

Carinthia II	165./85. Jahrgang	S. 165—196	Klagenfurt 1975
--------------	-------------------	------------	-----------------

Arbeitsbericht der Limnologischen Exkursion Goggaussee 1974

LIMNOLOGISCHE LEHRKANZEL DER UNIVERSITÄT WIEN

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung (H. LÖFFLER)
2. Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Profilen aus dem Goggaussee in den Wimitzer Bergen in Kärnten (E. SCHULTZE)
3. Einige physikalische und chemische Bemerkungen (F. BERGER)
4. Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Goggaussee (M. DOKULIL)
5. Beobachtungen über Verteilung, tageszeitliche Wanderungen und Nahrungsaufnahmeraten von *Chaoborus flavicans* (MEIGEN) im Goggaussee (F. SCHIEMER, E. DOLEZAL, E. GNAIGER und A. JANTSCH)
6. Fische (T. BRENNER)

EINLEITUNG

Mit der vierten Exkursion (19. bis 26. Mai 1974) mit 17 Teilnehmern im Rahmen der Limnologischen Lehrkanzel der Universität Wien wurden die Untersuchungen an meromiktischen Seen Kärntens vorerst abgebrochen, da 1975 dringliche Arbeiten an Altgewässern der Lobau bei Wien im Rahmen der Lehrkanzelexkursion durchzuführen waren. Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse sollen einerseits durch einen später folgenden Bericht über das Zooplankton (A. HERZIG und O. MOOG) ergänzt werden, andererseits liegt bereits eine Arbeit „The onset of meromictic conditions in Goggaussee, Carinthia“, vor (LÖFFLER 1975). Aus diesem Bericht sei die bathymetrische Karte dieses kleinsten aller meromiktischen Seen Österreichs in der Einleitung vorangestellt (in op. zit. nicht eingeordnet) und nochmals kurz das Wesentliche über die Entstehung zusammengefaßt.

Das Becken des Goggauseses, dem Bohrkerne von beachtlicher Länge — 12,8 m (1973) und 16,5 m (1974) — entnommen werden konnten, ohne daß damit der allererste Beginn einer limnischen Phase erreicht wurde, mag in derzeit unbekanntem Ausmaß vom äußersten Ende eines Armes vom Murgletscher (oder Draugletscher oder beider Gletschersysteme, BECK-MANAGETTA 1959, SPREITZER 1959) mit beeinflußt worden sein. Ganz sicher verdankt es jedoch seinen gegenwärtigen Umfang dem Schotterfächer des Bachergrabens, der das obere Wimitztal im Ausflußgebiet des Sees abriegelt. Diese natürliche Staumauer (Entstehungstyp 49 nach HUTCHINSON 1950) entstand nicht auf einmal in ihrer gegenwärtigen Mächtigkeit, sondern dürfte — mit ersten Ansätzen im späten Würm — allmählich aufgebaut worden sein: dafür spricht eine frühe Phase mit großer Dichte von Turbellarien-Eikokons (und Chironomiden), deren plötzliche Abnahme mit dem erstmaligen Auftreten von *Bosmina* zusammenfällt: dies wird vorläufig als Ende einer Flachseephase gedeutet, während das Auftreten von *Chaoborus* mit dem Einsetzen sauerstofffreier Perioden im Hypolimnium und möglicherweise auch der Meromixis, ebenfalls schon zu Ende des Würms (Ib, Bölling), in Zusammenhang gebracht wird. *Cytherissa lacustris*, in den Kärntner Seen — soweit auf ihre Ostrakodenfauna hin untersucht — relikitär vorkommend oder ausgestorben (Längsee), konnte nur im Profil 1973 spärlich und von Ia (Älteste Dryas) bis II (Alleröd) gefunden werden. Der Ausfall von *Bosmina* von IV (Präboreal) bis in die jüngste Zeit wird vorläufig mit dem Ausfall von *B. coregoni* und der späten Besiedlung von *B. longirostris* erklärt.

Damit ist nun bereits für einen dritten meromiktischen See Kärntens das frühe Einsetzen sauerstoffarmer hypolimnischer Zustände und wahrscheinlich auch der Meromixis selbst festgestellt. Vergleichende Untersuchungen mit den großen meromiktischen Seen werden in diesem Zusammenhang von großem Interesse sein.

Für gute Zusammenarbeit mit allen Teilnehmern darf hier, wie besonders auch die wichtige Mithilfe von Herrn A. AIGNER gedankt werden. Desgleichen wurde die Exkursion durch Besuche der Herren Hofrat Dr. F. KAHLER und Dr. SAMPL bereichert, ihr Rahmen durch die große Gastfreundschaft von Herrn K. LEITGEB abgesteckt.

Prof. H. LÖFFLER

L I T E R A T U R

- BECK-MANAGETTA, P. (1958): Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen. — Jb. Geol. Bundesanst., 102/2:313—352.
- (1959): Bericht 1957 über Aufnahmen im oberen Gurktal ö. Gnesau und n. Feldkirchen. — Verh. Geol. Bundesanst., 1958, 3:202—205.
- HUTCHINSON, G. E. (1957): A treatise on Limnology I, geographical and physico-chemical Limnology.
- LÖFFLER, H. (1973): Die Entwicklung der Meromixis im Klopeiner See und Längsee. — In: Arbeitsbericht über die Limnologische Exkursion 1972 zum Längsee. Carinthia II, 163/83:373—377.
- (Im Druck): The onset of meromictic conditions in alpine lakes. — Trans. IX INQUA Congr. Christchurch, N. Z.
- (Im Druck): The onset of meromictic conditions in Goggaussee, Carinthia. — Verh. Int. Ver. Limnol.
- SPREITZER, H. (1961): Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. — Geogr. Jahr. Ber., 28:1—50.

Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Profilen aus dem Goggausee in den Wimitzer Bergen in Kärnten

Von E. SCHULTZE, Wien

ZUSAMMENFASSUNG

Die Basis der erfaßten Profile aus dem Goggausee reicht in die Älteste Dryas s. l. zurück

Die Vegetationsabfolge läßt sich mit der anderer Profile aus Kärnten (FRITZ, BORTENSCHLAGER, H. SCHMIDT) recht gut vergleichen. Auf eine waldlose Zeit folgt eine je nach Lage ausgeprägte Strauchphase — entweder gekennzeichnet durch das Massenaufreten von *Juniperus* oder in feuchten Lagen bestimmt durch Birkenpollengipfel.

Die Grenze zwischen Bölling und Älterer Dryas läßt sich nur schwer ziehen, da der Abschnitt I c fast nie eindeutig ausgeprägt ist.

Die Wiederbewaldung erfolgt endgültig in der Allerödzeit. Die ersten Vorposten des Waldes könnten das Klagenfurter Becken bereits im Bölling erreicht haben.

Die Jüngere Dryas tritt in der Höhenlage um 770 m NN deutlich als Regression in der Klimaentwicklung in Erscheinung.

Das sporadische Auftreten von Eichenpollen im Alleröd und in der Jüngeren Dryas ist möglicherweise nicht auf die Eichenarten des Quercetum mixtum zurückzuführen.

Wichtig im Spätglazial ist die morphologische Unterscheidung der einheimischen *Pinus*arten, besonders von *Pinus cembra*, da dadurch ein Abschätzen einer Waldgrenzendepression manchmal erst möglich wird.

Bedingt durch die inneralpine Lage des Goggausees und die während des Postglazials andauernde Fichtendominanz lassen sich die Abschnitte ab dem Atlantikum nur schwer gliedern.

EINLEITUNG

Der Goggausee in den Wimitzer Bergen in Kärnten liegt am Rande des Einflußbereiches des eiszeitlichen Draugletschers und war nach der Auffassung von BECK-MANNAGETTA (mündliche Mitteilung) während der Würmeiszeit durch einen letzten kleinen Lappen des Murgletschers, der über die Pässe im N Kärntens bis in das obere Wimitztal vorgestoßen war, bedeckt (entgegen der Ansicht von LICHTENBERGER 1959).

Auf Grund der relativ geringen (wenn überhaupt) Eisbedeckung konnte man erwarten, daß der Bereich des heutigen Goggausee nach Rückzug des Würmgletschers sehr früh eisfrei geworden war und die gewonnenen Profile weit ins Spätglazial zurückreichen.

Zu Dank verpflichtet bin ich den Herren A. AIGNER, M. BOBEK, E. LANZENBERGER und nicht zuletzt Herrn Univ.-Prof. Dr. H. LÖFFLER, Vorstand des Institutes für Limnologie und Gewässerschutz Wien, für die tatkräftige Mithilfe bei der Profilgewinnung und für technische und wissenschaftliche Beratung.

Der Kärntner Landesregierung und dem Theodor-Körner-Stiftungsfonds danke ich für die finanzielle Hilfe.

VEGETATION UND KLIMA

Die Vegetation der Umgebung des Goggausees zeigt die für sauren Untergrund typischen Arten. Der pontisch-illyrische Einschlag ist geringer als in manchen anderen Teilen Kärntens. Das Gebiet gehört nach PEHR (1946) der inneralpinen Nadelwaldzone an. Heute ist die Fichte der Charakterbaum. Die auf südexponierten Hängen reinen Fichtenwälder stehen den tannenreichen Fichtenwäldern der Nordstaulagen gegenüber. Vereinzelt tritt an Trockenstandorten *Quercus petraea* — möglicherweise als Zeiger oder letzter Überrest eines Eichenareals am Fuß der Fichtenstufe — auf. Die Eiche dringt hier, wahrscheinlich lokalklimatisch-edaphisch bedingt, bis in die montane Stufe vor. Häufig findet man Bestände von Birken in die Wälder eingestreut.

Zur Beurteilung der klimatischen Verhältnisse können die Daten der Meßstelle Weitensfeld, sechs Kilometer nördlich im benachbarten Gurktal gelegen, herangezogen werden. Die Niederschläge lagen mit 1096 mm im Jahr 1972 etwas über dem langjährigen Durchschnitt, die Temperatur mit 5,8 Grad Celsius etwas darunter. Die Schneebedeckung (KUSEL-FETZMANN & URL 1965) dauert durchschnittlich 75 bis 100 Tage.

METHODIK

1. Profilgewinnung:

Die Profilgewinnung erfolgte von einer Bootsplattform aus im tiefsten Seebereich, um ufernahen Störungen, wie Hangrutschungen usw., weitgehend vorzubeugen. Dazu wurde ein in der Biologischen Station Lunz eigens für diesen Zweck entwickeltes modifiziertes Kullenberglot verwendet. Es besteht aus einem Stahlmantel von 6 cm Durchmesser und 250 cm Länge, dem innen ein Plexiglasrohr anliegt. Dieses stellt die Führung für einen mehrfach abgedichteten Kolben dar, dessen Verriegelung an der Stahlmantelbasis in jeder

gewünschten Bohrtiefe mittels Seilzuges ausgeklinkt werden kann. Mantel und Plexiglasrohr werden dann mit Hilfe eines Fallgewichtes an den Verlängerungsstangen über den durch das Stahlseil gehaltenen Kolben geschoben.

Die Proben können mit einem glühenden Stechrohr aus dem Core gestochen werden. Der äußerste Teil wird entfernt, um Verunreinigungen weitestgehend auszuschalten.

Parallelproben wurden von Univ.-Prof. Dr. H. LÖFFLER paläo-limnologisch ausgewertet (LÖFFLER 1973, 1974).

2. Aufbereitung:

Die Methode nach ERDTMAN wurde etwas modifiziert (vgl. KLAUS 1967) angewendet. Vor der Azetolyse werden die Proben bei gutem Erhaltungszustand durch eine gesättigte Lösung von Natriumchlorat mit einem Tropfen HCl conc. chloriert oder mit Natriumbromat und HBr bromiert. Dabei tritt eine Bleichung des Rückstandes ein. Diese Vorgangsweise erlaubt eine längere Azetolysezeit und damit eine kontrastreichere Bräunung der PK, ohne daß eine Schädigung zu beobachten ist. Karbonate wurden in üblicher Weise mit HCl, Silikate durch HF (75 Prozent techn.) entfernt.

3. Diagrammdarstellung:

Die Bestimmungsergebnisse der Pollenkörner und Sporen wurden mit ihren verschiedenen Mengenverhältnissen für jede 10-cm- (3-cm-)Schicht in Spektren zusammengefaßt, welche, in chronologischer Folge übereinander angeordnet, das Diagramm ergeben.

Im übrigen schloß ich mich in der Darstellungsweise WELTEN (1952) an. Die 100-Prozent-Summe wurde aus sämtlichen BP und NBP gebildet. Dadurch konnte im Hauptdiagramm die Grenze zwischen BP und NBP gezogen werden. Nach WELTEN und FLORSCHÜTZ (1958) lassen die NBP-Prozentwerte einen Schluß auf die Walddichte zu. 30 Prozent NBP bedeuten demnach, wenn sie nicht überwiegend von einer Art gebildet werden, meist schon Waldlosigkeit.

Sämtliche im Hauptdiagramm nicht namentlich angeführten Pollentypen wurden in einem Schattenrißdiagramm separat aufgeschlüsselt. Im Hauptdiagramm sind aus Gründen der Übersicht nur die wichtigsten Waldbäume eingetragen. Um eine Vorstellung über die stratigraphischen Verhältnisse zu erleichtern, ist eine Spalte mit der Sedimentgliederung vor das Hauptdiagramm gestellt.

4. Bedeutung der pollenmorphologischen Pinusdifferenzierung:

Als einzige der einheimischen Pinusarten läßt sich pollenmorphologisch leicht *Pinus cembra* bestimmen. Die Ausbildung des Saccus-

reticulums ist sehr charakteristisch. Viel wichtiger aber ist die typische, leicht zu erkennende intersaccate distale Granulation. Dieses Merkmal ermöglicht in den meisten Profilen bei Vorkommen von *P. cembra* ein Abschätzen der Waldgrenzendynamik. In beiden vorliegenden Diagrammen ist der Prozentwert von *P. cembra* aus der Gesamtpollensumme der Gattung *Pinus* herausgenommen in einer eigenen Kurve dargestellt (dazu KLAUS 1967 et 1972, JÄGER Diss. 1975, BOBEK & R. SCHMIDT 1975).

PROFILBESCHREIBUNG

1. Profil Goggaussee I:

- | | |
|--------------------------|---|
| Von 1230 cm bis 1190 cm: | Schluff mit nicht abgerundeten Gesteinsstücken in der Größe bis 1 cm. |
| Von 1190 cm bis 1145 cm: | Tongyttja. |
| Von 1145 cm bis 860 cm: | Feindetritusgyttja mit nach oben hin abnehmendem Tongehalt. |

2. Profil Goggaussee II:

- | | |
|--------------------------|--|
| Von 1290 cm bis 1230 cm: | Schluff mit zunehmend organischen Bestandteilen. |
| Ab 1230 cm: | Ein der Feindetritusgyttja ähnliches Sediment. |

POLLENANALYTISCHE ERGEBNISSE

1. Profil Goggaussee I:

Diagrammabschnitt 1 (1230 bis 1150 cm):

Die anorganische Basis des Profils Goggaussee I ist sehr pollenarm. In diesen Abschnitt konnten maximal 245 PK/Präparat gezählt werden. Die hohen *Artemisia*- und Kräuterwerte lassen nach WELTEN (1952) auf Waldlosigkeit schließen. Die mit durchschnittlich 20 Prozent auffallend hohen *Juniperus*werte kennzeichnen edaphisch trockene Verhältnisse und offene Vegetation. *Pinus* cf. *sylvestris* erreicht in diesem Bereich nicht mehr als 20 Prozent der Gesamtpollensumme. Der Anteil der Zirbe ist kaum bemerkbar. Gegen Ende dieses Diagrammteiles durchläuft die *Pinus*kurve ihren absoluten Tiefpunkt im Spätglazial (vgl. FRITZ 1973 b).

Diagrammabschnitt 2 und 3 (1150 bis 1120 cm):

Ein *Juniperus*vorstoß mit einem darauf folgenden Birken- und Zirbengipfel leitet am Goggaussee die Wiederbewaldung ein. Das erhöhte Vorkommen des Zirbenpollens (10 Prozent) deutet auf die Nähe der Waldgrenze hin (KLAUS 1967, 1972). Diesen Doppel-

abschnitt beendet eine kurze regressive Phase, welche im Profil Goggaussee II allerdings weitaus besser zu sehen ist. Im Verlauf dieses Profilabschnittes verlieren die NBP fast ganz ihre Bedeutung. Der Wald rückt in die Gegend um den Goggaussee vor.

Diagrammabschnitt 4 (1120 bis 1080 cm):

Der Wald hat nun endgültig das Ufer des kleinen Sees erreicht. Der Anteil der Birke ist höher als in manch anderen Gebieten Kärntens. Die NBP sinken auf bedeutungslose Prozentwerte ab.

Vereinzelt treten Funde von Eichenpollen auf. Ob es sich hier um echte Eichenmischwaldelemente oder vielleicht um den Blütenstaub der Flaumeiche (*Quercus pubescens*) handelt, konnte bis jetzt noch nicht geklärt werden. Möglicherweise waren die klimatischen und edaphischen Verhältnisse für den EMW noch nicht günstig genug.

Bei 1080 cm endet der Basiscore. Die darauf folgenden 50 cm ergaben ein unklares Bild. Möglicherweise liegt eine Überlappung der Bohrkern vor. Aus diesem Grund konnte auf diesen Profiltail nicht näher eingegangen werden.

Diagrammabschnitt 5 (1020 bis 960 cm):

Dieser Abschnitt, der als regressive Phase in der Klimaentwicklung zu sehen ist, läßt sich mehrfach gliedern. Eine Nachblüte der NBP mit abermals höheren *Artemisia*-Werten (10 Prozent) ist verbunden mit einem Ansteigen der Birkenwerte. Ein kleiner Zirbenvorstoß untermauert diese Entwicklung.

Diagrammabschnitt 6 (960 bis 910 cm):

Ein Ansteigen der Föhrenkurve und das erste geschlossene Auftreten der Fichte leitet diesen Abschnitt ein. Ein Birkenpollengipfel, wie er in vielen anderen Diagrammen ebenfalls zu sehen ist (FRITZ 1972, 1973 usw.) und ein Absinken der Föhrenwerte ist für die Mitte von DA6 kennzeichnend. Gegen Ende treten EMW (20 Prozent) und Hasel hinzu. Es kommt zu einem Dominanzwechsel zwischen Föhre und Fichte.

Diagrammabschnitt 7 (900 bis 860 cm):

Die Fichte erreicht nun Werte um 50 Prozent. Die Föhre sinkt zur Bedeutungslosigkeit ab. Die Hasel steigt auf über 30 Prozent an (EMW-Hasel-Doppelmaximum).

Auf eine Auswertung der folgenden jüngeren Abschnitte wurde aus methodischen Gründen verzichtet. Eine Gliederung ist wegen der ständigen Dominanz der Fichte nur schwer möglich.

2. Profil Goggaussee II:

Diagrammabschnitt 1 (1290 bis 1260 cm):

Die *Pinus*-kurve sinkt nach kurzem Ansteigen (30 Prozent) gegen Ende von DA 1 ständig ab. Die Pollenfrequenz von *Artemisia*, *Gra-*

mineae, *Cyperaceae* und einigen Sträuchern (*Juniperus*) nimmt zu. Es herrschte wahrscheinlich kalt-trockene Steppenvegetation.

Diagrammabschnitt 2 (1260 bis 1250 cm):

Ein Zirbenvorstoß auf 25 Prozent, Birkenwerte von 15 Prozent und die explosionsartige Ausbreitung der cf. Rotföhre zeigen das Heranrücken der Waldfront an. Die NBP-Werte fallen auf unter 10 Prozent. Eine eindeutige Klimabesserung gegenüber DA 1 zeichnet sich im Pollendiagramm ab.

Diagrammabschnitt 3 (1250 bis 1240 cm):

Ein Birkenvorstoß auf über 30 Prozent mit einem gleichzeitigen Ansteigen der NBP-Werte auf 30 Prozent leiten eine kurze regressive Phase ein (vgl. FRITZ 1973). Zu einer Erhöhung der *Artemisiawerte* kommt es nicht. Die Klimaverhältnisse waren wohl erstmals feuchtkühl, da Steppenelemente im Hintergrund stehen.

Diagrammabschnitt 4 (1240 bis 1200 cm):

Die NBP sinken wieder zur Bedeutungslosigkeit ab. Die Pollendichte ist extrem hoch. Die *Pinuspollenkurve* steigt auf über 60 Prozent an. Der Wald hat nun endgültig vom Gebiet um den Goggaussee Besitz ergriffen. Ein Zirbengipfel leitet zu

Diagrammabschnitt 5 (1200 bis 1140 cm) über:

Mit dem damit parallel gehenden Ansteigen der NBP-Werte auf 30 Prozent beginnt eine deutlich dreigeteilte regressive Phase. Zugleich treten Spuren von EMW und Fichte auf.

Diagrammabschnitt 6 (ab 1140 cm):

Ein Birkenvorstoß auf fast 30 Prozent und das darauf folgende Ansteigen der EMW- und Haselkurve kennzeichnen DA 6. Die *Pinuskurve* fällt nun ständig ab.

ZEITLICHE EINSTUFUNG UND DISKUSSION

Der waldlose NBP-reiche Abschnitt DA 1 kann in beiden Diagrammen der Ältesten Tundrenzeit zugeordnet werden.

Nach FRITZ (1972) ist der Zeitpunkt für das Eisfreiwerden der meisten Gebiete in Kärnten mit dem 17. Jahrtausend v. h. anzusetzen. Um etwa 13.500 kann mit dem Auftreten der ersten auswertbaren Sedimente gerechnet werden. Dies würde mit dem Beginn des Spätglazials im nordeuropäischen Vereisungsgebiet (WOLDSTEDT 1969) recht gut übereinstimmen. Der älteste waldlose Abschnitt dauert nach FRITZ (1972) etwa 1500 Jahre.

Auf diese waldlose Zeit folgt die Wiederbewaldung, zu deren Anfang je nach Gebiet eine mehr oder weniger stark ausgeprägte

Strauchphase steht (FRITZ 1973). Im Profil Goggausee I — wahrscheinlich bedingt durch den zu großen Probenabstand — geht diese Strauchphase ohne Regression (Ic) in die Allerödzeit über. Aus diesem Grund ist im Profil Goggausee I das Bölling-Interstadial mit der Älteren Dryas zu einem Komplex zusammengefaßt. In einem Lupendiagramm (Profil Goggausee II, Probenabstand etwa 3 cm) ist diese regressive Phase (Ic) etwas deutlicher zu sehen. Selbstverständlich reichen die vorliegenden Ergebnisse noch nicht aus, um diese Einstufung vollkommen zu rechtfertigen.

BORTENSCHLAGER (1966) findet im nur wenige Kilometer süd-östlich gelegenen Dobramoos ähnliche Verhältnisse. Er rechnet mit dem ersten Auftreten einer Baumvegetation im Bölling.

Das markanteste Kennzeichen der Älteren Dryas ist nach FRITZ (1973) ein Birkenpollengipfel, der im Profil Keutschacher See (H. SCHMIDT 1965) einen Spitzenwert von 50 Prozent erreicht (vgl. auch KLAUS 1967, BERTSCH 1961, WEGMÜLLER 1966).

DA 4 zeichnet sich durch sehr hohe BP-Werte, die auf die Massenausbreitung der Rotföhre zurückzuführen sind, aus. Das erste Auftreten von EMW und Fichte fällt ebenfalls in diese Zeit, womit eine Einstufung nach Alleröd gerechtfertigt erscheint (FRITZ 1973).

Die darauf folgende regressive Phase (DA 5) ist zeitlich in die Jüngere Dryas zu stellen. Im Profil Goggausee II erreicht die Zirbenkurve nochmals Werte um 20 Prozent. Gleichzeitig steigt auch die Birkenpollenfrequenz. Diese Umstände weisen auf eine Klimaverschlechterung hin. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Bedeutung einer pollenmorphologischen Differenzierung der einheimischen *Pinus*arten hingewiesen. Bei einer Betrachtung der gesamten *Pinus*pollenkurve treten kaum Schwankungen auf. Die Herausnahme von *P. cembra* und *P. mugo* aggr. sind wichtige Indikatoren für eine Rekonstruktion der Waldgrenzendynamik (vgl. auch BOBEK & SCHMIDT 1975).

Ein ^{14}C -Datum aus einer ähnlichen Diagrammlage (Profil Etrach 1180 m, SCHULTZE 1974 Diss. Wien) ergab ein absolutes Alter von 10.230 ± 140 Jahren B. P. (FELBER, schriftliche Mitteilung, VRI-413).

Der DA 6 ist besonders durch den vielfach auftretenden Birkenpollengipfel gekennzeichnet und nach Präboreal einzustufen (vgl. KLAUS 1967, FRITZ 1972, BOBEK & SCHMIDT 1975 usw.).

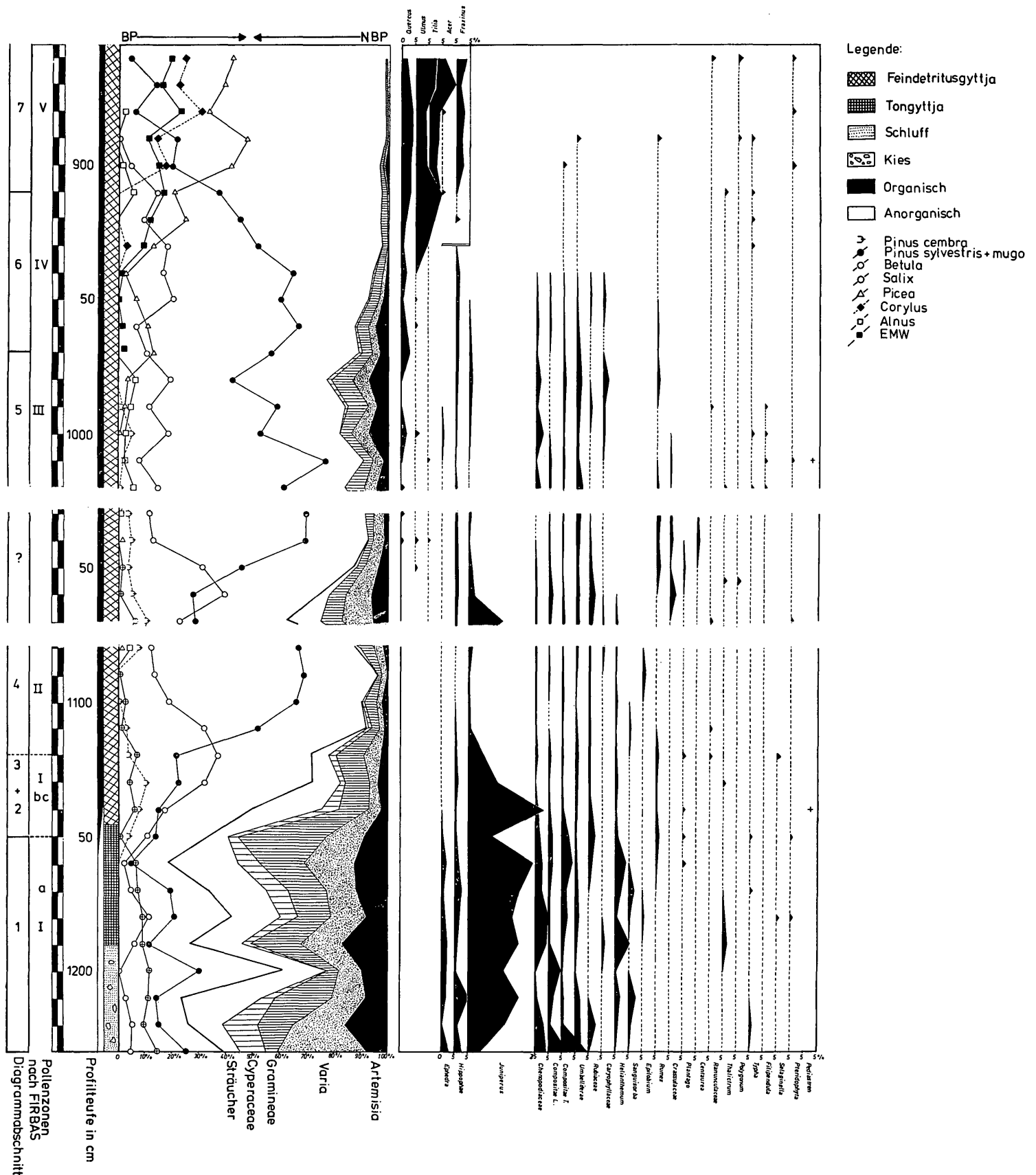
Das Boreal (DA 7) beginnt mit einem EMW-Hasel-Doppelmaximum und der Dominanz der Fichte.

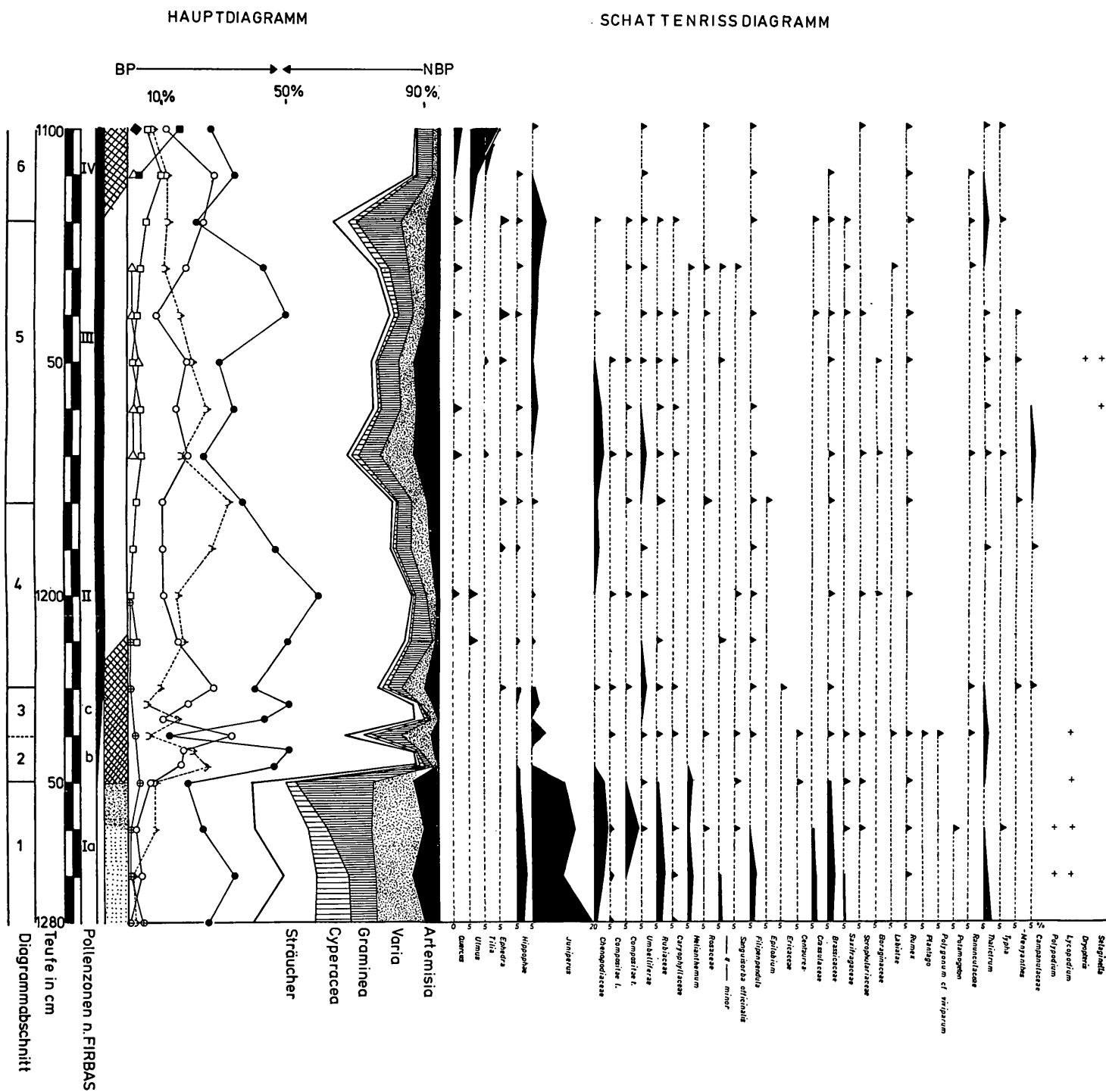
GOGGAUSEE I, 770m NN

Ekkehard SCHULTZE

HAUPTDIAGRAMM

SCHATTENRISSDIAGRAMM





L I T E R A T U R

- BECK-MANNAGETTA, P. (1958): Bericht 1957 über Aufnahmen im oberen Gurktal, O-Gnesau und N-Feldkirchen. — Verh. Geol. B.-A., 3:202—205, Wien.
- (1959): Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen. — Jahrb. Geol. B.-A., 102, 2:313—352.
- BERTSCH (1961): Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. — Flora, 151:243—280.
- BEUG, H. J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. — In 1—4 Lieferungen, Fischer, Stuttgart.
- BOBEK, H. (1959): Der Eisrückzug im Klagenfurter Becken. — Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., 101:3—36.
- BOBEK, M., & SCHMIDT, R. (1975): Pollenanalytische Untersuchung von Seebohrkernen des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes. — Linzer biol. Beitr., 7., 1:5—34.
- BORTENSLAGER, S. (1966): Pollenanalytische Untersuchung des Dobramooses in Kärnten. — Carinthia II, 76:121—129, Klagenfurt.
- (1967): Pollenanalytische Untersuchung des Seemooses im Lungau. — Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 707:57—74.
- (1969): Pollenanalytische Untersuchung des Tannermooses im Mühlviertel, OÖ. — Jb. d. OÖ. Mus. Verl., I. Abh., 114:261—272, Linz.
- (1970 a): Probleme der weichsel-spätglazialen Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa. — INQUA, Frankfurt/Oder, 1969, 138—145.
- (1970 b): Neue pollenanalytische Untersuchungen von Gletschereis und gletschernahen Mooren in den Ostalpen. — Z. Gletscherkde. u. Glazialgeol., VI, 1—2:107—117.
- FIRBAS, F. (1923): Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Die Moore des Ennstales. — Lotos, Prag, 208—220.
- (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. — Fischer, Jena, Bd. I.
- FLORSCHÜTZ, F. (1958): Der Inhalt der Pollensumme in „Iversen“-Diagrammen von telmatischen Sedimenten. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 34.
- FRITZ, A. (1963): Fossiler Ephedrapollen in Kärnten. — Carinthia II, 73:216—219.
- (1964): Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefernhochmooses im Autertal, Kärnten. — Carinthia II, 74:41—59.
- (1965): Pollenanalytische Untersuchung zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im oberen Drautal, Kärnten. — Carinthia II, 75:90—115.
- (1967): Pollenanalytische Untersuchung zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. — Carinthia II, 77:109—132.
- (1967): Beitrag zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens. — Carinthia II, 77:5—37.
- (1969): Die spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Kärntens. — Bericht des 2. Bundesgymnasiums Klagenfurt über das Schuljahr 1968/69, 27—32.
- (1969): Folgerungen zur Klima- und Vegetationsgeschichte Kärntens aus neuen ¹⁴C-Untersuchungen. — Carinthia II, 79:111—120.
- (1970): Vergleich der Waldentwicklung in den Rand- und Inneralpen Kärntens. — Mitt. d. Ostalpin. Dinar. Pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft, 10: 10—12.
- (1972): Das Spätglazial in Kärnten. — Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, 1—4: 93—99.
- (1973): Die Bedeutung des Längseemooses für die Vegetations- und Klimageschichte des Klagenfurter Beckens (Ostalpen). — Carinthia II, 163/83: 277—293.

- (1973): Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales, Kärnten (Pollendiagramm Pölland). — *Carinthia II*, 163/83:295—315.
- JÄGER, S. (1975): Saccusdifferenzierungen an rezenten Pinus-Arten. — Unveröff. Diss. phil. Fak. Universität Wien.
- KLAUS, W. (1967): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs. Das Torfmoor am Walser Berg. — 1/2:200—212.
- (1972): Saccusdifferenzierung an Pollenkörnern ostalpinen Pinusarten. — *ÖBZ*, 120:93—116, Wien.
- (1972): Spätglazialprobleme der östlichen Nordalpen Salzburg—Inneralpinen Wiener Becken. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 85, 1—4:83—92.
- KUSEL-FETZMANN, E., & URL, W. (1965): Das Schwingrasenmoor am Goggausee und seine Algengesellschaften. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 7—10:315—362.
- LICHTENBERGER, E. (1956): Stadiale Gletscherbestände in den Schladminger Tauern (Steiermark). — *Z. Gletscherkde. u. Glazialgeol.*, 2:235—244.
- (1959): Der Rückzug des Würmgletschers im mittleren Klagenfurter Becken und Krappfeld. — *Mitt. Österr. Geogr. Ges.*, 101:37—62, Wien.
- LÖFFLER, H. (1973): Die Entwicklung der Meromixis im Klopeiner See und Längsee. — *Carinthia II*, Sonderheft 9, V.
- (In Druck): The onset of meromictic conditions in alpine lakes. — *Transac. XI. INQUA Congr.*, Christchurch, N. Z.
- PEHR, F. (1946): Zur Vegetationsgeschichte des Glantales und der Wimitzer Berge. — *Carinthia II*, Sonderheft, V.
- SCHMIDT, H. (1965): Palynologische Untersuchungen an drei Mooren in Kärnten. (Mit pollen- und sporenmorphologischem Anhang.) — Diss. Innsbruck, 1965.
- (1969): Pollenanalytische Untersuchung des Kohlenmooses in Kärnten. — *Carinthia II*, 79:121—129.
- SCHULTZE, E. (1974): Beiträge zur Vegetationsentwicklung und Waldgeschichte im Bereich des würmeiszeitlichen Murgletschers. — Unveröff. Diss. phil. Fak. Universität Wien.
- WEGMÜLLER, S. (1966): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. — *W. Fischer*, Bern, 5—143.
- WELTEN, M. (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. — *Veröff. Geobot. Inst. Rübel*, 26:1—135.
- WOLDSTEDT, P. (1969): Handbuch der stratigraphischen Geologie, II, Quartär. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Dr. Ekkehard SCHULTZE, Institut für Limnologie und Gewässerschutz der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Berggasse 18/19, A-1090 Wien.

Zur Hydrochemie des Goggauses in Kärnten

Von Franz BERGER

(Mit 1 Abbildung)

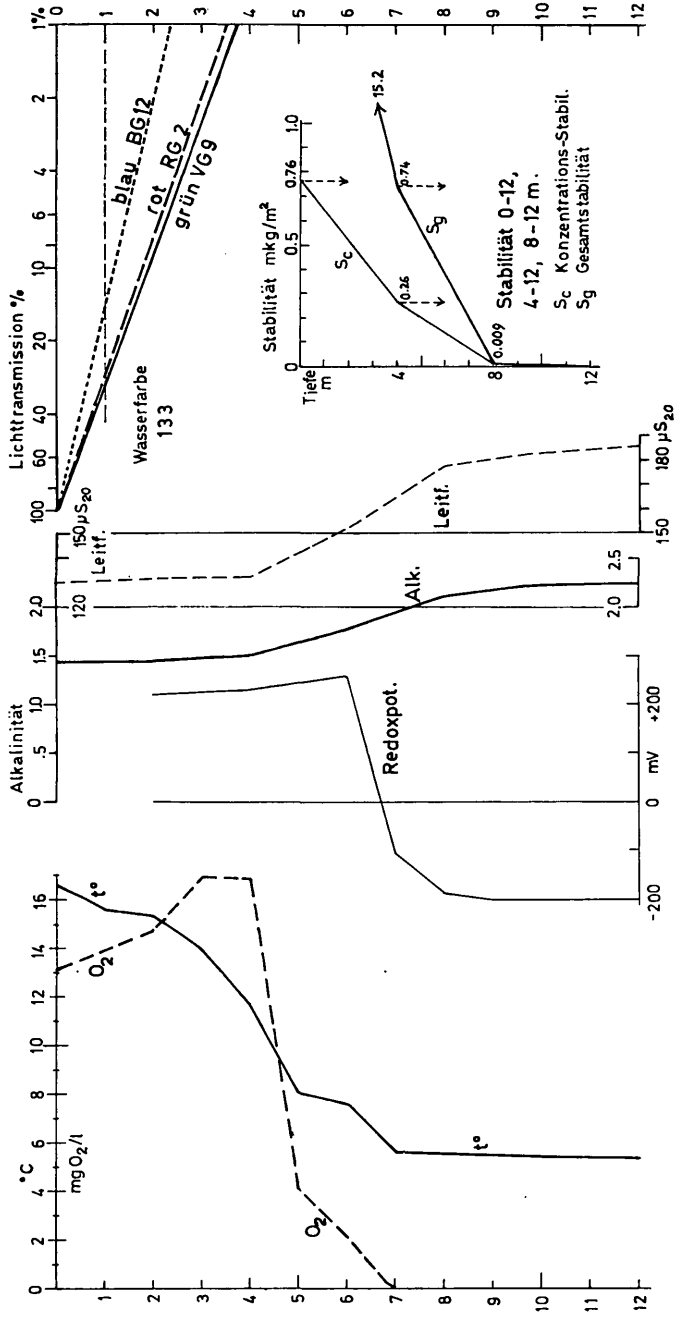
FINDENEGG (1963) beschrieb diesen See als „meromiktischen Kleinsee“ und prägte damit einen limnologischen Begriff, der folgende Eigenheiten umfaßt: permanenter Sauerstoffschwund in relativ geringer Tiefe, wo bei Seen gleichen Areals infolge der Zirkulationsperioden eine Belüftung des Wassers bis zum Grund die Regel ist. Aber eine gewisse Temperaturbeweglichkeit des Hypolimnions beweist, daß zum Unterschied von den „großen“ meromiktischen Seen doch Austauschvorgänge stattfinden. Intensive Zehrung und ihre Begleiterscheinungen verdecken und übertreffen die hydrochemischen Folgen der Wassernerneuerung in der Tiefe. Das Schichtungsbild bleibt „meromiktisch“.

Auch das am 22. Mai 1974 gewonnene Resultat (Abb.) zeigt diese Schichtungsverhältnisse noch gesteigert. Die enorme Sauerstoffproduktion führte zu Spitzenwerten von fast 17 mg O₂/l zwischen drei und vier Meter Tiefe und noch an der Oberfläche herrschte an dem sehr windigen und regnerischen Beobachtungstag ein Sättigungswert gegen die Atmosphäre von 151 Prozent! (FINDENEGG im September 1961: 117 Prozent, im Mai 1962: 107 Prozent.) Unmittelbar nach dem Maximum in vier Meter Tiefe beginnt der Sauerstoffschwund, und zwischen sechs und sieben Meter wird die Nullgrenze erreicht, bestätigt durch das Umschlagen der direkt gemessenen Redoxspannung ins Negative (Pt gegen gesättigte Calomelektrode).

Die Stabilität der Schichtung läßt sich bereits aus der Temperatur und Leitfähigkeitskurve als ausgeprägt, aber nicht ungewöhnlich hoch erkennen. Die genaue Berechnung der für eine Durchmischung „von oben“ nötigen Arbeit ergibt für die gesamte Tiefe einschließlich des temperaturbedingten Dichtegradienten den Betrag von 15,2 mkg/m², ohne diesen wären es nur 0,76 mkg/m². Wird das Epilimnion von null auf vier Meter homogenisiert, so bildet das Metalimnion und Hypolimnion noch einen stabil geschichteten Wasserkörper mit einer Widerstandsgröße von insgesamt 0,74 mkg/m² bzw. 0,26 mkg/m². Würde auch diese Schichtung zerstört, dann ist die Tiefe von acht bis zwölf Meter schon durch den minimalen Arbeitsaufwand von 0,009 mkg/m² völlig umzuwälzen. Mit anderen Worten: Das ganze Hypolimnion von acht bis zwölf Meter Tiefe steht in ungehindertem Austausch mit dem Schlammgrund. Das wesentliche Hemmnis für eine Volldurchmischung des Sees liegt im Metalimnion (vier bis acht Meter), wo für diese Schicht ein Stabilitätswert von insgesamt

Goggausee, 22.5.1974.

$10^2 \text{ } \circ^{\circ} / \circ^1 \text{ ztw.}$



0,41 mkg/m² und von 0,05 mkg/m² für den Dichtegradienten aus dem Salzgehalt allein berechnet wurde.

Diese Zahlenverhältnisse sind zwar deutliche, aber nicht hinreichende Gründe für Meromixie. Es ließe sich wahrscheinlich durch Windregistrierungen nachweisen, daß der Goggausee im beobachteten Zustand nach wenigen Monaten, spätestens in der nächsten Herbstperiode, der Vollzirkulation unterworfen würde. Es müssen daher Faktoren am Werk sein, die diesen Schichtungszustand und insbesondere den Sauerstoffschwund *a k t i v* aufrechterhalten.

Zwei Ursachen haben Wahrscheinlichkeit für sich:

1. Der See wird von O₂-armem und „schwerem“ (elektrolyt-reicherem) Grundwasser gespeist, über das sich andere, leichtere Zuflüsse lagern, etwa Schmelzwässer der Umgebung im Frühjahr und Regenbäche im Herbst. Das wäre rein „ektogene“ Meromixis im Sinne HUTCHINSONS.

2. Die Zuflüsse (ober- und unterirdisch) würden zwar eine homogene, nur thermisch und periodisch geschichtete Wassermasse ergeben, aber die Assimilation des eutrophierten Sees verursacht eine so intensive biogene Entkalkung, daß das Epilimnion das ganze Jahr über als leichtere Schicht auftritt. Das Hypolimnion hat durch seine minimale Stabilität sowohl vertikal und erst recht horizontal (BERGER, Beckenform cit.) einen nur wenige Meter Wassersäule darstellenden Spielraum zum Schlammkontakt, so daß die Zehrung sich im ganzen hypolimnischen Raum bemerkbar machen kann. Hiezu kommt noch die enorme Produktion, die immer neue und beachtliche Mengen organisches und reduzierendes Material ablagert. Danach wäre die sauerstofflose Tiefenzone rein autochthonen und biogenen Ursprungs. Nach den bisherigen Erfahrungen kann dieser Erklärung der Vorzug gegeben werden.

Die optischen Eigenschaften des Wassers weisen auf merklichen Humusgehalt und geringe Durchlässigkeit infolge starker Planktonentwicklung hin. Die Wasserfarbe entspricht der Kennzahl 133.

Meromiktische Kleinseen (der Goggausee ist seither nicht der einzige beobachtete Fall geblieben) sind Becken mit sehr schwachem Zufluß, bei hoher Produktion und einem Kalkgehalt des Wassers, daß dessen biogene epilimnische Entkalkung einen ausreichenden Dichtegradienten aufrechterhält. In den Zirkulationsperioden ist zwar ein Austausch bis zum Grund nicht ausgeschlossen (Temperaturbeweglichkeit), aber die vom Schlamm ausgehende Sauerstoffzehrung überwiegt die Zufuhr an belüftetem Wasser.

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

Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Goggaussee

Von Martin DOKULIL

(Mit 2 Abbildungen)

1. Lichtverhältnisse und euphotische Zone:

Bei der Bestimmung der Lichtintensität unter Wasser mittels der Sperrschicht-Photozelle in den Spektralbereichen Blau, Grün und Rot (Abb. 1, rechts) ergaben sich folgende Durchlässigkeiten in Prozent pro Meter: Blau — 13,8; Grün — 30,0; Rot 27,5. Die optische Kennzahl ist daher 133 und die Kennsumme 7. Da diese Kennung am 23. Mai 1974 ermittelt wurde, läßt sie sich gut mit den Messungen von FINDENEGG (1963, S. 6) vom 12. Mai 1961 und vom 15. Mai 1962 vergleichen. Nach den Angaben FINDENEGGS waren die Kennungen damals 486 bzw. 255, also beide Male höher als 1974. In allen drei Fällen dringt Grün am tiefsten ein, Blau wird am stärksten absorbiert. Die geringe Blau-Transmission deutet darauf hin, daß der

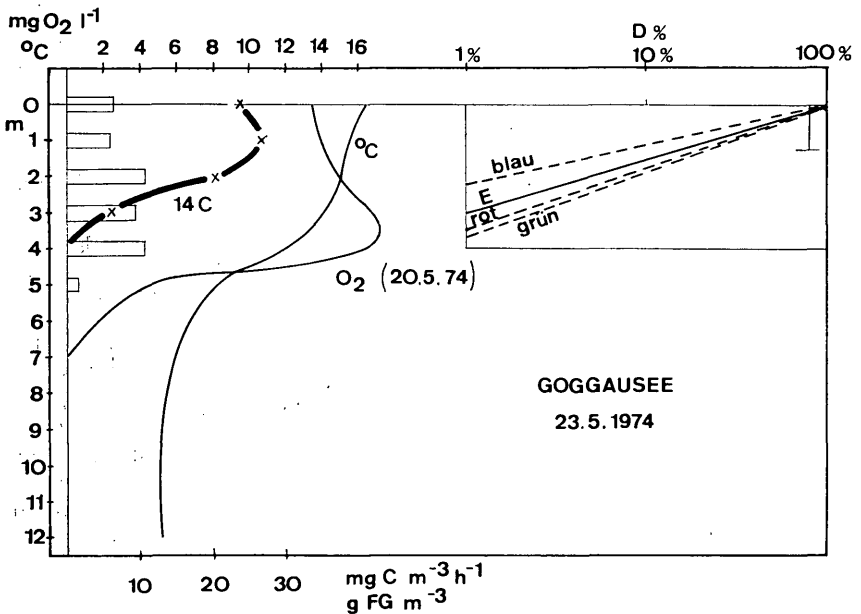


Abb. 1: Licht, Sichttiefe, Temperatur, Sauerstoff, Primärproduktion und Biomasse im Goggaussee.

Goggausee ein Braunwassersee ist, worauf bereits FINDENEGG (1963) hingewiesen hat. Mitbeteiligt an der schwachen Durchlässigkeit für Blau und der geringen Sichttiefen ist aber sicherlich auch der hohe Planktongehalt, was ebenfalls bereits von FINDENEGG erkannt wurde. Die starke Extinktion der drei Spektralbereiche im vorliegenden Fall läßt sich also mit Sicherheit auf den zahlenmäßig hohen Anteil kleiner stark lichtstreuender Algen (siehe Abschnitt 2) zurückführen.

Die vertikalen Extinktionskoeffizienten (e_n) sind 1,98 für Blau, 1,20 für Grün, 1,28 für Rot und 1,43 für die Gesamtenergie (E). Aus Abb. 1 rechts läßt sich ablesen, daß die Untergrenze der euphotischen Zone (Z_{eu}) bei 3,1 m liegt. Berechnet man Z_{eu} aus e_{min} (TALLING 1971), so findet man 3,08 m, also eine ausgezeichnete Übereinstimmung, wie sie auch schon in anderen Kärntner Seen beobachtet wurde (DOKULIL 1973, 1974).

2. Phytoplankton und Primärproduktion:

Dominiert wurde das Phytoplankton im Untersuchungszeitraum von der Kieselalge *Synedra nana*, deren Biomasseanteil in den obersten drei Meter-Schichten zwischen 85 und 96 Prozent beträgt. In vier und fünf Meter Tiefe gesellt sich zu *S. nana* (34 Prozent) eine starke Population von *Dinobryon sociale* (58 Prozent). Ab sechs Meter finden sich fast nur noch tote Algenzellen. Wie die Sauerstoffkurve in Abb. 1 zeigt, beginnt das Monolimnion bei sieben Meter, wo kein O_2 mehr nachweisbar ist. Über die spezielle Bakteriengesellschaft an dieser Kontaktzone soll in Abschnitt 3 berichtet werden. Bemerkenswert ist auch das starke Auftreten von Ciliaten in der Zone geringerer O_2 -Konzentration zwischen fünf und sieben Meter.

Neben den beiden Hauptformen, *Synedra nana* und *Dinobryon sociale*, fanden sich *Cyclotella glomerata*, *Chlamydomonas* sp., *Cryptomonas erosa* und *pusilla*, *Rhodomonas lacustris* (Reihung nach dem Biomasseanteil) sowie vereinzelt *Synedra acus*, *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium inconspicuum* und *Uroglena* sp. Die Artenzusammensetzung deckt sich etwa mit den Befunden vom Mai 1961 und vom Mai 1962 (FINDENEGG 1963, Seite 7), wenn auch einige der damals vorhandenen Arten in unseren Proben nicht vorzufinden waren. Andererseits war auch im Mai 1962 *Synedra nana* die dominierende Planktonform.

Die Primärproduktion zeigt ein deutliches Maximum in einem Meter. Der Abfall zur Tiefe hin folgt in etwa dem Temperaturabfall und vermutlich auch der Sauerstoffkonzentration, welche leider in unserem Fall nicht direkt vergleichbar ist, da sie drei Tage früher an einem wesentlich sonnigeren Tag erstellt wurde. Wie das Maximum der Sauerstoffkonzentration in drei Meter Tiefe zeigt, lag die produktivste Schicht an diesem Tage deutlich tiefer als am 23. Mai, was durch die stärkere Oberflächenhelligkeit zu erklären ist (Abb. 1).

Ein Vergleich der ^{14}C -Aufnahme mit den beiden Frühjahrskurven in FINDENEGG (1963, Seite 9) ergibt einen weitgehend ähnlichen Verlauf, mit Produktionsmaxima in einem Meter ($I_k = 60$ Prozent) bzw. zwei Meter ($I_k = 17$ Prozent).

Aus den dargelegten Ergebnissen (Abb. 1) errechnen sich folgende Größen für die euphotische Zone:

Biomasse ($\text{g Frischgewicht m}^{-2}$)	32,1
Optimale Lichtintensität (I_k , ‰)	21,9
Maximale Produktion ($p_{\max}$, $\text{mg C m}^{-3}\text{h}^{-1}$)	27,0
Produktion pro Fläche (SP, $\text{mg C m}^{-2}\text{h}^{-1}$)	78,1

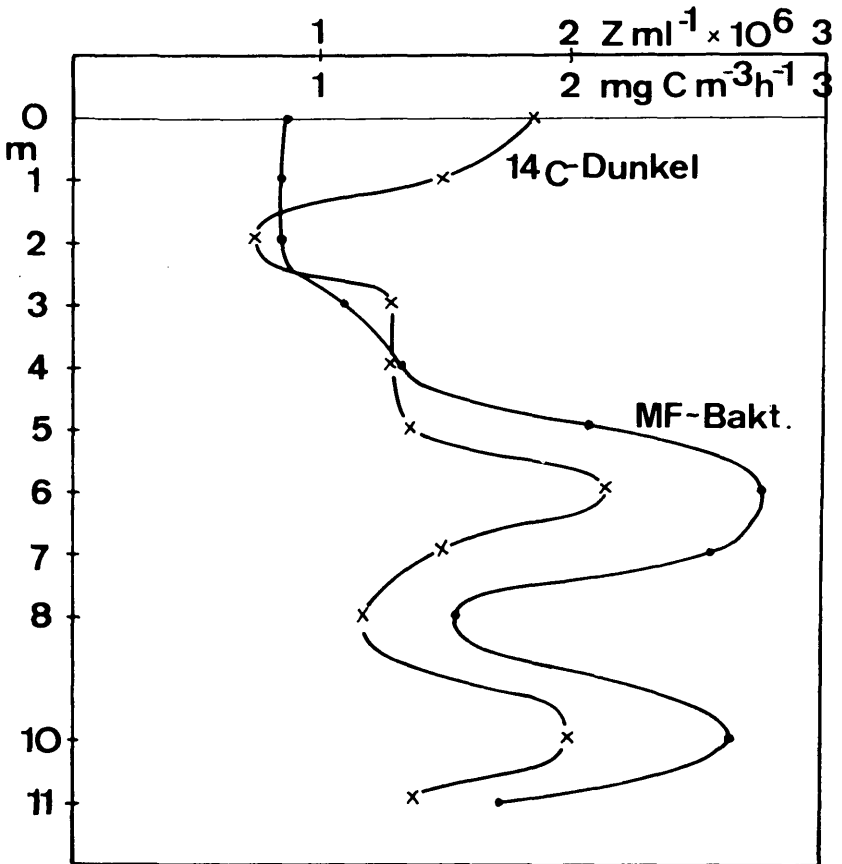


Abb. 2: Vertikalverteilung der Bakterien (MF-Bakterien) und ^{14}C -Dunkelaufnahme im Goggaussee am 23. Mai 1974.

Tagesproduktion (SP_d , $mg\ C\ m^{-2}d^{-1}$)	1093,0
Photosynthetische Kapazität bei Lichtsättigung ($mg\ C\ gFG^{-1}h^{-1}$)	4,5
Mittlere photosynthetische Rate ($mg\ C\ gFG^{-1}d^{-1}$)	34,2
Aktivitätskoeffizient ($mgC\ mgC^{-1}d^{-1}$)	0,3

Vergleichsweise war, bei etwa gleich großer Biomasse, die Tagesproduktion im Längsee (DOKULIL 1973) nur ein Fünftel. Allerdings waren auch entsprechend weniger, aber größere Zellen vorhanden. Berechnet man nun die Produktion pro Zelle, so ergibt sich interessanterweise in beiden Fällen eine Aufnahme von etwa $1 \times 10^{-9}\ mg\ C$. Dies legt den Schluß nahe, daß im Mittel jede Zelle annähernd gleich viel Kohlenstoff inkorporiert. Pro Biomasseeinheit jedoch sind große Unterschiede festzustellen. So ist der Aktivitätskoeffizient im vorliegenden Fall 0,3, während er am Längsee 0,06 war (nicht wie irrtümlich angegeben 0,26; DOKULIL 1973, Seite 339).

3. Gesamtbakterien und heterotrophe Produktion:

Mit Werten zwischen $0,84$ und $2,76 \times 10^6$ Zellen pro ml liegt die Gesamtzahl der Bakterien (MF-Bakt.) im Goggausee in der gleichen Größenordnung wie im Längsee und übertrifft die Veldener Bucht des Wörthersees bei weitem (DOKULIL 1974). Das Maximum findet sich in sechs Meter Tiefe in der Zone geringen Sauerstoffs und ist begleitet von einem gehäuften Auftreten von Schwefelbakterien, wie *Thiocystis violacea*, *Leptothrix echinata*, *Thiopedia rosea*, *Macromonas* sp. Diese Arten, auf die bereits FINDENEGG (1963) hingewiesen hat, finden sich in der gesamten H_2S -Zone bis zum Grund. Bei zehn Meter verursacht *Leptothrix* ein zweites Maximum.

Mit Ausnahme der beiden obersten Meterschichten ist die Übereinstimmung der Bakterienzahlen und der ^{14}C -Inkorporation im Dunkeln recht gut, wie dies bereits auch in anderen Kärntner Seen beobachtet wurde. Aus diesen Daten errechnet sich eine heterotrophe Produktion von $468\ mg\ C\ m^{-2}d^{-1}$ für die gesamte Wassersäule.

L I T E R A T U R

- DOKULIL, M. (1973): Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Längsee. — Carinthia II, 163:337—344.
 — (1974): Phytoplankton, Primärproduktion und Bakterien im Wörthersee. — Carinthia II, 164:199—203.
 FINDENEGG, I. (1963): Ein meromiktischer Kleinsee, der Goggausee in Kärnten. — Anzeiger d. math.-naturw. Klasse d. Österr. Akad. Wiss. Wien, 1963, 7:1—11.
 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.

Anschrift des Verfassers: Dr. Martin DOKULIL, Institut für Limnologie und Gewässerschutz der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Berggasse 18, A-1090 Wien.

Beobachtungen über Verteilung, tageszeitliche Wanderungen und Nahrungs- aufnahme-raten von *Chaoborus flavicans* (MEIGEN) im Goggaussee

Von Fritz SCHIEMER, Elisabeth DOLEZAL, Erich GNAIGER
und Afra JANTSCH

(Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen)

EINLEITUNG

FINDENEGG (1963) konnte nachweisen, daß der Goggaussee trotz seiner geringen Tiefe ($z_{\max}$ = zwölf Meter) meromiktische Verhältnisse aufweist: Herbst- und Frühjahrszirkulationen reichen nur bis etwa acht Meter Tiefe. Die Wasserschichten unterhalb von etwa zehn Meter sind konstant O₂-frei, die kritische Zone mit zumindest zeitweisem O₂-Schwund liegt zwischen sechs und zehn Meter Tiefe. Der Boden der Tiefenzone besteht aus einem grobflockigen, sehr wasserreichen, schwarzen Sediment.

Ähnlich wie im Klopeiner See und im Längsee liegt die Verteilungsgrenze der metazoischen Bodenfauna etwas oberhalb des aktuellen O₂-Nullpunktes (DANIELOPOL & JUNGWIRTH, unpubl.). Eine Ausnahme bildet *Chaoborus flavicans*, die untertags die anoxische Tiefenzone bevölkert.

Chaoborus flavicans ist eine autökologisch gut untersuchte Art (PARMA, 1971; Literaturübersicht: ROTH & PARMA, 1970). Bezüglich der Ernährungsbiologie und der Rolle der räuberischen Art im „Nahrungsnetz“ des Pelagials sind hingegen noch viele Fragen offen. Die limnologische Exkursion (20. bis 26. Mai 1974) bot Gelegenheit, die tageszeitliche Vertikalwanderung der Art im Hinblick auf das zooplanktische Nahrungsangebote (HERZIG & MOOG, in Vorbereitung) zu untersuchen sowie einige vorläufige Experimente über Nahrungsaufnahmeraten durchzuführen.

METHODE

Die planktische Verteilung der Art wurde mit Schließnetzen (100 cm² Öffnungsfläche, Meter-Züge), die benthische mittels Ekman-Birge-Greifer (ebenfalls 100 cm² Fläche) untersucht.

Die Bestimmung der Freßraten erfolgte im behelfsmäßigen Labor. Das Futtermaterial wurde jeweils abends mittels einer Handpumpe aus etwa einem Meter Tiefe des Sees gepumpt und durch ein 200-µ-

Netz filtriert. Die natürliche Dichte des Zooplanktons dieser Größenklasse (vorwiegend Copepodite von *Cyclops* sp.) wurde ausgezählt (je drei Stichproben à 10 l vor und nach den Versuchen). Dem Zooplanktonfiltrat von 5, 10, 50 oder 100 l wurde ein Liter filtriertes Seewasser zugesetzt und auf diese Weise eine Serie von Nahrungskonzentrationen zwischen 10—250 Ind./l erzielt. Die Versuchsgefäße, ausgenommen die Kontrollen, wurden mit je zehn *Chaoborus*-Larven bestückt, die kurz nach der anaeroben Phase, gegen 20 Uhr (siehe tageszeitliche Wanderungen), aus dem See gefangen worden waren. Die Larvenkonzentration von 10 Ind./l liegt etwas über den höchsten Freilandwerten und deutlich (vier- bis fünfmal) über den durchschnittlichen Konzentrationen der Larven im Epilimnion während der Nacht (siehe Tab. 1).

Die Experimente erfolgten bei $15 \pm 0,5^\circ \text{C}$ und Dunkelheit. Der Versuchsbeginn lag stets zwischen 21 und 22 Uhr. Nach dreistündiger Expositionszeit wurden die Proben durch ein 50- μ -Netz filtriert, mit Formol fixiert und auf das verbliebene Zooplankton ausgezählt. Pro Nahrungskonzentration wurden jeweils drei Parallelversuche durchgeführt.

ERGEBNISSE

Die Besiedlungsdichte der Art im Goggausee ist sehr groß. Aus den Schließnetzfangen läßt sich eine Populationsdichte von 110 Ind./100 cm² ($n = 12$, $s = 36,2$) errechnen. Dies gilt für das Areal innerhalb der Sieben-Meter-Isoplethe. Der einheitliche Entwicklungszustand der Population (alle Tiere im letzten, vierten Larvenstadium, Körperlänge neun bis elf Millimeter) weist auf eine univoltine Entwicklung mit einer Flugperiode im Sommer hin, ähnlich wie es von anderen Gewässern bekannt ist.

Die benthische Tiefenverteilung entspricht der in anderen meromiktischen Seen gefundenen (z. B. Längsee, SCHIEMER 1973): Die Tiere besiedeln bevorzugt die Bodenflächen der O₂-freien Zone. Allerdings zeigt sich hier eine deutliche Tiefenzonierung: Konnten in sechs bis acht Meter tagsüber größere Individuenzahlen im Sediment festgestellt werden (sechs Meter: 27, 35, 36; acht Meter: 20, 105, 124 Ind./100 cm² Bodenfläche), so war die Zahl benthisch vorkommender Tiere in zwölf Meter Tiefe außerordentlich gering (0, 0, 1, 2, 2, 2, 3, 3 Ind./100 cm²).

Fast die gesamte Population schichtet sich hier untertags in der Wassersäule zwischen sieben und zwölf Meter ein. Dieses Verteilungsbild — planktisches Vorkommen in tieferen, benthisches in seichteren Zonen — scheint von der Lichtintensität abhängig zu sein. Labor-

befunde über die Eindringtiefe der Larven in das Sediment in Abhängigkeit von der Lichtintensität liegen von LAROW (1969) vor.

Der festgestellte Tagesgang der planktischen Tiefenverteilung (Abb. 1, Tab. 1) entspricht den vielfach erhobenen Befunden der Literatur (z. B. TERAGUCHI & NORTHCOTE, 1966; GOLDSPIK & SCOTT, 1971; Literaturzusammenstellung: ROTH & PARMA, 1970).

Wie angeführt konzentriert sich die Population tagsüber auf die O₂-freie Wasserzone unterhalb von sieben Meter. Mit der Abenddämmerung beginnt die Aufwärtswanderung. Um 21 Uhr ist eine

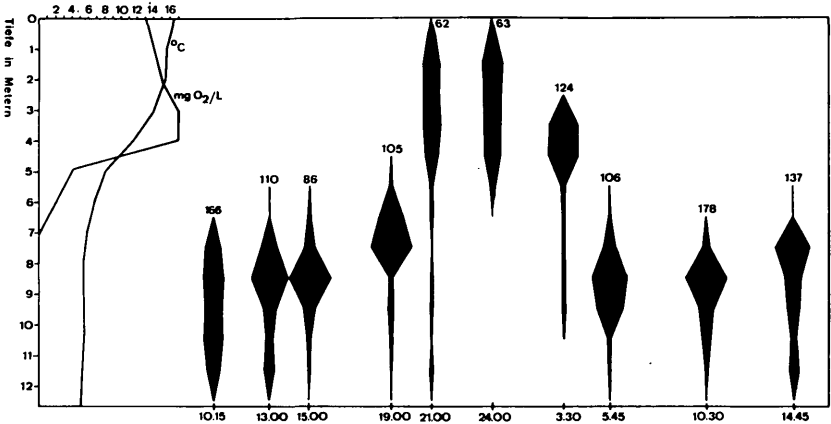


Abb. 1: Vertikalwanderung von *Chaoborus flavicans* am 23. und 24. Mai 1974, dargestellt in Prozentwerten. Die Zahlen oben den Figuren geben den Gesamtfang pro Wassersäule und 100 cm² Fläche an. Zum Vergleich sind Temperatur- und Sauerstoffschiichtung eingezeichnet.

Tabelle 1: Planktische Tiefenverteilung von *Chaoborus flavicans* im Tagesgang (23. und 24. Mai 1974). Individuenzahlen pro Wassersäule von 1 m Höhe und 100 cm² Fläche (10 l).

Tiefe	10.15	13.00	15.00	19.00	21.00	24.00	3.30	5.45	10.30	14.45
0—1	—	—	—	—	6	7	—	—	—	—
1—2	—	—	—	—	13	15	—	—	—	—
2—3	—	—	—	—	12	13	—	—	—	—
3—4	—	—	—	—	13	12	42	—	—	—
4—5	—	—	—	—	9	13	47	—	—	—
5—6	—	—	—	4	1	3	8	—	—	—
6—7	—	1	5	32	2	—	5	3	—	1
7—8	31	21	14	53	—	—	8	16	16	57
8—9	42	50	46	4	1	—	7	46	89	29
9—10	34	16	14	7	1	—	7	35	38	23
10—11	36	9	4	4	—	—	—	3	24	10
11—12	23	13	3	1	4	—	—	3	11	17
Σ	166	110	86	105	62	63	124	106	178	137

Verteilung erreicht, die für die ganze Nacht typisch zu sein scheint. Bei der Morgendämmerung setzt die Tiefenwanderung ein, die um etwa 6 Uhr den Ausgangspunkt wieder erreicht. Dieses Muster der tageszeitlichen Vertikalwanderung läßt sich mit den Befunden über die Lichtabhängigkeit der Tiefenverteilung in Einklang bringen (z. B. MALUEG & HASSLER, 1971).

Durch die tageszeitlichen Wanderungen sind die Tiere starken Veränderungen der Temperatur, des O₂-Gehaltes und des Nahrungsangebotes ausgesetzt. Die Nahrung von *Chaoborus flavicans* besteht vorwiegend aus Zooplankton. Über die Frage der Nahrungspräferenz verschiedener Zooplanktonkomponenten liegen allerdings widersprüchliche Befunde vor. Auch die Bedeutung benthischer Nahrung ist noch ungewiß ((Diskussion bei SWÜSTE et al., 1973). Aus dem Verteilungsbild von *Chaoborus* und dem der potentiellen Nahrungsorganismen, die in größeren Dichten auf die obersten fünf Meter der Wassersäule konzentriert sind (HERZIG & MOOG, in Vorbereitung), kann man folgern, daß die Nahrungsaufnahme bevorzugt in einem Zeitraum von 20 bis 4 Uhr erfolgen muß.

Die Nahrung der Goggaussee-Population dürfte ausschließlich planktisch sein. Das Crustaceenplankton bestand zur Untersuchungszeit zum überwiegenden Teil aus *Cyclops*, vor allem *Cyclops-Copepoditen*. *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER und *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER) spielen eine nur untergeordnete Rolle. Neben den Crustaceen treten in hohen Konzentrationen mehrere Rotatorienarten auf [*Keratella cochlearis* (GOSSE) und *quadrata* (MÜLLER), *Filinia* sp., *Polyarthra* sp. u. a.].

Die Ergebnisse der Nahrungsversuche (Abb. 2, Tab. 2) beschränken sich aus methodischen Gründen auf das Crustaceenplankton.

Die Freßraten zeigen eine eindeutige Abhängigkeit von der Nahrungskonzentration ($I = 0.02 D^{1.1}$; I = Nahrungsaufnahme in Ind. Beutetieren pro Tag, D = Nahrungsdichte). Ein Nahrungsüberangebot ist also mit einer Konzentration von 250 Crustaceen/L unter den gegebenen experimentellen Bedingungen noch nicht erreicht. Einige wenige Experimente ähnlicher Art wurden von KAJAK & RANKE-RYBICKA (1970) durchgeführt. Ihre Werte über Nahrungsaufnahmeraten liegen etwas über den von uns festgestellten.

Aus den wenigen, orientierenden Untersuchungen ergibt sich als methodischer Hinweis für zukünftige Experimente, daß wegen der hohen Freßrate von *Chaoborus* entweder die Expositionszeit oder die Räuberkonzentration möglichst klein zu wählen ist, um während des Versuchs eine gravierende Verdünnung des Nahrungsangebotes zu verhindern. Zeitpunkt der Experimente bzw. Adaptionszeit sind infolge der Tagesrhythmik der Art genau einzuhalten.

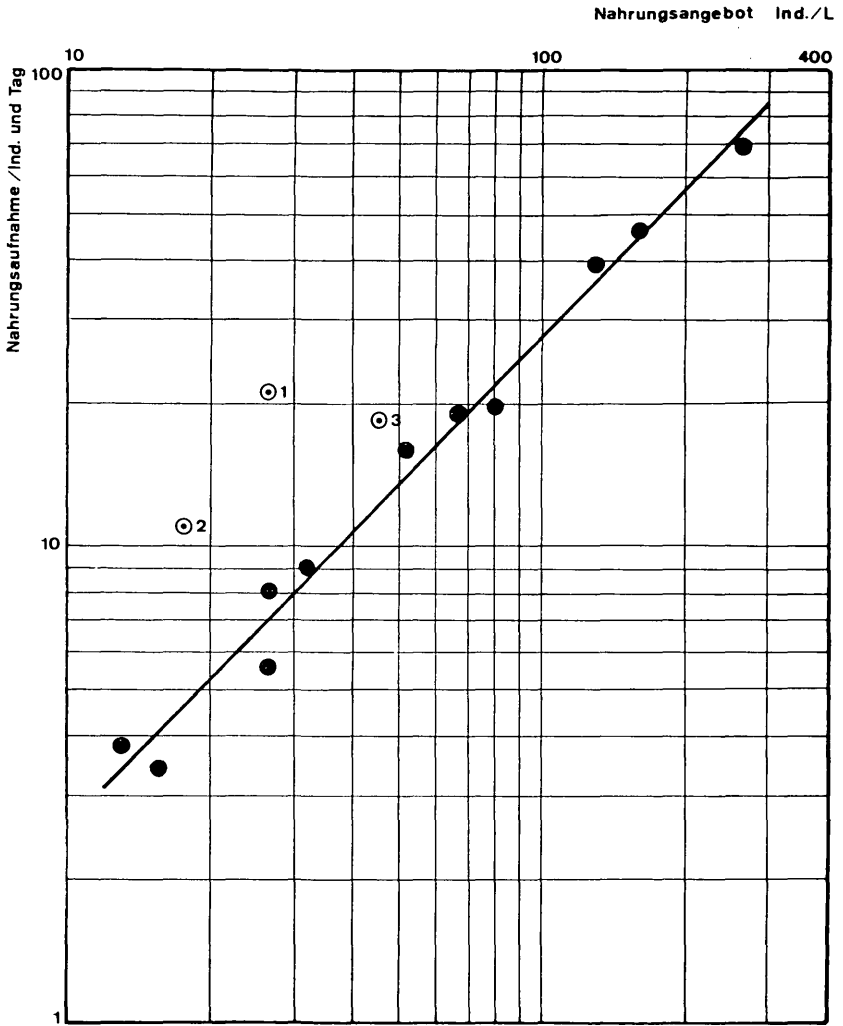


Abb. 2: Nahrungsaufnahme von *Chaoborus*-Larven unter den beschriebenen Versuchsbedingungen (15° C, 3 h Exposition in Dunkelheit), bezogen auf 24 h (schwarze Punkte). Zum Vergleich sind die Ergebnisse von KAJAK und RANKE-RYBICKA (1970) eingetragen: 1 = überwiegend Copepoden, alle Stadien; 2 = Versuch 1, jedoch nur auf adulte Copepoden und Copepodite bezogen; 3 = überwiegend Cladoceren.

Vergleicht man die Freßraten mit dem Zooplanktonbestand des Goggauses, so ergibt eine überschlagsmäßige Kalkulation, daß das Crustaceenplankton zur Ernährung der *Chaoborus*-Population nicht

Tabelle 2: Nahrungsaufnahme von *Chaoborus*-Larven bei verschiedenen Beutekonzentrationen. Das Copepodenplankton bestand zu 80 Prozent aus *Cyclops*-Copepoditen, der Rest aus adulten Tieren von *Cyclops*.

Versuchsdatum	Copepoden		Crustaceenplankton gesamt	
	angebotene Nahrungskonzentration	Nahrungsaufnahme von 10 Larven/3 h	angebotene Nahrungskonzentration	Nahrungsaufnahme von 10 Larven/3 h
22./23. Mai	24,2	9,2	25,7	9,2
	48,3	26,3	51,3	26,3
	120,8	62,1	128,3	64,6
23./24. Mai	12,5	6,2	13,2	6,4
	25,0	12,7	26,3	13,3
	62,5	31,2	65,8	31,5
	250,0	114,7	263,0	116,4
24./25. Mai	13,8	5,1	15,7	5,7
	27,6	12,6	31,4	15,0
	69,0	27,0	78,3	32,6
	138,0	68,3	156,5	78,1

ausreicht. Somit ist anzunehmen, daß unter den Goggausee-Verhältnissen das Rotatorienplankton die wichtigste Nahrungsquelle darstellt, und daß die geringe Crustaceendichte auf den Weideeffekt von *Chaoborus* zurückzuführen ist.

L I T E R A T U R

- FINDENEGG, I. (1963): Ein meromiktischer Kleinsee, der Goggausee in Kärnten. — Anz. math.-naturwiss. Klasse, Österr. Akad. Wiss., 1963, 7:1—11.
- GOLDSPIK, C. R., & SCOTT, D. B. (1971): Vertical migration of *Chaoborus flavicans* in a Scottish loch. — Freshwat. Biol., 1:411—421.
- KAJAK, Z., & RANKE-RYBICKA, B. (1970): Feeding and Production efficiency of *Chaoborus flavicans* MEIGEN larvae in eutrophic and dystrophic lakes. — Polskie Archiwum Hydrobiologii, 17 (30), 1/2:225—232.
- LAROW, E. J. (1969): A persistent diurnal rhythm in *Chaoborus* larva: II. Ecological significance. — Limnol. Oceanogr., 14:213—218.
- MALUEG, K. W., & HASSLER, A. D. (1967): Echo sounder studies on diel vertical movements of *Chaoborus* larvae in Wisconsin (USA) Lakes. — Verh. Int. Verein. Limnol., 16:1697—1708.
- PARMA, S. (1971): *Chaoborus flavicans* MEIGEN: an autecological study. — Ph. D. thesis, Univ. Groningen, 128 pp.
- ROTH, J. C. (1968): Benthic and limnetic distribution of three *Chaoborus* species in a southern Michigan lake (Diptera, Chaoboridae). — Limnol. Oceanogr., 13:242—249.
- & PARMA, S. (1970): A. *Chaoborus* bibliography. — Bull. ent. Soc. Am., 16:100—110.
- SCHIEMER, F. (1972): Arbeitsbericht über die Limnolog. Exkursion 1971 zum Längsee. — Carinthia II, 163/83:331—377.

- SWÜSTE, H., CREMER, R., & PARMA, S. (1973): Selective predation by larvae of *Chaoborus flavicans* (Diptera, Chaoboridae). — Verh. Int. Verein. Limnol., 18:1559—1563.
- TERAGUCHI, M., & NORTHCOTE, T. G. (1966): Vertical distribution and migration of *Chaoborus flavicans* larvae in Corbett Lake, British Columbia. — Limnol. Oceanogr., 11:164—176.

Anschrift der Verfasser: Dr. Fritz SCHIEMER, Limnologische Lehrkanzel, A-1090 Wien, Berggasse 18/19.

Fische

Von Tomás BRENNER

(Mit 2 Abbildungen, 1 Tiefenkarte und 2 Tabellen)

Während einer einwöchigen Exkursion an den Goggaussee wurde der Versuch unternommen, Näheres über die den See bevölkernden Fischarten zu gewinnen, da dieser ausschließlich sportfischereilich genutzt wird und keine auf die Fischerei bezugnehmende Literatur vorhanden ist.

1. Artenliste

Besatzlisten (siehe Besatzliste) liegen erst seit dem Jahre 1971 vor, sodaß die Artenliste nur auf Grund von eigenen Beobachtungen und Fängen ermittelt werden konnte (Tab. 1).

Tabelle 1: Verzeichnis der festgestellten Fischarten

Esocidae

Esox lucius L. — Hecht

Cyprinidae

Abraminae

Abramis brama (L.) — Brachse

Alburnus alburnus (L.) — Laube

Cyprininae

Cyprinus carpio L. — Karpfen

Leuciscinae

Rutilus rutilus (L.) — Rotaugen

Scardinius erythrophthalmus (L.) — Rotfeder

Tinca tinca (L.) — Schleie

Siluridae

Silurus glanis L. — Wels

Percidae

Lucioperca lucioperca (L.) — Zander¹

Perca fluviatilis L. — Flußbarsch

1.1. Methode

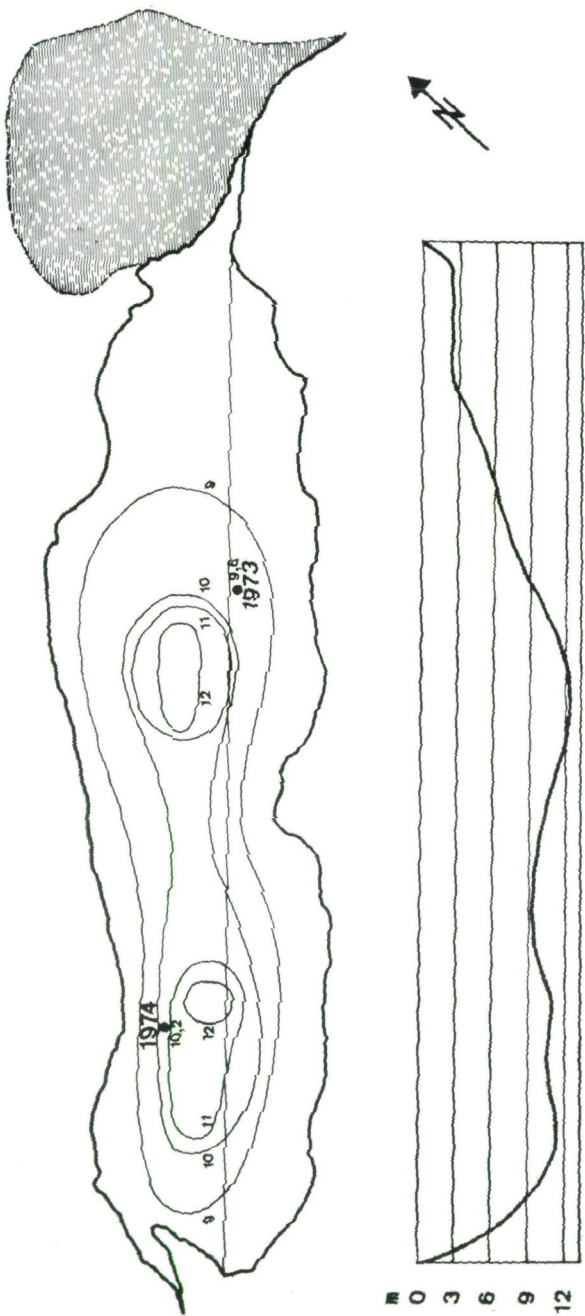
Gefischt wurde mit Stellnetzen (60 x 1,65 m und 40 x 1,5 m, beide mit einer Maschenweite von 50 mm von Knoten zu Knoten), einem feinmaschigen Stellnetz (7,20 x 1 m, Maschenweite 15 mm) und einer grobmaschigen, dreikammerigen Reuse.

Neben der Netzfischerei fanden auch Angeln Verwendung.

1.1.1. Fangpositionen

Befischt wurde nur die Uferregion, dabei ergaben sich die besten

¹ Siehe hierzu 1.2. Ergebnisse und Besatzliste.



Tiefenkarre

Stellnetzfänge in dem Bereich des Schwinggrasens im nordöstlichen Seeteil (siehe Tiefenkarte). In dem feinmaschigen Netz verfangen sich hauptsächlich Barsche, eine Reuse brachte keinen einzigen Fang.

1.2. Ergebnisse

Wie aus Tabelle 2 zu entnehmen ist, war der Flußbarsch mit 30 Prozent, gefolgt vom Rotaugen mit 20,6 Prozent Anteil am Gesamtfang am stärksten vertreten. Dabei ist zu bemerken, daß die Barsche nur in dem nah am Ufer gelegenen, feinmaschigen Netz aufzufinden waren(siehe Abb. 1)

Unerklärlich ist aber die Tatsache, daß sich kein einziger Zander fing, obwohl seit dem Jahre 1968 etwa 2000 Stück ausgesetzt worden sind (siehe Besatzliste). Bei dem Aussetzen des Besatzes im Mai 1974, d. h. kurz nach der Untersuchung, konnte beobachtet werden, wie 30 bis 40 cm große Hechte zusammen mit etwa 5 cm großen Zanderexemplaren ausgesetzt wurden. Die Vermutung liegt nahe, daß der Zanderbesatz von den relativ großen Hechten und

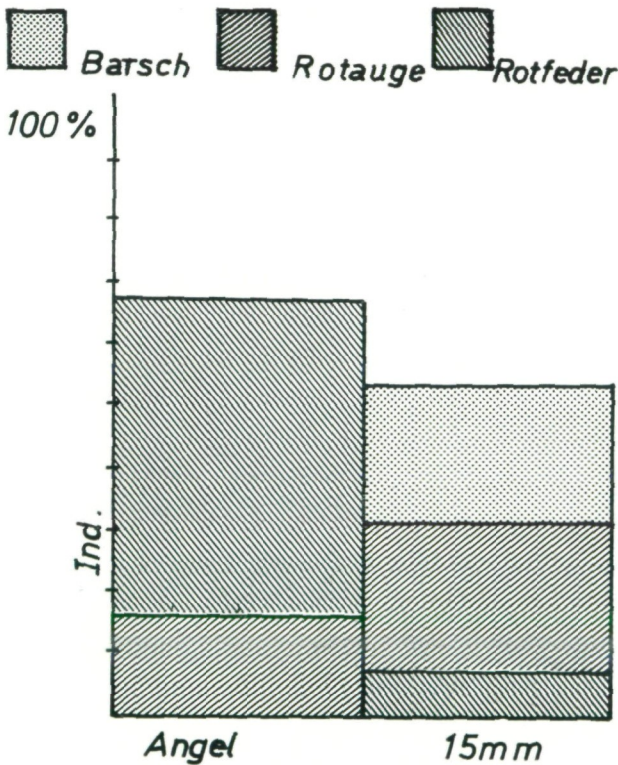


Abb. 1: Prozentmäßiger Anteil am jeweiligen Gesamtfang von Barsch, Rotaugen und Rotfeder an den Angel- und 15-mm-Stellnetzfangen.

zusätzlich von den im See bereits vorhandenen Hechten sofort dezimiert wird.

Besatzliste (Angaben des Herrn Dipl.-Ing. SENITZA):

1 9 6 8 :

eine geringe Anzahl von Zandern²

1 9 7 1 im Herbst:

55 kg Spiegelkarpfen

1 9 7 2 im Herbst:

120 kg Spiegelkarpfen und Schleien

1760 Stück Zander

220 Hechte (30 bis 50 cm)

1 9 7 4 im Mai (nach der Untersuchung):

21 kg Hechte³

2500 Zander³

Nach Dipl.-Ing. Senitza war der Zander im Goggausee unbekannt.

T a b e l l e 2 : Anteil der einzelnen Arten am Gesamtfang (insgesamt 73 Individuen).

Art	Anteil in Prozent
Hecht	9,6
Wels	1,5
Rotfeder	15,0
Rotaugen	20,6
Flußbarsch	30,0
Brachse	4,1
Karpfen	2,7
Schleie	9,6
Laube	6,9

2. Alters- und Wachstumsuntersuchungen

2.1. Methode

Die anfallenden Fische (71 Exemplare, zwei Hechte blieben unbearbeitet) wurden in frischem Zustand gewogen (Gewichtsangaben in Gramm) und von Kopfspitze bis zum Ende der zusammengelegten Schwanzflosse (Totallänge in Zentimeter) vermessen. Die Altersbestimmung erfolgte an Hand von Schuppenuntersuchungen. Nur der Flußbarsch erwies sich wegen der Häufigkeit im Material zur Wachstumsberechnung als brauchbar.

² Nach Aussagen des ehemaligen Pächters.

³ Besatz erfolgte nach der Untersuchung.

2.2. Ergebnis

2.2.1. Da durch das 15-mm-Stellnetz eine Längenselektivität hervorgerufen wird, konnten nur Fische bestimmter Altersklassen gefangen werden.

Durch Rückberechnung nach der Methode von LEA (1910) ergaben sich dann die Längen der anderen Altersklassen. In Abbildung 2 werden die mittleren Längenzunahmen sowie deren Maximal- und Minimalwerte pro Altersklasse bei *Perca fluviatilis* dargestellt. Vergleicht man diese Werte mit denen vom Klopeiner See (HACKER & MEIS-RIEMLER 1972), so zeigen alle Altersklassen des Flußbarsches am Goggaussee ein besseres Wachstum.

2.2.2. Die Längen/Gewichts-Relation — nach HUXLEY (1932) $W = a \cdot L^b$ — transformiert zu $\lg W = \lg a + b \cdot \lg L$ wurde einer linearen Regressionsanalyse unterzogen.

Daraus ergaben sich folgende Regressionsparameter:

$\lg a = 2,85$	$r = 0,8470$
$b = 5,00$	$L = \text{Länge in cm}$
$\bar{x} = 2,1001$	$W = \text{Gewicht (frisch) in g}$
$\bar{y} = 1,2564$	$x = \lg L$
Konf. 99 $\bar{y} \pm 2,85 \%$	$y = \lg W$
$n = 22$	

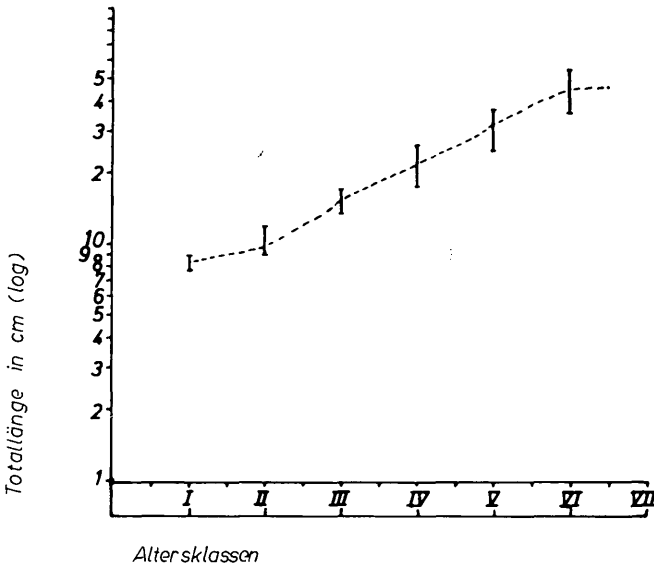


Abb. 2: Länge und Alter bei *Perca fluviatilis* im Goggaussee (Mai 1974).

Auf eine Darstellung mußte verzichtet werden, da der Regressionskoeffizient ($b = 5$) atypisch erscheint. Nach HACKER & MEISRIEMLER (1972) z. B. betrug dieser am Klopeiner See $b = 3,26$.

Einen Einfluß auf den zu hohen Regressionskoeffizienten dürfte die schon erwähnte Längenselektivität des 15-m-Netzes und die geringe Anzahl von Tieren gehabt haben.

3. Nahrungsanalysen

3.1. Methode

Der Magen-Darm-Trakt wurde entnommen und anschließend in vierprozentigem Formol fixiert. Nach erfolgter Durchfixierung konnte der Inhalt des Verdauungstraktes unter dem Binokular in die jeweiligen Nahrungskomponenten aufgegliedert werden.

3.2. Ergebnis

Die Nahrungsanalyse gibt nur einen Einblick in die zu dem Zeitpunkt der Untersuchung herrschenden Nahrungsverhältnisse.

Alle gefangenen Hechte hatten entweder gar nichts gefressen oder ihren Mageninhalt im Stellnetz entleert.

Der Flußbarsch zeigte eine Mischnahrung, bestehend aus pflanzlichen Bestandteilen, *Chaoborus*-Larven, Chironomiden-Puppen, Schlammfliegen- und Libellenlarven.

Bei Rotaugen, Rotfeder, Brachsen, Karpfen und Lauben war die Nahrung ähnlich wie beim Flußbarsch eine Mischnahrung, es fanden sich jedoch zusätzlich Reste von Anodonta und in geringer Anzahl Ostracoden.

Eine große Ausnahme machte die Schleie, die bei Tag- sowie bei Nachtfängen zu fast 100 Prozent *Chaoborus*-Larven aufgenommen hatte.

4. Parasiten

Ein Parasitenbefall konnte bei keiner Fischart festgestellt werden.

L I T E R A T U R

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

HUXLEY, J. S. (1932): Problems of Relativ Growth. — Methuen, London.

LEA, E. (1910): On the methods used in herring investigations. — Publs. Circ. Cons. perm. int. Explor. Mer 53.

Anschrift des Verfassers: Tomás BRENNER, OECD-Seenforschung, A-4852 Weyregg Nr. 3.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [165_85](#)

Autor(en)/Author(s): Schiemer Fritz, Dokulil Martin T., Löffler Heinz, Schultze Ekkehard, Berger Franz, Gnaiger Erich, Jantsch Afra, Brenner Tomás

Artikel/Article: [Arbeitsbericht der Limnologischen Exkursion Goggaussee 1974
165-196](#)