldgebiet stellte MÜLLER (1957) in einem kleineren von Sumpfwässern gespeisten See, von dem man nicht vermuten würde, daß er für Forellen geeignete Lebensbedingungen bieten könnte, eine größere Forellenpopulation fest. Er konnte weiterhin beobachten, daß in diesem eigenartigen Biotop *Salmo trutta* und *Perca fluviatilis* vergesellschaftet leben.

Von den extremen Verhältnissen dieser Lebensstätte ausgehend, ist es von Interesse, Ernährungslage und Lebensweise ihrer Fischpopulation eingehender zu untersuchen und die Ergebnisse in Beziehung zu setzen zu den vorliegenden biotischen und abiotischen Faktoren. Es soll außerdem geprüft werden, inwieweit diese, einen für sie extremen Biotop besiedelnden, Forellen, sich in ihrer Lebensweise von anderen, einen ihnen normalerweise zukommenden Biotop bewohnenden, unterscheiden oder ihnen gleichen. Zu diesem Zwecke wurde eine torrenticole Forellenpopulation eines nicht weit von diesem See gelegenen Baches herangezogen.

Vom fischereibiologischen Standpunkt aus ist es wichtig, zu erfahren, ob die ökologische Valenz von *Salmo trutta* tatsächlich so groß ist, daß sie ohne wesentliche Einbuße an Wachstum und Nachkommenschaft zu erleiden, diese extremen Biotope bewohnen kann. Bei positivem Ergebnis wäre zu erwägen, ob die vielen hundert im Einzugsgebiet des Stora Lule Älv liegenden kleinen Seen, die bisher fischereilich nur unbedeutend genutzt werden, nicht doch zu intensiverer Bewirtschaftung herangezogen werden sollten.

II. Untersuchungsmethodik

Die in Formol (Formalin 30 %) konservierten Fische wurden im Labor gemessen und gewogen. Die Angaben in „g“ beziehen sich also immer auf das „Formolgewicht“ der Fische. Jedem Tier wurde anschließend zur Altersbestimmung eine Anzahl Schuppen an der Flanke vor der rechten Bauchflosse entnommen. Diese Schuppen wurden mit „FAURE“-schem Einbettungsgemisch zu Dauerpräparaten verarbeitet. Die Auswertung erfolgte zum Teil mit Hilfe eines von mir entwickelten Mikroprojektionstisches. Dieses Gerät ermöglicht bei beliebiger Vergrößerung des mikroskopischen Präparates und Projektion auf eine Mattscheibe eine makroskopische Betrachtung und Analyse der Schuppen.

Zur Nahrungsuntersuchung wurde den Tieren der Magen entnommen und dessen Inhalt an Nahrungstieren quantitativ festgestellt. Zu vergleichenden Untersuchungen wurde auch der Inhalt des Enddarmes kontrolliert, jedoch nur qualitativ ausgewertet.

III. Beschreibung der beiden Forellenpopulationen

1. Die Forellenpopulation des Rappojaure

a) Biotopbeschreibung

Der Rappojaure (Abb. 1) ist ein typischer Waldsee des nordschwedischen Waldgebietes. Er liegt im Einzugsgebiet des Stora Lule Älv. Mit einem kleinen ca. 0,40 m breiten Graben mündet er östlich der Lappensiedlung Slakka in den Rappojokk (jokk = Bach). In südöstlicher Richtung fließend mündet dieser Bach nach ca. 8 km Lauf in den Stora Lule Älv.

Der See ist umgeben von ausgedehnten Sumpfbereichen, die fast überall bis an das Ufer herantreten. Außer von diesen Sumpfwässern und dem Grundwasser wird der See noch von einem aus höher gelegenen Sumpftümpeln kommendem Rinnsal gespeist. In der Uferregion ist auffällig die reiche Vegetation von *Nuphar luteum*. Der Seeausfluß ist gekennzeichnet durch lichte Bestände von *Phragmites communis*. Die durchschnittliche Wassertiefe beträgt 6—8 m. Der Seeboden besteht aus dichten Dylagern. Das Wasser ist tiefbraun gefärbt und stark humos. Eine Messung am 2. 6. 1957 ergab bei einer Temperatur von + 16 ° C in der Wasseroberfläche einen pH-Wert um 5,8. Im Seeausfluß, der etwas steinigern Boden und eine gewisse Strömung aufweist, scheinen Laichmöglichkeiten für *Salmo trutta* gegeben zu sein.

b) Fangweise

Der Fang der im Folgenden beschriebenen Fische erfolgte mit engmaschigen Netzen. Die Netze wurden am Morgen des 2. 6. 1957 um 01.00 h ausgesetzt und um 03.00 h wieder eingeholt. Angesichts der Mitsommerzeit in Nordschweden erfolgte der Fang bei Helligkeit. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Fische auch während der Nacht gefressen haben, was für die durchzuführenden Nahrungsuntersuchungen wesentlich ist.

c) Fangergebnis, Altersklassenverteilung, Länge, Gewicht

Das Fangergebnis besteht aus 37 Fischen: 31 Exemplaren von *Salmo trutta* und 6 von *Perca fluviatilis*. Der $\%$ -Anteil von *Perca fluviatilis* am Gesamtfang beträgt mithin 16 $\%$; es handelt sich nur um Vertreter der Altersklassen VIII und XI. Die gefangenen Forellen verteilen sich auf die Altersklassen II bis IV. Die jüngeren Jahrgänge entgingen wahrscheinlich durch die relative Größe der Maschenweite dem Fang. Die genaue Verteilung der gefangenen Fische auf die einzelnen Altersgruppen zeigt Tabelle 1. Länge und Gewicht der einzelnen Altersgruppen von *Salmo* und *Perca* sind ebenfalls der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 1: Rappojaure, Fangergebnis vom 2. 6. 1957.

Fischart	Alters- gruppe	Alter in Monaten	Anzahl	$\%$ -Anteil Gesamtfang	Länge in cm	Gewicht in g
<i>Salmo trutta</i>	..... II	29	2	5,4	11,9—13,0 (12,4)	13—17 (15)
<i>Salmo trutta</i>	..... III	41	18	48,6	13,2—16,4 (14,7)	17—43 (28)
<i>Salmo trutta</i>	..... IV	53	11	29,7	15,9—18,7 (17,1)	33—62 (44)
<i>Perca fluviatilis</i>	.. VIII		2	5,4	16,1—16,9 (16,5)	44—49 (47)
<i>Perca fluviatilis</i>	... XI		4	10,9	19,3—20,1 (19,6)	78—91 (83)

d) Untersuchungen zur Ernährung

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich setzt sich die Nahrung der Forellen aus dem Rappojaure aus 16 Tiergruppen zusammen. Diese Nahrungstiere stammen aus verschiedenen Lebensbereichen des Sees und seiner Umgebung. Anzahlmäßig der größte Nahrungsteil wurde vom Seeboden aufgenommen. Hier stehen die *Chironomidae*-Larven mit 41 $\%$ der durchschnittlichen Gesamtnahrung an erster Stelle. Von einiger Bedeutung sind auch die *Ceratopogonidae*-Larven mit 5,0 $\%$ und die *Simuliidae*-Larven mit 9,4 $\%$. Die anderen Gruppen: *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Hydracarina* und *Rhynchota* sind im Hinblick auf die Gesamtnahrung nur von untergeordneter Bedeutung. Lediglich

Tab. 2: %-Gehalt der einzelnen Nahrungskomponenten bei den verschiedenen Altersgruppen von *Salmo trutta* aus dem Rappojaure.

Nahrungstiere aus dem	II	III	IV	ges.
a) Hypolimnion				
(Bodenbewohner)				
1. <i>Ephemeroptera</i> L.				
2. <i>Plecoptera</i> L.				
3. <i>Trichoptera</i> L.	0,7	0,6	1,6	1,0
4. <i>Neuroptera</i> L.				
5. <i>Coleoptera</i> L. I. (aquat.)		0,2	0,2	0,1
6. <i>Chironomidae</i> L.	59,4	37,1	26,4	41,0
7. <i>Ceratopogonidae</i> L.	1,5	5,7	7,8	5,0
8. <i>Simuliidae</i> L.	4,1	22,4	1,6	9,4
9. <i>Brachycera</i> L.				
10. <i>Lepidoptera</i> L.				
11. <i>Rhynchota</i>			0,1	
12. <i>Hydracarina</i>		0,1	0,1	0,1
13. <i>Mollusca</i>		0,3	0,7	0,3
b) Pelagial				
14. <i>Entomostraca</i>	0,7	0,1	0,3	0,4
15. <i>Pisces</i>				
c) Epilimnion				
16. <i>Gerridae</i>	0,5	0,1	0,1	0,2
17. <i>Nematocera</i> Pupp.	12,3	13,9	17,6	14,6
d) Luftnahrung				
18. <i>Nematocera</i> I.	20,8	18,9	42,7	27,5
19. <i>Brachycera</i> I.		0,3	0,1	0,1
20. <i>Plecoptera</i> I.				
21. <i>Trichoptera</i> I.				
22. <i>Coleoptera</i> I. (terr.)		0,2	0,4	0,2
23. <i>Hymenoptera</i>		0,1	0,2	0,1
24. <i>Rhynchota</i>				
25. <i>Collembola</i>				
26. <i>Araneina</i>			0,1	

72,1			27,9
56,9	0,4	14,8	27,9
72,1			27,9

Die mittlere Rubrik zeigt die Gewässerzone an, aus der die Nahrungstiere stammen; von links nach rechts: Hypolimnion, Pelagial, Epilimnion und Luft. In der oberen Rubrik werden die Nahrungstiere in zwei Gruppen zusammengefaßt: aus dem Wasser stammend (links) oder aus der Luft (rechts). In der unteren Rubrik ist verzeichnet, ob die Nahrungstiere autochthon sind (links) oder allochthon (rechts). Je nach Art des Gewässers können die Nahrungstiere aus Pelagial und Epilimnion zu den allochthonen oder autochthonen gehören.

In diesem Falle stimmt autochthon mit Wassernahrung und allochthon mit Luftnahrung überein. Die Forellen des Rappojaure können dennoch ihren Nahrungsbedarf zu 72,1 % aus ihrem Wohngewässer decken, nur mit 27,9 % sind sie auf allochthone Nahrung angewiesen. Diese Angabe hat jedoch nur Gültigkeit für die Zeit des Fanges (Juni), da nach MÜLLER (1953) die Auswahl der Nahrungstiere sich im Wechsel des Jahres verändert.

Wie schon aus Tabelle 2 ersichtlich ist die Verteilung der verschiedenen Nahrungstiere auf die einzelnen Altersklassen der Forellen nicht einheitlich. Durch Abb. 2 wird dieses Problem anschaulich gemacht. Es wurden nur die wichtigsten Nahrungsgruppen eingezeichnet. Es ist zu erkennen, daß die Hauptnahrung der Altersgruppe II aus *Chironomidae*-Larven besteht (59,4 %). Bei den 3-jährigen sinkt dieser Anteil auf 37,1 % ab, bei den 4-jährigen gar auf 26,4 %. Die *Simuliidae*-Larven sind bei Altersgruppe II mit 4,1 % beteiligt, steigen bei Altersgruppe III sprunghaft auf 22,4 % und sinken bei IV wieder auf 1,6 %. Die Puppen der *Nematocera* nehmen im Nahrungsanteil von den jüngeren zu den älteren zu: bei II: 12,3 %, bei III: 13,9 % und bei IV: 17,6 %. Die *Nematocera*-Imagines stellen bei Altersgruppe II einen Anteil von 20,8 %, bei III 18,9 % und bei IV 42,7 %. Auch bei der übrigen Luftnahrung ist ein Anstieg des Anteils mit zunehmendem Alter zu verzeichnen, nämlich von II = 0,0 % auf IV = 0,8 %.

Aus Abb. 2 ist auch zu entnehmen, daß alle übrigen, nicht besonders aufgeführten Nahrungstiere in % der Gesamtmenge von Altersklasse II nach IV wesentlich zunehmen. Was ist aus diesen Tatsachen zu entnehmen?

1. Die Altersgruppe II ist in ihrer Nahrungswahl auf weniger Tiergruppen beschränkt als Altersgruppe III und diese wiederum auf weniger als die nächsthöhere Altersgruppe. Mit setigendem Alter nimmt die Anzahl der Nahrungstiergruppen zu.
2. Die Tiere der Altersgruppe II und III entnehmen ihre Nahrung zum größeren Teil dem Hypolimnion als die der Altersgruppe IV. Dafür nimmt

der Nahrungsbezug aus dem Epilimnion mit steigendem Alter zu: Die Jungforellen nehmen einen größeren Teil ihrer Nahrung vom Seeboden auf (II: 65,7 %, III: 66,4 %) als die Alttiere (IV: 38,5 %). Die älteren Forellen, die ihre Hauptnahrung dem Epilimnion entnehmen (IV: 60,9 %) sind — wenn auch erst sekundär — zu mindestens 50 % auf Luftnahrung angewiesen.

e) Vergleich von Barsch und Forelle

Wie weiter oben aus Tabelle 1 ersichtlich ist, beträgt das Alter der jüngsten im Rappojaure gefangenen Barsche acht Jahre. Diese achtjährigen Barsche sind im Durchschnitt 0,6 cm kürzer und nur 2 g schwerer als die vierjährigen Forellen. Sie brauchen also doppelt so lange wie die Forelle um ein bestimmtes Gewicht zu erreichen. Der Barsch ist ein schlechter Futterverwerter und muß deshalb in diesem Falle als nicht besonders wirtschaftlicher Nutzfisch betrachtet werden. Es ist zu untersuchen, ob er als wesentlicher Nahrungskonkurrent der Forelle auftritt.

Aus Tabelle 3 ist zu entnehmen, daß der Barsch ebenso wie die Forelle seine Nahrung aus Hypolimnion und Epilimnion entnimmt; nur die Nahrungstiere des freien Wassers, des Pelagial fehlen völlig. Ebenso fehlen *Mollusca* und *Hydracarina*. Dafür treten beim Barsch zwei andere Tiergruppen hinzu: *Ephemeroptera*-Larven und *Neuroptera*-Larven. Gegenüber *Salmo* = 57,3 % beträgt die aus dem Hypolimnion aufgenommene Nahrung von *Perca* nur 23,8 %. Die übrigen 76,2 % der Barschnahrung stammen aus dem Epilimnion, bei der Forelle dagegen nur 42,7 %. Es besteht noch ein weiterer Unterschied zwischen der epilimnischen Nahrung der beiden Fischarten: die des Barsches ist rein autochthon, die der Forelle besteht zu $\frac{2}{3}$ aus Luftnahrung. Da einerseits in der Barschnahrung jedes allochthone Nahrungstier sowie die Tiere aus dem Pelagial fehlen, andererseits *Neuroptera*-Larven hinzutreten, ist anzunehmen, daß das Jagdgebiet des Barsches mehr in der Uferregion liegt. Hier wird er wahrscheinlich weniger mit den auf die freie Wasserfläche angetriebenen Luftinsekten in Berührung kommen, die der die freie Wasserfläche vorziehenden Forelle als Nahrung dienen. Nur mit vieren seiner sechs Nahrungstiergruppen macht er der Forelle mit vierzehn Gruppen Konkurrenz. Da der Barsch jedoch als Fisch, der sich einerseits häufig in fünf und mehr Meter Tiefe aufhält, andererseits aber auch zur Nahrungsaufnahme nahe der Wasseroberfläche entlangschwimmt, wie die Forelle in erster Linie *Chironomidae*-Larven und *Nematocera*-Puppen aufnimmt, stellt er einen nicht zu unterschätzenden Konkurrenten dar.

Tab. 3: Die Nahrungstiere von *Perca fluviatilis* im Vergleich zu denen von *Salmo trutta* aus demselben Biotop (in %).

Nahrungstiere aus dem	von <i>Perca</i>	von <i>Salmo</i>
a) Hypolimnion		
1. <i>Ephemeroptera</i> L.	0,2	} 57,3
2. <i>Plecoptera</i> L.		
3. <i>Trichoptera</i> L.	2,0	
4. <i>Neuroptera</i> L.	2,1	
5. <i>Coleoptera</i> L. I. (aquat.)		
6. <i>Chironomidae</i> L.	18,8	
7. <i>Ceratopogonidae</i> L.	0,7	
8. <i>Simuliidae</i> L.	} 23,8	
9. <i>Brachycera</i> L.		
10. <i>Lepidoptera</i> L.		
11. <i>Rhynchota</i>		
12. <i>Hydracarina</i>		
13. <i>Mollusca</i>		
b) Pelagial		
14. <i>Entomostraca</i>		0,4
15. <i>Pisces</i>		
c) Epilimnion		
16. <i>Gerridae</i>		0,2
17. <i>Nematocera</i> Pupp.	76,2	14,6
d) Luftnahrung		
18. <i>Nematocera</i> I.	} Keine Luftnahrung	27,5
19. <i>Brachycera</i> I.		0,1
20. <i>Plecoptera</i> I.		
21. <i>Trichoptera</i> I.		
22. <i>Coleoptera</i> I. (terr.)		
23. <i>Hymenoptera</i>		
24. <i>Rhynchota</i>		
25. <i>Collembola</i>		
26. <i>Araneina</i>		0,2
		0,1
		27,9

2. Die Forellenpopulation des Messaurejokk

a) Biotopbeschreibung

Diese zum Vergleich herangezogene Forellenpopulation stammt aus dem Messaurejokk (Abb. 1), einem typischen Forellenbach des nordschwedischen Waldgebietes, der ebenfalls im Einzugsgebiet des Stora Lule Älv liegt. Dieser Bach hat eine Gesamtstrecke von ca. 20 km. Er entspringt aus dem in einer Sumpfniederung liegenden See Messaure und verläuft ca. 75 % seiner Strecke in dem ca. 300 m über NN liegenden Hochplateau südlich des Stora

Lule Älv in südöstliche Richtung. Auch die Quellen seiner Nebenbäche liegen fast ausnahmslos in kleinen Waldseen und Moortümpeln. Die letzte Laufstrecke des Messaurejokk zeigt starkes Gefälle. Die Mündung erfolgt in den Stora Lule Älv bei der Siedlung Messaure.

In der Gefällstrecke wurde eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,6—1,0 m/sec festgestellt; der Bachgrund ist hier von grobem Granitgeröll bedeckt. Die Uferzonen sind oft viel schwächer durchströmt; die Meßwerte liegen bei 0,1—0,2 m/sec. Häufig treten im Ober- und Mittellauf auch lenitische Bereiche auf; hier erfolgen Sand- und Kieselablagerungen. Das Wasser ist durch seine Herkunft aus den Moortümpeln braun gefärbt. Am Untersuchungstage, dem 22. VII. 1957, betrug der pH-Wert 6,2 bei einer Wassertemperatur von 15° C. Weitere Meßergebnisse: Härte = 0,7 D°, Eisen-gehalt = 1,7 mg/l.

b) Fangweise

Die Abfischung erfolgte am 22. VII. 1957 in der unteren gefällreichen Laufstrecke dieses Baches. Sie wurde vorgenommen durch Vergiftung eines Areals von ca. 250 m² mit Rotenon. Die ausgesuchte Strecke wurde zuvor unterhalb und oberhalb mit Netzen abgesichert, um ein Entweichen vor der Vergiftung und ein Abtreiben nachher zu verhindern. Damit darf das Fangergebnis als quantitatives gewertet werden.

c) Fangergebnis, Altersklassenverteilung, Länge, Gewicht

Zum Fischbestand des Messaurejokk gehören *Salmo trutta*, *Cottus gobio*, *Phoxinus laevis* und selten *Thymallus vulgaris*. Durch die Fangmethode konnten nahezu alle diese Arten sowie sämtliche Altersklassen von *Salmo trutta* (0—IV) erbeutet werden. Die jüngsten Stadien von *Salmo trutta* standen in den schwächer durchströmten Uferbereichen des Baches. Tabelle 4 gibt näheren Aufschluß über die Verteilung auf die einzelnen Altersklassen und die Längen- und Gewichtsunterschiede derselben. Zu vergleichenden Untersuchungen mit der Seepopulation sollen vor allem die Altersklassen II und III herangezogen werden. Für ernährungsbiologische Analysen sind auch die Klassen 0 und I von Wichtigkeit.

Tab. 4: Messaurejokk, Fangergebnis vom 22. 7. 1957.

Fischart	Alters- gruppe	Alter in Monaten	Anzahl	%-Anteil Gesamtfang	Länge in cm	Gewicht in g
<i>Salmo trutta</i>	0	7	7	12,5	2,9— 3,5 (3,1)	(0,4)
<i>Salmo trutta</i>	I	19	20	35,8	6,0— 9,0 (7,6)	2— 8 (4)
<i>Salmo trutta</i>	II	31	22	39,5	9,6—13,9 (11,4)	8—26 (15)
<i>Salmo trutta</i>	III	43	4	7,1	13,0—17,9 (16,7)	26—67 (47)
<i>Salmo trutta</i>	IV	55	1	1,7	20,5	88
<i>Cottus gobio</i>			1	1,7	7,3	4
<i>Thymallus vulgaris</i>			1	1,7	10,9	12

d) Untersuchungen zur Ernährung

Tabelle 5 zeigt, daß sich die Nahrungstiere der Forellen aus dem Messaurejokk auf 24 verschiedene Tiergruppen verteilen. Über die Herkunft dieser Nahrungstiere aus den verschiedenen limnischen Bereichen gibt folgende Tabelle übersichtlichen Aufschluß:

75,1		24,9	
74,7	0,5	15,1	9,7
90,3			9,7

Es ergibt sich also, daß 90,3 % Wassernahrung 97 % Luftnahrung gegenüberstehen. Wesentliche Bestandteile der Luftnahrung, die sich auf 9 Gruppen verteilt, sind nur die Imagines von *Hymenoptera* mit 3,1 % und *Nematocera* mit 3,7 %. Den größten Anteil der vom Bachgrund stammenden Wassernahrung stellen die *Ephemeroptera*-Larven mit 45,7 %; ihnen folgen die *Chironomidae*-Larven mit 11,4 %. Erwähnenswert sind noch *Plecoptera*-Larven mit 4,0 % und *Simuliidae*-Larven mit 7,5 %. Der Anteil der pelagischen Nahrungstiere ist gering. Hierbei sind die verspeisten Fische — wahrscheinlich *Cottus gobio* — als autochthon zu werten; von den *Entomostraca* (*Ostracoda* und *Cladocera*) ist jedoch anzunehmen, daß sie aus höher gelegenen Quellseen abgetrieben worden sind. Ebenso ist die Nahrung aus dem Epilimnion als allochthon anzusehen, gleichgültig ob sie aus der Luft stammt oder nicht. Sowohl für die *Gerridae*-Imagines (0,5 %) wie für die *Nematocera*-Puppen bietet der Sturzbach keine geeigneten Lebensbedingungen; auch sie müssen aus höher gelegenen limnischen Bereichen weggeschwemmt worden sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch die einen oder anderen Vertreter, die dem Bachgrund zugerechnet wurden — z. B. *Neuroptera*-Larven = 0,1 % —, ebenfalls allochthoner Herkunft sind.

Tab. 5: %-Gehalt der einzelnen Nahrungskomponenten bei den verschiedenen Altersgruppen von *Salmo trutta* aus dem Messaurejokk.

Nahrungstiere aus dem	0	I	II	III	ges.
a) Hypolimnion					
(Bodenbewohner)					
1. <i>Ephemeroptera</i> L.	20,2	57,1	62,0	43,6	45,7
2. <i>Plecoptera</i> L.		0,3	1,2	14,5	4,0
3. <i>Trichoptera</i> L.		3,1	3,9		1,8
4. <i>Neuroptera</i> L.			0,3		0,1
5. <i>Coleoptera</i> L. I. (aquat.)		0,1	0,5		0,2

6. <i>Chironomidae</i> L.	28,7	8,5	8,4		11,4
7. <i>Ceratopogonidae</i> L.					x
8. <i>Simuliidae</i> L.	2,1	15,4	7,8	6,5	7,5
9. <i>Brachycera</i> L.	1,1	0,9	0,7	6,5	2,3
10. <i>Lepidoptera</i> L.			0,1		x
11. <i>Rhynchota</i>					x
12. <i>Hydracarina</i>		0,4	0,3		0,2
13. <i>Mollusca</i>			1,2	4,8	1,5
b) Pelagial					
14. <i>Entomostraca</i>			0,4		0,1
15. <i>Pisces</i>				1,6	0,4
c) Epilimnion					
16. <i>Gerridae</i>			0,2	1,6	0,5
17. <i>Nematocera</i> Pupp.	44,7	6,2	2,8	4,8	14,6
d) Luftnahrung					
18. <i>Nematocera</i> I.	2,1	6,5	3,0	3,2	3,7
19. <i>Brachycera</i> I.			0,3	1,6	0,5
20. <i>Plecoptera</i> I.			0,2	1,6	0,4
21. <i>Trichoptera</i> I.		0,1	0,3		0,1
22. <i>Coleoptera</i> I. (terr.)			0,3	1,6	0,5
23. <i>Hymenoptera</i>	1,1	0,3	4,3	6,5	3,1
24. <i>Rhynchota</i>		0,7	1,0		0,4
25. <i>Collembola</i>		0,3	0,1		0,1
26. <i>Araneina</i>		0,1	0,5	1,6	0,6
andere Nahrungstiere			0,2		0,3

Ebenso wie bei den Forellen des Sees ist auch bei den Bachforellen die Verteilung der verschiedenen Nahrungsgruppen auf die einzelnen Altersklassen uneinheitlich. Abb. 3 zeigt, wie mit zunehmendem Alter der prozentuale Anteil mancher Nahrungstiere an der Gesamtnahrung rapide absinkt und wie dafür der Anteil von anderen stetig zunimmt. Nebenstehende Tabellen geben eine zusammenfassende Übersicht. Sie zeigen, daß mit zunehmendem Alter der Anteil der Wassernahrung ständig abnimmt und der Anteil der Luftnahrung zunimmt. Gleichzeitig ist daraus abzulesen, daß der Anteil der autochthonen Nahrungstiere mit steigendem Alter zunimmt und der der allochthonen bis Altersklasse II abnimmt. Altersklasse III zeigt wiederum umgekehrte Verhältnisse: die autochthonen nehmen wieder ab und die allochthonen zu. Über Altersklasse IV lassen sich in diesem Falle keine sicheren Aussagen machen. Der Verdauungstraktus des einzigen vierjährigen Exemplares war fast leer. Im Magen befand sich nur eine Spinne und ein Fisch, wahrscheinlich *Cottus gobio*. Im Enddarm waren nur noch Reste eines Käfers, wahrscheinlich eines Chrysomeliden, zu erkennen. Obwohl keine exakten Schlüsse aus diesem einen Beispiel gezogen werden können, deutet

Altersklasse 0

52,1		47,9	
52,1	0,0	44,7	3,2
96,8		3,2	

Altersklasse I

85,8		14,2	
85,8	0,0	6,2	8,0
92,0		8,0	

Altersklasse II

86,4	13,6		
86,4	0,4	3,0	10,2
89,8		10,2	

Altersklasse III

77,5		22,5	
75,9	1,6	6,4	16,1
83,9		16,1	

der Befund doch darauf hin, daß bei den vierjährigen ein weiteres Abwenden von der Bodennahrung und Zuwenden zu größerer Nahrung (Fischen) und Luftnahrung zu verzeichnen ist.

Auch Abb. 3 gibt diese Zunahme der Luftnahrung bei älteren Tieren deutlich wieder, inhandgehend mit einer Abnahme von *Chironomidae*-Larven und *Nematocera*-Puppen. Das Abnehmen der *Ephemeroptera*-Larven von Altersklasse II nach III wird aufgewogen durch das Ansteigen der größeren *Plecoptera*-Larven.

Auffällig ist, daß bei den Altersklassen I, II und III das Verhältnis der *Nematocera*-Imagines zu den Puppen ungefähr 1 : 1 ist; bei den 0-jährigen stehen aber 2,1 % Imagines 44,7 % Puppen gegenüber. Wie ist das zu erklären? Die in der Strömung stehenden älteren Fische schnappen wahllos, was der Bach an allochthonen Nahrungstieren heranbringt. Wie im Rappojaure, so wird auch in den Seen im Einzugsgebiet des Messaurejokk das Verhältnis der Puppen zu den abgestürzten Imagines ungefähr 1 : 1 betragen.

Werden diese nun von der Strömung mitgerissen, dann werden einzelne von den dort stehenden Fischen erbeutet, die meisten bleiben aber irgendwann einmal in lenitischen Bereichen in Ufernähe hängen. Hier steht den nur in Ufernähe verweilenden 0-jährigen Forellen eine große Nahrungsmenge zur Auswahl: sie schnappen lieber nach den weichhäutigeren Puppen als nach den geflügelten Imagines.

Vielleicht wird die Anzahl der Puppen in der Uferregion auch erhöht durch angeschwemmte Eipakete, die hier erst zur Entwicklung gelangen. Der Sprung zwischen der Ernährung der 0-jährigen und der 1-jährigen kommt in Abb. 3 deutlich zum Ausdruck. Die Ernährung der Altersklassen I und II ist ungefähr gleich. Zwischen Klasse II und III tritt wieder ein Sprung auf: die 3-jährigen wenden sich größerer Nahrung zu: die schwächeren *Ephemeroptera*-Larven werden z. T. durch kräftigere *Plecoptera*-Larven abgelöst; auch die Luftnahrung nimmt zu. Außer Insekten-Imagines, deren Larven im Wasser leben — *Nematocera*, *Brachycera*, *Plecoptera* usw. —, werden vor allem aus den Moortümpeln angeschwemmte Ameisen aufgenommen (*Hymenoptera* 6,5 %).

IV. Vergleich der beiden Forellenpopulationen

1. Wachstum und Gewicht

Stellt man die Längenwerte (L. t.) der jeweiligen Altersklassen der Forellenpopulation des Rappojaure und des Messaurejokk einander gegenüber, dann gelangt man zu einem merkwürdigen Ergebnis: Die zweijährigen Fische des Rappojaure sind länger als die zweijährigen aus dem Messaurejokk — die drei- und vierjährigen des Rappojaure jedoch sind kürzer als die gleichaltrigen des Messaurejokk. Abb. 4 zeigt deutlich das differente Wachstum der beiden Forellenpopulationen.

Daß mit dem verschieden schnellen Wachstum parallel verlaufend auch eine verschiedene Gewichtszunahme bei beiden Populationen zu verzeichnen ist, zeigt Abb. 5. Die Forellen aus dem See Rappojaure sind in der Jugend schwerer als die aus dem Bach Messaurejokk. Im Alter ist es umgekehrt: Vom dritten Lebensjahr ab läßt die Gewichtszunahme der Teichforellen nach, die der Bachforellen nimmt in steigendem Maße zu.

Setzt man Länge und Gewicht in Beziehung zueinander und vergleicht die durch Division von Länge : Gewicht erhaltenen Indices mit dem Alter in Monaten, so gelangt man, wie Abb. 6 zeigt, ebenfalls zu dem Ergebnis, daß beide Populationen in Jugend und Alter eine entgegengesetzt differente Wüchsigkeit aufweisen.

2. Ernährungsweise und Ernährungsgrundlagen

a) der Gesamtpopulationen

Hauptursache des unterschiedlichen Wachstums der beiden Populationen scheint das verschiedene Nahrungsangebot in Teich und Bach zu sein. In Abb. 7 werden die verschiedenen Nahrungstiergruppen der beiden Populationen aller Altersklassen einander gegenübergestellt. Gruppen, die nur einen geringen Nahrungsanteil stellen, wurden zusammengefaßt als „übrige Wassertiere“ und „übrige Lufttiere“. Die hellen Kolonnen stellen die Nahrungstiere der Bachforellen des Messaurejokk dar, die schraffierten die der Teichforellen aus dem Rappojaure.

Von der Tatsache ausgehend, daß der Messaurejokk ein typischer Forellengbach des nordschwedischen Waldgebietes ist, ergibt sich aus den Untersuchungen — wie Abb. 7 zeigt —, daß die *Ephemeroptera*-Larven im Juli (zur Zeit des Fanges) den größten Anteil der natürlichen Forellennahrung bilden. Diese Nahrungsgruppe fehlt aber im Rappojaure völlig! Dasselbe trifft für die *Plecoptera*-Larven zu. Weitere hypolimnische Nahrungstiere, *Trichoptera*-Larven und *Simuliidae*-Larven, wurden in annähernd gleichem Verhältnis von beiden Populationen aufgenommen. Was die *Ephemeroptera*-Larven für die Bachforellen sind, scheinen die *Chironomidae*-Larven für die Teichforellen zu sein. Hier machen die einen mehr als 40 % der Nahrung aus und dort die anderen. Allerdings fehlen die *Chironomidae*-Larven auch bei den Bachforellen nicht völlig. Bei den Teichforellen wird der *Chironomidae*-Anteil noch durch *Ceratopogonidae*-Larven ergänzt, die bei den Bachforellen völlig fehlen. Von den Bachforellen wurden auch Fische aufgenommen, die wiederum den Teichforellen mangeln. Der Anteil der *Nematocera*-Puppen an der Nahrung beider Populationen ist genau gleich. Von den Bachforellen wurden mehr % „übrige Wassernahrung“ aufgenommen als von den See-forellen. Einen wesentlichen Faktor für die Ernährung der See- oder Teichforellen stellen die *Nematocera*-Imagines dar; bei den Bachforellen machen sie einen viel geringeren Anteil aus. Dafür ist wiederum bei den Bachforellen der Anteil der „übrigen Luftnahrung“, vor allem an *Hymenoptera* viel größer als bei den Teichforellen.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Hauptnahrung der in einem für sie typischen Wohngewässer lebenden Forelle besteht (im Monat Juli) aus *Ephemeroptera*- und *Plecoptera*-Larven, in der Hauptsache ergänzt durch *Chironomidae*- und *Simuliidae*-Larven sowie *Nematocera*-Puppen und Luftnahrung.

Die Nahrung der in einem Waldsee lebenden Forelle besteht (im Monat Juni) aus *Chironomidae*-Larven, ergänzt durch *Ceratopogonidae*- und *Simuliidae*-Larven sowie aus *Nematocera*-Puppen und *Nematocera*-Imagines.

Noch kürzer ausgedrückt heißt das: Die Bachforelle lebt zu 45 % von *Ephemeroptera*-Larven; der übrige Teil wird durch viele verschiedene Tiergruppen bestritten. Die Teichforelle ist zu 90 % allein auf Larven, Puppen und Imagines der Insekten-Unterordnung *Nematocera* angewiesen.

b) der einzelnen Altersklassen

Daß die Verhältnisse jedoch im Einzelnen viel komplizierter und differenzierter sind, läßt sich nur durch direkten Vergleich der Nahrungstiere nach den einzelnen Altersklassen getrennt ersehen. Erst dadurch kann die Frage nach dem Warum des entgegengesetzt differenten Jugend- und Alterswachstums der beiden Forellenpopulationen gelöst werden.

Die Jungforellen der Altersklasse 0 aus dem Messaurejokk zeigen ein völlig anderes Nahrungsbild als oben beim Vergleich der Gesamtpopulation dargestellt wurde. Aus Abb. 8 ist zu erkennen, daß der Anteil der *Ephemeroptera*-Larven bei weitem geringer ist als es die zusammenfassende Darstellung zeigte. Diese noch nicht überwinterten Jungforellen nehmen vielmehr in größerem Maße *Chironomidae*-Larven auf. Noch größer ist der %-Satz der verspeisten *Nematocera*-Puppen. Die Auswahl dieser Nahrungstiere läßt sich einmal aus deren Zartheit und geringen Chitinisierung und zum zweiten durch den Aufenthalt der Jungforellen in der lenitischen Uferzone erklären. Wie schon im vorigen Kapitel erwähnt wurde, leben gerade diese Tiergruppen häufiger in diesen lenitischen Bereichen oder werden hier angeschwemmt und von der Vegetation aufgefangen. Leider ist ein direkter Vergleich mit 0-jährigen Vertretern aus dem Rappojaure nicht möglich. Da aber die aufgezählten Nahrungstiere in diesem See ebenso oder in noch reichlicherem Maße auftreten, ist anzunehmen, daß die dort lebenden Jungforellen etwa die gleiche Nahrung aufnehmen.

Auch Vertreter der Altersklasse I liegen nur aus dem Messaurejokk vor. Hier hat sich das Ernährungsbild, wie Abb. 9 zeigt, schon etwas gewandelt. Wohl werden immer noch *Chironomidae*-Larven und *Nematocera*-Puppen aufgenommen, aber es treten neue Gruppen hinzu: *Trichoptera*- und *Simuliidae*-Larven und *Nematocera*-Imagines. Über die Hälfte der Ernährung aber wird bestritten durch *Ephemeroptera*-Larven. Dieser Wandel ist daraus zu erklären, daß die einjährigen Forellen aus den lenitischen Bereichen in die strömungsreicheren Zonen vordringen und hier in größerem Maße die oben aufgezählten petricolen Insekten-Larven und allochthone Lufttiere zu sich nehmen.

Will man hieraus das Ernährungsbild der einjährigen den See bewohnenden Forellen rekonstruieren, dann ist zu bedenken, daß die 50 % *Ephemeroptera*-Larven für diesen Biotop wegfallen. Die fünf übrigen Nahrungsgruppen: *Trichoptera*-Larven, *Chironomidae*- und *Simuliidae*-Larven, *Nematocera*-Puppen und -Imagines sind jedoch auch im See vorhanden und können dort

sogar in reichlicherem Maße angeboten werden als dies im Bache möglich ist. Es ist darum anzunehmen, daß die einjährigen Seeforellen ihre Ernährung im wesentlichen auf diese fünf Gruppen stützen und durch deren reichlichere Konsumierung die fehlenden *Ephemeroptera*-Larven voll ersetzen können.

Die Verschiedenheit oder Gleichartigkeit der Nahrung der Forellen der Altersklasse II kann durch direkten Vergleich analysiert werden. Abb. 10 zeigt, daß die Hauptnahrung der Bachforellen aus *Ephemeroptera*-Larven besteht und die Hauptnahrung der Teichforellen aus *Chironomidae*-Larven. Beachtenswert ist, daß die Bachforellen einen höheren Anteil *Nematocera*-Puppen aufgenommen haben als die Teichforellen, denen diese eigentlich in reichlicherem Maße zur Verfügung stehen. Dafür ist bei ihnen der Anteil der *Nematocera*-Imagines wesentlich höher. Die übrige Luftnahrung fehlt den Teichforellen jedoch vollkommen im Gegensatz zu den Bachforellen, die viel *Hymenoptera* und andere allochthone Nahrungstiere aufweisen. Die zweijährigen Teichforellen scheinen noch genügend Nahrung im Hypolimnion zu finden, wie sich auch aus dem nicht unbeträchtlichen Anteil der *Simuliidae*- und *Ceratopogonidae*-Larven ergibt. Im ganzen scheint das Nahrungsangebot des Sees für den Bedarf der Altersklasse II noch durchaus zu genügen.

In Abb. 11 werden die Nahrungstiere der Altersklasse III beider Populationen miteinander verglichen. Es macht sich ein bedeutender Wandel bemerkbar. Die Bachforellen wenden sich von der Bodennahrung weg und mehr der gröberen allochthonen Nahrung zu. Aus dem Angebot an Bodentieren werden nur noch die größten Exemplare aufgenommen. Dies ist auch an der Abnahme der *Ephemeroptera*- und der Zunahme der relativ gröberen *Plecoptera*-Larven zu erkennen. Es werden außerdem nur noch in geringerer Anzahl kräftigere *Simuliidae*-Larven verzehrt. Erstmals treten auch Fische als Nahrungstiere auf. Der Anteil der zarten, kleinen *Nematocera*-Puppen nimmt gewaltig ab. Dafür nimmt der Anteil der Luftnahrung zu; insbesondere werden *Hymenoptera*, *Coleoptera* und die verschiedensten Imagines von Insekten, deren Larven im Wasser leben, aufgenommen (*Trichoptera*, *Plecoptera*). Entgegen dieser Umwandlung in der Bevorzugung gröberer Nahrung macht sich bei den dreijährigen Tieren des Sees kaum eine Änderung bemerkbar. Noch immer bilden die vier Gruppen: *Chironomidae*- und *Simuliidae*-Larven sowie *Nematocera*-Puppen und deren Imagines den Haupt-Nahrungsanteil. Allerdings werden statt der kleineren *Chironomidae*-Larven in stärkerem Maße die gröberen *Simuliidae*-Larven bevorzugt: Doch scheinen auch die nun mehr bevorzugten *Ceratopogonidae*- und *Trichoptera*-Larven das größere Angebot des Baches an kräftigeren Nahrungstieren nicht auszugleichen. Die dreijährigen großen Forellen des Teiches müssen immer noch mit den wohl in großer Menge vorhandenen, aber kleinen und kleinsten Nahrungstieren vorliebnehmen. Sie müssen mühsam ihre Kleinnahrung zusammensuchen während den dreijährigen Bachforellen reichlich die ihnen zustehenden kräftigeren Nahrungstiere zur Verfügung stehen.

Abb. 12 zeigt das Nahrungsbild der Teichforellen der Altersklasse IV. Wie aus der weiteren Abnahme der kleinen *Chironomidae*-Larven und Zunahme der *Nematocera*-Imagines, unter denen sich nun mehr gröbere *Culicidae* befinden, zu erkennen ist, liegt es im Bestreben dieser älteren Forellen, größere Nahrungsbrocken aufzunehmen. Diese stehen ihnen aber in diesem Gewässer nur in geringem Maße zur Verfügung. Sie müssen sich noch immer mit den kleinen *Nematocera*-Puppen begnügen, die die Vorzugsnahrung der Bachforellen der Klasse 0 bildeten. Es werden noch aufgenommen *Ceratopogonidae*- und *Simuliidae*-Larven sowie größere *Trichoptera*-Larven. Leider steht aus dem Messaurejock nur eine Forelle der Altersklasse IV zur Verfügung. Der Verdauungstraktus derselben weist neben einem Fisch einen terrestrischen Käfer und eine Spinne auf. Es können hieraus keine weitgehenden Schlüsse gezogen werden, aber es ist doch schon zu erkennen, worin die eigentliche Nahrung der Altforellen besteht.

V. Ergebnisse und Folgerungen

1. Ökologie und Ernährungsbiologie

Wie eingangs gezeigt wurde, sind die physiographischen Faktoren, soweit sie die Forellen betreffen, in beiden untersuchten Biotopen nahezu gleich. Das ist nicht verwunderlich, denn der Messaurejock bezieht sein Wasser aus ebensolchen Tümpeln und Teichen wie der Rappojaure einen darstellt. Der größere Säuregrad des Sees erklärt sich aus seinem hohen Humusgehalt; im Bach wird dieser herabgesetzt durch den Zufluß von Grundwasser aus weniger moorigen, felsigen Gebieten. Die Temperaturen beider Gewässer sind annähernd gleich. Auch der Sauerstoffgehalt scheint im See für die Forellen nicht zu gering zu sein. Damit stehen der Besiedlung des Sees mit Forellen keinerlei abiotische Faktoren entgegen.

Den wichtigsten biotischen Faktor stellt das mehr oder weniger reichliche Nahrungsangebot dar, nicht nur in Quantität, sondern auch in Qualität. Im vorigen Kapitel konnte nachgewiesen werden, daß die Jungforellen der Altersklasse 0 in erster Linie auf Klein-Nahrungstiere angewiesen sind wie *Chironomidae*-Larven und *Nematocera*-Puppen. Diese stehen ihnen natürlicherweise in einem See in reichlicherem Maße zur Verfügung als in einem Fließgewässer. Auch die Tiere der Altersklassen I und II bevorzugen noch weitgehend diese kleineren Insektenlarven und deren gering chitinisierte Puppen. Da diese ihnen jedoch in ihrem natürlichen Biotop, dem schnell fließenden Bach nicht oder nur in geringem Maße zur Verfügung stehen, erklärt sich daraus ganz klar und eindeutig das schnellere Wachstum der Jungforellen des Sees.

Die älteren Forellen sind auf größere Nahrungstiere angewiesen. Diese stehen ihnen in umgekehrter Weise in einem Fließgewässer häufiger zur Ver-

fügung als im See. Daraus erklärt sich auch die Tatsache, daß die Forellen des Baches ab drittem Lebensjahr ein schnelleres Wachstum zeigen als die des Sees.

2. Fischereiwirtschaftliche Bedeutung

Im Bestreben möglichst viele Gewässer für die Fischproduktion nutzbar zu machen, kann aufgrund der vorangegangenen Untersuchungen für die Fischwirtschaft folgendes empfohlen werden.

Seen im nordschwedischen Waldgebiet vom Typ des Rappojaure bieten durch ihr hohes Angebot an Klein-Nahrungstieren für Jungforellen geeignete Lebensbedingungen, die sogar die der Fließgewässer noch übertreffen. Die Wachstumsbedingungen für Altforellen sind durch den Mangel an größeren Nahrungstieren unzureichend. Laichmöglichkeiten sind in geringem Maße im Seeausfluß gegeben. Will man die Produktivität dieser Seen bestmöglich ausnutzen, so ist es nicht ratsam, die Entwicklung der Forellen sich selbst zu überlassen.

Eine wirtschaftliche Ausnutzung des Sees ist durch das Aussetzen von vorgestreckter Forellenbrut gegeben. Die Jungforellen finden bis zum dritten Lebensjahr in Seen dieses Typs geeignete Nahrung. Das Wachstum der Forellen ab Altersklasse III könnte gesteigert werden durch Einsetzen von Nahrungstieren, denen der See geeignete Lebensbedingungen bietet. Es kommen die beiden Fischarten *Phoxinus laevis* und *Gasterosteus pungitius* in Frage. Wie MÜLLER (1954) nachwies, gehören beide Fischarten mit zur Hauptnahrung der älteren Forellen der nordschwedischen Waldgewässer. Zu beachten wäre hierbei nur noch das Auftreten von Feinden dieser Nahrungsfische sowie der Jungforellen. Nicht nur *Esox lucius* kann die Bestände gewaltig dezimieren, auch *Perca fluviatilis* tritt häufig als beachtenswerter Bruträuber auf. Weiterhin ist gerade er für die Jungfische ein erheblicher Nahrungskonkurrent. Abb. 13 zeigt, daß *Perca fluviatilis* im See die gleichen Nahrungstiergruppen bevorzugt wie die zum Vergleich herangezogenen Jungforellen aus dem Messaurejokk.

Eine andere Nutzungsmöglichkeit dieser Sumpfseen als Nahrungsproduzenten für Nutzfische besteht in der Aufzucht von Junglachsen. Seinen natürlichen Lebensgewohnheiten gemäß verbringt *Salmo salar* seine ersten drei Lebensjahre im Süßwasser und wandert nachher ins Meer ab. Dort erst wächst er zum fangreifen Tier heran. Um die durch zivilisatorische Maßnahmen (Bau von Kraftwerken, Staudämmen usw.) immer mehr eingeschränkten Aufwuchsmöglichkeiten der Junglachse in Süßgewässern möglichst auszugleichen, hat der schwedische Staat schon Millionen-Beträge geopfert: In Zuchtanstalten versucht man mit mehr oder weniger großem Erfolg Junglachse künstlich heranzuziehen um sie nach drei Jahren in küstennahe Fließgewässer auszusetzen.

Durch Nutzung der nordschwedischen Waldseen vom Typ des Rappojaure bietet sich nun die einmalige Gelegenheit, die hohen Aufzuchtkosten für die Junglachse einzusparen. Wie nachgewiesen wurde, findet sich in diesen Seen genügend Kleinnahrung, die allein den Jungfischen bis zum dritten Lebensjahr zusagt, nicht aber älteren Fischen zu maximalen Wuchsleistungen gereicht. Da *Salmo salar* aber nach seinem dritten Lebensjahr ganz natürlich aus seinem Jugendgewässer zum Meer abwandert, ist der letzte Faktor für diese Art der Nutzung völlig belanglos. Der junge Lachs kann hier in seinem natürlichen Wohngewässer kostenlos aufgezogen werden. Es ist weiterhin nicht mit einer so hohen Sterblichkeit zu rechnen wie sie in künstlichen Aufzuchtbetrieben wegen der hohen Anfälligkeit für Infektionen gegeben ist. Eine aussichtsreiche Nutzung dieser Seen durch Aufzucht von *Salmo salar* ist jedoch nur gewährleistet, wenn alle Nahrungskonkurrenten ausgeschaltet werden. Ein Aussetzen von frisch geschlüpfter Brut ist ziemlich aussichtslos, diese fällt sofort den Barschen zum Opfer. Die junge Lachsbrut sollte vor dem Aussetzen vorgestreckt werden, was in den Aufzuchtbetrieben ohne größere Kosten und Verluste geschehen kann. Bevor diese vorgestreckten Junglachse, die eine Länge von 5—6 cm haben sollen, ausgesetzt werden, muß der betreffende See zuerst quantitativ von Nahrungskonkurrenten befreit werden, was beispielsweise durch Vergiftung mit Rotenon erfolgen kann. In Fließgewässern nehmen Forellen und Lachse, wie MÜLLER (1953) nachweisen konnte, verschiedene Nahrungsnischen ein. In einem See, dessen Nahrungsangebot artenmäßig beschränkt ist, kann die Forelle jedoch für die Aufzucht der Lachse eine starke Konkurrenz darstellen, sodaß nicht nur *Esox lucius* und *Perca fluviatilis*, sondern auch *Salmo trutta* vorher auszuschalten sind. Es ist weiterhin darauf zu achten, daß die Aufzuchtseen mit Fließgewässern in Verbindung stehen oder daß diese Verbindung nach der dreijährigen Aufzuchtperiode künstlich geschaffen wird um den herangewachsenen Lachsen die in ihrer natürlichen Lebensweise vorgesehene Möglichkeit zu geben, ins Meer abzuwandern.

Wenn alle diese Gesichtspunkte genau beachtet werden, kann die natürliche Produktivität der nordschwedischen Waldseen voll ausgenutzt werden, wodurch der schwedische Staat hohe Geldbeträge, die er zur künstlichen Aufzucht von Junglachsen aufbringen mußte, einsparen kann.

VI. Zusammenfassung

In den vorliegenden Ausführungen wurde ein Vergleich angestellt zwischen der Forellenspopulation des Rappojaure (ein typischer Waldsee Nordschwedens) und der torrenticolen Forellenspopulation des Messaurejokk (ein schnellfließender Waldbach Nordschwedens), beide im Einzugsgebiet des Stora Lule Älv liegend. Verglichen wurden Wachstum und Gewichtszunahme sowie an-

hand von Magenuntersuchungen die verschiedenartige Nahrungsaufnahme beider Populationen.

Durch die angestellten Untersuchungen konnte folgendes festgestellt werden:

1. Beide Populationen weisen in Jugend und Alter eine entgegengesetzt differente Wüchsigkeit auf, sowohl Längenwachstum als auch Gewichtszunahme betreffend. Rappojaure: stärkeres Jugendwachstum, Nachlassen nach 3. Lebensjahr. Messaurejokk: schwächeres Jugendwachstum, Ansteigen desselben ab 4. Lebensjahr.

2. Hauptursache des unterschiedlichen Wachstums der beiden Populationen bildet das verschiedene Nahrungsangebot in Bach und See.

3. Die Auswahl der angebotenen Nahrungsgruppen ist bei den einzelnen Altersklassen der Forellen uneinheitlich sowohl in Quantität wie in Qualität.

4. Die Anzahl der an der Gesamtnahrung beteiligten Tiergruppen ist bei den Jungforellen gering. Mit steigendem Alter der Forellen nimmt die Anzahl ihrer Nahrungstiergruppen zu.

5. Die Tiere der jüngeren Altersgruppen beziehen den größten Teil ihrer Nahrung aus dem Hypolimnion, der Nahrungsbezug aus dem Epilimnion nimmt mit steigendem Alter zu.

6. Hauptnahrungstiere der Forellen des Baches (alle Altersklassen zusammengefaßt) bilden zu 45 % die *Ephemeroptera*-Larven; der übrige Teil wird durch ganz verschiedene Tiergruppen bestritten (im Monat Juli).

Den Hauptnahrungsanteil der Forellen des Sees bilden mit 90 % die Larven, Puppen und Imagines der Insekten-Unterordnung *Nematocera* (im Monat Juni).

7. Die Jungforellen des Baches leben in der lenitischen Uferzone; dort werden entsprechend dem Angebot weniger *Ephemeroptera*-Larven und mehr *Chironomidae*-Larven und *Nematocera*-Puppen verzehrt.

8. Die Forellen des Baches der Altersklasse I wechseln aus der lenitischen Uferzone in lotische Bereiche über; dort nehmen sie mehr petricole Insektenlarven und allochthone Luftnahrung auf.

Für die Forellen des Sees derselben Altersklasse läßt sich rekonstruierend feststellen, daß sie dem in ihrem Biotop nicht vorhandenen Anteil an petricolen Insektenlarven leicht durch Konsumierung der zur Verfügung stehenden Larven, Puppen und Imagines der *Nematocera* kompensieren können.

9. Die Bachforellen der Altersklasse II verzehren ungefähr dieselben Tiere wie die der Altersklasse I.

Die gleichaltrigen Forellen des Sees werten noch immer das reichliche Nahrungsangebot aus *Nematocera* aller Entwicklungsstadien aus, das ihrem Bedarf noch durchaus zu genügen scheint.

10. Die Bachforellen der Altersklasse III wenden sich mehr von der Bodennahrung der allochthonen Nahrung zu. Vom Boden werden fast nur noch die größten *Ephemeroptera*- und die gröbereren *Plecoptera*-Larven aufgenommen. Es werden erstmalig Fische verzehrt sowie reichlich größere Lufttiere.

Auch bei den Forellen des Sees macht sich eine Bevorzugung gröberer Nahrung bemerkbar. Aber sie müssen noch viel mehr mit der ihnen zur Verfügung stehenden Kleinnahrung vorliebnehmen.

11. Die Forellen des Sees der Altersklasse IV müssen sich noch immer mit der fast ausschließlich in ihrem Biotop zur Verfügung stehenden Kleinnahrung begnügen. Die eigentliche Nahrung — wie ein Exemplar der Altersklasse IV aus dem Bach anzeigt — Fische und größere petricole und allochthone Nahrungstiere, fehlt ihnen.

12. In Fließgewässer eingeschaltete Stillwasserzonen sind nicht nur sekundär für die Fischwirtschaft nützlich, indem sie Plankton produzieren, das mit dem Wasserstrom den Nahrungstieren der Fische wie *Trichoptera*, *Simuliidae* usw. als Nahrung zugeführt wird, sondern sie erweisen sich auch direkt als Nahrungsproduzenten für die Fische, wie dies beispielsweise an der Produktion von *Nematocera*-Puppen gezeigt werden konnte, die als allochthone Wassernahrung den Jungforellen des Baches zugeführt werden.

13. Die herkömmlichen Begriffe Wassernahrung und Luftnahrung charakterisieren zum Teil nur unzulänglich die Herkunft der Forellennahrung. Es ist nämlich häufig so, daß in Fließgewässern viele Nahrungstiere, die direkt dem Wasser entstammen, nicht am Wohnort des Verbrauchers beheimatet sind, sondern mit dem Wasserstrom angeschwemmt werden. Deshalb wäre es manchmal günstiger, wenn man genau zwischen allochthoner und autochthoner Nahrung unterscheiden würde. Es wird vorgeschlagen, die Aufschlüsselung der Fischnahrung nach folgender Tabelle vorzunehmen:

autochthone N.		allochthone N.	
Hypolimnion	Pelagial	Epilimnion	Luft
Wasser-N.			Luft-N.

Hierbei müssen die Nahrungstiere aus Pelagial und Epilimnion je nach Gewässertyp zur autochthonen oder allochthonen Seite gezählt werden.

14. Die abiotischen Faktoren in beiden untersuchten Biotopen (Bach und See) sind nahezu gleich: Von dieser Seite stehen der Besiedlung des Sees mit Forellen keinerlei Hindernisse entgegen.

15. Als wichtigster biotischer Faktor wird das Nahrungsangebot — nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ — angesehen.

16. Aus dem reichlicheren Nahrungsangebot im See an kleineren Insekten-Larven und deren Puppen erklärt sich die größere Wüchsigkeit der Jungforellen des Sees gegenüber denen des Baches.

Ältere Forellen sind auf größere Nahrungstiere angewiesen, diese fehlen im See. Daraus erklärt sich die größere Wüchsigkeit der Forellen des Baches ab viertem Lebensjahr.

17. Für die Fischereiwirtschaft wird vorgeschlagen, die Produktivität der nordschwedischen Waldseen zu nutzen durch Aussetzen von vorgestreckter Forellenbrut. Diese findet dort bessere Lebensbedingungen als im Fließgewässer.

Die unzureichenden Wachstumsleistungen der älteren Forellen kann gesteigert werden durch Einsetzen von geeigneten Nahrungstieren: *Phoxinus laevis* und *Gasterosteus pungitius*.

18. Zu beachten ist das Auftreten von *Perca fluviatilis*, der nicht nur Bruträuber, sondern wie dargelegt werden konnte, auch starker Nahrungskonkurrent für die Jungforellen der Altersklasse 0 ist.

19. Eine zweite Möglichkeit der Nutzung der nordschwedischen Waldseen ist gegeben in der Aufzucht von *Salmo salar*. Dieser Fisch findet hier in seiner Jugend genügend Kleinnahrung; nach drei Lebensjahren müssen ihm natürliche oder künstliche Abwanderungsmöglichkeiten zum Meer geboten werden.

20. Zum Aussetzen sollten nur vorgestreckte (5—6 cm lange) Junglachse gelangen. Vorher sind die vorgesehenen Aufzuchtseen quantitativ (Rotenon) abzufischen um Nahrungskonkurrenten (*Esox lucius*, *Perca fluviatilis* und *Salmo trutta*) auszuschalten. Der große Vorteil dieser Art der Nutzung liegt im Einsparen der hohen, meist unrentablen Kosten zur künstlichen Aufzucht der Junglachse in Zuchtbetrieben.

Literatur

- ALM, GUNNAR — 1949 — Influence of Heredity and Environment on Various Forms of Trout. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 29: 29-34.
- GUSTAFSON, K.-J. — 1949 — Movements and Growth of Grayling. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 29: 35-44.
- MÜLLER, KARL — 1950 — Fische und Fischregionen der Fulda. Ber. d. Limn. Flußst. II: 18-23.
- MÜLLER, KARL — 1952 — Die Mühlkoppe (*Cottus gobio* L.) und ihre Nahrungskonkurrenz zur Bachforelle (*Trutta fario* L.). Ber. d. Limn. Flußst. III: 70-74.
- MÜLLER, KARL — 1952 — Über das Wachstum verschiedener Forellenpopulationen in Mittelgebirgsbächen. Ber. d. Limn. Flußst. III: 47-53.

- MÜLLER, KARL — 1953 — Der Einfluß der Flößereiregulierungen auf den quantitativen und qualitativen Bestand der Bodenfauna. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 34: 90-121.
- MÜLLER, KARL — 1953 — Investigations on the Organic Drift in North Swedish Streams. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 35: 133-148.
- MÜLLER, KARL — 1953 — Produktionsbiologische Untersuchungen in Nordschwedischen Fließgewässern. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 35: 149-183.
- MÜLLER, KARL — 1954 — Die Fischbesiedlung und die regionale Einstufung der der Fließgewässer der nordschwedischen Waldregion. Ber. d. Limn. Flußst. VI: 51-56.
- MÜLLER, KARL — 1955 — Produktionsbiologische Untersuchungen in Nordschwedischen Fließgewässern. Teil III. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 36: 148-162.
- MÜLLER, KARL — 1956 — Das produktionsbiologische Zusammenspiel zwischen See und Fluß. Ber. d. Limn. Flußst. VII: 1-8.
- MÜLLER, KARL — 1957 — Harrens och laxöringens tillväxt och föda i Luleälvsområdet. Norbottens Lantmannablad 4.
- PUKE, CARL — 1949 — Bottom Fauna and Environmental Conditions in the Littoral Region of Lakes. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 29: 77-80.
- PUKE, CARL — 1949 — Environment and Productivity of Lakes near Stockholm. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 29: 81-84.
- RUNNSTRÖM, SVEN — 1949 — Control of Trout Migration by a Fish Ladder. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 29: 85-88.

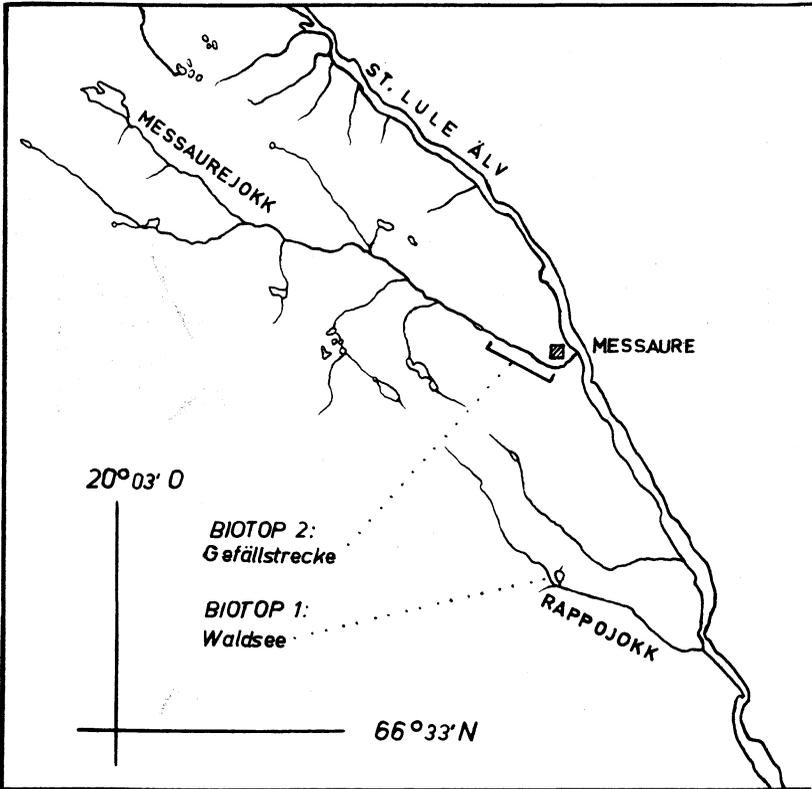


Abb. 1: Karte des Untersuchungsgebietes.

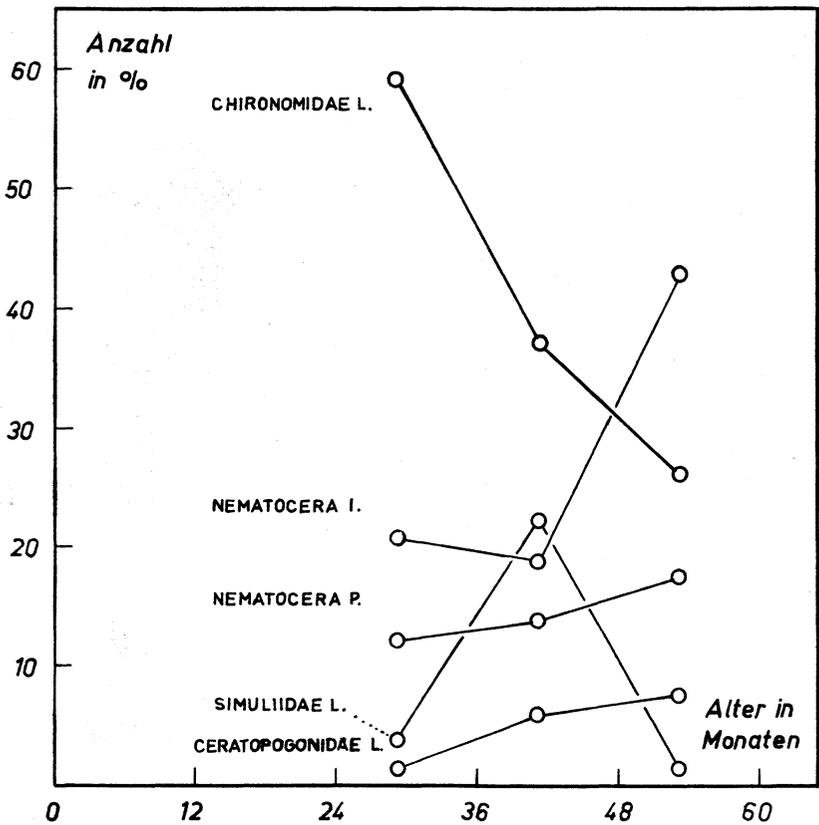


Abb. 2: Wechsel des Anteils verschiedener Tiergruppen an der Nahrung der einzelnen Altersklassen der Forellen des Rappojaure. Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

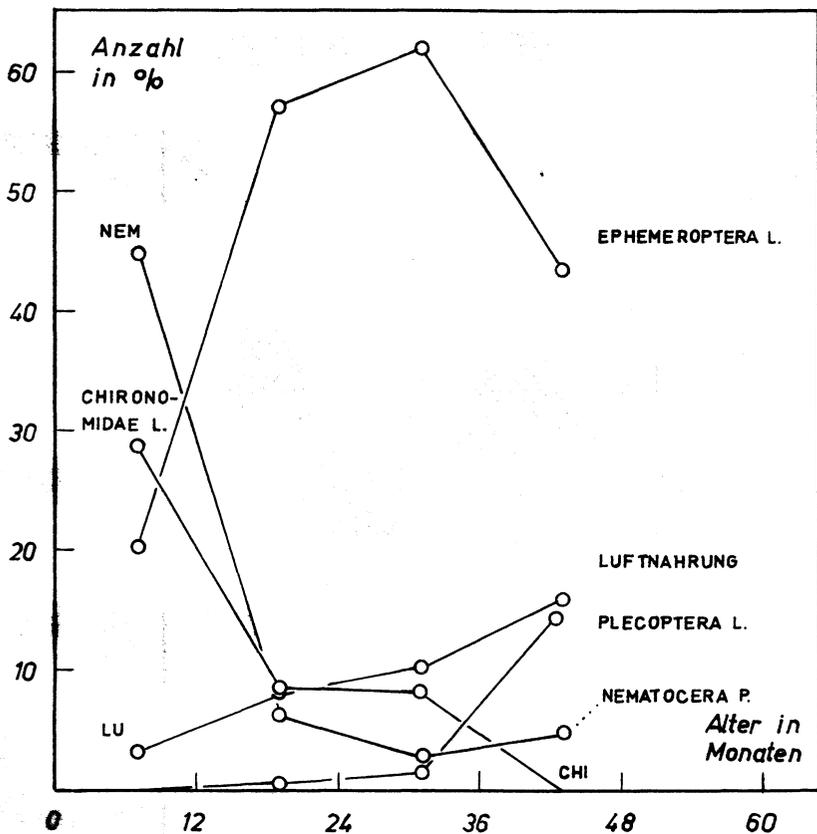


Abb. 3: Wechsel des Anteils verschiedener Tiergruppen an der Nahrung der einzelnen Altersklassen der Forellen des Messaurejock. Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

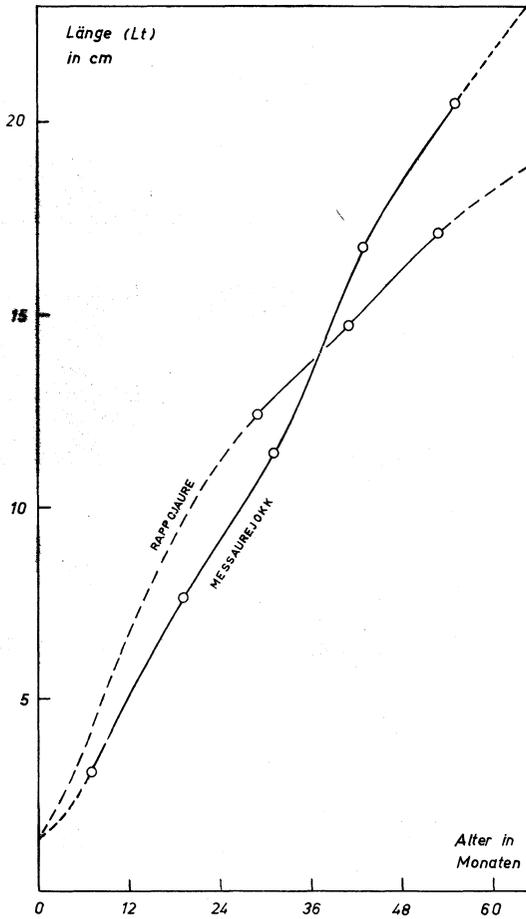


Abb. 4: Das entgegengesetzt differente Jugend- und Alterswachstum zweier Forellenpopulationen.

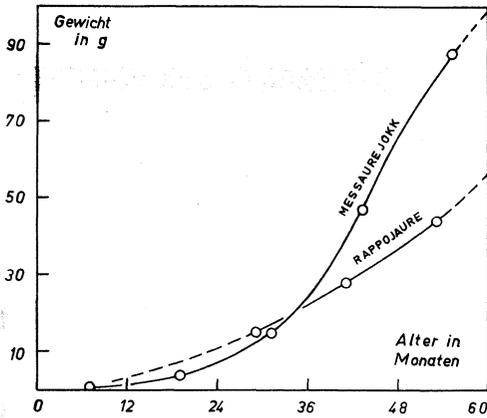


Abb. 5: Die verschieden starke Gewichtszunahme zweier Forellenpopulationen in Jugend und Alter.

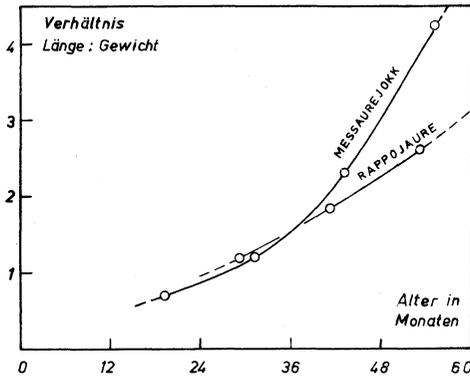


Abb. 6: Verschieden schnelle Wüchsigkeit zweier Forellenpopulationen in Abhängigkeit von Länge/Gewicht.

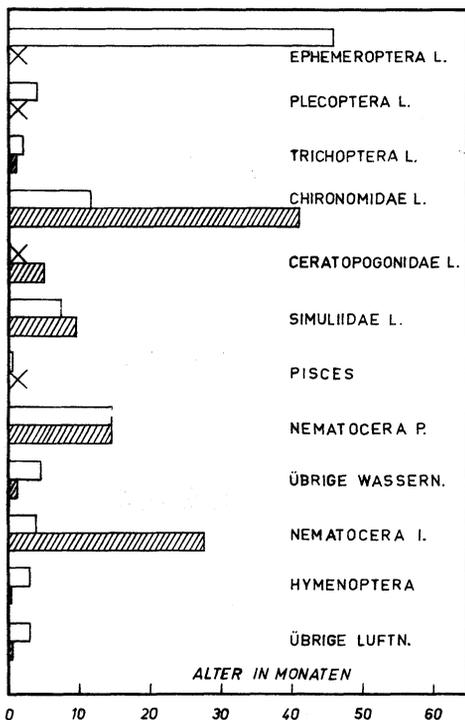


Abb. 7: Gegenüberstellung der verschiedenen Nahrungstiergruppen der Forellenspopulationen des Rappojaure (schraffiert) und des Messaurejokk (hell). Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

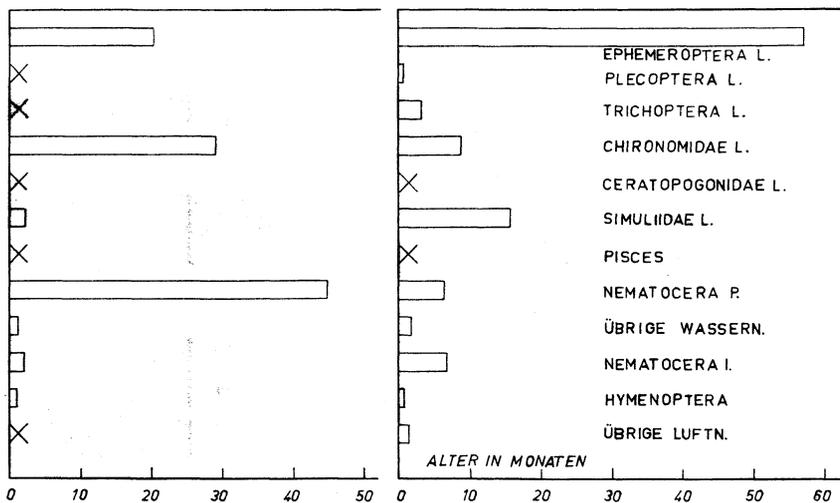


Abb. 8—9: (Abb. 8:) Die Nahrungstiergruppen der Altersklasse 0 der Forellen aus dem Messaurejokk.
 (Abb. 9:) Die Nahrungstiergruppen der Altersklasse I der Forellen vom selben Fangort. Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

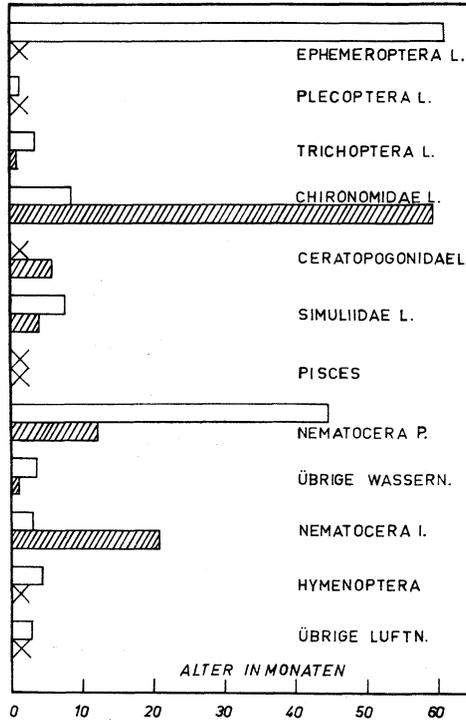


Abb. 10: Vergleich der Nahrungstiergruppen der Forellen des Rappojaure (schraffiert) und des Messaurejokk (hell) der Altersklasse II. Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

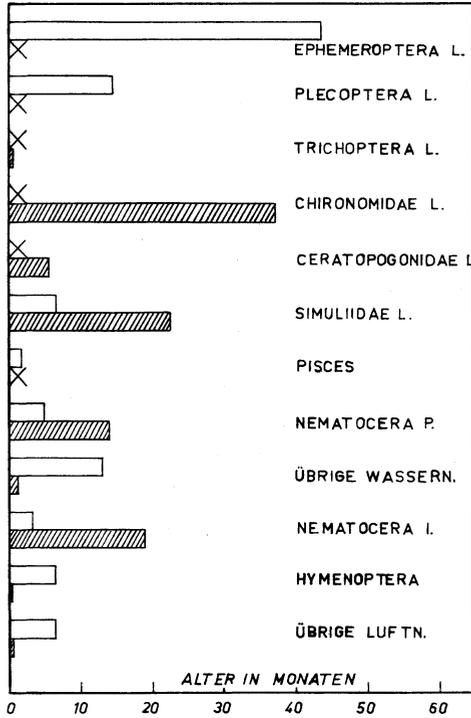


Abb. 11: Vergleich der Nahrungstiergruppen der Forellen des Rappojaure (schraffiert) und des Messaurejokk (hell) der Altersklasse III. Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.

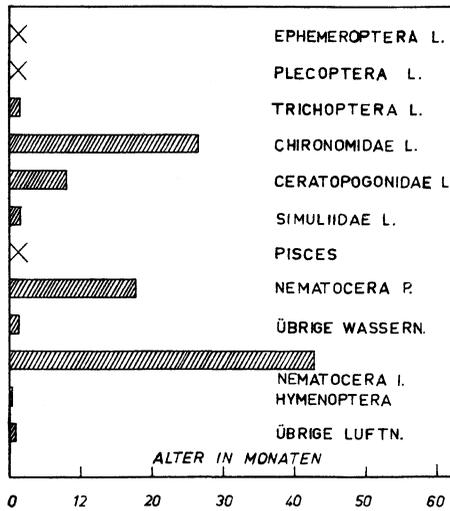


Abb. 12: Nahrungsbild der Forellen des Rappojaure der Altersklassen IV.

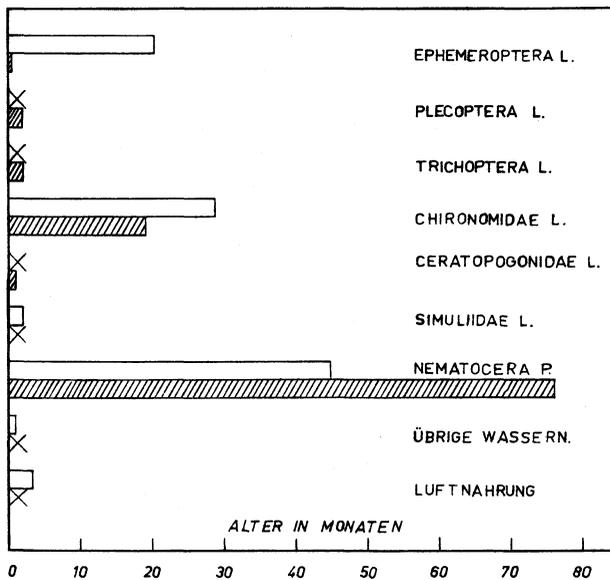


Abb. 13: Vergleich der Nahrungstiergruppen der Jungforellen des Messaurejokk (hell) und der Barsche des Rappojaure (schraffiert). Darstellung der Anzahl in % des Mageninhaltes.