

stiegen die Individuenzahlen wiederum an, bedingt durch junge Larven von Plecoptera, Chironomidae und Simuliidae.

Die Untersuchungen werden 1975 fortgesetzt, wobei parallel zu den Benthosstudien an der Mündung des Baches in den Piburger See quantitative Untersuchungen der Drift - gemeinsam mit M. PREM und B. STEMBERGER - durchgeführt werden.

II. Ökosystemstudie Vorderer Finstertaler See

1. Einleitung (G.Bretschko):

Vorderer und Hinterer Finstertaler See (VFS, HFS) liegen in den nördlichen Stubaiern Alpen, etwa 30 km Luftlinie WSW von Innsbruck. Das kleine Einzugsgebiet von $5,6 \text{ km}^2$ liegt zur Gänze im Kristallin (Granodiorit- und Biotitgneise) und liefert extrem elektrolytarme Wässer. Die Seen sind dimiktisch mit oft unvollständiger Frühjahrszirkulation im VFS. Trotz der langen Eisbedeckung kommt es zu keinem vollkommenen Sauerstoffschwund. Die wichtigsten physikalischen und chemischen Parameter sind in Tabelle 1.-1 und Abbildung 1.-1 zusammengefaßt.

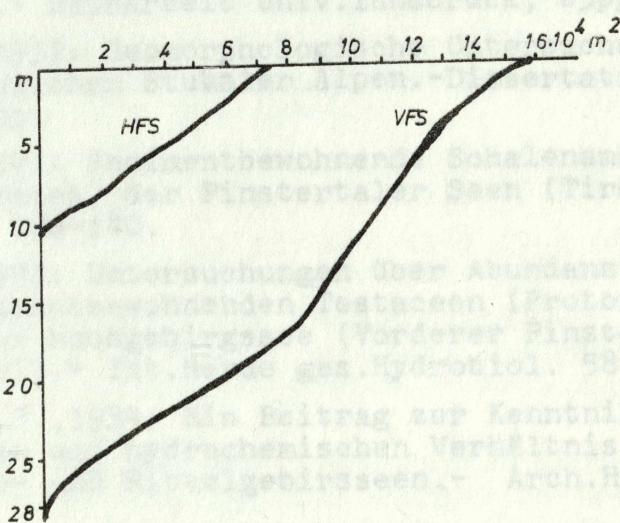
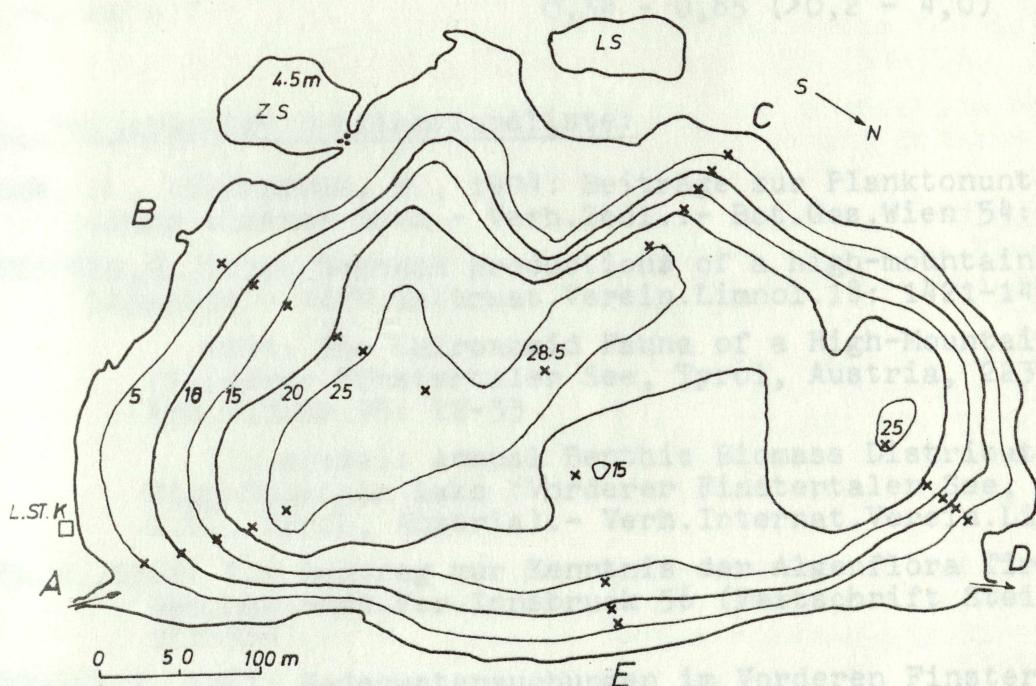
Die Finstertaler Seen wurden schon seit der Jahrhundertwende in unregelmäßigen Abständen von Limnologen besucht. Eine kontinuierliche Arbeit wurde jedoch erst ermöglicht durch die im Jahre 1959 von Prof. Dr. O. STEINBÖCK erbaute "Limnologische Station Kühtai". In den Jahren 1967 bis 1974 wurden die Untersuchungen im Rahmen des "Internationalen Biologischen Programmes" ausgeweitet und intensiviert. Die weitere Auswertung des in diesem Zeitraum gesammelten umfangreichen Datenmaterials ist für die nächste Zukunft geplant.

Im Jahre 1975 werden die beiden Finstertaler Seen ins Baugeschehen der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz der TIWAG direkt einbezogen. Damit beginnt die Umwandlung zweier relativ kleiner natürlicher Seen in einen großen Pumpspeicher. Die dabei auftretenden limnologischen Veränderungen werden im Rahmen eines "Man and Biosphere"-Projektes studiert.

Tabelle 1.-1: Morphometrische Daten und wichtige chemische und physikalische Parameter in Jahresmittelwerten. Streubreiten in Klammern.

	VFS	HFS
Meereshöhe, m	2 237	2 256
Fläche, 10^4 m^2	15,76	7,48
Volumen, 10^6 m^3	2,3	0,4
Maximale Tiefe, m	28,5	10,3
Mittlere Tiefe, m	14,8	5,4
Uferentwicklung, D_L	1,21	1,15
Theoretische Wassererneuerung pro Jahr	2,8	11,2

Abb. 1.-1: Tiefenkarte des VFS mit Sammelstationen (Kreuze) und hypsographische Kurven beider Seen.



Fortsetzung Tab. 1.-1 (Seite 103)

	VFS	HFS
Maximale Oberflächentemp., °C	(8,3 - 13,7)	
Secchi-Tiefe, m	(2 - 12)	
Leitfähigkeit, ms (20°C)	20	
Alkalinität, mval	(0,02- 0,13)	
reaktives SiO ₂ , mg l ⁻¹	1,3	
pH	(5,8 - 6,9)	
NO ₃ -N, mg m ⁻³	112	
Gesamtphosphor, mg m ⁻³	7,4 (2,7 - 15,8)	
PO ₄ -P, mg m ⁻³	0,34 - 0,65 (>0,2 - 4,0)	

1.1. Vollständige Publikationsliste:

- BREHM, V., ZEDERBAUER, E., 1904: Beiträge zur Planktonuntersuchung alpiner Seen.- Verh.Zool.- Bot.Ges.Wien 54: 48-58.
- BRETSCHKO, B., 1973: Benthos production# of a high-mountain lake. Nematoda.- Verh.Internat.Verein.Limnol.18: 1421-1428.
- 1974: The Chironomid Fauna of a High-Mountain Lake (Vorderer Finstertaler See, Tyrol, Austria, 2237 m asl).- Ent.Tidskr.95: 22-33
- (in press): Annual Benthic Biomass Distribution in a High-Mountain Lake (Vorderer Finstertaler See, 2237 m asl, Tyrol, Austria).- Verh.Internat.Verein.Limnol.19:
- ETTL, H., 1968: Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Tirols.- Ber.nat.-med.Ver.Innsbruck 56 (Festschrift Steinböck): 177-354
- GOTTWALD, E., 1961: Bodenuntersuchungen im Vorderen Finstertaler See.- Hausarbeit Univ.Innsbruck, 65pp
- HEUBERGER, H., 1952: Geomorphologische Untersuchungen in den nördlichen Stubai-Alpen.- Dissertation Univ.Innsbruck, 286pp.
- LAMINGER, H., 1971: Sedimentbewohnende Schalenamöben (Rhizopoda, Testacea) der Finstertaler Seen (Tirol).- Arch.Hydrobiol. 69: 106-140.
- 1973: Untersuchungen über Abundanz und Biomasse der sedimentbewohnenden Testaceen (Protozoa, Rhizopoda) in einem Hochgebirgssee (Vorderer Finstertaler See, Kühltal, Tirol).- Int.Revue ges.Hydrobiol. 58: 543-568.
- LEUTELT-KIPKE, S., 1934: Ein Beitrag zur Kenntnis der hydrographischen und hydrochemischen Verhältnisse einiger Tiroler Hoch- und Mittelgebirgsseen.- Arch.Hydrobiol.21: 286-352

- PECHLANER, R., 1964: Plankton production in natural lakes and hydroelectric water basins in the alpine region of the Austrian Alps. - Verh. Int. Ver. Limnol. 15: 375-383.
- 1966a: Die Finstertaler Seen (Kühtai, Österreich) I. Morphometrie, Hydrographie, Limnophysik und Limnochemie. - Arch. Hydrobiol. 63: 165-230
- 1966b: Salmonideneinsätze in Hochgebirgsseen und -tümpel der Ostalpen. - Verh. Int. Ver. Limnol. 16: 1182-1191.
- 1967: Die Finstertaler Seen (Kühtai, Österreich) II. Das Phytoplankton. - Arch. Hydrobiol. 63: 145-193.
- 1969: Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden. - Verh. Dtsch. Zool. Ges. Zool. Anz. Suppl. 32: 750-757.
- 1971: Factors that control the production rate and biomass of phytoplankton in high-mountain lakes. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. 19: 125-145.
- PECHLANER, R., BRETSCHKO, G., GOIMANN, P., PFEIFER, H., TILZER, M., WEISSENBACH, H. P., 1972a: Ein Hochgebirgssee (Vorderer Finstertaler See, Kühtai, Tirol) als Modell des Energietransportes durch ein limnisches Ökosystem. - Verhandl. D. Z. G. 65: 47-56.
- 1972b: The production processes in two high-mountain lakes (Vorderer and Hinterer Finstertaler See, Kühtai, Austria). - In: KAJAK, Z., HILLBRICHT-ILKOWSKA, A.: Proceedings of the IBP-UNESCO Symposium on Productivity Problems in Freshwaters, Kazimierz Dolny, Poland 1970: 239-269.
- 1973: Ein Hochgebirgssee als Objekt der Ökosystemforschung. A. Das Ökosystem Vorderer Finstertaler See. - In: ELLENBERG, H., (Hrsg.): Ökosystemforschung. Springer-Verlag. 33-49
- PFEIFER, H., 1974: Das Phytobenthos des Vorderen Finstertaler Sees. - Dissertation, Univ. - Innsbruck, 119pp.
- STEINBOCK, O., 1934: Zur Frage der Sprungschicht in Hochgebirgsseen. - Arch. Hydrobiol. 27: 397-415.
- 1938: Arbeiten über die Limnologie der Hochgebirgsgewässer. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 37: 467-509.
- TILZER, M., 1972: Bacterial productivity in a high-mountain lake. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 18: 188-196.
- 1972a: Dynamik und Produktivität von Phytoplankton und pelagischen Bakterien in einem Hochgebirgssee (Vorderer Finstertaler See, Österreich). - Arch. Hydrobiol., Suppl. 40: 201-273.
- 1973: Dynamik der planktischen Urproduktion unter den extremen Bedingungen des Hochgebirgssees. - In: ELLENBERG, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung. Springer-Verlag. 51-59.
- 1973a: Diurnal periodicity of a phytoplankton assemblage in a high-mountain lake. - Limnol. - Oceanogr. 18: 15-30.

WEISSENBACH, H.P. 1974: Untersuchungen zum Phosphorhaushalt eines Hochgebirgssees (Vorderer Finstertaler See, Kühtai, Tirol) unter besonderer Berücksichtigung der Sedimente. - Dissertation, Univ. Innsbruck, 193 pp.

2. Düngungsexperiment (U.Witt): Im VFS schichtet sich das Phytoplankton im Sommer mit seinem Schwerpunkt regelmäßig in einer Tiefe zwischen 15 und 20 m ein. Ähnlich tiefliegende Biomassemaxima wurden auch in anderen Hochgebirgseen beobachtet. Für den V.F. gibt es zur Erklärung dieser Tatsache zwei Hypothesen: Die eine besagt, daß die Algen im Epilimnon durch die in dieser Höhe sehr intensive (UV-) Strahlung geschädigt werden und sich daher in den oberen Wasserschichten nicht optimal entwickeln können.

Nach der zweiten Hypothese wirkt die hohe Strahlung erst dann schädigend, wenn ein zu geringes Nährstoffangebot ($\text{PO}_4\text{-P}$) vorhanden ist. Da das Sediment als P-Quelle wirkt und die Strahlung auch in der Tiefe ausreichend ist für die Photosynthese, finden die Algen hier bessere Bedingungen vor. Durch wöchentliche Düngung des Epilimnions mit Phosphat wird versucht, diese Streitfrage zu klären.

2.1. Kalkulation der tatsächlichen Wassererneuerung: Um eine Abschätzung der Höhe der Düngerverluste durch Ausschwemmung treffen zu können, muß die tatsächliche Wassererneuerung im See wenigstens annährend bekannt sein.

Material: Untersuchungen über den Wasserhaushalt wurden vorgenommen von PECHLANER und MITTERBERGER. Es liegen Werte vor über die monatlichen Abflußmengen (Mittel der Jahre 1961-1969) des Finstertalbaches. Ungefähr 23% der Abflußmenge stammt im Sommer aus unterirdischen Quellen und Sickerwasser (Pechlaner). (Einrinn + 23% = Ausrinn).

Temperaturen wurden 1973 registriert vom Einrinn und den Tiefen: 1 m, 7 m, 10 m, 18 m, 28 m.

Nach der Frühjahrszirkulation ist die obere Wasserschicht und natürlich auch die Temperatur des Einrinns stark abhängig von der Lufttemperatur. Bei einer normalen Einschichtung des Einrinns zwischen 1 m und 7 m im Sommer kann er sich bei Kälteeinbrüchen (besonders im Juli 73) unterhalb 10 m bis fast in 18 m Tiefe einschichten.

Die direkte Verbindung zwischen Zufluß und Abfluß des Sees verläuft parallel zum Ostufer (siehe Karte).

Zur Messung der Durchflußgeschwindigkeit und der Einschichtung des Einrinns in den See wurde am 16.7.72 ein Färbeversuch unternommen (KATZMANN). Der Versuch wurde nur einmal durchgeführt, und die an diesem Tage gewonnenen Ergebnisse können nicht verallgemeinert werden. Es zeigte sich jedoch (und das war bei der gegebenen Morphologie des Seebodens zu erwarten), daß man den See mit einigen Vorbehalten in ein Haupt- und ein Durchflußbecken unterteilen kann.

Der Färbeversuch wurde folgendermaßen durchgeführt: In das Zuflußwasser wurde Uranin gegeben. In mehreren Profilen quer zur Strömungsrichtung wurden Aktivkohlesäckchen in verschiedenen Tiefen

exponiert. Die Menge des adsorbierten Uranins wurde später fluoreszenzspektrometrisch gemessen. Außerdem wurden am Ausrinn laufend Wasserproben entnommen. Die Farbwolke erreichte den Ausrinn etwa 5 Stunden nach Versuchsbeginn, das entspricht einer theoretischen Fließgeschwindigkeit von ca. 200 cm/min. Die Hauptströmung (gemessen am Farbstoffgehalt der Aktivkohle) befand sich in den ersten 2/3 der Strecke zwischen Einrinn und Abfluß in Ufernähe. Bei den Profilen in Ablußnähe wurden bei den verschiedenen Meßpunkten ziemlich einheitliche Werte gemessen- bedingt durch die höhere Verdünnung und Durchmischung. Die Farbintensität nahm unterhalb von 3-5 m Tiefe stark ab. Daraus ist zu schließen, daß sich der Einrinn an diesem Tag in Oberflächennähe eingeschichtet hat und der Durchfluß wenig Einfluß auf den tatsächlichen Wasseraustausch hatte.

Es ergibt sich demnach in Hinblick auf die Düngung zur Vermeidung größerer Düngeverluste die Notwendigkeit, den See in zwei Becken zu unterteilen. Um das Durchflußbecken vom Hauptbecken abzutrennen, wurde eine gerade Linie etwas willkürlich durch den See gezogen, und zwar dort, wo sich zwei Meßpunkte eines Profils in der Farbintensität um eine Zehnerpotenz unterscheiden. Dadurch wird ein Durchflußbecken von ca. 40.000 m^2 oder $0.4,10^6 \text{ m}^3$ abgetrennt.

Die Wassererneuerung des Hauptbeckens ($V = 19,10^6 \text{ m}^3$) wurde folgendermaßen berechnet:

$$\text{Abflußmenge} - 23\% = \text{Zufluß}$$

Die kalkulierte Menge der an der Wassererneuerung des Hauptbeckens beteiligten Wassermasse (in %) des Einrinns + 23% des Abflusses = erneuerte Wassermenge im Hauptbecken/Monat.

Diese Zahl wird durch das Volumen des Hauptbeckens dividiert, und man erhält die kalkulierte Wassererneuerung für den betreffenden Monat.

Die Prozentsätze für die einzelnen Monate (Tabelle) sind reine Schätzwerte. Im Mai besteht unter Eis noch eine inverse Schichtung und das kalte Einrinnwasser wird als Oberflächenstrom unter Eis zum Ausrinn fließen ohne sich mit dem Seewasser zu durchmischen, daher wurde für diesen Monat nur ein geringer Prozentanteil (10%) geschätzt. Für den Juli ist zu erwarten, daß durch Kälteeinbrüche eine stärkere Durchmischung mit dem Wasser des Hauptbeckens erfolgt, daher wurden für diesen Monat 30% angenommen. Im Oktober ist die Schichtung wieder invers (10%).

Ergebnisse:

Monat Abfluß ber. Zufluß (m^3) angen. %-Anteil Wassererneuer.

Mai	1.004.000	773.000	10%	0,16	x
Junii	2.631.000	2.025.900	20%	0,52	x
Juli	2.822.000	2.172.900	30%	0,67	x
Aug.	1.762.000	1.356.700	20%	0,35	x
Sept.	857.000	659.900	15%	0,15	x
Okt.	496.000	381.900	10%	0,08	x

Die Werte für die Monate Dez.-April liegen unterhalb 0,01 und können daher vernachlässigt werden.

Bei Addition der Monatswerte ergibt sich eine geschätzte Wassererneuerung des Hauptbeckens von ca. 2 x pro Jahr.

2.2. Methodik des Düngerversuches: Die erste Düngung erfolgte bereits auf dem Eis. Es wurde jeweils nur das Areal des angenommenen Hauptbeckens gedüngt, um die Verluste durch Ausschwemmung möglichst niedrig zu halten. Während der ersten beiden Düngungen wurde landwirtschaftlicher Volldünger benutzt, der zusätzlich zum Phosphat noch 80 kg $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ -N enthielt. Er bewährte sich jedoch wegen seiner ungenügenden Wasserlöslichkeit nicht.

In der Folge wurde daher $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck) benutzt, das auch bei niedrigen Wassertemperaturen leicht löslich ist. Die Gesamtmenge des zugegebenen Phosphats betrug etwa 85 kg, das entspricht etwa 85 mg $\text{PO}_4\text{-P}/\text{m}^3$ des Epilimnons.

Die auszubringende Menge (gewöhnlich 50 kg = 10 kg $\text{PO}_4\text{-P}$) wurde jeweils in einem 200 l-Behälter auf einem Schlaubboot mit Außenbordmotor in Wasser gelöst. Während das Boot in parallelen Streifen von ca. 10 m Abstand über den See fuhr, wurde die Lösung im Heberprinzip durch einen Gummischlauch ins Schraubenwasser geleitet und so gleichzeitig mit Seewasser durchmischt. Eine zusätzliche Durchmischung wurde dadurch erreicht, daß die Streifen immer quer zur Hauptwindrichtung gelegt wurden.

Wie PO_4 -Analysen in verschiedenen Abständen nach der Düngung zeigten, sank der Dünger nicht ins Hypolimnon ab. Die höchsten Konzentrationen an Gesamt-P und PO_4 waren immer in den oberen Wasserschichten.

Parallel zur Düngung wurden wöchentlich Planktonproben genommen, O_2 - und pH-Messungen durchgeführt, PO_4 und Gesamt-P gemessen.

Die Auswertung der Biomasse- und Produktionsmessungen ist zur Zeit noch nicht abgeschlossen, es ist daher noch nicht möglich, exakte Angaben zu machen. Aus den wenigen bisher vorliegenden Werten scheint jedoch hervorzugehen, daß die Düngung einen positiven Einfluß auf die Phytoplanktonentwicklung im Epilimnon hatte. So ging zum Beispiel die Sichttiefe im Laufe des August und bis Anfang September auf 1,7 m (früher 5-8 m) zurück. Dieser Rückzug ist nicht auf mineralogene Einschwemmungen zurückzuführen, wie gleichzeitige Sichttiefenmessungen im Hinteren Finstertaler See zeigten. Der pH stieg Ende August im Epilimnon auf Werte bis 8,6 an, während er in früheren Jahren bei 6,5-6,8 lag.

Die höchsten Sauerstoffübersättigungen (-125%) traten parallel zu den pH-Maxima im Epilimnon (2-8 m) auf. Die bisher ausgezählten Serien von August bis Anfang September zeigen höhere Biomassen im Epilimnon als in der entsprechenden Zeit früherer Jahre. Der Biomassenschwerpunkt verlagerte sich ins Epilimnon.

3. Ein- und Ausdrift (M. Katzenmann-Hamböck): Im Sommer 1972 wurde an 18 Tagen über 24 Stunden die Aus- und/oder Eindrift gemessen. Unter Drift wird die Summe aller nicht molekular gelöster Stoffe

verstanden, sowohl autochthoner als auch allochthoner Natur. Im Seeinrinn wurde zwischen der Drift an der Wasseroberfläche und der Drift im Wasserkörper unterschieden. Im Seeausrinn konnte aus methodischen Gründen nur die Drift im Wasserkörper gemessen werden.

Drei verschiedene Sammelmethoden wurden, teils gleichzeitig angewandt: "Stecknetze" mit einer Fangfläche von 200 cm² wurden direkt im Bach exponiert oder das Bachwasser wurde mit einem Schlauch abgeleitet und durch Planktonnetze filtriert. In beiden Fällen betrug die Expositionszeit 4 Stunden, die verwendeten Netze hatten eine Maschenweite von 150 und 50 µ. Im August und Oktober wurde im Seeausrinn ein "Automatischer Driftprobensammler nach MÜLLER" eingesetzt, mit einem Schaltrythmus von 2 Stunden und Netzmashenweiten von 80 und 50 µ.

Das Driftmaterial wurde mit 4% Formol fixiert und sein Gesamtvolumen in Meßzylindern bestimmt. Tierische Organismen wurden abgetrennt und nach taxonomischen Gesichtspunkten gesondert, gezählt und gewogen. In den Seeinrinnproben wurde darüber hinaus die nicht indentifizierbare Restdriftmenge getrocknet, gewogen und verascht.

Unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Drift über den gesamten Bachquerschnitt kann aus Durchflußmenge und Schüttung auf die Gesamt-Tagesdrift geschlossen werden.

Die Eindrift ist wesentlich vom Entwicklungszyklus der Bachinsekten beeinflußt, besonders von Chironomiden, deren Stadien die Hauptmasse der Organismendrift stellen. Die Eindrift ist deshalb zur Hauptflugzeit der Chironomiden im Juni/Juli am größten und nimmt in der zweiten Juli-Hälfte stark ab (Tab. 3.-1). Der hohe Wert vom 28/29. August ist methodisch bedingt und nicht direkt vergleichbar: in den ersten Serien wurden Streckennetze verwendet, in der letzten die "Schlauchmethode". Die beiden Verfahren aufeinander abzustimmen ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Datum	Seeinrinn		Seeausrinn	
	Schüttung	Drift	Schüttung	Drift
06-26/27	43,2	0,164	83,5	0,060
07-10/11	46,5	0,244	69,8	0,061
07-25/26	39,2	0,045	51,4	0,052
08-14/15	33,3	0,041	29,4	0,220
08-28/29	35,2	(0,279)	31,4	0,057

Tabelle 3.-1: Mittlere tägliche Gesamtdrift im Wasserkörper in mg Trockengewicht pro m³. 24-Stunden Schüttung in 10³m³. Siebnetzmashenweite: 150 µ.

In der Seeausdrift finden sich hauptsächlich seebewohnende Chironomiden mit all ihren Stadien, Cyclops a.tatricus und planktische Rotatorien. Im Unterschied zur Eindrift ist die mittlere tägliche Ausdrift pro m³ sehr gleichmäßig (Tab. 3.-1). Der extrem hohe Wert vom 14/15. August wird zu 2/3 von Copepoden gestellt. Eine Erklärung für diese nur einmal beobachtete Erscheinung bedarf noch weiterer Analysen. Beim quantitativen Vergleich von Ein- und Ausdrift

ist zu berücksichtigen, daß ein beträchtlicher Teil der Ausdrift von kleinen Organismen gestellt wird, die mit dem 150 μ -Netz nur sehr unvollkommen erfaßt werden: kurzzeitige Versuche mit 50 μ -Netzen zeigen, daß die Rotatoriendrift etwa 50% der mit 150 μ -Netzen erfaßten Gesamtdrift ausmacht.

Die Erstellung einer Bilanz von Ein- und Ausdrift ist gegenwärtig noch nicht möglich, da die Einflüsse von Schüttung, Organismenentwicklung und Tiefenverteilung des Planktons auf die Drift erst genauer analysiert werden müssen. Die großen saisonalen Unterschiede der Eindrift gegenüber der relativ gleichmäßigen Ausdrift (Kapitel 2, Schüttungswerte) lassen jedoch eine negative Driftbilanz für den See erwarten.

4. Benthos:

4.1. Topographie des Seebodens und Sedimentanalysen (B.Wagner):

Topographie des Seebodens: Im Uferbereich bis zu einer Tiefe von ca. 2m bilden große Felsblöcke und Steine mit dazwischenliegenden Sanden den Untergrund. Mit zunehmender Tiefe werden größere Steine immer seltener und der Seegrund wird von feinem, hauptsächlich mineralogenem Sediment gebildet (Abb. 4.1.-1). Die Felsblöcke und Steine der Uferzone sind von einer nur wenige mm starken Feinsedimentschicht bedeckt. Am Westufer befinden sich Schuttkegel aus grobblockigem Material und Kiesen, die durch regelmäßig niedergehenden Lawinen in den See gelangen (Abb. 4.1.-1).

Sedimentfarbe: im Sediment lassen sich deutlich zwei Komponenten erkennen: die oberste Schicht (1-3cm, max. 7cm) ist braun gefärbt, darunter befindet sich graues Sediment verschiedenster Schattierungen. Die Mächtigkeit der braunen Schicht nimmt mit der Wassertiefe ab. Es ist jedoch keine scharfe untere Grenze gegeben, auch an der tiefsten Stelle finden sich immer wieder braune Anteile (Tab. 4.1.-1).

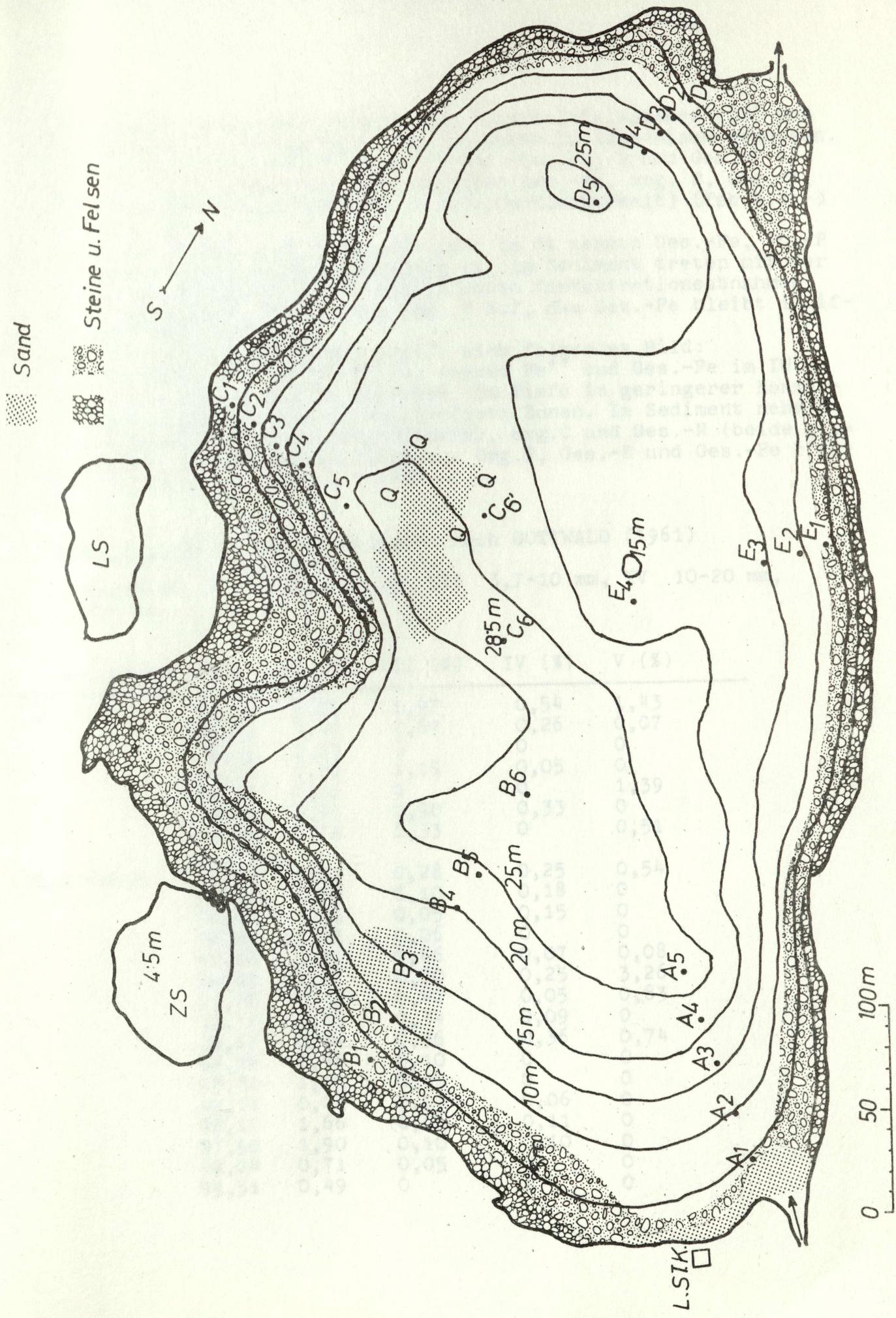
Tab. 4.1.-1: Mittlere Mächtigkeit der braunen Sedimentschicht
(nach PFEIFER 1974)

Wassertiefe (m)	0	5	10	15	20	25	28
Braune Schicht (cm)	2,9	2,6	1,8	2,2	1,4	0,7	

Korngröße: Das Sediment (Uferzone ausgenommen) ist sehr einförmig und fein. Lokal finden sich aber Sand, Grus und See-Erz im Sediment. Korngrößenanalysen wurden von GOTTWALD (1961) und WAGNER durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 4.1.-2 und 4.1.-3 zusammengestellt.

Wassergehalt: er schwankt zwischen 30 und 40%, das Mittel aller Proben liegt bei 35% (WEISSENBACH 1974; Tab. 4.1.-4). Eine Beziehung zur Wassertiefe ist nicht festzustellen (Tab. 4.1.-8a).

Abb. 4.1.-1: Sedimentverteilung, VFS.



Chemismus: es wurden Analysen des Interstitialwassers (IW) und des Sediments durchgeführt. Der pH wurde im Naßschlamm gemessen. Vom IW wurde der Gehalt an Fe^{++} , Ges.-Fe, $\text{PO}_4\text{-P}$ und Ges.-P bestimmt. Die Sedimentanalysen umfaßten Ges.-Fe, org. P, Ges.-P, Ges.-N, Glühverlust und org. C (als Oxydierbarkeit) (Tab. 4.1.-3 bis 4.1.-8).

Folgende Trends sind festzustellen: im IW nehmen Ges.-Fe, $\text{PO}_4\text{-P}$ und Ges.-P mit der Sedimenttiefe zu. Im Sediment treten mit der Tiefe geringfügige, nicht signifikante Konzentrationsabnahmen für Glühverlust, Ges.-P und org. P auf, das Ges.-Fe bleibt indifferent (Tab. 4.1.-8b).

Für die Tiefenzonen im See ergibt sich folgendes Bild: der pH nimmt mit der Tiefe zu, ebenso Fe^{++} und Ges.-Fe im IW. $\text{PO}_4\text{-P}$ und Ges.-P des IW sind bis 10m Tiefe in geringerer Konzentration vorhanden als in den tieferen Zonen. Im Sediment nehmen der Glühverlust (nicht signifikant), org.C und Ges.-N (beide signifikant) mit der Wassertiefe zu. Org.P, Ges.-P und Ges.-Fe bleiben indifferent (Tab. 4.1.-8a).

Tab. 4.1.-2: Korngrößenanalysen nach GOTTWALD (1961)

I $<0,286\text{ mm}$, II $0,286-3,7\text{ mm}$, III $3,7-10\text{ mm}$, IV $10-20\text{ mm}$,
V $>20\text{ mm}$

Korngroße	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
0 - 10 m	91,06	5,00	1,97	0,54	1,43
	95,60	3,40	0,67	0,26	0,07
	99,79	0,21	0	0	0
	97,54	1,26	1,15	0,05	0
	98,00	0,61	0	0	1,39
	95,36	3,41	0,90	0,33	0
	97,44	1,72	0,33	0	0,51
10,1 - 25 m	96,66	2,27	0,28	0,25	0,54
	98,12	1,60	0,10	0,18	0
	98,50	1,30	0,05	0,15	0
	98,69	1,25	0,06	0	0
	97,68	1,31	0,86	0,07	0,08
	94,92	0,87	0,70	0,25	3,26
	97,38	1,32	0,42	0,05	0,83
	98,74	0,83	0,34	0,09	0
	97,68	0,86	0,36	0,36	0,74
	99,34	0,56	0,10	0	0
	98,80	1,05	0,15	0	0
	99,19	0,72	0,03	0,06	0
	98,17	1,66	0,06	0,11	0
	97,90	1,90	0,10	0,10	0
	99,24	0,71	0,05	0	0
	99,51	0,49	0	0	0

Fortsetzung Tab. 4.1.-2

Korngröße	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
99,39	0,57	0	0,04	0	
99,67	0,33	0	0	0	
97,84	1,33	0,18	0,04	0,61	
98,16	1,50	0,34	0	0	
97,42	1,53	0,95	0,07	0,03	
99,17	0,57	0,11	0,15	0	
97,15	1,46	0,36	0	1,02	
98,04	0,80	0,20	0,16	0,80	
98,02	1,39	0,42	0,13	0,04	
97,33	1,13	0,85	0,69	0	
96,72	0,65	0,19	0,04	2,40	
97,27	1,25	0,36	0,23	0,89	
25,1-28,5m	99,85	0,15	0	0	0
	99,71	0,13	0,16	0	0
	100,00	0	0	0	0
	99,16	0,53	0,20	0,11	0
	98,94	0,67	0,29	0,10	0
	95,71	0,96	0,58	0,34	2,41
	96,44	1,35	0,81	1,00	0,40

Tab. 4.1.-3: Korngrößen und chemische Parameter des Sediments (WAGNER) Positionen siehe Abb. 4.1.-1

Korngröße (Gewichts%)

Datum	Position	Tiefe < 0 mm	0,063 mm	0,063-0,125 mm	0,125-0,250 mm	0,250-0,500 mm	0,500-2,00 mm	2,00-4,00 mm	4,00 mm
1972-08-25									
	A2	10,5	82,21	9,00	5,35	1,72	0	0	0
	B2	8	22,20	10,81	20,55	8,36	4,19	25,28	
	D2	7	85,91	7,79	5,95	0,35	0	0	
	D3	10,5	96,19	2,60	0,80	0,17	0,24	0	
	A3	16,5	68,09	6,06	13,81	5,68	6,36	0	0
	B4	19,5	63,42	4,01	8,47	1,50	2,62	0	19,98
	C3	20	81,70	6,22	10,51	0,45	1,12	0	
	E3	16,5	69,00	7,04	12,10	1,82	10,04	0	
	A5	26	87,88	8,21	2,85	0,31	0,75	0	
	B6	27	87,97	6,27	4,32	0,69	0,75	0	
	C6	28	72,14	9,38	8,29	1,82	3,47	0	
	D5	25,5	93,60	4,70	1,43	0,10	0,17	0	
Pos. Org.C Trs %									
	A2	1,90	0,080	0,203	0,140	0,154	0,20	1972-08-25	
	B2	1,20	0,055	0,140	0,186	0,170	3,52		
	D2	1,30	0,089	0,158	0,204	0,204	7,84		
	D3	1,25	0,082	0,178			8,10		
	A3	1,26	0,087	0,154	0,154	6,79			
	B4	1,26	0,088	0,186	0,186	7,31			
	C3	1,42	0,090	0,170	0,204	7,68			
	E3	1,93	0,140	0,204		9,32			
	A5	2,47	0,103	0,252	0,252	6,87			
	B6	2,20	0,086	0,218	0,218	6,82			
	C6	2,17	0,100	0,208	0,208	6,46			
	D5	2,23	0,093	0,231	0,231	7,11			

Interstitial-Wasser (IW)

Datum	Position	Tiefe m	Schicht cm	Nässchl. %	Wasser Fe ²⁺ μg. l ⁻¹	Ges. Fe μg. l ⁻¹	PO ₄ -P μg. l ⁻¹	Filtrat μg. l ⁻¹	Sediment			
									Ges-P μg. l ⁻¹	Ges-TiS P %		
1971-07-06	A2	11,5	0-2	6,32	40	500	1080	26	57	7,6		
			2-4	6,80	35	5430	7150	170	514	5,5		
			4-6	6,90	33	9510	450	1371	5,3	0,226		
			6-8	6,87	33	8250	9510	560	1881	0,024		
										0,005		
										0,004		
A3	18		0-1	5,91	37	500	1215	40	342	8,0		
			1-2	6,33	36	2375	2700	93	400	8,8		
			2-3	6,64	34	3875	4925	350	1257	8,6		
			3-5	6,45	34	3750	5330	400	1242	6,3		
										0,187		
										0,024		
A4	23		0-2	6,48	38	3060	4725	53	400	5,6		
			2-4	6,84	33	5625	7085	320	1314	5,4		
			4-5	6,55	34	6685	7965	400	1371	5,3		
			5-7	6,86	36	7750	9100	560	1371	6,1		
										0,217		
										0,041		
A5	26		0-2	7,01	36	18810	20040	66	171	7,9		
			2-4	6,85	33	13430	14850	320	685	7,4		
										0,220		
										0,077		
										0,029		
										1,5a-1		
1969-12-12	B2	8,5	0-2	5,78	30	270	-	39	116	3,8		
			2-4	5,74	34	190	-	26	66	3,9		
										0,159		
										-		
										4,41		
										4,22		
B4	24		0-2	6,95	32	2760	2770	288	798	6,1		
			2-4	6,89	39	3190	4420	550	866	4,5		
										0,197		
										0,174		
										-		
										4,66		
B6	27		0-2	6,90	30	3080	3270	207	666	4,0		
			2-5	6,90	46	3080	3850	297	866	6,5		
			5-9	6,91	37	5770	5960	390	766	5,3		
			9-12	6,89	39	6350	6420	452	566	4,5		
										0,188		
										0,024		
1971-06-24												
C2												
1971-06-24												

Tab. 4.1.-4: Chemische Parameter des Sediments und des IW. Positionen siehe Abb. 4.1.-1
(nach WEISSENBACH 1974)

Interstitial-Wasser (IW)

Datum	Position	Tiefe m	Schicht cm	Naßschl. Wasser %	Fe ²⁺ μg. l ⁻¹	Ges. Fe μg. l ⁻¹	PO ₄ -P μg. l ⁻¹	Filtrat Ges-P μg. l ⁻¹		Sediment Glühverl. PTrS %		
								Glühverl. PTrS %	Org. PTrS %	FeTrs %		
1970-01-29	B 2	8,5	0-2	5,50	41	145	66	6,1	0,105	0,029	3,75	
			2-3	5,18	37	320	66	4,2	0,100	0,030	5,51	
			3-5	5,40	37	450	40	4,7	0,110	0,013	4,28	
B 4	24	0-2	6,31	44	2150	100	190	6,3	0,157	0,015	5,57	
		2-4	6,08	37	3400	420	450	4,8	0,122	0,011	6,71	
		4-6	6,85	39	3180	618	1300	3,1	0,111	0,011	5,57	
		6-8	6,66	35	3030	690	1300	4,3	0,107	0,006	4,69	
		8-10	6,56	40	3220	680	1515	5,4	0,102	0,005	6,06	
B 6	27	0-2	6,92	42	5300	200	450	6,1	0,141	0,014	6,53	
		2-4	7,03	40	6050	165	1480	5,7	0,133	0,016	5,49	
		4-6	6,95	36	6300	320	1260	6,5	0,133	0,004	5,92	
		6-8	6,95	43	9050	540	965	5,5	0,124	0,004	5,59	
1971-0624	B 2	8,5	0-2	6,87	34	3330	170	5,3	0,192	0,023	9,60	
	B 4	24	0-2	6,14	41	2350	2390	65	310	0,273	0,033	
		2-4	6,74	41	3270	3840	170	350	4,1	0,195	0,003	
		4-6	6,94	35	4620	4620	444	1200	4,5	0,189	0,003	
		6-8	6,92	40	4750	5070	716	1732	4,8	0,183	0,010	
	B 6	27	0-1	7,14	44	7820	7825	137	400	9,3	0,238	0,037
		1-3	6,97	37	8375	8550	187	600	6,8	0,242	0,036	
		3-5	6,87	38	9490	9490	420	1222	5,6	0,223	0,040	
1971-06-24	C 2	17	0-2	6,15	41	685	1415	25	85	5,8	0,202	0,048
		2-5	6,52	41	3375	3710	50	285	6,2	0,219	0,048	
		5-7	7,20	40	8060	8370	175	570	5,9	0,261	0,056	
		7-9	7,25	38	8125	8435	370	570	5,0	0,216	0,033	
		9-11	6,61	39	4625	5195	271	401	4,7	0,147	0,020	

Tab. 4.1.-4: Fortsetzung

Datum	Position	Tiefe	Schicht	Naßschl. Wasser	Fe ²⁺ µg. l ⁻¹	Ges. Fe µg. l ⁻¹	PO ₄ -P µg. l ⁻¹	Ges-P µg. l ⁻¹	Filtrat		Gluhverl. %	Sediment %	PTrs Org. %	PTrs Petr. %
									m	cm	pH	%	µg. l ⁻¹	µg. l ⁻¹
1971-06-24	C 4	25	0-2	6,68	40	4810	6285	75	114	7,6	0,295	0,055	7,93	
		2-4	6,90	41	6435	8105	187	510	6,1	0,251	0,024	7,46		
		4-6	7,01	38	8310	10910	455	740	3,3	0,208	0,018	7,70		
		6-8	7,04	36	9060	11665	557	1140	4,5	0,190	0,061	8,37		
		8-10	6,98	39	9685	12425	710	2055	3,9	0,199	0,020	7,96		
C 6	28,5	0-1	6,55	36	5500	6545	300	655	5,8	0,209	0,033	7,66		
		0-1	6,55	37	5200	6285	290	650	6,0	0,205	0,032	7,82		
C 6'	23	0-?	5,16	40	685	1815	62	285	6,0	0,212	0,38	7,75		
1971-07-06	C 6'	23	0-2	6,44	38	2370	3100	26	228	5,1	0,210	0,028	7,80	
		0-2	6,44	38	2370	3100	24	195	5,2	0,208	0,025	7,80		
1971-04-28	E 2	11	0-2	6,40	38	2240	2275	16	80	7,3	0,238	0,028	5,95	
		2-4	6,85	27	9640	9695	138	340	5,3	0,207	0,023	6,10		
		4-6	6,91	29	10530	10530	533	1020	4,9	0,246	0,025	5,10		
E 3	14,5	0-2	6,63	27	4790	4790	144	320	5,6	0,308	0,052	6,84		
		2-4	5,95	32	7055	7195	234	580	4,6	0,265	0,002	6,95		
		4-6	6,91	25	7855	8030	586	1140	4,8	0,240	0,008	7,21		
		6-8	6,99	27	9365	9390	645	1250	5,3	0,164	0,023	5,55		
E 4	15,5	0-?	7,13	25	9400	9470	304	580	4,8	0,207	0,009	5,87		
D 4	13,5	0-2	5,85	31	165	1440	10	40	6,0	0,206	0,051	5,73		
		2-4	6,11	26	100	985	5	300	5,6	0,309	0,067	5,44		
		4-5	6,56	28	2030	2575	85	280	4,9	0,189	0,027	5,78		
		6-8	6,82	29	5075	5605	544	1060	4,8	0,205	0,023	6,25		
D 5	24	0-1	6,57	26	1450	1890	69	200	7,6	0,240	0,032	6,12		
		1-3	6,36	31	1520	1665	165	380	6,1	0,202	0,036	8,75		
		3-5	6,33	27	4460	5050	378	760	4,8	0,199	0,021	5,78		

Tab. 4.1.-4: Fortsetzung

Datum	Position	1	2	3	4	5	6
1971-07-06	A	0,207	0,310	0,189	0,323	0,250	
	B	0,153	0,132	0,141	0,217	0,268	0,262
	C		0,249	0,291	0,247	0,268	0,248
	D		0,215	0,208	0,308	0,268	
	E		0,231	0,268	0,224		
1971-09-02	A	0,218	0,248	0,255	0,253	0,256	
	B		0,129	0,150	0,297	0,208	0,262
	C						
	D		0,232	0,199	0,213	0,229	
	E		0,235	0,286	0,241		
1971-10-13	A	0,257	0,204	0,260	0,252	0,238	
	B		0,137	0,168	0,237	0,294	0,265
	C		0,233	0,305	0,297	0,284	0,250
	D		0,273	0,225	0,234	0,248	
	E		0,259	0,250	0,246		
1971-11-11	A		0,211	0,231	0,255	0,258	
	B		0,159	0,186	0,255	0,278	0,258
	C		0,255	0,288	0,334	0,212	0,250
	D		0,195	0,208	0,241	0,257	
	E		0,254	0,236	0,291		

Tab. 4.1.-5: P-Gehalt (% der Tr.S.) der obersten mm-Schicht des Sediments
(nach WEISSENBACH 1974)

Datum	Position	1	2	3	4	5	6
1971-07-06	A	0,029	0,026	0,023	0,046	0,066	
	B	0,022	0,022	0,058	0,057	0,082	0,099
	C		0,041	0,058	0,039	0,040	0,041
	D		0,052	0,065	0,027	0,045	
	E		0,041	0,059	0,073		
1971-09-02	A	0,037	0,050	0,050	0,068	0,068	
	B		0,026	0,065	0,052	0,065	0,080
	C						
	D		0,054	0,071	0,037	0,099	
	E		0,020	0,048	0,091		
1971-10-13	A	0,030	0,058	0,045	0,066	0,080	
	B		0,035	0,054	0,062	0,062	0,071
	C		0,059	0,060	0,060	0,098	0,083
	D		0,055	0,109	0,095	0,079	
	E		0,066	0,065	0,085		
1971-11-11	A		0,085	0,050	0,065	0,090	
	B		0,033	0,046	0,069	0,072	0,061
	C		0,017	0,066	0,067	0,061	0,048
	D		0,053	0,089	0,069	0,067	
	E		0,073	0,101	0,053		

Tab. 4.1-6: Org. P-Gehalt (% d. Tr.S.) der obersten mm-Schicht des Sediments
(nach WEISSENBACH 1974)

% Org.C	0-5	5,1-10	10,1-15	15,1-20	20,1-25	> 25 m
	1,65	1,55	2,05	1,95	2,10	2,90
	1,65	1,35	2,40	2,00	1,80	2,25
	1,60	1,50	2,15	1,75	1,95	2,10
	1,45	1,30	1,65	2,10	1,55	2,15
	1,30	1,50	1,50	1,90	1,85	2,35
	1,40	1,45	1,45	1,70	2,25	2,35
	1,40		1,70	1,85	2,80	1,55
	1,65		2,10	1,75	1,90	2,65
	1,85		1,65	1,80	1,70	2,00
	1,60		2,05	1,40	2,35	1,90
	1,75		2,05	1,50	1,90	2,10
	2,05		2,25	1,50	2,50	2,10
	2,10			2,00	2,10	1,60
				1,85	2,10	2,00
				2,10	2,05	2,05
				1,85	2,10	1,70
				1,80	2,05	2,10
				1,40	2,15	1,90
				1,85	1,95	1,50
				1,95	2,10	1,65
				1,65	1,90	1,90
				1,85	1,80	2,45
				1,85	1,80	1,65
				2,05	1,75	2,05
						2,15
						2,30

Tab. 4.1.-7: Gehalt des Sediments an org.C (als Oxydierbarkeit) in Tiefenstufen, nach GOTTWALD (1961)

A	Nährschl. pH	Wasser % (gesFe)	Fe ²⁺ % (gesFe)	IW			Ges. P µg. l ⁻¹	Ges. P µg. l ⁻¹	Glühverl. %	P Trs %	Sediment %	Org. C Trs %	Org. Trs %	N Trs %
				0-10,0m CL95 n	35 3	100 1	3330 1	90 3	310 2	4,7 3	0,15 3	0,02 3	6,14 3	1,56 3
10, 1-25,0m CL95 n	6,6 + 0,3 - 13	35 + 3,0 - 13	82 + 530 - 12	5210 + 180 - 13	270 + 80 - 12	670 + 13 - 13	5,5 + 0,5 - 13	0,22 + 0,01 - 13	0,03 + 0,01 - 12	7,11 + 0,87 - 13	1,94 + 0,87 - 13	0,11 + 0,06 - 86	0,11 + 0,06 - 86	0,17 + 0,03 - 4
25, 1-28,5m CL95 n	6,8 + 0,3 - 6	36 + 4,7 - 6	91 + 5 - 5	8040 + 7020 - 5	270 + 60 - 6	670 + 240 - 6	6,4 + 1,0 - 6	0,20 + 0,02 - 6	0,03 + 0,02 - 6	6,73 + 1,58 - 6	2,85 + 0,17 - 15	0,17 + 0,03 - 15	0,17 + 0,03 - 15	0,23 + 0,03 - 4
B														
0-2cm CL95 n				4510 + 2170 - 18	100 + 40 - 22	310 + 100 - 21	6,3 + 0,6 - 22	0,23 + 0,03 - 22	0,04 + 0,01 - 18	7,16 + 0,01 - 18	0,04 + 0,01 - 18	7,16 + 0,01 - 21	0,04 + 0,01 - 21	0,04 + 0,01 - 21
2-4cm CL95 n				6140 + 2080 - 14	210 + 70 - 18	620 + 220 - 16	5,6 + 0,6 - 18	0,21 + 0,03 - 18	0,03 + 0,01 - 16	6,80 + 0,01 - 16	0,03 + 0,01 - 16	6,80 + 0,01 - 18	0,03 + 0,01 - 18	0,03 + 0,01 - 18
4-6cm CL95 n				7410 + 1680 - 12	380 + 90 - 15	1020 + 200 - 14	5,1 + 0,5 - 12	0,19 + 0,03 - 15	0,02 + 0,01 - 15	7,06 + 0,01 - 15	0,02 + 0,01 - 15	7,06 + 0,01 - 15	0,02 + 0,01 - 15	0,02 + 0,01 - 15

Tab. 4.1.-8: A: Tievenverteilung chemischer Parameter des IW und Sediments im See
 B: Vertikalverteilung chemischer Parameter im IW und Sediment
 Daten nach WEISSENBACH (1974), * GOTZWALD (1961) und ** WAGNER

4.2 Benthische Bakterien (G. TAUERMANN):

4.2.1 Methodik: In monatlichen Abständen werden 5 Transekte mit insgesamt 20 Stationen mit einem modifizierten Kajak-Sampler (Pfeifer 1974) besammelt. Die Proben werden stehengelassen, bis das Wasser über dem Sediment klar erscheint (ca. 1 Stunde). Nach vorsichtigem Ablassen des Wassers wird pro Probe ein Subsample genommen. Dies geschieht mit Hilfe eines Piston-Corers. Die Oberfläche des Subsamples beträgt 1 cm^2 , die Sedimenttiefe 5 cm. Diese Sedimentschicht wurde gewählt, da Makro- und Meiobenthos bis in diese Tiefe reichen.

Die Subsamples werden mit bakterienfreiem Seewasser 50-fach verdünnt und 10 min. geschüttelt. 1 ml aus dieser Suspension wird in Eprouvetten 10-fach verdünnt, geschüttelt und 1 min. absedimentieren gelassen. Aus der Mitte dieser nun 500-fach verdünnten Probe wird 1 ml genommen, in 9 ml bakterienfreiem Wasser aufgenommen und auf ein 0,2 µ Sartorius Membranfilter filtriert. Die Filter werden im Formol Atmosphäre fixiert.

Parallelproben von Oberflächenschlamm (etwa 3mm tief) werden gleich behandelt, jedoch nicht auf die Fläche, sondern auf Gewicht bezogen. Für Bakterienbiomassenbestimmung in den einzelnen Tiefenschichten wird Sediment seitlich aus dem Core ausgestochen.

Die fixierten Membranfilter werden über Nacht mit Phenolerythrosin gefärbt und dann auf mit aqua dest. getränktem Filterpapier entfärbt. Die bei Zimmertemperatur getrockneten Filter werden mit Euparal eingedeckt und dadurch gleichzeitig transparent gemacht.

Abundanz und Biomasse Bestimmung: Gezählt wird im Durchlicht bei 1250-facher Vergrößerung. Zur besseren Kontrastwirkung werden zwei Grünfilter vorgeschaltet. Von 10 verschiedenen Gesichtsfeldern wird jeweils ein senkrechter und ein waagrechter Streifen durchgezählt (Okularraster mit 10 µ Seitenlänge). Das ergibt pro Filter etwa 4000 bis 8000 gezählte Bakterien. Auf die Gesamtmenge pro cm^2 und 5 cm Tiefe wird wie folgt umgerechnet:

$$x = \frac{S \cdot V \cdot 5 \cdot N}{s}$$

S = Filtrationsfläche des Gerätes in u^2
V = Verdünnung = 500
5 = cm^3 Sediment des Original Subsamples
N = gezählte Bakterien
s = ausgezählte Fläche in u^2

Für Biomassenbestimmungen wird eine spezifische Bakterienmasse von 1.0 angenommen.

Die Bakterien wurden in 4 Größenklassen unterteilt, die nach Vermessung von ca. 800 Bakterien wie folgt definiert sind:

Form	Größe	durchschn. rel. Abundanz
Kokken	Durchmesser von 0,30µ	50%
Kokken	-" - niedriger 1,00µ	25%
Stäbchen	Durchmesser x Länge 0,20 x 0,80µ	12,5%
Stäbchen	-" - 1,00 x 1,78µ	12,5%

Produktion: Jeweils 10 cm³ Sediment wurden in 500 ml Erlenmeyer Kolben gegeben und diese mit bakterienfreiem Seewasser aufgefüllt. Parallelproben wurden mit Streptomycinsulfat (50mg / l) versetzt. Die Proben wurden im See 5 Stunden bei 40° C. exponiert. Bakterienzahlbestimmungen wurden jeweils am Beginn und Ende des Experimentes gemacht.

Aktivität: Aktivitätsmessungen wurden mit der Dehydrogenaseaktivitäts-Methode nach Lenhard (1962) durchgeführt.

4.2.2 Ergebnisse:

Abundanz und Biomasse: Bis jetzt wurden integrierte Proben über 5cm Sedimenttiefe von Juni 1973 bis Jänner 1974 ausgewertet. Die mittlere Bakterienbiomasse ist überraschend groß und schwankt zwischen 100 und 600g Frischgewicht pro m² und 5 cm Sedimenttiefe. Die Biomassenwerte in Abb. 4.2.2.-1 sowie die Abundanzen in Abb. 4.2.2.-2 sind jeweils als Summe über die 4 Größenklassen dargestellt. Während die Biomasse meist im Jänner ihre höchsten Werte erreicht, zeigt die Abundanz im August ihre Maximalwerte. Daraus ist zu schließen, daß im Jänner die größeren Formen vermehrt auftreten und die hohen Abundanzwerte im August vor allem auf die kleinsten Formen zurückzuführen sind.

Vertikale Verteilung: Das Bakterienzahl-Maximum liegt in 10cm Sedimenttiefe und erreicht hier Werte, die bei 300% über den an der Sedimentoberfläche gefundenen liegen. Unter 10cm ist dann eine rasche Abnahme der Bakterienzahlen zu finden.

Produktion: Die grundlegende Annahme dieses Versuches ist, daß während kurzer Inkubationszeiten das Grazing des Zoobenthos die Bakterienzahl auf gleichem Niveau hält. Das konnte bestätigt werden. In den unbehandelten Proben blieb die Bakterienzahl gleich. In den mit Streptomycinsulfat behandelten Proben konnte hingegen eine signifikante Abnahme der Bakterienzahlen festgestellt werden. Sie betrug etwa 28%. Für die Berechnung der Reproduktionsrate wurde folgende Formel (Iwanoff, 1955) verwendet.:

$$g = \frac{t \cdot \log 1,6}{\log B - \log b}$$

g = Generationszeit

1,6 = Reproduktionsfaktor

B = Bakterienzahl am Beginn

b = Bakterienzahl am Ende des Versuches.

Nach dieser Formel ergibt sich eine Verdoppelungszeit von 19 bis 26 Stunden. Dieser Versuch konnte jedoch nur zweimal und zwar in einem Abstand von zwei Monaten durchgeführt werden. Die Werte waren replizierbar.

Aktivität: Ein Versuch, die bei Lenhard angegebene Inkubationstemperatur von 25° C. auf 10°, bzw. 4° herabzusetzen, schlug fehl. Bis zu 20 Parallelproben wurden von 16h bis zu 14 Tagen inkubiert und laufend kontrolliert. Die niedrigen Temperaturen wurden gewählt um den Verhältnissen im See näher zu kommen und eine Bevorzugung besser an höhere Temperaturen angepaßter Mikroorganismen zu verhindern.

Wurde bei 25° C inkubiert, so ergab sich eine Aktivitätszunahme mit der Seetiefe.

Parallel zu den Aktivitätsproben wurden Proben für die Zellzahlbestimmung genommen. Die Formazan Konzentration in den inkubierten Proben wurde auf Wasserstoff-Ionen-Verbrauch umgerechnet. Der Versuch einer Korrelation der Zellzahlen mit der Aktivität ergab lediglich bei der Größenklasse der kleinen Stäbchen Signifikanz. Das würde bedeuten, daß diese Formen, verglichen mit den anderen, sehr aktiv sind.

Wahrscheinlicher ist jedoch, daß die anderen Formen ein größeres Artenspektrum aufweisen, das eine sehr unterschiedliche Aktivität zeigt.

Die dritte Möglichkeit wäre eine bessere Anpassung der kleinen Stäbchen an höhere Temperaturen.

Zu Seite 124:

Biomasse (Abb. 4.2.2.-1) und Abundanz (Abb. 4.2.2.-2) von Bakterien der obersten Sedimentschichte (0 bis - 5cm). Juni 1973 bis Jänner 1974.

4.3. Phylobenthos (H.PFEIFER):

Untersucht wurde das Phylobenthos des Vorderen Finstertaler Sees in insgesamt 31 Serien. Aus 6 Tiefenstufen (0-5m, 10-15m, 20-25m, 25-28m) wurden im Zeitraum April 1970 bis Dezember 1973 Sedimentproben für die Bestimmung von Individuenzahlen und Biomassen entnommen.

Bei den Zählungen wurden nur Diatomeen berücksichtigt, weil andere Formen in den Zählproben unterrepräsentiert sind. Vom Juni 1971 bis Dezember 1972 wurde auch der Chlorophyll a-Gehalt untersucht.

Nach den Kriterien, die HUTCHINSON (1967) für die Zonierung des Benthals anwendet, entspricht der Seeboden mit Ausnahme des Eulitorals vom Ufer bis zur maximalen Tiefe dem Litoriprofundal.

Innerhalb dieser Litoriprofundalzone lassen sich jedoch verschiedene Zonen unterscheiden (Abb. 4.3.-1).

1. Blaualgenzone: Die Aufwuchsbiocönose auf Steinen und Felsen und Holz im Uferbereich (0,3 - 3m Wassertiefe) besteht fast durchwegs aus Blaualgen (Tolypotrix penicillata ca. 80% der Individuenzahl/m²).

2. Moose: Sie sind die einzigen Makrophyten des VFS und besiedeln insgesamt ein Areal von etwa $1,5 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ im Bereich des Zuflusses. Sie treten dort in Büscheln und kleinen Inseln bis zu einer Wassertiefe von 25m auf.

3. Hyalotheca dissiliens: Eine fädige Desmidiale, die wie ein feiner Schleier über dem Sediment schwiebt, von 5-25m Wassertiefe.

4. An der steil abfallenden Westhalde hängen lange Bänder von Diatoma hiemale, Fragilaria virescens, Spirogyra und Oedogonium wie Vorhänge von Felsen und größeren Steinen.

Abb. 4.2.2.-1

Biomassen + 95% C.L. (Zählfehler)

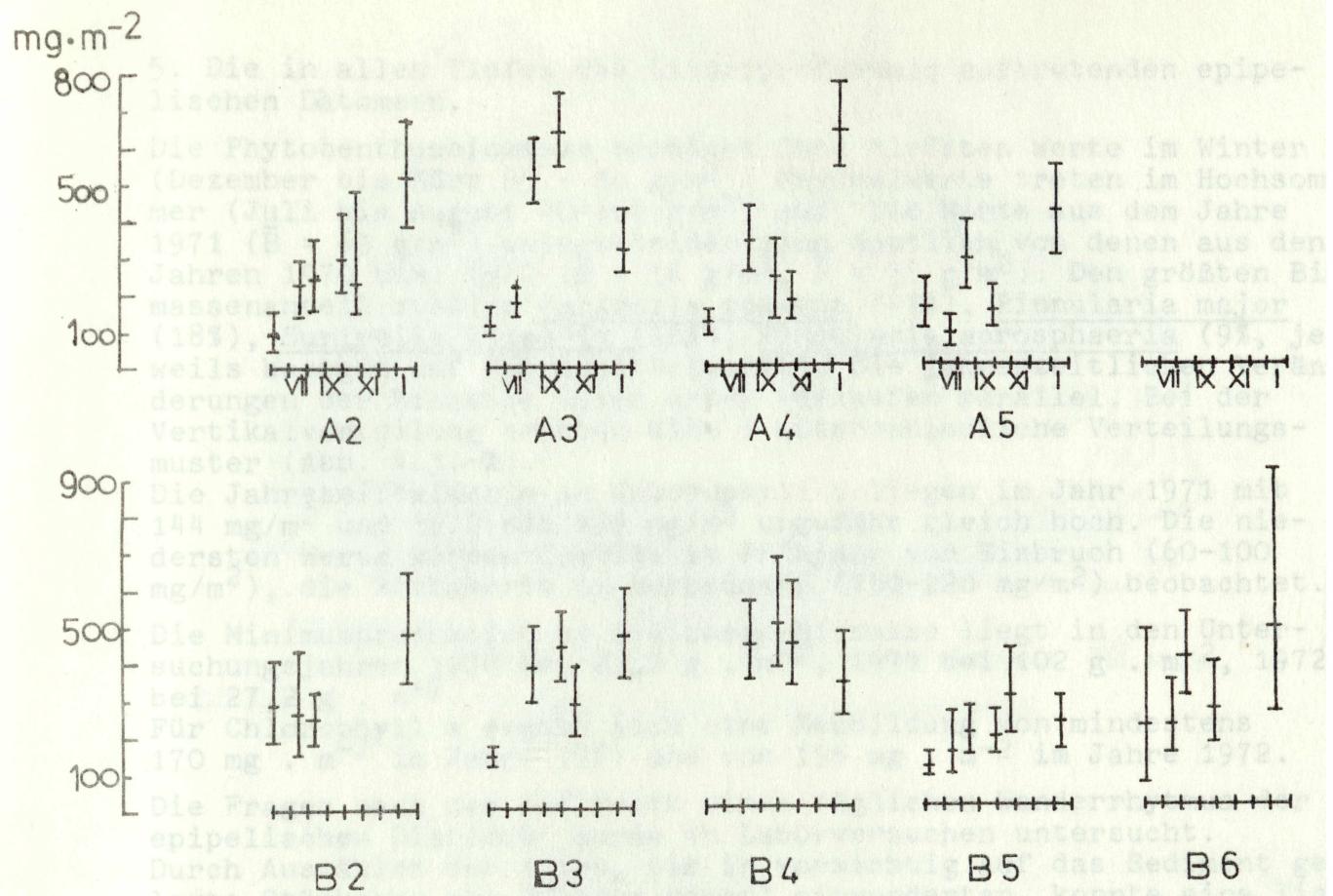


Abb. 4.22.-2

Zellzahlen + 95% C.L. (Zählfehler)

5. Die in allen Tiefen des Litoriprofundals auftretenden epipelischen Diatomeen.

Die Phylobenthosbiomasse erreicht ihre tiefsten Werte im Winter (Dezember bis März 25 - 30 g/m²); Maximalwerte treten im Hochsommer (Juli bis August 40-100 g/m²) auf. Die Werte aus dem Jahre 1971 ($\bar{B} = 63 \text{ g/m}^2$) unterscheiden sich deutlich von denen aus den Jahren 1970 bzw. 1972 ($\bar{B} = 36 \text{ g/m}^2$, $\bar{B} = 37 \text{ g/m}^2$). Den größten Biomassenanteil stellen Surirella robusta (41%), Pinnularia major (18%), Surirella linearis (18%), Pinnularia acrosphaeria (9%, jeweils bezogen auf Jahresmittelwerte). Die jahreszeitlichen Veränderungen der Biomasse aller Arten verlaufen parallel. Bei der Vertikalverteilung ergeben sich 5 unterschiedliche Verteilungsmuster (Abb. 4.3.-2).

Die Jahresmittelwerte an Chlorophyll a liegen im Jahr 1971 mit 144 mg/m² und 1972 mit 148 mg/m² ungefähr gleich hoch. Die niedrigsten Werte wurden jeweils im Frühjahr vor Eisbruch (60-100 mg/m²), die Höchstwerte im Hochsommer (150-220 mg/m²) beobachtet.

Die Minimumproduktion an Diatomeen-Biomasse liegt in den Untersuchungsjahren 1970 bei 23,7 g · m⁻², 1971 bei 102 g · m⁻², 1972 bei 27,2 g · m⁻².

Für Chlorophyll a ergibt sich eine Neubildung von mindestens 170 mg · m⁻² im Jahre 1971 und von 156 mg · m⁻² im Jahre 1972.

Die Fragen nach dem Auftreten eines täglichen Wanderrhythmus der epipelischen Diatomeen wurde in Laborversuchen untersucht.

Durch Auszählen der Algen, die in vorsichtig auf das Sediment gelegte Stückchen von "tissue paper" einwanderten, konnte eine licht-abhängige Vertikalwanderung an die Sedimentoberfläche und in das Sediment nachgewiesen werden.

Die Wanderung an die Oberfläche setzt noch vor Tagesanbruch ein, und erreicht um die Mittagszeit das Maximum; das Zurückwandern beginnt vor Einbruch der Dunkelheit.

Zu Seite 125A:

Abb.4.3.-1: Vegetationskarte auf Grund von Beobachtungen bei Tauchabstiegen und von Core-Proben.

Abb.4.3.-2: 5 Periphyton-Arten als Repräsentanten verschiedener Vertikalverteilung-Typen im VFS.

4.4. Oligochaeta (B.WAGNER):

Methode: An 5 Halbtransekten wurden im 5m-Tiefenstufen insgesamt 26 Probenstellen gesammelt (A1 bis E4 in Abb. 4.1.-1). Als Sammeleräte dienten ein Ekman-Greifer (100cm²) und ein Rammlot (4,72cm²). Die Maschenweite der Schlämmnetze betrug 100 μ , die Tiere wurden in 4%-igem Formol fixiert und in 70%-igem Alkohol konserviert.

Für T.tubifex wurde der Fixierungsdefekt mit F=1,5 bestimmt. Er wurde auch zur Bestimmung des Frischgewichts der anderen Arten (außer Enchytraeidae) herangezogen.

Die Biomasse für T.tubifex ergab sich durch Addition der Individual-

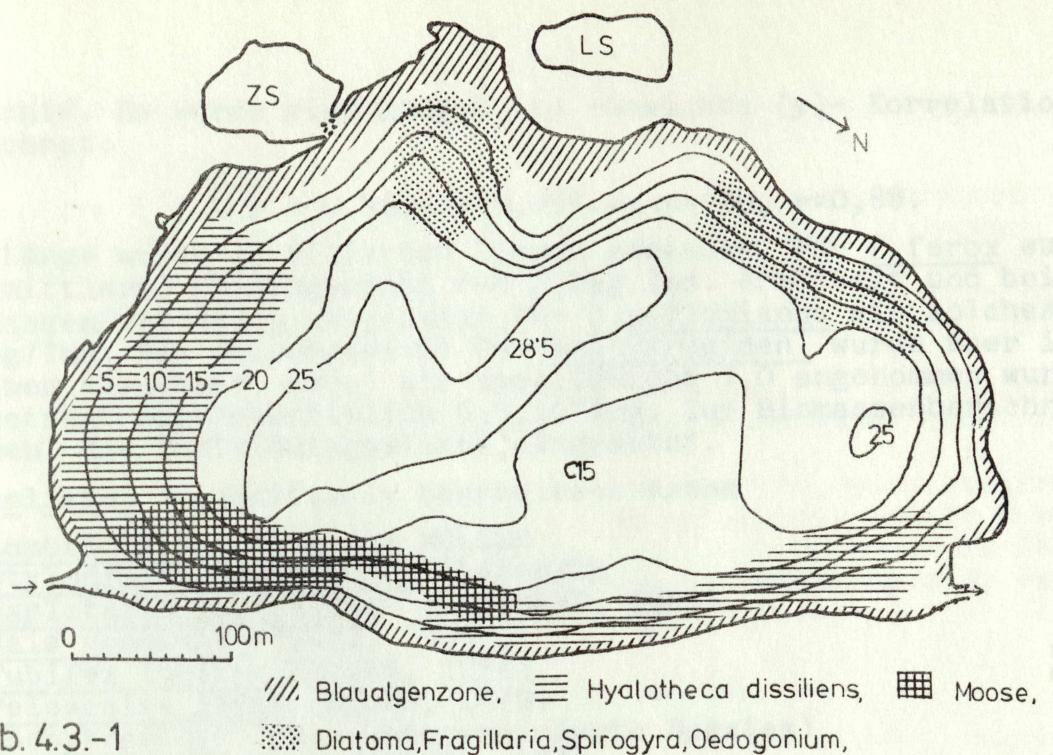


Abb. 4.3.-1

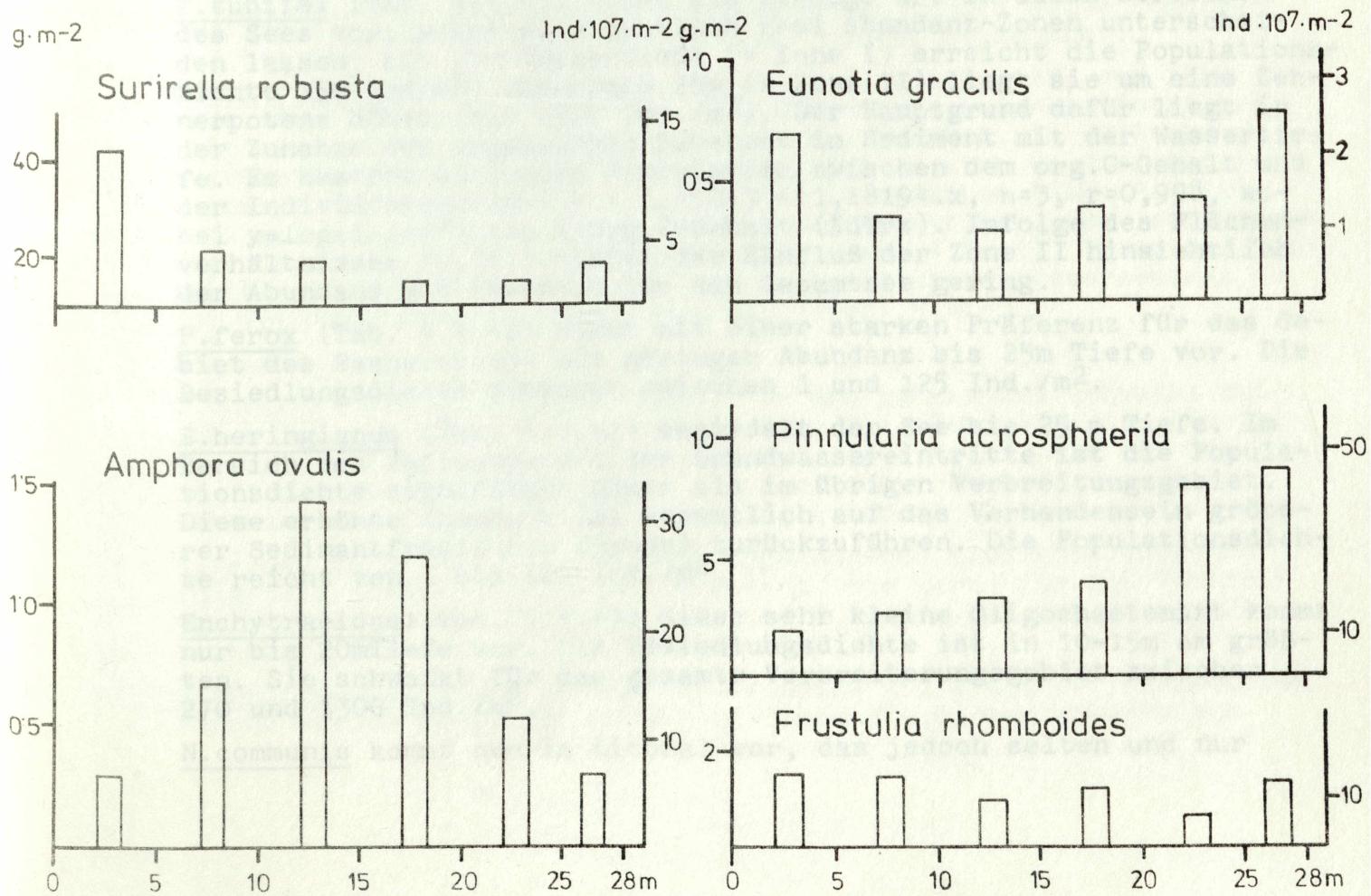


Abb. 4.3.-2

gewichtete. Es wurde eine Längen (x) -Gewichts (y)- Korrelation berechnet:

$$\sqrt[3]{y} = 0,4276 + 0,054 \cdot x, n=190, r=0,88.$$

Die Länge wurde an fixierten Tieren gemessen. Für P. ferox wurde ein mittleres Frischgewicht von 2,0mg/Ind. ermittelt und bei der Biomassenberechnung eingesetzt, für S. heringianus ein solches von 8,0mg/Ind. Das Frischgewicht der Enchytraeiden wurde über ihr Volumen berechnet, wobei als spez. Gewicht 1,0 angenommen wurde. Es beträgt durchschnittlich $6,5 \cdot 10^{-3}$ mg. Zur Biomassenberechnung wurden die Individualgewichte eingesetzt.

Artenliste: * quantitativ bearbeitete Arten

- Lumbriculus variegatus MÜLLER
- * Stylodrilus heringianus CLAPAREDE
- Haplotaxis gordioides (HARTMANN, 1821)
- Nais communis PIGUET, 1906
- * Tubifex tubifex (MÜLLER, 1774)
- * Peloscolex ferox (EISEN, 1879)
- * Enchytraeidae (eine undeterminierte Species)
- Aeolosoma headleyi BEDDARD, 1888

Räumliche Verteilung: die angegebenen Zahlen sind gewichtete Mittelwerte für 3-Monats-Perioden.

T. tubifex (Tab. 4.4.-1) kommt als einzige Art in allen Bereichen des Sees vor, wobei sich deutlich zwei Abundanz-Zonen unterscheiden lassen: bis 25m Wassertiefe (= Zone I) erreicht die Populationsdichte 150 Ind/m², unterhalb 25m (= Zone II) liegt sie um eine Zehnerpotenz höher (bis 1700 Ind./m²). Der Hauptgrund dafür liegt in der Zunahme der organischen Substanz im Sediment mit der Wassertiefe. Es besteht eine enge Korrelation zwischen dem org.C-Gehalt und der Individuenzahl/m²: $y = 0,45013 + 1,18194 \cdot x, n=3, r=0,998$, wobei $y = \log(\text{Ind}/\text{m}^2)$ und $x = \text{org.C-Gehalt } (\% \text{dTrs})$. Infolge des Flächenverhältnisses (9,7:1) bleibt der Einfluß der Zone II hinsichtlich der Abundanz und Biomasse für den Gesamtsee gering.

P. ferox (Tab. 4.4.-2) kommt mit einer starken Präferenz für das Gebiet des Bacheinrinns mit geringer Abundanz bis 25m Tiefe vor. Die Besiedlungsdichte schwankt zwischen 1 und 125 Ind./m².

S. heringianus (Tab. 4.4.-2) besiedelt den See bis 25 m Tiefe. Im Bereich des Zuflusses und der Grundwassereintritte ist die Populationsdichte signifikant höher als im übrigen Verbreitungsgebiet. Diese erhöhte Abundanz ist vermutlich auf das Vorhandensein größerer Sedimentfraktionen (Sande) zurückzuführen. Die Populationsdichte reicht von 3 bis 121 Ind./m².

Enchytraeidae: (Tab. 4.4.-3) diese sehr kleine Oligochaetenart kommt nur bis 20m Tiefe vor. Die Besiedlungsdichte ist in 10-15m am größten. Sie schwankt für das gesamte Verbreitungsgebiet zwischen 270 und 1300 Ind./m².

N. communis kommt nur im Litoral vor, das jedoch selten und nur

qualitativ besammelt wurde.

Zeitliche Verteilung:

T.tubifex: Es gibt zwei Verteilungsmuster, die alternierend aufeinanderfolgen (Abb. 4.4.-1): 1) geringe Abundanz im Sommer, starker Anstieg im Herbst (Abundanzmaximum um Eislegung), rascher Rückgang im Winter. 2) starke Zunahme vor und um den Eisbruch, Abundanzmaximum im Sommer, allmähliche Abnahme im Herbst und Winter.

Diese Verteilungen beruhen auf Daten der Zone II. In der Zone I sind die Veränderungen infolge der geringen Abundanz nicht so deutlich sichtbar.

Durch die lange Beobachtungszeit war es möglich, auch langfristige Schwankungen der Populationsdichte festzustellen. Von 1969 bis Ende 1971 nahm die Besiedlungsdichte, von Oszillationen im Jahresgang abgesehen, ständig zu. 1972 setzte der Rückgang ein, der als Trend Anfang 1973 noch zu sehen ist (Tab. 4.4.-4).

Tab. 4.4.-4: Populationsdichte von T.tubifex
Gewichtetes Mittel Zone I und II

	II-V	VI-IX	X - I	II- V	IV-IX	X - I
Ind./m ² (1969/70)	66	81	192	97	199	168
Ind./m ² (1971/72)	140	246	271	246	249	159

P. ferox und S.heringianus: für beide Arten wurden keine regelmäßige auftretenden Abundanzminima oder -maxima beobachtet.

Enchytraeidae: es wurden zwei Jahresgänge bearbeitet, von 1969 aus Rammlotproben und von 1972 aus Subsamples der Bodengreiferproben. 1969 waren drei Abundanzgipfel zu sehen, im März, im Juli und im November/Dezember. Es ist anzunehmen, daß es sich um drei Generationen handelte, die etwa je vier Monate dauerten (Abb. 4.4.-2). 1972 gab es nur zwei Gipfel, im Mai und im Oktober. Das entspräche zwei Generationen zu je sechs Monaten (Abb. 4.4.-5). Trotz der verschiedenen Sammeltechnik sind keine signifikanten Unterschiede in der Populationsdichte festzustellen. (Tab. 4.4.-3).

Biomasse:

T.tubifex: das gewichtete Mittel für den ganzen See schwankt zwischen 0,2 und 0,6g/m² oder 30 und 95kg/See (Tab. 4.4.-1). Die Werte für die Zone I liegen zwischen 0,1 und 0,4g/m², die für die Zone II zwischen 1,5 und 4,0g/m². Das mittlere Gewicht der Tiere schwankt unabhängig von der Abundanz zwischen 1,3 und 4,5mg/Ind.

P. ferox: wegen des als konstant angenommenen mittleren Gewichts folgt die Biomassenkurve der Abundanz. Die Werte für das Verbreitungsgebiet liegen zwischen 0,01 und 0,1g/m², auf den ganzen See berechnet zwischen 0,3 und 35,5kg (Tab. 4.4.-2).

S.heringianus: trotz geringerer Abundanz und kleinerer besiedelter Fläche werden wegen der Größe der Tiere die Biomassenwerte von

T.tubifex erreicht. Sie gehen von 0,02 bis 0,95g/m², das sind auf den ganzen See umgerechnet 2,5 bis 102,5kg (Tab. 4.4.-2).

Enchytraeidae: für das Verbreitungsgebiet im See liegen die Biomassenwerte zwischen 3 und 9mg/m² (0,3 bis 0,9kg/See; Tab. 4.4.-3).

Alle Oligochaetenarten zusammengefaßt und für den ganzen See berechnet, ergeben Biomassenwerte von 0,25 bis 1,30g/m² oder 37 bis 204kg (Tab. 4.4.-4; Gesamtabundanzen ebenfalls Tab. 4.4.-4).

Lebenszyklus von T.tubifex: Die Tiere wurden in drei Längenklassen unterteilt: Kl.1: bis 8,0mm, Kl.2: 8,1 bis 16,0mm, Kl.3: >16,0mm. Die Längenmessung erfolgte an fixierten Tieren. Ein bei 4°C durchgeführter Wachstumsversuch gab Aufschluß über die Wachstumsraten. Die Entwicklung vom Ei bis zur Klassenmitte der Kl.1 dauerte 2-3 Monate. Das Wachstum von Klassenmitte 1 bis Klassenmitte 2 und ebenso von Klassenmitte 2 bis Klassenmitte 3 dauert jeweils 3 Monate. Nach 9 Monaten ist die Klassenmitte 3 erreicht. Nach weiteren 3-4 Monaten kommt es nach inzwischen erfolgter Geschlechtsreife zur Kokonablage. Der Zyklus von Ei zu Ei dauert demnach 12 Monate. Die Zeitangaben sind grobe Mittelwerte, da die individuelle Variation sehr groß ist.

Abb. 4.4.-1: Abundanz von T.tubifex, Zone II. Querbalken = Winterdecke.

Abb. 4.4.-2: Abundanz der Enchytraeiden. 1969/70: Rammlot, 1972/73: Subsamples. Querbalken = Winterdecke.

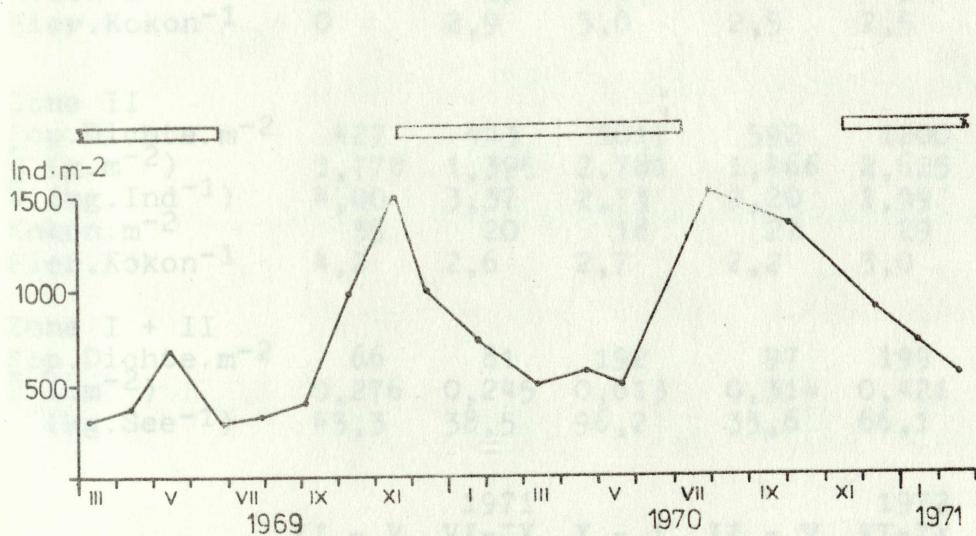


Abb. 4.4.-1

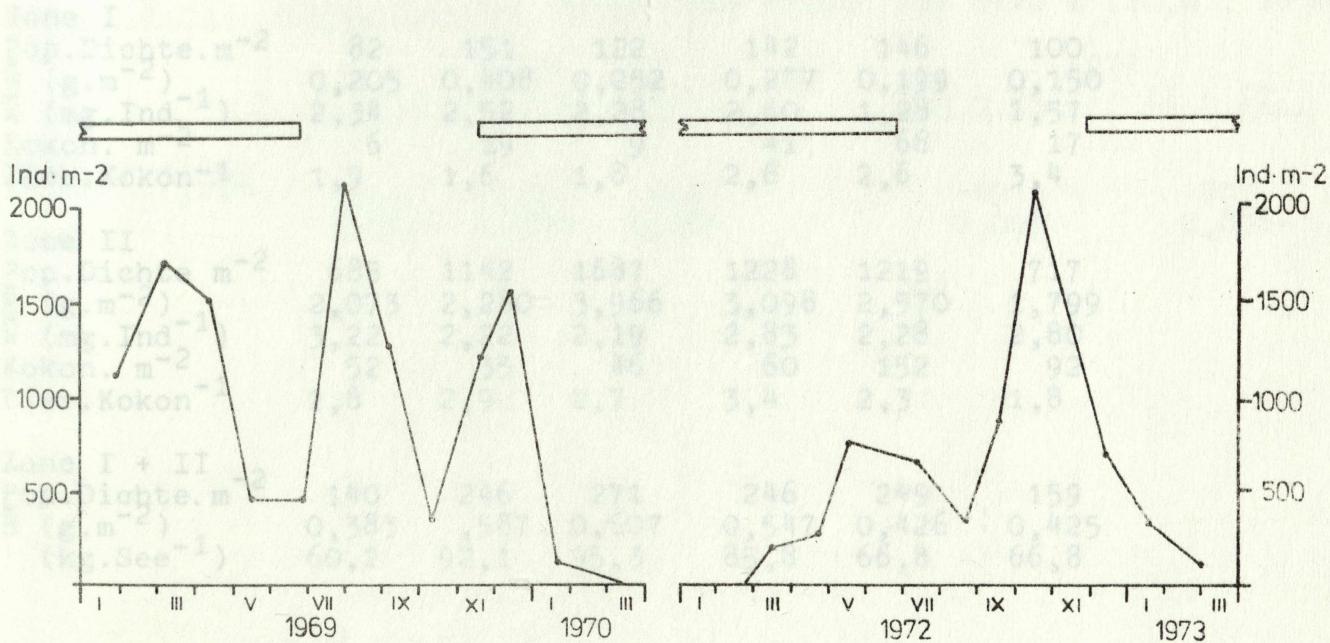


Abb. 4.4.-2

Tab. 4.4.-1: *T. tubifex*, gewichtete Mittel für Zone I ($14,2 \cdot 10^4 \text{ m}^2$)
 Zone II ($1,5 \cdot 10^4 \text{ m}^2$) und Zone I + II ($15,7 \cdot 10^4 \text{ m}^2$)

	1969			1970		
	II - V	VI-IX	X - I	II - V	VI-IX	X - I
Zone I						
Pop. Dichte. m^{-2}	28	41	105	45	93	86
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	0,117	0,123	0,384	0,082	0,188	0,144
\bar{W} ($\text{mg} \cdot \text{Ind}^{-1}$)	4,41	3,05	2,65	1,47	1,81	1,61
Kokon. m^{-2}	0	16	14	4	24	8
Eier. Kokon $^{-1}$	0	2,9	3,0	2,5	2,5	2,5
Zone II						
Pop. Dichte. m^{-2}	427	443	1017	592	1200	947
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	1,778	1,395	2,781	1,466	2,625	2,725
\bar{W} ($\text{mg} \cdot \text{Ind}^{-1}$)	4,00	3,37	2,73	2,20	1,99	4,01
Kokon. m^{-2}	35	20	18	27	29	26
Eier. Kokon $^{-1}$	4,2	2,6	2,7	2,2	3,0	2,3
Zone I + II						
Pop. Dichte. m^{-2}	66	81	192	97	199	168
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	0,276	0,245	0,613	0,314	0,421	0,391
(kg. See $^{-1}$)	43,3	38,5	96,2	33,6	66,1	61,3
1971						
	II - V	VI-IX	X - I	II - V	VI-IX	X - I
Zone I						
Pop. Dichte. m^{-2}	82	151	122	142	146	100
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	0,205	0,408	0,252	0,277	0,199	0,150
\bar{W} ($\text{mg} \cdot \text{Ind}^{-1}$)	2,34	2,52	2,28	2,60	1,28	1,57
Kokon. m^{-2}	6	19	9	41	68	17
Eier. Kokon $^{-1}$	1,9	1,6	1,8	2,6	2,6	3,4
Zone II						
Pop. Dichte. m^{-2}	685	1142	1687	1228	1219	717
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	2,073	2,280	3,966	3,098	2,570	1,799
\bar{W} ($\text{mg} \cdot \text{Ind}^{-1}$)	3,22	2,22	2,19	2,83	2,28	2,80
Kokon. m^{-2}	52	35	46	60	152	92
Eier. Kokon $^{-1}$	2,8	2,9	2,7	3,4	2,3	1,8
Zone I + II						
Pop. Dichte. m^{-2}	140	246	271	246	249	159
\bar{B} ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	0,383	,587	0,607	0,547	0,426	0,425
(kg. See $^{-1}$)	60,2	92,1	95,3	85,8	66,8	66,8

Tab. 4.4.-2: P. ferox u. S. herringianus gewichtete Mittel für
0-25m (14,2 . 10⁶m²).

Substrat	1969			1970		
	II - V	VI - IX	X - I	II - V	VI - IX	X - I
<u>P. ferox</u>						
Pop. Dichte. m ⁻²	11	34	32	1	4	125
B (g.m ⁻²)	0,022	0,068	0,064	0,002	0,008	0,250
<u>S. herringianus</u>						
Pop. Dichte. m ⁻²	3	14	9	4	48	77
B (g.m ⁻²)	0,024	0,112	0,072	0,032	0,384	0,616
<u>S. subifex</u>						
Pop. Dichte. m ⁻²	43	48	52	18	30	24
B (g.m ⁻²)	0,086	0,096	0,104	0,036	0,060	0,048
<u>S. herringianus</u>						
Pop. Dichte. m ⁻²	64	115	90	105	121	58
B (g.m ⁻²)	0,512	0,920	0,720	0,840	0,968	0,464

Tab. 4.4.-3: Enchytraeidae. gewichtete Mittel für 0-20 m (10,6 . 10⁴m²)

Substrat	1969			1972		
	II - V	VI - IX	X - I	III - VIII	IX - II	
<u>Enchytraeidae</u>						
Pop. Dichte. m ⁻²	1200	1129	862	497	533	903
B (g.m ⁻²)	0,009	0,008	0,004	0,005	0,020	0,006
<u>S. subifex</u>						
	0,383	0,587	0,607	0,547	0,426	0,425
	60,2	92,3	95,3	85,8	65,8	66,3
<u>P. ferox</u>						
	0,578	0,627	0,698	0,633	0,654	0,687
	12,2	13,6	14,8	5,1	6,5	6,9
<u>S. herringianus</u>						
	0,346	0,621	0,468	0,567	0,654	0,513
	59,3	87,0	76,3	89,0	102,6	89,2
<u>Gesamt</u>						
	0,807	1,291	1,187	1,147	1,134	0,781
	126,6	203,2	186,4	179,9	177,9	122,8

Tab. 4.4.-4: Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse, auf den ganzen See umgerechnet.

	II - V	1969 VI - IX	X - I	II - V	1970 VI - IX	X - I
Pop. dichte. m^{-2}						
<u>T. tubifex</u>	66	81	192	97	199	168
<u>P. ferox</u>	10	31	29	1	4	113
<u>St. herringianus</u>	2	9	6	3	32	52
Gesamt	78	121	227	101	235	333
\bar{B} (g. m^{-2}) (kg. See $^{-1}$)						
<u>T. tubifex</u>	0,276 43,3	0,245 38,5	0,613 96,2	0,214 33,6	0,421 66,1	0,391 61,3
<u>P. ferox</u>	0,020 3,1	0,062 9,7	0,058 9,1	0,002 0,3	0,007 1,1	0,226 35,5
<u>St. herringianus</u>	0,016 2,5	0,076 11,9	0,049 7,6	0,022 3,4	0,259 40,7	0,416 65,3
Gesamt	0,312 49,8	0,383 60,1	0,720 112,9	0,238 37,3	0,687 107,9	1,033 162,1
1971						
	II - V	VI - IX	X - I	II - V	1972 VI - IX	X - I
Pop. dichte. m^{-2}						
<u>T. tubifex</u>	140	246	271	246	249	159
<u>P. ferox</u>	39	43	47	16	27	22
<u>St. herringianus</u>	43	78	61	71	82	39
Gesamt	222	367	379	333	358	220
\bar{B} (g. m^{-2}) (kg. See $^{-1}$)						
<u>T. tubifex</u>	0,383 60,2	0,587 92,1	0,607 95,3	0,547 85,8	0,426 66,8	0,425 66,8
<u>P. ferox</u>	0,078 12,2	0,087 13,6	0,094 14,8	0,033 5,1	0,054 8,5	0,043 6,8
<u>St. herinfianus</u>	0,346 54,2	0,621 97,9	0,468 76,3	0,567 89,0	0,654 102,6	0,313 49,2
Gesamt	0,807 126,6	1,295 203,6	1,187 186,4	1,147 179,9	1,134 177,9	0,781 122,8

Tab. 4.4.-4: Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse, auf den ganzen See umgerechnet.

	II - V	VI - IX	X - I	II - V	VI - IX	X - I
T. tubifex						
Zone I	Ind.m ⁻²	28	40	99	33	100
CL	25- 29	32	36- 63	115	29- 49	137
n	95		76	76	37	20
Zone II	Ind.m ⁻²	500	333	1021	507	1500
CL	276- 11	905	211- 15	1736	304- 14	229- 4
n	95		19	19	847	9811
						444- 12
P. ferox						
Ind.m ⁻²	5	44	32	0	5	111
CL	4- 46	6	39- 72	35	0	94- 62
n	95		87	57	22	131
St. herringianus						
Ind.m ⁻²	2	13	11	0	55	92
CL	1- 39	3	12- 63	12	0	77- 54
n	95		76	47	22	110
	II - V	VI - IX	X - I	II - V	VI - IX	X - I
1971						
T. tubifex						
Zone I	Ind.m ⁻²	81	139	117	139	137
CL	70- 69	93	115- 57	137	165	167
n	95		73	72	51	51
Zone II	Ind.m ⁻²	648	1180	1694	1206	1187
CL	450- 21	932	524- 11	3015	778- 1869	788- 1792
n	95		17	18	22	27
P. ferox						
Ind.m ⁻²	36	43	55	17	31	23
CL	33- 83	40	42- 65	62	16- 82	34
n	95		88	82	59	60
St. herringianus						
Ind.m ⁻²	59	128	81	88	120	57
CL	52- 72	67	105- 57	93	102	146
n	95		79	72	51	51
1972						

Tab. 4.4.-5: Abundanzen mit Confidence limits (95 %) und Probenzahl(n)

4.5. *Cyclops abyssorum tetricus* Einsle (G.Bretschko):

C.a.tetricus ist der einzige Planktonkrebs des VFS, dessen Abundanz ist jedoch ebenfalls sehr gering und überschreitet nie ein Individuum pro Liter. Nauplien und junge Copepodite sind Filtrierer, Copepodite ab C3 und Adulter ernähren sich räuberisch. Letztere Gruppe zeigt eine deutliche Bindung zum Benthos und wird nur in geringen Zahlen im Plankton angetroffen. Die benthale Population wird mit Core-Sampler und, - weitaus effizienter - mit senkrecht stehenden Copepoden-Reusen gesammelt (Abb. 4.5.-1). Die Fängigkeit der Reusen ist unabhängig von der Tageszeit, weshalb die

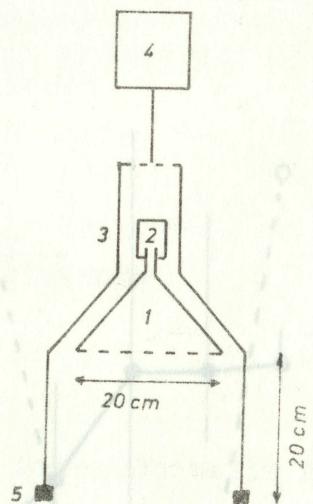


Abb. 4.5.-1: Copepoden-Reuse, schematisch. 1 = Glastrichter, 2 = Fangglas, 3 = Drahtgestell, 4 = Auftriebskörper, 5 = Bleigewichte

Vertikalwanderung für die Wirkungsweise der Reusen keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen kann. Aus den vorliegenden Daten geht vielmehr hervor, daß sich die Copepoden in Wolken aggregieren, innerhalb der Wolken aber ständig frei beweglich sind. Die Copepoden-Wolke selbst bewegt sich horizontal über den Seeboden ähnlich einer weidenden Rinderherde.

Infolge der hohen Überverteilung ist es nicht möglich, mit parametrischen Methoden signifikante räumliche Verteilungsmuster zu beschreiben. Mit nicht parametrischen Verfahren kann eine dünner besiedelte litorale Zone abgetrennt werden. Die Grenze verläuft in einer Tiefe von etwa 10 Metern. Die Unterschiede zwischen beiden Zonen scheinen im Winterhalbjahr größer zu sein als im Sommerhalbjahr (Tabelle 4.5.-1).

Tab. 4.5.-1: Abundanzmittelwerte aus Reusenfängen.

Periode	Abundanzmittelwerte aus Reusenfängen		Tiefe/ Litoral
	Ind. m ⁻²	Tiefe	
71/06/13-71/10/13	234	734	3,1
71/12/19-72/06/06	166	893	5,4
72/07/15-72/10/19	325	405	1,2
72/12/13-73/06/06	785	2674	3,4

Signifikante Abundanzunterschiede sind im Verlaufe eines Jahres

nicht festzustellen, weshalb für Vergleiche gewogene Mittel für eisfreie und eisbedeckte Perioden verwendet werden. Mit Ausnahme der Periode 1972/73 gibt es zwischen den Perioden keine signifikante Unterschiede. Tabelle 4.5.-2 zeigt darüber hinaus die gute Übereinstimmung zwischen Core- und Reusenproben. Beim Vergleich mit den pelagischen Pumpproben ist zu beachten, daß sich diese nur auf die tiefste Stelle des Sees beziehen.

Das Freßverhalten wurde experimentell bei 4°C untersucht. Als Beute wurde Monhystera stagnalis und 4 bis 6 mal so große Tobrilus grandipapilatus aus dem VFS geboten. Die Ergebnisse sind in Abb. 4.5.-2 zusammengefaßt. Die täglichen Freßraten steigen mit stei-

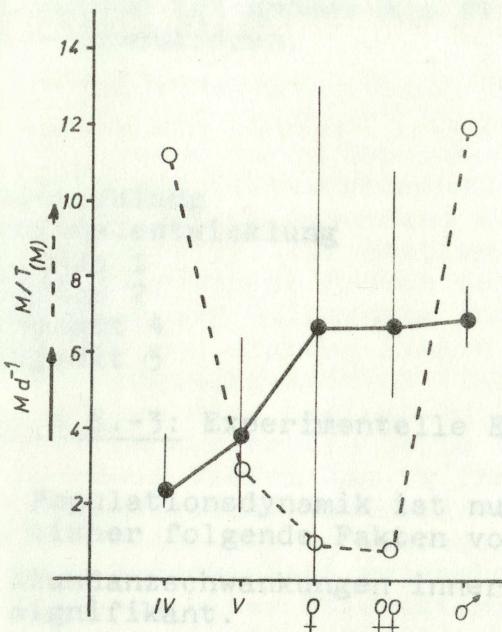


Abb. 4.5.-2: Freßverhalten von C.a.tatricus. Volle Kurve: Freßrate pro Tag ($M.d^{-1}$); senkrechte Linien: Extremwerte. Gestrichelte Kurve: Futterwahl; Verhältnis von gefressenen Monhydsteren (M) und gefressenen Tobiulen in Monhydster-Einheiten ($T_{(M)}$).

Periode	Pelagische Pumpproben	Individuen pro m ²	Core-Proben	Reusen-Proben
1968/69	-	427	-	-
1969	-	392	-	-
1969/70	-	279	-	-
1970	1198	304	-	-
1970/71	4946	-	-	-
1971	538	-	-	575
1971/72	1718	-	-	661
1972	-	-	-	379
1972/73	-	-	-	2072

Zu Seite 135:

Tab. 4.5.-2: Räumlich und zeitlich gewichtete Mittelwerte für eisfreie und eisbedeckte Perioden. Pelagische Pumpproben nach GOLLMANN.

de zurückzuführen, bei Weibchen auf unterschiedliche physiologische Zustände innerhalb eines Individuums. Junge Copepodite und Männchen bevorzugen als Beute kleine Monhysteren gegenüber größeren Tobrilen. Weibchen zeigen keine Präferenz. Während der Futterversuche wurden auch einige Entwicklungsdaten (4°C) gewonnen, die in Tab. 4.5.-3 zusammengefaßt sind. Die Lebenserwartung adulter Tiere in der Kultur ist größer als 79 Tage, Weibchen können mehr als 5 Ei-sätze produzieren.

Ei	Entwicklungszeit
Embryonalentwicklung	14,5 \pm 2,4
Nauplius 1	10,8 \pm 1,3
Nauplius 2	\sim 10
Copepodit 4	\sim 30
Copepodit 5	> 14
	> 20

Tab. 4.5.-3: Experimentelle Entwicklungsdaten bei 4°C .

Die Populationsdynamik ist nur ungenau bekannt. Zur Aufklärung liegen bisher folgende Fakten vor:

- Abundanzschwankungen innerhalb eines Jahres sind gering und un-signifikant.
- Die Population enthält immer sämtliche Entwicklungsstadien.
- Von Mai bis Juli sowie im Herbst und Frühwinter finden sich Reproduktionsmaxima.
- Im Sommer/Herbst überwiegen junge Copepoditenstadien, im Winter/ Frühjahr alte Copepoditenstadien und Adulttiere.
- Die Entwicklungszeit einzelner Stadien liegt im Bereich von Wochen.
- Das Futterangebot ist schlecht für filtrierende Stadien von Fe- ber bis April, für räuberische Stadien von Juni bis September.

Unter der berechtigten Annahme, daß das Futterangebot die Entwick- lungsgeschwindigkeit beeinflußt, kann das wechselnde Futterangebot gemeinsam mit den unterschiedlichen Futteransprüchen der Copepoden als das die Populationsdynamik steuernde Wirkungsgefüge angesehen werden. Befindet sich die Entwicklung einer Populationsgruppe in Phase mit dem wechselnden Futterangebot, kommt es zu einer Entwick- lungenbeschleunigung. Dadurch gerät dieser Populationsteil außer Pha-

se, was wiederum zu einer Entwicklungsverlangsamung führt. Diese modellhafte Vorstellung sollte eine Erklärung des natürlichen Populationsbildes ermöglichen.

5. Abbau allochthoner organischer Substanzen (G.Bretschko):

Allochthone organische Substanzen scheinen als Futtergrundlage für benthische Konsumenten von größter Bedeutung zu sein. Der Input allochthonen Materials ist am größten während und kurz nach Eisbruch, die höchste zoobenthische Produktion ist jedoch im Herbst und im Frühwinter. Diese Zeitdifferenz von 3 bis 4 Monaten kann im Einklang mit der Literatur damit erklärt werden, daß allochthone Substanzen dem Zoobenthos erst nach bakteriellem Ab- und Umbau zugänglich sind.

Abbauprozesse wurden deshalb *in situ* untersucht. Die sicher sehr heterogenen allochthonen Substanzen, hauptsächlich äolischen Ursprungs, wurden durch Heu substituiert. Gewogene Heuproben wurden in 5 cm langen Plastikrörchen (\varnothing 18 mm) mit 300μ -Netzen eingeschlossen. Vor dem Aussetzen wurden die Proben einen Tag in kaltem Seewasser eluiert. Zur Bestimmung des Blindwertes wurden etwa 20 zufällig ausgewählte Proben sofort wieder in das Labor gebracht. Die Streuung der Blindwerte innerhalb einer Charge ist gering, zwischen einzelnen Chargen liegen die Gewichtsverluste zwischen 19 und 29 % des Ausgangsgewichtes (Tab. 5.-1). Diese hohen anfänglichen Gewichtsdefekte sind bedingt durch die Eluation und durch mechanische Verluste. In der ersten Serie (74/02 - 74/06) wurden die Proben in verschiedenen Tiefen und im freien Wasser ausgebracht. Nachdem sich keine signifikanten Unterschiede zeigten, wurde die zweite Serie (74/07 - 74/11) nur am Seeboden in 15 m und 25 m Tiefe exponiert. Durch den Bodenkontakt gelangten teilweise Sedimentpartikel in die Probe, was zu einer Unterestimation der Abbauprozesse führt. Die dritte Serie (74/12 - 75/03) wurde gleich wie die zweite ausgebracht, die Proben wurden aber etwa 5 cm über dem Seegrund aufgehängt. 3 Parameter werden untersucht; Gewichtsdefekt, organischer Stickstoffgehalt und Bakterienentwicklung. Die Bestimmung der letzten beiden Parameter ist in Vorbereitung.

Die Gewichtsabnahme (Tab. 5.-1) stimmt größtenteils gut mit den in der Literatur für ähnliche Verhältnisse angegebenen Werten überein. Im einzelnen ist jedoch noch keine Interpretation möglich. Die Abbauprozesse scheinen nicht nur mit der Expositionszeit korreliert zu sein - wahrscheinlich nicht-linear - sondern auch mit der Jahreszeit: Im Frühjahr und Sommer sind die Werte, unabhängig von der Expositionszeit, höher als im Winter.

Zu Seite 138:

Tab. 5.-1: Relative Gewichtsdefekte von im See exponierten Heuproben mit 95% Vertrauengrenzen. Nicht signifikant verschiedene Probenserien wurden zusammengefaßt:

- 1) Expositionszeit in Tagen

- 2) Tiefe in Metern
 - 3) Relativer Gewichtsdefekt
 - 4) Blindwert in % des Ausgangsgewichtes
 - 5) Gewichtsdefekt minus Blindwert
 - 6) Mittlerer Gewichtsdefekt pro Tag

Tab. 5.-1:

Expositionspériode		1	2	3	4	5	6
74/12/20-75/02/04	03/22	30	5-25	24,2+1,4	24,9+2,1	-	-
74/02/20-	05/04	73	5-25	30,7+1,2	-"-"	5,8	0,079
74/02/20-	06/01	101	5-25	32,7+1,4	-"-"	7,8	0,077
74/05/04-	06/01	28	5-25	26,5+1,3	21,2+1,6	5,3	0,189
74/03/22-	06/01	71	5-20	37,6+0,9	27,6+0,6	10,0	0,141
			25	47,0+6,3	-"-"	19,4	0,273
74/07/30-	09/03	35	15	33,3+1,2	19,7+2,7	13,6	0,389
			25	27,3+3,5	-"-"	7,6	0,217
74/07/30-	10/04	66	15,25	29,8+4,0	-"-"	10,1	0,153
74/07/30-	11/05	98	15,25	33,9+1,9	-"-"	14,2	0,145
74/10/04-	11/05	32	25	24,1+2,9	28,9+6,1	-	-
74/09/03-	11/05	63	15,25	28,3+1,2	21,5+3,3	6,8	0,108
74/12/12-75/02/04		54	15	29,2+1,5	24,3+1,4	4,9	0,091
			25	33,4+1,2	-"-"	9,1	0,168
74/12/12-75/03/01		79	15,25	32,5+0,8	-"-"	8,2	0,104
75/02/05-75/03/01		24	15,25	25,4+1,5	18,7+1,2	6,7	0,279

MI. Einzelarbeiten

1. Phosphorfracht und Phosphorumsatz in der Ötztaler Ache (Tirol) (V.Rachlé):

Problemstellung: Als dem häufigsten Minimumstoff der pflanzlichen Produktion kommt den Phosphaten im Rahmen des Eutrophierungsproblems besondere Bedeutung zu. Dies vor allem in stehenden Gewässern, aber auch in Fließgewässern dann, wenn diese den Zufluß stehender Gewässer bilden. Ob in solchen Fällen bei der Klärung häuslicher und industrieller Abwässer eine Phosphorelimination verlangt werden muß, hängt davon ab, wieviel von dem über Abwasserkanäle in den "Vorfluter" eingebrachten Phosphor in ein stehendes Gewässer gelangen und dort eutrophierend wirken kann. Daraus ergibt sich die Frage nach den Wechselbeziehungen von natürlicher und zivilisationsbedingter Phosphorfracht und nach der Funktion der Gesteinskomponenten des Flussbettes und der in der fließenden Welle suspendierten mineralogenen Partikel für die Verfügbarkeit von Orthophosphat.