Sonderabdruck aus
SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR HYDROLOGIE
BIRKHÄUSER VERLAG BASEL
Vol. 32 1970 Fasc. 1

Zur Methodik der quantitativen biologischen Probenahmen in stark strömenden Flüssen

Von U. ZIMMERMANN und H. AMBÜHL

Die quantitative Feststellung benthischer Organismenbestände ist ein altes, oft bearbeitetes Problem, das schon manche Lösung gefunden hat, aber doch immer wieder neue technische Fragen aufwirft. Während es sich bei Arbeiten in stehenden Gewässern lediglich darum handelt, möglichst ungestörte Proben aus dem Gewässergrund ausstechen und heben zu können, was mit den heutigen Greifern (z.B. Greifer nach AUERBACH [1], TVÄRMINNE-Sampler [2] u. a.) sehr gut möglich ist, kommt in Fliessgewässern als Hemmnis die Strömung hinzu, und zwar in verschiedener Weise. Einmal erschwert sie durch ihre einseitige Aktion die herkömmliche Probenahme, zum andern kann sie auf dem Flussgrund Verhältnisse schaffen, welche es erschweren oder völlig verunmöglichen, mit Greifern zu arbeiten. Die Schwierigkeiten, welche aus diesen Tatsachen erwachsen, sind wohl die Ursache dafür, dass sich die meisten der zahlreichen bis heute geschaffenen fliesswasserbiologischen Arbeiten nur mit qualitativen Fragen befassen, während quantitative Fragen oft mit behelfsmässigen Mitteln (z.B. Aufsammlung während einer festgesetzten Zeit, Angaben in relativer Abundanz) behandelt werden. Zur quantitativen Arbeit in begeharen, untiefen Bächen wurden verschiedene Hilfsmittel entwickelt [3, 4, 5], welche eine hinreichend genaue Probenahme erlauben. Fast ohne Ausnahme verlangen aber diese Geräte, dass sie von Hand bedient werden. Ihre Anwendung ist deshalb auf Stellen mit geringer Wassertiefe und schwacher Strömung begrenzt. In grösseren Fliessgewässern können sie nicht verwendet werden. Hier muss wohl auch die Ursache für unsere bescheidenen quantitativen biologischen Kenntnisse des Benthals grösserer Flüsse gesucht werden.

Die Tatsache, dass in unserem Land das erste Atomkraftwerk (Beznau I) seinen Betrieb bereits aufgenommen hat und weitere Werke im Bau oder in Planung stehen, und dass die Auswirkungen der Aufwärmung des Flusses auf die biologischen Verhältnisse gründlich untersucht werden müssen, wofür quantitative Kenntnisse verlangt werden, hat uns vor die Notwendigkeit gestellt, eine Einrichtung zu schaffen, welche eine quantitative Probenahme in beliebig tiefem und stark strömendem Wasser möglich macht.

In der Aare bei Beznau, unserer Probenstelle, sind folgende Verhältnisse zu finden:

Ober- und unterhalb der Kraftwerke Beznau (ca. 7 km vor Mündung der Aare in den Rhein) ist der Flussgrund mit Rollkies ausgefüllt; nur in Flussbiegungen kann

am Gleitufer etwas Sand und Schlamm festgestellt werden. Die Flusstiefe beträgt mit Ausnahme der Randpartie zwischen 2,5 und 5 m, die Strömungsgeschwindigkeit in 50 cm über Grund (gemäss Flügelmessungen entlang der untersuchten Fluss-Querprofile) zwischen 20 und 104 cm/s, an der Oberfläche zwischen 50 und 210 cm/s.

Die Grösse der Steine (bis 20 cm $\varnothing$ und mehr) macht den Einsatz von Greifern unmöglich; ebenso kommen Apparaturen, die vom Boot aus bedient werden müssen, wegen der starken Strömung nicht in Frage. Die einzige Lösung, welche unter diesen erschwerenden Umständen noch einigen Erfolg versprach, schien uns eine Einrichtung, welche am Flussgrund von einem Taucher plziert und dann gezielt bedient wird. Bei der herrschenden Strömung ist es freilich auch einem Taucher nicht möglich, in der üblichen Weise Organismenproben zu sammeln. Wir haben deshalb ein System gewählt, mit dem beispielsweise wie mit dem Probenahmezylinder nach NEILL [6] oder ähnlichen Geräten ein kleines Areal umgrenzt und dann mit Hilfe eines Vakuumschlauches abgesaugt wird.

Abb. 1. Stechsegment mit aufgesetzten Bleiringen (total 41 kg schwer), seitlichen Handgriffen und Vakuumschlauch.
Piercing circular segment with fixed lead rings (with a total weight of 41 kg), side-handles and vacuum hose.

Das Gerät besteht aus einem schweren Zylinder aus Eisen (innerer Durchmesser 33 cm, Höhe 24 cm, Wandstärke 10 mm). Mit den beiden weit ausladenden Handgriffen kann der Taucher den Zylinder, dessen unterer Rand gezackt ist, mit kurzen Drehbewegungen in den Flussgrund einfräsen. Obwohl das Gerät in dieser Ausführung schon reichlich schwer ist, würde es von der Strömung doch noch leicht mitgerissen. Durch Aufsetzen zweier mit Blei gefüllter Eisenrohre (Abb. 1) liess sich das Gewicht so weit vergrössern, dass das Gerät nunmehr ohne wesentliche Abdrift auf den Flussgrund abgesenkt werden kann und sich dort genügend eingräbt. Das Gesamtgewicht beträgt 41 kg. Es zeigte sich, dass auch dieses Gewicht nicht ausreicht, wenn sich der Taucher daran verankern will. Um beide Hände für die Arbeit frei zu haben, ist dies aber unbedingt nötig, weshalb wir den Probenahmezylinder seinerseits an einem schweren Pfahlanker (bis 60 kg, Abb. 2) befestigen.

Abb. 2. Pfahlanker. – Peg anchor.

Der Zylinder besitzt eine rechteckige, am untern Rand durch einen Lappen geschützte Öffnung, an welcher ein Netzsack aus Gaze (Maschenweite $250\ \mu$) befestigt wird. Das Ganze ist mit grossen Karabinerhaken an 3 Nylonseilen aufgehängt. Der zweite Teil der gesamten Einrichtung besteht aus einer Vakuumpumpe (wir verwendeten eine Homelite-Motorpumpe), mit der ein Saugfass von etwa 120 l Inhalt (umgebautes Metall-Bierfass) evakuiert wird. Dieses Saugfass ist mit einem Vakuum-Manometer und einem Wasserstandsanzeiger versehen (Abb. 3), ferner mit dem Probenahmeschlauch (32 mm innerer Durchmesser, 10 m Länge), mit welchem der Tau-

Abb. 3. Vakuumpumpe und Saugfass mit Wasserstandsanzeiger und Manometer.
Vacuum pump and vacuum barrel with water gauge indicator and manometre.

cher schliesslich das Feinmaterial innerhalb des Probenahmezylinders ausräumt. Dieses Material wird im Saugfass in einem Netzsack aufgefangen.

Ablauf der Probenahme

Für die Probenahme ist ein Boot erforderlich, das genügend Platz für 5 Personen, die Motorpumpe, das Saugfass, Seilwerk und die Tauchgeräte bietet. Auf dem kiesigen Flussgrund war jedes Ankern unmöglich; es musste deshalb etwas oberhalb des zur Untersuchung vorgesehenen Flussquerprofils ein Fährseil gespannt werden, an welchem das Boot sicher fixiert und seitlich verschoben werden kann.

Die eigentliche Probenahme wickelt sich folgendermassen ab:

- Setzen des am Fährseil befestigten Pfahlankers (1) auf Höhe des Vorschiffes.
- Setzen des Probenahmezylinders: Dieser ist mit einem Seil am Anker fixiert; die Öffnung mit dem Netzsack ist flussabwärts gerichtet. Der Saugschlauch ist mit einer losen Seilschleife am Zylinder befestigt. Dieser wird an seiner Dreipunktaufhängung auf den Flussgrund abgesenkt.
- Abstieg des Froschmannes (durch Seil gesichert) zum Zylinder.
- Froschmann hängt zwei der (ihn behindernden) Aufhängungsseile aus, bringt den Zylinder in die richtige Position und treibt ihn durch Drehbewegungen in den Grund ein.
- Froschmann räumt alle Steine und weiteres Material durch die seitliche Öffnung im Zylinder in den Netzsack.
- Froschmann gibt via Sicherungsleine ein Zeichen.
- Vakuum wird freigegeben; Froschmann saugt mit dem Ende des Saugschlauches das Innere des Zylinders so weit als möglich aus. Die Saugpumpe bleibt während dieses Vorgangs in Betrieb.
- Wenn der Vakuumkessel gefüllt ist, wird das Vakuum abgestellt.
- Der Froschmann wird hochgezogen und an Bord genommen.
- Bergung des Probenahmezylinders, Bergung des Inhaltes des Netzsacks.
- Sicherstellen der Probe im Vakuumkessel; Abtrennen des überschüssigen Wassers. Die gesamte Probe (Netz- und Kesselinhalt) wird in einem Plastikeimer verschlossen. Bereitstellen des Materials für die nächste Probenahme. - Der Pfahlanker wird mit einer Winde über den Flussgrund gehoben und das Boot am Fährseil seitlich versetzt, worauf der Anker wieder geworfen wird.
- Neue Probenahme.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist es einer einzigen Arbeitsequipe auf diese Weise möglich, bis zu 10 Proben in einem Tag zu erheben. Diese Anzahl stellt vorläufig die obere Grenze der Leistungsfähigkeit insbesondere des Froschmannes dar.

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass der Organismenbestand der Flußsohle wesentlich anders zusammengesetzt ist als derjenige der mit üblicher Ausrüstung erreichbaren Uferpartie, ferner, dass das kiesige Flussbett eine unerwartet hohe Biomasse, namentlich Oligochaeten und Mollusken, aufweist, während die rheophilen Elemente, insbesondere Insektenlarven, stark zurücktreten.

Es ist geplant, die quantitativen biologischen Untersuchungen nach dieser Methode auf weitere Flußstrecken auszudehnen, nicht nur im Zusammenhang mit der thermischen Nutzung der Flüsse, sondern auch mit Hinsicht auf die Erstellung eines Gütekatasters.

Die Einrichtungen wurden in der Versuchswerkstätte der EAWAG hergestellt. Die Autoren danken dem Werkstattchef, Herrn H.-J. Schälchli, für die stete Bereitschaft, Personal und Werkstatt für ihre Anliegen freizustellen, Herrn Eugen Schwager für die fachkundige Herstellung der Geräte sowie Herrn Martin Egger für seine nicht ungefährlichen Tauchversuche.

Zusammenfassung

Es wird eine Technik zur Entnahme quantitativer Organismenproben aus tiefen, schnellfliessenden, steinigen Flüssen beschrieben. Mit Hilfe eines kreisrunden Stechsegmentes wird ein Areal von rund 750 cm² abgegrenzt und dieses sodann mit einem Vakuumschlauch abgesaugt. Das Mundstück des Schlauches wird durch einen Taucher geführt.

SUMMARY

A technique is described for taking quantitative samples of organisms from deep, rapidly flowing rivers with rocky beds. An area of about 750 cm² (0.81 sqft) is confined by a circular sampler, which penetrates the bottom. Organisms in the enclosure are freed from the substrate by hand. Smaller sediment particles, organisms, and water are then pumped out by a vacuum hose. The intake of the vacuum hose is guided by a diver.

LITERATUR

- [1] M. AUERBACH, *Ein quantitativer Bodengreifer*, Beitr. naturk. Forsch. Süd.-Dtl. 12, 17–23 (1953).
- [2] The Finnish IBP-PM Group, *Quantitative Sampling Equipment for the Littoral Benthos*, Int. Rev. ges. Hydrobiol. 54, 2, 185–193 (1969).
- [3] T. T. MACAN, *Methods of Sampling the Bottom Fauna in Stony Streams*, Mitt. Internat. Verein. Limnol. 8 (1958).
- [4] M.-L. ALBRECHT, *Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna fliessender Gewässer*, Z. Fischerei N.F. 8, 483–550 (1959).
- [5] J. SCHWOERBEL, *Methoden der Hydrobiologie*, Stuttgart (1966).
- [6] R. M. NEILL, *The Food and Feeding of the Brown Trout (Salmo trutta L.) in Relation to the Ornicga Environment*, Trans. roy. Soc. Edinb. 59, 481–520 (1938).

Adresse der Autoren:

Dr. U. Zimmermann, Center for Great Lakes Studies, University of Wisconsin-Milwaukee, Milwaukee, Wis. 53201, USA

Dr. H. Ambühl, EAWAG, Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf ZH, Schweiz