

Benthosuntersuchungen an der Salzach bei Laufen (Oberbayern)

Johannes Bauer

1. Einleitung

Die Salzach gehört zu den wenigen noch nicht durch Wasserkraftnutzung beeinflussten Alpenflüssen. Dennoch ist dieses Gewässer durch Regulierungsmaßnahmen und durch starke Belastung mit organischem Abwasser von seinem ursprünglichen Charakter entfernt worden. In organisch stark belasteten Flüssen ist wegen intensiver Abbauprozesse der Sauerstoffgehalt in der Regel stark herabgesetzt. Bakterien, Pilze und Protozoen sind im Mikrobenthos die beherrschenden Organismenelemente. Makrophytische Wasserpflanzen fehlen bzw. sind weitgehend zurückgedrängt. Vom Makrozoobenthos, das eine wichtige Nahrungskomponente für Fische darstellt, sind nur wenige Organismen (z.B. *Tubifex tubifex*, *Chironomus thummi*, *Asellus aquaticus* u.a.) in der Lage, die Umweltbedingungen in solchen Gewässern zu tolerieren. Wegen des hohen Nahrungsangebots treten sie dort oft häufig – massenhaft auf (vgl. LIEBMANN 1962, SCHWOERBEL 1971).

Wie aber verhält es sich mit den Organismen im Benthos der stark belasteten Salzach, inwieweit entspricht diese Biozönose dem oben beschriebenen Muster und inwieweit ist sie wegen der speziellen hydrographischen Gegebenheiten, die in einem nicht gestauten Alpenfluß vorliegen, anders zusammengesetzt? Da dazu m.W. keine Untersuchungen vorliegen, auch nicht an einem vergleichbaren Gewässer, wurden im Jahre 1981/82 an der Salzach bei Laufen Benthoserhebungen durchgeführt.

2. Allgemeine Charakterisierung des Gewässers

Die Salzach bei Laufen ist ein im wesentlichen durch mineralisch partikuläre Substanzen stark getrübt, größerer Alpenfluß mit stets kühlem – kaltem Wasser. Durch Belastung des Flusses mit Zellstoffabwasser aus der Zellstoffabrik in Hallein und dem Kommunalabwasser von Salzburg weist das Gewässer eine erhebliche organische Belastung auf. Trotz dieser Belastung ist das Sauerstoffdefizit im Flußwasser nur gering, da wegen starker turbulenter Strömung ein hoher Sauerstoffeintrag in das Gewässer erfolgt. Bei Laufen wechseln lenitische Flachwasserbereiche mit Kiesbänken und lotische Bereiche mit steilerem Steinwurfufer (Prallhang) ab. Einige physikalisch-chemische Meßwerte des Salzachwassers sind in Tabelle 1 wiedergegeben.¹

3. Methodik

Bei den Benthoserhebungen wurde das Mikro- und Markrobenthos zu den vier Jahreszeiten (Be-

Tabelle 1

Physikalisch-chemische Parameter des Salzachwassers bei Laufen. Extremwerte und Mittelwerte von Stichprobenmessungen (n = 23) im Untersuchungszeitraum

		Extremwerte	Mittelwerte
Abfluß	m ³ /s	214 - 710	419
Temperatur	°C	0,6 - 13,6	7,2
O ₂	mg/l	9,9 - 12,8	11,4
O ₂ -Sättigung	%	88,3 - 105,1	97,5
Leitfähigkeit	µS/cm	150 - 360	251
pH		7,9 - 8,3	8,0
Ammonium - N	µg/l	10 - 140	48
Nitrat - N	µg/l	300 - 1000	630
o - PO ₄ - P	µg/l	22 - 70	41
Gesamt - P	µg/l	29 - 285	86
KMnO ₄ O ₂ -Verb.	mg/l	3,3 - 23,7	10,9
TOC	mg/l	3,9 - 11,7	6,5
BSB ₅	mg/l	2,2 - 4,9	3,5
Chlorid	mg/l	4 - 19	10,8

reisungstermine: 13.5.81, 14.7.81, 29.10.81, 10.2.82) untersucht. Bei den Mikrobenthosuntersuchungen wurde Aufwuchs von submersen Ufersteinen beim Prallhang abgekratzt und die Häufigkeit der Organismen am Lebendpräparat mikroskopisch nach einer siebenstufigen Häufigkeitsskala geschätzt. Bei den Makrobenthosuntersuchungen wurde bei jeder Bereisung die Häufigkeit der Organismen von jeweils 10-11 submersen Ufersteinen beim Prallhang nach einer ebenfalls sieben Häufigkeitsstufen umfassenden Mengenskala an Ort und Stelle geschätzt. Fragliche Organismenarten wurden im Labor bis zur tiefsten, noch sicher anzusprechenden Stufe nachdeterminiert.

4. Ergebnisse

Artenliste mit Häufigkeitsangaben

Die hier angeführte Artenliste der Benthosorganismen ist mit Sicherheit nicht vollständig. Einige Organismengruppen (Flagellata, Nematoda, Rotatoria, Hydracarina, Dipteren u.a.) konnten wegen der bekannten Bestimmungsschwierigkeiten nur summarisch erfaßt werden. Die das Salzachbenthos prägenden Organismenelemente konnten jedoch weitgehend erfaßt werden.

1) Dem Wasserwirtschaftsamt Traunstein sei für die Zurverfügungstellung der physikalisch-chemischen Meßdaten gedankt.

Häufigkeitsstufen H

1 Einzelfund, 2 wenig, 3 wenig - mittel, 4 mittel, 5 mittel - viel, 6 viel, 7 massenhaft

	H		H
Schizomycetes (Bakterien)		Dugesia spec.	2 - 5
Sphaerotilus natans KÜTZ	3 - 7	Planaria torva (M. SCHULTZE)	1
Mycophyta (Pilze)		Oligochaeta (Wenigborster)	
Apodya lactea (AG) CORUN	1	Chaetogaster spec.	2
Fusarium aquaeductum		Tubifex spec.	1 - 4
(RADLK. et RABH.) SACC.	1	Eiseniella tetraedra (SAVIGNY)	1
Cyanophyta (Blaualgeln)		Hirudineen (Egel)	
Oscillatoria spec.	1	Erpobdella octoculata L.	1
Bacillariophyceae (Kieselalgen)		Helobdella stagnalis L.	1
Cymatopleura solea (BREB.) W. SMITH	1	Gastropoda (Schnecken)	
Cymbella spec.	2	Ancylus fluviatilis MÜLL.	1 - 5
Diatoma vulgare BORY	2	Radix peregra MÜLL.	2 - 4
Melosira varians AGARDH	1	Isopoda u. Amphipoda	
Navicula radiosa KÜTZ	2	(Wasserasseln u. Flohkrebse)	
Navicula spec.	2	Asellus aquaticus L.	1
Rhoicosphenia curvata (KÜTZ)	1 - 2	Rivulogammarus pulex L.	1
Chlorophyta (Grünalgen)		Rivulogammarus roeseli (GERVAIS)	2
Oedogonium spec.	1	Hydracarina (Wassermilben)	
Cladophora spec.	2 - 7	Unionicola spec.	1 - 5
Bryophyta (Moose)		sonstige Hydracarina	1 - 3
Fontinalis antipyretica L.	2	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	
sonstige Bryophyta	2 - 3	Baetis spec.	1 - 2
Flagellata, heterotrophe (Geißeltiere)	1 - 3	Ecdyonurus venosus (FABR.)	1
Ciliata (Wimpertiere)		Ephemerella ignita (PODA)	1 - 2
Aspidisca lynceus EHRBG.	1 - 3	Habroleptoides modesta HAG.	1
Carchesium polypinum L.	2 - 3	Plecoptera (Steinfliegen)	
Chilodonella cucullulus O. F. M.	1	Amphinemura sulcicollis (STEPHENS)	1
Chilodonella uncinata EHRBG.	2	Isoperla grammatica (PODA)	1
Cinetochilum margaritaceum PERTY	2	Isoperla spec.	1 - 2
Colpidium campylum (STOKES)	1	Leuctra spec.	2
Colpidium truncatum STOKES	1	Perlodes spec.	1
(FOISSN.-SCHIFF.)		Protonemura spec.	1
Cyclidium citrullus COHN	1	Taeniopterix hubaulti (AUB.)	1
Dysteria spec.	1	Trichoptera (Köcherfliegen)	
Euplotes affinis DUJ.	1	Hydropsyche spec.	1
Frontonia spec.	1	Hydroptila spec.	1
Glaucoma scintillans EHRBG.	1 - 3	Limnephilus spec.	1 - 5
Hemiphysa spec.	1	Limnephilidae, sonstige	2
Litonotus fasciola EHRBG. WRZESN.	2	Plectrocnemia spec.	1
Litonotus lamella EHRBG.	2	Polycentropus flavomaculatus PICTET	2
Oxitricha fallax STEIN	2	Rhyacophila div. sp.	2
Oxitricha spec.	1	Megaloptera (Schlammfliegen)	
Paramecium caudatum EHRBG.	1	Sialis spec.	1
Paramecium trichium STOKES	1	Diptera (Zweiflügler)	
Platynema sociale (PENARD)	1	Chironomidae, sonstige	1 - 4
Prorodon teres EHRBG.	1	Rheotanytarsus spec.	1
Saprophilus putrina	1	Simuliidae	1
Tachysoma pellionella (O. F. M. STEIN)	1	Dicranota spec.	1
Trochilia minuta (ROUX)	1 - 3	Diptera, sonstige	1
Uronema marinum DUJ.	2	Coleoptera (Käfer)	
Vorticella convallaria L.	1	Elmis maugetii LATREILLE	1
Vorticella sp.	1	Gyrinidae	1
Nematoda (Fadenwürmer)	1	Hydroporus spec.	1
Rotatoria (Rädertiere)	1	Dytiscidae, sonstige	2
Turbellaria (Tricladida) (Strudelwürmer)			
Dendrocoelum lacteum (MÜLL.)	1 - 2		

5. Diskussion

Die angeführte Artenliste des Benthos der Salzach bestätigt teilweise das eingangs erwähnte Besiedlungsmuster von stark belasteten Fließgewässern, teilweise zeigen sich jedoch erhebliche Abweichungen. Das soll im folgenden diskutiert werden.

Im Mikrobenthos war das fadenförmige, sehr sauerstoffbedürftige Bakterium *Sphaerotilus natans* vor allem im Spätjahr bei Niedrigwasserführung dominant. Zu dieser Zeit waren die submersen Ufersteine schaffellartig mit *Sphaerotilus* überzogen. Bei den in der Salzach vorliegenden pH-Werten über dem Neutralwert ist dieses Bakterium den ebenfalls in der Salzach in ganz geringer Abundanz vorkommenden echten Abwasserpilzen *Apodya lactea* und *Fusarium aquaeductum*, die ihr Optimum im sauren Bereich haben, konkurrenzüberlegen. Unter den Protozoen sind die Ciliaten in der Salzach in größerer Artenzahl vertreten, doch sind die jeweiligen Abundanzen überraschenderweise gering. Abweichend vom Organismenkatalog von stark verschmutzten Fließgewässern entfaltete sich in der Salzach die Fadenalge *Cladophora* sehr üppig. Die übrigen überwiegend nichtfädigen Algen sind qualitativ und quantitativ von untergeordneter Bedeutung.

Die größten Abweichungen vom erwähnten Organismenkatalog zeigen sich beim Makrobenthos. Mit einer (mit Sicherheit zu niedrig angesetzten) Taxazahl von 45 ist diese Komponente im Benthos der Salzach artenmäßig relativ stark vertreten. Es sind makrophytische Wasserpflanzen (*Fontinalis antipyretica* u.a. Moose) vorhanden und Makrovertebraten, die in Fließgewässern aller Belastungsgrade anzutreffen sind. Am meisten überrascht das Vorkommen der ansonsten sehr empfindlich auf Abwasserbelastung reagierenden Ephemeropteren- und Plecopterenlarven, größtenteils sind diese Insektenlarven in sauberen bis mäßig verschmutzten Fließgewässern in größerer Abundanz zu finden. Auch das Vorkommen der Coleopteren und Trichopterenlarven ist überraschend, diese Gruppen tolerieren in der Regel keine stärkere Abwasserbelastung. Ursache der artenmäßig relativ starken Präsenz von Makrovertebraten in der stark verschmutzten Salzach ist mit hoher Wahrscheinlichkeit die außerordentlich gute Sauerstoffsättigung des Flußwassers. Da mit Ausnahme der Köcherfliegenlarve *Limnephilus* die Abundanzen der erwähnten Insekten gering waren – oft wurden nur Einzel-funde gemacht – ist allerdings anzunehmen, daß für diese Organismen keine optimalen Bedingungen vorliegen. Diese Aussage wird auch durch folgende Beobachtung gestützt, zumindest für Ephemeropteren- und Plecopterenlarven. Betrachtet man solche aus der Salzach bei Laufen erbeutete Tiere, so ist auf ihnen des öfteren ein deutlicher *Sphaerotilus*-bewuchs zu erkennen. Wegen der Atmung der Bakterienfäden dürfte die Sauerstoffkonzentration im Mikromilieu um die Insektenlarven herabgesetzt sein. Da die Tiere aus diesem Milieu mit Sauerstoff versorgt werden, ergeben sich für solchermaßen Bewuchs tragende Tiere sicherlich suboptimale Bedingungen.

Auffällig war weiterhin das gelegentlich stärkere Auftreten der Mützenschnecke *Ancylus fluviatilis*. Als Charaktertier rasch fließender, nicht zu stark belasteter Gewässer ist dieser Aufwuchsfresser in

der Salzach wegen der geringen Abundanz anderer Aufwuchsfresser (Ephemeropterenl., Elmsis u.a.) einer nur schwachen Nahrungskonkurrenz ausgesetzt. Auf der Steinunterseite der submersen Ufersteine, wo die Schnecke meistens gefunden wurde, fand sich stets eine dünne Schicht von *Sphaerotilus* und anderen Aufwuchsorganismen, die diese Schnecke offenbar abweidete. Auch die sehr anpassungsfähige Aufwuchs fressende Schnecke *Radix peregra* und der Strudelwurm *Dugesia* (*gonocephala*?) wurde an diesen Steinstellen gelegentlich bzw. des öfteren in größerer Abundanz gefunden.

Bemerkenswert ist weiterhin die stärkere Abundanz der Wassermilbe *Unionicola* (besonders im Oktober 1981), da Wassermilben in der Regel stärkere Abwasserbelastung meiden.

Die verhältnismäßig geringe Abundanz einiger Aas- bzw. Sedimentfresser (*Asellus aquaticus*, *Chironomus*, *Tubificiden*), die in stark belasteten Fließgewässern mit hohem organischen Schlammanteil und nicht zu starker Strömung oft häufig – massenhaft auftreten (vgl. LIEBMANN 1962, SCHWOERBEL 1971) erklärt sich aus den in der Salzach gegebenen Strömungsverhältnissen und den damit verbundenen Fehlen größerer Schlammablagerungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Salzach mit ihren speziellen hydrographischen Gegebenheiten eines nicht gestauten Alpenflusses ein benthisches Besiedlungsmuster aufweist, das bei den gegebenen Belastungsverhältnissen in vielerlei Hinsicht atypisch ist.

Im folgenden sollen noch einige Bemerkungen zur Bedeutung der Anheftungssubstrate für Benthosorganismen aus Fließgewässern gemacht werden. Alle hier angeführten Benthosorganismen wurden auf den größeren, festgefügtten Steinen der Uferschüttung am Prallhang gefunden. Auf den Kieselsteinen des Flachufers fehlten Benthosorganismen. Als Ursache des Fehlens von Benthosorganismen auf den Kieselsteinen am Flachufer kommt die fehlende Stabilität des Substrats in Betracht. Da Kies bei Hochwasser stets bewegt wird, werden die auf diesem Substrat sitzenden Organismen bei derartigen Ereignissen vernichtet. Auf den festgefügtten Steinen der Uferschüttung treten solche Katastrophen in der Regel nicht ein. Außerdem weisen solche Ufer eine starke Strukturiertheit auf und es sind die für Fließwasserbenthostiere Strömungsschutz bietende Totwasserräume in ausreichendem Maße zwischen den Steinen vorhanden. Sofern die übrigen Lebensbedingungen günstig sind, siedeln sich deshalb auf den größeren Steinen der Uferschüttung sehr viele Ökotypen – z.B. Filtrierer, Aufwuchsfresser, Netzfänger, Sedimentfresser, Räuber usw. – an, womit sich im Biotop Schüttungsufer ein artenreiches benthisches Besiedlungsmuster ergibt. Aus der Sicht des Naturschutzes ist daher bei der Gestaltung von Flußuferbefestigungen darauf zu achten, daß die Ufer durch Verwendung von Steinwurf, Anpflanzung von Ufergehölz mit Wasserwurzeln u.a. stark strukturierte, festgefügte Biotope aufweisen. Ufermauerung ist wegen des geringen Grades an Struktur abzulehnen.

Abschließend soll noch ein weiterer Aspekt des Naturschutzes angesprochen werden. Der eventuell bevorstehende Bau von Staustufen an der Salzach wirft die Frage auf, welche Auswirkungen diese Maßnahme auf das Benthos haben könnte.

Diese z.Zt. schwer zu beantwortende Frage läßt sich nur dahingehend beantworten, daß eventuelle Auswirkungen entscheidend von den nach dem Staustufenbau vorliegenden Strömungsverhältnissen innerhalb und unterhalb der Staustufen, den dann gegebenen Abwasserbelastungsverhältnissen, der Gestaltung der Uferbefestigung u.a. abhängen. Diesbezügliche Untersuchungen an gestauten Fließgewässern Bayerns (z.B. BAUER 1982, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1982) zeigen immerhin, daß das Benthosarteninventar unterhalb von Staustufen wegen der dort gegebenen besseren Strömungsverhältnisse in der Regel höher ist als innerhalb der Staustufen. Sofern die Ufer in den Staustufen gemauert sind, sind die Artenzahlen dort besonders niedrig.

Zusammenfassung

Im Jahre 1981/82 wurden an der stark verschmutzten Salzach bei Laufen (Oberbayern) Benthosuntersuchungen durchgeführt. Insgesamt 88 Taxa konnten nachgewiesen werden, 43 beim Mikrobenthos und 45 beim Makrobenthos. Die entsprechende Organismenliste zeigt erhebliche Abweichungen vom Regelkatalog der Organismen stark verschmutzter Fließgewässer. Diese Abweichungen sind auf die speziellen hydrographischen Bedingungen (hohe physikalische Belüftung, starke Strömung u.a.) in diesem Gewässer zurückzuführen. Ferner wurde die Bedeutung der Anheftungssubstrate für Benthosorganismen von Fließgewässern aufgezeigt und einige Naturschutzaspekte bei Fließgewässerverbauungen beleuchtet.

Summary

Faunistic and floristic investigations on the benthic communities of the highly polluted Salzach at Laufen (Oberbayern) were carried out in 1981/82.

A total of 88 taxa was found, 43 micro-benthic taxa and 45 macro-benthic taxa. The list of organisms varies much from the regular list of organisms of highly polluted running waters. This deviation from the rule can be attributed to the specific hydrographic conditions in this water (high physical aeration, high current). Furthermore the importance of attaching substrats for organisms in running waters was discussed and aspects of nature protection of river training structures were elucidated.

6. Literatur

BAUER, J. (1982):

Der Einfluß von Gewässererwärmung, Flußverbauung und Abwasserbelastung auf Phytoplankton, Phytobenthos und Zoobenthos der Isar im Bereich des KKI. - Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 35: 15-23.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1982):

Wärmehaushalt und Wassergüte. - Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München.

LIEBMANN, H. (1962):

Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Band 1, München: Oldenbourg, 588 S.

SCHWOERBEL, J. (1971):

Einführung in die Limnologie, 1. Aufl., Stuttgart: UTB Fischer, 170 S.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Johannes Bauer

Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung

Versuchsanlage Wielenbach

Demollstr. 31

8121 Wielenbach