

MICROBIAL SUBSTRATES IN GRAVEL BEDS OF A SECOND ORDER ALPINE STREAM
(PROJECT RITRODAT-LUNZ, EUROPE, AUSTRIA)

(aus dem beim SIL-Kongress in Hamilton, Neuseeland, 1987, in englischer Sprache gehaltenen Vortrag)

Maria LEICHTFRIED

Alle Korngrößen der Bettседimente des Oberen Seebaches im Ritrodat-Areal wurden 2 Jahre monatlich (LEICHTFRIED 1986) untersucht. Zur Probennahme wurde die Freezingcorer-Methode (KLEMENS 1985; LEICHTFRIED 1982; STOCKER e.a. 1972) angewandt. Zur Charakterisierung der Korngrößenverteilung wurden die von MÜLLER (1964) angegebenen granulometrischen Darstellungsweisen (Abb.1) verwendet (auch HORTEN 1945; STRAHLER 1957). In allen besammelten Bereichen des Ritrodat-Areals (in der Hauptströmungsrinne, vor der Schotterinsel, unter der Schotterinsel, Abb.2) dominieren die Korngrößen über 10 mm ϕ (Abb.1 als Beispiel). Der Gewichtsanteil dieser groben Fraktion beträgt bis zu 96,8 %. Die

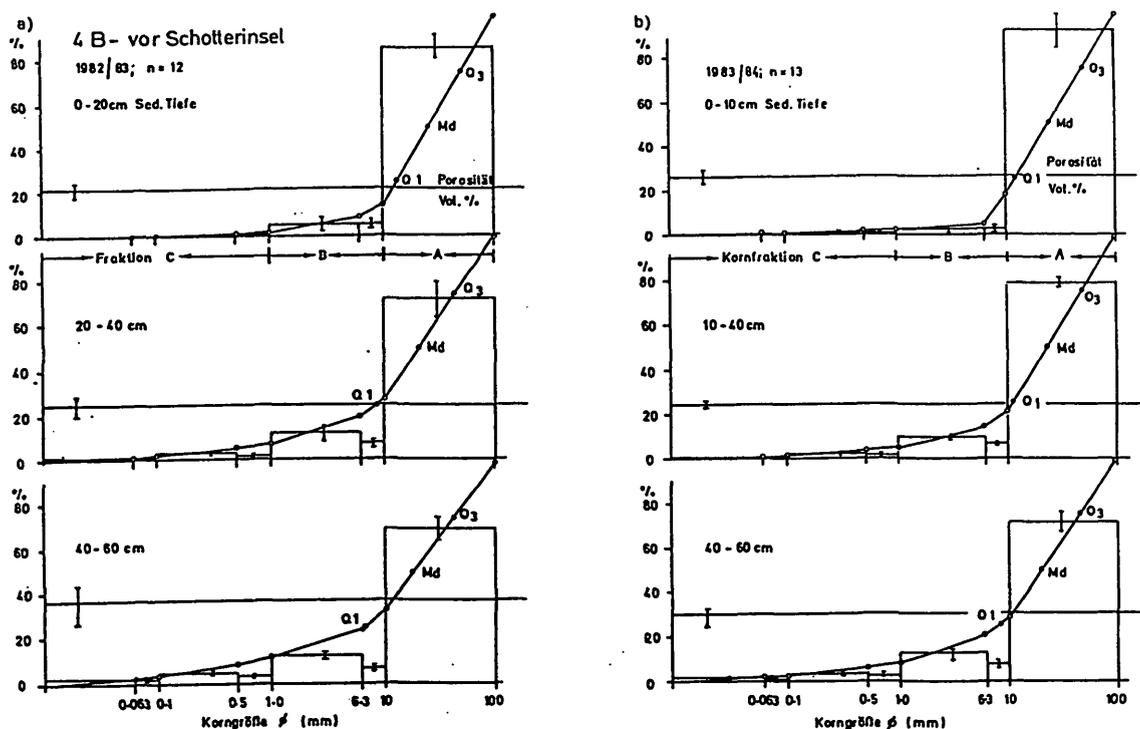


Abbildung 1: Korngrößenanalysen als Histogramme und Kornsummenkurven (Gewichts-%), sowie Porosität (Vol.-%). Jahresmittel 1982/83 und 1983/84.

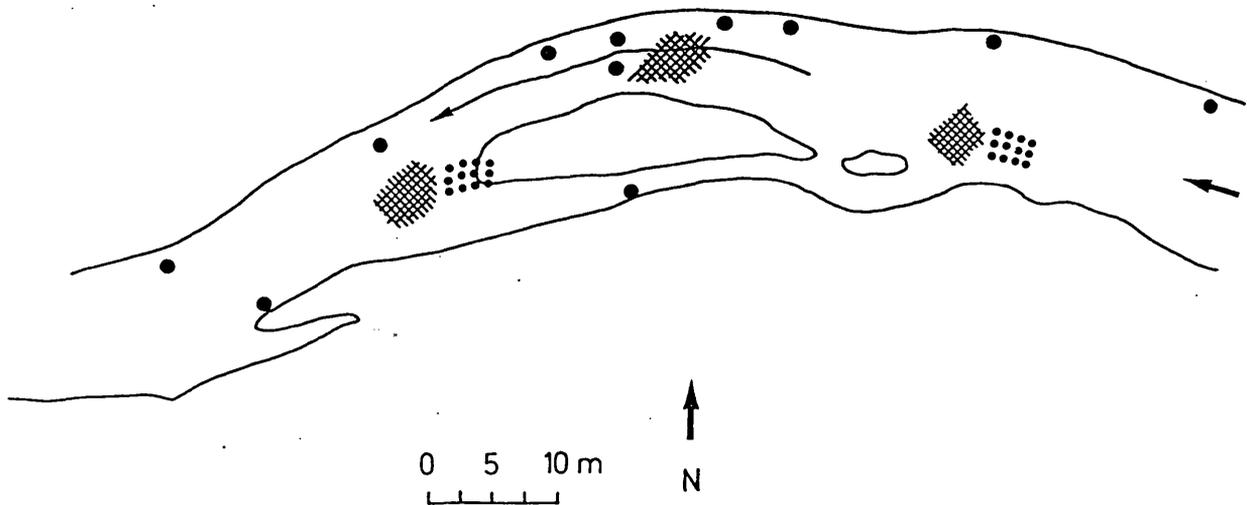


Abbildung 2: RITRODAT-Untersuchungsareal. Uferlinie bei mittlerem Wasserstand. Pfeile zeigen die Hauptströmungsrinne.

Punkte: permanent ausgesetzte Sonden (Abpumpen der Lückenraum-sedimente)

Schraffiert: Freeze-Core-Bereiche

Sortierungskoeffizienten liegen in der Nähe von 2, womit eine sehr hohe Korngrößenbreite angezeigt wird (LEICHTFRIED 1986). Die Porosität dieser Sedimente ist hoch (im Mittel um 24 Vol.-%, Abb.1), die Lückenräume sind daher groß. Ein so gestaltetes Bachbett ermöglicht der Bachbiozönose, bis zur Sedimenttiefe von 60 cm zu leben und Verteilungsmaxima in der Sedimenttiefe von 20-40 cm auszubilden (BRETSCHKO 1981; BRETSCHKO e.a. 1986; KLEMENS 1985).

Energiebasis dieser Biozönose ist die allochthone organische Substanz (CUMMINS 1974; FISHER e.a. 1973; HYNES 1963). Sie tritt diskontinuierlich in verschiedenster Form, Art und Größe (eingeweht - äolische Drift: Laubfall, Staub, Pollen; eingeschwemmt: Ufererosion) (BOLING e.a. 1975; CUMMINS 1974) in das System ein, wobei der herbstliche Laubfall der temperierten Klimazone der augenscheinlichste Eintrag von partikulärer organischer Substanz (POM) ist (BRETSCHKO 1986). Frisches Laub ist proteinarm und für die Makrobiozönose schlecht verwertbar. Es muß zuerst von einem Futter niedriger Qualität in Futter hoher Qualität umgewandelt werden. Diese wichtige und wesentliche Aufgabe übernimmt das Mikrobenthos (Pilze, Bakterien, Einzeller) (ARSUFFI e.a. 1984 und 1985; BERRIE 1976; IVERSEN 1973; etc.). Es vermittelt, gewissermaßen als eine

Drehscheibe, zwischen der eingetragenen allochthonen organischen Substanz und der Makrobiozönose. Die Besiedlungsprozesse (zuerst Pilze, dann Bakterien, KAUSHIK e.a. 1971) werden durch die Lösungsprozesse eingeleitet, die dem Mikrobenthos notwendige Nährstoffe (DOM) liefern (KAPLAN e.a. 1985). Durch den Aufbau der mikrobiellen Biozönose und deren adhäsiv gebundenen Ausscheidungsprodukte - den sogenannten Biofilm (BRETSCHKO e.a. in press; LEWIN 1984; MARSHALL 1984; WANNER e.a. 1985) - wird die allochthone organische Substanz für die übrigen Konsumenten verwertbar und zu einem attraktiven proteinreichen Futter (HYNES e.a. 1974; ROSSET e.a. 1982; IVERSEN 1973; etc.). Der Biofilm wird nicht nur auf organischen, sondern auch auf anorganischen Sedimentpartikeln aufgebaut, die dadurch ebenfalls zu einer wichtigen Energiequelle für die Makrobiozönose im Bettsediment werden.

Ein limitierender Faktor für die Ausbildung des Biofilms ist die für das Mikrobenthos besiedelbare Kornoberfläche. Korngröße und Kornoberfläche stehen in einer negativen Potenzbeziehung (Abb.3) (HARGRAVE 1972; LEICHTFRIED 1984, 1985 und 1986). Die gewichtsmäßig unterrepräsentierten Korngrößen <1mm ϕ der Bettsedimente (Abb.1) gewinnen somit stark an Bedeutung. Nur 10 g vom Sediment mit einem Korndurchmesser von 0,1 mm bieten mehr als 1 m² besiedelbare Kornoberfläche (Abb.3).

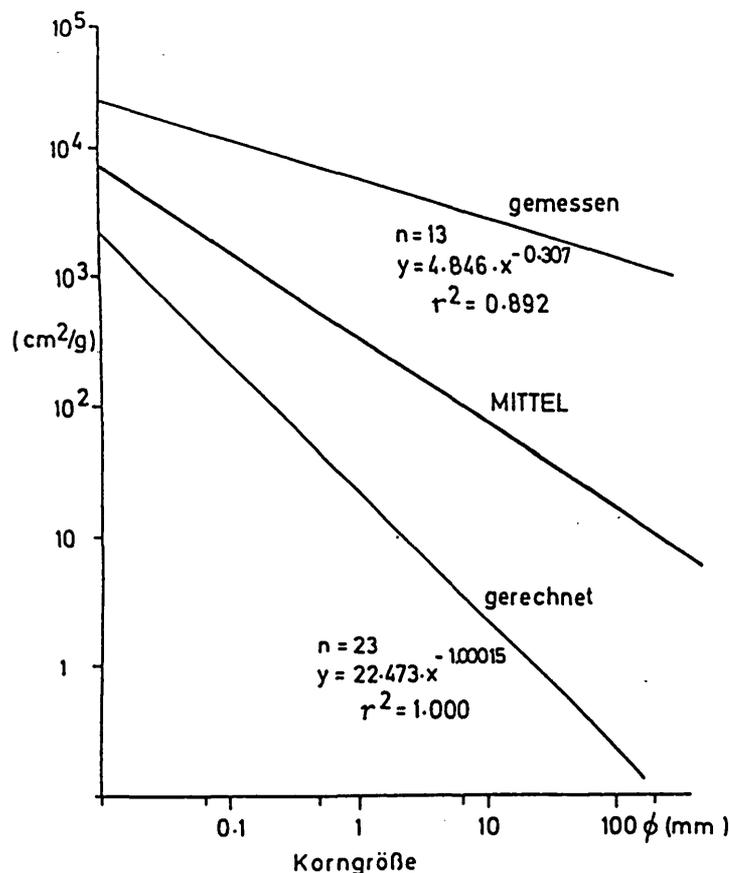


Abbildung 3: Kornoberflächen pro Gewichtseinheit (cm^2/g).

Die quantitative Bedeutung von Biofilm und toten organischen Partikeln wird sichtbar, vergleicht man die vorhandenen Mengen der organischen Substanz und der Biomasse der gesamten Meiobiozönose im Bettsediment (LEICHTFRIED 1986). Beide als organischer Kohlenstoff betrachtet stehen in einem Verhältnis 250.000 : 1 ! Der Anteil toter organischer Partikel ist offenbar gering, da der gemessene organische Kohlenstoff zwar mit der verfügbaren Kornoberfläche korreliert (LEICHTFRIED 1985, 1986), nicht aber mit der Frequenz toter organischer Partikel (Abb.4, BRETSCHKO e.a. in press).

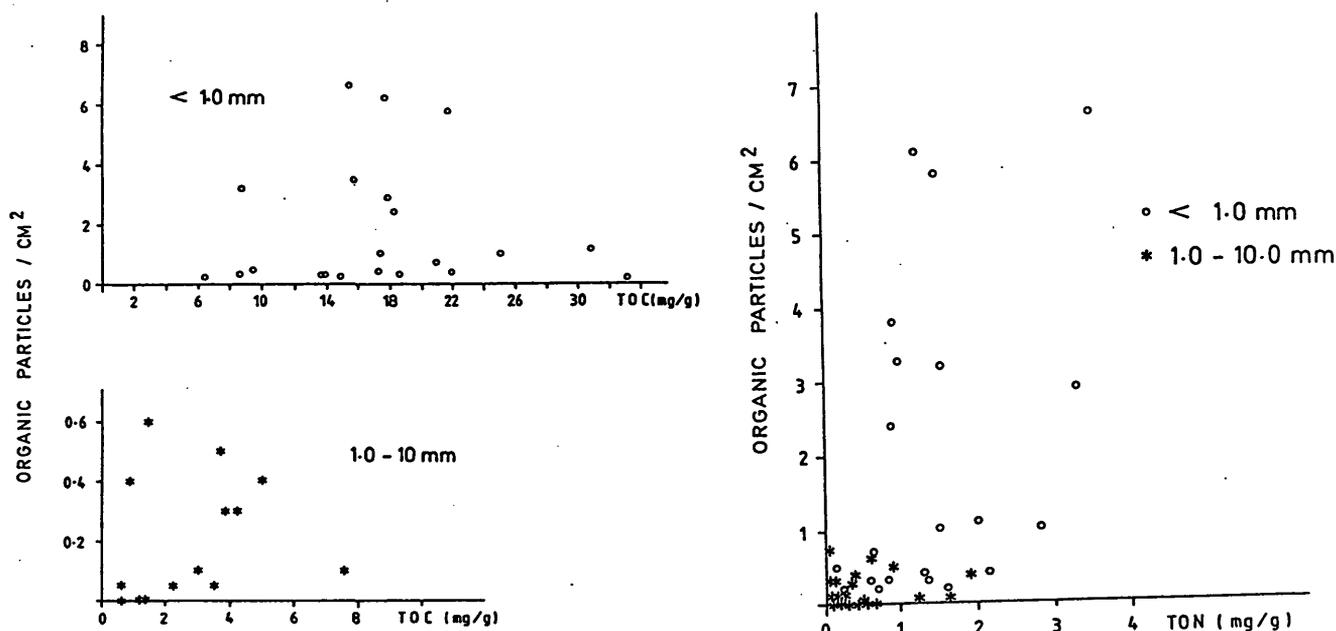


Abbildung 4: Organische Partikel pro cm^2 und Konzentration an TOC und TON (BRETSCHKO e.a. in press).

Die ersten direkten Bakterienbiomasse- und Bakterienproduktionsbestimmungen in den Sedimenten eines Fließgewässers (MARXSEN e.a. in press) bestätigen diese Aussage. Wie schon erwähnt, wurden als Parameter für die partikuläre organische Substanz (POM) der organische Kohlenstoff (TOC) und Stickstoff (TON) gewählt (BRETSCHKO e.a. 1987; LEICHTFRIED 1986), die POM-Qualität wurde als C/N-Verhältnis (HUTCHINSON 1957; HYNÉ 1978) bestimmt. Von einer höheren Futterqualität ist zu sprechen, wenn der Mikrobenthosanteil und dadurch der Protein- und

Stickstoffanteil höher ist (niedere C/N-Verhältnisse! CUMMINS e.a. 1979; NAIMANN e.a. 1979).

Die Jahresmittel der TOC-Gehalte im Bettsediment (bis zu 60 cm Sedimenttiefe) unter 1 dm² variieren entsprechend der unterschiedlichen Strömungsverhältnisse des Oberflächenwassers sehr stark (15,5g - 33,2 g), dagegen sind die Jahresmittel der TON-Gehalte praktisch gleich (1,7g - 2,2g, Tab.1). Die Kornfraktion <1mm ϕ , die im Mittel gewichtsmäßig lediglich 6-9 % der Kornzusammensetzung ausmacht, beteiligt sich an diesem TOC- und TON-Gehalt mit bis zu 88 % im Jahresmittel und ist somit prägend für das gesamte Bettsediment (Tab.1).

BACHBEREICH	VOR SCHOTTERINSEL	HAUPT- STRÖMUNGS RinNE	UNTER SCHOTTERINSEL
Gesamtgehalt (g unter 1 dm ²):			
TOC	33,2 g	15,5 g	28,6 g
TON	1,8 g	1,7 g	2,2 g
C/N	18	9	13
Anteil der Fraktion <1mm ϕ am Gesamtgehalt (Gewichts-%):			
TOC	70 %	79 %	79 %
TON	88 %	63 %	78 %
Anteil der Fraktion <1mm ϕ an der Kornzusammensetzung (Gewichts-%):			
	6 %	7 %	9 %

Tabelle 1: Zweijahresmittel (n=150) der TOC- und TON-Gehalte, sowie Anteile der Korngrößenfraktion <1mm ϕ .

Die Futterqualität des POM zeigt hier eine positive Beziehung zur Strömung des Oberflächenwassers, sie ist in der Hauptströmungsrinne am besten (Tab.1, LEICHTFRIED 1986). Sowohl der TOC als auch TON weist höhere Gehalte in den tieferen Sedimentschichten auf, obwohl die Konzentrationen ein anderes Vertikalverteilungsmuster haben (Abb.5). Die frei beweglichen, abgepumpten Lückensedimente zeigen sowohl bei Gehalten als auch Konzentrationen die gleichen Verteilungsmuster (Abb.2 und 6) wie die Bettsedimente.

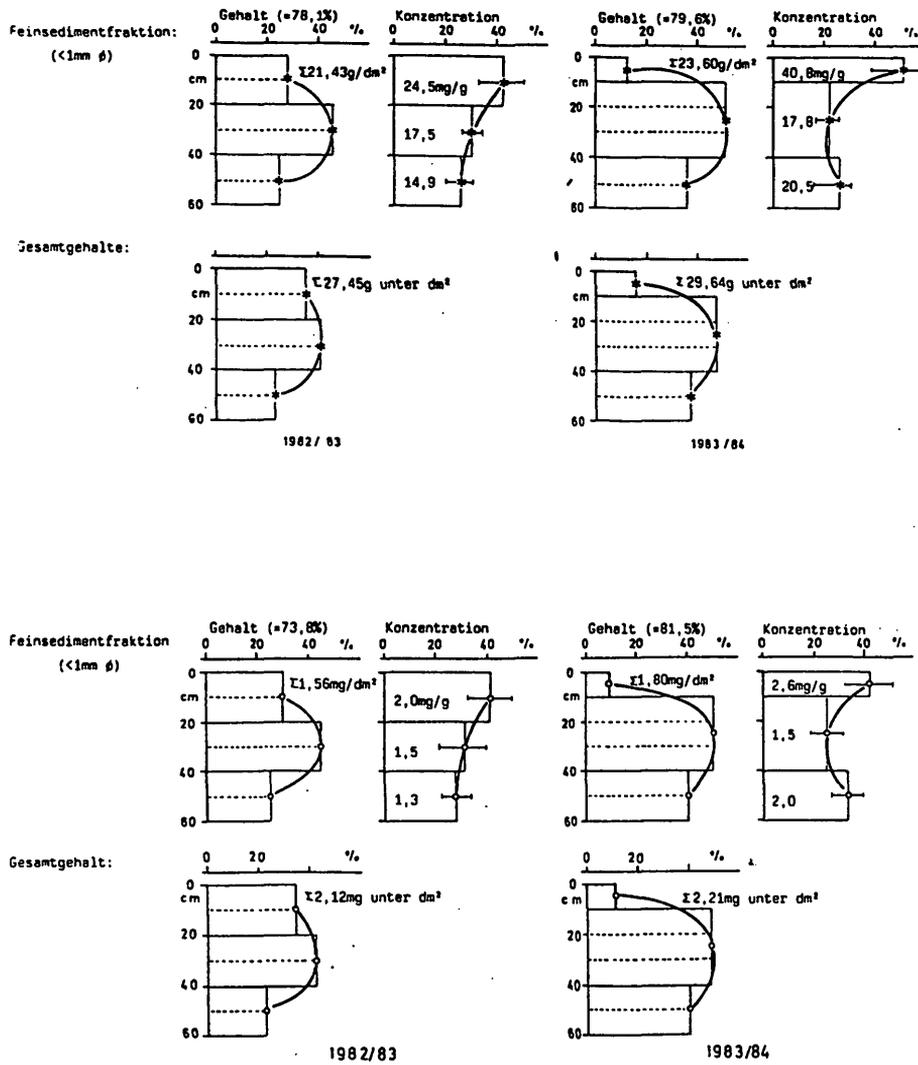


Abbildung 5: Relative Tiefenverteilung von TOC- und TON-Gehalten und -Konzentrationen im Bettsediment des Oberen Seebaches. n=12, Jahresmittel.

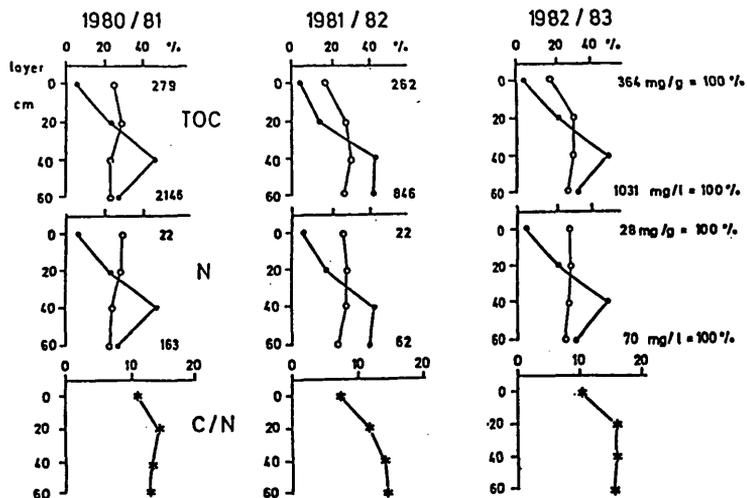


Abbildung 6: Relative Tiefenverteilung von TOC, N und C/N im Lückenraum-sediment, Jahresmittel, Oberer Seebach.

○—○ Konzentrationen (mg/g) ●—● Gehalte (mg/L)

Die niedrigsten C/N-Verhältnisse in der obersten Sedimentschicht und somit die höchste Futterqualität des POM zeigen wiederum die positive Beziehung "Futterqualität/Oberflächenwasserströmung" (Abb.6).

Die Horizontalverteilungen von TOC, N und P, gemessen in 20 cm Sedimenttiefe, zeigen in allen untersuchten Jahren ein ähnliches Bild: Niedere Gehalte, Konzentrationen und C/N-Verhältnisse in der Hauptströmungsrinne (Abb.7 als Beispiel).

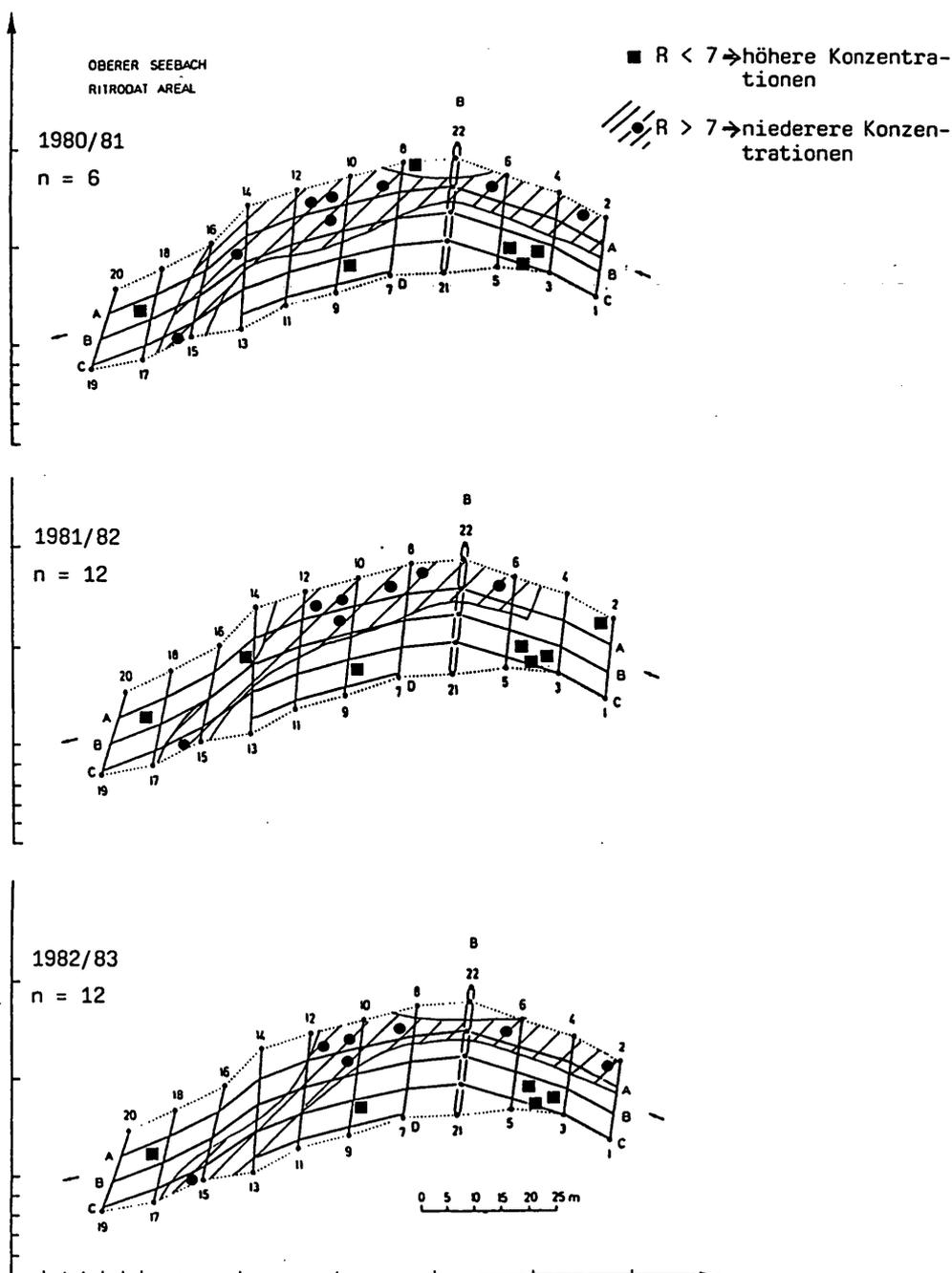


Abbildung 7: Horizontalverteilung von TOC, N und C/N im RITRODAT-Areal, 20 cm Sedimenttiefe, Jahresmittel.

Wieder zeigt sich, daß die Bereiche höherer Oberflächenwasserströmung kleinere Futtermengen, aber von höherer Qualität, aufweisen. Die Stickstoff-Gehalte steigen mit den TOC-Gehalten, allerdings in kleinerem Maße, sodaß die Futterqualität mit den TOC-Gehalten sinkt (Abb.8 als Beispiel).

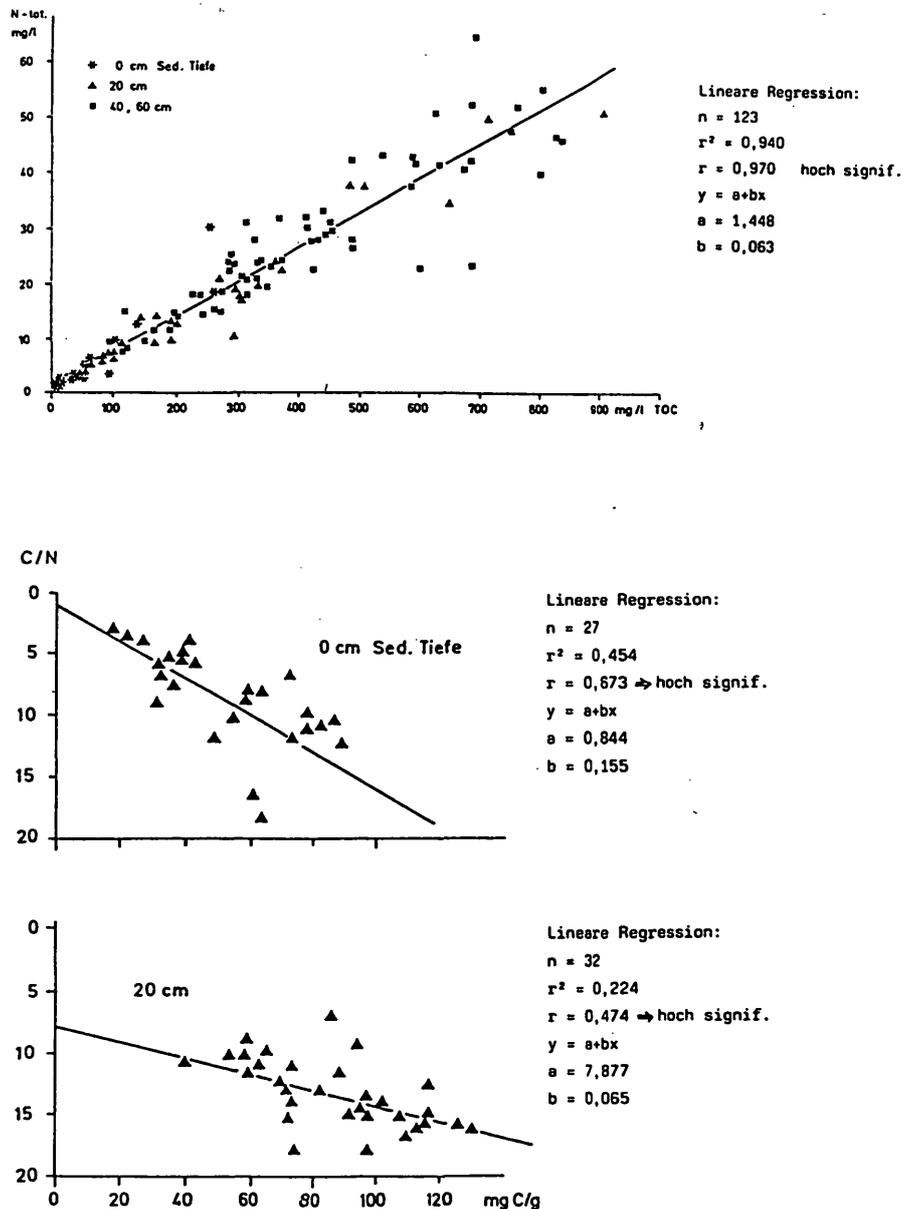


Abbildung 8: Korrelation der TOC- und N-Gehalte im Sediment, Oberer Seebach.

Jahreszeit und die damit zusammenhängende Häufigkeit hoher Pegelstände sowie Eintragsart des POM sind wichtige Faktoren für den zeitlichen Ablauf des POM-Angebotes in den Bettsedimenten (Abb.9 und 10, LEICHTFRIED 1986).

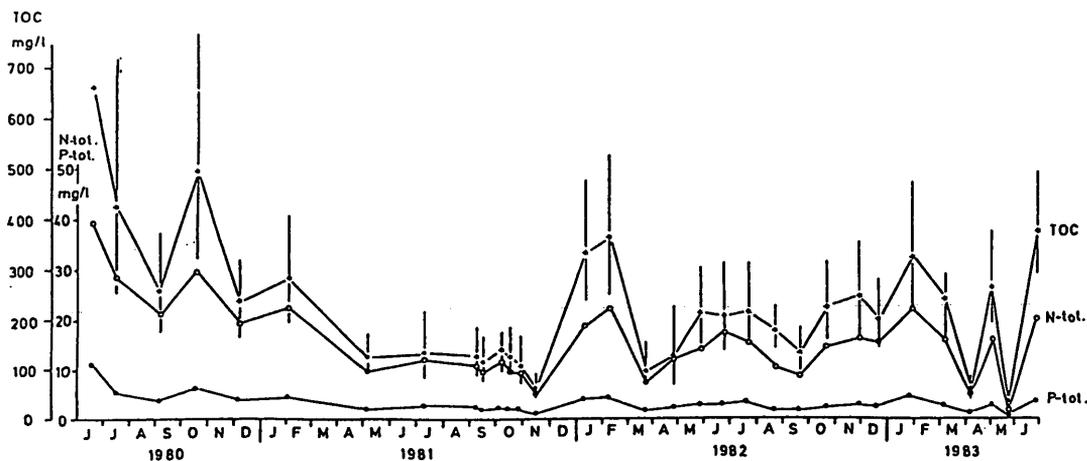


Abbildung 9: TOC-, N- und P-total-Gehalte im Lückenraumsediment, über alle RITRODAT-Sonden geometrisch gemittelt, n=30.

Winter- und Sommermaxima, die auf zwei unterschiedliche POM-Eintragsmechanismen zurückzuführen sind, kann man in allen drei Untersuchungsjahren beobachten (Abb.10). Das Sommermaximum gibt den eingeschwemmten, schon prozessierten, sofort gut verwertbaren Ufererosionseintrag unmittelbar wieder. Das Wintermaximum wird von dem im Herbst gefallenen Laub verursacht, das einige Monate benötigt, bis es für das Zoobenthos verfügbar wird, das heißt vom Mikrobenthos besiedelt, vom Biofilm überzogen bzw. in diesen umgewandelt und so zu einem proteinreichen Futter hoher Qualität geworden ist.

Für das regelmäßig wiederkehrende jahreszeitliche POM-Muster im Bettsediment bei nicht vorhersagbarem POM-Eintrag könnte die Wirkung des Biofilms als Puffer von Bedeutung sein. Die verschiedenen Komponenten des Gesamtbegriffs POM (Pflanzliches lebend, tot und Biofilm) und ihre Rolle im System kennenzulernen ist das Ziel zukünftiger Untersuchungen.

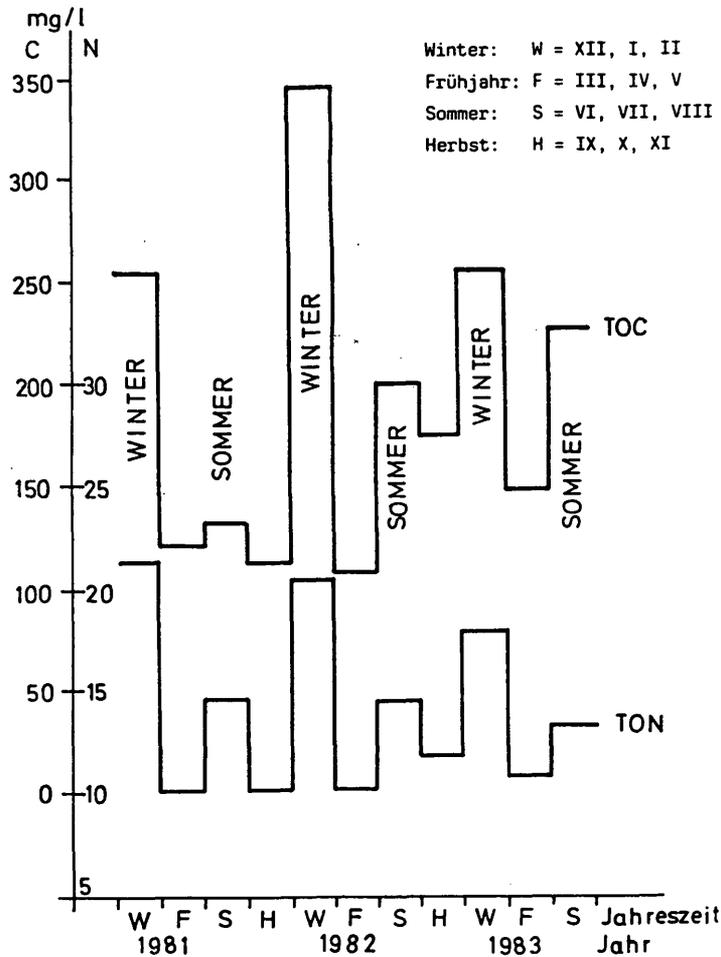


Abbildung 10:
Gehalte von TOC und N im
Lückenraumsediment, über
alle Sonden und Jahres-
zeiten gemittelt (n~70).

Literatur:

- ARSUFFI, T.L., SUBERKROPP, K., 1984: Leaf processing capabilities of aquatic hyphomycetes: interspecific differences and influence on shredder feeding preferences.- *Oikos* 42: 144-154.
- , 1985: Selective feeding by stream caddisfly (Trichoptera) detritivores on leaves with fungal-colonised patches.- *Oikos* 45: 50-58.
- 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., 1981: Vertical distribution of zoobenthos in an alpine brook of the RITRODAT-Lunz study area.- *Verh.Internat.Verein.Limnol.* 21: 873-876.
- , 1986: Laubablagerung im Bachbett.- *Jber.Biol.Stn Lunz* 9: 10-11.
- 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.
- , in press: Distribution of organic matter and fauna in a second order, alpine gravel stream (RITRODAT-LUNZ Study Area, Austria).- *Verh.Internat.Verein.Limnol.*
- CUMMINS, K.W., 1974: Structure and function of stream ecosystems.- *Bio Science* 24(11): 631-641.
- CUMMINS, K.W., KLUG, M.J., 1979: Feeding ecology of stream invertebrates.- *Ann.Rev.Ecol.Syst.* 10: 147-172.
- FISHER, S.G., LIKENS, G.E., 1973: Energy flow in Bear brook, New Hampshire: An integrative approach to stream ecosystem metabolism.- *Ecological Monographs* 43: 421-439.
- 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; hydrophysical approach to quantitative morphology.- *Geol.Soc.Am. Bull.* 56: 275-370.
- HUTCHINSON, G.E., 1957: A treatise on limnology, Vol.1, London, 1015pp.
- HYNE, N.J., 1978: The distribution and source of organic matter in reservoir sediments.- *Environm.Geol.* 2: 279-285.
- HYNES, H.B.N., 1963: Imported organic matter and secondary production in streams.- *Int.Congr.Zool.Washington* 16: 324-329.
- HYNES, H.B.N., KAUSHIK, N.K., LOCK, M.A., LUSH, D.L., STOCKER, Z.S.J., WALLACE, R.R., WILLIAMS, D.D., 1974: Benthos and allochthonous organic matter in streams.- *J.Fish.Res.Bd.Can.* 31(5): 545-553.
- IVERSEN, T.M., 1973: Decomposition of autumn-shed beech leaves in a spring-brook and its significance for the fauna.- *Arch.Hydrobiol.* 72(3): 305-312.
- KAPLAN, L.A., BOTT, T.L., 1985: Acclimation of stream-bed heterotrophic microflora: metabolic responses to dissolved organic matter.- *Fresh-wat.Biol.* 15: 479-492.
- KAUSHIK, N.K., HYNES, H.B.N., 1971: The fate of the dead leaves that fall into streams. *Arch.Hydrobiol.* 68(4): 465-515.

- KLEMENS, W.E., 1985: Zur Problematik quantitativer Probennahmen in den Bett-sedimenten von Schotterbächen unter besonderer Berücksichtigung der benthischen Makro- und Meio-Invertebraten.- Diplomarbeit, FU Berlin, Fachbereich Biologie.
- LEICHTFRIED, M., 1982: Studien zur Konzentration und Verteilung Partikulärer Organischer Substanz (POM) im Bett sediment (N- und P-total Verteilung).- Jber.Biol.Stn Lunz 5: 51-75.
- , 1984: POM im Schotterbett des Oberen Seebachs: Kornoberflächenabhängigkeiten.- Jber.Biol.Stn Lunz 7: 34-48.
- , 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, Univ.Wien, 360 pp.
- LEWIN, R., 1984: Microbial adhesion is a sticky problem.- Science 224: 375-377.
- MARSHALL, K.E., (Edt.), 1984: Microbial adhesion and aggregation.- Life Sciences Research Report 31, Springer Verlag.
- MARXSEN, J., MOALEDJ, K., in press: On the composition of bacterial populations in a central European open grassland stream, the Breitenbach.- Verh.Int. Verein.Limnol. 23:
- MÜLLER, G., 1964: Sediment-Petrologie I. Methoden der Sedimentuntersuchung.- Schweizerbart, 303 pp.
- NAIMANN, J.R., SEDELL, J.R., 1979: Benthic organic matter as a function of stream order in Oregon.- Arch.Hydrobiol. 87: 404-422.
- , 1979a: Characterization of Particulate Organic Matter transported by some Cascade Mountain streams.- J.Fish.Res.Board Can. 36: 17-31.
- ROSSET, J., BÄRLOCHER, F., OERTLI, J.J., 1982: Decomposition of conifer needles and deciduous leaves in two Black Forest and two Swiss Jura streams. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 67(5): 695-711.
- STOCKER, H.S.J., WILLIAMS, D.D., 1972: Freezing core method for describing the vertical distribution of sediments in a streambed.- Limnol.Oceanogr. 17: 136-138.
- 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.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [1987_010](#)

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

Artikel/Article: [Microbiological Substrates in Gravel Beds of a Second Order Alpine Stream \(Project RITRODAT-Lunz, Europe, Austria\). 41-52](#)