©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	163./83. Jahrgang	S. 331—377	Klagenfurt 1973

ARBEITSBERICHT ÜBER DIE LIMNOLOGISCHE EXKURSION 1972 ZUM LÄNGSEE

INHALT

1. Einleitung (H. LÖFFLER); 2. Chemismus (F. BERGER); 3. Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Längsee (M. DOKULIL); 4. Einige Algenbiocönosen im Längsee (E. KUSEL-FETZMANN); 5. Die Makrophytenvegetation im Längsee (E. KUSEL-FETZMANN, H. LEW); 6. Zooplankton (A. HERZIG, P. NEWRKLA, R. STRNAD); 7. Litoral- und Sublitoralfauna (S. POWELL, U. HUMPESCH); 8. Substratverhältnisse und Faunenverteilung im Profundal (F. SCHIEMER); 9. Fische (R. HACKER, P. MEISRIEMLER); 10. Die Entwicklung der Meromixis in Klopeiner See und Längsee (H. LÖFFLER).

EINLEITUNG

Wie bereits 1971 der Klopeiner See, wurde auch 1972 ein kleiner meromiktischer Kärntner See, der Längsee, als Ziel für die Dissertanten-Exkursion in der Zeit vom 28. Mai bis zum 4. Juni gewählt. Auf Grund der Erfahrungen vom Vorjahr her konnte manche Fragestellung präzisiert und manche der Untersuchungen mehr schwerpunktmäßig betrieben werden.

So standen diesmal Fragen der Primärproduktion und der Planktonmigration wieder neben fischereilichen Problemen im Vordergrund. Ganz besonders war der Aufenthalt der Untersuchung des Alters meromiktischer Seen (Klopeiner See, Längsee) gewidmet, die hierüber vorliegende Arbeit FREYS bot Diskussionsgrundlage, der Besuch des Autors zu dieser Gelegenheit Anregung. Für faunistisch-floristische Überlegungen liefert der Vergleich mit derartigen Arbeiten am Klopeiner See die Basis, gehören doch beide Seen dem Draugletscher-System zu.

War die Exkursion diesmal witterungsmäßig nicht so begünstigt wie 1971, das Entgegenkommen der Leitung des Bildungsheimes St. Georgen am Längsee (insbesondere Dipl.-Ing. W. SCHMUTZ)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

garantierte umsomehr ideale Arbeitsbedingungen, wofür hier aufrichtiger Dank notiert sei.

Die Besuche der Herren Prof. I. FINDENEGG, Prof. D. G. FREY, Dr. H. SAMPL und Doz. Dr. A. FRITZ boten teilweise neben damit verbundenen Vorträgen Bereicherung durch Diskussion, dafür muß ihnen wie allen Teilnehmern für gute Zusammenarbeit gedankt werden. H. LÖFFLER

Einige physikalische und hydrochemische Beobachtungen am Längsee

Von Franz BERGER, Lunz am See

Die im Rahmen der Exkursion durchgeführten Messungen betrafen einige wesentliche Eigenschaften des Sees und der Zuflüsse. Der See wurde am 30. Mai untersucht, von den Zuflüssen wurden die Proben nach einem zweitägigen Regen (Klagenfurt meldete 49 mm Niederschlag) am 3. Juni entnommen.

Seit den Untersuchungen von FINDENEGG (1935, 1937, 1947, 1953) und FREY (1956) ist dieses Gewässer von besonderem Interesse geblieben. Es erfüllt ein relativ flaches Becken, die maximale Tiefe beträgt nur 21 m, das sind 2,1 % des mittleren Durchmessers von 984 m. Dennoch gehört es dem Typus der Seen ohne Vollzirkulation an, die in der Regel bedeutend größere relative Maximaltiefen aufweisen.

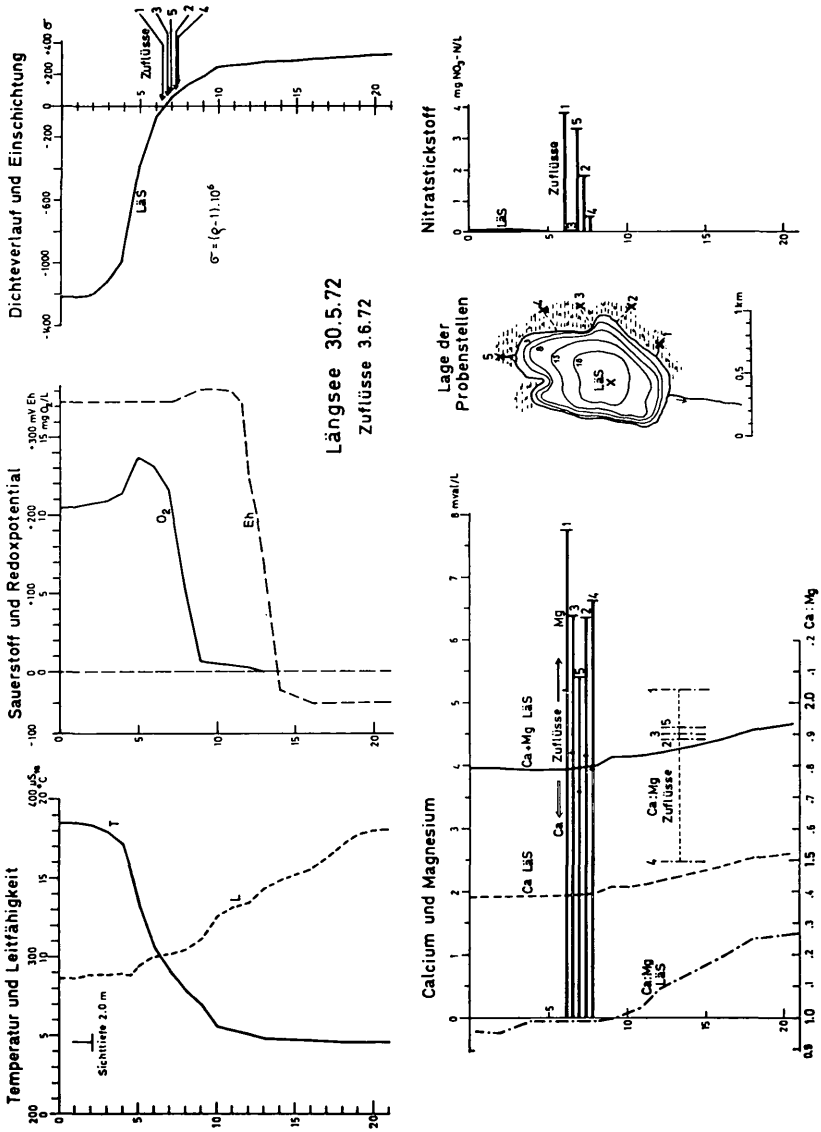
In Abbildung 1 sind die Ergebnisse zusammengefaßt. Die Temperaturkurve zeigt trotz der frühen Jahreszeit schon die klassische Dreiteilung in das warme Epilimnion von etwa 4 m Mächtigkeit, dann unter dem steilen Temperaturabfall des Metalimnions die kalte und nahezu homotherme Tiefenschicht des Hypolimnions, das von etwa 15 m Tiefe ab als Monimolimnion keinen periodischen Veränderungen mehr zugänglich ist.

Die Leitfähigkeit, welche der Salzkonzentration parallel geht, hat einen anderen, einfacheren Verlauf. Auf den durch Turbulenz mehr ausgeglichenen Salzgehalt der obersten Schichten folgt ein ziemlich gleichmäßiger Anstieg bis zur größten Tiefe. Das Gefälle umfaßt rund 100 µS und würde bei Temperaturkonstanz einer Dichtezunahme von etwa 80 σ entsprechen (σ = Millionstel Gramm pro Kubikzentimeter).

Die temperaturbedingten Dichtewerte (σT) nehmen mit dem Abstand von 4° nahezu quadratisch ab, während die konzentrationsbedingten Zahlen (σK) fast linear der Leitfähigkeit folgen. Die

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

wahre Dichte ist durch die algebraische Summe von σT und σK gegeben. In den oberen Schichten des sonnenerwärmten Sees überwiegt der Temperatureinfluß, in der Tiefe der des Salzgehaltes, und die Dichtekurve beginnt mit gegen 1 negativen σ-Werten an der warmen Oberfläche und endet mit positiven Zahlen am Grund.



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Für die Zuflüsse ergibt sich aus der Dichte auch die Einschichtungstiefe. Bei so schwachen Zuflüssen wie beim Längsee wird diese theoretische Tiefe nur ungefähr erreicht, das zufließende Wasser vermischt sich unterwegs mit dem des Sees. Zu dem Teilbild „Dichteverlauf und Einschichtung" gibt Tabelle 1 einige ergänzende Zahlen:

Tabelle 1:

Bezeichnung		fließt	Liter/sec (3. 6. 72)	Temp. t^0	Leitf. µS 18^0	Dichte bei t^0	Dichte bei 4^0
Bach	1	ständig	10	$12{,}5^0$	586	— 15	+519
Rinnsal	2	zeitweise	0,5	$10{,}8^0$	486	+ 80	+428
Drainage	3	zeitweise	3	$11{,}5^0$	489	+ 10	+430
Rinnsal	4	zeitweise	1	$10{,}9^0$	506	+ 88	+446
Zufluß	5	ständig	??	$10{,}8^0$	420	+ 18	+366
Längsee	Oberfläche	—	—	$18{,}5^0$	280	—1232	+240
	Grund	—	—	$4{,}6^0$	380	+ 326	+329
Abfluß		—	61	—	—	—	—

Die Abflußmenge wurde gemessen, die Zuflußmengen sind nur geschätzt. Zufluß 5 geht durch eine versumpfte Wiese in den See.

Die Einschichtungstiefe wäre für den Beobachtungstag zwischen 6 und 8 m anzunehmen. Bei Wintertemperaturen und gleicher Zusammensetzung würden alle Zuflüsse bis auf den Seegrund absinken.

Der Sauerstoffgehalt weist ein typisches metalimnisches Maximum auf. Die Voraussetzungen: lebhafte Assimilation und großer Dichtegradient sind in dieser Tiefenzone gegeben. Ein weiteres interessantes Detail ist eine (wiederholt beobachtete) „Dämmerungszone": nach dem raschen Abfall der Sauerstoffkurve zwischen 7 und 9 m Tiefe folgt eine 4 m dicke Schicht mit sehr kleinen, aber gut meßbaren Sauerstoffwerten. Zur Erklärung könnte man annehmen, daß nach dem Eisbruch die Zirkulation einen Belüftungsvorstoß in Gang gesetzt hat, der aber an der stabilen Salzgehaltsschichtung zum Erliegen kam.

Auch das Redoxpotential (Platin- gegen Calomel-Elektrode) beweist mit dem Umschlag in negative Werte, daß ab 14 m Tiefe kein Sauerstoff mehr möglich ist. Weiter oben in der „Dämmerungszone" zeigt es ein (auch wiederholt festgestelltes) leichtes Maximum, das nicht deutbar ist. Eh-Werte sind bei Gegenwart von Sauerstoff keine sicheren Größen, in den natürlichen Wässern sind Ungleichgewichte zwischen dem reaktionsträgen Sauerstoff und den vielen organischen Spurenstoffen des belebten Wassers im Spiel.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Nährstoffzufuhr in das Seebecken ist infolge der ausgedehnten Landwirtschaft am Ost- und Nordufer recht erheblich, dementsprechend kommt es zu einer lebhaften Phytoplanktonentwicklung, die Sichttiefe war Ende Mai nur 2 m. Im Teilbild rechts unten sind die Nitratmengen im See und in den Zuflüssen dargestellt. Die ständigen Zuflüsse 1 und 5 führen im Liter 3 bis 4 mg Stickstoff als Nitrat zu, die anderen weniger. Im See waren zur Zeit der Untersuchung nur geringe Mengen unter 0,05 mg NO_3-N in den oberflächennahen Schichten nachzuweisen.

Calcium und Magnesium: Sowohl das Wasser des Sees, als auch die am 3. Juni 1972 erfaßbaren Zuflüsse sind fast reine Ca-Mg-Hydrokarbonatlösungen, entsprechend der geologischen Beschaffenheit des Einzugsgebietes (Dolomit und Moränenschotter) mit Ca-Mg-Verhältnissen zwischen 1,5 und 2,1, dabei von so hohen Gesamtkonzentrationen, daß sie für alpine oder voralpine Wässer ungewöhnlich sind. Auf dem Teilbild erkennt man sofort, daß alle Zuflüsse höher mineralisiert sind als der See in irgendeiner Tiefe und dann aber auch, daß das Calcium die Unterschiede verursacht und nicht das Magnesium. Noch besser demonstriert das Tabelle 2:

Tabelle 2:

Bezeichnung		Ca	Mg	Ca+Mg mval/L	Ca:Mg
Zufluß 1		5,21	2,55	7,76	2,04
Zufluß 2		4,15	2,21	6,36	1,88
Zufluß 3		4,19	2,20	6,39	1,90
Zufluß 4		3,95	2,66	6,61	1,49
Zufluß 5		3,57	1,86	5,43	1,92
Längsee	oben	1,92	1,96	3,88	0,96
	unten	2,62	2,06	4,68	1,27
Unterschied		0,70	0,10	0,80	—

Nimmt man die ständigen Zuflüsse 1 und 5 als repräsentativ für die sonstigen, den See speisenden Sickerwässer, so ergibt sich das Bild einer biogenen Entkalkung im See von beträchtlichem Ausmaß, die sich auf dem Hintergrund eines relativ hohen Magnesiumgehaltes vollzieht. In der epilimnischen Region wird sogar das dolomitische Verhältnis Ca:Mg = 1 unterschritten.

Wässer mit so hohen Ca- und Mg-Hydrokarbonatgehalten wie die Zuflüsse neigen von sich aus zur Entkalkung, denn die zur Erhaltung des Lösungsgleichgewichts nötige Kohlensäuretension ist viel größer als die in der freien Atmosphäre. Es geschieht dann

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dasselbe wie bei der bekannten Kalksinterbildung an Quellaustritten, nur vollzieht sich diese Erscheinung im See, ausgehend von der mit der Luft in Berührung stehenden, mitunter sehr warmen Oberflächenschicht. In den ersten Jahrtausenden nach der Eiszeit, mit der zunehmenden Entwicklung der Pflanzen- und Humusdecke im Einzugsgebiet, erlangten die Zuflüsse durch die CO_2-reiche Bodenluft immer höhere Konzentrationen, und im See begann neben der „physikalischen Entkalkung" auch die biologische immer mehr an Bedeutung zu gewinnen. Schließlich waren die Dichteunterschiede durch Fällung oben und teilweise Lösung unten so groß geworden, daß auch die Zeiten der Homothermie ohne Vollzirkulation überstanden werden konnten, obwohl bei der geringen Tiefe des Sees eine vom Wind ausgelöste Turbulenz noch eine beachtliche Mischarbeit bis auf den Seegrund hinunter zu bringen vermochte. Sie reichte aber nicht aus, um den See in Vollzirkulation zu versetzen und so ist es seither geblieben, nach FREY (l. c.) seit der ersten Besiedlung der näheren Umgebung des Sees. Sicher steigerte die Nährstoffzufuhr (durch Einschwemmung aus den gerodeten Böden) die biogene Entkalkung, aber der See kann auch aus natürlichen Gründen schon vorher zu Dauerstagnationen geneigt haben.

Die in den letzten zwei Jahren vorgenommenen Windregistrierungen haben ergeben, daß im Vergleich zu anderen Alpenseen keine meßbare Windabschirmung am Längsee zu bemerken ist. Somit bleiben als wirksamste Voraussetzungen für den Aufbau des Dichtegefälles: 1. die geringe Durchflutung und 2. die stete Entkalkung der oberen Schichten des hydrokarbonatreichen Wassers bestehen.

LITERATUR

FINDENEGG, I. (1935): Limnologische Untersuchungen im Kärntner Seengebiete. — Int. Rev. Hydrobiol., *32*:369—423.

— (1937): Holomiktische und meromiktische Seen. — Int. Rev. Hydrobiol., *35*:586—610.

— (1947): Der Längsee. Eine limnologische Untersuchung. — Carinthia II, *56*: 77—93.

— (1953): Kärntner Seen, naturkundlich betrachtet. — Carinthia II, Sonderheft *15*:1—101.

FREY, D. G. (1956): Die Entwicklungsgeschichte des Längsees in Kärnten. — Carinthia II, *66*:5—12.

Anschrift des Verfassers: Franz BERGER, A-3293 Lunz am See.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Längsee

Von Martin DOKULIL

1. Lichtverhältnisse und euphotische Zone:

Am 1. Juni 1972 wurde bei ruhigem, relativ sonnigem Wetter und einer Sichttiefe von 2 m mit Hilfe des Lichtmeßgerätes nach SAUBERER das Licht in den Spektralbereichen Blau, Grün und Rot gemessen und die prozentuelle Durchlässigkeit nach VOLLENWEIDER (1969) berechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 (rechte Hälfte) dargestellt. Aus den Durchlässigkeiten — blau 35 %, grün 65 % und rot 46 % — ergibt sich eine optische Kennung von 365 und eine Kennsumme von 14. Diese Werte weichen nur im Rot um 10 % von den Angaben bei SAUBERER (1962) ab. Die vertikalen Extinktionskoeffizienten errechnen sich zu 1,42, 0,51 und 0,69 für die drei Spektralbereiche. Die Gesamtenergie weist einen Koeffizienten von 0,67 auf. Die untere Grenze der euphotischen Zone liegt nach TALLING (1971) bei 7,25 m ($z_{eu} = \frac{3,7}{e_{min}}$); tatsächlich liegt das 1-%-Lichtniveau für Grün in guter Übereinstimmung bei 7 m.

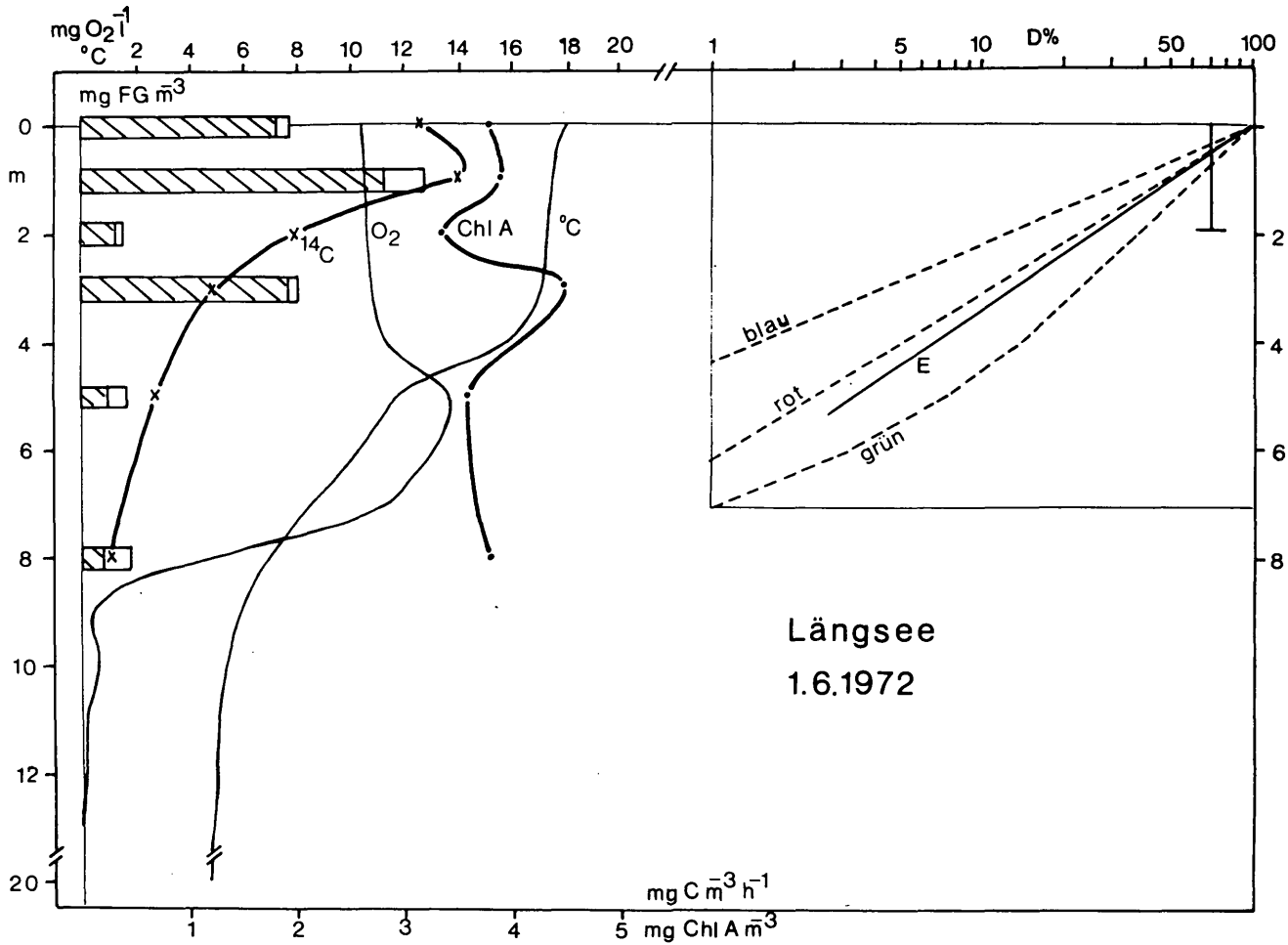
2. Phytoplankton und Primärproduktion:

Das Phytoplankton des Längsees war im Untersuchungszeitraum gekennzeichnet durch das Vorherrschen beweglicher Plankter wie *Dinobryon sociale* EHR. und *bavaricum* IMH., *Gymnodinium helveticum* PENARD, *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) BERGH., *Mallomonas* sp. und vor allem *Peridinium willei* (HUITFELD) KAAS. Die Hauptmasse der unbeweglichen Formen stellten *Cyclotella* ssp. und *Stephanodiscus astrea* (EHR.) GRUN. sowie besonders in 8 m Tiefe *Oscillatoria rubescens* DE CANDOLLE. Zur Berechnung der Biomasse aus den Zähldaten wurden die Volumina bei FINDENEGG (1969) herangezogen.

Das Maximum der Phytoplankton-Biomasse fällt mit der Zone der höchsten Produktion, bestimmt nach der ^{14}C-Methode von STEEMAN-NIELSEN (1951), in 1 m Tiefe zusammen. Während die Produktionskurve (Abb. 1) zur Tiefe hin gleichmäßig abfällt, findet sich in 3 m knapp oberhalb der Sprungschichte nochmals eine stärkere Planktonkonzentration, welche zu 85 % aus *Peridinium willei* besteht. Die Ergebnisse der Chlorophyllbestimmung nach TALLING und DRIVER (1963) spiegeln im wesentlichen das Bild der Zähl-

---

Abb. 1: Licht, Temperatur, Sauerstoff, Primärproduktion und Biomasse im Längsee am 1. Juni 1972.



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ergebnisse wieder. Auffällig ist lediglich die hohe Konzentration in 3 m, welche mit dem erwähnten *Peridinium*-Maximum zusammenfällt.

Aus den in Abbildung 1 dargestellten Ergebnissen errechnen sich für die euphotische Zone folgende Größen:

Biomasse (g Frischgewicht/m²)	=	31,7
Biomasse (mg Chlorophyll A/m²)	=	26,9
Optimale Lichtintensität (I_k, %)	=	55,0
Maximale Produktion (P_{max}, mg C/m³ · h)	=	3,51
Produktion pro Fläche (mg C/m² · h)	=	11,96
Tagesproduktion (mg C/m² · d)	=	191,36
Photosynthetische Kapazität bei Lichtsättigung:		
(mg C/mg Chl A · h)	=	0,90
(mg C/g FG · h)	=	0,40
Mittlere photosynthetische Rate pro Einheit der euphotischen Zone:		
Bezogen auf 1 Stunde (mg C/mg Chl A · h)	=	0,44
(mg C/g FG · H)	=	0,38
Bezogen auf den Tag (mg C/mg Chl A · d)	=	7,11
(mg C/g FG · d)	=	6,03
Aktivitätskoeffizient (mg C/mg C · d)	=	0,26

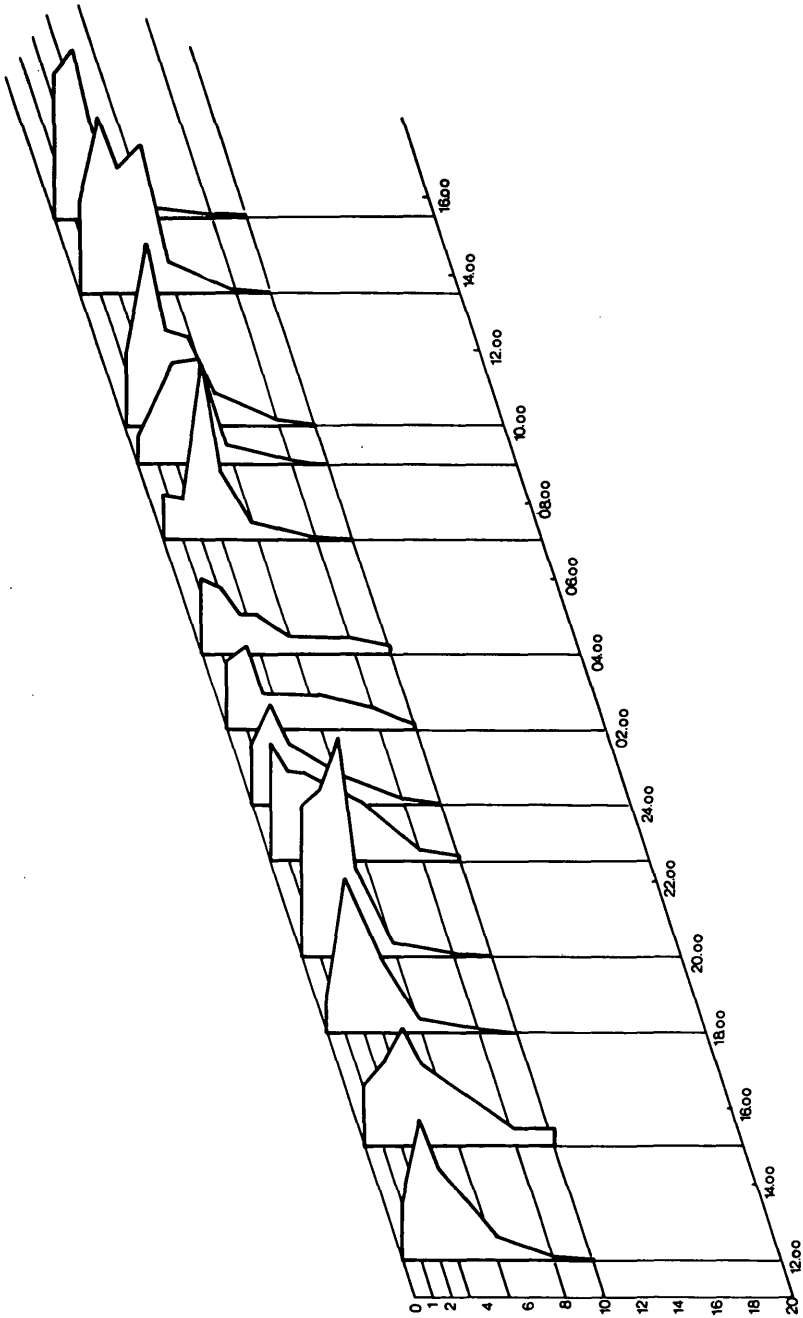
Mit fast 32 g Frischgewicht liegt die Biomasse recht hoch, führt doch FINDENEGG (1964) 33 g als maximale Biomasse an. Die Tagesproduktion hingegen ist relativ gering, was sich in einer geringen mittleren photosynthetischen Rate und einem niedrigen Aktivitätskoeffizienten äußert.

3. Vertikalwanderung des Phytoplanktons und Chlorophylltagesperiodik:

Wegen des Vorherrschens aktiv beweglicher Formen schien es interessant, das Phänomen der Vertikalwanderung, welches bisher nur wenig Beachtung fand (Übersicht bei TALLING 1971), in diesem See zu studieren und mögliche Zusammenhänge mit Schwankungen im Chlorophyllgehalt und der ^{14}C-Aufnahme zu untersuchen.

Bei der Analyse der Wanderung einzelner Arten ergaben sich neue Aspekte, welche aber erst zu einem späteren Zeitpunkt, wenn mehr Vergleichsdaten zur Verfügung stehen, in einer eigenen Arbeit veröffentlicht werden sollen. In Abbildung 2 ist der Tagesgang der beweglichen Phytoplankter insgesamt dargestellt. Da die Intensität und Bewegungsrichtung der einzelnen Arten unterschiedlich und überdies der Bewegungsspielraum durch den Lichtgradienten, die Sprungschichte und den Sauerstoffschwund auf wenige Meter eingeschränkt ist, resultiert ein relativ undeutliches Bild. Zur Mittags-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

zeit befindet sich die Hauptmasse der aktiv beweglichen Formen in 1 m Tiefe, am Nachmittag verlagert sich der Schwerpunkt zunächst um einen Meter tiefer, bei gleichzeitig gleichmäßiger Verteilung. Etwas später, um 18 Uhr, tritt wieder ein deutliches Maximum in 1 m Tiefe hervor. Diese Schichtung verstärkt sich und rückt noch etwas gegen die Wasseroberfläche. Nach Sonnenuntergang beginnen einige Arten abzusinken und sich gleichmäßig zu verteilen, andere aber verweilen an der Oberfläche. Am Morgen kommt es dann zu einer scharfen Schichtung mit dem Schwerpunkt bei 2 m, der sich im Laufe des Vormittages etwas tiefer verlagert und sich dann von 2 bis 4 Meter erstreckt. Um 12 Uhr findet man wieder ähnliche Verhältnisse vor wie zu Beginn der Serie.

Gewisse Beziehungen lassen sich auch zwischen den Chlorophylltagesgängen in den einzelnen Tiefenstufen und der Anzahl der beweglichen Arten feststellen (Abb. 3). Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß hier auch noch andere Ursachen, wie Neubildung oder Zerstörung von Chlorophyll oder horizontale Verschiebungen, in Betracht gezogen werden müssen (YENTSCH und RYTHER 1957, GIBOR und MEEHAN 1961, GLOOSCHENKO 1970, GLOOSCHENKO und Mitarbeiter 1970). Trotzdem sind die Übereinstimmungen an der Oberfläche und in den Tiefenstufen bis 3 m so auffallend, daß eine mindestens teilweise Abhängigkeit der Chlorophyll-A-Konzentration von der Vertikalwanderung des Phytoplanktons angenommen werden muß. Dies legen auch die berechneten Korrelationskoeffizienten nahe. Die Schwankungen in 5 und 8 Meter lassen sich allerdings nicht mehr in dieser Weise interpretieren. Beziehungen zwischen Produktion, Chlorophyllgehalt und Vertikalwanderung ließen sich nicht feststellen, da die Tageskurve der Primärproduktion keine wesentlichen Schwankungen aufwies.

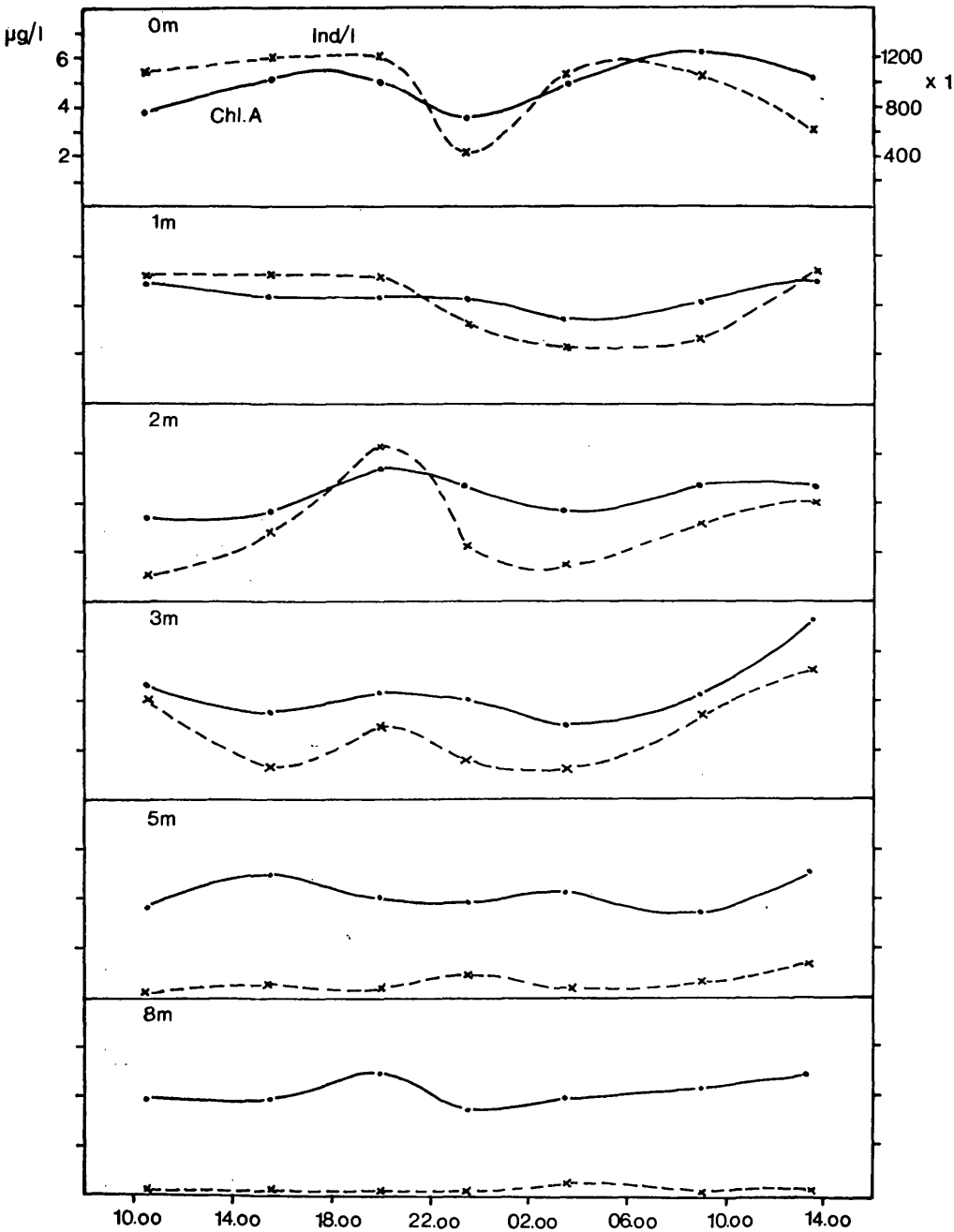
4. Gesamtbakterien und heterotrophe Produktion:

Die auf Membranfiltern unter dem Mikroskop feststellbare Gesamtzahl an Bakterien (MF-Bakterien) zeigt ein Minimum in der Schichte der maximalen Produktion bei 1 Meter (Abb. 4). Zwischen 2 und 4 Meter bleibt die Bakterienzahl konstant bei 2 Millionen/ml. Bei 5 Meter steigt die Keimzahl rasch auf mehr als 3,5 Millionen/ml an und sinkt dann bis 8 Meter Tiefe nur wenig. Diese Schichte erhöhter Bakterienkonzentration fällt mit der Zone größeren Sauerstoffgehaltes zusammen und liegt direkt unterhalb der Sprungschichte. Gleichzeitig mit dem raschen Rückgang der Sauerstoffkonzentration zwischen 8 und 10 Meter sinkt auch die Anzahl der

---

Abb. 2: Vertikalverteilung der aktiv beweglichen Phytoplankter im Tagesgang im Längsee. Erläuterung im Text.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bakterien. Erst unterhalb der O_2-Nullinie bei 13 Meter, bei der auch der E_h-Wert negativ wird, steigt der Gehalt an Bakterien zunächst wieder rasch und dann gegen den Grund zu langsam an.

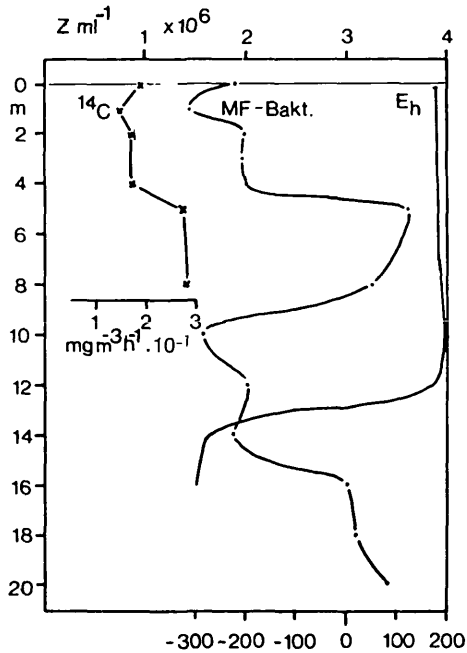


Abb. 4: Vertikalverteilung der Membranfilter-Bakterien (MF-Bakterien), ^{14}C-Dunkelaufnahme und Redoxpotential im Längsee.

Die ^{14}C-Inkorporierung im Dunkel als Maß für die heterotrophe Produktion zeigt eine überraschend gute Übereinstimmung mit den Zähldaten. Daraus errechnet sich eine heterotrophe Tagesproduktion unter dem Quadratmeter für die obersten 8 Meter von 642 mg C/m² · d.

Danken möchte ich Herrn Dr. M. V. Prosser für seine Hilfe bei den Chlorophyllanalysen sowie Fräulein Werbik für ihre Mithilfe beim Auswerten der Phytoplankton- und Bakteriendaten.

Abb. 3: Tagesschwankungen der Chlorophyll-A-Konzentration in den einzelnen Tiefenstufen und Individuenzahlen der beweglichen Phytoplankter.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

FINDENEGG, I. (1964): Produktionsbiologische Planktonuntersuchungen an Ostalpenseen. — Int. Rev. Hydrobiol., *49:*381—416.

— (1969): Expression of populations. — In: Primary Production in aquatic environments (Ed.: R. A. VOLLENWEIDER), IBP-Handbook No. *12:*16—18, Blackwell Sc. Publ., Oxford.

GIBOR, A., & MEEHAN, W. R. (1961): Diurnal variations in chlorophyll-a content of some freshwater algae. — Ecology, *42:*156—157.

GLOOSCHENKO, W. A. (1970): Dial periodicity of chlorophyll a in the Gulf of Mexico. — Quart. J. Fla. Acad. Sci., *33:*187—192.

— CURL, H., jr., & SMALL, L. F. (1972): Dial periodicity of chlorophyll a concentration in Oregon coastal waters. — J. Fish. Res. Bd., Canada, *29:* 1253—1259.

SAUBERER, F. (1962): Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. — Mitt. Int. Ver. Limnol., *11:*1—77.

STEEMAN-NIELSEN, E. (1951): Measurement of the production in the sea by means of carbon[14]. — Nature, *167:*684—685.

TALLING, J. F. (1971): The underwater light climate as a controlling factor in the production ecology of freshwater phytoplankton. — Mitt. Int. Ver. Limnol., *19:*214—243.

— & DRIVER, D. (1963): Some problems in the estimation of chlorophyll-a in phytoplankton. — Proc. Conf. Prim. Prod., Univ. Hawaii, 1961, U. S. Atomic Energy Comm., TID, *7633:*142—146.

VOLLENWEIDER, R. A. (1969): The methodology of light measurements. — In: Primary production in aquatic environments (Ed.: R. A. VOLLENWEIDER), IBP-Handbook No. *12:*158—171, Blackwell Sci. Publ., Oxford, Edinburgh.

YENTSCH, C. S., & RYTHER, J. R. (1957): Short-term variations in phytoplankton chlorophyll and their significance. — Limnol. Oceanogr., *2:*140—142.

Anschrift des Verfassers: Martin Dokulil, Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

Einige Algenbiocönosen im Längsee

Von Elsalore KUSEL-FETZMANN

Von der Algenvegetation wurde im Längsee bisher nur das Plankton in seiner Verteilung und seiner Produktion untersucht (FINDENEGG 1947, 1964, 1971). Angaben über das Periphyton lagen bisher noch nicht vor. Deshalb sollte im Rahmen der limnologischen Exkursion 1972 auch dem Aufwuchs auf verschiedenen Substraten Beachtung geschenkt werden.

Bei einem Vergleich mit dem Klopeiner See (KUSEL-FETZMANN 1972) fällt die wesentlich dürftigere Entwicklung des Aufwuchses im Längsee auf. Die Algen bilden nur einen kurzen, schütteren und vielfach von grauen Schlamm- und Kalkpartikeln durchsetzten Überzug auf den Wasserpflanzen. Sicher spielt dabei die stärkere Trübung des Wassers eine große Rolle, wodurch der Lichtgenuß schon in geringer Tiefe schlechter ist als im klaren Klopeiner See.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Welche Faktoren noch diese Unterschiede bedingen könnten, bedürfte einer eingehenderen Untersuchung, als dies im Rahmen einer Exkursion möglich ist.

1. Aufwuchs auf *Myriophyllum spicatum* L.

Die Blätter dieser Wasserpflanze waren oft steif und spröde durch abgelagerten Kalk. Neben festgehefteten Algen, wie *Oedogonium, Bulbochaete* oder den mit Gallertstielen befestigten Kieselalgen (*Achnanthes, Gomphonema, Cymbella),* sind eine größere Anzahl von frei lebenden (Desmidiaceen, Protococcalen, Diatomeen) und frei beweglichen Formen (Flagellaten) anzutreffen. Zahlreiche Planktonformen, darunter viele tote Zellen, werden durch die fein zerschlitzten Blätter „abfiltriert" *(Cyclotella*-Arten, *Synedra acus, Dinobryon)* und scheinen deshalb auch in der Artenliste des Periphytons auf (Tabelle 1, Spalten a und b).

Tabelle 1:

+ = vorhanden, h = häufig, sh = sehr häufig, m = massenhaft
Spalte a: *Myriophyllum,* b: *Myriophyllum,* c: Blattunterseite von *Nuphar,* d: am Bootssteg

	a	b	c	d
Aphanothece sp.	+	—	+	+
Eucapsis alpina CLEMENTS & SHANTZ	+	—	—	+
Chroococcus turgidus (KÜTZ.) NÄGELI	—	—	+	+
Oscillatoria borneti ZUKAL	+	—	—	—
Oscillatoria tenuis AGARDH	—	—	—	+
Oscillatoria rubescens DE CANDOLLE	+	—	—	—
Lyngbya sp.	—	—	—	sh
Euglena sp.	+	—	—	—
Pandorina morum (MÜLLER) BORY	+	—	—	—
Cryptomonas sp.	+	—	—	—
Peridinium pusillum (PEN.) LEMMERMANN	h	+	+	h
Dinobryon divergens IMHOF	+	—	—	—
Dinobryon sociale EHRENB.	+	—	—	—
Cyclotella comensis GRUNOW	+	+	—	—
Cyclotella comta (EHR.) KÜTZ.	+	—	—	—
Cyclotella glomerata BACHMANN	—	m	+	—
Cyclotella kützingiana THWAITES	—	+	—	—
Cyclotella melosiroides (KIRCHN.) LEMMERMANN	+	—	—	—
Cyclotella quadrijuncta SCHRÖTER	+	—	—	—
Synedra acus KÜTZ.	+	+	—	—
Synedra sp.	+	—	—	+
Fragilaria crotonensis KITTON	+	—	—	—
Fragilaria construens (EHR.) GRUNOW	—	+	—	—
Tabellaria flocculosa (ROTH.) KÜTZ.	+	+	—	—
Achnanthes minutissima KÜTZ. (Fig. 3)	+	—	m	m
Stauroneis anceps EHRENBERG	—	+	—	—
Amphipleura pellucida KÜTZ.	—	+	+	—
Navicula radiosa KÜTZ.	+	+	—	+
Navicula reinhardtii GRUNOW	—	+	—	—
Navicula viridula KÜTZ.	—	+	—	—

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

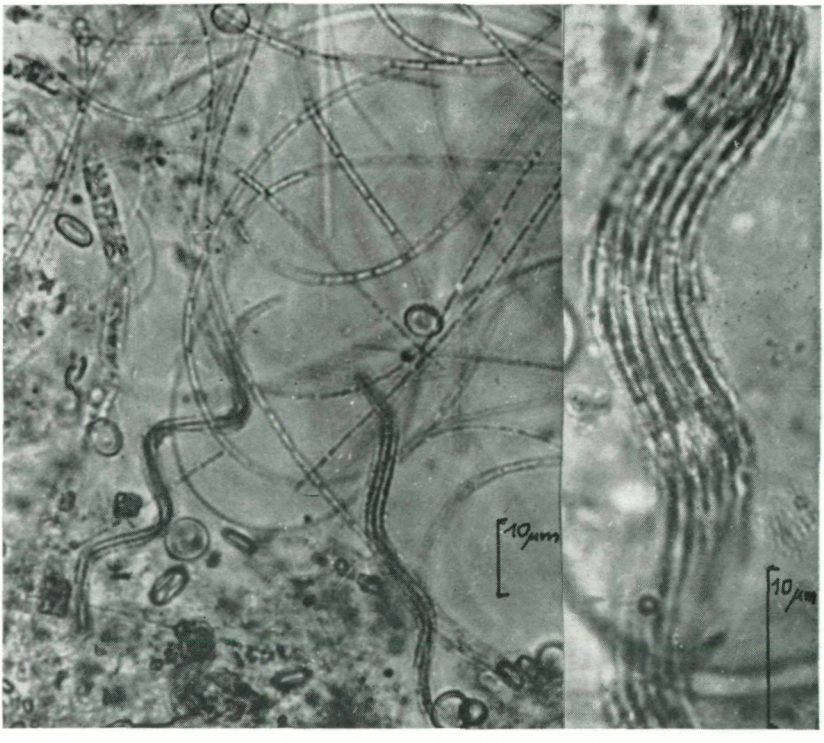


Fig. 1

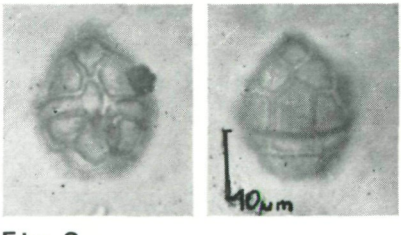


Fig. 2

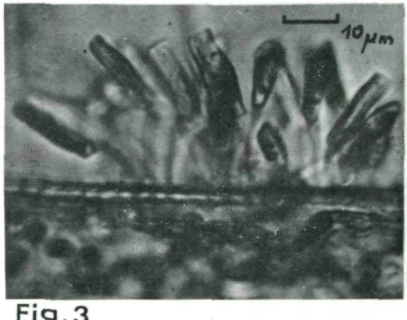
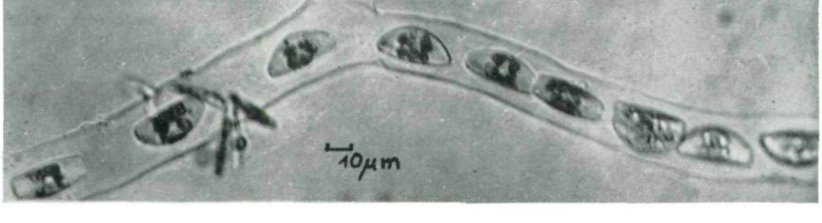


Fig. 3

Fig. 4



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Fortsetzung von Tabelle 1	a	b	c	d
Navicula sp., sp.	+	+	+	+
Amphora ovalis KÜTZ.	—	+	—	—
Nitzschia sp.	+	—	—	—
Gomphonema sp.	+	—	—	h
Cymbella cymbiformis (AGARDH) V. HEURCK	+	+	+	h
Cymbella prostrata (BERKELEY) CLEVE (Fig. 4)	—	+	+	sh
Cymbella sp.	+	+	+	+
Coelastrum proboscideum BOHLIN	—	+	—	—
Dictyosphaerium pulchellum WOOD	+	—	—	—
Scenedesmus spinosus CHODAT	+	—	—	—
Nephrocytium agardhianum NAEGELI	—	—	—	+
Sorastrum spinulosum NAEGELI	—	—	—	+
Pediastrum boryanum (TUEP.) MENEGH.	—	+	—	—
Tetraedron minimum (A. BRAUN) HANSGIRG	+	—	—	—
Closterium parvulum NAEGELI	—	—	+	+
Cosmarium punctulatum BREB.	—	—	+	+
Cosmarium sp., sp.	+	—	+	+
Staurastrum sp., sp.	+	—	—	—
Geminella interrupta (TURP.) LAGERHEIM	+	—	—	—
Mougeotia sp., sp.	+	—	+	h
Zygnema sp.	—	—	—	+
Oedogonium sp.	—	+	+	—
Bulbochaete sp.	—	+	+	—
Cladophora fracta KÜTZ.	—	—	—	sh

2. Der Aufwuchs auf der Unterseite der Seerosenblätter

Auf der Blattunterseite von *Nuphar luteum* (L.) SIBTH. & SM. und *Nymphaea candida* K. B. PRESL findet sich ein gallertiger Bewuchs, der vorwiegend aus mit Gallertstielen befestigten *Achnanthes*-Zellen besteht. Besonders unterhalb der *Nymphaea*-Blätter, deren Blattunterseite dunkelrot gefärbt ist, erscheint der Aufwuchs wegen der starken Lichtdämpfung nur spärlich ausgebildet (Tabelle 1, Spalte c).

3. Aufwuchs auf einem Bootssteg am Südufer

Lang flutende *Cladophora*-Büschel fehlen rund um den See. Nur an einem der Bootsstege konnten lockere, etwa 10 cm lange Büschel dieser Grünalge gefunden werden. Auch Zygnemalen waren in diese Watten verflochten, und zwischen den Fäden fanden sich viele freilebende Protococcalen, Desmidiaceen und Diatomeen (Tabelle 1, Spalte d).

4. Wasserblüte

Zur Zeit unseres Besuches (29. Mai 1972) schwammen im Uferbereich zwischen Schilf graugelbe Kahmhäute, die zur Hauptsache aus *Pinus*-Pollen bestanden. Pilzhyphen durchwucherten be-

Fig. 1: *Peloploca* cf. *pulchra*
Fig. 2: *Peridinium pusillum*
Fig. 3: *Achnanthes minutissima*
Fig. 4: *Cymbella prostrata*

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

reits die absterbenden Pollenkörner, und häufig waren Pflanzenhaare und mazerierte Holzzellen und -fasern beigemengt. Algen befanden sich in dieser Kahmhaut nur sehr wenige, am häufigsten das kleine *Peridinium pusillum* (Tabelle 2, Fig. 2).

Tabelle 2:

Pinus-Pollen	m	*Cryptomonas* sp.	+
Gomphosphaeria aponina KÜTZ.	+	*Peridinium pusillum* (PEN.) LEMM.	h
Oscillatoria rubescens DE CAND.	+	*Spirogyra* sp.	+

5. Die Schlammoberfläche in 21 m Tiefe

Eine Probe aus der größten Tiefe des Längsees zeigt massenhaft die abgesunkenen Schalen der toten Cyclotellen aus dem Plankton, während die ebenso abgesunkenen Fäden von *Oscillatoria rubescens* rein äußerlich noch intakt scheinen. Durch die ständige Abwesenheit von Sauerstoff in dieser Zone bedingt, besteht die Biocönose aus Bakterien und einigen apochromatischen Blaualgen. Die letzteren, von SKUJA (1964) zur Ordnung der Pelonematales unter den Cyanophyceen zusammengefaßt, stellen farblose, unverzweigte Fäden dar, die einzeln oder zu Bündeln vereinigt auf der Schlammoberfläche und in den hypolimnischen Wasserschichten zahlreicher Gewässer zu finden sind, bis heute aber noch ungenügend erforscht blieben. In unserer Probe fanden sich neben einfachen Fäden (*Pelonema* sp.) auch spiralig gewundene Fadenbündel (*Peloploca* cf. *pulchra* SKUJA, Fig. 1). Unter den Schwefelbakterien fiel besonders *Lamprocystis* auf (Tabelle 3).

Tabelle 3:

Lamprocystis roseo persicina (KG.) SCHROETER	h	*Oscillatoria rubescens* DE CANDOLLE	h
Peploploca cf. *pulchra* SKUJA	h	Cyclotellen (tot)	m
Pelonema sp.	m	*Oocystis* sp.	+

LITERATUR

FINDENEGG, I. (1947): Der Längsee. Eine limnologische Untersuchung. — Carinthia II, *136*:77—93.

— (1964): Produktionsbiologische Planktonuntersuchungen an Ostalpenseen. — Int. Rev. Hydrobiol., *49*:381—416.

— (1971): Die Produktionsleistungen einiger planktischer Algenarten in ihrem natürlichen Milieu. — Arch. Hydrobiol., *69*:273—293.

KUSEL-FETZMANN, E. (1972): Die Algenvegetation im Klopeiner See. — In: Arbeitsbericht der limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971. Carinthia II, *162/82*:240—245.

SKUJA, H. (1956): Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. — Nov. Act. Reg. Soc. Sci. Upsal., Ser. IV, *16/3*:1—404.

Anschrift des Verfassers: Elsalore KUSEL-FETZMANN, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien. A-1010 Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Makrophytenvegetation im Längsee

Von Elsalore KUSEL-FETZMANN und Hans LEW

Wie schon im Klopeiner See (KUSEL & LEW 1972) wurde die Zusammensetzung und Verteilung der makroskopischen Hydrophytenvegetation untersucht. Die im Gegensatz zum Klopeiner See noch größtenteils unverbauten Uferregionen des Längsees zeigen weitgehend die natürliche Zonierung der Flora. Eine Ausnahme bildet nur das Südufer mit Uferwiesen und dem aufgeschütteten Strand einer öffentlichen Badeanstalt.

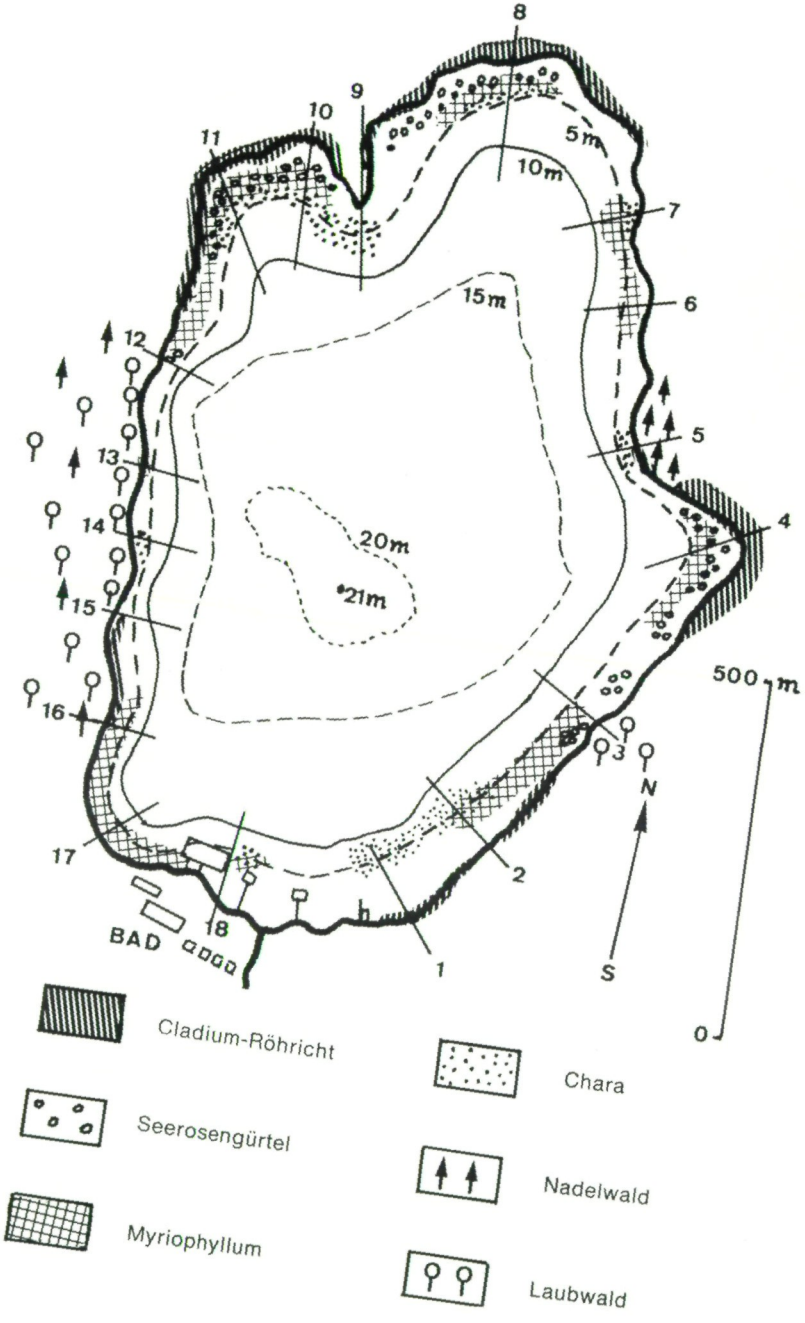
In 18 Transekten wurde im Mai und September 1972 die Unterwasservegetation festgestellt und ihre Ausdehnung kartiert. Die Verteilung der wichtigsten Pflanzenarten zeigt Abb. 1.

1. Der Röhrichtgürtel: Abgesehen vom steilen Westufer und den künstlich veränderten Uferabschnitten, umgibt den See ein fast geschlossener Gürtel von *Cladium mariscus* (L.) POHL, dem Schneidried. Spärlicher, teilweise aber tiefer ins Wasser vordringend, findet man *Phragmites communis* TRIN. und *Typha angustifolia* L. — *Schoenoplectus* (= *Scirpus*) *lacustris* (L.) PALLAS bildet verstreut lockere Bestände, während *Typha latifolia* L. nur an einer moorigen Stelle im Osten (bei Transekt 6) vorkommt. In der Nähe eines kleinen Bestandes von *Carex rostrata* STOKES wächst am Westufer (bei Transekt 12) *Iris pseudoacorus* L.

2. Der Seerosengürtel: In dieser Zone herrscht *Nymphaea candida* K. B. PRESL vor, daneben ist *Nuphar luteum* (L.) SIBTH. & SM. und *Potamogeton natans* L. anzutreffen. *Nuphar* wächst direkt an das Röhricht anschließend, während *Nymphaea* weiter außen, einen etwa 10 Meter breiten Wasserstreifen freilassend, geschlossene Bestände bildet.

3. Die untergetauchte Vegetation. Als dominierende Pflanze tritt *Myriophyllum spicatum* L. auf, das man rund um den See bis in eine Tiefe von etwa 4 bis 5 m (einmal bis 8 m) finden kann. *Potamogeton perfoliatus* L. (häufig um den ganzen See), *Potamogeton crispus* L. (nur im Süden vereinzelt), *Potamogeton pectinatus* L. (eine Jungpflanze) und *Najas marina* L. komplettieren die Artenliste der höheren Wasserpflanzen. *Najas marina* konnte wiederum, wie seinerzeit am Klopeiner See, erst beim zweiten Besuch im Spätsommer festgestellt werden. Ausgedehnte Rasen, die meist tiefer hinab als *Myriophyllum* reichen (durchschnittlich bis 8 m Tiefe), bildet besonders im Norden und Südosten *Chara ceratophylla* WALLR. — Eine Mooszone in größerer Tiefe ist, bedingt durch die geringe Lichtdurchlässigkeit, im Längsee nicht zu erwarten und ließ sich auch nicht feststellen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

KUSEL-FETZMANN, E., & LEW, H. (1972): Die Makrophytenvegetation des Klopeiner Sees (Kärnten). — Verh. Zool.-Bot. Ges., Wien, *112*:94—99.

Anschrift der Verfasser: Elsalore KUSEL-FETZMANN und Hans LEW, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien, 1010 Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1.

Zooplankton

Von Alois HERZIG, Peter NEWRKLA und Reinhard STRNAD

Das Zooplankton zeigt hinsichtlich des Bestandes an Kleinkrebsen das normale Bild eines Kärntner Kleinsees. Der Unterschied zu den größeren Seen besteht im Auftreten von *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER) und *Ceriodaphnia pulchella* SARS, die in jenen nur in Ufernähe aufscheinen (FINDENEGG 1947). Neben diesen beiden Arten führt FINDENEGG (1947, 1953) *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER, *Diaphanosoma brachyurum* LIEVIN, *Leptodora kindtii* FOCKE sowie *Eudiaptomus gracilis* (G. O. SARS) und *Cyclops strenuus* KOZMINSKI an.

Die Aufsammlungen im Mai 1972 erbrachten das gleiche Artenspektrum, wobei die gefundenen Cyclopiden nicht genau bestimmt wurden und *Leoptodora kindtii* zu dieser Zeit noch nicht vorhanden war. Ziel dieser Untersuchung war das Aufzeigen von Vertikalverteilung und -wanderung.

Methode:

Die Aufsammlungen erfolgten vom 29. Mai bis zum 2. Juni 1972. Ein Tag—Nacht-Zyklus wurde vom 29. Mai, 12.00 Uhr, bis 30. Mai, 17.30 Uhr, zu folgenden Zeiten beobachtet: 12.00, 15.00, 18.00, 22.30, 24.00, 02.00, 06.30, 10.30, 14.00 und 17.30 Uhr. Sowohl am 29. als auch am 30. Mai herrschte wolkenloses Wetter. Vom 31. Mai bis zum 2. Juni war es stark bewölkt, gelegentlich regnete es. An diesen Tagen wurde nur zur Mittagszeit gesammelt, um einen etwaigen Vergleich der Tagesmaxima bei Schön- und Schlechtwetter zu erhalten.

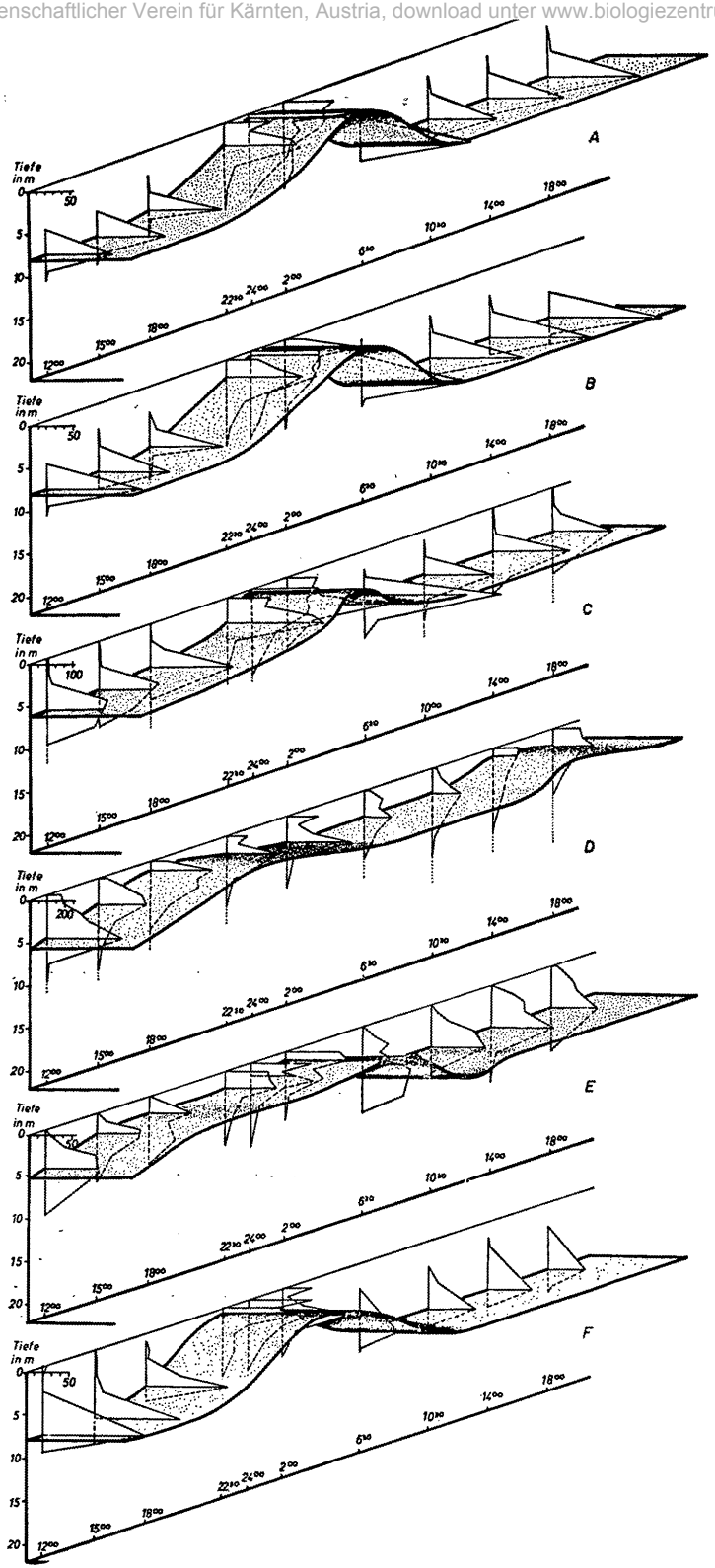
Als Entnahmegerät diente eine Planktonpumpe, die Aufsammlungen erfolgten in den Tiefen 0, 1, 2, 3, 5, 8, 10 und 12 m.

Ergebnisse:

1. Ende Mai 1972 betrug die Individuendichte im Durchschnitt 288 x $10^3/m^2$. 88,3 % entfielen auf die Copepoda — 65,2 % *Eudiaptomus gracilis*, 23,1 % Cyclopidae — 11,7 % auf die Cladocera. Der geringe Anteil der Cladocera resultierte aus dem erst geringen Vorhandensein von *Diaphanosoma brachyurum* und *Bosmina longirostris* sowie aus dem Fehlen von *Leptodora kindtii*.

Abb. 1: Die Vegetation im Längsee.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

2. Vertikalverteilung und Wanderung:

Eudiaptomus gracilis: Die adulten Exemplare hatten ihr Tagesmaximum in 8 m Tiefe (sowohl Männchen als auch Weibchen). Die größte Dichte der Copepodide lag zwischen 5 und 6 m, die der Nauplien zwischen 3 und 5 m.

Die Aufwärtswanderung der Adulten und Juvenes begann bereits vor Sonnenuntergang (vgl. SIEBECK 1960 b). Die Adulten und Copepodide zeigten ab 18.00 Uhr einen deutlichen Aufwärtstrend, die Nauplien hingegen hatten bereits um 15.00 Uhr ihr Maximum in 3 m, um 18.00 Uhr zwischen 0 und 1 m; von diesem Zeitpunkt an bewegten sie sich wieder abwärts. Die meisten Copepodide befanden sich um 22.30 Uhr in 3 m, wobei auch zahlreiche Individuen an der Oberfläche zu finden waren, um 24.00 Uhr an der Oberfläche, zwei Stunden später wieder in 3 m. Die Adulten hatten die größte Dichte an der Oberfläche um 24.00 Uhr, ein Großteil der Männchen war allerdings auch schon zu einem früheren Zeitpunkt (22.30 Uhr) zwischen 0 und 1 m. (Genauere Analysen siehe weiter unten.) Um 6.30 Uhr waren bereits alle Stadien wieder in der Tiefe ihres Tagesmaximums angelangt (Abb. 1, A—D).

Ceriodaphnia pulchella: Tagsüber waren die meisten Tiere in 5 m. Um 15.00 Uhr lag das Maximum bei 3 m, um 18.00 Uhr in 2 m und um 2.00 Uhr zwischen 0 und 1 m. Bis 6.30 Uhr hatten sich die meisten Tiere in 5 m eingeschichtet (Abb. 1, E).

Daphnia longispina: Das Tagesmaximum befand sich in 8 m. Um 15.00 Uhr begannen die ersten Daphnien aufwärtszuwandern, gelangten bereits um 22.30 Uhr an die Wasseroberfläche und ließen ab 24.00 Uhr eine deutliche Abwärtsbewegung erkennen (Abb. 1, F).

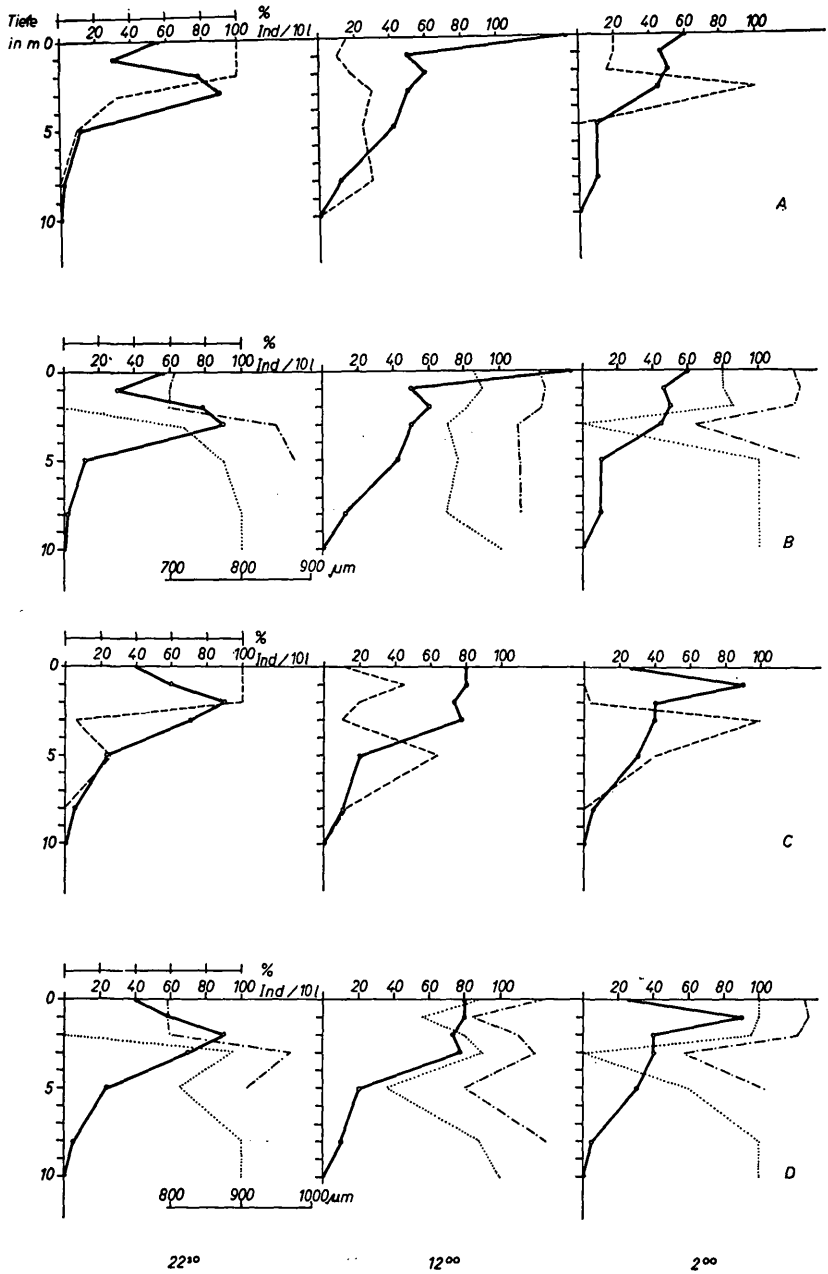
Genaue Analyse der Adulten von *Eudiaptomus gracilis:*

Zu diesem Zwecke wurden die Längen (Cephalothorax + Peraeon) der einzelnen Männchen und Weibchen und der Mittelwert für die Gesamtpopulation bestimmt. Hierauf wurden die Vermessungsdaten in zwei Gruppen geteilt: „junge adulte" Tiere, die kleiner waren als der Mittelwert, „alte adulte" Tiere, die größer waren als dieser.

Bei dem Vergleich von Verteilungsbild, durchschnittlicher Länge und Prozentanteilen der jungen und alten Adulttiere pro Tiefe und pro Probenzeitpunkt zeigte sich folgendes (Abb. 2, A—D):

Abb. 1: Vertikalwanderung
A *Eudiaptomus gracilis* Männchen
B *Eudiaptomus gracilis* Weibchen
C *Eudiaptomus gracilis* Copepodide
D *Eudiaptomus gracilis* Nauplien
E *Ceriodaphnia pulchella*
F *Daphnia longispina*

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Um 22.30 Uhr sind von 0 bis 2 m nur junge Adulte, ab 3 m auch ältere und ab 5 m nur alte Adulte vorhanden. Um 24.00 Uhr, zum Zeitpunkt der größten Dichte an der Oberfläche, befinden sich größtenteils alte Stadien oben, die jüngeren sind jedoch mehr oder weniger gleichmäßig über die ganze Wassersäule verteilt. Um 2.00 Uhr liegt das Maximum der alten Adulten zwischen 0 und 2 m, in 3 m das der jüngeren und ab 5 m sind wieder nur alte zu finden.

Man sieht also, daß zuerst die jüngeren Adulten an die Oberfläche kommen (22.30 Uhr), hierauf nach unten wandern und die alten Adulten ihr Maximum in den obersten Wasserschichten haben, wobei dies bei den Männchen um 24.00 Uhr, bei den Weibchen erst um 2.00 Uhr der Fall ist.

3. Vergleich der Tagesmaxima (Schön- und Schlechtwetter):

Bei Copepodiden von *Eudiaptomus gracilis* und *Daphnia longispina* ließen sich geringfügige Verlagerungen erkennen. Bei beiden änderte sich zwar nicht die Lage des Tagesmaximums, doch war die Individuendichte oberhalb davon bei Schlechtwetter wesentlich größer als bei Schönwetter.

Nur bei *Ceriodaphnia pulchella* zeigte sich ein deutlicher Unterschied, nämlich insofern, daß sie bei Schönwetter die größte Dichte in 5 m hatten, bei Schlechtwetter dagegen in 3 m. Außerdem war das Tagesmaximum nicht so deutlich ausgeprägt (Abb. 3. A—C), (vgl. SIEBECK 1960 b).

Diskussion:

1. Vergleicht man das Verteilungsbild von *Eudiaptomus gracilis* mit Angaben von FINDENEGG (April/Juni; 1947), so ist daraus ersichtlich, daß das Tagesmaximum von 10 m auf 8 m aufrückte. Dies ist aber nicht verwunderlich, verschob sich doch auch die Sauerstoffgrenze von 15 m (FINDENEGG 1947) auf 12,5 m (1972). Dasselbe ist auch bei *Daphnia longispina* der Fall. Kein Unterschied ist bei *Ceriodaphnia pulchella* festzustellen, deren größte Dichte in 5 m lag.

Reichte bei FINDENEGG (1947) die Verteilung von *Diaptomus* oft noch bis zur Sauerstoffgrenze, so war dies bei dieser Untersuchung nicht zu bemerken. Die Tiere waren generell bis 10 m anzutreffen, nur ganz selten waren Individuen auch in 12 m zu finden. Es wurden auch nie Tiere im Monimolimnion, wie dies im Klopeiner See der Fall war (HERZIG & POWELL 1972), entdeckt.

Abb. 2: A, B *Eudiaptomus gracilis* Männchen,
Verteilung o—o — % alte Adulte .....
% junge Adulte - - - - - — durchschnittliche Länge — · —

C, D *Eudiaptomus gracilis* Weibchen,
Verteilung o—o — % alte Adulte .....
% junge Adulte - - - - - — durchschnittliche Länge — · —

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

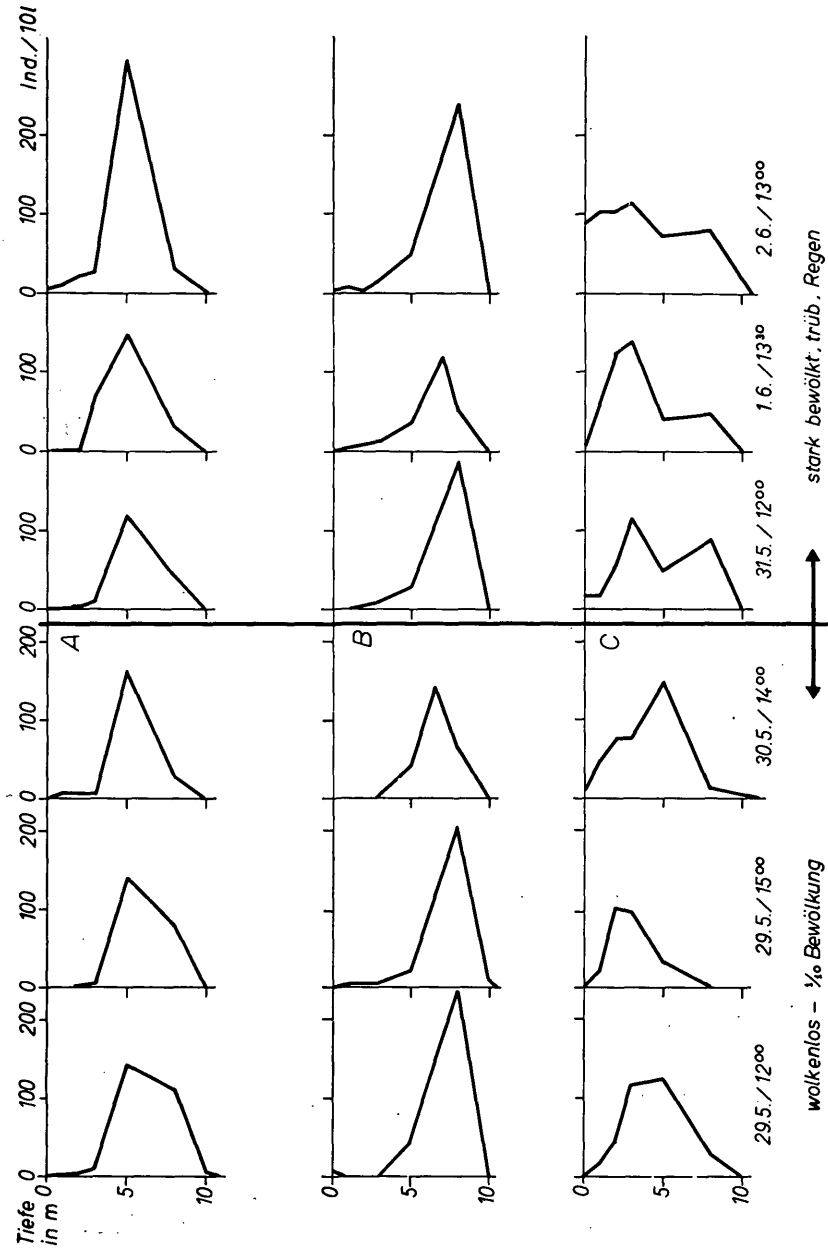


Abb. 3: A *Eudiaptomus gracilis* Copepodide
B *Daphnia longispina*
C *Ceriodaphnia pulchella*

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

2. Das frühe Erscheinen von *Daphnia longispina* an der Oberfläche (22.30 Uhr) stimmt mit den Angaben von FINDENEGG (1947) und SIEBECK (1960 b) sehr gut überein.

3. Auf die Unterschiedlichkeit der Wanderung bei einzelnen Altersstadien, beziehungsweise auf das frühe Erscheinen der männlichen Individuen von Diaptomiden, wiesen schon einige Autoren hin (RUTTNER 1929/1930, SCHRÖDER 1959, SIEBECK 1960 a, b). Es wurden jedoch nie Vermessungen angestellt, mit deren Hilfe man auch die Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Adulttieren deutlich herausstreichen kann. Wie aus den obigen Ausführungen ersichtlich ist, haben die jüngeren Adulten die größte Dichte an der Oberfläche vor Mitternacht (22.30 Uhr), die älteren Männchen um Mitternacht und die älteren Weibchen nach Mitternacht (2.00 Uhr).

LITERATUR

EINSLE, U. (1971): Über das Copepodenplankton einiger Kärntner Seen. — Carinthia II, Sonderheft *31*:63—71.

FINDENEGG, I. (1943): Zur Kenntnis der planktischen Cladoceren Kärntens. — Carinthia II, 47—67.

— (1947): Der Längsee. Eine limnologische Untersuchung. — Carinthia II, *136*:77—93.

— (1953): Kärntner Seen naturkundlich betrachtet. — Carinthia II, Sonderheft *15*:101 pp.

HAUER-EICHARDT, H. (1954): Das Zooplankton in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. — Arch. Hydrobiol., Suppl. *20*:305—274.

HERZIG, A., & POWELL, S. (1972): Zooplankton. — In: Arbeitsbericht der limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971. Carinthia II, *162./82*:235—274.

KIEFER, F. (1968): Versuch einer Revision der Gattung *Eudiaptomus* Kiefer. — Mem. ist. ital. idrobiol., *24*:9—160.

RUTTNER, F. (1929/30): Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung in Raum und Zeit. — Int. Rev. Hydrobiol., *23*:1—138 und 161—287.

SCHRÖDER, R. (1959): Die Vertikalwanderungen des Crustaceenplanktons der Seen des südlichen Schwarzwaldes. — Arch. Hydrobiol., Suppl. *25*:1—43.

— (1962): Vertikalverteilung des Zooplanktons und Thermokline. — Arch. Hydrobiol., Suppl. *25/4*:401—410.

SIEBECK, O. (1960 a): Die Bedeutung von Alter und Geschlecht für die Horizontalverteilung planktischer Crustaceen im Lunzer Obersee. — Int. Rev. Hydrobiol., *45/1*:125—131.

— (1960 b): Untersuchungen über die Vertikalwanderung planktischer Crustaceen unter Berücksichtigung der Strahlungsverhältnisse. — Int. Rev. Hydrobiol., *45/3*: 381—454.

Anschrift der Verfasser: Alois HERZIG, Peter NEWERKLA und Reinhard STRNAD, alle Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Orientierende Untersuchung zur Verteilung der litoralen und sublitoralen Bodenfauna, besonders der Ostracoda

Von Susan POWELL und Uwe HUMPESCH

Über die Zusammensetzung der litoralen und sublitoralen Bodenfauna ist mit Ausnahme der Ostracoda (LÖFFLER, 1963, 1971) und der Pisidien (HADL, 1971) sehr wenig bekannt (FINDENEGG,

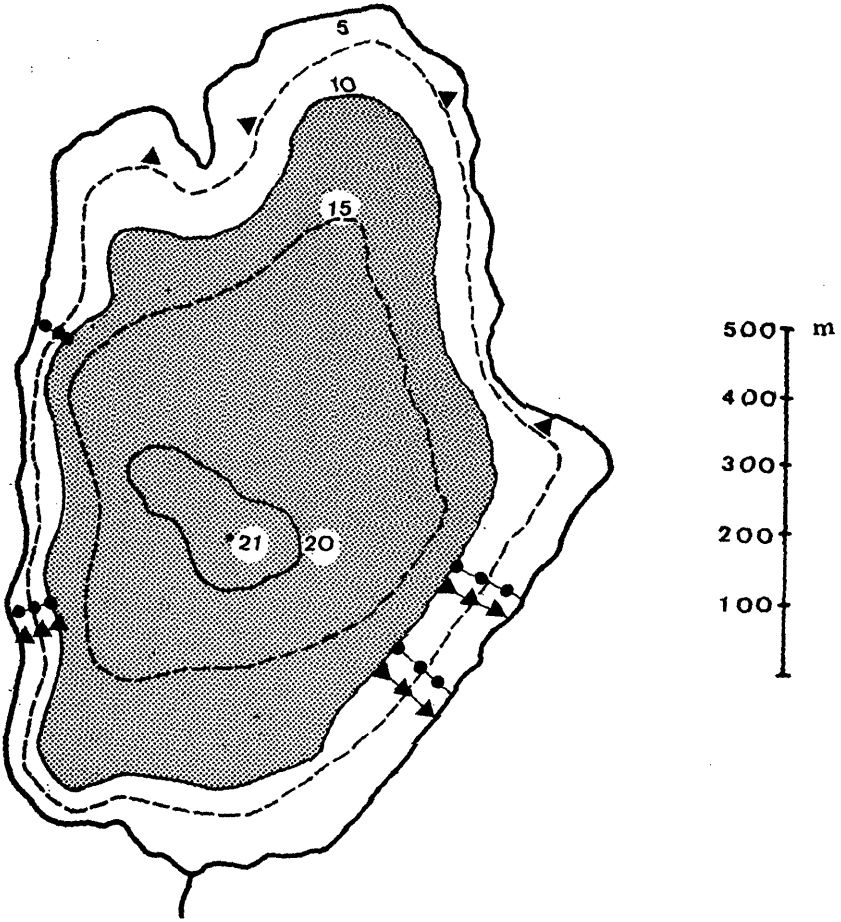


Abb. 1: Längsee mit den Entnahmestellen; ▒ = Bereich des Monimolimnions; ▲ = Dredschproben, ● = Ekmanproben.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

1947, 1953). Es erfolgte daher zunächst eine orientierende Aufnahme der Bodenfauna durch Dredschzüge (Abb. 1), dann eine gezielte Probenentnahme am steilabfallenden Westufer und am flachen Ostufer mittels Ekmangreifers (15 x 15 cm). Die Probenpunkte entlang den Bodenprofilen wurden zuerst sehr eng gewählt (1, 2, 4, 6, 8 und 10 m), dann, wegen der geringen Änderung in der Faunenzusammensetzung, auf 2, 6 und 10 m beschränkt. Der Probenpunkt 10 m fällt ungefähr mit dem Beginn des Monimolimnions zusammen, in dem sich keinerlei benthische Metazoen befinden (LÖFFLER, 1971).

Um das Material einigermaßen zu quantifizieren, wurde nach gründlicher Mischung je einer Probe ein Volumsteil von 30 ml dem Meßzylinder entnommen, mittels 50-μ-Netz ausgesiebt und unter dem Binokular ausgezählt.

Ergebnisse:

A. Horizontale Verteilung der Bodenfauna

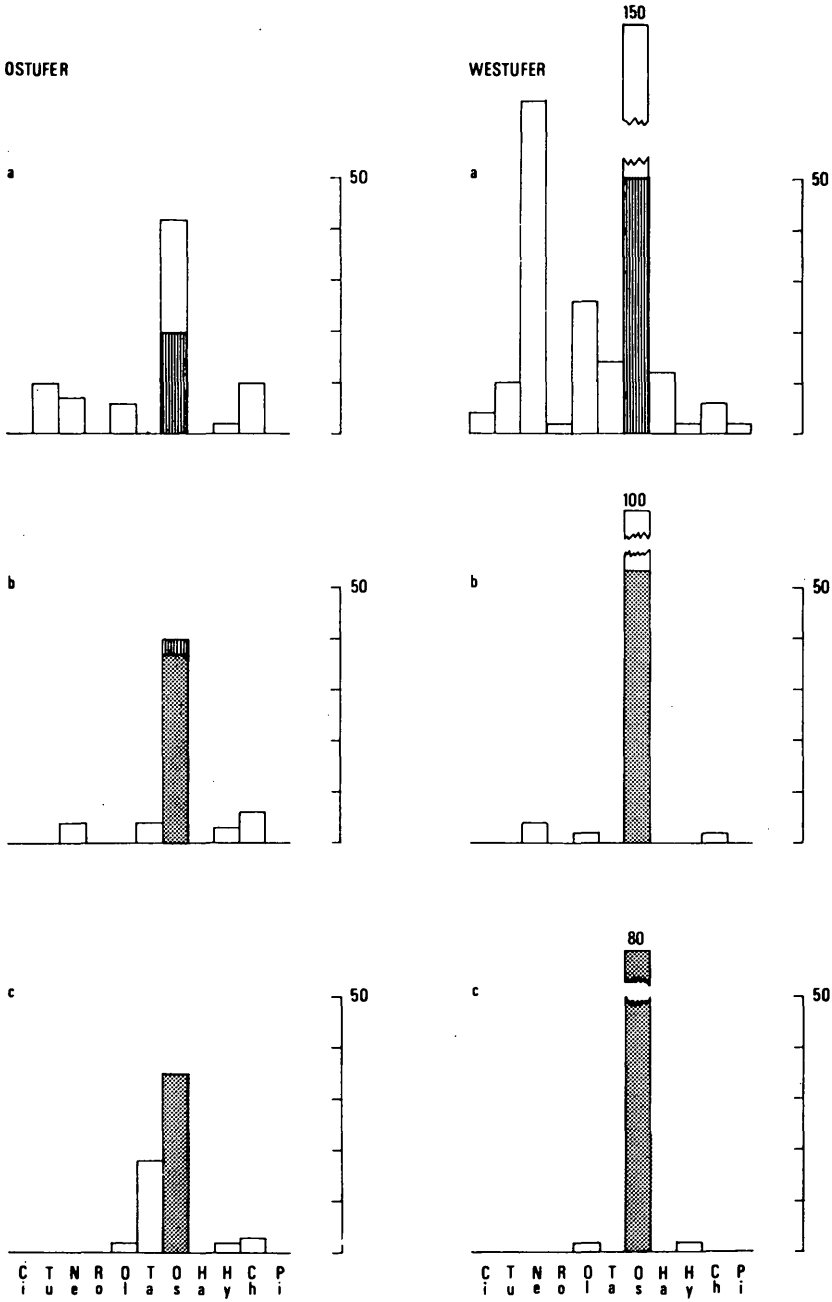
Aus Abbildung 2 ist zu ersehen, daß sich die Besiedlung des Ostufers von der des Westufers hinsichtlich der benthischen Tiergruppen kaum unterscheidet. Dies bestätigen auch die zum Vergleich herangezogenen Ergebnisse aus den Dredschzügen. Die Abundanz der Faunenelemente besonders der Nematoden und Ostrakoden ist am Ostufer geringer als am Westufer. Ob dieser Unterschied auf die verschiedene Uferbeschaffenheit und Bodenstruktur oder einfach nur auf die Untersuchungsmethode zurückzuführen ist, läßt sich auf Grund dieser Untersuchung nicht sagen.

B. Vertikale Verteilung der Bodenfauna

Insgesamt ist die für das Ost- und Westufer festgestellte zahlenmäßige Abnahme der benthischen Tiergruppen, die Ostrakoden sind hier ausgenommen, von 2 m nach 10 m auffällig. Wie die Abnahme des O_2-Gehaltes des Wassers (vgl. O_2-Abbildung bei SCHIEMER) geht auch die der Bodenfauna nicht kontinuierlich, sondern sprunghaft vor sich: bis etwa 5 m zeigen die Befunde keine zahlenmäßige Änderung der Fauna, ab etwa 7 m werden nur noch einige ausgewählte Vertreter derselben gefunden.

Wie schon angedeutet, folgt die Unterklasse Ostracoda nicht diesem vertikalen Verteilungsbild, differenziert man jedoch nach Arten, so zeigt sich, daß ebenfalls eine Verteilungsänderung in der Vertikalen stattfindet: bis etwa 5 m herrscht *Limnocythere inopinata* vor, ab etwa 6 m wird fast ausschließlich *Cypria ophthalmica* gefunden. Diese in der Kontaktzone Wasser—Schlamm lebende Art scheint auf Grund ihrer Lebensweise (auch schwimmende Fortbewegung) nicht so abhängig von den Lebensbedingungen im Schlamm zu sein, diese dürften für ein Vegetieren eines Großteils der übrigen Tiergruppen in dieser Tiefe nicht mehr ausreichen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

C. Vergleich Längsee — Klopeiner See

Eine Verschiedenheit in der Besiedlung der unterschiedlich gestalteten Uferpartien konnte im Gegensatz zu den Befunden im Klopeiner See (G. HADL, U. HUMPESCH, 1972) im Längsee nicht festgestellt werden. So dürfte diese Verschiedenheit im Klopeiner See nicht orographisch, sondern durch einmündende Abwässer bedingt sein.

Ein reliktäres Vorkommen der Kaltwasserform *Cytherissa lacustris* konnte trotz intensiver Aufsammlung (Abb. 1) nicht entdeckt werden, wohl aber wurden in einer Dredschprobe, wie von LÖFFLER (1971) bereits vermutet, Schalen dieser Art gefunden. Aus welcher Zeit diese allerdings stammen, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

LITERATUR

FINDENEGG, I. (1947): Der Längsee. Eine limnologische Untersuchung. — Carinthia II, 77—93.

— (1953): Kärntner Seen naturkundlich betrachtet. — Carinthia II, Sonderheft *15*:92—94.

HADL, G. (1971): Zur Pisidienfauna einiger Kärntner Seen. — Carinthia II, Sonderheft *31*:73—78.

— & HUMPESCH, U. (1972): Die litorale und sublitorale Bodenfauna. — In: Arbeitsbericht der limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971. Carinthia II, 255—259.

LÖFFLER, H. (1963): Die Ostracodenfauna Österreichs. — In: Beitrag zur Fauna Austriaca. Sitz. Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., I, *172*:193—211.

— (1971): Daten zur subfossilen und lebenden Ostracodenfauna in Wörthersee und Klopeiner See. — Carinthia II, Sonderheft *31*:79—89.

Anschrift der Verfasser: Susan POWELL und Uwe HUMPESCH, Institut für Limnologie und Gewässerschutz der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

Abb. 2: Vergleich der litoralen und sublitoralen Bodenfauna des Westufers mit der des Ostufers (a = 2 m, b = 6 m, c = 10 m).
Ci = Ciliata, Tu = Turbellaria, Ne = Nematoda, Ro = Rotatoria, Ol = Oligochaeta, Ta = Tardigrada, Os = Ostracoda, Ha = Harpacticoida, Hy = Hydracarina, Ch = Chironomida, Pi = *Pisidium*.
▥ = *Limnocythere inopinata*, ▩ = *Cypria ophthalmica*.
Ordinate: Zahl der Individuen pro 30 ml Probe.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Substratverhältnisse und Faunenverteilung im Profundal des Längsees

Von F. Schiemer

Im Vergleich zu den am Klopeiner See 1971 erhobenen Befunden sollten während der einwöchigen Exkursion (28. Mai bis 4. Juni 1972) die Sedimentverhältnisse im Monimolimnion und die Faunenverteilung in der Sauerstoff-Grenzzone untersucht werden. Dazu wurden Bodenproben aus sechs Tiefen (6, 10, 14, 16 und 21 m) in

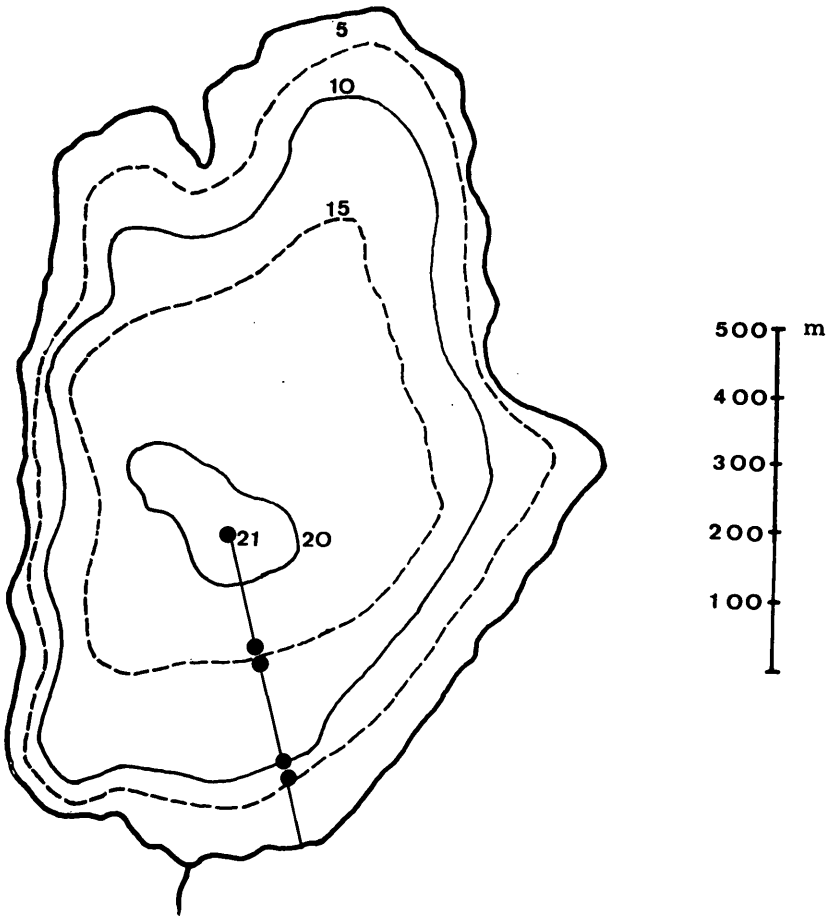


Abb. 1: Lage der Entnahmepunkte.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

bezug auf Sedimentcharakter, Redoxpotential und Faunenzusammensetzung analysiert. Die Lage der Entnahmestellen ist in Abb. 1 eingetragen.

Das Benthal eines meromiktischen Sees läßt sich im Hinblick auf die O_2-Versorgung in drei Abschnitte einteilen: a) eine ständig belüftete Zone, b) eine Zone mit zeitweisem O_2-Schwund und c) eine ständig O_2-freie Zone. Im Längsee reicht Zone a) bis etwa 10 m, Zone b) von 10 bis 15 m und Zone c) von 15 bis 21 m (siehe SAMPL 1972). Wie im Klopeiner See besteht das anstehende Sediment im Monimolimnion aus einer sehr gleichmäßigen Abfolge heller und dunkler Sedimentlagen von wenigen Millimetern Schichtdicke. Diese Laminierung ist aller Wahrscheinlichkeit nach Ausdruck jahreszeitlich ablaufender Vorgänge im Pelagial, die infolge des Fehlens einer aktiven Meio- und Makrofauna und einer offenkundig sehr geringen bakteriellen Aktivität erhalten bleibt. Wie das Vorherrschen roter Pigmente zeigt, sind die dunklen Schichten im Längsee und im Klopeiner See mit Sicherheit auf Massenablagerungen von *Oscillatoria rubescens* zurückzuführen. Die helleren Schichten resultieren aus Ablagerungen anderer Planktonalgen und möglicherweise saisonalen Ausfällen von Calcit, wie dies für ähnlich laminierte Sedimente in meromiktischen Seen Nordamerikas beschrieben wurde (LUDLAM 1969).

Es ist auffällig, daß diese Sedimentlaminierung im Monimolimnion des Längsees auf die obersteen 2 bis 3 cm beschränkt ist, während darunter homogenes Sediment liegt. Inwieweit diese Schichtung mit den Eutrophierungserscheinungen der letzten Jahre zusammenhängt, soll erst nach Vorliegen eines umfangreicheren und besser analysierten Materials diskutiert werden.

Oberhalb der monimolimnischen Benthalzone steht ein graues, nicht laminiertes Sediment an, das gegen das Sublitoral durch Einlagerung von Molluskenschell in zunehmendem Maß gröber strukturiert wird. Die Redoxpotential-Verhältnisse der Böden verschiedener Tiefenstufen sind in Abb. 2 dargestellt.

Die Bodenfauna wurde mit einem Rammlot (20 cm^2 Öffnungsfläche) gesammelt und mit einer Zuckerlösung (Dichte etwa 1,2) aus den ungesiebten Bodenproben ausflotiert.

Die Verarmung der Meio- und Makrofauna gegen die Tiefe zu geht aus der Tabelle hervor (vergleiche auch Kapitel 7). In den 14-m-Proben konnte keine metazoische Fauna mehr festgestellt werden. Eine Ausnahme bildet *Chaoborus* sp., die untertags in einer durchschnittlichen Siedlungsdichte von 4 Ind./100 cm^2 Fläche im Sediment der O_2-freien Zone — und zwar ausschließlich hier — zu finden war. Während der Nacht wandert die Art zur Nahrungsaufnahme in das Pelagial. Auffällig war die Abnahme der Nematoden

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

zwischen 6 und 10 m und das Fehlen von *Tobrilus gracilis* (BASTIAN 1865), einer Art, die in der Zone des O_2-Sprunges im Klopeiner See in großer Zahl vorkommt. Die Tiefenverteilung der Ostrakoden geht aus Kapitel 7 hervor und zeigt, daß an der O_2-Grenze ausschließlich *Cypria ophthalmica* auftritt.

Das Fehlen einer Metazoenfauna im Monimolimnion kann nach neueren Befunden über Anaerobiose freilebender Arten (FENCHEL & RIEDL 1970) nicht ausschließlich mit der Sauerstofflosigkeit erklärt werden, sondern hängt möglicherweise auch mit der Nahrungssituation — kleine Bakterienzahlen, kaum abgebauter Algendetritus — zusammen. Interessanterweise konnte im monimolimnischen Sediment eine Ciliatenfauna, die aus zumindest zwei Arten besteht, festgestellt, aber taxonomisch nicht näher bestimmt werden.

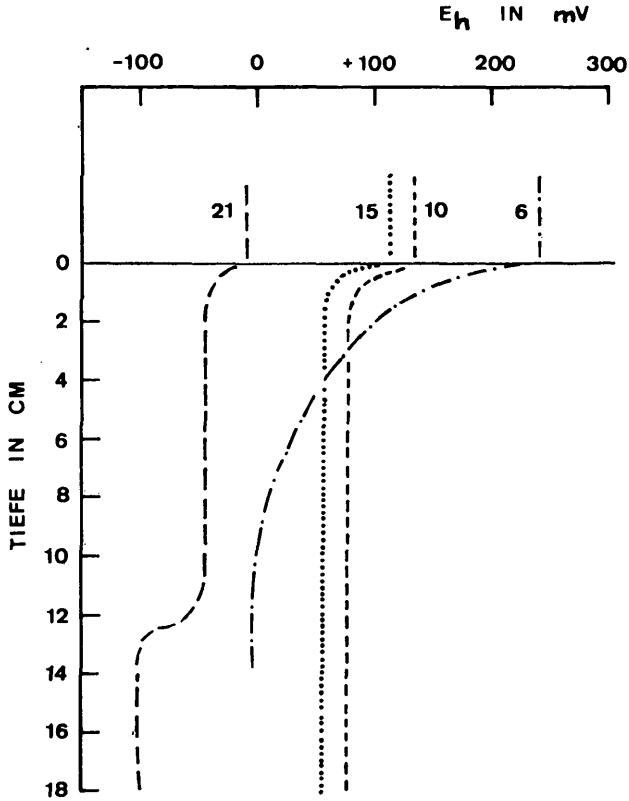


Abb. 2: Redoxpotential in Böden verschiedener Tiefe (6, 10, 15, 21 m).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle: Individuenzahlen von Metazoen pro 20 cm² Bodenfläche in Proben aus 6 und 10 m Tiefe.

	6/1	6/2	6/3	6/4	10/1	10/2	10/3
Nematoda[1]	2	14	6	2	—	—	—
Bdelloidea	—	2	—	3	2	2	2
Naididae	3	2	—	1	—	—	—
Tubificidae	—	—	—	—	—	2	—
Tardigrada	2	6	2	2	1	—	27
Ostracoda	12	10	21	21	1	1	2
Cladocera[2]	2	4	8	2	—	—	—
Chironomidae	—	4	2	3	—	—	2

[1] *Rhabdolaimus terrestris* De Man 1880, *Monhystera* cf. *filiformis* Bastian 1865.
[2] *Chydorus* sp., *Alona affinis* Leydig, *Pleuroxus* sp., *Rhynchotalona falcata* G. O. Sars.

LITERATUR

Arbeitsbericht der limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971. — Carinthia II, *162./82:*235—274.

Fenchel, T. M., & Riedl, R. J. (1970): The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottoms. — Mar. Biol., *7(3):*255—268.

Ludlam, S. D. (1969): Fayetteville Green Lake, New York. — II. The laminated sediments. Limnol. Oceanogr., *14:*848—857.

Ott, J., & Schiemer, F. (1973): Respiration and anaerobiosis of free living nematodes from marine and limnic sediments. — Netherlands J. Sea research.

Sampl, H. (1972): Die Eutrophierung des Längsees und deren Ursachen. — Kärntner Naturschutzblätter, *11:*65—80.

Anschrift des Verfassers: F. Schiemer, Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

Fische

Von R. Hacker & P. Meisriemler

Da der Längsee in bezug auf seine Fischfauna in der Literatur nicht aufscheint, wurde in dieser einwöchigen Exkursion der Versuch unternommen, genauere Daten über die vorhandenen Fischarten zu erhalten.

1. Artenliste

Der Längsee wird fischereilich ausschließlich durch Sportfischer genutzt. Aus diesem Grund, und da bis jetzt noch keine Besatzdaten zur Verfügung stehen, kann die Artenliste (Tab. 1) nur aus eigenen Fängen und Beobachtungen erstellt werden. Befischt wurde nur die

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Uferregion, die Freiwasserzone wurde wegen der kurzen Untersuchungsperiode und methodischer Schwierigkeiten nicht berücksichtigt.

1.1. Methode

Gefangen wurde mit einem Schließnetz (30 x 2,5 m, Maschenweite 6 mm von Knoten zu Knoten), einer Köderfischdaubel (1,5 m², Maschenweite wie Schließnetz), Stellnetzen aus Monofilament (Maschenweite 22 mm und 35 mm) sowie mit Reusen (20 mm) und Angeln.

Tabelle 1: Verzeichnis der festgestellten Fischarten

Esocidae	
	Esox lucius L. — Hecht
Anguillidae	
	Anguilla anguilla L. — Aal
Cyprinidae	
Abraminae	
	Abramis brama (L.) — Brachse
	Alburnus alburnus (L.) — Laube
Cyprininae	
	Cyprinus carpio L. — Karpfen
Leuciscinae	
	Rutilus rutilus (L.) — Rotauge
	Scardinius erythrophthalmus (L.) — Rotfeder
	Squalius cephalus (L.) — Aitel
	Tinca tinca (L.) — Schleie
Rhodeninae	
	Rhodeus amarus (PALLAS) — Bitterling
Siluridae	
	Silurus glanis L. — Wels
Percidae	
	Lucioperca lucioperca (L.) — Zander
	Perca fluviatilis L. — Flußbarsch

Abb. 1 zeigt die verschiedenen Fangpositionen. Die Stellnetze wurden in einer Wassertiefe zwischen 1 und 14 Meter exponiert, um festzustellen, wie weit sich die Fische der sauerstofffreien Zone (ab 12 m) nähern. Die Stellungen der Netze an den jeweiligen Uferzonen sollten eventuelle von Fischen bevorzugte Litoralgebiete aufzeigen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

1.2. Ergebnis

Unsere Stellnetzfänge zeigten ein Maximum in der ufernahen Region zwischen 2 und 5 Meter Wassertiefe, nur der Zander wurde auch in größeren Mengen in einer Tiefe von etwa 7 Meter gefangen.

Tag- und Nachtfänge wurden miteinander verglichen und alle Werte auf eine gleich lange Expositionsdauer der Netze umgerechnet (Abb. 2).

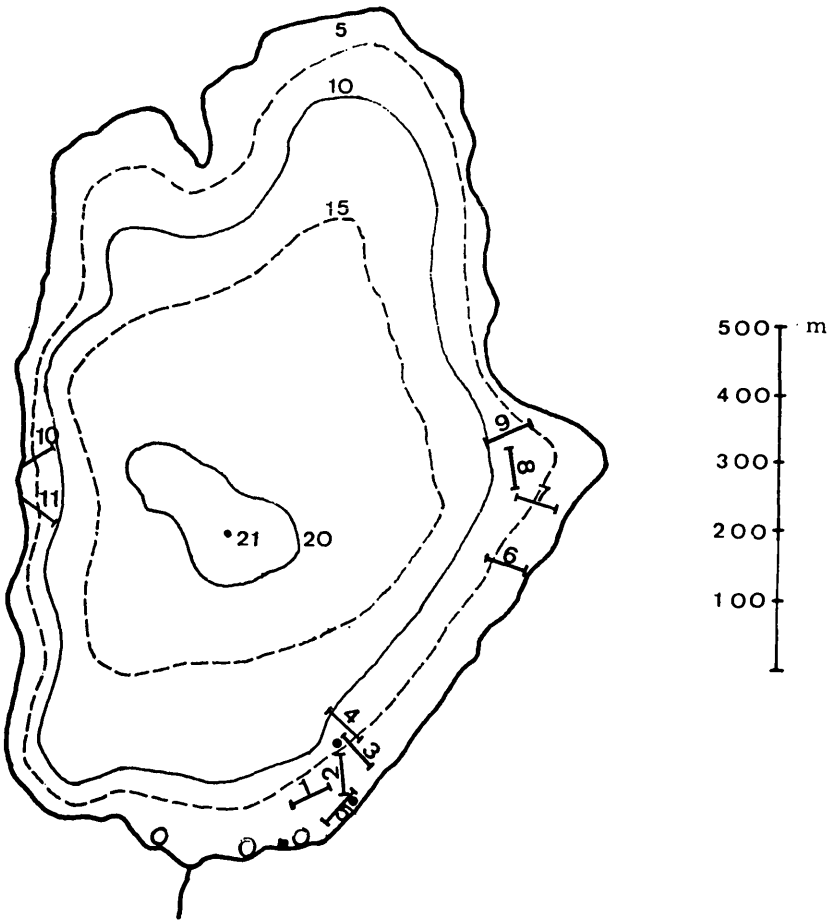


Abb. 1: Fangpositionen
Stellnetz 1—1
Reusen ●
Schließnetz ○

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Wie hieraus ersichtlich, zeigt sich deutlich eine größere Fängigkeit während der Nachtstunden.

Abb. 3 zeigt den prozentmäßigen Anteil der einzelnen Positionen am Gesamtfang, aufgetrennt in Tag- und Nachtfänge.

In Position VIII wurde nichts gefangen; dies läßt sich durch die besondere Aufstellung, nämlich parallel zum Ufer, in einer mittleren Tiefe von 7 Meter, erklären (Abb. 1).

Für jede Position wurde der Anteil der drei am häufigsten gefangenen Arten — Brachse, Zander, Flußbarsch — am jeweiligen Gesamtfang prozentmäßig erstellt (Abb. 4). Ein Fangmaximum ergeben die Positionen IV bis VII. Eine Erklärung dafür könnte der relativ starke Pflanzenbewuchs besonders der Seichtwasserzone liefern.

Positionen X und XI unterscheiden sich nur geringfügig von I bis III. Keine Ergebnisse lieferten die in verschiedenen Tiefen aufgestellten Reusen, die Schließnetzfänge brachten nur geringe Mengen von Lauben, Rotaugen und Rotfedern.

1.3. Diskussion

Der Längsee wies zum Zeitpunkt der Untersuchung die für einen flachen Brachsen-Hecht-See typische Fischfauna auf. Der Hecht dürfte aber in diesem Fall durch den vor 3 bis 4 Jahren in größeren Mengen eingebrachten Zander und einen starken Aalbestand im Rückgang sein.

Tabelle 2: Anteil der einzelnen Arten am Stellnetzgesamtfang (insgesamt 107 Individuen)

Art	Anteil in Prozent
Hecht	1
Zander	21
Wels	2
Rotfeder	10
Rotauge	4
Flußbarsch	16
Brachse	38
Karpfen	2
Aitel	4
Schleie	2

Der in Tab. 2 für den Hecht angegebene Wert ist jedoch wegen der Artselektivität von Stellnetzen sicher zu niedrig (LAGLER 1971, REGIER & ROBSON 1966), außerdem ist der Hecht auch auf Grund seines Verhaltens — Lauern auf Beute — schwerer mit Stellnetzen zu fangen als wandernde Fische.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Auffällig ist auch der relativ geringe Anteil an Flußbarschen, die in anderen Kärntner Seen als Massenfische zu bezeichnen sind (HACKER & MEISRIEMLER 1972). Diese Aussage deckt sich auch mit den Angaben von Sportfischern.

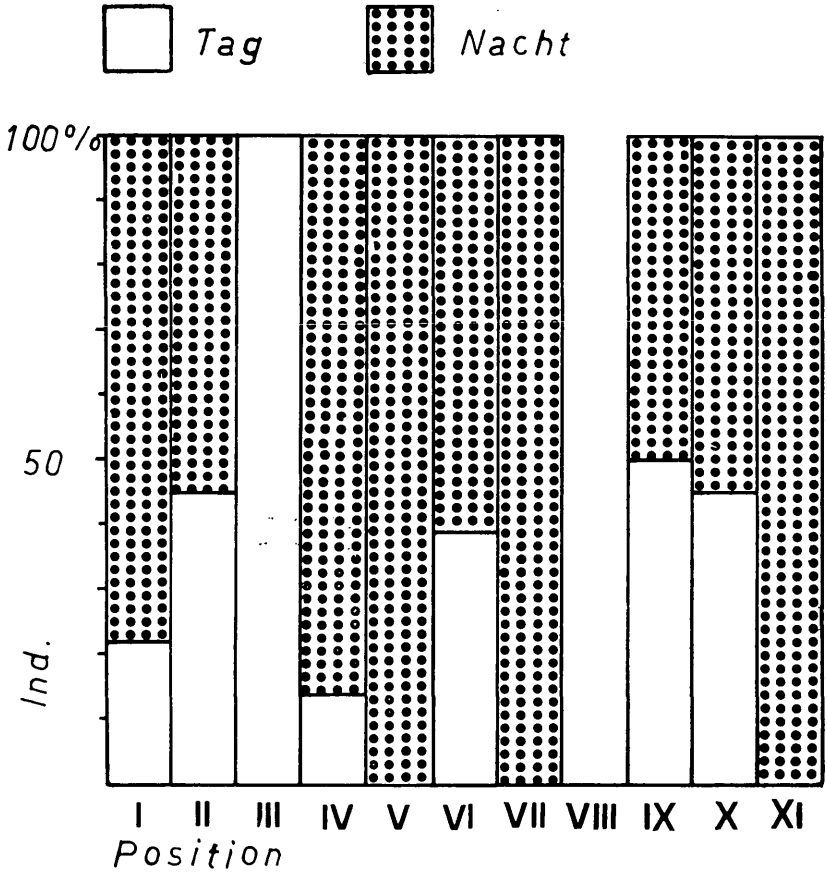


Abb. 2: Prozentmäßige Aufteilung des Gesamtfangs in Tag- und Nachtfänge.

2. Alters- und Wachstumsuntersuchungen

2.1. Methode

Die Fische wurden in frischem Zustand auf 0,1 g genau gewogen und von der Kopfspitze bis zum Ende der zusammengelegten Schwanzflossen vermessen (Totallänge in mm).

Die Altersbestimmung wurde mit Hilfe von Schuppenuntersuchungen durchgeführt.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

2.2. Ergebnis

2.2.1. Die an den anfallenden Fischen durchgeführten Untersuchungen zeigten deutlich ein Dominieren der höheren Altersklassen, das nicht durch Fangselektivität der Stellnetze zu erklären ist. Besonders auffallend ist eine Überalterung (NIKOLSKY 1963) des Barschbestandes (Abb. 5), wobei bei den alten Individuen häufig eine Degeneration der Gonaden und geringe Zuwachswerte zu bemerken sind.

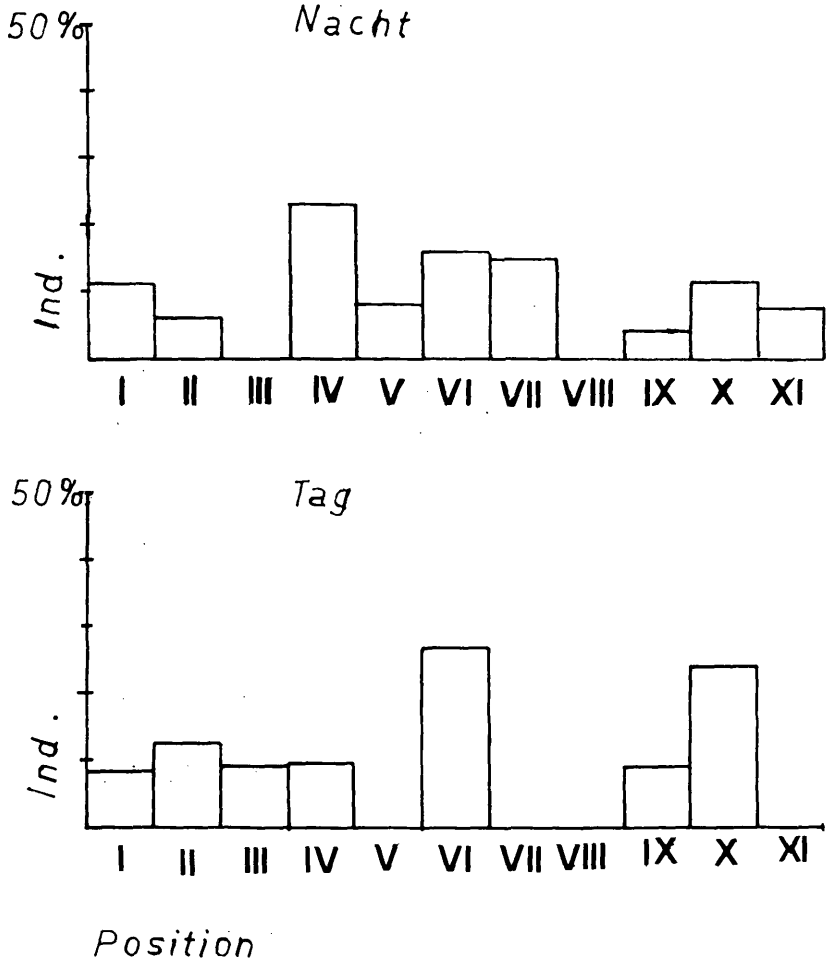


Abb. 3: Prozentmäßiger Anteil der einzelnen Positionen am Gesamtfang, aufgetrennt in Tag- und Nachtfänge.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

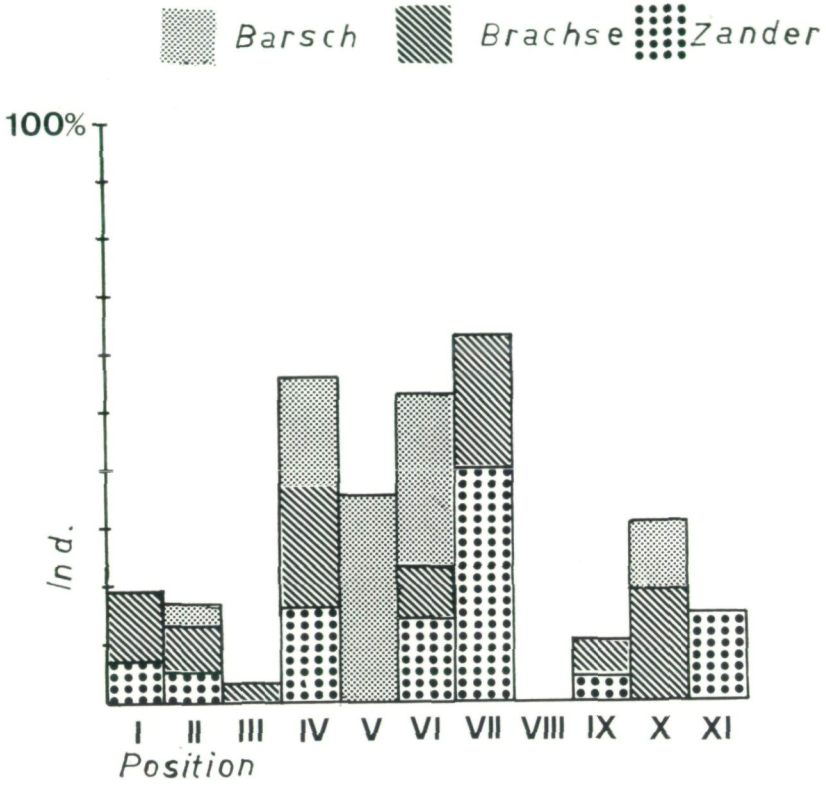


Abb. 4: Prozentmäßiger Anteil am jeweiligen Gesamtfang von Brachse, Zander und Flußbarsch an den einzelnen Positionen.

Die Auswirkungen von Aal- und Zanderbesatz auf den Jungfischbestand konnte nicht geklärt werden.

2.2.2. Wegen des relativ geringen Materials wurde zugunsten der Genauigkeit auf eine Erstellung der Zuwachsraten verzichtet; aus den vorhandenen Zahlen läßt sich aber doch auf ein schlechteres Wachstum als zum Beispiel im Klopeiner See schließen. Ein Grund dafür könnte bei den Cypriniden vielleicht im Nahrungsangebot und der Konkurrenz der einzelnen Arten in der schmalen Uferregion zu finden sein.

Ausgenommen sind hier Aal und Zander, die gefundenen Werte lassen ein gutes Abwachsen erkennen.

3. Nahrungsanalysen

Die Untersuchungen geben nur einen Einblick in die Nahrungsverhältnisse zum Untersuchungszeitpunkt. Da die mit Stellnetz ge-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

fangenen Fische oft schon eine unbestimmbar lange Zeit im Netz gehangen hatten, war bei einem hohen Prozentsatz der Magen entweder leer oder der Inhalt schon so stark verdaut, daß eine prozentmäßige Aufgliederung der Nahrungskomponenten nur bei wenigen Exemplaren möglich war.

3.1. Methode

Der Magen-Darm-Trakt wurde gewogen und anschließend in vierprozentigem Formol fixiert. Nach der erfolgten Durchfixierung wurde der Verdauungstrakt nochmals gewogen, um eine eventuelle Gewichtsveränderung festzustellen, der Inhalt unter dem Binokular in die jeweiligen Nahrungskomponenten aufgegliedert und der Gewichtsanteil der einzelnen Komponenten bestimmt.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Aal, Hecht und Zander zeigten 100 Prozent Fischnahrung, und zwar durchwegs Cypriniden. Dieses Bild ergab sich auch bei den Flußbarschen, bis auf ein kleineres Exemplar (134 mm), das ausschließlich Insektenlarven im Verdauungstrakt aufwies.

3.2.2. Bei den Cypriniden fanden sich im Darmtrakt in größeren Mengen pflanzliche Bestandteile, Mollusken und Zooplankton, in geringen Mengen Ostracoden, Chironomiden-Larven und -Puppen,

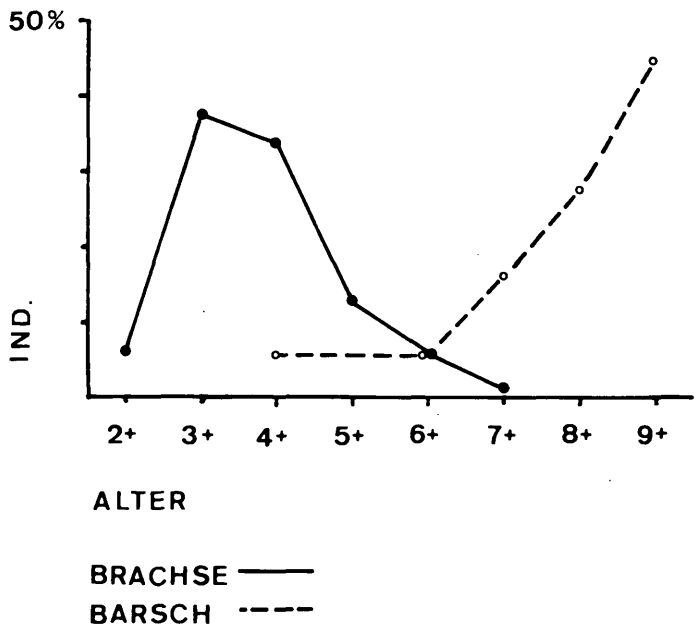


Abb. 5: Prozentmäßiger Anteil der Altersklassen von Brachse und Flußbarsch an den Stellnetzfängen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ceratopogoniden- und sonstige Insektenlarven, die sich wegen der Bearbeitung durch die Schlundzähne nur schwer bestimmen ließen.

Eine Ausnahme bildeten die Karpfen, die bis zu 80 Prozent Mollusken, und die Aiteln, bei denen die größeren Exemplare Fische gefressen hatten, sowie die mit Schließnetz gefangenen Lauben, die 60 Prozent Insektenanflug und 40 Prozent Zooplankton aufgenommen hatten.

4. Parasiten

Nur bei den Cypriniden wurde ein teilweiser Befall mit Acanthocephalen und nicht näher bestimmten Trematoden festgestellt.

Die von uns untersuchten Flußbarsche zeigten keinen Parasitenbefall. Im Vergleich mit dem Klopeiner See (HACKER & MEISRIEMLER 1972) läßt dies auf eine geringe Populationsdichte schließen.

LITERATUR

HACKER, R. & MEISRIEMLER, P. (1972): Arbeitsbericht der Limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971. — Carinthia II, *162/82*:235—274.

LAGLER, K. F. (1971): IBP-Handbook No 3: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. — 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford & Edinburgh.

NIKOLSKY, G. V. (1963): The Ecology of Fishes. — Academic Press, London & New York.

REGIER, H. A., & ROBSON, D. S. (1966): Selectivity of gill nets, especially to lake whitefish. — J. Fish. Res. Bd. Can. 23, *3*:423—454.

Anschrift der Verfasser: R. HACKER & P. MEISRIEMLER, Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

Die Entwicklung der Meromixis im Klopeiner See und Längsee

Von H. LÖFFLER

In einer Studie über subfossile Ostrakodenverteilung zweier Uferprofile aus Klopeiner See und Kleinsee (LÖFFLER 1972) konnte zunächst nur die ungefähre Dauer des Kühnsdorfer Sees, nicht aber der Beginn der Meromixis im Klopeiner See dargestellt werden. Deshalb wurde der einwöchige Aufenthalt 1972 am Längsee hauptsächlich einerseits zum Erbohren von Profundalprofilen in Klopeiner See (33 m Tiefe, Ostteil) und Längsee (20 m Tiefe), andererseits zur Gewinnung eines Profils aus dem verlandeten ehemaligen Südteil des Längsees verwendet. Letzteres hauptsächlich deshalb, um auch im Längsee die Litoralentwicklung und das Alter der Verlandung kennenzulernen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bereits 1955 hat FREY in einer Studie über den Längsee zum Alter des meromiktischen Zustandes Stellung bezogen und den oberen, sapropelisierten Abschnitt (150 cm) des bearbeiteten Profils aus 19,9 m Tiefe der Dauer des meromiktischen Zustandes gleichgesetzt. Als auslösende Ursache soll dabei Waldrodung und damit verbundene erhöhte Erosion (beide Ereignisse sind durch das Bohrprofil belegt) die entscheidende Rolle gespielt haben. Zusätzliche Interpretationen beziehen sich in genannter Arbeit auf Pollen- und Cladocerenanalysen von 0,1-ccm-Proben, die u. a. auch die zeitliche Einstufung des unteren Sapropelendes mit einem Alter von ungefähr 2000 Jahren ermöglicht. Außerdem wird noch etwas auf Chironomiden und *Chaoborus*, der deutlich unterhalb des Sapropelabschnittes einsetzt, eingegangen. Dagegen wird nur auf ein einziges Ostracodenindividuum *(Candona* cfr. *candida)* aus dem gesamten Bohrprofil, allerdings zusammen mit Turbellarienkokons, als erste tierische Organismen in etwas über 4 m Profiltiefe verwiesen.

Es darf schon hier vorweggenommen werden, daß, wie weiter unten ausführlicher zu zeigen sein wird, die zweifellos dynamisch bedingte Meromixis in Kärntner Seen nicht unbedingt Sapropelisierung zur Folge hat. So läßt das Bohrprofil des Klopeiner Sees lediglich an den oberen 5 bis 10 cm lamellenartige Abfolge sapropelisierter und nicht sapropelisierter Schichten erkennen (vgl. SCHIEMER 1973), und in einer früheren Studie (LÖFFLER 1971) konnte auf das Fehlen sapropeler Abschnitte in Rammlotserien aus dem Monimolimnion des Wörthersees hingewiesen werden. Vielmehr gleicht das Material vielfach stark mit organischen Partikeln angereicherten Böden holomiktischer Seen, wie zum Beispiel des Lunzer Untersees. Wie Abb. 1 erkennen läßt, setzt der meromiktische Zustand des Längsees ganz offenkundig und auf Grund eines dramatischen Rückganges bzw. Ausfalles nicht nur der Ostrakoden, sondern auch der Chironomiden (Kopfkapseln: bei 340 cm noch 100/5 ccm, oberhalb 300 cm nur mehr vereinzelte, ziemlich sicher vom Littoral her verdriftete Exemplare), deutlich erkennbar bereits viel früher ein, obschon lange sauerstofflose Jahresabschnitte vor dem eigentlichen Beginn der Meromixis nicht ohne weiteres auszuschließen sind. Offen bleibt freilich, wie denn die Sapropelisierung — möglicherweise in Zusammenhang mit den von FREY angeführten Faktoren — zu verstehen ist.

Die eigenen Untersuchungen, hauptsächlich auf profundal lebende Ostrakoden abzielend, gingen zunächst von der Tatsache aus, daß Proben von 0,1 ccm für einen Großteil subfossil erhaltener Tiergruppen — darunter eben auch Ostrakoden — ungenügend und durch solche von mindestens 5 bis 10 ccm zu ersetzen sind. Abb. 1 läßt sofort erkennen, daß im Gegensatz zu FREYS Befund Ostrakoden (und auch Chironomiden) bereits bei 577 cm Profiltiefe begin-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

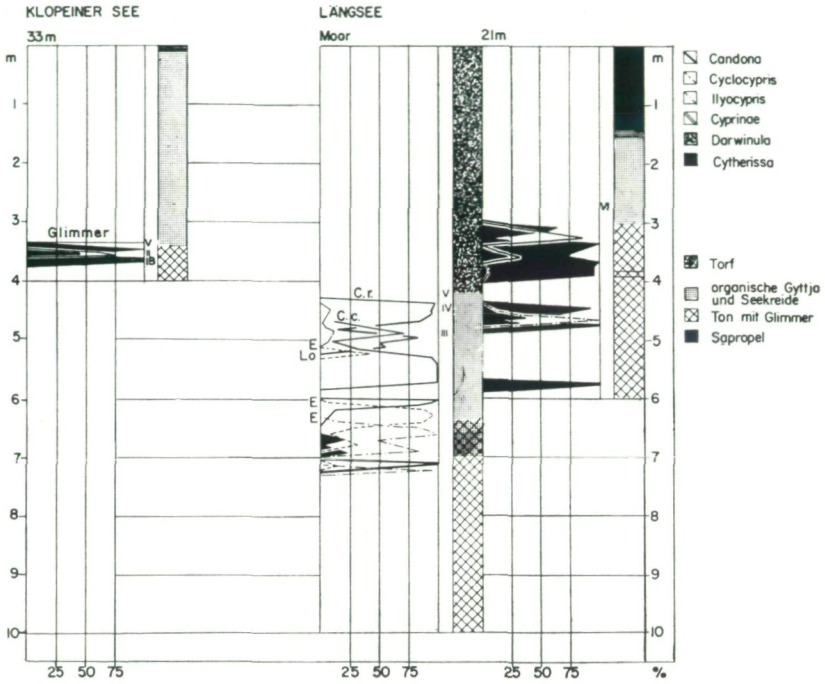


Abb. 1: Bohrkerne aus Klopeiner See und Längsee sowie deren Ostrakodenverteilung. C. r.: Candona rostrata, C. c.: Candona candida, E: Erpetocypris sp., Lo: Limnocythere inopinata. I—VI zeitliche Gliederung nach FIRBAS.

nen, um wieder mehr als 80 cm hindurch auszusetzen. Dieses erste Auftreten von Ostrakoden — es handelt sich dabei ausschließlich um *Cytherissa lacustris* — muß vorläufig (solange eindeutige Pollenbefunde fehlen) als ein Stadial vor I b (Bölling) gedeutet werden. Auch die zweite Ostrakodenperiode mit *Cytherissa lacustris* und *Ilyocypris* cfr. *lacustris*[1] (Begleitfauna: Pisidien, Chironomiden, Turbellarien) bricht nach oben zu plötzlich ab und wurde von FREY nicht erkannt, obwohl bis zu 300 Schalen/5 ccm vorhanden sind (460 cm). Höchstwahrscheinlich entspricht dieser Abschnitt 1 b und endet mit 1 c. In einer dritten Periode (Alleröd?) treten *Cytherissa lacustris* und *Candona candida* auf. *Ilyocypris* ist lediglich zu Beginn vorhanden. Spätestens im Präboreal verschwinden diese Profundalformen zusammen mit der Masse der Chironomiden, wie bereits oben vermerkt wurde. Wenig später (270 cm) tritt *Chaoborus*

[1] Im Gegensatz zu den anderen erwähnten Ostrakoden-Arten kommen die Gattungen *Cytherissa* und *Ilyocypris* rezent im Längsee nicht vor.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

in Erscheinung, womit zumindest Sauerstoffschwund des Hypolimnions sehr wahrscheinlich wird. Vom Littoral her verdriftete Cladoceren-, insbesondere Chydoridenschalen, treten auch im weiteren Verlauf des Profils auf und haben wenig indikatorischen Wert. Der Beginn von Meromixis oder zumindest langfristiger Sauerstoffschwundperioden wäre demnach mit dem Ausklingen der letzten Kaltzeit, spätestens dem Präboreal, festzusetzen. Mit anderen Worten dürfte der See bald nach dem Übergang aus kalt-monomiktischem in dimiktischen Zustand die Fähigkeit zu regelmäßiger Vollzirkulation verloren haben.

Da der Längsee nicht nur einen um mindestens 2 m höheren Wasserspiegel hatte (wie aus Uferbohrungen klar hervorgeht), sondern auch ein nach Süden zu wesentlich größeres Areal besaß, mußte zunächst auch angenommen werden, daß der Beginn der Meromixis möglicherweise mit der Verlandung in diesem ausgedehnten Seeabschnitt zusammenhängen könnte. Deshalb diente eine Bohrung, etwa 600 m südlich vom derzeitigen Südufer des Sees, hauptsächlich dazu, das Alter der Verlandung anhand des Pollenprofils zu untersuchen. Um es hier gleich vorwegzunehmen, kann dieses Ereignis keineswegs mit dem Übergang zur Meromixis in Zusammenhang gebracht werden, da die Verlandung spätestens in I b, also erstaunlich früh erfolgte. Das Bohrprofil gelang bis zu einer Tiefe von 17 m, ohne dort die Grundmoräne zu erreichen. Knapp unterhalb 700 cm setzt die erste Ostrakodenperiode mit *Candona candida, Ilyocypris* cfr. *lacustris* und *Cyclocypris,* aber ohne *Cytherissa lacustris* ein (Begleitfauna: Chironomiden, Pisidien). Dieser Abschnitt ist wahrscheinlich nicht dem ersten Auftreten von Ostrakoden im Tiefenprofil gleichzusetzen und erlischt kurzfristig, um dann zwischen 700 und 600 cm von einer weiteren, sublittoral getönten Periode abgelöst zu werden. Diese (vielleicht mit Periode 1 des Profundalprofils in zeitlicher Übereinstimmung) beginnt mit *Cytherissa lacustris* und *Ilyocypris* cfr. *lacustris,* um mit *Cyclocypris* und schließlich *Candona candida* fortzusetzen. Ihr Endabschnitt ist außerdem durch *Erpetocypris* gekennzeichnet, ihre Begleitfauna die gleiche wie die der ersten Periode, es fehlen auch hier allem Anschein nach Cladoceren. Letztere treten erst oberhalb 600 cm auf, und zwar während eines neuerlichen Ostrakodenausfalls (600 bis 570 cm). In einer schließlich letzten Periode lösen *Candona candida* und *Candona rostrata* (letztere zusammen mit *Darwinula stevensoni* und *Cyclocypris)* einander ab. Gegen Ende dieses letzten Abschnittes vor der Verlandung sind auch *Cypridopsis vidua* und *Limnocythere inopinata* vorhanden.

Vom Profundal des Klopeiner Sees liegt derzeit lediglich ein 4 m langes Profil vor. Damit wurde offenkundig lediglich der oberste Ostrakodenabschnitt des Profundal-Profils aus dem Längsee

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

erfaßt, der hier stärker komprimiert, aber sonst sehr ähnlich im Verlauf ist und wieder aus einer Abfolge von *Cytherissa lacustris* und *Candona candida* besteht. Cladoceren und Chironomiden treten bereits knapp vorher, nämlich bei 380 cm auf, erst 5 bis 10 cm oberhalb beginnt der Ostrakodenhorizont mit Cytherissa. Auch im Klopeiner See erlöschen die tierischen Organismen mit dem Beginn stark organisch getönten und braunen Sediments, soweit sie nicht aus dem Littoral verdriftet sind. Ihr Ausklingen fällt wieder wie beim Längsee ziemlich sicher ins Präboreal und dürfte auch hier den Beginn der Meromixis anzeigen. Glimmer reicht bis 350 cm und in Spuren auch noch bis 340 cm. Wie bereits früher dargestellt (LÖFFLER 1972), ist dieser Glimmer mit der Existenz des Kühnsdorfer Sees in Zusammenhang zu bringen: danach ist das Ende dieses Vorläufers von Klopeiner See und Kleinsee auch hier wieder mit I c oder II in Zusammenhang zu bringen. Das spurenweise Vorkommen von Glimmer noch bei 340 cm steht sicher mit Verdriftung aus dem Littoral in Zusammenhang.

Als hauptsächliches Ergebnis der vorliegenden Studie darf somit hervorgehoben werden, daß sowohl Klopeiner See als auch Längsee spätestens im Präboreal ihre Profundalfauna verlieren und demnach wahrscheinlich beim Übergang von kalt-monomiktischen und dimiktischen Zustand zufolge dynamischer Ursachen meromiktisch wurden. Bohrprofile weiterer meromiktischer Seen Kärntens, vor allem des Wörthersees, werden erkennen lassen, inwieweit dies für diesen Raum allgemeine Gültigkeit besitzt. Es ist ferner nicht ausgeschlossen, daß auch der derzeit nur 9 m tiefe Kleinsee eine meromiktische Phase durchlaufen hat, die dort durch reichliche organische Sedimentation (*Calliergon* sp.) und damit Verschüttung des Monimolimnions beendet wurde. Schon jetzt darf auch mitgeteilt werden, daß der Eintritt der Meromixis im nordalpinen Krottensee offenbar in Schüben und später erfolgte. Hierüber wird noch an anderer Stelle ausführlich zu berichten sein.

Dank: Der Autor ist Herrn Prof. D. G. FREY, Bloomington, und auch Herrn Dr. A. FRITZ, Klagenfurt, sowohl für wertvolle Anregungen als auch Informationen (pollenanalytische Daten) verpflichtet.

LITERATUR

FREY, D. G. (1955): Längsee: A History of Meromixis. — Mem. Ist. Ital. Idrobiol., Suppl. *8*:141—164.

LÖFFLER, H. (1972 a): Die Entwicklung der Ostracodenfauna im Klopeiner See und im Kleinsee. — Carinthia II, *162./82*:271—274.

— (1972b): The distribution of subfossil ostracods and diatoms in prealpine lakes. — Verh. Int. Verein. Limnol., *18*:1039—1050.

— (1971): Daten zur subfossilen und lebenden Ostrakodenfauna in Wörthersee und Klopeiner See. — Carinthia II, Sonderheft *31*:79—89.

Anschrift des Verfassers: H. LÖFFLER, Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, 1090 Wien, Berggasse 18/19.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 163_83

Autor(en)/Author(s): Löffler Heinz

Artikel/Article: Arbeitsbericht über die Limnologische Exkursion 1972 zum Längsee 331-377