

Mitt. österr. geol. Ges.	83 (1990) Themenband Umweltgeologie	S. 229-241 11 Abb., 1 Tab.	Wien, Februar 1991
--------------------------	---	-------------------------------	--------------------

Organische Substanz in Bettsedimenten des Oberen Seebaches in Lunz/See, Niederösterreich

Von Maria LEICHTFRIED^{*})

Mit 11 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Das langfristige fließgewässerökologische Projekt RITRODAT der Biologischen Station Lunz (Abt. des Institutes für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften) wird vorgestellt. Die Physiographie der Untersuchungsstrecke und die Geologie des Einzugsgebietes des Oberen Seebaches werden beschrieben. Die Bedeutung der Bettsedimente als Lebensraum und der partikulären organischen Substanz (POM, allochthon und autochthon) als Energiebasis der reichen Bachtierwelt in den Sedimenten wird erläutert. Die wichtige Rolle des Biofilms im Energiefluß des Systems wird dargestellt. Der Biofilm, der als Mikrobiozönose (vor allem Bakterien und Pilze) und deren adhäsiv gebundene extrazelluläre Polymere definiert ist, überzieht alle organischen und anorganischen Oberflächen und spielt eine hervorragende Rolle im Selbstreinigungsprozeß eines Fließgewässers. Das POM wurde als organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) und Stickstoff (TON) gemessen. Das TOC/TON-Verhältnis wurde als Futterqualitätsanzeiger verwendet.

In den kalkreichen Sedimenten des Bachbettes überwiegen die Korngrößen > 10 mm Durchmesser. Obwohl die Korngrößenklasse < 1 mm Durchmesser nie zehn Gewichtsprozent übersteigt, ist an diese etwa 80 Prozent des POM gebunden. Die negativ potentielle Beziehung zwischen Korngröße und Kornoberfläche erklärt dieses Ergebnis. Auf einer Fläche von 1600 m² des RITRODAT-Areals liegen bis zu einer Sedimenttiefe von 0,6 m (besiedelter Raum) etwa 18000 Tonnen Schotter, in dem 3343 kg ± 9,6 Prozent TOC und 242 kg ± 15,4 Prozent TON beinhaltet sind. Diese beachtliche Menge POM, die um einen Faktor von 10⁵ höher ist als die Masse aller Tiere, läßt die hohe Quantität des Biofilms erkennen. Zeitlich zeigt die POM-Verteilung Maxima im Winter und Sommer, die von der Hydrologie, bzw. der Frequenz hoher Pegelstände geprägt werden. Vertikal wurden die größten Mengen an POM zwischen 20 und 40 cm Sediment Tiefe gefunden, was gut mit der Korngrößenverteilung korreliert. Das der Partikelgröße nach definierte POM erscheint im wesentlichen in drei Formen: Vollorganische Partikel (z. B. pflanzliches Gewebe), Fauna und Biofilm.

Abstract

The longterm project RITRODAT (Institute for Limnology, Austrian Academy of Sciences, Biological Station Lunz) is introduced. The geology of the catchment of "Oberer

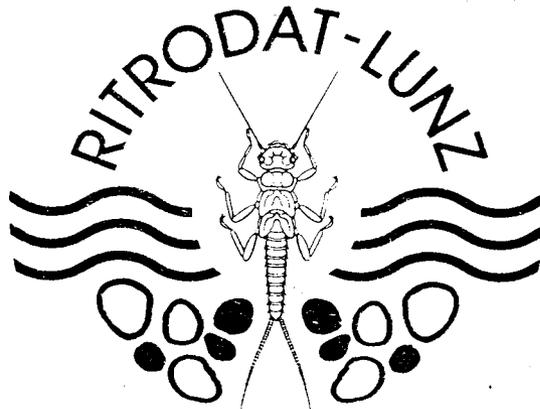
^{*}) Adresse der Verfasserin: Dr. Maria LEICHTFRIED, Institut für Limnologie der Österr. Akademie der Wissenschaften, Abt. Biologische Station Lunz, Seehof 4, A-3293 Lunz am See, Österreich.

Seebach" as well as the physiography of the study site are described. The importance of bed-sediments (channel forming sediments inhabited mainly by animals known from surface waters) as habitat and of particulate organic matter (POM, allochthonous and autochthonous) as energy source for the sediment dwelling fauna are discussed. Most important is in this environment the so called "biofilm", which consists of the bodies of bacteria and fungi and their extracellular polymers coating all surfaces, organic as well as inorganic. The highly active biofilm is in all running waters with well developed bed-sediments of outstanding importance for self-purification processes. POM is measured as organic bound carbon (TOC) and nitrogen (TON). The TOC/TON ratio is an indicator of the digestibility of organic matter.

The limestone sediments consist mainly of grainsizes > 10 mm diameter. Although the grainsize class < 1 mm diameter is always less than 10 per cent, about 80 per cent of the organic matter is contained in this grainsize class, because of its huge colonizable surface area. The study site (about 1600 m² of channel area, down to a sediment depth of 0,6 m) contains about 18000 tons of gravel, 3343 kg \pm 9,6 per cent TOC and 242 kg \pm 15,4 per cent TON. Thus, the organic matter, stored mainly in the biofilm, outweighs the organic matter appearing as living animals by a factor of about 10⁵. The distribution in time shows maxima in winter and summer. Both are influenced by hydrological parameters, mainly the frequencies of high discharges. Vertically, highest POM contents are found between 20 and 40 cm of sediment depth. This correlates well with the grainsize distribution. Summarizing, organic bound carbon and nitrogen is found in the forms of biofilm with attached meiofauna, as full organic particles (dead) and as living organisms.

Einleitung und Untersuchungsgebiet

Im Jahr 1977 wurde ein neues Forschungskonzept in Form des langfristigen Projektes RITRODAT für die Biologische Station Lunz, NÖ, (Abteilung des Institutes für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften) ausgearbeitet (BRETSCHKO 1978). Das Ziel des Projektes ist es, eine Ökosystemanalyse eines Voralpenbaches anzustreben, wobei die Aufgabe des Institutes unter anderem darin besteht, die Kompatibilität der einzelnen Arbeiten zu wahren. Die vorliegende Studie ist ein Teil des RITRODAT-Programmes.



Die Versuchsstrecke ist ein etwa 100 m langer Abschnitt des „Oberen Seebaches“, ein Kalkschotterbach zweiter Ordnung (HORTON 1945, STRAHLER 1957). Die ausgesuchte Strecke (mittlere Breite $15,8 \pm 1,3$ m, mittlere Steigung $4,1 \pm 0,04$ ‰, 600 m Seehöhe, $47^{\circ}15'N$, $15^{\circ}04'O$, etwa 100 km Luftlinie im SW von Wien) ist etwa 500 m oberhalb der Mündung des Baches in den „Lunzer Untersee“ (Abb. 1). Das orographisch sichtbare Ein-

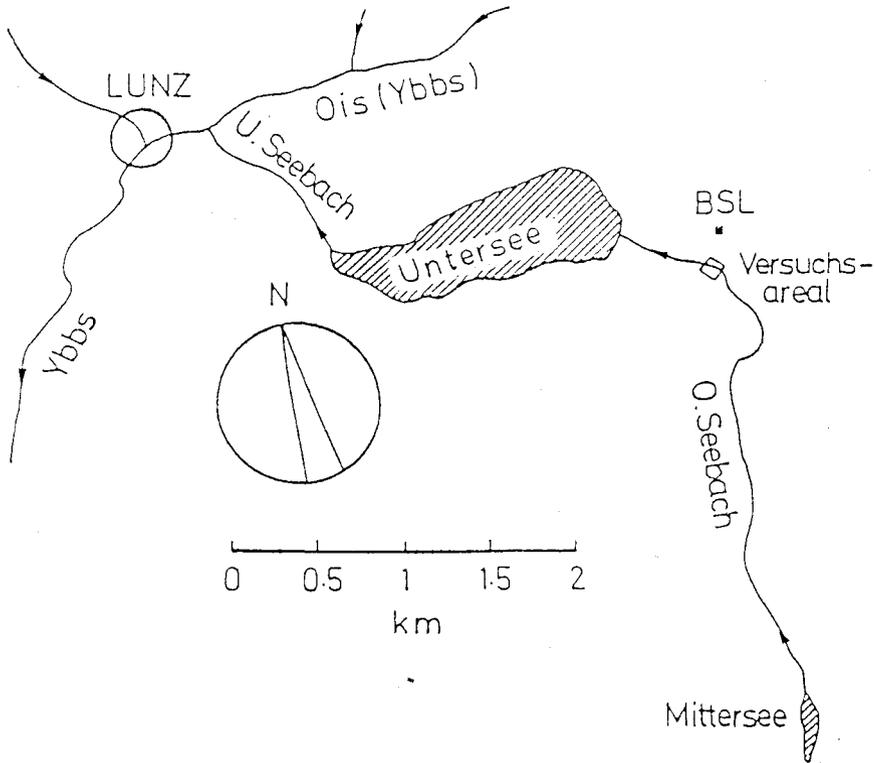


Abb. 1: Lageskizze des „Oberen Seebaches“, der Biologischen Station Lunz und der Versuchsstrecke „RITRODAT“ (LEICHTFRIED 1986)

zugsgebiet, das im Karstgebiet nicht mehr mit dem hydrographischen übereinstimmen muß, umfaßt eine Fläche von etwa 20 km² (österreich. Karte 1:50000, Blatt 71+72; 1972), die, wenn überhaupt, dann nur forstlich genutzt wird. Wie fast überall in den Alpen prägten die Eiszeiten Oberflächenstrukturen und Sedimente. So ist die Seebach-Talausformung ein Produkt der zirka 200 m hohen Würmvergletscherung. Schotter unbekannter Mächtigkeit füllen den Talboden aus, die vorwiegend aus Kalk (84 Prozent), Moränen (5 Prozent) und Sandstein (3 Prozent) bestehen. Die geologische Situation im Profil ist der Abbildung 2 zu entnehmen. Der Schichtenplan des Seetales weist für den Seebach ein sehr großes Gefälle im Oberlauf aus. Nach dem ersten Drittel der Laufstrecke beginnt das Gefälle stark abzunehmen.

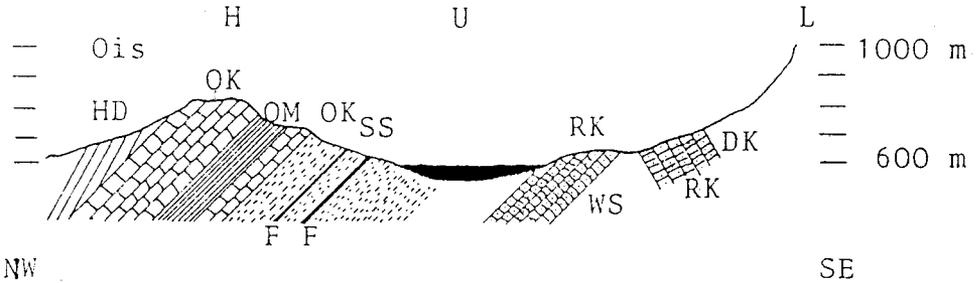


Abb. 2: Geologisches Profil vom Ois-(Ybbs)-tal über die Hinterleiten (H), den Untersee (U) zum Lärchenstein (L). Höhe und Länge 1:75.
WS: Werfener Schichten OK: Opponitzerkalk
RK: Gutensteinerkalk OM: Opponitzer Mergel
SS: Sandstein und Schiefertone HD: Hauptdolomit
F: Flöze DK: Dachsteinkalk
Nach GÖTZINGER 1910

Fragestellung

Fließgewässer können als Entsorgungssysteme der Landschaft betrachtet werden. Sie transportieren Materie und sind im Stande, diese umzubauen. Sie funktionieren, wenn sie intakt sind, besser und billiger als jede biologische Kläranlage. Die Kompartimente des Ökosystems „Fließgewässer“ werden miteinander durch die Weitergabe der an Materie fixierten Energie verbunden. Von zentraler Bedeutung ist die allochtone organische Substanz (Particulate Organic Matter – POM) als Energiebasis der Fließgewässer (BERRIE 1976, CUMMINS 1974, etc.), insbesondere solcher niedriger Ordnungszahlen, wie es beim untersuchten Bach der Fall ist. Ein solcher Bach ist nach ELLENBERG (1973) ein „unvollständiges“ Ökosystem, weil die notwendige Energie von außen (allochthon) bezogen werden muß (es gibt sehr wenig Algen und kaum Makrophyten im System). Der überwiegende Teil des eingetragenen allochthonen POM ist für das Zoobenthos, das hier bis zu einer Bettsedimenttiefe von etwa 60 cm reichlich vorkommt (etwa 100000 Individuen >0,5 mm unter 1 m²; BRETSCHKO 1981, BRETSCHKO & KLEMENS 1986), zunächst nicht verwertbar. Durch den Aufbau der mikrobiellen Biozönose und durch deren adhäsiv gebundene Ausscheidungsprodukte (BIOFILM, MARSHALL 1984, WANNER & GUJER 1985) wird die partikuläre organische Substanz für die tierischen Konsumenten verwertbar. Das Mikrobenthos (vorwiegend Pilze, Bakterien) vermittelt, gewissermaßen als eine Drehscheibe, zwischen der allochthonen organischen Substanz und der Fauna (LEICHTFRIED 1986). Kenntnisse über das Vorkommen von POM in den Bettsedimenten (LEICHTFRIED 1988), dessen Eintrag (MOSER in press), Transport und Retention (WINKLER in press) sind daher wesentlich für die Einschätzung der ökologischen Funktionsfähigkeit.

Methodik

Die Bettsedimente im RITRODAT-Areal des Oberen Seebaches wurden zwei Jahre lang monatlich in drei unterschiedlichen Bereichen (LEICHTFRIED 1988) mit der „Freeze-Core-Technik“ (BRETSCHKO & KLEMENS 1986) bis in eine Tiefe von 60 cm besammelt. Die Lückenraumsedimente (unter Lückenraumsedimenten versteht man die im Lückenraum-

system frei beweglichen und abpumpbaren Sedimentkörner) wurden drei Jahre lang monatlich in den Bereichen von 0, 20, 40 und 60 cm Sedimenttiefe auf 35 Stellen abgepumpt (LEICHTFRIED 1986, Abb. 3). Als Parameter für die organische Substanz dienten zwei wesentliche Bausteine jeglichen organischen Moleküls — organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) und Stickstoff (TON) (BRETSCHKO & LEICHTFRIED 1987). TOC wurde in einem LECO Low Carbon Analyzer bestimmt. TON wurde nach einem Kaliumpersulfat-Aufschluß colorimetrisch als Indophenolblau gemessen. Mit Hilfe des TOC/TON-Verhältnisses wurde die Futterqualität beurteilt.

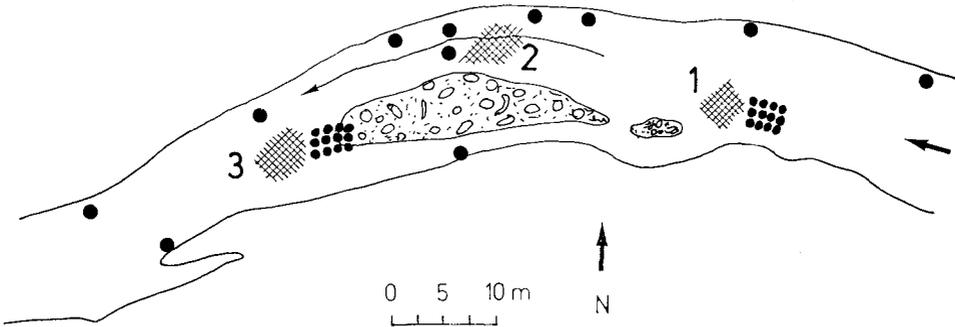


Abb. 3: Untersuchungsstrecke RITRODAT, Oberer Seebach bei mittlerem Pegelstand.

- ● — permanent installierte Sonden
- ▨ — Freeze-Core-Bereiche
- 1 — vor der Schotterinsel
- 2 — Hauptströmungsrinne
- 3 — unter der Schotterinsel

Resultate und Diskussion

In den Bettsedimenten des Seebaches überwiegen die Korngrößen $> 10 \text{ mm } \varnothing$ (Abb. 4). Obwohl die Korngrößenklasse $< 1 \text{ mm } \varnothing$ nie 10 Gewichtsprozent übersteigt, ist in dieser doch der größte Teil der organischen Substanz zu finden (Tab. 1). Dies entspricht dem viel höheren Angebot an für die Mikrobiozönose besiedelbare Kornoberfläche (HARGRAVE 1972, LEICHTFRIED 1985) der feinen Korngrößenklassen. Verteilung und Verteilungsmuster der organischen Substanz in einem Bergbach sind in Abbildung 5 gezeigt. Die bisher erhobenen Daten erlauben die Schätzung der Gesamt-POM-Menge im RITRODAT-Areal (Abb. 6). Die Berechnung erfolgte stratifiziert für jeden Bereich und jede Sedimentschichte. Die Gesamtfläche des RITRODAT-Areals beträgt 1600 m^2 , die Bettsedimenttiefe ist 60 cm. Der Schotter wiegt in diesem Raum von 960 m^3 etwa 18000 t. Diese Schottermasse beinhaltet im Zweijahresmittel eine Menge von $3343 \text{ kg} \pm 9,6 \text{ Prozent TOC}$ und $242 \text{ kg} \pm 15,4 \text{ Prozent TON}$. Es ist eine, im Vergleich mit dem jährlichen POM-Eintrag (MOSER in press), beachtliche Menge, die für die vorhandene Makro- und Mikrobiozönose nicht limitierend sein kann. Monatlich betrachtet, ist eine zeitliche Verteilung des POM im RITRODAT-Areal zu beobachten (Abb. 6). Maxima im Sommer und Winter sind deutlich, wobei die des TON etwas später kommen. Das ist ein interessanter Befund, der auf die Aus-

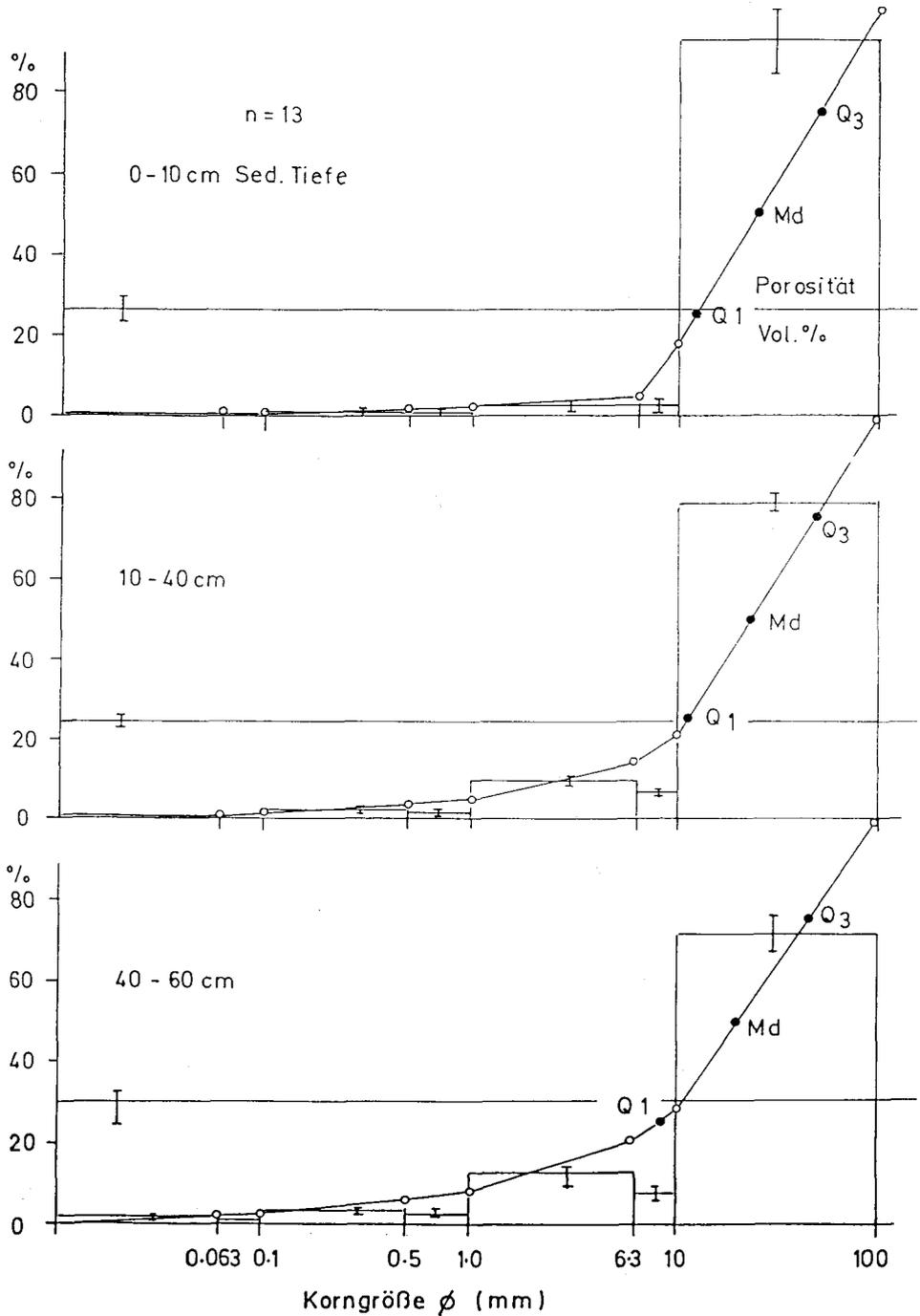


Abb. 4: Korngrößenanalyse der Bettsedimente des Oberen Seebaches in drei Sedimentschichten, dargestellt als Histogramme und Summenkurven nach MÜLLER 1964, sowie mittlere Porosität. Jahresmittel, n=12.

OBERER SEEBACH,
RITRODAT-Areal,
Fläche: 1600 m²
Länge: 100 m

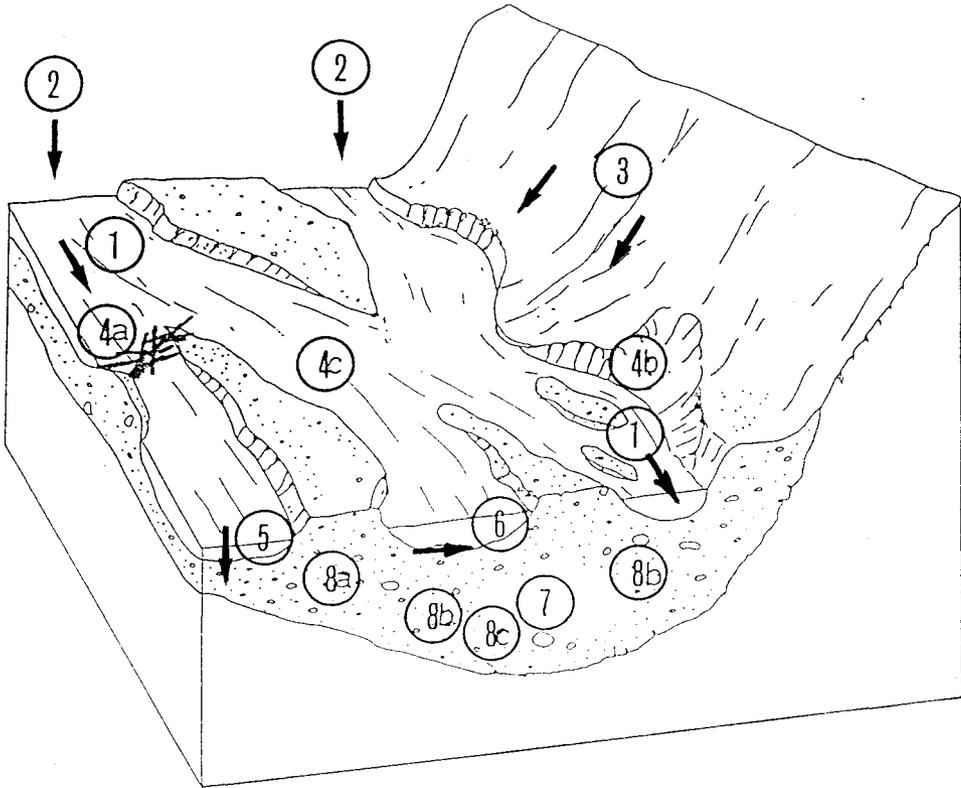


Abb. 5: Verteilungsmuster organischer Substanz in einem Gebirgsbach (Oberer Seebach, RITRODAT-Areal).

Design W. E. KLEMENS (aus LEICHTFRIED 1989)

1. Transport
2. Äolische Drift
3. Uferablauf
4. Retention
 - a) hoch
 - b) mittel bis nieder
 - c) sehr nieder
5. Verfrachtung in die Bettsedimente
6. Bettsedimentoberfläche
7. Standing Crop (vorhandene Menge)
8. POM-Erscheinungsformen
 - a) Vollorganische Partikel
 - b) Bachfauna
 - c) Biofilm

Tab. 1: Organischer Kohlenstoff (TOC) und Stickstoff (TON) in Bettседimenten des Oberen Seebaches (RITRODAT-Areal). Zweijahresmittel, n=150.

Bachbereich	vor Schotterinsel	Hauptströmungsrinne	unter Schotterinsel
GESAMTGEHALT (g unter 1 dm²):			
TOC	33.2	15.5	28.6
TON	1.8	1.7	2.2
C/N	18	9	13
ANTEIL der Fraktion <1 mm ϕ am Gesamtgehalt (Gewichts-%):			
TOC	70 %	79 %	79 %
TON	88 %	63 %	78 %
ANTEIL der Fraktion <1 mm ϕ an der Kornzusammensetzung (Gewichts-%):			
	6 %	7 %	9 %

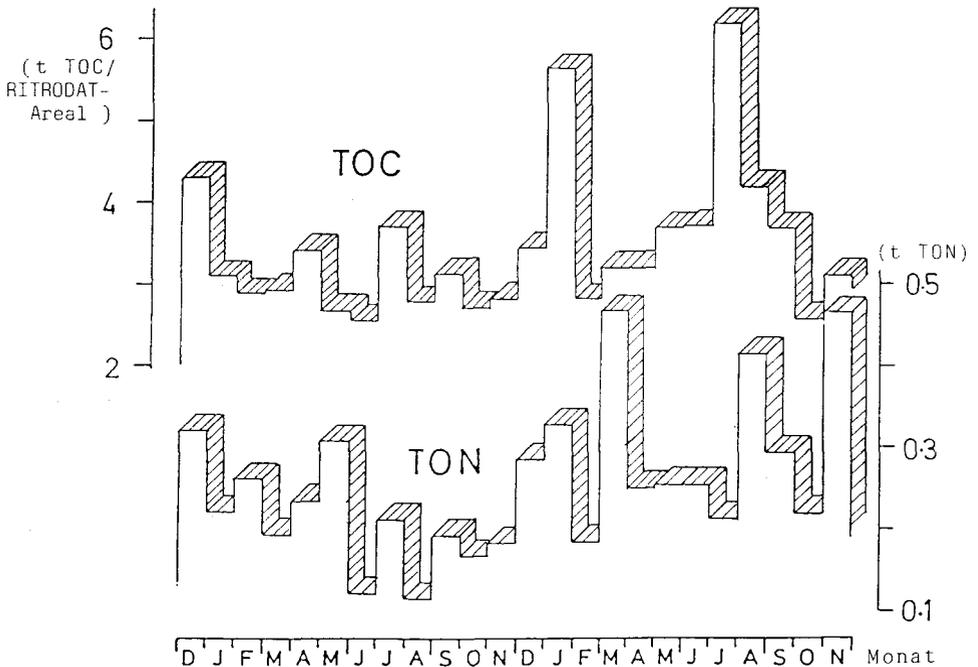


Abb. 6: Schätzung vorhandener Menge von TOC und TON (standing crop) in den Bettседimenten des RITRODAT-Areals (1600 m², 60 cm Sedimenttiefe, n=36).

bildung der Mikrobiozönose (BIOFILM) zurückgeführt werden kann. Die gefundenen POM-Mengen sind von dessen Eintrag, turnover-Raten und der für die Mikrobiozönose besiedelbaren Kornoberfläche abhängig (LEICHTFRIED 1985). Die größten POM-Mengen wurden zwischen 20 und 40 cm Bettsedimenttiefe gefunden; dort, wo auch die höchsten Anteile der Korngrößenklasse <1 mm Ø zu finden sind (Abb. 7).

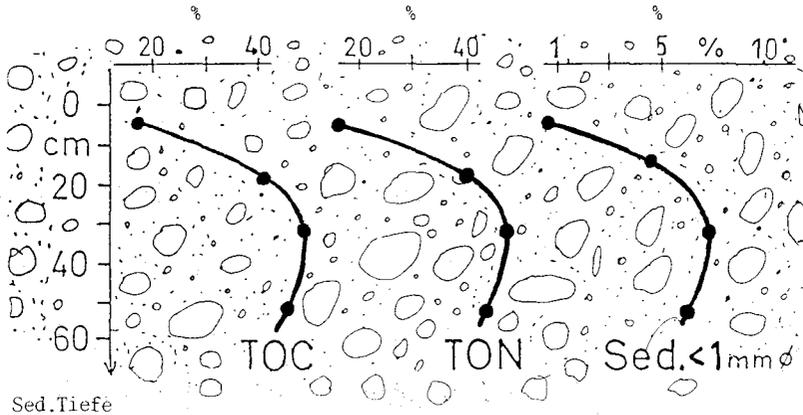


Abb. 7: Vertikalverteilung von POM in den Bettsedimenten:
x-Achse: relativer Anteil von TOC, TON und Korngrößenklasse <1 mm Ø
y-Achse: Sedimenttiefe (cm)

Die darüber liegenden Bettsedimente der Hauptströmungsrinne weisen gegenüber anderen Bachbereichen niedrigere TOC- und TON-Konzentrationen und -Gehalte auf. Die TOC/TON-Verhältnisse sind hier niedriger, als in anderen Bereichen, was einen höheren Proteinanteil und somit bessere Futterqualität anzeigt (Abb. 8, LEICHTFRIED 1986, 1988).

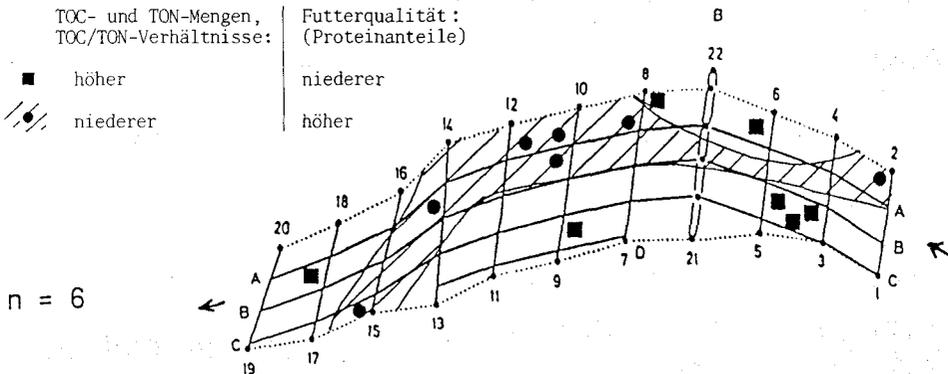


Abb. 8: Horizontalverteilung von POM in den Bettsedimenten:
Schraffierte Fläche=Hauptströmungsrinne des RITRODAF-Areals
Quer- und Längsprofile=Positionsgrid über das RITRODAF-Areal

Wie das POM in den Sedimenten verteilt ist, hängt hauptsächlich von der Korngrößenverteilung ab. Die beweglichen abpumpbaren Sedimente kleiner Korngrößen ($< 1 \text{ mm } \varnothing$) werden Lückenraumsedimente genannt. Das daran gebundene POM ist quantitativ und qualitativ wesentlich (LEICHTFRIED 1985; 1986). Zeitlich weisen auch diese Sedimente TOC- und TN-Maxima im Winter und Sommer auf (Abb. 9). Die zeitliche Verteilung wird stark von der Hydrologie und hier ganz besonders von der Frequenz hoher Pegelstände geprägt. Damit ergibt sich eine Beziehung zu den Jahreszeiten (LEICHTFRIED 1986).

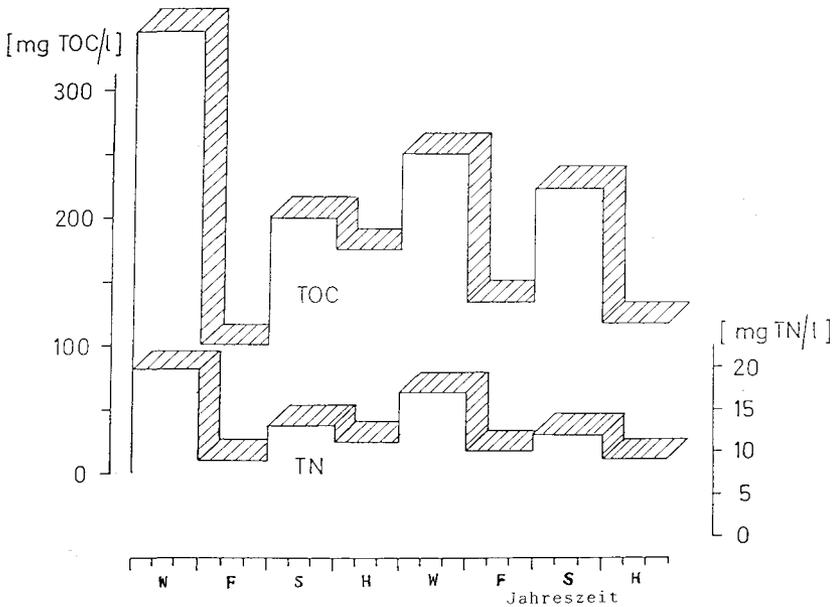


Abb. 9: Zeitliche Verteilung von POM (über Jahreszeiten gemittelt, $n=108$) in den Lückenraumsedimenten des RITRODAF-Areals.

POM wird der Partikelgröße nach definiert (BOLING et al. 1975). Die Art oder Qualität spielt in dieser Definition keine Rolle. Das im Bettsediment vorhandene POM erscheint im wesentlichen in drei Formen:

- i) Vollorganische Partikel (z. B. pflanzliches Gewebe)
- ii) Fauna
- iii) Biofilm (Pilze, Bakterien, etc.)

ad i) Als vollorganische Partikel werden Blattstücke, Ästchen, Früchte, Baumrindenstücke usw. bezeichnet. Sie machen höchstens 0,7 Gewichtsprozente aus und nehmen mit der Korngröße ab. (Untersucht wurden die Sedimente bis zur Korngröße $> 100 \mu \varnothing$). Sie bestehen in der Hauptsache aus schwer verdaulichen Zellulose- und Lignin-Molekülen. Obwohl die vollorganischen Partikel mit der Korngröße gewichtsmäßig abnehmen, nimmt ihr Beitrag zur TOC-Konzentration mit der Korngröße zu (LEICHTFRIED in press). Organischer Stickstoff (TON) wird von diesen vollorganischen Partikeln nur wenig beeinflusst.

- ad ii) Die Bachfauna, die im Seebach zwar um 100 000 Individuen unter 1 m² beträgt, steht (gemessen als OC) zum TOC-Gehalt in einem Verhältnis von 1:10⁵. Sie ist daher für den POM-Gehalt nicht bestimmend.
- ad iii) In der Dahlem Konferenz 1984 in Berlin (MARSHALL 1984) wurde die dritte Erscheinungsform des POM — der BIOFILM — als Biomasse der Mikroorganismen und deren polymere Ausscheidungsprodukte in Verbindung mit dem Substrat definiert. Der Biofilm ist mit seinen Auswirkungen in Technik und Medizin schon lange Gegenstand der Forschung. In der Limnologie wird diesem Bereich erst in letzter Zeit größere Aufmerksamkeit geschenkt. Die mikrobielle Adhäsion und Aggregation, deren Mechanismen noch weitgehend unbekannt sind, spielen in den ökologischen Vorgängen sicher eine große Rolle. Mehr als 90 Prozent des gesamten TOC sollen in den exozellulären Polymeren gebunden sein (MARSHALL 1984).

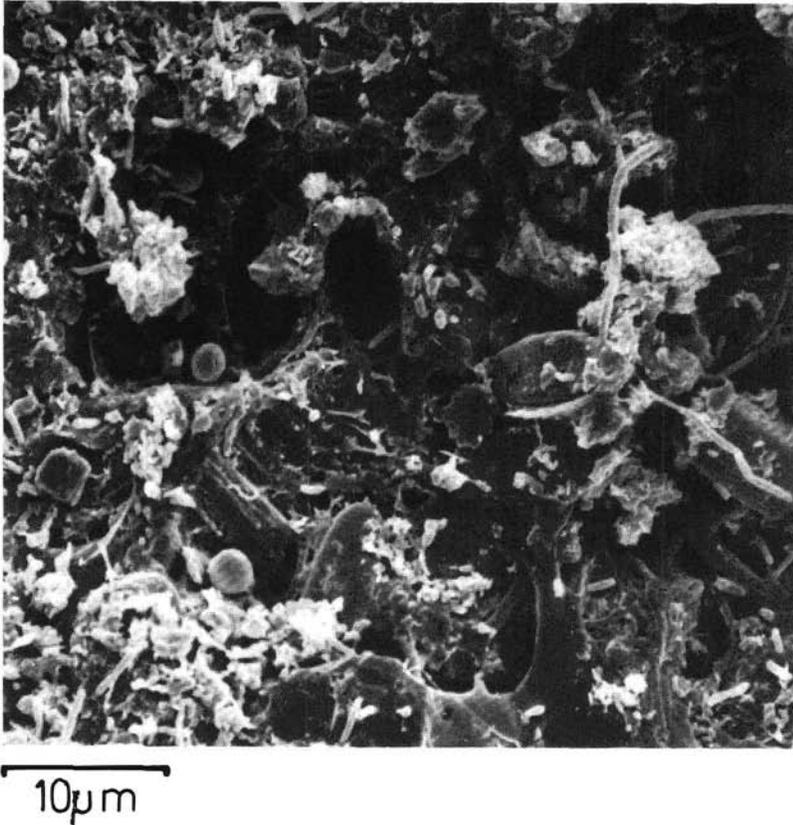


Abb. 10: Bettsedimentpartikel mit Biofilm (Aufnahme T. KLEPAL, Univ. Wien)

Abb. 10 zeigt Bettsedimentpartikel mit dem Biofilm. Die diversen Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Algen) sind deutlich zu sehen. Auch die exozellulären Polymere sind wie Zuckerguß auf allen Partikeln zu sehen und bestätigen die Biofilmvorstellung.



Abb. 11: Bettsedimentpartikel bei 550 °C verascht (Aufnahme T. KLEPAL, Univ. Wien)

Abb. 11 zeigt diese Bettsedimentpartikel bei 550 °C verascht. Organisches ist zerstört, der Zuckerguß ist weg, nur Aschepartikel sind zu sehen.

Diese drei Erscheinungsformen des POM zu quantifizieren und deren Rolle im System zu beschreiben, ist Gegenstand der künftigen Arbeit.

Literatur

- BERRIE, D. A., 1976: Detritus, micro-organisms and animals in fresh water. — [In:] ANDERSON, J. M., MACFADYEN, A., (Edts.): The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes, 323-338.
- BOLING, R. H., GOODMAN, E. D., VAN SICKLE, J. A., ZIMMER, J. O., CUMMINS, K. W., PETERSEN, R. C., REICE, S. R., 1975: Toward a model of detritus processing in a woodland stream. — *Ecology* 56: 141-151.
- BRETSCHKO, G., 1978: Ökosystemforschung Gebirgsbach, RITRODAT-LUNZ. — *Jber. Biol. Stn. Lunz* 1: 1-16.
- BRETSCHKO, G., 1981: Vertical distribution of zoobenthos in an alpine brook of the RITRODAT-LUNZ study area. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 873-876.
- BRETSCHKO, G., KLEMENS, W. E., 1986: Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. — *Stygologia* 2: 279-316.

- BRETSCHKO, G., LEICHTFRIED, M., 1987: The determination of organic matter in stream sediments. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 68 (3/4): 403-417.
- CUMMINS, K. W., 1974: Structure and function of stream ecosystems. — Bio Science 24 (11): 631-641.
- ELLENBERG, H., (Edt.), 1973: Ökosystemforschung. — Springer Verlag, Berlin, 280 pp.
- GÖTZINGER, G., 1910: Die Lunzer Seen, I. Teil: Physik. A. Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 3: 1-154.
- HARGRAVE, B. T., 1972: Aerobic decomposition of sediment and detritus as a function of particle surface area and organic content. — Limnol. Oceanogr. 17 (4): 583-596.
- HORTON, R. E., 1945: Erosional developments of streams and their drainage basins; hydrophysiological approach to quantitative morphology. — Geol. Soc. Am. Bull. 56: 275-370.
- LEICHTFRIED, M., 1985: Organic matter in gravel streams (Project Ritrodat-Lunz). — Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 2058-2062.
- : 1986: Räumliche und zeitliche Verteilung der partikulären organischen Substanz (POM — Particulate Organic Matter) in einem Gebirgsbach als Energiebasis der Biozönose. — Dissertation, Universität Wien, 360 pp.
- : 1988: Bacterial substrates in gravel beds of a second order alpine stream (Project Ritrodat-Lunz, Austria). — Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1325-1332.
- : 1989: Terrestrial/aquatic ecotone river and its internal patches. — DGL, Mitteilungen 1/89 der Jahrestagung 1988 in Goslar: 83-90.
- : In press: POM in bedsediments of a gravel stream (Ritrodat-Lunz study area, Austria). — Verh. Internat. Verein. Limnol. 24.
- MARSHALL, K. E., (Edt.), 1984: Microbial adhesion and aggregation. — Life Sciences Research Report 31, Springer Verlag, 423 pp.
- MOSER, H., in press: Input of organic matter (OM) in a low order stream (Ritrodat-Lunz study area, Austria). — Verh. Internat. Verein. Limnol. 24.
- MÜLLER, G., 1964: Sediment-Petrologie I. Methoden der Sedimentuntersuchung. — Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 303 pp.
- STRAHLER, A. N., 1957: Quantitative analysis of watershed geomorphology. — Am. Geophys. Union Trans. 38: 913-920.
- WANNER, O., GUJER, W., 1985: Mikrobielle Konkurrenz in Biofilmen. — Mitt./Nouv. EAWAG 20: 1-6.
- WINKLER, G., in press: Debris dams and retention in low order streams (Project Ritrodat-Lunz). — Verh. Internat. Verein. Limnol. 24.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 1. August 1990

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Austrian Journal of Earth Sciences](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [83](#)

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

Artikel/Article: [Organische Substanz in Bettsedimenten des Oberen Seebaches in Lunz/See, Niederösterreich. 229-241](#)