

RÄUMLICHE UND ZEITLICHE VERTEILUNG DER PARTIKULÄREN ORGANISCHEN
SUBSTANZ (POM - PARTICULATE ORGANIC MATTER) IN EINEM GEBIRGSBACH ALS
ENERGIEBASIS DER BIOZÖNOSE

Maria LEICHTFRIED

Dissertation, Universität Wien

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der Begriff "Ökosystem" wird besprochen. Die an Materie fixierte und biologisch nutzbare Energie verbindet die Komponenten eines Ökosystems. Der "Energiefluß" und die "Zirkulation der Materie" sind die zwei wichtigsten Prinzipien der allgemeinen Ökologie. Ein von ELLENBERG (1973) als "unvollständig" bezeichnetes Ökosystem, das die notwendige Energie von außen (allochthon) beziehen muß, ist z.B. ein Gebirgsbach und Gegenstand dieser Studie. Dieses Fließgewässerökosystem verfügt über sehr wenig Primärproduzenten. Dadurch ist die Energiebasis dieses aquatischen Systems die eingetragene allochthone organische Substanz. Diese tritt in das System gelöst oder partikulär (Laubfall, Staub, Pollen, Boden) ein. Der größte Teil ist für die Konsumenten nicht unmittelbar verwertbar. Das kolonisierende Mikrobenthos (Pilze, Bakterien usw.) vermittelt dann im System als eine Drehscheibe zwischen der allochthonen organischen Substanz und der im Gebirgsbach zahl- und artenreichen Makrofauna. Durch den Aufbau der mikrobiellen Biomasse und deren adhäsiv gebundenen Ausscheidungsprodukten wird die allochthone organische partikuläre Substanz (POM - Particulate Organic Matter) zu einem attraktiven Futter aufgewertet, das von der Fauna präferiert wird. In diesem Ökosystem fließt daher die Hauptenergiemenge von eingetragener organischer Substanz über das Mikrobenthos zu den weiteren Konsumenten.

Für die organische Substanz wurde von CUMMINS und Mitarbeitern eine Nomenklatur geschaffen, wo ausschließlich die Größe der Partikel maßgebend ist. Der auf verschiedene Weise definierte Begriff Detritus wird dadurch ersetzt. Dieses Forscherteam verdeutlichte auch die ganzheitliche Betrachtungsweise eines Fließgewässersystems in dem "River-Continuum-Concept", das kurz skizziert wird.

Die das Bachbett bildenden Sedimente (Bettsedimente) und ihre Lückenträume sind ein wichtiger Lebensraum der Bachbiozönose. Im untersuchten Areal (RITRODAT-Areal) zeigt die Fauna Verteilungsmaxima von 20-40cm Sedimenttiefe. Diese Tiere müssen hier deshalb gute Lebensbedingungen (genügend Nahrung usw.) vorfinden. Die partikuläre organische Substanz (POM) ist die Hauptenergiebasis der Bachbiozönose. Ziel vorliegender Dissertation ist, das POM der Bettsedimente eines unbelasteten Gebirgsbaches quantitativ in seiner räumlichen und zeitlichen Verteilung in situ zu beschreiben. Das untersuchte RITRODAT-Areal ist eine 100 m lange Bachstrecke des "Oberen Seebachs". Dieser ist ein Gebirgsbach zweiter Ordnung, liegt in den nördlichen Kalkalpen (Lunz/See, NÖ), auf einer Seehöhe von 600 m, verbindet den Lunzer Mittersee mit dem Lunzer Untersee und ist von Menschen weitgehend unbelastet. Das Untersuchungsareal wird beschrieben.

Als Parameter für die quantitative Erfassung des POM wurden drei wichtige Bausteine organischer Substanzen - org. Kohlenstoff (TOC), Stickstoff (N) und Phosphor (P) - analysiert. Die gewählten Bestimmungsmethoden wurden modifiziert und geprüft.

Der qualitative Aspekt des Futterangebotes wird ebenfalls berücksichtigt. Die Proteinanreicherung durch die mikrobielle Aktivität kommt im C/N-Verhältnis zum Ausdruck, das als Futterqualitätsindikator verwendet wird. Die Futterqualität ist positiv mit dem N-Gehalt und negativ mit dem C/N-Verhältnis korreliert. Die empirisch bestimmte Grenze zwischen "gutem" und "schlechtem" Futter wird bei einem C/N-Verhältnis von 7 bzw. 12 gezogen.

Zur Probennahme wurden zwei Methoden angewandt:

- a) RITRODAT-Sondenmethode: ermöglicht die Untersuchung des Komplexes Bettsedimentwasser/Lückenraumsediment definierter Sedimenttiefe.
- b) Freezing-Corer: ermöglicht die Untersuchung aller Bettsedimentkorngrößen mit dem Bettsedimentwasser.

Es wurde ein Weg gefunden, den organisch und anorganisch gebundenen N und P, bzw. biologisch verwertbaren und nicht verwertbaren TOC zu differenzieren. Die für das Mikrobenthos entscheidend wichtige besiedelbare Kornoberfläche wurde in einem Näherungsverfahren (Berechnung und direkte Messung in AREAMETER) ermittelt. Die Korngröße und Kornober-

fläche stehen in einer negativen Potenzbeziehung. Die gewichtsmäßig unbedeutenden kleinen Korngrößen, die aber hohe Kornoberflächen aufweisen, gewinnen dadurch für das POM-Angebot immens an Bedeutung. Die Untersuchung der Beziehung "Kornoberfläche - Korndurchmesser und POM" zeigt daher, daß die im Bettsediment sehr unterrepräsentierte Korngrößenklasse <1mm \varnothing die wichtigste für das POM-Angebot ist. Darüber hinaus gibt es eine optimal besiedelbare Korngrößenklasse (die an TOC, N und P am reichsten ist) zwischen 0,5 und 1 mm \varnothing .

Die Messungen der für das Mikrobenthos so wichtigen gelösten N- und P-Verbindungen im Oberflächen- und Bettsedimentwasser lassen kein zeitliches Muster erkennen, wobei die N- und P-Konzentrationen ähnlich verlaufen. Die Jahresmittel weisen eine mit der Bettsedimenttiefe leicht abnehmende Tendenz auf.

Für die Korngrößenuntersuchung wurden die Bettsedimentproben mit dem Freezingcorer gewonnen. In allen besammelten Bereichen (4B, 8A, 12B) dominieren die Korngrößen über 10mm \varnothing , die bis zu 96,8 Gewichts-% ausmachen können. Die Bettsedimente sind sehr schlecht sortiert, das heißt, die Streubreite der Korngrößen ist sehr hoch.

Im Bereich vor der Schotterinsel (4B) nimmt der grobe Anteil zugunsten der feinsten Fraktion mit der Sedimenttiefe ab. Entsprechend der Zunahme dieser Fraktion vergrößert sich auch das verfügbare Kornoberflächenangebot auf das Dreifache des in der obersten Sedimentschicht vorhandenen.

Im Bereich der Hauptströmungsrinne (8A) zeigt sich eine vertikale Gleichverteilung bei einer gleichmäßigen Schichtabfolge (0-20, 20-40, 40-60cm). Trennt man die obersten 10cm ab, ändert sich das Bild: Die Abnahme der feineren und die Zunahme der groben Fraktion gegenüber der Schicht 0-20cm ist deutlich. Der Einfluß der starken Oberflächenwasserströmung wird sichtbar.

Im Bereich unter der Schotterinsel (12B) wurden immer wieder Sedimente stark abgelagert, was einen wesentlichen Unterschied zu den beiden anderen untersuchten Bereichen bedeutet. Die vertikale Verteilung der Korngrößenzusammensetzung bleibt trotz der unterschiedlichen Schichtauftrennungen fast gleich.

Die Bestimmung vom Wassergehalt der Bettsedimente gibt Aufschluß über den gesamten verfügbaren Lückenraum. Die Porosität schwankt im Jahres-

mittel zwischen 18 % und 37 %. Bei einer Sediment-Schichtabfolge von 0-20, 20-40 und 40-60cm steigt die Porosität in den Bereichen 4B und 8A mit der Sedimenttiefe, im Bereich 12B ist ein gegensätzlicher Trend zu beobachten. Bei einer Schichtabfolge 0-10, 10-40 und 40-60cm ergibt sich in den Bereichen 4B und 8A keine Korrelation mit der Bettsedimenttiefe, im Bereich 12B jedoch zeigt sich wieder die hochsignifikante Abnahme der Porosität mit der Bettsedimenttiefe.

Das POM wurde gesondert im Lückenraumsediment (feinkörnige, leicht bewegliche und daher abpumpbare Sedimentfraktion) und im Bettsediment (alle Korngrößen, in 3 Kornfraktionen - <1mm ϕ , 1-10mm ϕ , >10mm ϕ - geteilt) untersucht.

Lückenraumsediment:

Die Vertikalverteilung der Lückenraumsedimentmengen des darin enthaltenen POM's und seiner Qualität wurde anfänglich in 0, 20, 40 und 60cm Sedimenttiefe der Bereiche 4B und 12B gemessen. Im Sondenbereich 12B werden jedoch die Bettsedimente stets umgelagert, so daß es zu ständigen Veränderungen der Meßtiefen kommt. Die Probennahmetiefen des Bereiches 4B bleiben konstant.

Die Horizontalverteilung wurde in 20cm Sedimenttiefe untersucht. Die organische Substanz wird einerseits in Konzentrationen (C, N bzw. P-Mengen pro Gewichtseinheit des Trockenanteiles der Sonden-Proben), andererseits in Gehalten (C, N und P-Mengen pro eine Volumseinheit der gesamten Probe) betrachtet.

Im Bereich 4B zeigen die Lückenraumsedimentmengen eine vertikale Schichtung. Während Niederwasserperioden und Sommerhochwässern lassen sich deutliche Zusammenhänge mit der Häufigkeit der hohen Pegelstände zwischen den Probenahmeterminen erkennen. Frühjahrshochwässer, vorwiegend Schmelzwässer, bringen keinen Anstieg der Trockengewichtsanteile. Die Jahresmittel zeigen Maxima in den Sedimentbereichen ab 40cm. Die Parallelität der zeitlichen Abläufe der Konzentrationen der drei Parameter (TOC, N und P) ist verblüffend. Sie zeigen im Jahresmittel keine signifikanten Unterschiede mit der Sedimenttiefe. Die Gehalte zeigen dagegen eine hochsignifikante positive Korrelation mit der

Bettsedimenttiefe, die das Verteilungsbild der Lückenraumsedimentmengen wiedergibt. Im Vergleich der zeitlichen Abläufe der POM-Parameter zeigt sich hier, daß Jahreszeit und Häufigkeit hoher Pegelstände die Verteilungsmuster als dominierende Faktoren prägen:

	Konzentrationen	Gehalte	Pegel
Frühjahr	nieder	nieder	hoch
Sommer	nieder	hoch	hoch
Herbst	nieder	nieder	nieder
Winter	hoch	hoch	nieder

Die C/N-Verhältnisse im Lückenraumsediment des Bereiches 4B liegen zwischen 7 und 15 und weisen deshalb auf einen hohen Mikrobenthosbesiedlungsgrad und damit auf eine hohe Futterqualität hin. Die oberflächige Sedimentschicht enthält zwar weniger POM, entsprechend den geringeren Lückenraumsedimentmengen, dieses ist jedoch von signifikant höherer Qualität als in den darunter liegenden Sedimentschichten. Die gemessene höhere Futterqualität im Sommer und niedere im Herbst dürfte mit der Art des zu der jeweiligen Jahreszeit eingetragenen organischen Materials (Sommer - mikrobiell schon besiedeltes Erosionsmaterial, Herbst - unmittelbar schwer verwertbarer Laubfall) zusammenhängen. In allen Sedimenttiefen ergibt sich eine positive lineare Regression zwischen den Konzentrationen und Gehalten von TOC und N. Die Futterqualität sinkt (C/N-Verhältnisse steigen an) mit steigenden TOC-Konzentrationen. Diese Beziehungen sind unabhängig von den Lückenraumsedimentmengen.

Im Bereich 12B wurden die Sonden unterhalb der Schotterinsel ausgesetzt. Das Abwärtswandern dieser Insel verursachte Schotterüberlagerungen und Entnahmetiefenveränderungen. Diese Veränderungen verlaufen aber so langsam, daß man sie über drei Zeiträume während der Untersuchungszeit als konstant betrachten kann. Die Sedimentdynamik und die dadurch verursachte Einarbeitung von grobem und feinem organischen Material ist hier sehr hoch. Die Trockengewichtsanteile zeigen im ersten Untersuchungsjahr eine deutliche vertikale Schichtung (Minima oben, Maxima unten). In den darauffolgenden Jahren sind sowohl die Lückenraumsedimentmengen als auch die zeitlichen Schwankungen geringer. Der zeitliche Verlauf ist in allen drei Untersuchungsjahren sehr ähnlich.

Im ersten Jahr war hier die Lückenraumsedimentmenge im Jahresmittel ungefähr fünfmal (bzw. siebenmal) so hoch als in den folgenden Jahren. Eine ähnliche Entwicklung (allerdings nur dreimal) wurde im Bereich 4B beobachtet. Die häufigen Sommerhochwässer des ersten Jahres im Bereich 12B verstärkt durch die einsetzenden Schotterumlagerungen, scheinen die Ursachen zu sein. Auch hier verlaufen die drei POM-Parameter parallel (Konzentrationen und Gehalte), wobei die Gehalte im Gegensatz zu den Konzentrationen eine deutliche positive Korrelation mit der Bettsedimenttiefe aufweisen, die auch hier das Verteilungsbild der Lückenraumsedimentmengen wiedergibt. Die Konzentrationen verlaufen antiparallel, die Gehalte parallel mit der zeitlichen Verteilung der Lückenraumsedimente. Die Futterqualität zeigt keinerlei vertikale Unterschiede. Deren zeitlicher Verlauf entspricht dem des Bereiches 4B. Die Mittelwerte aller zu einem bestimmten Zeitpunkt genommenen Proben zeigen für TOC- und N-Konzentrationen eine steigende Tendenz, während die P-Konzentrationen in etwa konstant bleiben. Maxima im Hochsommer (Erosionshochwässer) und Minima im Herbst (Laubfall) sind jedes Jahr zu finden. Diese Befunde stehen im Einklang mit der im Kontinuums-konzept geforderten CPOM-Aufbereitung. Die Jahressgänge von Lückenraumsedimentmengen und Gehalten an TOC, N und P verlaufen parallel. Die Lückenraumsedimentmengen vermindern sich im Laufe der Untersuchungsjahre. Da die Konzentrationen stetig ansteigen, steigen auch die Gehalte trotz abnehmender Lückenraumsedimentmengen. Horizontal können generell Areale mit höherer und niedriger Oberflächenwasserströmung unterschieden werden. Alle gemessenen Parameter zeigen geringere Werte in Arealen mit höherer Fließgeschwindigkeit des Oberflächenwassers. Die Futterqualität ist hier jedoch höher.

Bettsediment:

Das POM im Bettsediment (Freezing-Core-Probennahme) wurde in drei Sedimentschichten (0-20, 20-40, 40-60cm bzw. 0-10, 10-40, 40-60cm Sed.Tiefe) untersucht. Jede Schichte wurde in drei Korngrößenklassen aufgeteilt:

Fraktion A	>10 mm \varnothing
Fraktion B	1-10 mm \varnothing
Fraktion C	<1 mm \varnothing

Die Fraktion C ist gewichtsmäßig unbedeutend (nur bis 15%), aber von überragender Bedeutung für das POM-Angebot (bis 80% TOC, 70% TON und TOP ist in dieser Fraktion gebunden!). Deswegen werden die Interpretationen der zeitlichen Abläufe auf die Fraktion C beschränkt. Im Bereich 4B (vor der Schotterinsel) zeigt das POM unter 1 dm² größere Gehalte in tieferen Schichten. Das Muster wird von der Fraktion C so stark geprägt, daß die Gesamtgehalte das Muster der Gehalte der Fraktion C wiedergeben. Die POM-Konzentrationen zeigen ein umgekehrtes Muster.

Die mittlere verwertbare TOC-Menge beträgt unter 1 dm² 42,1 bzw. 24,2g (1. und 2. Untersuchungs-jahr), die TON-Menge 1,9 bzw. 1,6g, die TOP-Menge immer 0,7g. Die C/N-Verhältnisse schwanken um 16 und zeigen damit die niederste Futterqualität im RITRODAT-Areal, obwohl die Proteinanreicherung verhältnismäßig hoch ist. Die über das POM im Lückenraumsediment des Bereiches 4B gemachten Aussagen werden durch die in der Fraktion C der Bettsedimente erhobenen Befunde bestätigt:

- 1) Die Parallelität der drei Parameter in den Verteilungen der Konzentrationen und Gehalte.
- 2) Die Verteilung der Fraktion C prägt das POM-Verteilungsbild, ähnlich wie die Lückenraumsedimentmengen.
- 3) Konzentrationen und Gehalte aller drei Parameter zeigen Minima im Frühjahr und Herbst, Maxima im Sommer und Winter.
- 4) Die zeitlichen Abläufe der Futterqualität sind etwa gleich.
- 5) Regressions- und Korrelationsanalysen zwischen TOC und TON und zwischen TOC und C/N-Verhältnissen sind gleich und positiv.

Im Bereich 8A (in der Hauptströmungsrinne) entspricht das Verteilungsbild der POM-Gehalte (Jahresmittel) dem im Bereich 4B gefundenen. Der Einfluß der hohen Strömung des Oberflächenwassers ist allerdings in der obersten Sedimentschicht deutlich sichtbar. Hier sind die kleinsten Anteile der Fraktion C überhaupt, sehr niedere POM-Gehalte, aber sehr hohe POM-Konzentrationen zu finden. Die Futterqualität mit C/N-Verhältnissen um 10 ist die höchste. Die positive Korrelation der Futterqualität mit der Wasserströmung wird dadurch wieder dokumentiert. Die mittleren TON- und TOP-Gehalte unter dem dm entsprechen mit 1,7 bzw. 0,65g denen des Bereiches 4B. Der mittlere TOC-Gehalt ist hier hingegen mit 14,7 bzw. 16,2g unter einem dm² nur etwa halb so groß als im Bereich 4B. Die kleinen C/N-Verhältnisse (hohe Futterqualität!)

sind somit auf niedrigere TOC-Werte bei gleichbleibenden TON-Werten zurückzuführen. Die zeitlichen POM-Abläufe der Fraktion C (Konzentrationen und Gehalte) sind parallel und eher gegenläufig denen des Bereiches 4B. Die Korrelationsanalysen zwischen TOC- und TON-Konzentrationen (positiv und linear) lassen sich, im Gegensatz zu den Korrelationsanalysen zwischen TOC und C/N-Verhältnissen, und denen des Bereiches 4B vergleichen.

Der Bereich 12B (unter der Schotterinsel) unterscheidet sich durch POM-Anreicherungen und Schotter-Überlagerungen von den übrigen Bereichen. Die obere Sedimentschicht erreicht dadurch hier die höchsten Jahresmittel der POM-Gehalte und Anteile der Fraktion C überhaupt. Der Schwerpunkt in der mittleren Sedimentschicht bleibt jedoch bestehen. Es gibt hier die höchsten TON-Gehalte (2,1 bzw. 2,2g unter 1 dm² im Jahresmittel), TOP-Gehalte (0,9 und 0,7g unter 1 dm² im Jahresmittel) gleich wie in den anderen Bereichen und TOC-Gehalte (27,5 bzw. 29,6g unter 1 dm² im Jahresmittel), die eher denen des Bereiches 4B entsprechen und doppelt so hoch sind als im Bereich 8A. Die Jahresmittelwerte der C/N-Verhältnisse um 13 zeigen mittlere Futterqualität (das RITRODAT-Areal betreffend) an. Die Parallelität der drei Parameter in zeitlichen Abläufen der Konzentrationen und Gehalte bleibt auch hier erhalten. Ähnlichkeiten kann man eher mit dem Bereich 8A erkennen, nicht aber mit dem Bereich 4B.

Die Korrelations- und Regressionsanalysen der TOC / TON-Konzentrationen und der TOC-Konzentrationen / C/N-Verhältnisse zeigen eine positiv lineare Beziehung, die mit den Befunden des Bereiches 4B, nicht aber mit denen des Bereiches 8A, vergleichbar sind.

L i t e r a t u r :

- CUMMINS, K.W., 1979: The Natural Stream Ecosystem (7-24).- In: WARD, J.V., STANFORD, J.E., (Edts.), The Ecology of Regulated Streams, Plenum Press New York and London, 398 pp
- ELLENBERG, H. (Edt.), 1973: Ökosystemforschung.- Springer Verlag, 280 pp

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Biologischen Station Lunz](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [1986_009](#)

Autor(en)/Author(s): Leichtfried Maria

Artikel/Article: [Räumliche und zeitliche Verteilung der partikulären organischen Substanz \(POM - particulate organic matter\) in einem Gebirgsbach als Energiebasis der Biozönose. 12-19](#)