

Nahrungsbiologische Untersuchungen an Jungfischpopulationen eines brackigen Flachwassergebietes des Barther Boddens (südliche Ostsee)

von Lutz Debus und Hartmut Arndt

Einleitung

Der Barther Bodden steht als Modellobjekt im Mittelpunkt komplexer Untersuchungen zur Ökosystemanalyse der inneren Küstengewässer der DDR. Die Jungfischbestände des Barther Boddens sind dabei sowohl produktionsbiologisch hinsichtlich ihrer Stellung im Nahrungsgefüge des Ökosystems als auch fischereibiologisch für die Entwicklung der künftigen Fischbestände von großem Interesse. Quantitative und qualitative Untersuchungen zur Stellung der Jungfische im Ökosystem liegen bisher nur vereinzelt vor. Die vorliegende Arbeit sollte darum aufbauend auf die Ergebnisse von FREDRICH (1975) und BAST et al. (1980) zur Kenntnis des Nahrungsspektrums und der Nahrungsration sowie der Nahrungsähnlichkeiten und der Konkurrenzbeziehungen innerhalb der Jungfischpopulationen des Barther Boddens beitragen.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet lag in der Flachwasserregion Trog (Ø 0,5 m Wassertiefe; 3–5 ‰ S) nördlich der Mündung des Barther Stromes. Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 8.–10. Juni 1982 und vom 26.–28. Mai 1983 durchgeführt. Jungfische wurden alle 2 Stunden mit Hilfe von Senknetzen (1 m²; 500 µm Maschenweite; je 8 Parallelproben) gefangen und sofort mit 4 ‰iger Formaldehydlsg. fixiert (ein Erbrechen der Nahrung konnte nicht beobachtet werden). Zur gleichen Zeit wurden im Untersuchungs-

gebiet Planktonmischproben (5 × 11 über 28 µm-Gaze filtriert) zur Bestimmung der Zooplanktonzusammensetzung entnommen. Im Labor erfolgte eine Analyse der quantitativen Zusammensetzung sowie der Längenverteilung (Totlänge in mm below) und des Frischgewichtes (Analysen-Halbmikrowaage ± 0,1 mg) der Jungfische der Senknetzfänge. Jeweils mindestens 5 (in der Regel 10–20) Individuen jeder Längengruppe und Art von jeder Probenahme wurden hinsichtlich ihres Magen- bzw. Darminhaltes untersucht. Zur Bestimmung der Zooplanktonbiomasse wurden Angaben von BOTRELL et al. (1976), BAST & v. OERTZEN (1976), HEERKLOSS & VIETINGHOFF (1981) und HEERKLOSS (pers. Mitt.) herangezogen. Die Untersuchung der Nahrungsspektren, Nahrungsähnlichkeiten, Nahrungsrationen und Konkurrenzbeziehungen innerhalb der Jungfischpopulationen erfolgte nach den bei BORUZKIJ et al. (1974), NOVIKOVA (1949) und SORYGIN (1946) gegebenen Anleitungen. Die Berechnung der Nahrungsrationen über Verdauungsgeschwindigkeiten (vgl. BORUZKIJ et al. 1974) läßt zunächst nur Abschätzungen zu, die durch künftige Bestimmungen der Respirationsrate und der Zuwachslleistung der Jungfische bestätigt werden müssen.

Ergebnisse und Diskussion

Artenzusammensetzung

Tabelle 1 soll einen Überblick über die Zusammensetzung der Jungfischfauna sowie ihrer Rationen für das Un-

Tabelle 1

Artenzusammensetzung und Tagesrationen der Jungfische der Region Trog, Barther Bodden. (\bar{L}_t = mittl. Totlänge in mm; \bar{G} = mittl. Frischgewicht in mg; \bar{R}_{24} = mittl. Tagesration in ‰ des Körperfrischgewichtes; R = Tagesration in mg FG m⁻² d⁻¹; Angaben von 1979 nach BAST et al. 1980)

Zeitraum	Ende Juli (1979)			Anfang Juni (1982)			Ende Mai (1983)		
	Ind./m ²	mg/m ²	$\frac{\bar{L}_t}{\bar{G}}$	Ind./m ²	mg/m ²	$\frac{\bar{L}_t}{\bar{G}}$	Ind./m ²	mg/m ²	$\frac{\bar{L}_t}{\bar{G}}$
Arten									
<i>R. rutilus</i>	13,10		22,5	5,04	166,4	16,8 33,0	12,43	53,4	9,6 4,1
<i>P. fluviatilis</i>	1,40		28,4	0,36	36,8	21,6 106,4	0,96	11,2	11,7 11,1
<i>G. aculeatus</i>	1,40		18,4	3,70	113,7	15,1 30,5	0,0	0,0	
<i>P. pungitius</i>	0,01		29,3	0,02	0,4	15,0 20,0	0,0	0,0	
<i>B. björkna</i>	0,01		18,6	0,0	0,0		0,05	0,2	7,5 3,1
<i>A. brama</i>	2,10		17,4	0,0	0,0		0,0	0,0	
Summe	18,02	800,0		9,14	317,3		14,44	63,8	
\bar{R}_{24} (‰)		10,0			18,7			15,2	
R (mg/m ² d)		80,0			59,3			9,7	
Senkhols (n)	12			192			64		

Tabelle 2

Magen- bzw. Darminhaltsanalysen von Jungfischen verschiedener Boddenregionen. (0 = Nahrungsorganismus nicht gefunden;
 X = Nahrungsorg. vorhanden; XX = bevorzugter Nahrungsorg.;
 Zahlenangaben = prozentualer Gewichtsanteil d. Nahrungsorg. an Tagesration)

Gebiet	VASKJAVICUTE (1963)				Barther Bodden				Trog			Trog			
	kurisches Hafl				1981 (Juli)				1982 (Juni)			1983 (Mai)			
	Zeitraum	R. r.	P. f.		R. r.	G. a.	P. f.		R. r.	G. a.		P. f.	R. r.	P. f.	
Fischart	15-17	18-29	16-18	22-28					10-14	20-24	10-14	20-24	20-25	9-11	9-15
L ₁ (mm)															
<i>Cladocera</i>															
<i>C. sphaericus</i>	0	0	0	25,5	XX	XX	XX	XX	88,5	91,5	68,7	73,0	36,0	0	0
<i>B. longirostris</i>	0	0	XX		XX	XX	XX	XX	3,3	3,2	6,2	5,4	4,3	60,3	2,2
<i>Alona</i> spp.	0	0	0		XX	XX	XX	XX	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia</i> sp.	0	0	XX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copepoda</i>	17,5	X	XX	24,7					0	0	0	0	0	0	0
<i>Euryt. affinis</i>									4,8	1,7	16,8	15,8	56,3	23,8	97,8
<i>Acartia tonsa</i>					X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclopoida</i>					XX	XX	XX	XX	X	X	X	X	X	X	X
<i>Harpacticoida</i>	0,5	0	0	0	XX	XX	XX	XX	0,6	1,2	3,0	1,6	2,0	X	X
Cop.-Nauplien					XX	XX	XX	XX	0,4	0,1	0,8	0,1	0,1	X	X
<i>Rotatoria</i>	3,5	0	0	0											
<i>B. plicatilis</i>					XX	XX	XX	XX	0,8	0,5	1,6	0,4	0	X	0
<i>B. quadridentatus</i>					XX	XX	XX	XX	0,1	X	0,2	X	0	X	15,9
<i>F. longiseta</i>					X	X	X	X	0,1	0,1	0,5	X	0	X	0
<i>Keratella</i> spp.					XX	XX	XX	XX	X	X	0	0	0	X	X
<i>Insecta</i>															
<i>Chironomus</i> Imago	0	0	0	XX	XX	XX	XX	XX	1,0	1,6	1,3	3,4	0,4	0	0
<i>Chironomus</i> Larv.	0	63,1	0	XX	XX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insekteneier	0	28,4	0	XX	XX				0	0	0	0	0	0	0
and. Insektenlarven	0	X	X						0	0	0	0	X	0	0
Hydracarina	0	X	X						0	0	0	0	0	0	0
Dreissena-Larv.	51,1	XX	XX	0					0	0	0	0	0	0	0
Algen	27,4	XX	XX	0					0	0	0	0	0	0	0

tersuchungsgebiet geben. Unterschiede in der Abundanz sowie in der Artstruktur der Jungfische zu den Untersuchungsterminen können auf Unterschiede in den Laicherbeständen der einzelnen Jahre, in der Probenahme (1979 nur Tagproben) bzw. in der zeitlichen Verschiebung der Probennahme im Verhältnis zum Laichtermin zurückzuführen sein. Jungfische des dreistacheligen Stichlings (*Gasterosteus aculeatus* L.) konnten während der Probenahme im Mai 1983 nicht gefangen werden. Auch bei späteren Kontrollen im Gebiet konnten nur vereinzelte Tiere nachgewiesen werden. Nach eigenen Untersuchungen lag die Ursache in einem stark reduzierten Laicherbestand im Gebiet des Trogs, der auf hohe Überwinterungsverluste bzw. einen Wechsel des Laichplatzes zurückgeführt werden könnte. Ähnlich drastische Unterschiede gab es im Aufkommen von jungen Bleien (*Abramis brama* (L.)) (vgl. auch WINKLER et al. 1984).

Nahrungsspektren und Nahrungähnlichkeit

Die Nahrung der Jungfische des Barther Boddens besteht in den ersten 2–3 Lebensmonaten vorwiegend aus Zooplankton (vgl. Tab. 2). Dabei spielen die Cladoceren *Chydorus sphaericus* (O. F. MÜLLER) und *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER) sowie insbesondere für die jungen Barsche der Copepode *Eurytemora affinis* (POPPE) eine dominierende Rolle.

Ein Vergleich der Ergebnisse bietet sich mit den Untersuchungen VÁSKJAVIČUTE (1963) an, der die Nahrung von Plötz- und Barschjungfische im den Boddengewässern ähnlichen kurischen Haff analysierte (vgl. Tab. 2). Während sich die Nahrungszusammensetzung von *Perca fluviatilis* (L.) ähnelte, gab es bei *Rutilus rutilus* (L.) größere Unterschiede. So sollten Algen (Desmidiaceen, Diatomeen und koloniebildende Chlorophyceen sowie Insektenlarven einen wesentlichen Teil der Nahrung der Plötzjungtiere im Kurischen Haff. Derartige Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung sind aus verschiedenen Gebieten bekannt. So konnte für Jungfische von Plötz, Barsch und Stichling sowohl eine bevorzugte Aufnahme planktischer (z. B. WINFIELD 1983, GUMA'A 1978, RAJASILTA & VUORINEN

1983) als auch benthischer Nahrungsorganismen (z. B. BUBINAS & KUBLICKAS 1981) nachgewiesen werden. Die Nahrungsauswahl kann durch das Nahrungsangebot (z. B. LAMMENS 1982, RAJASILTA & VUORINEN 1983), die Konkurrenzbeziehungen (z. B. van DENSEN & VIJVERBERG 1982) sowie verhaltensbiologische Phänomene (z. B. BEUKEMA 1968) wesentlich beeinflusst werden.

Die Vergleiche der Nahrungähnlichkeit f_c ($f_c = \text{Summe aller } i_{\min} i = \text{Nahrungsingredienten in } \% \text{ der Tagesration}$, vgl. IVLEV 1977) an Individuen unterschiedlicher Längengruppen einer Art ergaben eine Übereinstimmung im Nahrungsspektrum von mehr als 90%. Untersuchungen zur Größenselektivität zeigten aber, daß signifikante Unterschiede in der Größenverteilung der konsumierten Beutetierart verschiedener Längengruppen bestehen (ARNDT 1984). Die Nahrungähnlichkeit zwischen *R. rutilus* und *G. aculeatus* sowie zwischen *P. fluviatilis* und *G. aculeatus* lagen im Juni 1982 bei 77% respektive 57%. Die geringste Ähnlichkeit ihrer Nahrungsorganismen zeigten *P. fluviatilis* und *R. rutilus* mit 43% (1982) und 26% (1983), wobei die Plötzen Cladoceren (*Chydorus* bzw. *Bosmina*) und die Barsche Copepoden (*Eurytemora*) als Nahrung bevorzugten (vgl. Tab. 3). Diese Unterschiede in der Nahrungsauswahl sind auf die verschiedene Art der Nahrungsaufnahme zurückzuführen; während die Plötzen mehr weidend nach Nahrung suchen, jagen die jungen Barsche bereits nach Beuteorganismen. Auch im Kurischen Haff (vgl. VÁSKJAVIČUTE 1963) war die Nahrungähnlichkeit zwischen beiden Arten gering (ca. 30%).

Das ähnliche Nahrungsspektrum von Plötz und Stichling sowie von Barsch und Stichling deuten nach RAJASILTA & VUORINEN (1983) auf ein geringes Nahrungsangebot hin. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Frage, welche Bedeutung die interspezifische Nahrungskonkurrenz für die Jungfischpopulationen des Barther Boddens hat.

Nahrungskonkurrenz

Trotz der lebhaften Kritik in den vergangenen Jahren besitzt die Untersuchung von Konkurrenzbeziehungen innerhalb von Tiergemeinschaften noch wie vor einen wichtigen Stellenwert bei der Analyse von Ökosystemen (vgl.

Tabelle 3
Nahrungähnlichkeit (f_c) und Nahrungsration (R), der Jungfische in der Region Trog, Barther Bodden.
(i = prozentualer Gewichtsanteil des Nahrungsingredienten an der Tagesration, i_{\min} unterstrichen; andere Abkürzungen vgl. Tab. 1 und Text)

Zeitraum	Juni (1982)			Mai (1983)		
	Fischart	R. r.	G. a.	P. f.	R. r.	P. f.
L_t (mm)		10–24	10–24	15–25	9–11	9–15
Jungfischbiomasse (mg/m ³)		475,7	322,3	106,3	104,9	22,3
R_{24} (%/d)		17,0	21,1	14,6	16,4	9,1
Summe R (mg/m ³ d)		80,9	68,0	15,5	17,2	2,1
Tageskonsum an:						
<i>C. sphaericus</i>	i	90,0	70,8	36,2	—	—
	R	72,8	48,1	5,6	—	—
<i>B. longirostris</i>	i	3,3	5,8	4,8	60,3	2,2
	R	2,6	3,9	0,7	10,3	0,1
<i>E. affinis</i>	i	3,3	16,2	56,8	23,8	97,7
	R	2,6	11,0	8,7	4,1	2,0
<i>B. plicatilis</i>	i	—	—	—	15,9	0,0
	R	—	—	—	2,7	0,0
$f_c = \text{Summe } i_{\min}$		77,4	57,2	26,0		
			42,8			

SCHOENER 1982). Einen Überblick über die Bestimmungsmethoden für Konkurrenzbeziehungen zwischen Fischpopulationen gibt IVLIEV (1977). Die Methode von SORYGIN (1946) erschien uns trotz einiger ihr anhaftender Mängel (vgl. IVLIEV 1977) für eine Abschätzung der Nahrungskonkurrenz innerhalb der Jungfischpopulation des Barther Boddens geeignet. Die Stärke der Nahrungskonkurrenz (e) wurde nach folgender Formel berechnet: $e = (R_1/b + R_2/b) \times 100 \times fc \times g$, wobei R_1 und R_2 die Tagesration von zwei Fischarten bezogen auf einen bestimmten Nahrungsingredienten, b die Biomasse des betreffenden Nahrungsingredienten, fc den Koeffizienten der Nahrungsähnlichkeit und g den Koeffizienten für die geographische Lage der Weideplätze beider Konkurrenten bezeichnet (vgl. SORYGIN 1946).

Die zur Berechnung notwendigen Parameter sind in den Tabellen 3, 4 und 5 zusammengestellt und in Abb. 1 ver-

Tabelle 4

Zooplanktonbiomasse im Untersuchungsgebiet (Biomasse b in g FG/m³, Tagesmittelwert mit n = 24)

Zeitraum	8.6–10. 6. 1982	27.5–28. 5. 1983
Zooplankter	b	b
<i>C. sphaericus</i>	22,8	0,0
<i>B. longirostris</i>	0,4	0,7
<i>E. affinis</i>	1,1	10,4
<i>B. plicatilis</i>	0,0	0,1
Summe	24,3	11,2

Tabelle 5

Stärke der Nahrungskonkurrenz (e) zwischen den Jungfischen in der Region Trog, Barther Bodden (vgl. Erläuterungen im Text)

Zeitraum konkurrierende Arten um Zooplanktonorganismen	Anfang Juni (1982)		Ende Mai (1983)	
	R. r. G. a.	G. a. P. f.	R. r./P. f.	R. r. P. f.
	e	e	e	e
<i>C. sphaericus</i>	37,5	8,5	12,4	—
<i>B. longirostris</i>	5,3	5,6	2,7	3,3
<i>E. affinis</i>	4,0	29,0	3,4	1,4
<i>B. plicatilis</i>	—	—	—	0,0
Gesamtkonkurrenz	46,8	43,1	18,5	4,7

anschaulicht. Unberücksichtigt bei der Berechnung der Nahrungskonkurrenz blieben einige Rotatorienarten und Benthosorganismen, die nur eine geringe Bedeutung als Fischnahrung hatten. Eine starke Konkurrenz bestand im Juni 1982, wie bereits durch die Nahrungsähnlichkeit zu vermuten war, zwischen *R. rutilus* und *G. aculeatus* sowie zwischen *P. fluviatilis* und *G. aculeatus*. Im ersten Fall übten beide Konkurrenten einen etwa gleich großen Fraßdruck auf *Chydorus* aus, im zweiten Fall war *Eurytemora* der bevorzugte Nahrungsorganismus. *G. aculeatus* läßt sich als relativ europhege Art kennzeichnen, die eine Überlappung in ihrem Nahrungsspektrum mit *R. rutilus* und *P. fluviatilis* zeigt (vgl. Tab. 5). Der Mangel an Cladoceren als bevorzugte Nahrung zwang die Plötzen im Mai 1983 auch *Eurytemora*, die Hauptnahrung der jungen Barsche, in größerem Maße aufzunehmen. Durch die hohe Abundanz von *Eurytemora* war die Konkurrenz zwischen beiden Jungfischarten nur gering.

Aufgrund der relativ geringen Mengen der durch die Jungfische konsumierten Zooplankter im Vergleich zur Zoo-

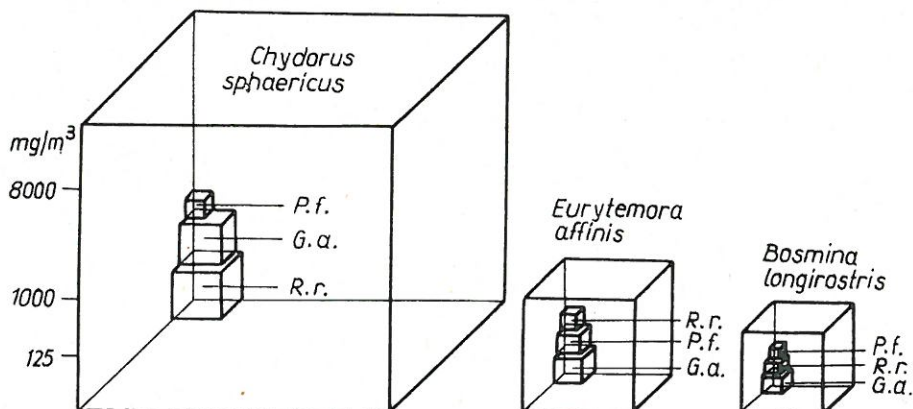
planktonbiomasse im Freiwasser (ca. 1%) könnte man annehmen, daß die Nahrungskonkurrenz zwischen den Jungfischen der Trogregion keine ihren Bestand oder ihr Wachstum beeinträchtigende Komponente darstellt (vgl. BORUZKIJ et al. 1974). Um eine endgültige Aussage treffen zu können, müssen jedoch noch eine Reihe von Faktoren, die die Nahrungskonkurrenz beeinflussen, berücksichtigt werden: Eine wichtige Rolle in der Nahrungskonkurrenz mit den Jungfischen spielt die Schwebegarnele *Neomysis integer* LEACH. Sie gehört zu den Hauptkonsumenten an Zooplankton im Untersuchungsgebiet und zeigt eine große Überlappung mit dem Nahrungsspektrum der Jungfische (vgl. JANSEN et al. 1983). Daneben könnten auch Cyclopoiden als Nahrungskonkurrenten für die Jungfische in Betracht kommen. (vgl. ARNDT et al. 1983). — Einen weiteren wichtigen Faktor stellt der tageszeitliche Aspekt dar (ARNDT et al. 1983). Für die Berechnungen zur Nahrungskonkurrenz wurden über den Tagesverlauf gemittelte Zooplanktonbiomassen zugrunde gelegt. Die als Beutetiere bevorzugten Zooplankter (Cladoceren) haben jedoch im Verlauf der Evolution effektive Adaptationsmechanismen an den durch die Lichtverhältnisse (vgl. DABROWSKI 1982) bedingten hohen Fraßdruck am Tage entwickelt (z. B. ZARET & SUFFERN 1976). So besiedelten die Cladoceren infolge ausgeprägter Vertikalwanderungen die Freiwasserregion nur während der Nacht, was zu einer Verknappung der Nahrung während der Hauptaktivitätszeit der Jungfische am Tage führte (vgl. ARNDT et al. 1983). — Als dritter wichtiger Punkt kann die starke Be-

vorzugung bestimmter Nahrungsorganismen durch die Jungfische angeführt werden, die als eine Optimierung der Nahrungsaufnahme anzusehen ist. Ein Vergleich des Nahrungskonsums der Jungfische mit dem vorhandenen Nahrungsangebot muß darum insbesondere das Angebot der bevorzugten Nahrung berücksichtigen. Dabei muß der Konsumtionsrate der Räuber die Produktionsrate der Beutetiere gegenübergestellt werden.

Konsumtionsrate der Jungfische

Die Ergebnisse zu den Tagesrationen der einzelnen Jungfischarten sind die Tabelle 6 zusammengefaßt. Im Juni 1982 waren Stichlinge und Plötzen mit je etwa 27 mg FG/m² × d die Hauptzooplanktonkonsumenten, während die Barsche nur etwa 5 mg FG/m² × d konsumierten. Die tägliche Zooplanktonentnahme durch den Jungfischbestand belief sich auf ca. 59 mg FG/m² × d, was einer durchschnittlichen Tagesration von 18,7% der Jungfischbiomasse entspricht. Im Mai 1983 betrug die tägliche Zooplanktonkonsumtion der Jungfische etwa 10 mg FG/m² × d mit einem Umsatz

1982



1983

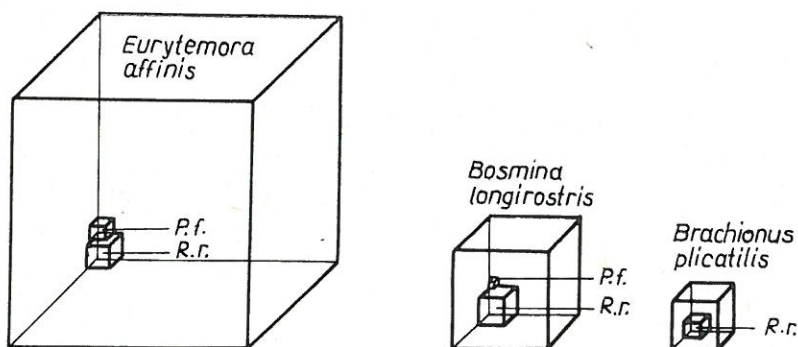


Abb. 1

Verhältnis der Zooplanktonbiomasse zur Tagesration der Jungfische von Plötz (R. r.), Stichling (G. a.) und Barsch (P. f.) in der Flachwasserregion Trog

Tabelle 6

Tagesrationen der Jungfische in der Region Trog, Barther Bodden
($v_{\text{verd.}}$ = Verdauungsgeschwindigkeit in mg FG h; (?) unsichere Werte durch geringe Probenzahl; andere Abkürzungen wie in Tab. 1)

Art	L_t (mm)	$v_{\text{verd.}}$ (mg h)	R_{24} (%)	\bar{R}_{24} (%)	R (mg m ² d)
Anfang Juni (1982)					
R. r.	10-14	0,22	26,16	17,0	3,78
	15-19		16,0 (?)		23,16
	20-24	0,24	8,05		0,57
				Summe:	27,51
G. a.	10-14	0,22	27,42	21,09	10,05
	15-19		23,0 (?)		14,1
	20-24	0,44	14,76		2,3
				Summe:	26,45
P. f.	15-19	0,68	25,0 (?)	14,6	0,68
	20-24		14,6		3,5
	25...		12,0 (?)		1,2
				Summe:	5,38
Ende Mai (1983)					
R. r.	9-11	0,029	16,45		8,62
P. f.	9-15	0,045	9,17 (?)		1,07 (?)
				15,2	
				Summe:	9,69

von 15,2% ihrer Biomasse. Diese Rationswerte stimmen in der Größenordnung gut mit den Werten aus der Literatur überein (vgl. IVLEV 1977). Bemerkenswert ist allerdings die geringere Tagesration der Jungfische im Mai 1983 gegenüber der vom Juni 1982. Die kleineren Jungtiere im Mai müßten aufgrund des intensiveren Grundumsatzes eine höhere Tagesration haben als die größeren Tiere im Juni 1982 (vgl. SPANOVSKAYA & GRIGORAS 1977, LEBEDEVA & GRIGORAS 1978). Eine Erklärung könnte das geringere Nahrungsangebot im Mai 1983 sein (vgl. Tab. 4), denn SPANOVSKAYA & GRIGORAS (1977) fanden eine positive Korrelation zwischen der Größe des Nahrungsangebotes und der prozentualen Tagesration.

Ein Vergleich der Konsumtionsrate bestimmter Nahrungsorganismen durch Jungfische (vgl. Tab. 3) mit der Produktion dieser Organismen (Berechnung unter Verwendung der spezifischen Produktionsrate nach HEERKLOSS 1980) zeigt, daß teilweise ein erheblicher Teil der täglichen Beutetierproduktion konsumiert wird. So wurden im Juni 1982

etwa 18% der Produktion von *Bosmina* und 20% von *Eurytemora* konsumiert; im Mai 1983 wurden etwa 24% der Produktion von *Bosmina* und 44% von *Brachionus plicatilis* (O. F. MÜLLER) (!) konsumiert. Unter Berücksichtigung der hohen Konsumtionsraten durch *Neomysis* (vgl. JANSEN et al. 1983) können planktivore Predatoren nach unseren ersten Schätzungen mehr als 100% der täglichen Produktion der oben erwähnten Zooplanktonpopulationen aufnehmen und dadurch zur Extinktion einiger Beutetierpopulationen in wesentlichem Maße beitragen. Es ist anzunehmen, daß die Cladoceren als bevorzugte Nahrungsobjekte eine Schlüsselstellung in der Nahrungskonkurrenz der planktivoren Predatoren in den Flachgewässern des Barther Boddens einnehmen. Einen Hinweis auf mögliche Wechselwirkungen zwischen beiden Organismengruppen geben die ausgeprägten annualen Schwankungen in der Abundanz von Cladoceren (vgl. SCHNESE 1975) und Jungfischen (vgl. WINKLER 1984), die in den vergangenen Jahren in den Boddengewässern beobachtet wurden.

Zusammenfassung

In den Jahren 1982 (Anfang Juni) und 1983 (Ende Mai) wurden nahrungsbioologische Untersuchungen an Jungfischen ($L_t = 10 - 25$ mm) der Arten *Rutilus rutilus*, *Gasterosteus aculeatus* und *Perca fluviatilis* in einem brackigen Flachgewässer der südlichen Ostsee durchgeführt. An Hand von Darminhaltsanalysen wurden über einen Zeitraum von jeweils 2 Tagen (Probenahme alle 2 Stunden) das Nahrungsspektrum, die Nährungsähnlichkeit, die Nahrungskonkurrenz als auch die Nahrungsrationen der Jungfische untersucht. Die Abundanz der Jungfische im Untersuchungsgebiet lag bei 9,1 (1982) bzw. 13,4 (1983) Individuen/m². Das Zooplankton bildete den Hauptbestandteil der Jungfischnahrung. Cladoceren (*Bosmina*, *Chydorus*) und Copepoden (*Eurytemora*) waren die bevorzugten Nahrungsorganismen. Zwischen *G. aculeatus* und *R. rutilus* bestand Nahrungskonkurrenz um Cladoceren und zwischen *G. aculeatus* und *P. fluviatilis* um Copepoden. Die Tagesration (in Prozent des Körperfrischgewichtes) wurden für *R. rutilus* mit 17,0% (1982) und 16,4% (1983), für *P. fluviatilis* mit 14,6% bzw. 9,2% und für *G. aculeatus* mit 21,1% (1982) bestimmt. Die Jungfische konsumierten täglich bis zu 20–40% der Produktion der als Nahrung bevorzugten Zooplanktonpopulationen und können zusammen mit den Mysidaceen einen wesentlichen Einfluß auf die Dynamik der Beutetierpopulationen in den Flachgewässern ausüben.

Резюме

В 1982 г. (начало июня) и в 1983 г. (конец мая) проводились исследования по биологии питания мальков ($L_t = 10 - 25$ мм) видов *Rutilus rutilus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Perca fluviatilis* в солоноватой мелководной зоне южной части Балтийского моря.

С помощью анализа содержимого кишечника в течение 2 дней (взятие проб каждые 2 часа) исследовались пищевой спектр, сходство пищи, конкуренцию борьба за пищу, а также пищевые рационы мальков. Численности популяций мальков в исследованном районе составляли 9,1 (1982) и 13,4 (1983) особей/м². Основным компонентом пищи мальков являлся зоопланктон. Предпочитаемыми пищевыми организмами были Cladocera (*Bosmina*, *Chydorus*) и Copepoda (*Eurytemora*).

Между *G. aculeatus* и *R. rutilus* отмечалась конкуренция за Cladocera, а между *G. aculeatus* и *P. fluviatilis* — за Copepoda. Величина суточного рациона (в процентах

сырого веса тела) составляла для *R. rutilus* 17,0% (1982) и 16,4% (1983), для *P. fluviatilis* — 14,6% и соответственно 9,2%, а для *G. aculeatus* — 21,1% (1982). Мальки потребляли ежедневно до 20–40% продукции предпочитаемых в качестве пищи популяций зоопланктона и вместе с Mysidacea могут оказывать существенное влияние на динамику популяций пищевых организмов в мелководье.

Summary

Food-biological investigations were performed on juveniles ($L_t = 10 - 25$ mm) of the species *Rutilus rutilus*, *Gasterosteus aculeatus* and *Perca fluviatilis* in a brackish shallow water in the southern part of the Baltic Sea in 1982 (early June) and 1983 (late in May). Gut content analyses were used to check the food of the juveniles in terms of food spectrum, common features, competition and ration over period of 2 days (samples collected every two hours). The abundance of juveniles in the region considered was 9.1 (1982) and 13.4 (1983) individuals/m². Their food consisted mainly of zooplankton. The preferred food organisms belonged to Cladocera (*Bosmina*, *Chydorus*) and Copepoda (*Eurytemora*). Feeding competition was noted between *G. aculeatus* and *R. rutilus* for Cladocera and between *G. aculeatus* and *P. fluviatilis* for Copepoda. The daily consumption (in % of fresh body weight) was 17.0% (1982) and 16.4% (1983) for *R. rutilus*, 14.6% (1982) and 9.2% (1983) for *P. fluviatilis* and 21.1% (1982) for *G. aculeatus*.

The juveniles thus consumed up to 20–40% of the daily total production of zooplankton populations representing their preferred food sources and, together with Mysidacea, can exert a great influence on the dynamics of prey populations in shallow waters.

Résumé

Pendant les années 1982 (début juin) et 1983 (fin mai), les auteurs ont effectué des études en matière de biologie alimentaire sur de jeunes poissons ($L_t = 10$ à 25 mm) des espèces *Rutilus rutilus*, *Gasterosteus aculeatus* et *Perca fluviatilis* dans des eaux saumâtres peu profondes de la mer Baltique du Sud. A l'aide d'analyses du contenu intestinal, ils ont examiné, pendant une période de chaque fois 2 jours (échantillonnage toutes les 2 heures), la gamme d'aliments, la similitude de la nourriture, la concurrence

alimentaire de même que les rations alimentaires des jeunes poissons. L'abondance des jeunes poissons dans la zone d'étude était respectivement de 9,1 (1982) et de 13,4 (1983) individus/m². Le zooplancton était le constituant principal de la nourriture des jeunes poissons. Les cladocères (*Bosmina*, *Chydorus*) et les copépodes (*Eurytemora*) étaient les organismes alimentaires préférés. Entre *G. aculeatus* et *R. rutilus*, il y avait une concurrence alimentaire pour les cladocères et entre *G. aculeatus* et *P. fluviatilis* pour les copépodes.

La ration journalière (en pour cent du poids corporel frais) a été déterminée comme étant de 17,0 ‰ (1982) et de 16,4 ‰ (1983) pour *R. rutilus*, de respectivement 14,6 ‰ et 9,2 ‰ pour *P. fluviatilis* et de 21,1 ‰ (1982) pour *G. aculeatus*. Les jeunes poissons consommaient par jour jusqu'à 20 à 40 ‰ de la production des populations zooplanctoniques préférées comme nourriture et avec les mysidacés, ils peuvent exercer une influence essentielle sur la dynamique des populations d'animaux en proie dans les eaux peu profondes.

Literatur

- ARNDT, H., DEBUS, L., HEERKLOSS, R., and SCHNESE, W. (1983):
Diurnal changes in the matter flux of a shallow water ecosystem in a Baltic inlet.
8th Symp. Baltic Marine Biologists. Lund Sweden Aug. 1983. Ophelia in press.
- ARNDT, H. (1984):
Untersuchungen zur Populationsökologie der Zooplankter eines inneren Küstengewässers der Ostsee.
in manus.
- BAST, H.-D., und OERTZEN, J. A. von (1976):
Zusammenstellung von Energieäquivalenten aquatischer Organismen unter besonderer Berücksichtigung der Ostsee. Teil II. Rostock, Math.-nat. R. 25, 295–304.
- BAST, H.-D., FADSCHILD, K., und MOENKE, E. (1980):
Orientierende Untersuchungen zum Jungfischauftreten im Bereich des Barther Boddens im Juni 1979.
WZ Rostock, 29, Math.-nat. R. 4/5: 99–102.
- BEUKEMA, J. J. (1968):
Predation by the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.): the influence of hunger and experience.
Behaviour 31: 1–126.
- BORUZKIJ, E. V., ZELTENKOVA, M. B., KONSTANTINOV, A. S., POPOVA, O. A. (eds.) (1974):
Metodičeskoe posobie po izučeniju pitaniya i pisceotnošénij ryb v estestvennykh uslovijach.
Izd. Nauka, Moskva: 1–254.
- BOTTRELL, H. H., DUNCAN, A., GLIWICZ, Z. M., GRYGIEREK, E., HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., KURASAWA, H., LARSSON, P., and WEGLENSKA, T. (1976):
A review of some problems in zooplankton production studies.
Norw. J. Zool. 24: 419–456.
- DABROWSKI, K. R. (1982):
The influence of light intensity on feeding of fish larvae and fry. II. *Rutilus rutilus* (L.) and *Perca fluviatilis* (L.).
Zool. Jb. Physiol. 86: 333–360.
- DENSEN, W. L. T. van, and VINERBERG, J. (1982):
The relations between O fish density, zooplankton size and the vulnerability of pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, to angling in the Frisian lakes.
Hydrobiologia 95: 321–336.
- FREDRICH, F. (1975):
Untersuchungen über den Fischbestand des Gelegegürtels in der Darß-Zingster-Boddenkette unter besonderer Berücksichtigung des Jungfischbestandes.
Diplomarbeit WPU Rostock.
- GUMA'A, S. A. (1978):
The food and feeding habits of young perch, *Perca fluviatilis*, in Windermere.
Freshw. Biol. 8: 177–187.
- HEERKLOSS, R. (1980):
Forschungsbericht der Sektion Biologie der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock (unveröff.).
- HEERKLOSS, R., VIETINGHOFF, U. (1981):
Biomasseäquivalente planktischer und benthischer Organismen in den Darß-Zingster Boddenwassern.
WZ Rostock 30, Math.-nat. R. H. 4/5: 31–36.
- IVLEV, V. S. (1977):
Eksperimentalnaja ekologija pitaniya ryb.
Naukova Dumka, Kiev.
- JANSEN, W.; ARNDT, H., HEERKLOSS, R. (1983):
Die Rolle von *Neomysis integer*-LEACH (Mysidacea, Crustacea) im Stoffumsatz des eutrophierten Brackgewässers Barther Bodden (südliche Ostsee).
II. Konsumtion von Zooplankton.
WZ Rostock 32, Math.-nat. R. H. 4/5: 44–47.
- LAMMENS, E. H. R. R. (1982):
Growth, condition and gonad development of bream (*Abramis brama* L.) in relation to its feeding conditions in Tjeukemeer.
Hydrobiologia 95: 311–320.
- LEBEDEVA, T. V., GRIGORAS, V. A. (1978):
Ritmika i intensivnost pitaniya ličínok lešća i plotvy v Možajskom vodochronilišće.
Kompleksnoe issledovanie vodochranilišće.
Vyp. 4. Izd. MGU.
- NOVIKOVA, N. S. (1949):
O vozmožnosti opredelenija sutočnogo raciona ryb v estestvennykh uslovijach.
Vestnik MGU, Moskva, 9: 115–125.
- RAJASILTA, M., and VUORINEN, I. (1983):
A field study of prey selection in planktivorous fish larvae.
Oecologia (Berl.), in press.
- SCHNESE, W. (1975):
Estimation of plankton production in shallow inlets of the G. D. R. Baltic coastline.
Merentutkimuslait. Julk. Havsforskninginst. Skr. 239: 131–136.
- SCHOENER, T. W. (1982):
The controversy over interspecific competition.
Am. Sci. 70: 586–595.
- SORYGIN, A. A. (1946):
Količestvennyj sponob incučenija pišćevoj konkurencii ryb.
Zool. žurn., Moskva, XXV 1: 45–59.
- SPANOVSKAYA, V. D., GRIGORAS, V. A. (1977):
Development and food of the age-0 Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) in reservoirs near Moscow, UdSSR.
J. Fish. Res. Board Can. 34: 1551–1558.
- VASKJAVIČUTE, A. F. (1963):
Pitanie i pišćeve vzaimootnošenija molodi lešća, plotvy i okunja v zalive Kuršju-Mares na pervom godu žizni.
Trudy AN Litovskoj SSR, Serija V, 1 (30): 99–115.
- WINFIELD, I. J. (1983):
An experimental approach to the understanding of prey selection by young cyprinid fish.
Proc. 3rd Brit. Freshw. Fish. Conf. 1983, Univ. Liverpool, March 1983.
- WINKLER, H., DIBBERN, S., JARMATZ, K., und DEBUS, L. (1984):
Einige Angaben zum Jungfischauftreten in ausgewählten Gebieten der Darß-Zingster Boddenkette im Zeitraum von 1981–1983.
WZ Rostock 33, Math.-nat. R., im Druck.
- ZARET, T., and SUFFERN, J. S. (1976):
Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism.
Limnol. Oceanogr. 21: 804–813.

Verfasser: Dipl.-Biol. Lutz Debus
Dipl.-Biol. Hartmut Arndt
Sektion Biologie der
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock
DDR – 2500 Rostock