

Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoffmessungen

M. Leichtfried und G. Bretschko

Abstract

Total phosphorus and total nitrogen

A new method is shortly described. This method allows the measurement of N and P in one sample. The results of various tests are shown. Annually, there are two peaks of P in the brook water (April and September), and extremely high concentrations in December. The latter is not explained yet. As in the other chemical parameters of the sediment water there are no concentration differences vertically. Annually, the P-concentrations in the sediment water are similar to those found in the surface water. The content of dry matter of the sediment water is strongly layered vertically but no clear annual pattern is discernible. The P-content of the dry matter is significantly lower during winter than in spring.

Die bisher verwendeten Bestimmungsmethoden (LEICHTFRIED und BRETSCHKO 1979) wurden im Aufschlußbereich nach RAVEH und AVNIMELECH (1979) geändert: sowohl N- als auch P-Verbindungen werden mit Kaliumpersulfat unter Druck im Autoklaven (2 atm, 2 h) freigesetzt. So können viele Proben gleichzeitig und verlustfrei aufgeschlossen werden. Ein Teil der aufgeschlossenen Probe wird sodann der Orthophosphat-Analyse zugeführt (LEICHTFRIED und BRETSCHKO 1979). Im Rest der Probe werden die als Ammonium und Nitrat vorliegenden N-Verbindungen mit Devarda-Legierung quantitativ zu Ammonium reduziert und der Bestimmung zugeführt (LEICHTFRIED und BRETSCHKO 1979, SOLARZANO 1969). Durch die Bestimmung von P und N in e i n e r Probe wird die Nachweisbarkeitsgrenze auf $2\gamma/1$ für P und auf $8\gamma/1$ für N angehoben. Da aber die zu bearbeitenden Proben um Zehnerpotenzen höhere Konzentrationen aufweisen, wiegen die Vorteile dieser Methode die Nachteile auf.

Trotz der Arbeit im Autoklaven und mit zugedeckten AufschlieÙgefäÙen kommt es durch Verdampfung zu einer Volumensverkleinerung der Probe. Obwohl dieser Volumensdefekt sehr konstant ist (3 Stunden bei 2 atm ; Dekrement $6,4\% \pm 9,1 \cdot 10^{-3}$, $n = 34$, $s^2 = 0,15$), werden alle Proben einzeln nach dem AufschluÙ auf gravimetrischem Wege mit Aqua dest. auf das Ursprungsvolumen aufgefüllt. Die Reproduzierbarkeit des Stickstoffstandards im zu erwartenden MeÙbereich ist mit $\pm 1,4\%$ akzeptabel. Die Verteilung der MeÙwertabweichungen schlieÙt einen systematischen Fehler aus (Tab. 1).

Die Prüfung der gleichzeitigen Bestimmung von P und N in einer Probe (Tab. 2) zeigt, daÙ die Reproduzierbarkeit durch unterschiedliche Mischungsverhältnisse von P und N nicht negativ beeinflusst wird. Die Reproduzierbarkeit ist erwartungsgemäÙ hoch signifikant mit der zu bestimmenden Konzentration korreliert (Abb. 1). Der MeÙfehler sinkt unter $\pm 2,0\%$ bei Konzentrationen von 30 (P) bzw. 70 (N) $\mu\text{g/l}$. Im MeÙbereich schwankt er bei beiden Elementen weit unter 0,5% (siehe auch Tab. 3).

Die Brauchbarkeit der kombinierten P/N-Methode für die Sedimentanalyse wurde mit 2 Parallelprobenserien ($n=27$ und 30) natürlichen Sediments geprüft (Tab. 3). Die dabei gefundene Reproduzierbarkeit der MeÙwerte entspricht der mit reinen Substanzen gefundenen.

Neben diesen methodischen Arbeiten, die auch Vorversuche mit dem LECO-TC-ANALYZER (Leihgabe der Abteilung für Limnologie, Univ. Innsbruck) umfaÙten, wurden die Routinemessungen parallel zu den biologischen Probennahmen weitergeführt. Entsprechend dem Stand der Methodenentwicklung und Prüfung müssen sich diese Messungen fast ausschließlich auf Gesamtphosphoranalysen beschränken. Bis jetzt liegen nur

Istwert	% Abw.	Istwert	% Abw.
94,75	-5,3	103,38	+3,4
97,25	-2,8	101,75	+1,8
98,00	-2,0	101,38	+1,4
98,75	-1,3	99,25	-0,8
95,50	-4,5	98,38	-1,6
96,25	-3,8	98,88	-1,1
96,25	-3,8	100,88	+0,9
100,50	+0,5	103,00	+3,0
99,75	-0,3	105,00	+5,0
97,25	-2,8	105,00	+5,0

Tabelle 1 Reproduzierbarkeit des Stickstoffstandards $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $100\text{ }\mu\text{N/l}$ (=Sollwert). $n=20$, $s^2=9,0$;
 $\bar{x} = 99,56 \pm 1,42$ ($= \pm 1,4\%$) $\mu\text{N/l}$.

einige wenige N-Bestimmungen vor und noch keine Kohlenstoffmessungen. Untersucht wurde das Bachwasser filtriert und roh (Membranfilter, $0,45\ \mu$ Porengröße), im Sedimentwasser wurde der Sedimentgehalt und dessen P bzw. N-Konzentration bestimmt, während das Interstitialwasser¹ selbst nur filtriert der Analyse zugeführt wurde.

Mit Ausnahme des Dezemberwertes zeigen die Gesamtposphorkonzentrationen des Bachwassers deutliche Maxima im April und September (Tab. 4, Abb. 2). Das Verhältnis zwischen den P-Gehalten von rohem und filtriertem Wasser schwankt zwischen 1,00 (Juli) und 1,79 (Mai). Das Jahresmittel beträgt 9,0 bei Rohwasser (Vertrauensgrenzen 4,5 und 12,5) und 6,5 beim filtrierten Wasser (Vertrauensgrenzen 3,5 und 9,0).

¹Die Bezeichnung Sedimentwasser ist vorzuziehen. Hrgbr.

	N	P	N	P	N	P
SOLLWERT	8	5	20	10	40	50
ISTWERT \bar{x}	7,7	4,4	18,5	8,8	36,9	49,6
\pm CFL	1,2	0,3	0,9	0,2	2,2	0,9
\pm %	16,1	5,9	5,1	2,4	5,8	1,8
n	5	5	5	5	5	5
s ²	1,00	0,04	0,56	0,03	2,99	0,49

	N	P	N	P	N	P
SOLLWERT	80	100	100	200	200	∅
ISTWERT \bar{x}	80,5	100,9	98,8	201,2	206,1	--
\pm CFL	1,8	1,3	0,9	1,2	1,9	--
\pm %	2,2	1,3	1,0	0,6	0,9	--
n	5	5	5	5	5	--
s ²	2,13	1,09	0,56	0,92	2,46	--

Tabelle 2 Reproduzierbarkeit verschiedener N- und P-Kombinationen. Konzentrationen in $\gamma \cdot l^{-1}$. N als $(NH_4)_2 SO_4$, P als $KH_2 PO_4$

Die Dezemberwerte sind gegenüber allen anderen Werten stark erhöht (Tab. 4). Dies gilt besonders für das Rohwasser, wodurch sich das Verhältnis zwischen rohem und filtriertem Wasser auf knapp 3 erhöht.

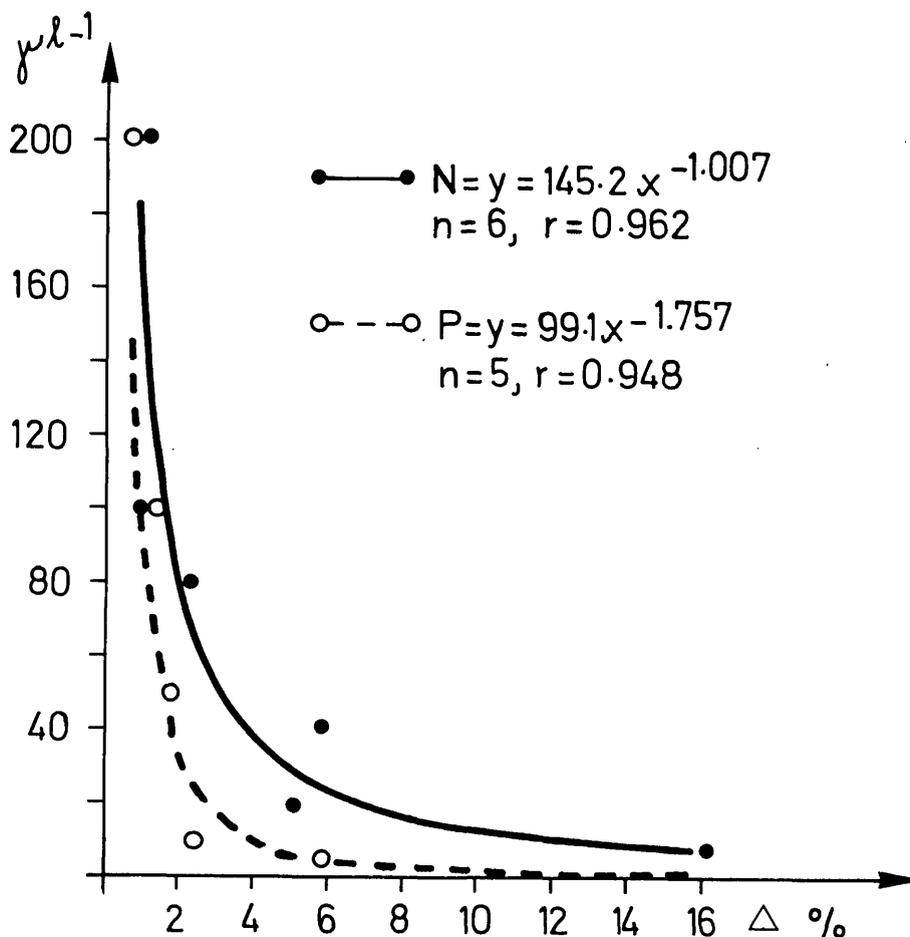


Abbildung 1 Konzentration gegen mittleren relativen Meßfehler. Daten aus Tab. 2.

Zur selben Zeit ist auch die Ionenzusammensetzung geändert, allerdings wesentlich weniger dramatisch. Die Calciumkonzentration zeigt eine starke Erhöhung (ähnlich wie im Jänner) und der Alkalinitätswert ist schwach erhöht. Im Dezember 1979 ist nur der P-Gehalt des Rohwassers gegenüber dem Durchschnitt etwa verdoppelt.

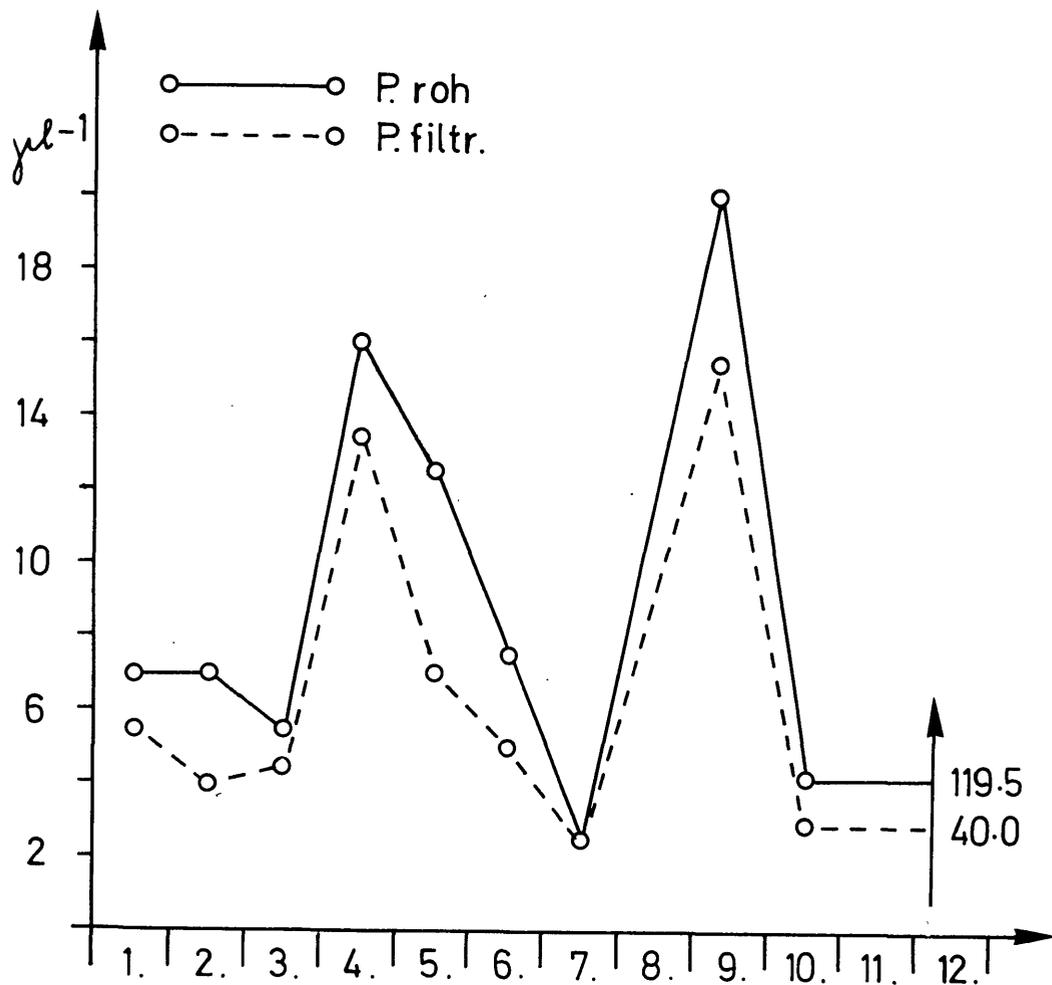


Abbildung 2 Gesamtphosphor im Bachwasser

Alle anderen Parameter zeigen keine auffallenden Änderungen. Eine Erklärung für dieses Dezemberphänomen der P-Werte bietet sich nicht an.

Sedimentwasserproben wurden an allen auch biologisch untersuchten Stellen genommen (siehe Kapitel "Temperatur und ..." Abb. 2).

	\bar{x}	\pm CFL	\pm %	n	s^2
I					
Probengröße (mg):	12,91	1,06	8,18	26	6,84
N - Total (mg g ⁻¹):	2,91	5,0 · 10 ⁻³	0,17	26	0,063
P - Total (mg g ⁻¹):	0,90	1,4 · 10 ⁻⁴	0,02	27	0,002
II					
Probengröße (mg):	21,28	0,89	4,18	20	3,45
N - Total (mg g ⁻¹):	2,85	6,6 · 10 ⁻⁴	0,02	30	9,68 · 10 ⁻³
P - Total (mg g ⁻¹):	1,02	1,3 · 10 ⁻⁵	0,001	30	1,87 · 10 ⁻⁴

Tabelle 3 Reproduzierbarkeit von Sedimentaufschlüssen.
 Serie I: 3gK₂S₂O₈. Serie II: 10g K₂S₂O₈

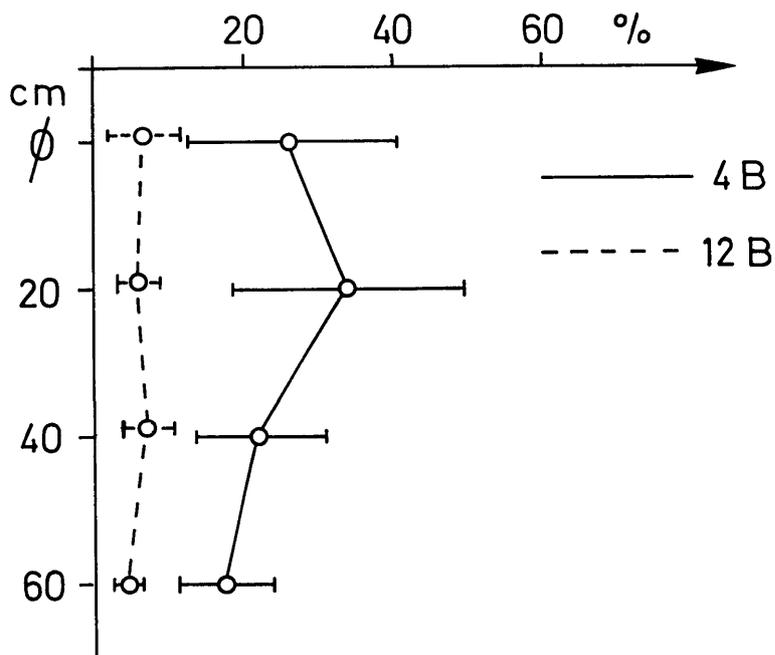


Abbildung 3 Gesamtposphorkonzentrationen im filtrierten Sedimentwasser. Tiefenverteilung. Mittelwerte (04-12).

DATUM	roh	filtr.	roh/ filtr.
01-11	7,0	5,5	1,27
02-25	7,0	4,0	1,75
03-14	5,5	4,5	1,22
04-24	16,0	13,5	1,18
05-16	12,5	7,0	1,79
06-19	7,5	5,0	1,50
07-15	2,5	2,5	1,00
09-08	20,0	15,5	1,29
10-17	4,2	3,0	1,40
12-05	119,5	40,0	2,99

Tabelle 4 Gesamtphosphor im Bachwasser
(γl^{-1})

Gleich wie bei allen anderen chemischen Parametern zeigen auch die Gesamtphosphorkonzentrationen des filtrierte Sedimentwassers keine vertikale Schichtung (Tab. 5, Abb. 3).

Der Zeit nach (Abb. 4) zeigt die P-Kurve des Sedimentwassers z w e i Maxima, ähnlich wie im oberflächigen Bachwasser (Abb. 2). Die Maxima im Interstitial sind jedoch im Frühjahr ausgeprägter als im Herbst und gegenüber dem Bachwasser um etwa einen Monat verzögert. Die Schwankungsamplituden nehmen mit der Sedimenttiefe stark ab.

Horizontal zeigen die P-Gehalte des Sedimentwassers kein Muster (Tab. 6). Die über alle Sonden gemittelten Werte sind in Abb. 5 gegen die Zeit aufgetragen. Gegenüber den in Abb. 4 dargestellten Sondenwerten ist das Herbstmaximum nicht verifiziert. Wie im Bachwasser zeigen alle 20 cm Sonden außer an den Positionen 4B und 12B (Tab.5) im Dezember signifikant höhere P-Konzentrationen (Tab. 6, Abb. 5).

Monat		04	05	06	07	09	10	12
4B								
cm	LL	0,15	0,07	∅	1,19	∅	1,62	∅
∅	\bar{x}	11,17	3,33	17,83	9,83	3,50	9,00	11,83
	UL	77,79	13,53	196,30	41,26	18,29	31,05	158,05
	LL	2,58	∅	5,00	9,59	∅	3,97	3,03
20	\bar{x}	7,17	6,83	23,17	15,50	5,50	15,50	12,00
	UL	16,48	50,19	79,62	24,19	45,47	47,00	36,01
	LL	4,41	∅	4,41	4,12	1,63	5,56	∅
40	\bar{x}	7,83	6,67	11,83	5,83	3,17	12,17	7,67
	UL	13,09	48,16	27,37	8,04	5,45	24,20	63,02
	LL	2,62	∅	0,55	3,21	0,72	6,83	0,13
60	\bar{x}	6,33	6,50	7,50	5,83	2,17	8,00	7,00
	UL	13,12	62,29	34,28	5,91	4,60	9,32	40,96
12B								
cm	LL	8,16	∅	3,74	3,41	0,56	1,62	0,72
∅	\bar{x}	19,33	30,67	8,50	5,67	1,17	9,00	9,17
	UL	41,50	686,63	17,15	8,90	1,97	31,05	43,61
	LL	7,88	0,05	4,27	2,36	∅	2,67	0,03
20	\bar{x}	16,33	16,83	13,83	8,67	3,50	9,67	5,50
	UL	31,33	164,12	36,89	23,79	30,42	26,61	29,02
	LL	4,09	1,52	5,66	1,69	1,41	2,07	2,66
40	\bar{x}	15,17	23,83	14,67	14,67	4,17	10,50	5,67
	UL	44,14	158,14	33,18	70,21	9,43	36,08	10,72
	LL	6,31	0,50	7,45	1,72	0,34	5,93	2,20
60	\bar{x}	9,83	7,17	12,50	6,67	3,33	10,17	4,83
	UL	14,81	34,27	20,07	18,44	11,34	16,58	9,24

Tabelle 5. Gesamtphosphorkonzentrationen (γ/l) im
 filtrierten Sedimentwasser.
 Mittelwerte ($n=3$).

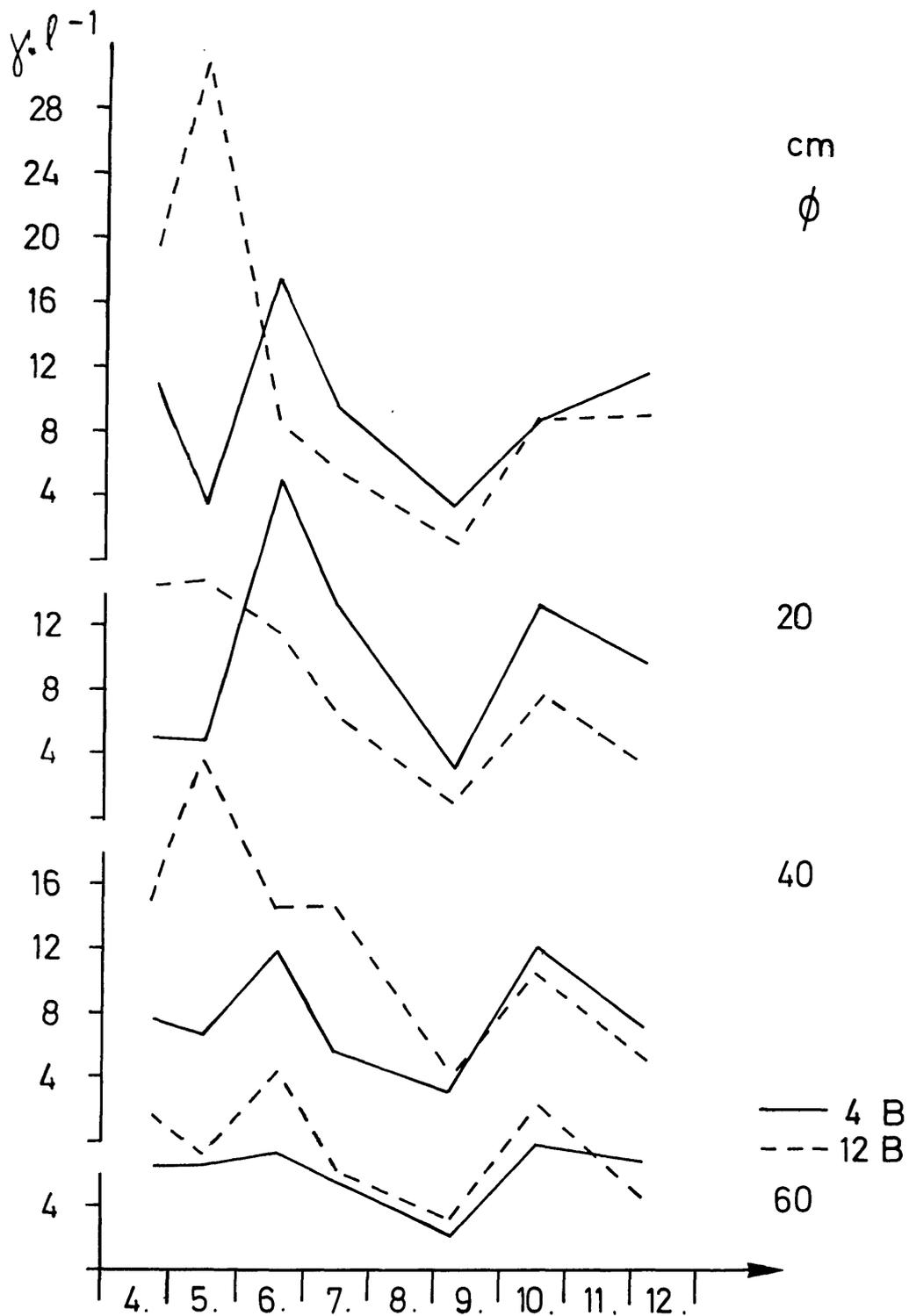


Abbildung 4 Gesamtphosphorkonzentrationen (γ/l) im
 filtrierte Sedimentwasser in verschiedenen Sediment-
 tiefen gegen die Zeit (siehe Tab. 5)

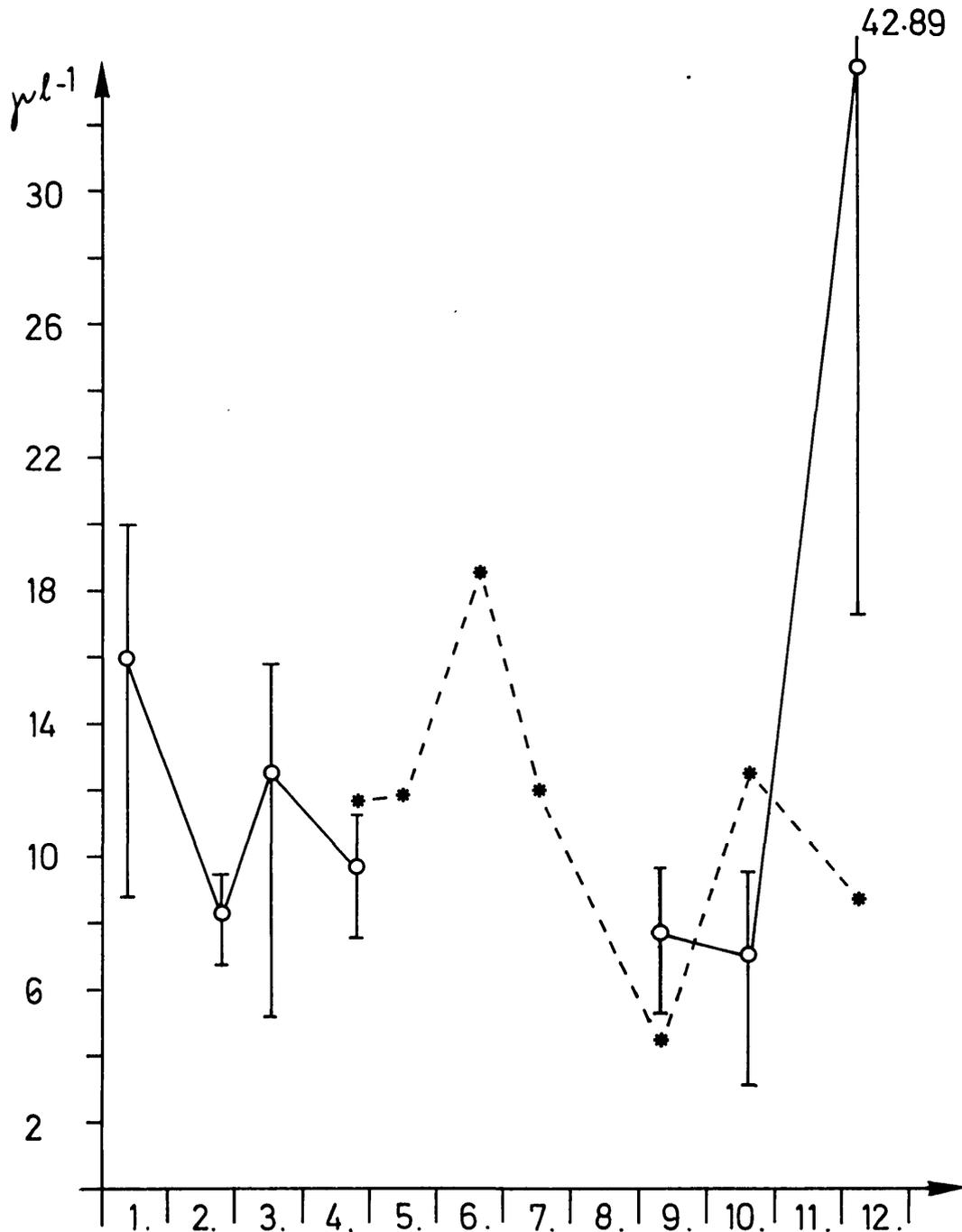


Abbildung 5. Gesamtphosphor im filtrierten Sedimentwasser; horizontal und vertikal gemittelt. Volle Kurve: 01/04: Sondenordnung wie 1979, verschiedene Tiefe (siehe Tab. 6). 09/12: Neue Sondenordnung, alle in 20 cm Tiefe. Gestrichelte Kurve: Mittelwert der Sonden von 4B und 12B (siehe Tab. 5). Vertikale Balken: 95%-Vertrauensbereich, nach $\log(x+1)$ - Transformation.

Mo- nat Pos.	Tiefe cm	01	02	03	04
10B2	10	7,0	6,0	23,0	9,5
2Z3	15	11,5	7,5	11,0	7,5
2Z3	15	33,5	8,0	3,5	6,0
10C2	15	8,5	--	--	6,5
8Z2	30	29,5	10,5	8,0	9,5
8A4	30	35,0	9,5	16,0	13,0
18A1	30	7,5	11,0	10,5	17,5
2A2	40	7,5	5,5	44,5	8,0
6B1	40	12,0	7,5	5,0	11,5
10C3	40	13,5	11,5	3,5	11,0
12B3	50	20,5	7,0	8,0	8,5
16A3	50	6,0	7,0	4,0	7,5
	n	12	11	11	12
	LL	8,78	6,83	5,22	7,62
	\bar{x}	16,00	8,27	12,45	9,67
	UL	19,94	9,51	15,75	11,26

Mo- nat Pos.		09	10	12
2Z1		12,5	2,5	19,0
6Z2		5,5	3,5	19,0
22Z3		3,5	16,5	23,0
8Z2		8,0	2,5	105,0
8C4		11,0	10,5	42,0
10Z2		10,5	2,5	37,5
10Z3		7,5	3,5	14,5
10A1		4,0	16,0	21,0
14A1		12,0	8,5	8,5
16C1		6,5	--	42,0
18A1		4,5	4,5	40,0
	n	11	10	11
	LL	5,29	3,14	17,76
	\bar{x}	7,77	7,05	33,77
	UL	9,68	9,51	42,89

Tabelle 6 Gesamtphosphorkonzentrationen (γ/l) im
 filtrierten Sedimentwasser. Alle Sonden 09 bis 12 in 20 cm
 Tiefe. Vertrauensgrenzen nach $\log(x+1)$ - Transformation.

Von den Interstitialwasserproben wurde auch der Trockengewichtsanteil bestimmt: nach gutem Durchmischen der Probe wurde eine 200 ml-Stichprobe gezogen und bei 90°C getrocknet. Die Feststoffgehalte (Korngrößengemisch von Tonen bis zu einigen Steinchen mit etwa 3 mm Durchmesser) zeigen trotz hoher Streuung im Mittel eine deutliche vertikale Schichtung (Tab. 7, Abb. 6). Zeitlich verhalten sich alle Tiefenstufen ähnlich mit Maxima im Juni/Juli und Oktober (Abb. 7).

Gegenüber der Position 4B sind die Oszillationen bei der Position 12B deutlich höher. Ähnlich wie bei der Hauptionenzusammensetzung zeigen auch die Trockengewichtsgehalte kein deutliches räumliches Muster (Tab. 8). Nur bei der in den gipsführenden Schichten (8C4, Tab. 8) positionierten Sonde ist der Trockengewichtsanteil deutlich höher. Diese Werte wurden deshalb bei der Mittelung ausgelassen. Die zeitliche Entwicklung des Trockengewichtsanteiles über alle Sonden gemittelt (Abb. 8) ergibt kein klares Bild. Es ist anzunehmen, daß der Trockengewichtsanteil des Sedimentwassers weitgehend von den jeweiligen hydrographischen Zuständen beeinflußt wird.

Der Gesamtphosphorgehalt des Trockengewichtsanteiles ist bis einschließlich Juni 1980 analysiert (Tab. 9). Die vertikale Verteilung ist bei den beiden Probenstellen unterschiedlich (Abb. 9): bei der Probenstelle 4B ist eine Abnahme des P-Gehaltes mit der Sedimenttiefe zu erkennen, bei der Position 12B eine Zunahme mit einem Minimum bei 20 cm Sedimenttiefe. Diese Unterschiede könnten mit den unterschiedlichen hydrographischen Verhältnissen in Zusammenhang gebracht werden: bei 4B dringt Oberflächenwasser ein, bei 12B tritt Sedimentwasser aus. Die bisher erhobenen Daten sind jedoch keinesfalls signifikant.

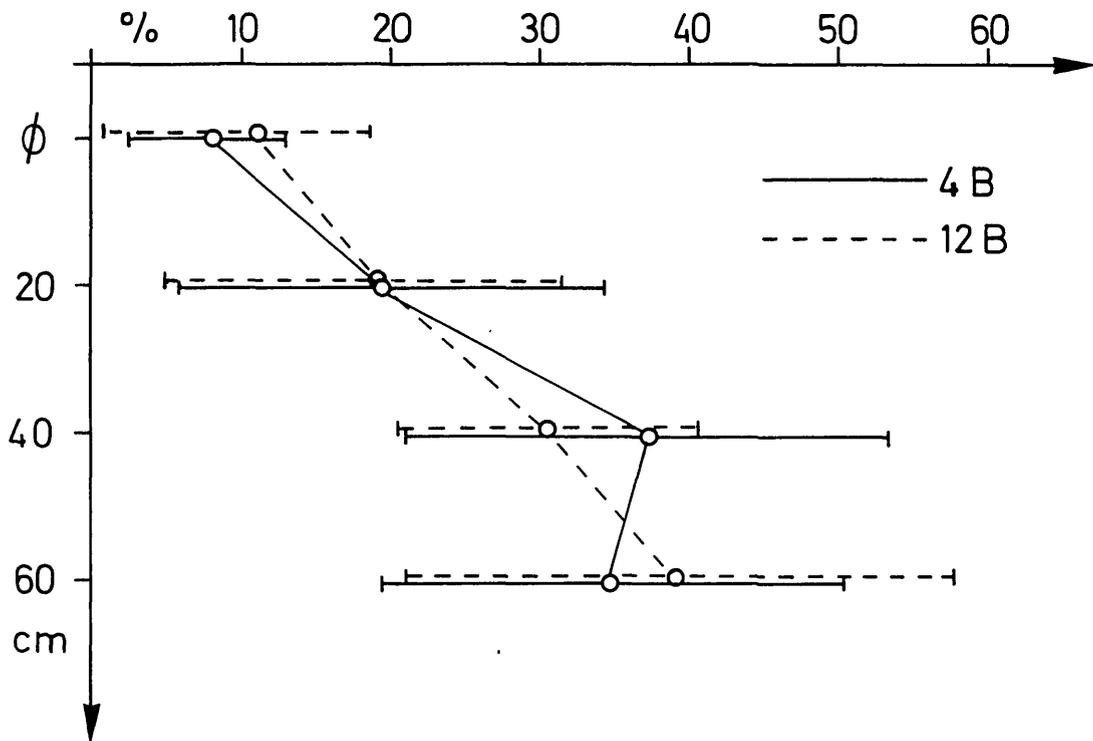
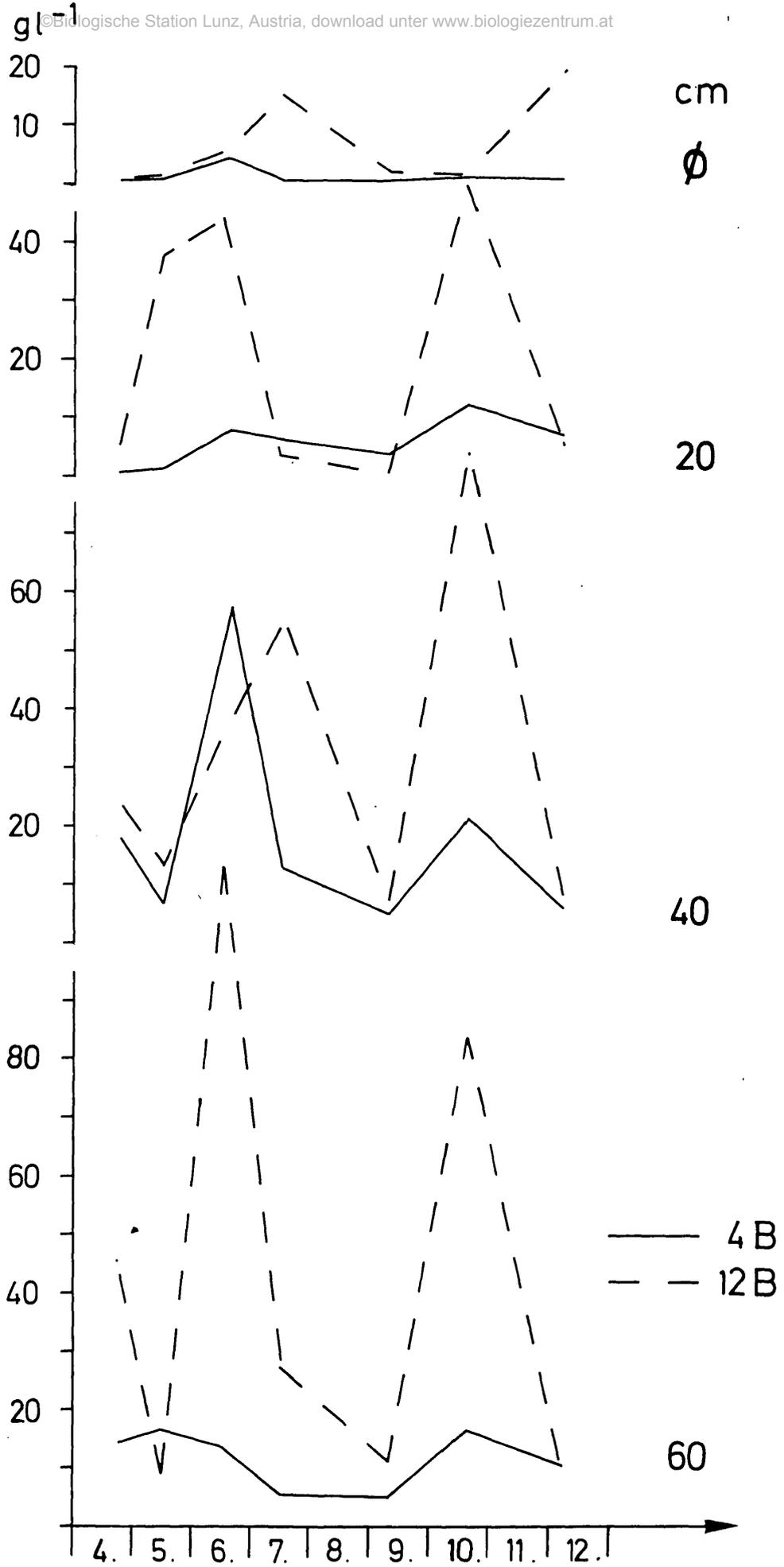


Abbildung 6 Position 4B und 12B. Relative Tiefenverteilung der Trockengewichte des Sedimentwassers. Gemittelt über alle Proben zwischen April und Dezember (Tab. 7).

Die über alle Sonden gemittelten Werte (Abb. 10) zeigen deutliche Unterschiede in der Zeit: erwartungsgemäß sind die P-Gehalte im Frühjahr (April bis Juni) signifikant höher als im Winter (Jänner bis März). Da der Trockengewichtsanteil des Sedimentwassers von der hydrographischen Situation und der P-Gehalt der Sedimente vom Komplex POM-Input-Mikrobiologie bestimmt werden dürfte, sind diese Parameter nicht signifikant korreliert.

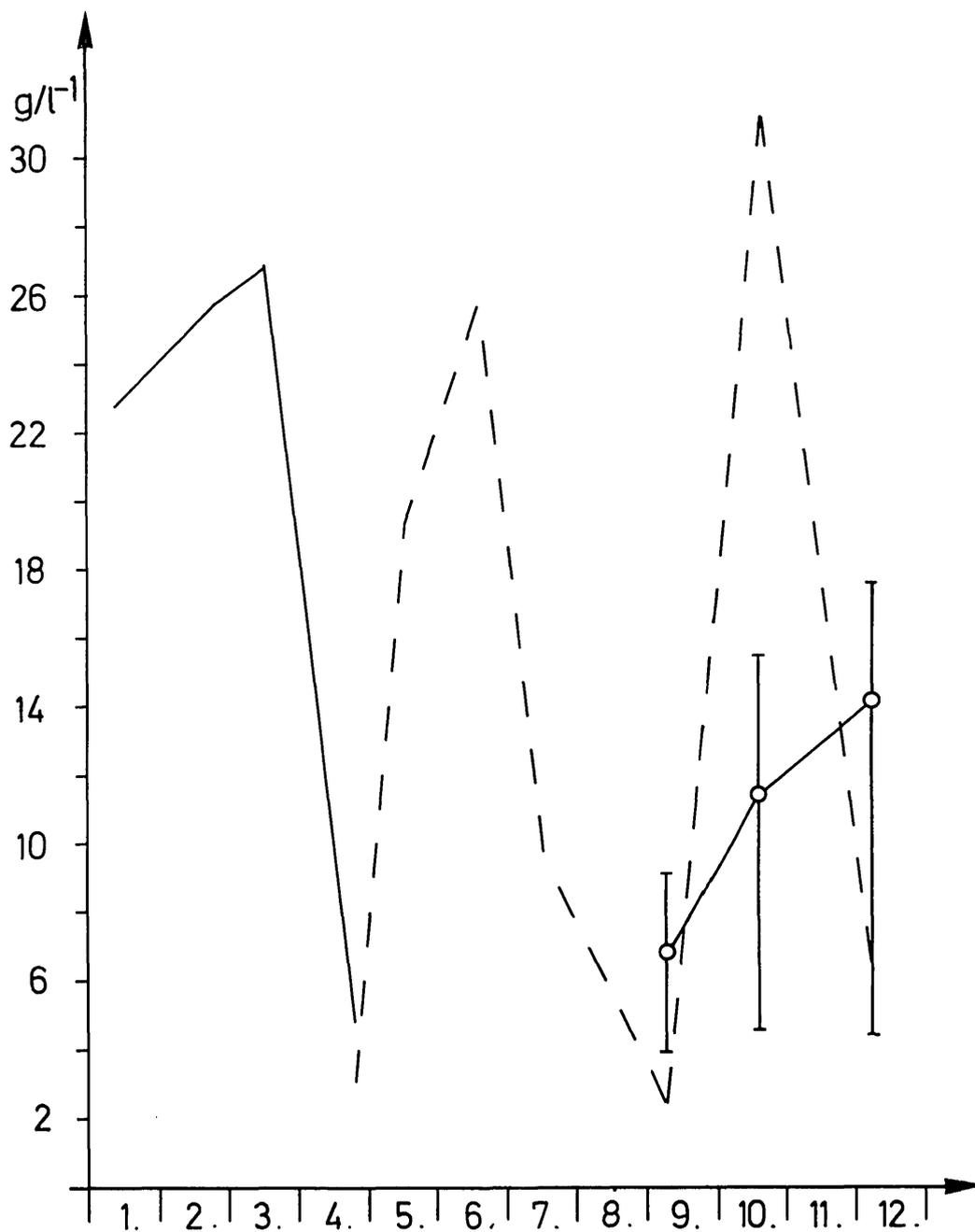
Abb. 7 Trockengewichtsanteil des Sedimentwassers (g/l) in verschiedenen Sedimenttiefen gegen die Zeit



Monat		04	05	06	07	09	10	12
4B								
cm	LL	∅	∅	3,56	∅	0,98	∅	∅
∅	\bar{x}	0,67	1,00	4,27	0,42	1,80	1,30	1,32
	UL	2,40	4,43	5,07	1,29	2,92	8,09	4,76
	LL	0,44	0,55	5,40	∅	2,68	8,18	1,85
20	\bar{x}	0,93	1,55	7,27	6,70	3,90	12,48	7,35
	UL	1,57	3,09	9,60	49,35	5,46	18,49	20,71
	LL	4,23	2,10	9,80	0,98	1,91	5,51	0,80
40	\bar{x}	18,02	6,63	56,97	12,78	4,88	21,38	6,13
	UL	58,59	16,28	246,08	69,06	10,29	42,13	23,00
	LL	∅	0,20	1,74	3,11	2,65	12,02	∅
60	\bar{x}	14,15	16,52	13,47	5,40	4,98	16,78	10,57
	UL	299,52	135,67	57,39	8,76	8,57	23,04	93,31
12B								
cm	LL	∅	∅	3,41	0,32	0,27	∅	∅
∅	\bar{x}	0,45	1,43	5,58	14,95	2,32	1,30	19,63
	UL	1,49	6,06	8,66	114,67	6,93	8,09	465,76
	LL	0,70	0,10	∅	0,30	∅	2,82	∅
20	\bar{x}	5,33	37,03	44,33	3,90	0,92	50,58	5,75
	UL	18,86	463,88	1187,62	14,57	4,74	403,09	59,53
	LL	1,80	2,07	17,08	14,10	1,54	38,47	∅
40	\bar{x}	23,78	13,75	38,13	55,22	6,12	83,43	8,90
	UL	141,78	55,82	79,06	176,76	17,11	169,68	65,15
	LL	3,11	3,80	14,33	16,43	2,45	34,78	∅
60	\bar{x}	45,75	9,02	113,63	27,73	11,77	83,88	9,48
	UL	308,44	18,80	620,27	45,19	39,64	186,01	94,15

Tabelle 7 Trockengewichtskonzentrationen im Sedimentwasser (g/l). Vertrauensgrenzen nach log (x+1)-Transformation.

Abbildung 8 Trockengewichte (g/l) im Sedimentwasser. Volle Kurve: Mittel der 15- und 30-cm-Sonden (Tabelle 8). Gestrichelte Kurve: Mittel der 20-cm-Sonden der Positionen 4B und 12B (Tabelle 7)



Pos.	Tiefe cm	01	02	03	04
10B2	10	3,25	0,65	4,45	0,90
2Z3	15	22,10	7,10	9,55	1,60
2Z3	15	72,40	24,00	20,15	1,55
10C2	15	22,45	--	--	11,30
8Z2	30	9,40	51,80	16,70	7,20
8A4	30	10,20	31,30	74,45	3,30
18A1	30	0,35	14,90	13,40	4,05
2A2	40	7,80	42,60	19,65	4,65
6B1	40	26,20	6,60	8,80	2,80
12C3	40	2,95	4,55	1,60	4,30
12B3	50	24,85	48,15	23,65	6,00
16A3	50	7,75	84,45	14,80	6,00

Pos.	09	10	12
2Z1	15,05	7,35	22,2
6Z2	8,35	7,85	63,25
22Z3	3,70	9,00	7,95
8Z2	4,45	4,35	15,90
8C4	89,95	56,20	41,95
10Z2	10,85	7,90	4,25
10Z3	7,45	40,30	11,25
10A1	4,10	2,90	5,20
14A1	--	18,55	5,00
16C1	3,15	--	3,65
18A1	4,40	4,70	3,15

Tabelle 8 Trockengewichtsanteile in g/l.
Ab September alle Sonden in 20 cm Tiefe.

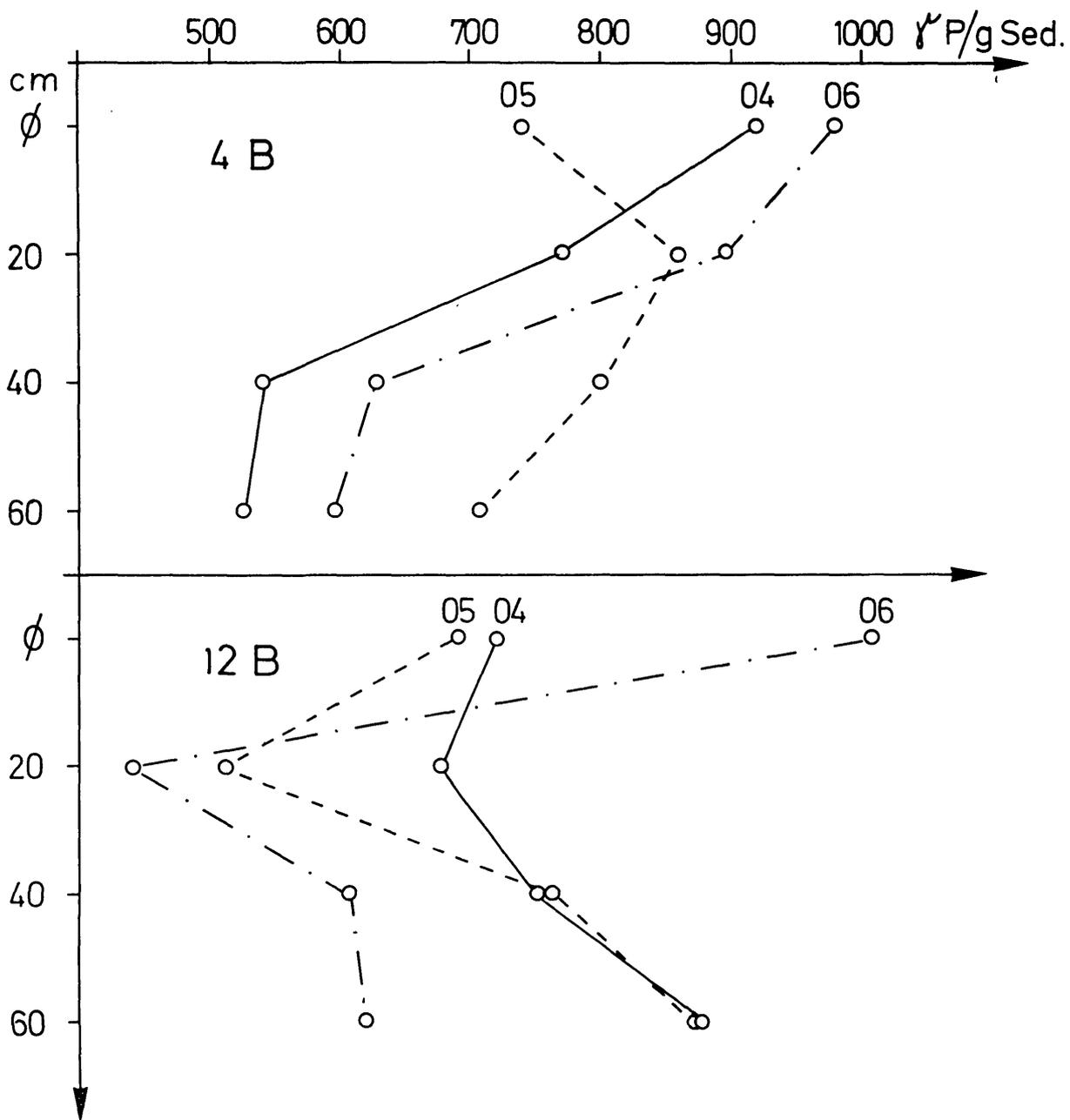


Abbildung 9 $\mu\text{P/g}$ Trockengewicht (Tab. 9).

	04	05	06
4 B			
cm LL	124,5	580,64	526,96
∅ \bar{x}	918,33	742,83	981,67
UL	4725,4	944,32	1755,48
LL	436,12	732,08	862,41
20 \bar{x}	770,67	862,5	896,0
UL	1318,57	1013,21	930,75
LL	75,48	367,52	58,13
40 \bar{x}	541,33	799,0	628,17
UL	2839,50	1640,36	4446,63
LL	78,18	383,42	218,63
60 \bar{x}	523,17	707,00	594,93
UL	2600,61	1254,04	1463,09
12B			
LL	353,12	154,20	361,24
∅ \bar{x}	721,17	690,17	1016,17
UL	1395,61	2465,41	2568,60
LL	498,76	63,70	79,47
20 \bar{x}	679,37	508,33	441,83
UL	915,89	2739,37	1861,10
LL	362,83	167,45	235,12
40 \bar{x}	752,33	760,0	608,5
UL	1480,69	2846,71	1436,77
LL	546,05	454,34	175,15
60 \bar{x}	875,83	870,5	618,67
UL	1373,68	1599,38	1896,91

Tabelle 9 Gesamtphosphorgehalt der Trockensubstanz des Sedimentwassers (‰/g Sedim.)

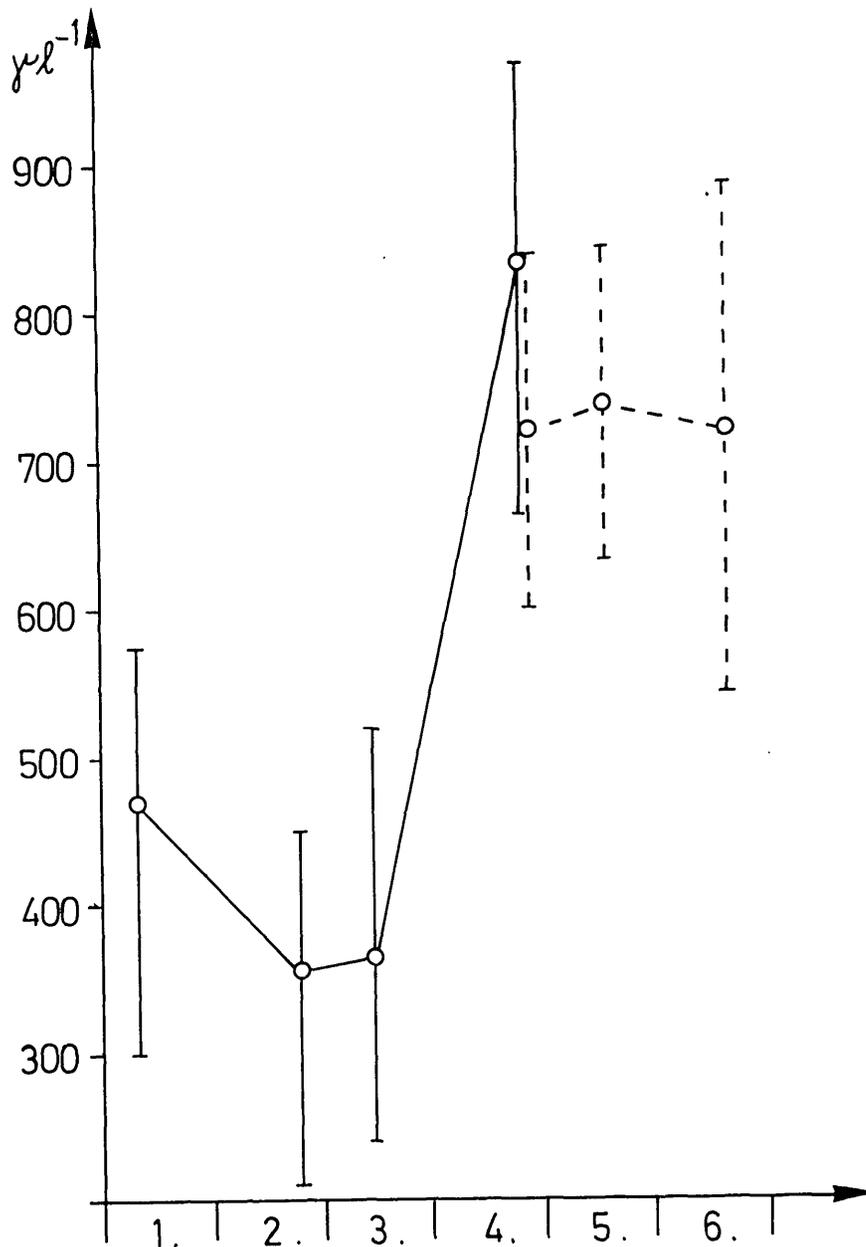


Abbildung 10 y P/g Trockengewicht (Tab. 9 und 10).
Gemittelt über alle Sonden. Vertrauensgrenzen nach
einer $\log(x+1)$ - Transformation.

Pos.	Tiefe cm	01	02	03	04
10B2	10	302,5	725,5	201,5	920,0
2Z3	15	204,0	179,5	221,5	523,0
2Z3	15	322,0	412,0	359,0	573,5
10C2	15	1039,5	--	--	1119,5
8Z2	30	223,0	147,0	258,0	488,0
8A4	30	336,0	179,0	163,5	950,0
18A1	30	465,0	283,0	243,0	922,5
2A2	40	517,0	252,0	480,0	598,5
6B1	40	471,0	761,0	822,0	931,5
12C3	40	870,0	527,5	766,0	1072,5
12B3	50	275,0	242,0	322,0	917,0
16A3	50	634,5	234,0	719,0	990,0

Tabelle 10 Phosphorgehalte der Trockensubstanz
des Sedimentwassers (g/g Sedim.).

Literatur

- LEICHTFRIED, M., und BRETSCHKO, G. (1979): Studien zur Konzentration und Verteilung „Partikulärer Organischer Substanz“ (POM) im Sediment.- Jber. Biol. Stat. Lunz 2: 43 - 49
- RAVEH, A., und AVNIMELECH, Y. (1979): Total Nitrogen Analysis in Water, Soil, and Plant Material with Persulphate Oxidation. Water Research 13: 911 f.
- SOLORZANO, L. (1969): Determination of Ammonia in Natural Water by the Phenolhypochlorite Method. Limnol. Oceanogr. 14: 799.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [1980_004](#)

Autor(en)/Author(s): Leichtfried Maria, Bretschko Gernot

Artikel/Article: [Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoffmessungen. 81-102](#)