©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Jber. Biol. Stn Lunz 11 (1988): 32-51

POM IM BETTSEDIMENT DES OBEREN SEEBACHS (RITRODAT-AREAL) UND DER DONAU (BEI FREUDENAU UND FISCHAMEND)

Maria LEICHTFRIED

I EINLEITUNG

Im Rahmen des Projektes "Chemisch-biologische Verhältnisse der Donausohle im Wiener Bereich" des Magistrates Wien konnte das Subprojekt "Einmalige Aufnahme der partikulären organischen Substanz (POM) im Bettsediment der Donau" verwirklicht werden. Diese Untersuchung und langjährige POM-Untersuchungen im Oberen Seebach lassen einen ersten Vergleich der Bettsedimente beider Gewässer hinsichtlich der Korngrößenverteilung und des POM-Gehaltes zu.

Die Kenntnisse über das Vorkommen der partikulären organischen Substanz (POM) der Bettsedimente eines Fließgewässers sind, wie schon oft gesagt, wesentlich für die Einschätzung der ökologischen Funktionsfähigkeit dieses Fließgewässers. Das ergibt sich aus den folgenden Überlegungen: Der wesentlichste Energieträger in einem Fließgewässerökosystem ist die partikuläre organische Substanz (POM), die entweder im System selbst produziert (autochthon: z.B. Algen und Makrophyten) oder in das System von außen eingetragen wird (allochthon, z.B. Erosionsmaterial, Laub, Holz). Die meisten Formen des allochthonen POM sind für die Bodentiere (Makrozoobenthos) eines Fließgewässers zunächst nicht verwertbar. Das Mikrobenthos (Pilze, Bakterien) vermittelt, gewissermaßen als eine Drehscheibe, zwischen der allochthonen organischen Substanz und der Makrofauna im System (LEICHTFRIED 1986).

Gelangt partikuläre organische Substanz in das System, beginnen sofort Lösungsprozesse und die Besiedlung durch das Mikrobenthos. Die Lösungsprozesse sind etwa in den ersten 24 Stunden nach Eintritt in das System abgeschlossen, sie liefern notwendige Nährstoffe (DOM, Dissolved Organic Matter) für die Mikrobiozönose. Zuerst sind es die Pilze, dann erst die Bakterien, die das POM kolonisieren (z.B. BERRIE 1976, CUMMINS 1974, KAUSHIK & HYNES 1971). Durch den Aufbau der mikrobiellen Biozönose und durch deren adhäsiv gebundene Ausscheidungsprodukte (MARSHALL 1984, WANNER & GUJER 1985) wird die allochthone partikuläre organische Substanz für die übrigen Konsumenten verwertbar. Die partikuläre organische Substanz wird zu einer attraktiven Futterquelle aufgewertet (z.B. IVERSEN 1973). Diese Vorgänge stellen im wesentlichen die Selbstreinigungskapazität eines Fließgewässers dar.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

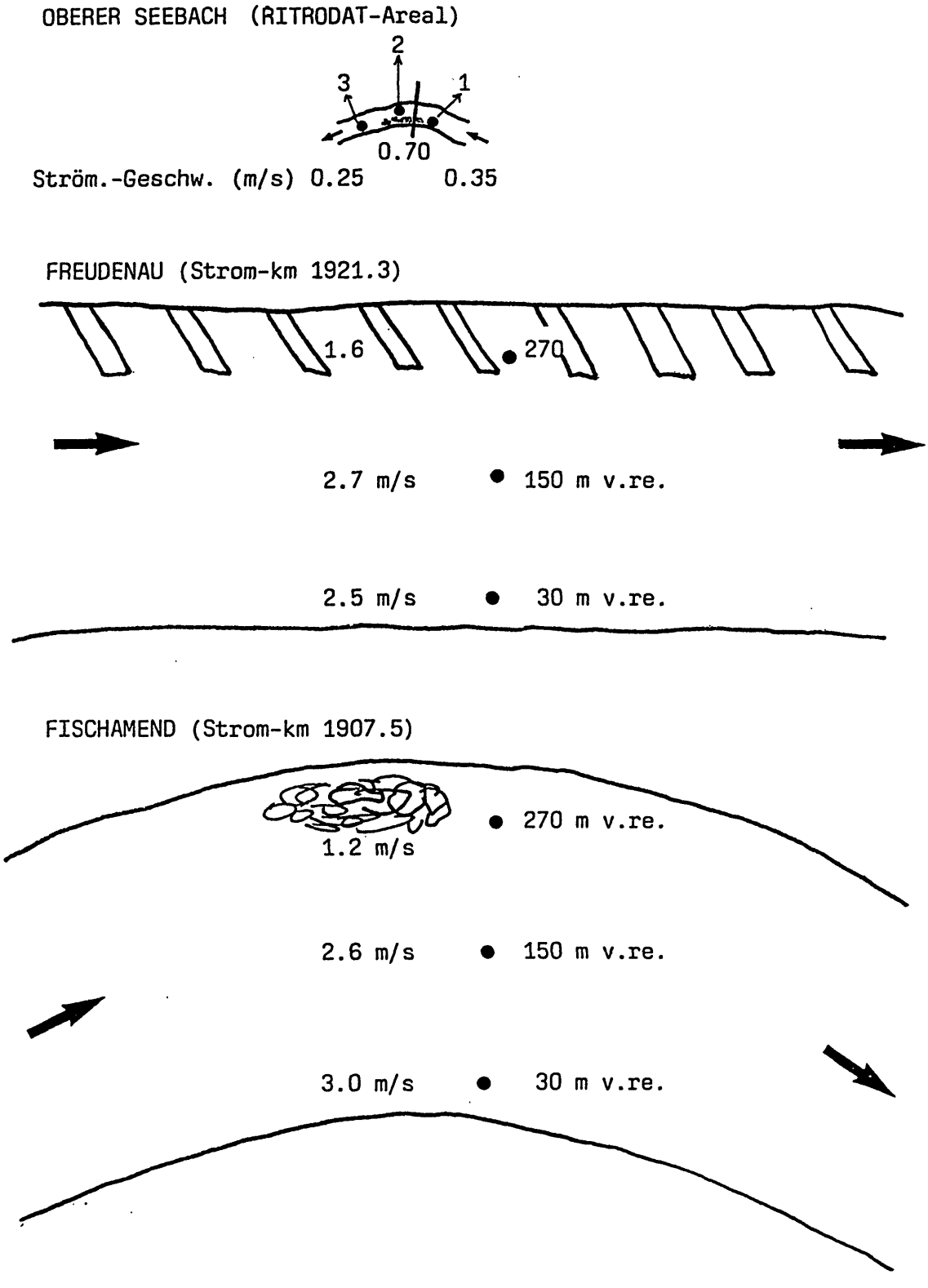


Abb. 1: Aufsichtsskizze der Probennahmeareale des Oberen Seebachs (1 - vor der Schotterinsel, 2 - in der Hauptströmungsrinne, 3 - unter der Schotterinsel) und der Donau (bei Freudenau und Fischamend) im Maßstab 1:5000.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

II METHODIK

II.1 Probennahme

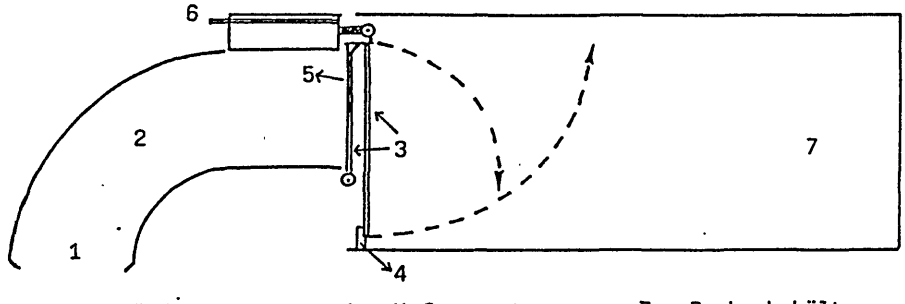
OBERER SEEBACH:

Die Bettsedimentproben wurden in drei Bereichen des RITRODAT-Areals (LEICHTFRIED 1986) mittels Freezingcoremethode (BRETSCHKO & KLEMENS 1986) gezogen (Abb.1):
- vor der Schotterinsel (Bereich 1)
- in der Hauptströmungsrinne (Bereich 2)
- unter der Schotterinsel (Bereich 3)

Zum Vergleich mit den Donau-Sedimenten wurde die oberste Schicht (0-20 cm Sedimenttiefe) im Jahresmittel der Freezingcores herangezogen.

DONAU:

Die Bettsedimente der Donau wurden in je 3 Bereichen (30, 150 und 270 m vom rechten Ufer) der Transekte bei Freudenau (Stromkilometer 1921,3) und Fischamend (Stromkilometer 1907,5) (Abb.1) im August 1987 beprobt. Die Probennahme (pro Bereich 5 Proben) erfolgte mit dem Vakuum-Sampler (HERRIG 1975). Das Gerät wurde an der Biologischen Station Lunz modifiziert der Entwicklung der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz nachgebaut (Abb.2). Es funktioniert ausgezeichnet, sowohl bei hoher Oberflächenwasserströmung (bis zu 3m/s!), als auch bei beträchtlichen Wassertiefen (bis 12 m).



1 = Ansaugöffnung
2 = Ansaugrohr
3 = Hebel
4 = Haftmagnet
5 = Klappe
6 = Öffnung zum Evakuieren
7 = Probenbehälter

Abb. 2: Schematischer Längsschnitt durch einen Vakuum-Sampler (Bodensauger) im Größenverhältnis etwa 1 : 5.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Das Gerät arbeitet nach dem Saugprinzip. Ein Gefäß wird evakuiert, mit Hilfe eines Elektromagneten verschlossen gehalten und zur Stromsohle hinabgelassen. Sobald die Ansaugöffnung die Stromsohle erreicht hat, wird der Verschluß gelöst, und die Bodensubstrate werden eingesaugt. Der Saugvorgang ist in weniger als 0,5 sec abgeschlossen. Die größte angesaugte Korngröße ist mit dem Durchmesser (ø) der Ansaugöffnung limitiert und beträgt in unserem Falle 75 mm. Im Unterschied zu anderen Methoden (Greifer-Prinzip) erfaßt das verwendete Sammelgerät bevorzugt alle kleinen Korngrößenklassen (Abb.3). Für die vorliegende Untersuchung sind gerade die kleinen Korngrößenklassen von größter Bedeutung:

Die Verteilung der organischen Substanz in den Bettsedimenten ist streng mit der verfügbaren Kornoberfläche korreliert, während diese Oberfläche eine negative exponentielle Korrelation mit den Korngrößen aufweist (FENCHEL 1970, HARGRAVE 1972, LEICHTFRIED 1985 und 1986, STÜWE 1983, TAUTERMANN 1977, VELIMIROV et al. 1981).

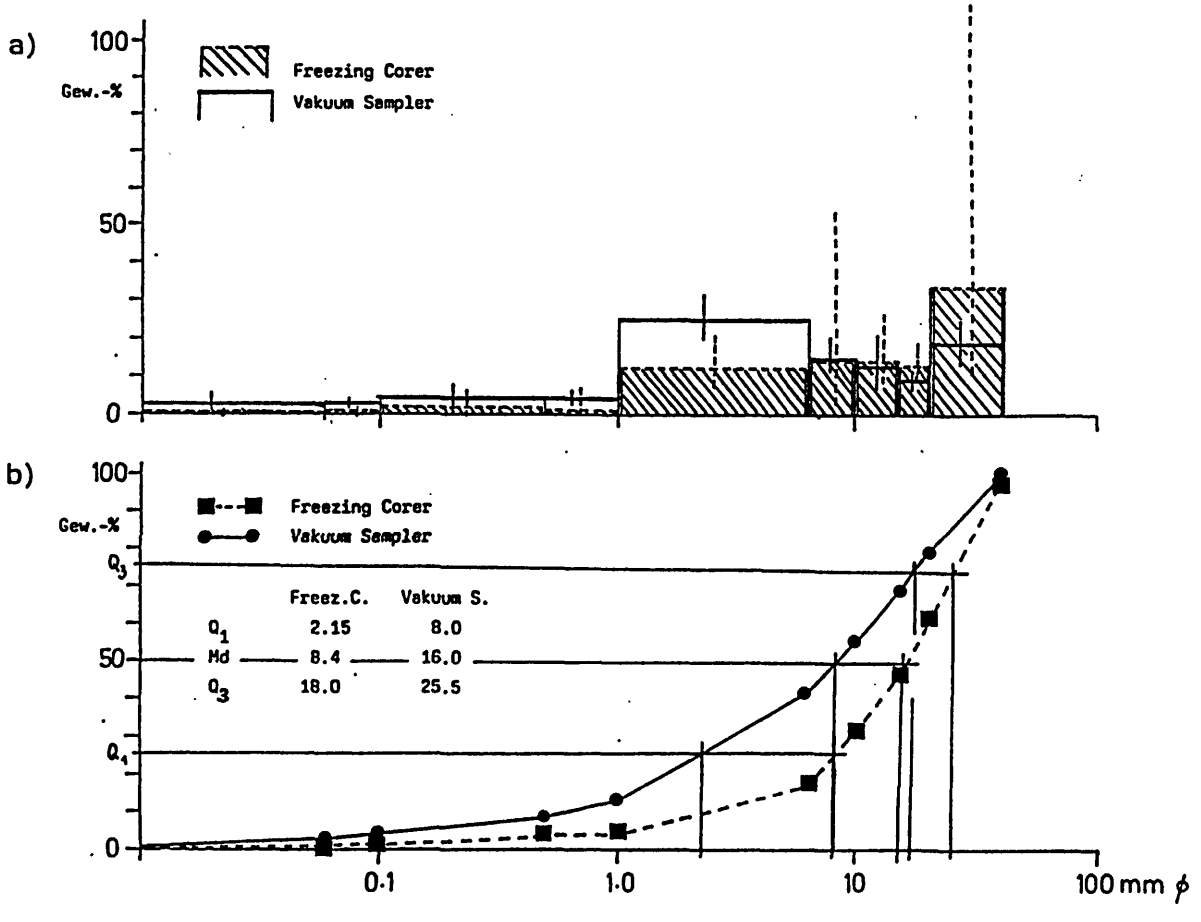


Abbildung 3: Mittlere relative Korngrößenverteilungen von Freezing-Core- (n=3) und Vakuum-Sampler- (n=5) Proben
a) als Histogramme dargestellt
b) als Summenkurven dargestellt

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

II.2 Probenvorbereitung und chemische Analytik

OBERER SEEBACH und DONAU:

Nachdem die Bettsedimentproben bei 90°C trockneten, wurden Korngrößenanalysen (MÜLLER 1964) durchgeführt. Die in drei Korngrößenklassen geteilten Proben (<1mm ø; 1-10mm ø; >10mm ø) des Oberen Seebachs und die 4 Korngrößenklassen (<0,063mm ø; >0,063mm ø; >1mm ø; >10mm ø) der Donaubettsedimente wurden chemisch analysiert.

Als Parameter für die POM-Messung wurden zwei wichtigste Bausteine organischer Substanzen - organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) und Stickstoff (TON) - gewählt und nicht, wie bei vielen Untersuchungen üblich, die Messung von trokkener (Glühverlust) oder nasser Oxydation. Bei der trockenen Oxydation dissoziiert der in Kalksedimenten häufige Dolomit schon unter 500°C (BRETSCHKO 1980). Kristallgebundenes Wasser wird ebenfalls mitgemessen. Bei der nassen Oxydation werden auch anorganische Verbindungen oxydiert (z.B.Eisen). Im Gegensatz dazu gibt es genügend organische Substanzen, die naß nicht oxydiert werden können. Beide Methoden wurden deshalb verworfen (BRETSCHKO & LEICHTFRIED 1987).

II.2.1 Kohlenstoff(org.)-Analyse (TOC)

Die auf Analysen-Korngröße (0,063mm) gemahlene Bettsedimentprobe wird mit einer 1:10 verdünnten Salzsäure angesäuert, mit durchgeblasener Luft vom CO_2 befreit und auf gemuffelte Whatman Glasfaserfilter GF/F, ø 2,5 cm, quantitativ übertragen. Diese werden im Induktionsofen (Low-Carbon-Analyser der Firma LECO) bei ca. 1800°C verbrannt. Das entstandene CO_2, das dem TOC der Probe entspricht, wird in einem Wärmeleitfähigkeits-Meßgerät bestimmt.

II.2.2 Stickstoff-Analyse (N)

Das getrocknete homogenisierte Sediment wird nach RAVEH und AVNIMELECH (1979) aufgeschlossen. Dieser Methode liegen die Arbeiten KOROLEFFS (1969, 1970) und die "Standard-Methoden" der USA (RAND et al. 1976) zu Grunde. Die N-Verbindungen werden mit Kaliumpersulfat unter Druck im Autoklaven (2 atm, 2-3 h) freigesetzt. Danach werden die als Ammonium, Nitrat und Nitrit vorlie-

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

genden N-Verbindungen mit Devarda-Legierung quantitativ zu Ammonium reduziert (RAVEH und AVNIMELECH 1979) und der Bestimmung als Indophenolblau zugeführt (z.B. SCHEINER 1976, SOLORZANO 1969). Die Ammonium-Ionen werden durch aktives Chlor zu Chloramin oxidiert; Chloramin reagiert mit Phenol zu Chinonchloramin und weiter im alkalischen Bereich zum Indophenol-Blau. Kolorimetrisch gemessen wird bei 690 nm und 5 cm Schichtdicke.

II.2.3 Differenzierung zwischen organisch (TON) und anorganisch gebundenem Stickstoff

Eine Differenzierung zwischen organisch und anorganisch gebundenem Stickstoff wurde auf Grund folgender Überlegung versucht. Organisch gebundener und für die Biozönose greifbarer Stickstoff befindet sich ausschließlich an der Oberfläche der Sedimentpartikel, während im Inneren der Partikel der Stickstoff anorganisch gebunden ist. Wenn organische Verbindungen vorkommen, sind diese jedoch für die Biozönose nicht greifbar. Unabhängig von der Bindungsart können die im Steininneren gefundenen Stickstoff-Konzentrationen gleich behandelt werden (BRETSCHKO & LEICHTFRIED 1987, LEICHTFRIED 1986).
Für die Messung von den für die Biozönose nicht erreichbaren Stickstoffmengen wurde das Innere von 10 größeren mineralogisch unterschiedlichen Steinen aus dem Oberen Seebach und 12 aus der Donau herangezogen (Tab.1). Es kann als sicher angenommen werden, daß die kleinen Sedimentfraktionen durch die mechanische Aufbereitung aus größeren Steinen hervorgegangen sind.

	Stickstoff (mgN/g)	
	OBERER SEEBACH	DONAU
n	10	12
$\bar{x}$	0,26	0,14
±CFL	±0,114	±0,097
s^2	0,0255	0,0233

Tab. 1: Steininneres mineralogisch verschiedener Steine aus dem Oberen Seebach und aus der Donau, auf Gesamtstickstoff (N) analysiert.
$\bar{x}$ - arithmetisches Mittel s^2 - Varianz
±CFL - 95 % Vertrauensbereich n - Steinanzahl

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die gefundenen Konzentrationen im Inneren sowohl der Seebachsteine als auch der Donausteine sind nieder und normal verteilt (Tab.1). Die Gesamtstickstoff-Konzentrationen wurden daher um diese Mengen vermindert, um den organisch gebundenen Stickstoff (TON) zu ermitteln.

II.2.4 Futterqualität

Das Verhältnis von TOC zu TON wird allgemein als Parameter für die Futterqualität verwendet (z.B. HYNE 1978). Hohe TON-Gehalte zeigen hohe Proteingehalte an und damit eine hohe Futterqualtität (z.B. IVERSEN 1973). Die Futterqualität ist demnach positiv mit dem TON-Gehalt und negativ mit dem TOC/TON-Verhältnis korreliert.

III RESULTATE

III.1 Korngrößenanalyse

In der Abbildung 4 (Tab.2) sind die Korngrößenverteilungen der Bettsedimente des Oberen Seebaches und der Donau als Histogramme dargestellt. In allen besammelten Bereichen, sowohl des Seebaches als auch der Donau, dominieren die Korngrößen mit einem ø >10 mm, die im Seebach bis zu 86 % im Jahresmittel und in der Donau bei Fischamend bis zu 94 % im Serienmittel ausmachen können (Abb.4, Tab.2).

Die rechte Seite der Donausohle der untersuchten Transekte führt immer die höchsten Anteile dieser groben Kornfraktion, die von rechts nach links abnimmt (Freudenau 79 %→55 %; Fischamend 94 %→58 %). Der Median sinkt bei Freudenau auf die Hälfte (22,3→11,5 mm ø) und bei Fischamend um etwa ein Drittel (19,5→12,0 mm ø), (Abb.5, Tab.3).

Die Anteile der Korngrößen 1-10 mm ø verdoppeln sich (16 %→33 %) bei Freudenau und verzehnfachen sich (3,5 %→33 %) bei Fischamend von rechts nach links.

Die Anteile der Kornfraktionen <1 mm ø steigen ebenfalls sowohl bei Freudenau (2,5-fach, 5 %→13 %)) als auch bei Fischamend (6-fach, 2,5 %→15 %) von rechts nach links an (Abb.4, Tab.2). Während bei beiden Querprofilen signifikante Unterschiede der Kornzusammensetzung zu finden sind, sind im Längsprofil die

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

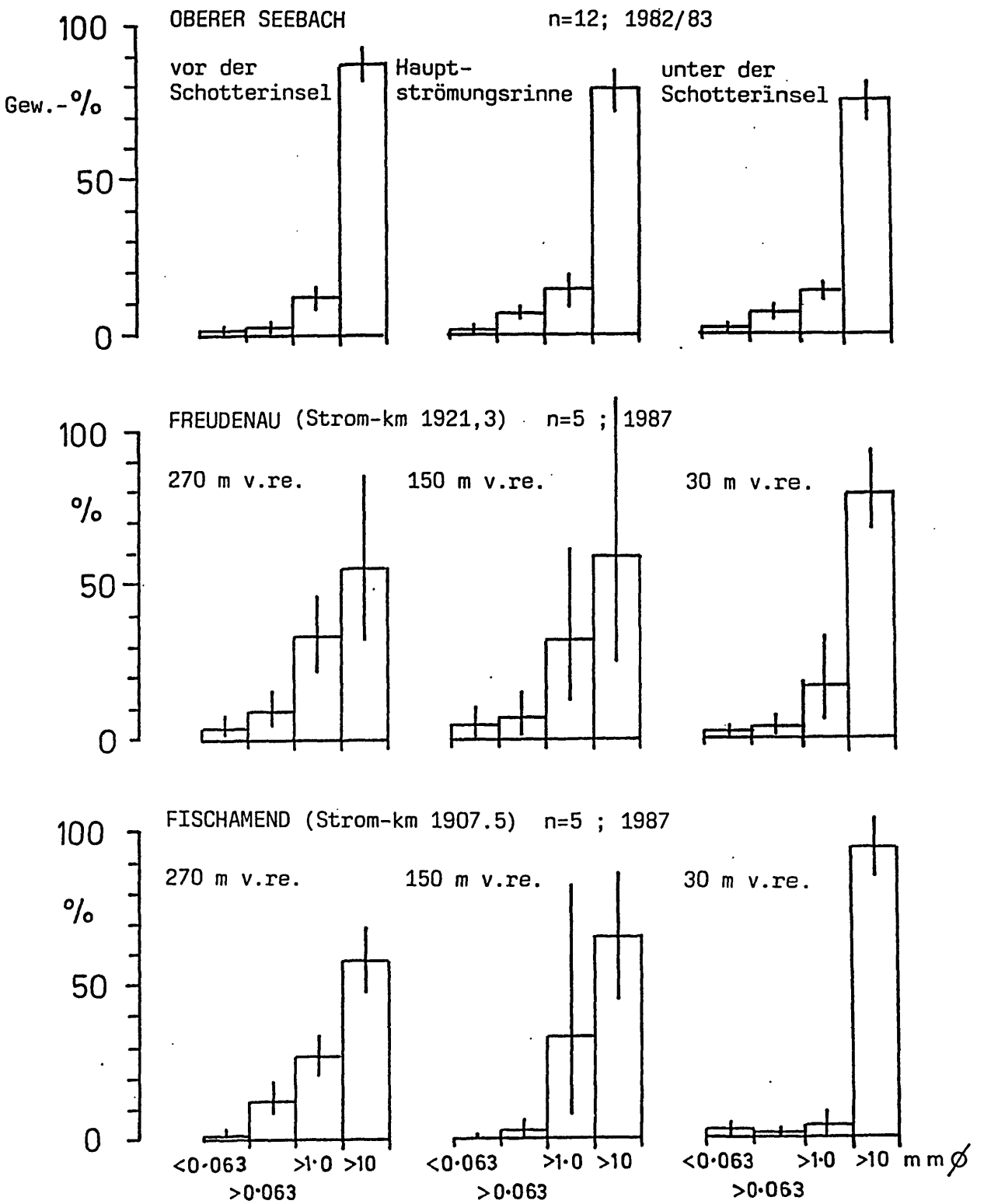


Abbildung 4: Korngrößen-Verteilungen im Oberen Seebach (Ritrodat-Areal) und in der Donau (Freudenau, Fischamend). Arithmetische Mittel

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Kornzusammensetzungen einheitlich. Die gegebene Kornverteilung ist ein Ergebnis der Topographie des Stromes in diesem Abschnitt: Entsprechend dem Linkskurvenradius bei Fischamend steigt die Strömungsgeschwindigkeit im rechten Bereich des Strombettes (während der Untersuchungszeit bis zu 3m/s). Bei Freudenau (gerader Verlauf des Stromes, Abb.1) erreichen die linksseitig eingebauten Buhnen den gleichen Strömungseffekt, wie die Linkskurve bei Fischamend. Die gefundene Korngrößenverteilung bestätigt diese Annahme.

Korngrößenkl. (mm ø)	<0,063	0,063-1	1-10	>10
Gewichts-%				
Oberer Seebach (n=12)				
vor Schotterinsel $\bar{x}_a$	0,33	1,75	11,74	86,18
(LL-UL)	(0,16-0,50)	(1,25-2,40)	(8,14-15,34)	(81,04-91,35)
Hauptströmungsrinne $\bar{x}_a$	0,58	6,46	14,27	78,69
(LL-UL)	(0,37-0,79)	(4,46-8,46)	(9,22-19,32)	(71,67-84,98)
unter Schotterinsel $\bar{x}_a$	0,81	6,20	18,36	74,63
(LL-UL)	(0,50-1,12)	(5,30-7,10)	(16,06-20,66)	(67,84-80,78)
Donau-Freudenau (n=5)				
270 m von re. $\bar{x}_a$	3,78	8,97	32,72	54,53
(LL-UL)	(0,46-8,14)	(3,88-15,56)	(21,58-46,07)	(31,30-84,57)
150 m von re. $\bar{x}_a$	4,20	6,51	31,52	57,77
(LL-UL)	(0,04-10,42)	(1,22-14,32)	(11,85-60,91)	(23,78-119,61)
30 m von re. $\bar{x}_a$	2,03	2,84	16,05	79,08
(LL-UL)	(0,92-3,41)	(0,17-6,58)	(5,54-32,96)	(66,38-92,83)
Donau-Fischamend (n=5)				
270 m von re. $\bar{x}_a$	1,86	13,10	27,30	57,74
(LL-UL)	(1,65-2,07)	(8,49-18,64)	(20,77-34,62)	(47,47-68,97)
150 m von re. $\bar{x}_a$	0,38	2,19	33,27	64,16
(LL-UL)	(0,20-0,58)	(0,04-5,44)	(8,06-83,00)	(44,91-86,35)
30 m von re. $\bar{x}_a$	2,04	0,48	3,52	93,96
(LL-UL)	(0,00-5,15)	(0,00-1,46)	(0,35-8,66)	(85,21-103,12)

Tab. 2: Korngrößenanalyse der Bettsedimente des Oberen Seebachs (RITRODAT-Areal) und der Donau (Freudenau und Fischamend).

$\bar{x}_a$ - arithmetisches Mittel

LL, UL - 95 % Vertrauensgrenzen nach einer $\log(x+1)$-Transformation

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Der Obere Seebach (RITRODAT-Areal) dagegen weist keine signifikante Korngrößenverteilungsunterschiede auf; alle gleichen Quartilmaße bewegen sich in gleicher Größenordnung (Abb.5, Tab.3). Q_1 und Md entsprechen denen der Donau auf der rechten Stromseite, Q_3 sind allerdings etwa doppelt so groß wie die der Donau (Abb.5, Tab.3).

	Q_1	$Md(Q_2)$	Q_3
Oberer Seebach (n=12)			
vor Schotterinsel	13,5	26,0	52,0
Hauptströmungsrinne	11,0	23,0	48,0
unter Schotterinsel	10,0	21,5	47,0
Donau-Freudenau (n=5)			
270 m von re.	3,5	11,5	21,5
150 m von re.	3,7	13,4	27,0
30 m von re.	11,5	22,3	30,0
Donau-Fischamend (n=5)			
270 m von re.	2,3	12,0	22,0
150 m von re.	4,8	13,8	23,7
30 m von re.	13,4	19,5	28,0

Tab. 3: Quartilmaße Q_1, Md (Q_2) und Q_3 (mm ⌀) der Bettsedimente des OBEREN SEEBACHES und der DONAU.

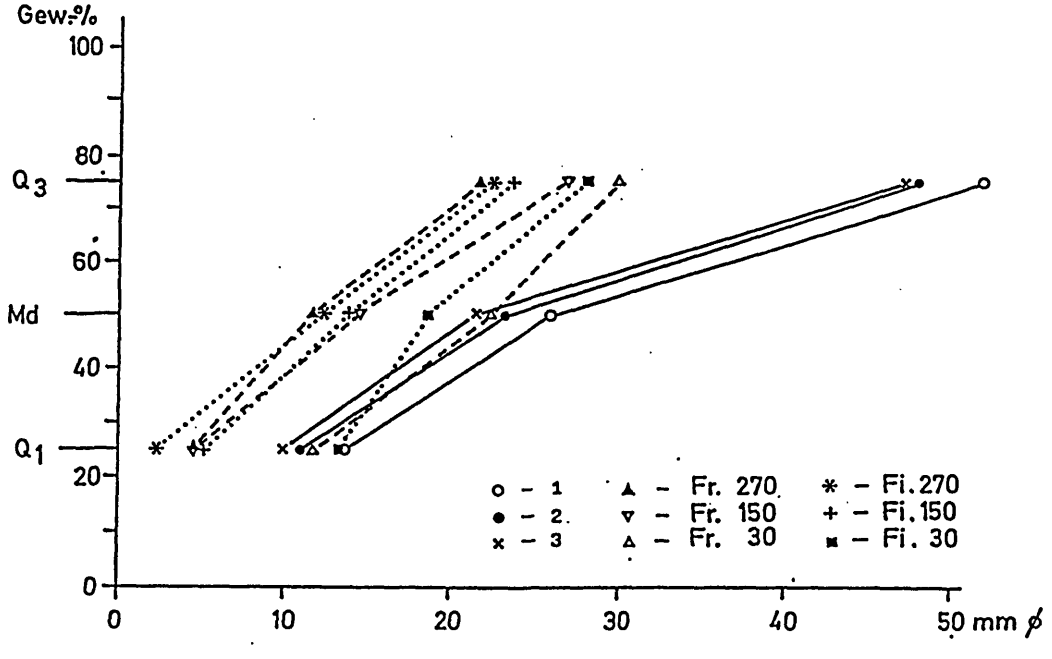


Abb. 5: Quartilen der Bettsedimente des Oberen Seebachs (Ritrodat-Areal: 1 - vor der Schotterinsel, 2 - in der Hauptströmungsrinne, 3 - unter der Schotterinsel) und der Donau (Fr. - Freudenau, Fi. - Fischamend, 270/150/30 m vom rechten Ufer)

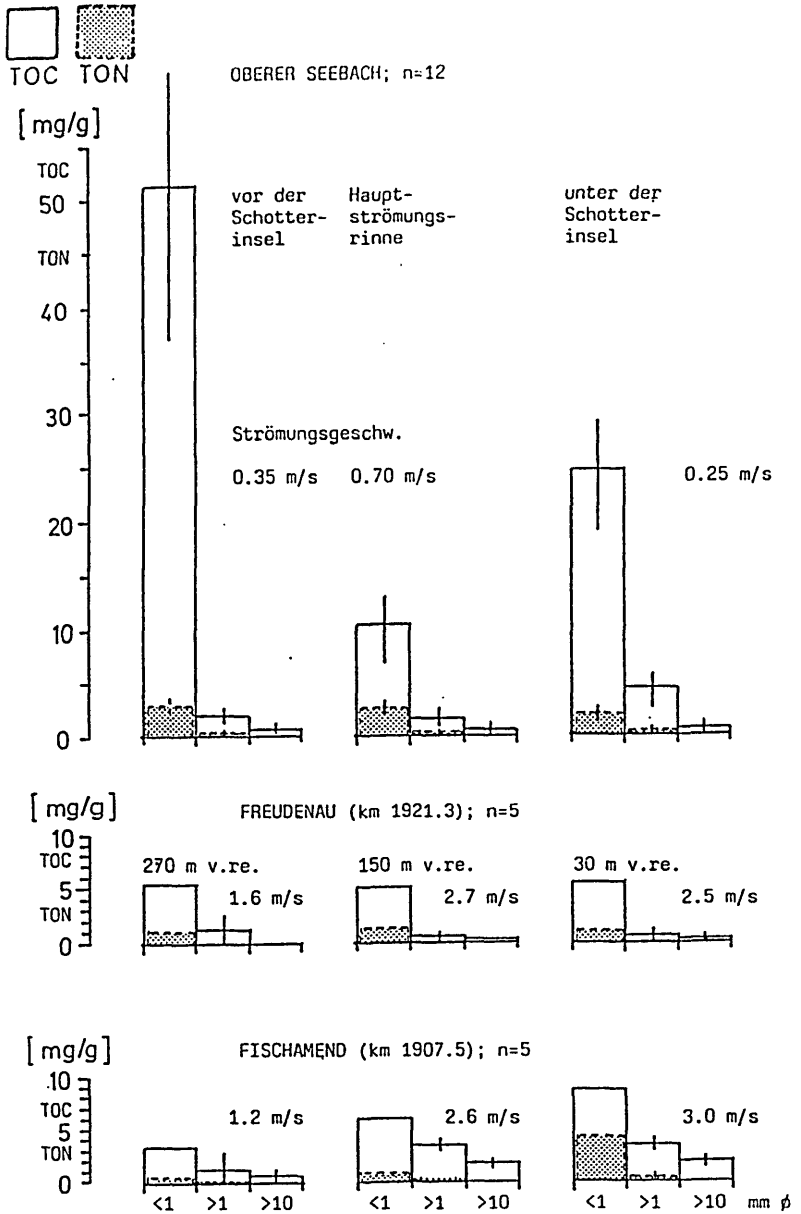


Abb. 6: TOC- und TON-Konzentrationen (mg/g) in den Bettsedimenten des Oberen Seebachs (Ritrodat-Areal) und der Donau (Freudenau und Fischamend). Arithmetische Mittel.

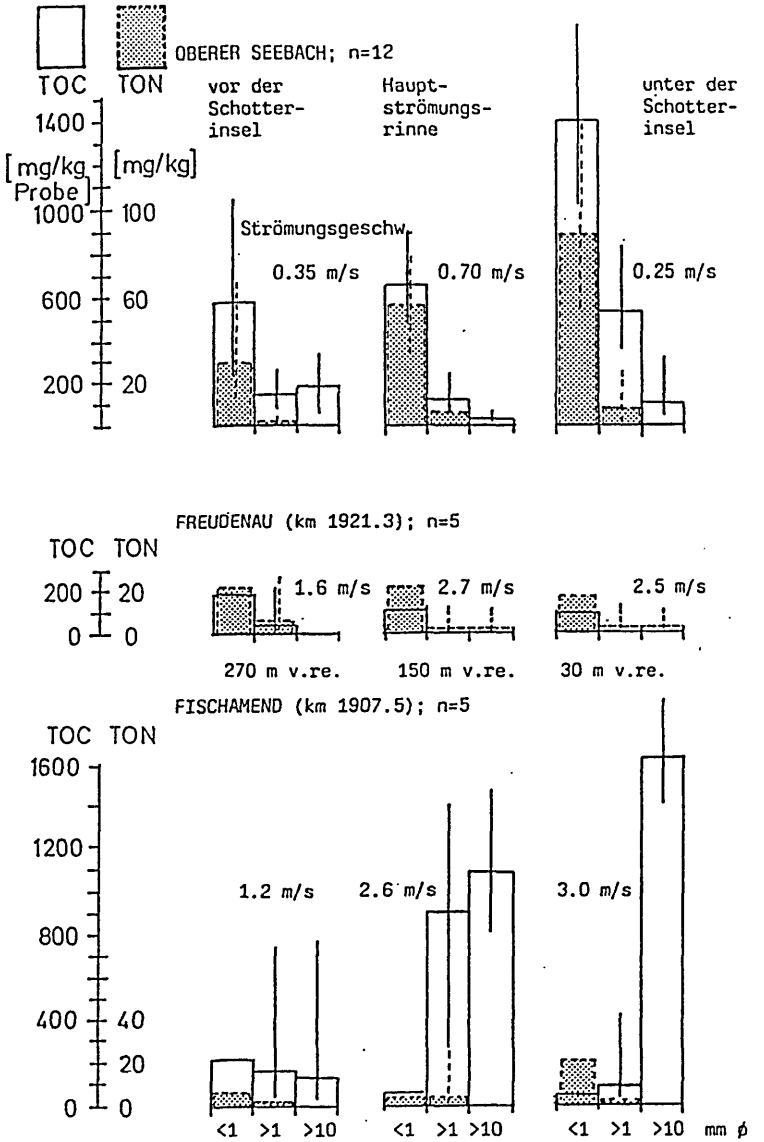


Abb. 7: TOC- und TON-Gehalte (mg/kg Probe) in den Bettsedimenten des Oberen Seebachs (Ritrodat-Areal) und der Donau (Freudenau und Fischamend). Arithmetische Mittel.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Oberer Seebach Korngrößenklasse (mm ϕ)	vor der Schotterinsel < 1	1 - 10	> 10	Σ	Hauptströmungsrinne < 1	1 - 10	> 10	Σ	unter der Schotterinsel < 1	1 - 10	> 10	Σ
TOC-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL - UL)	51.32 (36.67-61.79)	2.07 (1.38-2.76)	0.58 (0.38-0.78)		10.42 (6.78-13.04)	1.49 (0.81-2.17)	0.32 (0.19-0.45)		24.45 (18.80-28.89)	4.26 (2.38-5.45)	0.52 (0.29-0.75)	
TON-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL - UL)	2.81 (2.39-3.23)	0.03 (0-0.20)	n.n.		2.56 (1.38-3.92)	0.09 (0-0.27)	n.n.		1.74 (1.32-2.16)	0.09 (0-0.22)	n.n.	
TOC-Gehalte ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL - UL)	574.2 (214.2-1048.2)	141.6 79.2-252.4)	203.7 (94.4-438.0)	919.50	664.5 (487.0-906.6)	126.4 (67.3-236.5)	16.5 (2.7-80.1)	807.40	1410.4 (1070.7-1857.9)	551.8 (364.5-835.0)	113.2 (37.1-341.5)	2075.40
TON-Gehalte ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL - UL)	29.11 (11.8-70.1)	1.73 (0-6.74)	n.n.	30.84	56.76 (22.74-79.07)	6.31 (1.20-23.35)	n.n.	63.07	89.83 (54.34-148.06)	8.71 (2.10-29.38)	n.n.	98.54
TOC/TON	16.3	81.8	-		11.7	20.0			15.7	63.4	-	
Strömungsgeschw. (m/s) bei mittl. Pegel		0.35				0.70				0.25		

Tab. 4: POM im Bettsediment des Oberen Seebachs (RITRODAT-Areal). n=12 (Jahresmittelwerte);
TOC - gesamter org. Kohlenstoff; $\bar{x}_a$ - aritmetisches Mittel; LL - untere 95%-Vertrauensgrenze
TOC - gesamter org. Stickstoff; $\bar{x}_g$ - geometrisches Mittel; UL - obere 95%-Vertrauensgrenze
n.n. - nicht nachweisbar

Tab. 5 siehe p. 44 !

Tab. 6: Verhältnisse der TOC-Konzentrationen und -Gehalte, sowie TON-Konzentrationen und -Gehalte in den Bettsedimenten des Oberen Seebachs (SB) und der Donau bei Freudenau (FR) und Fischamend (FI)

Korngr. (mm ϕ)	SB/FR	SB/FI
TOC-Konzentrationen:		
< 1	2 - 10	1 - 15
1 - 10	2 - 13	0.4 - 4
> 10	3 - n.n.	0.2 - 1
TOC-Gehalte:		
< 1	3 - 16	3 - 38
1 - 10	3 - 55	0.14 - 7
> 10	1 - n.n.	0.01 - 1.5
TON-Konzentrationen:		
< 1	1.5 - 3	0.4 - 8
1 - 10	0.5 - n.n.	0.2 - 9
> 10	n.n.	n.n.
TON-Gehalte:		
< 1	1.3 - 5	1.4 - 31
1 - 10	0.3 - n.n.	0.8 - 15
> 10	n.n.	n.n.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5: POM im Bettsediment der Donau bei Freudenau und Fischamend. n = 5 (Serienmittelwerte)

TOC-gesamter org. Kohlenstoff; $\bar{x}_a$ - aritmetisches Mittel; LL - untere 95%-Vertrauensgrenze

TON-gesamter org. Stickstoff; $\bar{x}_g$ - geometrisches Mittel; UL - obere 95%-Vertrauensgrenze

n.n. - nicht nachweisbar

FREUDENAU Korngr.-Klasse (mm ø)	270 m von rechts < 1	1 - 10	> 10	Σ	150 m von rechts < 1	1 - 10	> 10	Σ	30 m von rechts < 1	1 - 10	> 10	Σ
	(gewichtetes Mittel)				(gewichtetes Mittel)				(gewichtetes Mittel)			
TOC-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL - UL)	5.44	0.90 (0-2.23)	n.n.		5.15	0.26 (0-0.50)	0.10 (0-0.22)		5.56	0.32 (0-0.79)	0.10 (0-0.22)	
TON-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL - UL)	0.93	0.06 (0-0.13)	n.n.		1.25	n.n.	n.n.		0.92	n.n.	n.n.	
TOC-Gehalt ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL - UL)	186.28	38.22 (0-254.73)	n.n.	224.50	115.77	13.44 (0-103.32)	13.88 (0-132,01)	143.09	86.92	9.53 (0-154.49)	18.47 (0-92.13)	114.92
TON-Gehalt ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL - UL)	21.96	6.04 (0-33.34)	n.n.	28.00	22.00	n.n.	n.n.	22.00	16.75	n.n.	n.n.	16.75
TOC/TON	8.5	6.3	-		5.3	-	-		5.2	-	-	
Strömungsgeschw. (m/s) während der Probennahme		1.6				2.7				2.5		
FISCHAMEND												
TOC-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL - UL)	3.32	1.15 (0-2.74)	0.50 (0-1.26)		5.90	3.48 (3.12-3.86)	1.73 (1.70-1.77)		8.70	3.53 (3.10-3.99)	1.80 (1.62-1.98)	
TON-Konzentration ($\bar{x}_a$) (mg/g) (LL-UL)	0.37	0.01 (0-0.03)	n.n.		0.65	0.06 (0-0.17)	n.n.		4.12	0.13 (0-0.38)	n.n.	
TOC-Gehalt ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL-UL)	219.75	162.34 (26.2-778.6)	132.25 (21.8-799.7)	514.36	59.10	903.75 (246.8-1.302.6)	1080.16 (782.5-1.491)	2043.01	37.39	74.76 (12.7-419.3)	1618.09 (1439-1964)	1.793.24
TON-Gehalt ($\bar{x}_g$) (mg/kg Probe) (LL-UL)	5.01	0.59 (0-4.75)	n.n.	5.60	2.93	2.31 (0-39.1)	n.n.	5.24	21.29	0.97 (0-6.8)	n.n.	22.26
TOC/TON	43.9	275.2			20.2	391.2	-		1.8	77.1	-	
Strömungsgeschw. (m/s) während der Probennahme		1.2				2.6				3.0		

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

III. 2 Partikuläre organische Substanz (POM)

III. 2.1 Organischer Kohlenstoff (TOC)

TOC-Konzentrationen:
(mg TOC pro g einer Sed.-Kornfraktion, Trockengewicht))

Die TOC-Konzentrationen der Bettsedimente im OBEREN SEEBACH (Abb.6, Tab.4) zeigen, daß hier die größte Menge des organischen Kohlenstoffs an die gewichtsmäßig unbedeutende Kornfraktion <1 mm ø (Abb.4, Tab.2) gebunden ist. Die viel größere, für die Mikrobiozönose besiedelbare, und von ihr auch besiedelte Kornoberfläche dieser feinen Fraktion (LEICHTFRIED 1985) erklärt diese Tatsache. Die höchsten TOC-Konzentrationen dieser Korngrößenklasse (<1 mm ø) sind vor der Schotterinsel (51 mg/g), die niedrigsten in der Hauptströmungsrinne zu finden (10 mg/g). Schon die Korngrößenklasse 1 - 10 mm ø hat im Seebach viel kleinere TOC-Konzentrationen (max. 4 mg/g unter der Schotterinsel), die Kornfraktion >10 mm ø weist TOC-Konzentrationen auf, die kaum meßbar sind (0.3-0.5 mg/g) (Abb.6, Tab.4).
Auch in den Bettsedimenten der DONAU bei Freudenau und Fischamend sind die höchsten TOC-Konzentrationen in der Kornfraktion <1 mm ø zu finden. (Abb.6, Tab.5). Verglichen mit dem Oberen Seebach sind allerdings diese Konzentrationen viel niedriger (Tab.6). Bei Fischamend nehmen sie von rechts nach links ab, sowie parallel auch die Oberflächenwasserströmung hier von rechts nach links abnimmt (Abb.6).
Die groben Kornfraktionen (1 - 10 mm ø und >10 mm ø) weisen bei Freudenau sehr niedere oder kaum nachweisbare TOC-Konzentrationen auf. Im Vergleich mit Konzentrationen gleicher Korngrößen des Oberen Seebachs sind diese viel niedriger (Abb.6, Tab.5 und 6).
Bei Fischamend wurden in diesen Korngrößenklassen (1 - 10, >10 mm ø) gut meßbare Mengen TOC gefunden, die sich in der Größenordnung der Konzentrationen dieser Korngrößenklassen des Oberen Seebachs bewegen oder sogar viel höher sind (Tab.6).

TOC-Gehalte (mg TOC pro kg Probe):

Mit bis zu 82 % beteiligt sich die Kornfraktion <1 mm ø der Bettsedimente des Oberen Seebachs am TOC-Gesamt-Gehalt, obwohl diese Klasse nur bis zu 7 Gew.-% ausmacht. Eine ähnliche Situation, jedoch auf viel niedrigerem Niveau (Abb.7,Tab.6),ist auch in den Bettsedimenten der Donau bei Freudenau zu finden; die Fraktion <1 mm ø beteiligt sich mit bis zu 83 % am TOC-Gesamt-Gehalt, wobei

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

diese Klasse nur bis zu 13 Gew.-% stellt (Tab.7).
Eine völlig andere Situation herrscht im Querprofil bei Fischamend vor, wo ein starkes rechts ⟶ links Gefälle zu beobachten ist. Rechts sind nur 2 % des TOC-Gesamt-Gehaltes an die feinste Kornfraktion (<1 mm ⌀) und 94 % an die Kornfraktion >10 mm ⌀ gebunden, wobei diese Gehalte wesentlich höher als die des Seebaches sind (Tab.6). Die prozentuelle Verteilung der TOC-Gehalte deckt sich hier mit der Korngrößenzusammensetzung (Tab.7)! Diese zum Querprofil Freudenau und Oberen Seebach abweichende TOC-Gehaltsverteilung ist wahrscheinlich mit dem an dieser Stelle auftretenden CPOM (zum Großteil schwer abbaubares Holz) zu erklären. Auf der linken Seite der Sohle bei Fischamend ist fast die Hälfte des TOC-Gesamt-Gehaltes an die Fraktion <1 mm ⌀, die hier bis 15 % ausmacht, gebunden. Nur ein Viertel des TOC-Gesamtgehaltes ist in der Fraktion >10 mm ⌀ zu finden (Tab.7).

(Gew.%) Bereich	OBERER SEEBACH vor Schotter-insel	OBERER SEEBACH Haupt-strömungsrinne	OBERER SEEBACH unter der Schotterinsel	DONAU Freudenau vom rechten Ufer 270m	DONAU Freudenau 150m	DONAU Freudenau 30m	DONAU Fischamend vom rechten Ufer 270m	DONAU Fischamend 150m	DONAU Fischamend 30m
Korngr.-klasse (mm ⌀)									
< 1 TOC-	63 ↑	82 ↑	68 ↑	↑ 83	↑ 81	↑ 76	↑ 43	3	2
1 - 10 Gehalte	15 ¦	16	27	17	9	8	31	44	4
> 10	22 ¦	2	5	0	10	16	26	↓ 53	↓ 94
Σ %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
< 1 TON-	94 ↑	90 ↑	91 ↑	↑ 78	↑ 100	↑ 100	↑ 89	↑ 56	↑ 96
1 - 10 Gehalte	6	10	9	22	0	0	11	44	4
> 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
< 1 Korngr.-	2	7	7	13	11	5	15	3	2
1 - 10 zusammen-	12	14	18	33	31	16	27	33	4
> 10 setzung	86 ↓	79 ↓	75 ↓	↓ 54	↓ 58	↓ 79	↓ 58	↓ 64	↓ 94
Σ %	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab.7: Prozentuelle Zusammensetzung von TOC-Gehalten, TON-Gehalten und der Zusammensetzung verschiedener Korngrößenklassen im Bettsediment des OBEREN SEEBACHS und der DONAU.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

III. 2.2 Organischer Stickstoff (TON)

T O N - K o n z e n t r a t i o n e n
(mg TON pro g Sed.-Kornfraktion (Trockengewicht))

In den Korngrößen >10 mm ø konnte weder im OBEREN SEEBACH noch in der DONAU Stickstoff nachgewiesen werden. Die mittleren Korngrößen (1-10 mm ø) zeigen überall kaum nachweisbare oder sehr niedere Stickstoffkonzentrationen. Fast die gesamte Stickstoffmenge ist in den Sedimenten beider Fließgewässer an die Kornfraktion <1 mm ø gebunden (Abb.6, Tab.4 u.5). Im Oberen Seebach bewegen sich die TON-Konzentrationen zwischen 1,7 und 2,8 mg/g im Jahresmittel; in der Donau bei Freudenau sind die TON-Konzentrationen (0,9 - 1,3 mg/g)geringer, bei Fischamend in der Strommitte und auf der linken Seite wesentlich geringer (0,4 - 0,7 mg/g).Auf der rechten Seite, wo die Oberflächenwasserströmung am höchsten ist, sind überraschenderweise die überhaupt höchsten TON-Konzentrationen der Kornfraktion <1 mm ø zu finden (im Mittel 4,1 mgTON/g, Abb.6, Tab.4 und 5).
Diese Resultate bestätigen die im Oberen Seebach erhobenen Befunde eines Zusammenhanges zwischen TON-Konzentrationen und der für die Mikrobiozönose besiedelbaren Kornoberfläche sowie den Zusammenhang zwischen der Mikrobiozönose und der Strömungsgeschwindigkeit des Oberflächenwassers.

T O N - G e h a l t e
(mg TON pro 1 kg Probe):

Der für die Fauna erreichbare Stickstoff ist in beiden Gewässern fast nur, mitunter ganz, an die Korngrößenklasse <1 mm ø gebunden (Abb.7, Tab.4 u.5, Tab.7). Der TON-Gehalt dieser Kornfraktion beträgt im Oberen Seebach 29 - 90 mg/kg Probe im Jahresmittel, was somit die bis zur fünffachen TON-Menge der Donausedimente bei Freudenau und bis zu der 31-fachen TON-Menge der Donausedimente bei Fischamend (Tab.6) bedeutet! Die Bettsedimente der Donau bei Fischamend erreichen nur im rechten Sohlenbereich die Größenordnung der TON-Menge bei Freudenau (Abb.7, Tab.5). Die Sedimente der Schiffahrtsrinne und des linken Sohlenbereiches bei Fischamend haben nur 3 bzw. 5 mg TON/kg Probe, ein sehr niedriger Gehalt.

III. 2.3 Futterqualität

Die TOC/TON-Verhältnisse, als Parameter für die Futterqualität der organischen Substanz verwendet, sind bei beiden Gewässern nur in den Korn-

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

fraktionen <10 mm ⌀ bestimmbar. In den Korngrößenklassen >10 mm ⌀ liegen die TON-Gehalte unter der Nachweisbarkeitsgrenze. Im Oberen Seebach, in Bereichen der höchsten Oberflächenwasserströmungen, finden sich die niedrigsten TOC/TON-Verhältnisse in der Korngrößenklasse <1 mm ⌀ (im Jahresmittel 11,7). Dieses niedrige TOC/TON-Verhältnis weist auf eine proteinreiche, wohl von der Biozönose besiedelte, organische Substanz hin (Tab.4).
In der Korngrößenklasse 1-10mm ⌀ des Oberen Seebaches sind die TOC/TON-Verhältnisse deutlich höher. Diese Korngrößenklasse hat weit kleinere für die Mikrobiozönose besiedelbare Kornoberfläche (siehe Einleitung), die Futterqualität ist hier daher deutlich niederer. Der Bereich der Hauptströmungsrinne weist allerdings auch in dieser Korngrößenklasse die relativ höchste Futterqualität auf (Tab.4). Die bestimmbaren TOC/TON-Verhältnisse in den Bettsedimenten der DONAU bei Freudenau (nur Korngrößen <1 mm ⌀) betragen im Mittel 5 bis 8 und sind damit noch niedriger als die des Oberen Seebachs (Tab.5).
Bei Fischamend finden sich niedere TOC/TON-Verhältnisse (2 bis 44, von rechts nach links stark ansteigend) nur in der Kornfraktion <1 mm ⌀ (Tab.5). Von einer sehr guten Futterqualität kann hier daher nur im rechten Bereich des Strombettes gesprochen werden. Kornfraktionen 1-10 mm ⌀ weisen bereits TOC/TON--Verhältnisse zwischen 77 und 391 auf. Daraus ist eine schlechte Futterqualität abzuleiten (Tab.5). In den Korngrößenklassen >10 mm ⌀ finden sich zwar relativ hohe TOC-Gehalte (Mitte und rechts), die TON-Gehalte liegen aber unter der Nachweisbarkeitsgrenze. Wie schon in der Beschreibung des org. Kohlenstoffes erwähnt, hängt diese Situation mit dem gehäuften Auftreten schwer nutzbaren POM´s an diesen Stellen zusammen.

IV ZUSAMMENFASSUNG

Die Korngrößenverteilungen der Bettsedimente des OBEREN SEEBACHs (RITRODAT--Areal) und der DONAU (Freudenau, Fischamend) sind ähnlich und einheitlich (Abb.4). Die Kornfraktion > 10 mm ⌀ ist dominierend. Quartilmaß Q_3 ist im Seebach deutlich höher als in der Donau (Abb.5). Höhere Anteile grober Korngrößen sind für den Oberen Seebach als relativ kleinen Gebirgsbach sehr wahrscheinlich, obwohl die unterschiedliche Geologie und Probennahme zu berücksichtigen ist. In den Querprofilen der Donau ist die Korngrößenverteilung deutlich von den Oberflächenwasserströmungen geprägt. Bei den untersuchten Querprofilen nimmt der Anteil der dominierenden Kornfaktion >10 mm ⌀ mit der Strömungsgeschwindigkeit von links nach rechts zu. Die POM-Mengen der Bettsedimente verteilen sich dagegen unterschiedlich:
Im Querprofil Donau-Freudenau sind die TOC-Konzentrationen in der Korngrößenklasse >10 mm ⌀ so gering, daß sie nur in einigen Proben die Nachweisbar-

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

keitsgrenze überschreiten. Eine ähnliche Situation findet sich im Oberen Seebach. Im Querprofil Donau-Fischamend sind die TOC-Konzentrationen der Korngrößenklasse >10 mm ø zwar deutlich kleiner als in den Feinfraktionen, aber gut meßbar. Diese Konzentrationsunterschiede haben zur Folge, daß im Oberen Seebach und Querprofil Donau-Freudenau die höchsten TOC-Gehalte in der Kornfraktion < 1 mm ø zu finden sind, im Querprofil Donau-Fischamend dagegen in der Korngrößenklasse > 10 mm ø. Des weiteren ergeben sich daraus unterschiedliche TOC-Gehaltsverteilungen:
Im Querprofil Donau-Freudenau nehmen die TOC-Gehalte von rechts nach links von 115 bis 225 mg/kg Probe zu, im Querprofil Donau-Fischamend nehmen sie dagegen von 204 bis 514 mg/kg Probe ab (Tab.5) wobei sie auch 2 bis 20 mal höher als jene bei Freudenau sind. Der Obere Seebach weist mit gesamt 807 bis 2075 mg TOC/kg Probe noch höhere TOC-Gehalte auf. Diese Verteilungsmuster können nicht nur mit der Wasserströmung und der damit zusammenhängenden Kornverteilung erklärt werden. Abbau- und Transport-Vorgänge im Fließgewässer spielen sicher eine große Rolle.

Im Gegensatz zum organischen Kohlenstoff ist der organische Stickstoff in allen Proben - sowohl des Oberen Seebaches als auch der Donau - fast ausschließlich an die Kornfraktion < 1 mm ø gebunden. In der Korngrößenklasse > 10 mm ø ist der organische Stickstoff unter der Nachweisbarkeitsgrenze (Tab.4,5, Abb.6). Die TON-Gehalte zeigen daher, auf Korngrößenklassen bezogen, im Oberen Seebach und in der Donau ein ähnliches relatives Verteilungsmuster (Tab.7). Das bedeutet, daß der größte Teil des für die Biozönose verwertbaren POM's in den Feinsedimenten (< 1 mm ø) zu finden ist.
Im Oberen Seebach liegen die TOC/TON-Verhältnisse dieser Kornfraktion bei 12 bis 16, im Querprofil Donau-Freudenau sind diese Verhältnisse unter 10, im Querprofil Donau-Fischamend weisen die Feinsedimente nur im rechten Bereich ein TOC/TON-Verhältnis von 2 auf.Die übrigen Bereiche haben eine relativ niedere Futterqualität (hohe TOC/TON-Verhältnisse). Die absoluten TON-Werte weisen im Oberen Seebach 31 bis 99 mg/kg Probe auf. Diese sind damit ein- bis sechsmal höher als in der Donau-Freudenau, und 1,5- bis 20-mal höher als in der Donau-Fischamend. Hier erreichen nur die Bettsedimente des rechten Bereiches (höchste Oberflächenwasserströmung) die TON-Größenordnung des Profils bei Freudenau. Die Zunahme aller TON-Gehalte von rechts nach links in der Donau bei Freudenau und die TON-Abnahme von rechts nach links in der Donau bei Fischamend gleicht der Verteilung des organischen Kohlenstoffes.
Für den Oberen Seebach und die untersuchten Profile der Donau (Freudenau, Fischamend) ergeben sich folgende Verteilunsgsmuster:

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Gewässer	DONAU			Oberer Seebach / Donau
Bereiche	Längsprofile	Querprofile		
Korngrößen	ähnlich	unterschiedlich		ähnlich, gröber
POM: Quantität	sehr unterschiedlich	rechts→links Gefälle		viel mehr
Futterqualität	sehr unterschiedlich	FREUDENAU	FISCHAMEND	in feiner Fraktion niederer als Donau
		sehr gut	rechts→ →links abnehmend	
TOC-Gehalte	unterschiedlich	nieder, nur in feiner Fraktion vorkommend	hoch, vorwiegend in grober Fraktion	hoch, vorwiegend in feiner Fraktion
TON-Gehalte	unterschiedlich	mittel, nur in feiner Fraktion	nieder, nur in feiner Fraktion	hoch, hauptsächlich in feiner Fraktion

Die Bettsedimente des Oberen Seebaches weisen deutlich größere Mengen organischer Substanz (POM) als die der Donau bei Freudenau und Fischamend auf. Unter Berücksichtigung der sehr unterschiedlichen Einzugsgebiete und der vielen anthropogenen Einleitungen in die Donau war eigentlich das umgekehrte Ergebnis zu erwarten. Die gemessenen POM-Gehalte sind die Bilanz von zwei in Fließgewässern gleichzeitig ablaufenden Prozesse: Transportvorgänge und Abbauprozesse. Im vorliegenden Falle sind auch die POM-Verfrachtungen aus dem freien Wasser in die Sedimente zu berücksichtigen. Als Erklärung bieten sich einmal intensive Abbauprozesse im Oberlauf an, zum anderen eine hohe Transportleistung der Donau selbst. Eine Bedeutung könnte vielleicht auch die Schwemmgutentnahme von den Kraftwerken im Oberlauf und in den Donauzubringern haben.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

BERRIE; O.A. 1976: Detritus, micro-organisms and animals in fresh water.- In: ANDERSON, J.M., MacFADYEN, A. (eds.): The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes, p. 323 - 338

BRETSCHKO, G., KLEMENS, W. E. 1986: Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. - Stygologia 2: 297 - 316

BRETSCHKO, G., LEICHTFRIED, M. 1987: The determination of organic matter in river sediments.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 68: 403 - 417

CUMMINS, K:W: 1974: Structure and function of stream ecosystems. - BioScience 24: 631 - 641

FENCHEL, T. 1970: Studies on the decomposition of organic detritus derived from the turtle grass Thalassia tesudinum. - Limnol. Oceanogr. 15: 14 - 20

HARGRAVE, B.T. 1972: Aerobic decomposition of sediment and detritus as a function of particle surface area and organic content. - Limnol. Oceanogr. 17: 583 - 596

HERRIG, H. 1975: Der Bodensauger, ein neuartiges Gerät zur Entnahme von Sohlenproben aus großen Fließgewässern. - Dt. gewässerkundl. Mitt. 19: 104 - 107

HYNE, N.J. 1978: The distribution and source of organic matter in reservoir sediments. - Environm. Geol. 2 : 279 - 285

IVERSEN, T.M. 1973: Decomposition of autumn-shed beech leaves in a springbrook and its significance for the fauna. - Arch. Hydrobiol. 72: 305 - 312

KAUSHIK, N.K., HYNES, H.B.N. 1971: The fate of the dead leaves that fall into streams. - Arch. Hydrobiol. 68: 465 - 515

KOROLEFF, F. 1969/70: Determination of total nitrogen in natural waters by means of persulfate oxidation.- Int. Conc. Explor. Sea (ICES) Pap. C.M. 1969/C: 8. - Revision 1970

LEICHTFRIED, M. 1985: Organic matter in gravel streams (Project RITRODAT-Lunz). Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 2058 - 2065

LEICHTFRIED, M. 1986: Räumliche und zeitliche Verteilung der partikulären organischen Substanz (POM) in einem Gebirgsbach als Energiebasis der Biozönose. - Diss. Univ. Wien. 360 pp.

MARSHALL, K.E. (ed.) 1984: Microbial adhesion and aggregation. - Life Sciences Research Report 31. (Springer-Verlag)

MÜLLER, G. 1964: Sediment-Petrologie I. Methoden der Sedimentuntersuchung. 303 pp. (Schweitzerbart)

RAND, M.C., GREENBERG, A.E., TARAS, M.J., et al. (eds.) 1976: Standard methods for the examination of water and wastewater, 14 th ed. (Amer. Publ. Health Ass., Wash.)

RAVEH, A., AVNIMELECH, Y. 1979: Total nitrogen analysis in water, soil, and plant material with persulphate oxidation. - Water Res. 13: 911 - 912

SCHEINER, D. 1976: Determination of ammonia and Kjeldahl nitrogen by indophenol method. - Water Res. 10: 31 - 36

SOLÓRZANO, L. 1969: Determination of ammonia in natural waters by the phenol-hypochlorite method. - Limnol. Oceanogr. 14: 799 - 801.

STÜWE, B. 1983: Bakteriologische Bestandsaufnahme (Oligocarbophile - Zymogene) im Wasser und Sediment des Lunzer Seebachs. Dipl.-Arb., Univ.f.Bodenk., Wien. 65 pp.

TAUTERMANN, G. 1977: Benthische Bakterien im Vorderen Finstertaler See (2237 m, Kühtai, Tirol).- Diss. Univ. Innsbruck. 103 pp.

VELIMIROV, B., OTT, J.A., NOVAK, R. 1981: Microorganisms on macrophyte debris: Biodegradation and its implication in the food web.- Kieler Meeresforsch. Sonderh. 5: 333 - 344

WANNER, O., GUJER, W. 1985: Mikrobielle Konkurrenz in Biofilmen. - Mitt. EAWAG 20: 1 - 6

Abstract

The POM-contents of the bed sediments of the second-order stream, Oberer Seebach (RITRODAT-Lunz study area, Austria), and of the Danube near Vienna are compared. POM is measured as TOC and TON. The relationship between carbon and nitrogen is the indicator for food quality. Grain sizes >10 mm ø dominate the sediments as well as there is a positive correlation between food quality and grain size classes <1 mm ø and current speed of the surface waters in both running waters. Contrary to expectations POM quantities are much lower in the Danube than in the second-order stream Oberer Seebach. Possible explanations are: high decomposition processes in the catchment, high transpott capacities of the free Danube water combined with low deposition rates or even the steady withdrawal of floating POM.

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_011

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

Artikel/Article: Pom im Bettsediment des oberen Seebachs (RITRODAT-Areal) und der Donau (bei Freudenau und Fischamend). 32-51