

A. WATERSTRAAT

Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Biologische Station Serrahn, Serrahn

Anmerkung zur Sekundärproduktion von Fischen des Rhithrals

Summary: In investigations on the secondary production of flowing waters the share of fish is not paid enough attention to. Since the individual species and stages of development occupy different positions in the food pyramid, the interpretation of the data is more difficult. As investigations made as examples at eight stations in three waters show, in some cases species whose existence is threatened have a significant share in the fish fauna and its production in the undisturbed salmonide region. Considerable changes of the population structure are caused by anthropogenic influences by development and impoundage. The share of insectivorous fish in the secondary production is discussed on the basis of data from literature also in comparison with macrozoobenthos. The estimation of the production of *Cottus gobio* in two brooks shows considerable differences in production between a eutrophic hard-water brook of the lowland and an oligotrophic soft-water brook of the uplands.

– Modernes Naturschutzmanagement ist undenkbar ohne umfassende Kenntnisse über bestimmte populationsökologische Parameter der zu schützenden Arten. Für die in der Deutschen Demokratischen Republik unter Naturschutz stehenden rheophilen Rundmäuler und Fischarten, Bach- und Flußneunauge, Groppe, Elritze und Schmerle werden deshalb durch die Biologische Station Serrahn die Ansprüche gegenüber bestandslimitierenden Umweltfaktoren sowie die Reaktion auf die anthropogene Veränderung dieser Faktoren untersucht. Für eine annähernd genaue Schätzung der Bestandsentwicklung von gefährdeten Populationen werden jedoch auch Angaben zur Bestandsgröße, Konstitution, Reproduktion, Altersstruktur und Mortalität innerhalb der Population benötigt. Erst auf der Basis dieser Angaben ist der Erfolg der zu erarbeitenden Artenschutzprogramme für die Fischarten der Fließgewässer zu ermitteln.

Leider liegen derartige Untersuchungen für unser Territorium bis heute kaum vor. Lediglich ALBRECHT und TESCH (1959, 1961) haben einige ökologische Untersuchungen an verschiedenen Bachforellenpopulationen des Thüringer Waldes und des Elbsandsteingebirges vorgenommen. Aktuelle ökologische Forschungen zur Sekundärproduktion in Fließgewässern unseres Landes verzichten aus methodischen Gründen entweder ganz auf den Beitrag der Fische oder begnügen sich mit qualitativen Angaben (z. B. SCHÖNBORN). Solche Ergebnisse müssen deshalb aus der Sicht der Sekundärproduktion erhebliche Lücken lassen, wie das Beispiel der Splitter (Abb. 1 JOOST et al.) zeigt. Im Verlauf unserer eigenen Untersuchungen an verschiedenen Populationen der genannten Arten ermittelten wir eine Reihe von Parametern, die gleichzeitig zur Schätzung der Sekundärproduktion herangezogen werden können. Da insbesondere Daten zur Mortalität und zur Altersstruktur bedrohter Fischarten

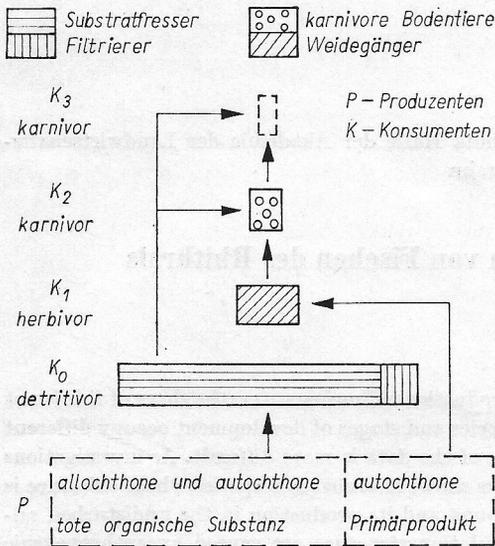


Abb. 1. Proportionale Individuen-Anteile der trophischen Ebenen in der Produktivitätspyramide der Spitter (aus JOOST et al.)

Fig. 1. Proportional shares of individuals of the trophic levels in the productivity pyramid of the Spitter (from JOOST et al.)

aus Naturschutzgründen nur begrenzt ermittelbar sind, muß allerdings auf eine exakte Bestimmung verzichtet werden. Quantitative Angaben zur Bestandsdichte werden mittels der Mehrfach-Fangmethode nach SEBER und LE CREN durch Elektrofischfang erhalten.

Beispiele für die Individuendichte der Fischarten in einzelnen Abschnitten verschiedener Bäche sind in Tab. 1 dargestellt. Entsprechende Informationen sind auch für die Biomasse ermittelt, und zumeist liegen mehrjährige Vergleichswerte (jeweils Frühjahr und Herbst) vor. Die Ergebnisse widerspiegeln den bedeutenden Anteil der bestandsbedrohten Arten an der Individuendichte, Biomasse und vermutlich auch Produktion der Fischfauna in ungestörten Bereichen des Rhithrals. Anthropogene Beeinflussungen durch Stau, Ausbau und Brauchwasserspeicher führen zu erheblichen Veränderungen in der Populationsstruktur, wie es im Vergleich zwischen gestörten (I) und ungestörten (II) Populationen der Elritze (Abb. 2) und der Westgroppe (Abb. 3) der Dömnitz deutlich wird. Bei der Schätzung der Produktion kann auf eine Reihe von Angaben aus dem europäischen Raum zurückgegriffen werden. In Tab. 2 und 3 ist eine Zusammenstellung für die Arten *Cottus gobio* und *Salmo trutta* f. *fario* vorgenommen. Auffällig sind die erheblichen Unterschiede zwischen den Daten. Innerhalb der Arten treten starke Differenzen zwischen den Gewässern auf. Dies ist durch die Gewässermorphologie und die anthropogene Beeinflussung zu erklären. MILLS und MANN fanden z. B. für nahrungsreiche Hartwasserbäche Sünglands P/B -Werte von 1,5 ... 3,0 bei hoher Populationsdichte gegenüber P/B -Werten von 0,5 ... 1,5 in produktionsarmen Weichwasserbächen.

MORTENSEN (1985) fand erwartungsgemäß an der Bachforelle mit zunehmendem Alter nicht nur eine geringere Produktion, sondern auch ein niedrigeres P/B -Verhältnis innerhalb einer Art. Erhebliche Unterschiede treten auch zwischen den einzelnen Arten auf. So ermittelten LOBEN-CERVIA et al., daß der P/B -Index der verschiedenen Arten im Tejo zwischen 0,2 ... 2,0 liegt.

Im folgenden soll versucht werden, auf der Basis aktueller Bestandsparameter in

Tabelle 1. Artenliste der Untersuchungsgewässer und Individuendichten der einzelnen Arten (in Ind./100 m²) an den Teststrecken zum Untersuchungszeitpunkt (SPIESS und WATERSTRAAT)
* Vorkommen im Gewässer nach Information des DAV der DDR

Table 1. List of species of the waters investigated and densities of individuals of the species (in ind./100 m²) at the test reaches at the time of investigation (from SPIESS and WATERSTRAAT).
* Occurrence in the water according to information from the DAV (fishing association) of the GDR

Gewässer	Nebel			Dömnitz			Ulster	
	Artenliste Nebel	Kuchelmiß 20. 8. 87	Ahrensähgen 21. 8. 87	Artenliste Dömnitz	Sadenbeck 13. 8. 87	Hainholz 13. 8. 87	Artenliste Ulster	Buttlar 18. 9. 87
<i>Lampetra planeri</i> juv.	+	6,4	9,5	+	5,1	30,3	+	
ad.						3,9		
<i>Salmo trutta fario</i>	+	0,3	5,0	+	5,6	0,6	+	0,25
<i>S. gairdneri</i>	+	0,1	0,3	-			+	
<i>Salvelinus fontinalis</i>	-			-			+	
<i>Thymallus thymallus</i>	+	0,5		-				0,4
<i>Anguilla anguilla</i>	+	3,2	1,3	+		0,6	+	
<i>Esox lucius</i>	+			-			-	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	+	22,2	16,6	+	10,1	24,8	+	25,0
<i>Gobio gobio</i>	+	2,9	14,1	-			+	2,8
<i>Tinca tinca</i>	+	0,3		+			-	
<i>Leuciscus cephalus</i>	+	3,0	6,0	-			+	0,2
<i>L. leuciscus</i>	-			-			+	0,8
<i>L. idus</i>	+			-			-	
<i>Barbus barbuis</i>	-			-			+	
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	-			-			+	
<i>Rutilus rutilus</i>	+			-			-	
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	+	1,5	1,3	+	5,1	6,1	+	25,0
<i>Cobitis taenia</i>	+			-			-	
<i>Perca fluviatilis</i>	+	0,1	2,5	-			-	
<i>Acerina cernua</i>	+			-			-	
<i>Cottus gobio</i>	-			+	47,4	27,3	+	75,0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	+			+	24,7	5,5	-	
<i>Pungitius pungitius</i>	+	0,1	0,3	+	3,5	2,4	-	
<i>Alburnus alburnus</i>	+			-			-	
<i>Lota lota</i>	+			-			-	

zwei Fließgewässern unterschiedlichen Charakters eine Produktionsabschätzung für die Westgrope durchzuführen. In beiden Gewässern stellt diese Art den dominierenden Vertreter hinsichtlich der Individuendichte dar (Tab. 1 und 4). Erhebliche Unterschiede ergeben sich jedoch in der Gesamtproduktion beider Gewässer. Die Vesser ist als ein nahrungsarmes Weichwassergewässer einzustufen (ZIMMERMANN; ZIEMANN). Ein Ausdruck dessen ist auch der niedrige FULTON'sche Koeffizient von 0,9 ... 1,0.

Dieser auf dem Verhältnis Masse M zu Länge L beruhende Faktor $\left(K = \frac{100 \cdot M}{L^3}\right)$ ist besonders unter Berücksichtigung populärer Parameter wie Alter, Saison oder Ge-

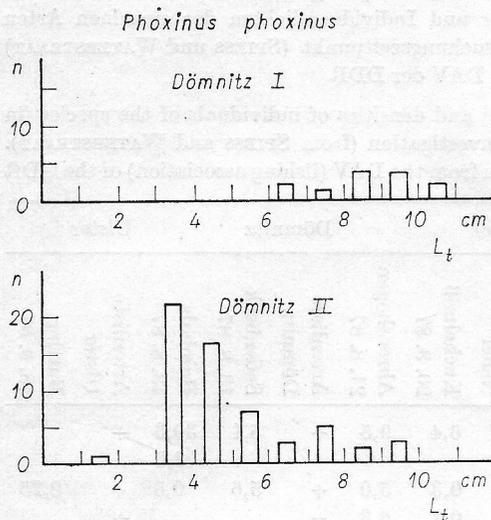


Abb. 2. Längenverteilung von *Phoxinus phoxinus* der Dömnitz in einem ausgebauten (Dömnitz I) und einem naturnahen Bereich (Dömnitz II)

Fig. 2. Longitudinal distribution of *Phoxinus phoxinus* in the Dömnitz in a developed stretch (Dömnitz I) and in an almost natural stretch (Dömnitz II)

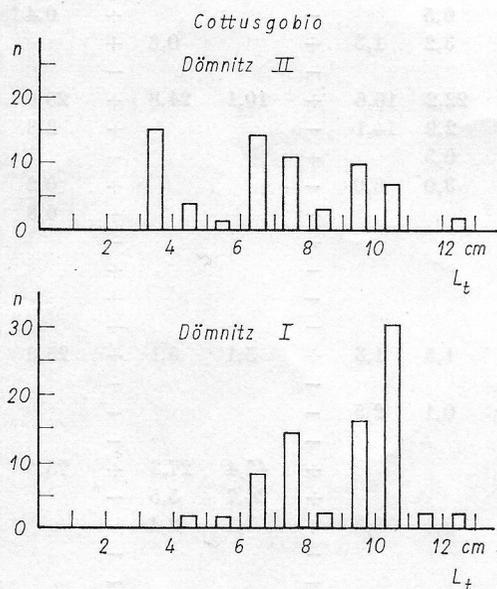


Abb. 3. Längenverteilung von *Cottus gobio* der Dömnitz vom 13. 8. 1987

Fig. 3. Longitudinal distribution of *Cottus gobio* in the Dömnitz of Aug. 13, 1987

schlecht zur Beschreibung der Kondition und des Ernährungszustandes gut geeignet. Die Dömnitz dagegen ist ein typischer nahrungsreicher Hartwasserbach im norddeutschen Flachland. Der gute Ernährungszustand wird auch durch den FULTON'schen Koeffizienten von 1,1 ... 1,3 charakterisiert, der im Bereich anderer nahrungsreicher Bäche liegt (WATERSTRAAT). Im Vergleich zu den relativ geringen Unterschieden in der Individuendichte bestehen erhebliche Differenzen in der Biomasse beider Bestände. Unter Berücksichtigung der P/B -Indizes aus Tab. 2 ist nicht nur die Biomasse sondern auch die Produktion der Dömnitz wesentlich höher als in der Vesser. Zumindest für die Gesamtbiomasse der Ichthyozönose kann dieses Ergebnis jedoch

Tabelle 2. Produktion von *Cottbus gobio* (in g/m² · a FM) in verschiedenen Gewässern Europas
 Table 2. Production of *Cottbus gobio* (in g/m² · a FM) in different waters of Europe

Nr.	Ind./m ²	P/B	P	Ort	Autor
1	0,27–1,24		1,72–14,67	5 Bäche Wales	WILLIAMS und HARCUP (1986)
2	5,3	1,7	14,4	Devil's Brook Dorset	MANN (1971)
3	75,1	3,2	43,1	Tarant Dorset	MANN (1971)
4	3,7–31,5	2,9	6,20–30,40	Bere Stream Dorset	MANN (1971)
5	0,2–1,0	1,8	0,5–0,6	Tee Cumbria	CRISP et al. (1973)
6	0,04	0,7	0,5	Trout Besk Cumbria	CRISP et al. (1974)
7	0,05	n. b.	n. b.	See Finnland	MILLS und ELOBANTA (1985)
8	0,19–1,63	n. b.	n. b.	River Frone England	WELTON et al. (1983)
9	0,7	n. b.	n. b.	Beskiden CSSR	ORSAG und ZELINKA (1974)
10	0,32	n. b.	n. b.	Lohme Westfalen	SPÄH und BEISENHERZ (1982)

Tabelle 3. Produktion von *Salmo trutta f. fario* (in g/m² · a FM) in verschiedenen Gewässern Europas

Table 3. Production of *Salmo trutta f. fario* (in g/m² · a FM) in different waters of Europe

Nr.	P/B	P	Gewässer	Autor
1	0,72–1,20	0,08–5,21	5 Bäche Wales	WILLIAMS and HARCUP (1986)
2	1,5–1,7	kleiner 12,6	Ø England	LE CREN (1969)
3	1,6	18,8	Bach Dänemark	MORTENSEN (1977)
		88,9–65,8	Bach Dänemark	MORTENSEN (1977)
		KJ/m ² · a		
4	n. b.	16,3–25,0	Bach Schottland	EGGLISHAW and SHAKELEY (1977)
5	n. b.	12,0–14,0	River Tee England	CRISP and CUPPY (1978)
6	1,1–2,1	7,7–26,8	Fluß Wales	MILNER et al. (1978)
7	0,4–3,1	0,3–16,9	Poln. Bäche	ZALEWSKI et al. (1986)
8	2,06–2,44	24,9–45,6	Bach Wales	SWALES (1986)
9	1,7–0,5	0,1–46,2	Fluß Spanien	LOBON-CERVIA et al. (1986)

Tabelle 4. Parameter der Populationen von *Cottus gobio* in der Vesser und DömnitzTable 4. Parameter of the populations of *Cottus gobio* in the Vesser and in the Dömnitz

	Vesser I 17. 6. 87	Vesser II 17. 6. 87	Dömnitz I 13. 8. 87	Dömnitz II 13. 8. 87
Individuendichte (Ind./m ²)	0,22	0,28	0,47	0,34
Biomasse (g/m ² FM)	0,64	0,39	5,81	2,09
Produktion (g/m ² · a FM)	0,5–1,0	0,3–0,6	6–12	2–4
Nahrung (nach ORSAG und ZELINKA 1974) (g/m ² · a FM)	5,8	3,6	53,7	19,0
Individuendominanz- anteil (%)	58,5	80,0	46,5	31,6
Biomassedominanz- anteil (%)	6,8	6,1	50,7	49,8

nicht aufrechterhalten werden. In beiden Bächen beträgt die Fischbiomasse zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 5 und 11,5 g/m². Dazu trägt insbesondere die hohe Bachforellendichte der Vesser bei. Unberücksichtigt bleiben muß bei diesem Vergleich allerdings der Angeldruck auf die Bachforellenpopulation in der Dömnitz, die im Gegensatz zur Vesser (Naturschutzgebiet) einer Nutzung durch den Anglerverband unterliegt.

Für die Gesamtab schätzung der Sekundärproduktion ist die Beziehung zu anderen trophischen Ebenen der Fließgewässer wichtig. Dabei darf jedoch die unterschiedliche Zuordnung der einzelnen Fischarten oder Altersgruppen zu den trophischen Ebenen nicht vernachlässigt werden. Neben Sestonfressern (Bachneunaugen), herbivoren und omnivoren Fischen (Döbel) stellen die insektivoren Fischarten (Groppe, Elritze, Schmerle) einen wichtigen Anteil, und auch die Salmoniden sind mit Ausnahme älterer piszivorer Exemplare als vorwiegend insektivor einzustufen. ALBRECHT (1953) stuft die thüringischen Bäche entsprechend dem Nahrungsangebot (Trockenmasse) des Makrozoobenthos in

- a) nahrungsreich 30 ... 70 g/m² · a
- b) mittel 6 ... 30 g/m² · a
- c) nahrungsarm <6 g/m² · a

ein. Die Emergenzuntersuchungen der Spitter (Joost et al.) erbrachten für nahrungsarme Bäche eine Jahresproduktion von 1 ... 3 g/m², speziell der Spitter von 1,1 g/m² · a. ORSAG und ZELINKA fanden, daß allein die beiden Arten *Cottus gobio* und *Cottus poecilopus* in Forellenbächen der Beskiden ca. 20 % der Produktion des Makrozoobenthos abschöpfen. Auch unsere Abschätzung des Nahrungsbedarfs allein von *Cottus gobio* mit 3,6 ... 5,8 g/m² · a FM (Vesser) und 19,0 ... 53,7 g/m² · a FM (Dömnitz) bestätigt den Einfluß insbesondere der insektivoren Fische auf andere trophische Ebenen der Sekundärproduktion. Allerdings scheinen die Ergebnisse der wenigen Versuche zur Fischprädation auf das Bachbenthos und die Drift bisher keinen

Nachweis für einen längerfristigen signifikanten Einfluß der Fischprädation auf das Makrozoobenthos zu erbringen (THORP; ALLEN).

Eine Vielzahl der Autoren findet aber zumindest Veränderungen in der Größe der Beuteorganismen durch Fische (z. B. ORSAG und ZELINKA) oder schließt indirekt auf einen Einfluß des Fraßdruckes auf die Benthosfauna (BROCKSEN et al.: GILINSKY).

Weitere Untersuchungen sind nötig, hier die erforderliche Klarheit zu schaffen.

Aus unseren eigenen Untersuchungen und Vergleichen mit Literaturdaten ergibt sich ein möglicher Maximalwert der Frischmasseproduktion der Ichthyofauna von $100 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ FM. SCHÖNBORN ermittelte für das Makrozoobenthos der nahrungsreichen mittleren Saale $102 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ TM und des Mikro- und Meiozoobenthos $29,6 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ TM. Erhebliche Unterschiede bestehen jedoch im Verhältnis von Produktion zu Biomasse. Wiederum für die mittlere Saale ermittelte SCHÖNBORN für das Mikro- und Meiobenthos einen Index von 118 (17 ... 233) und für das Makrozoobenthos von 3,5 ... 57.

Der *P/B*-Index für Fließwasserfischarten liegt zwischen 0,4 und 4,0 bei durchschnittlich 1 ... 2 (Tab. 2 und 3). Ein Hauptgrund für diesen Unterschied liegt insbesondere in der größeren Lebensdauer und der Regulation nicht nur über die Mortalität sondern auch die Wachstumsgeschwindigkeit (CRAIG).

Literatur

- ALBRECHT, M.-L.: Ergebnisse quantitativer Untersuchungen an fließenden Gewässern. Ber. Limnol. Flußstation Freudenthal 4 (1953), 10–11.
- , und F. W. TESCH: Fischereibiolog. Untersuchungen an Fließgewässern II. Die Ilm. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, Sonderdruck aus Bd. VIII N. F. (1959), 111–164.
- , –: Das Wachstum der Bachforelle (*Salmo trutta fario* L.) in der Polniz in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltbedingungen. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, Sonderdruck aus Bd. X N. F. (1961), 254–273.
- ALLEN, J. D.: The effects of reduction in trout density on the invertebrate community of a mountain stream. Ecology 63 (1982), 1444–1455.
- BROCKSEN, R. W., G. E. DAVIS and C. E. WARREN: Competition, food consumption and production of sculpins and trout in a laboratory stream community. Wildlife Manag. 32 (1968), 51–75.
- CRAIG, J. F.: Aging in fish. Can. J. Zool. 63 (1985), 1–8.
- CRISP, D. T., R. H. K. MANN and J. C. MC CORNACK: The populations of fish at Cow Green Upper Teesdale, before impoundment. J. applied Ecol. 11 (1974), 969–996.
- , and P. R. CUPPY: The populations of fish in tributaries of the River Eden on the Moor House National Nature Reserve, Northern England. Hydrobiologica 57 (1978), 85–93.
- EGGLISHAW, H. J., and P. E. SHACKLEY: Factors governing the production of juvenile Atlantic salmon in Scottish streams. J. Fish Biol. 27, Suppl. A (1985), 27–33.
- GILINSKY, E.: The role of fish predation and special heterogeneity in determining benthic community structure. Ecology 65 (1984) 2, 456–468.
- JOOST, W., B. KLAUSNITZER und W. ZIMMERMANN: Die Sekundärproduktion eines Thüringer Wald-Baches im Ergebnis dreijähriger Emergenzuntersuchungen. Limnologica 17 (1986), 29–52.
- LE CREN, E. D.: Estimates of fish populations and production in small streams in England. In: T. Northcote (Ed.): Symp. Salmon and trout in streams. MacMillan lect., Br. Columbia Univ., 1969, 269–280.