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

Carinthia II	178./98. Jahrgang	S. 569–585	Klagenfurt 1988

Aus dem Kärntner Institut für Seenforschung

Limnologische Untersuchungen am Goaßelesee (Kärnten, Österreich)

Von Norbert SCHULZ, Gerhild DEISINGER, Wolfgang HAFNER und Wolfgang HONSIG-ERLENBURG*

Mit 10 Abbildungen

EINLEITUNG

Der Goaßelesee liegt auf 2145 m ü. d. A. in der Reißeckgruppe östlich der Staffenhöhe (2336 m) und etwa 1 km südlich der Mühldorfer Speicherseen (Abb. 1 und 2). Geologisch befindet sich der See im sogenannten „Tauernfenster" im Altkristallin. Der Untergrund besteht aus vorpermischen Zentralgraniten und Gneisen (KAHLER, 1974). Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 1400 mm (TSCHERNUTTER, 1982).

In der Zeit vom 4. bis zum 5. September 1984 wurde der See ausgelotet, limnochemische, biologische und fischereiliche Untersuchungen wurden durchgeführt.

METHODEN

Auslotung

Die Lotungen wurden mit einem transportablen Echolot der Fa. SEAFARER durchgeführt, nachdem an den Profilen in m-Abständen markierte Schnüre gespannt worden waren. Auf diese Weise konnten einerseits die Längen der Profile sowie die Punkte der Tiefenlotung exakt angegeben werden. Die Tiefenwerte der Lotung wurden auf eine Seekarte übertragen, welche nach einem Luftbild der BA für Eich- und Vermessungswesen

* Wir danken Herrn Otto HOPFGARTNER für die Unterstützung der Arbeit.

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

gezeichnet wurde. Die Auswertung der Lotungen sowie die Berechnung der morphometrischen Parameter erfolgten in Anlehnung an die Arbeit von HÅKANSON (1981).

Limnochemie

Probenentnahme: „Lunzer Wasserschöpfer" (RUTTNER, 1962) mit einem Quecksilberthermometer (Graduierung 0,1° C).

Sauerstoff: Bestimmung nach WINKLER.

pH: Potentiometrisch, Radiometer Copenhagen M 62, bez. konduktometrisch durch Titration mit 0,001 nHCl.

Alkalinität: Titration mit 0,1 nHCl – Endpunkt pH 4,3.

Leitfähigkeit: WTW Digi 610.

Nitrat-Stickstoff: Colorimetrische Bestimmung mit Natriumsalicylat.

Nitrit-Stickstoff: Colorimetrische Bestimmung mit Sulfanilamid.

Ammonium-Stickstoff: Colorimetrische Bestimmung als Indophenol.

o-Phosphat-Phosphor, P.-gel. und P-tot.: Molybdänblaureaktion (SCHMID u. AMBÜHL, 1965), Aufschluß mit Kalium-Peroxidisulfat.

Alkali-, Erdalkali- und Schwermetalle: Atomabsorptionsspektroskopie, Perkin-Elmer 360.

Chlorid, Sulfat: HPLC, Perkin-Elmer, Serie 10.

Kieselsäure: Colorimetrische Bestimmung als Silico-Molybdän-Säure.

Chlorophyll: Bestimmung nach NUSCH und PALME (1975).

Phytoplankton: Biomassebestimmung durch direkte Zählung (UTERMÖHL, 1958).

Sichttiefe: SECCHI-Scheibe von 25 cm Durchmesser.

Fischerei

Im Goaßelesee wurden 5 Stellnetze mit Maschenweiten von 10 bis 34 mm (von Knoten zu Knoten) senkrecht zum Ufer gesetzt. Die Netze waren in Tiefen zwischen 1 und 5 m exponiert. Ein Teil der untersuchten Fische wurde von Herrn Otto HOPFGARTNER mit der Kunstfliege gefangen.

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

Abb. 1: Goaßelesee vom Südwesten, 2145 m ü. d. A.

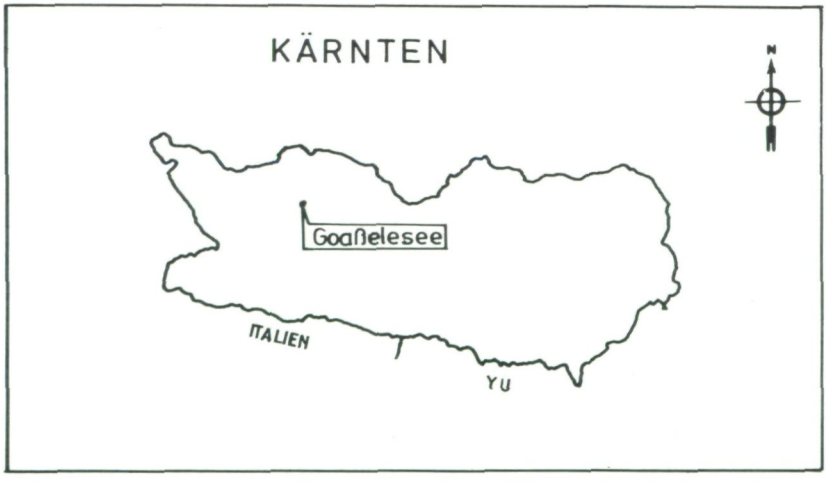

Abb. 2: Lage des Goaßelesees in Kärnten (46°54'12''N, 13°22'20''E).

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

ERGEBNISSE

Morphometrie des Seebeckens

In Abb. 3 sind der Uferverlauf, die Tiefenverhältnisse und die Lage des oberirdischen Zuflusses, welcher in einem breiten Schuttkegel einmündet und sich bis in größere Tiefen nachweisen läßt, zu sehen. Die Ufer werden ausschließlich von Felsen und Schutthalden gebildet. Der Goaßelesee hat eine einfache Beckenform, die „Seebecken-Rauheit als Maß für Unregelmäßigkeiten" hat den Wert von 3,0. Die hypsographische Kurve (Abb. 4) zeigt, daß die Unterwasserböschungen des Goaßelesees zwischen 2 und 4 m am steilsten sind. Aus der Schichtlinienkarte wurden die Flächeninhalte der Isobathen in Meterabständen sowie die Volumina zwischen den Schichtenlinien (Tab. 1) und die morphometrischen Parameter (Tab. 2) errechnet.

Tab. 1: Flächeninhalte der Isobathen und Volumina der einzelnen Tiefenschichten im Goaßelesee

TIEFE (m)	FLÄCHE (m^2)	TIEFENSTUFE (m)	VOLUMEN (m^3)
0	8730	0–1	7806
1	6882	1–2	6088
2	5293	2–3	4877
3	4460	3–4	4083
4	3705	4–5	2989
5	2272	5–6	1352
6	431		

Tab. 2: Morphometrische Parameter des Goaßelesees

Maximale Länge	L_{max}	143	m
Maximale Breite	B_{max}	73	m
Mittlere Breite	$\overline{B}$	61	m
Maximale Tiefe	D_{max}	6,0	m
Mittlere Tiefe	$\overline{D}$	3,1	m
25% der Fläche liegen unter	D_{25}	5,1	m
50% der Fläche liegen unter	D_{50}	3,1	m
75% der Fläche liegen unter	D_{75}	1,2	m
Relative Tiefe	D_r	5,7	%
Hauptachse des Sees		O–W	
Uferlänge	l_o	418	m
Gesamtfläche	A	8.730	m^2
Volumen	V	27.193	m^3
Uferentwicklung	F	1,3	
Seegrundrauheit	R	3,0	
Volumenentwicklung	V_d	1,6	

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

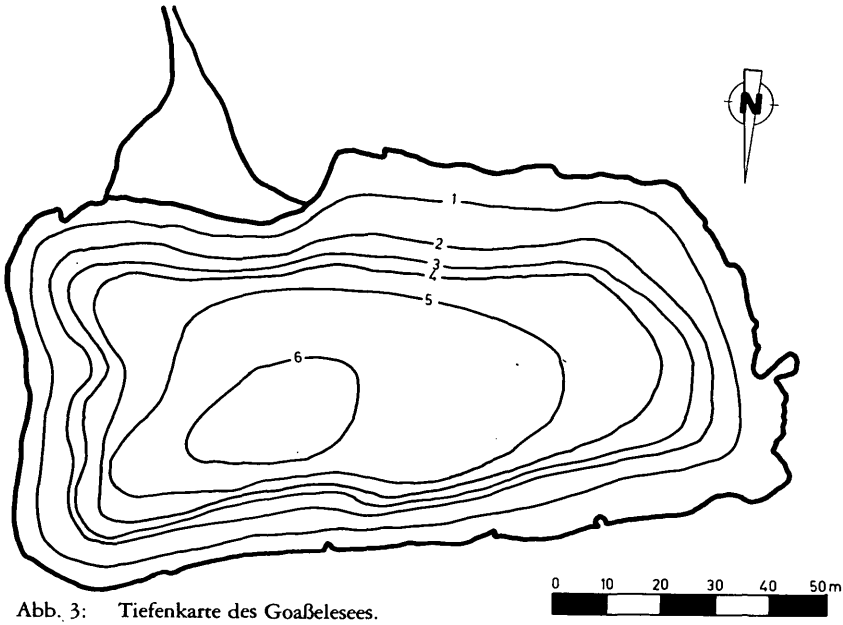

Abb. 3: Tiefenkarte des Goaßelesees.

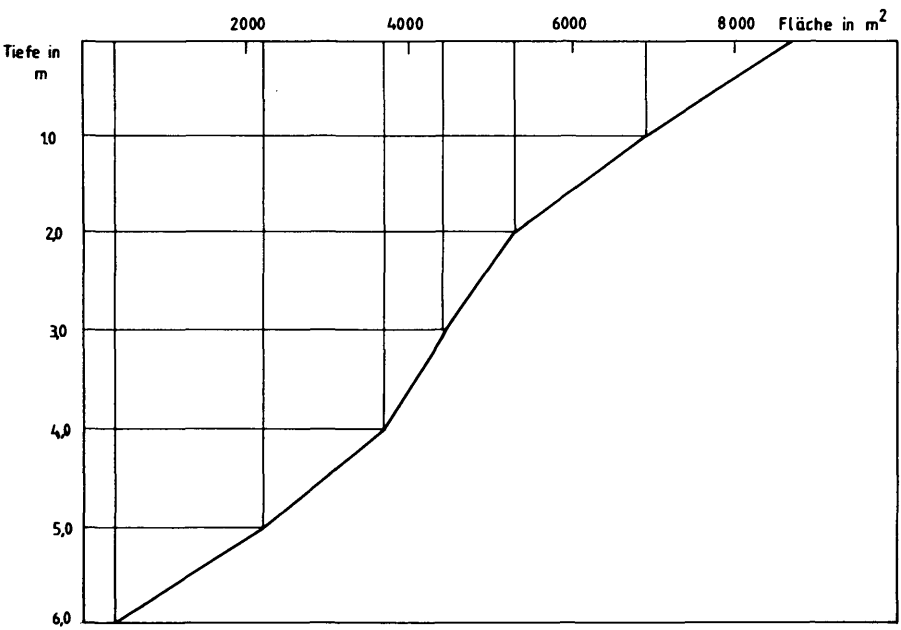

Abb. 4: Hypsographische Kurve des Goaßelesees.

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

Horizontüberhöhung

In Hochgebirgsseen wird die für die Erwärmung des Sees wesentliche Sonneneinstrahlung durch die Horizontüberhöhung beschränkt. Eine Untersuchung der Horizontüberhöhung gibt Hinweise über das Ausmaß der Sonneneinstrahlung. In Abb. 5 ist die Horizontüberhöhung für den tiefsten Punkt des Goaßelesees dargestellt. Eingetragen sind die Sonnenbahnen für den 21. 3., 21. 6., 21. 9. und 21. 12. Es läßt sich erkennen, daß 42% des Himmels durch Berge abgedeckt werden. Von einer theoretisch möglichen Sonnenscheindauer stehen am 21. 6. 64%, am 21. 3. und 21. 9. 68% und am 21. 12. nur 43% für die Erwärmung des Sees zur Verfügung.

Temperatur, optische Eigenschaften und Chemismus

Temperatur und Sichttiefe

Zum Zeitpunkt der Probenentnahme war keine ausgeprägte thermische Schichtung zu beobachten. Die Oberflächentemperatur betrug 11,7° C, über Grund in 6 m waren noch 10,4° C meßbar. Die Sichttiefe war höher als bis zum Grund, also mehr als 6 m.

Chemismus

Die Werte für die Leitfähigkeit (20–23 mS/m) sind entsprechend dem geologischen Untergrund analog zu anderen Hochgebirgsseen im Kristallin sehr gering. Ebenso niedrig lagen dementsprechend auch die Werte der Alkalinität (zwischen 80 und 110 μeq/l, was einer Karbonathärte von 0,25° dH entspricht). Der pH-Wert lag mit 6,22 bis 6,30 im leicht sauren Bereich.

Der Sauerstoffgehalt des Goaßelesees fand sich in der gesamten Wassersäule mit Werten zwischen 8,98 und 9,25 mg/l im Bereich der vollständigen Sättigung.

Für die anorganischen Stickstoff-Fraktionen zeigte sich im gesamten Wasserkörper keine ausgeprägte Schichtung. Die Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen betrugen 207–230 μg/l und machen immerhin fast 10% der Anionen aus.

Nitrit-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Phosphor, Kieselsäure, Sulfat, Chlorid sowie die Alkali- und Erdalkalimetalle waren nur in relativ geringen Mengen vorhanden (Tab. 3).

Beim Gesamtphosphor zeigt sich jedoch eine deutliche Konzentrationserhöhung über Grund (48,5 μg/l), was auf eine leichte Eutrophierung hinweist. Die Konzentration von Mangan schwankte zwischen 7,2 und 24,6 μg/l, wobei der höchste Gehalt auch über Grund meßbar war. Eisen fand sich nur in Spuren (Tab. 3).

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

Tab. 3: Goaßelesee, 05-09-84, Sichttiefe 6 m

Tiefe (m)	1	3	5
Temperatur (°C)	11,7	11,1	10,4
el. Leitfähigkeit (µS/cm)	22	20	23
O_2 (mg/l)	8,98	9,25	9,08
Alkalinität (mval/l)	0,09	0,08	0,11
pH	6,28	6,22	6,3
NO_3-N (µg/l)	230	207	215
NO_2-N (µg/l)	2,4	2,2	1,6
NH_4-N (µg/l)	26	9	13
PO_4-P (µg/l)	0,1	0,3	0,5
P-gelöst (µg/l)	3,5	4	4,5
P-total (µg/l)	8	9	48,5
SiO_2 (mg/l)	1,8	1,9	2,6
SO_4 (mg/l)	3,56	2,67	3,33
Cl (mg/l)	0,15	0,18	0,4
Na (mg/l)	0,55	0,84	0,78
K (mg/l)	0,74	0,81	1
Ca (mg/l)	2,4	2,4	2,5
Mg (mg/l)	0,2	0,3	0,3
$Chlorophyll_a$ (µg/l)	0,2	0,4	1,6
Phaeophytin (µg/l)	0,6	0,4	2,4
Zn (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05
Fe (mg/l)	<0,05	0,06	0,07
Mn (µg/l)	12,5	7,2	24,6

Zur Frage der Versauerung

Aufgrund der Untersuchung einer möglichen Versauerung mit Hilfe von Versauerungsmodellen konnte festgestellt werden, daß beim Goaßelesee ein Versauerungsprozeß noch nicht stattgefunden hat, jedoch aufgrund der geringen Pufferkapazität (Summe von Kalzium und Magnesium) im Verhältnis zur Größe der Versauerungsparameter Sulfat und Nitrat eine gewisse Versauerungsgefährdung gegeben ist (HONSIG-ERLENBURG und PSENNER, 1986).

Aufgrund der chemischen Untersuchung des Sediments konnte eine historische Hangrutschung im Einzugsgebiet des Goaßelesees festgestellt werden. Auch konnte eine leichte Eutrophierung des Sees in letzter Zeit, vor allem durch das Ansteigen des Chlorophyllgehaltes, beobachtet werden. Dies deckt sich auch mit den chemischen Wasseruntersuchungen (u. a. starkes Ansteigen von Phosphor und Chlorophyll über Grund).

Durch die Sedimentuntersuchungen wurde außerdem eine geringe, zwar nicht eindeutige Versauerung konstatiert (STEINBERG et al., 1986). Durch die Untersuchung von Diatomeengesellschaften im Sedimentkern läßt sich bisher kein Einfluß von versauernden Niederschlägen auf den See nachweisen. Die aus den Diatomeengesellschaften berechneten pH-Werte (6,0) können für einen See im kristallinen Grundgebirge als natürlich angesehen werden (ARZET et al., 1986).

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

Phytoplankton

Entsprechend den geringen Nährstoffverhältnissen war auch der Phytoplanktongehalt des Goaßelesees am 5. 9. 1984 sehr gering. Die Algenbiomasse in der Wassersäule von 0 m bis Grund betrug nur 1,6 g/m², der Durchschnittswert von 0 bis 6 m 228 mg/m³.

Die prozentuelle Algenzusammensetzung der Algengruppen, die am Aufbau der Biomasse beteiligt waren, ist aus Tab. 4 ersichtlich.

Tab. 4: Algenspektrum im Goaßelesee am 5. 9. 1984

Dinophyceen:	31%	Diatomeen:	15%
Chlorophyceen:	23%	Cryptophyceen	11%
Chrysophyceen:	19%	Cyanophyceen	< 1%

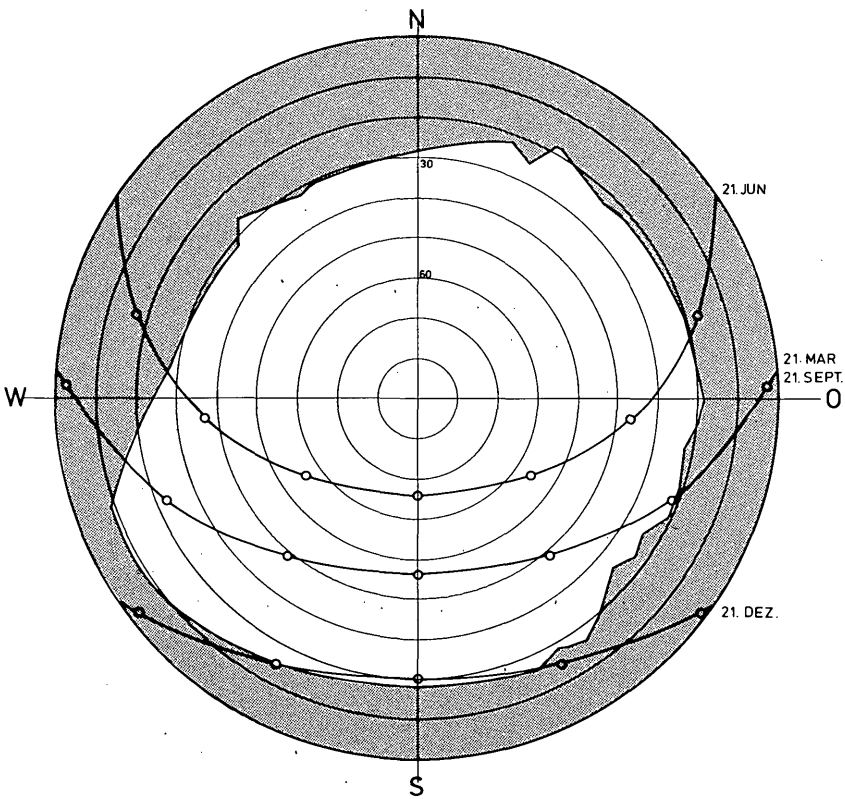

Abb. 5: Horizontüberhöhung mit Sonnenbahnen, gezeichnet für die Oberfläche des Goaßelesees ober dem tiefsten Punkt.

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

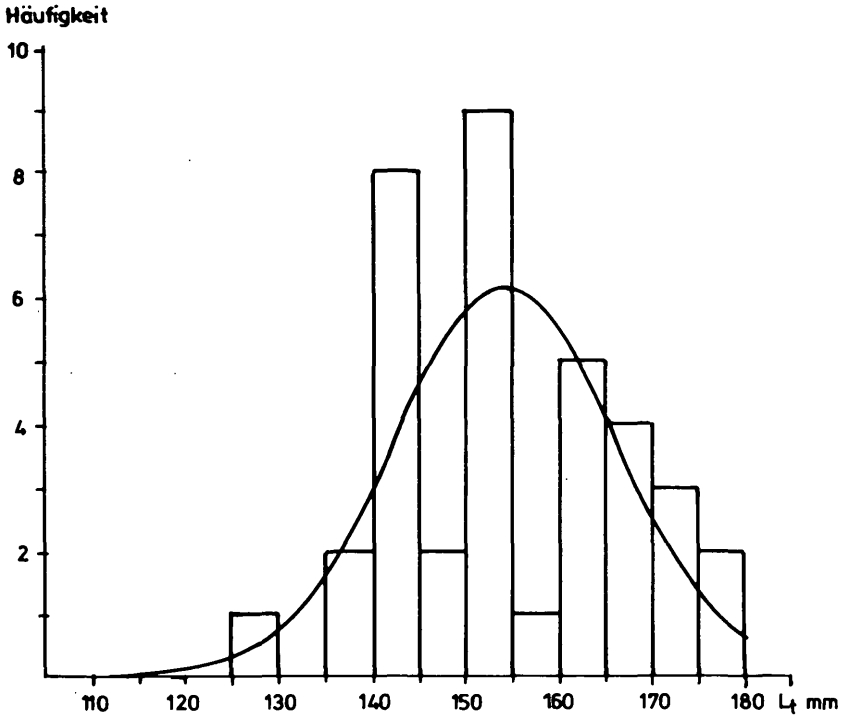

Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der Längen der Seesaiblinge.

Folgende Arten wurden bestimmt:

Tab. 5: Artenliste des Phytoplanktons im Goaßelesee

Cyanophyceen:	*Oscillatoria* sp.
Chrysophyceen:	*Uroglena* sp., *Chrysidiastrum catenatum, Dinobryon* sp.
Diatomeen:	*Melosira distans, Melosira italica, Melosira* sp., *Cyclotella* sp., *Synedra acus, Asterionella formosa, Tabellaria flocculosa, Nitschia* sp.
Dinophyceen:	*Gymnodinium uberrimum, Gymnodinium sp., Peridinium inconspicuum, Gymnodinium helveticum*
Cryptophyceen:	*Cryptomonas* sp.
Chlorophyceen:	μ-Algen, coccale Formen, *Sphaerozosma granulatum, Staurodesmus* sp.

Melosira sp. trat nur über Grund auf. Im Sediment wurden neben den beiden angeführten Melosira-Arten noch *Melosira lirata var. lirata* und *Melosira ampigua* gefunden (ARZET et al., 1986).

Der Chlorophyll$_a$-Gehalt der Wassersäule von 0 bis 5 m betrug 3,7 mg/m^2. Dieser niedere Wert entspricht der geringen Algenbiomasse. Der Prozentanteil des Chlorophyll$_a$ an der Gesamtbiomasse lag bei 0,27%. Die Anteile in den einzelnen Tiefenstufen zeigten einen geringen Chlorophyll$_a$-Gehalt der Algen an der Oberfläche (0,09%), aber einen hohen Gehalt über Grund (0,80%). *Melosira* bildete hier 60% der Biomasse.

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

Fische

Für die Untersuchung standen 42 Stück Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus* L.) zur Verfügung. Auch bei den Saiblingen des Goaßelesees handelt es sich um eine Schwarzreuterpopulation, eine Zwergform hochgelegener und nährstoffarmer Seen. Die Fische sind sehr schlank und haben einen annähernd runden Querschnitt. Das Maul ist vorderständig, die Maulspalte reicht nicht über den Hinterrand des auffallend großen Auges hinaus. Die Rücken der Fische waren grau bis bräunlich mit metallischem Glanz, die Seiten bräunlich und hatten z. T. Jugendflecken. Auf den Seiten waren kleine weiße Tupfen ohne Rand. Die Bäuche waren weiß bis grau, größere Individuen zeigten die typische rosa- bis orangerote Färbung, welche auf eine Laichreife hindeutet. Während die Rückenflossen grau waren, hatten alle Flossen unterhalb der Seitenlinie eine gelbe bis orange Tönung.

Meristische Parameter

Zur Beschreibung der Population wurden die bei Seesaiblingsuntersuchungen üblichen meristischen Parameter erhoben und in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tab. 6: Gemessene Parameter der Seesaiblinge des Goaßelesees

		N	Einh.	Bereich	$\bar{x}$	St. Dev.
L_t		42	mm	129–177	153,62	11,61
Gewicht		43	g	22,4–36,8	28,7	3,85
Kondition		38		0,55–1,09	0,801	0,11
Saturität		37	% d. Gew.	0,2–3,0	1,11	0,96
Maturität ♀		23	% d. Gew.	1,74–8,47	4,05	1,96
Maturität ♂		18	% d. Gew.	1,34–4,52	2,93	0,81
Pylorusschläuche		30		23–48	34,73	6,05
Kiemenreusendornen	(links)	43		21–29	24,72	1,86
Augendurchmesser		22	% d. L_t	4,29–6,13	4,89	0,37
Flossenstrahlen	D	22		10–14	12,77	1,15
Flossenstrahlen	P	22		10–15	12,82	1,05
Flossenstrahlen	V	22		8–9	8,77	0,43
Flossenstrahlen	A	21		10–12	11,33	0,58

Die Zahl der Flossenstrahlen, der Kiemenreusendornen sowie der Pylorusschläuche entspricht derer anderer Schwarzreuterpopulationen der Alpen (HONSIG-ERLENBURG et al., 1983). Die relativen Augendurchmesser sind mit durchschnittlich 4,89% der Körperlänge gering. Die Seesaiblinge des Melniksees hatten mit 6,91% der L_t wesentlich größere Augen. Die Feststellung, daß kleine Saiblinge ganz allgemein relativ größere Augen haben als größere (HAEMPEL, 1924, und SCHULZ, 1979), wurde statistisch geprüft und konnte nicht bestätigt werden.

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

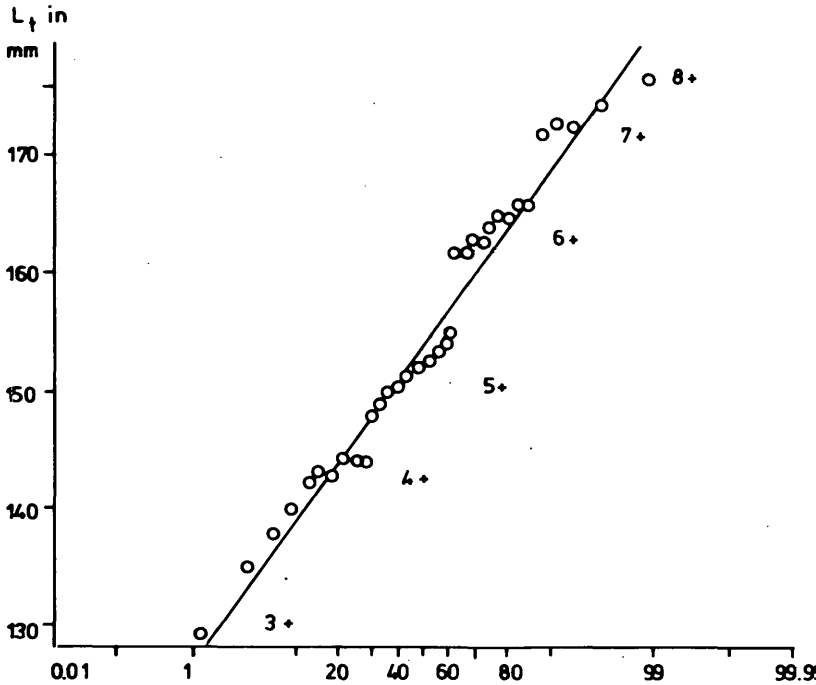

Abb. 7: Wahrscheinlichkeitsdarstellung der Längen mit Altersklassen.

Wachstum der Seesaiblinge

Die Seesaiblingspopulation des Goaßelesees ist kleinwüchsig, der kleinste gefangene Fisch hatte eine Länge von 129 mm, der größte 177 mm. Der Mittelwert beträgt 153,62. Die Längenverteilung ist der Abb. 6 zu entnehmen. Das Alter der Fische wurde anhand gut lesbarer Otolithen ermittelt. Die Methode der Altersbestimmung ist bei SCHULZ (1977) beschrieben. Die Fische gehörten der Altersklasse 3^+ bis 8^+ an. Nachdem die Fische im September 1984 gefangen worden waren, hatte z. B. der älteste Fisch im Winter 1983/84 seit dem Zeitpunkt des Schlüpfens 8 Jahre lang gelebt. Zum Zeitpunkt des Fanges war er noch nicht 9jährig. Diese Altersklasse wird folglich mit 8^+ bezeichnet. Das Wachstum der Seesaiblinge des Goaßelesees war sehr gleichmäßig und konnte mit einer Wahrscheinlichkeitsdarstellung der Längen gut überprüft werden (Abb. 7).

Um eine vollständige Abwachskurve zu erhalten, wurde ein mittleres Wachstum aller untersuchten Fische aus der Anlagerung der Zuwachsringe auf den Otolithen nach der Methode von LEA (1910) rückberechnet (Abb. 8). Im Vergleich mit Schwarzreuterpopulationen anderer Seen ist

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

der Seesaibling des Goaßelesees mit mittleren Längen von 153,6 mm relativ klein. STEINER (1972) beschrieb vom Mölsersee (2238 m ü. d. A.) und vom Schwarsee ob Sölden (2792 m ü. d. A.) Seesaiblingspopulationen in mittleren Längen von 180 mm. Auch die Melnikseesaiblinge mit einer durchschnittlichen Länge von 167,6 mm waren deutlich größer. Deutlich kleiner waren die Seesaiblinge des Dösener Sees bei Mallnitz mit einer mittleren Länge von 119,4 mm (BALON und PENCZAK, 1980).

Länge-Gewicht-Beziehung

Zur Beschreibung der körperlichen Verfassung und des Ernährungszustandes wird bei Fischen die Kondition (k) mit

$$k = \frac{\text{Gewicht (g)} \times 10.000}{\text{Länge (mm)}^3}$$

nach TESCH (1971) ausgedrückt. Die Kondition hatte einen Mittelwert von 0,801 bei einem Bereich von 0,55 bis 1,09. Diese Werte entsprechen sehr gut den Korpulenzfaktoren anderer Seesaiblingspopulationen im Gebirge. In Abb. 9 ist die Beziehung zwischen der Gesamtlänge und dem Gewicht dargestellt, sie folgt der Funktion

$$G\ (g) = 0{,}020675 \times L\ (mm)^{1{,}43795}.$$

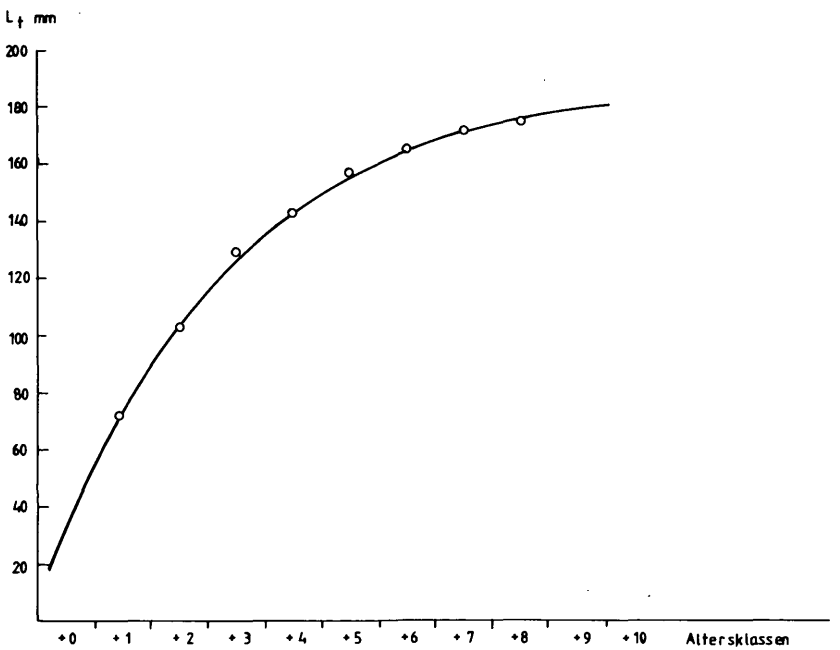

Abb. 8: Rückberechnete Längen der Seesaiblinge.

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

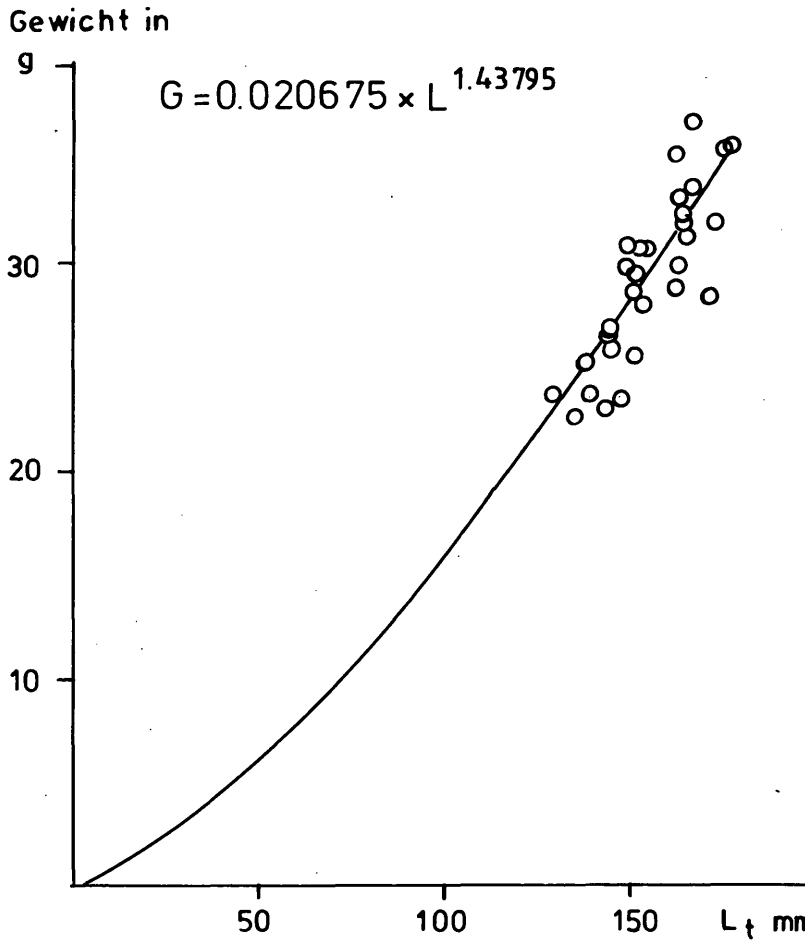

Abb. 9: Länge-Gewicht-Beziehung der Seesaiblinge im Goaßelesee.

Eine ungleichmäßige Verteilung der Konditionsfaktoren wurde überprüft, und es zeigte sich, daß der Konditionsfaktor bei den Seesaiblingen des Goaßelesees mit der Länge korreliert ist (Abb. 10). Kleine Individuen hatten demnach eine deutlich bessere Kondition als große Individuen.

Nahrungsaufnahme

Bei allen gefangenen Saiblingen wurde der Mageninhalt untersucht. Nur zwei Saiblinge hatten einen leeren Magen, d. h. sie hatten vor dem Fang keine Nahrung aufgenommen oder bereits verdaut. Der Inhalt des Magens wurde gewogen und als Saturität in % des Körpergewichtes angegeben. Bei

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

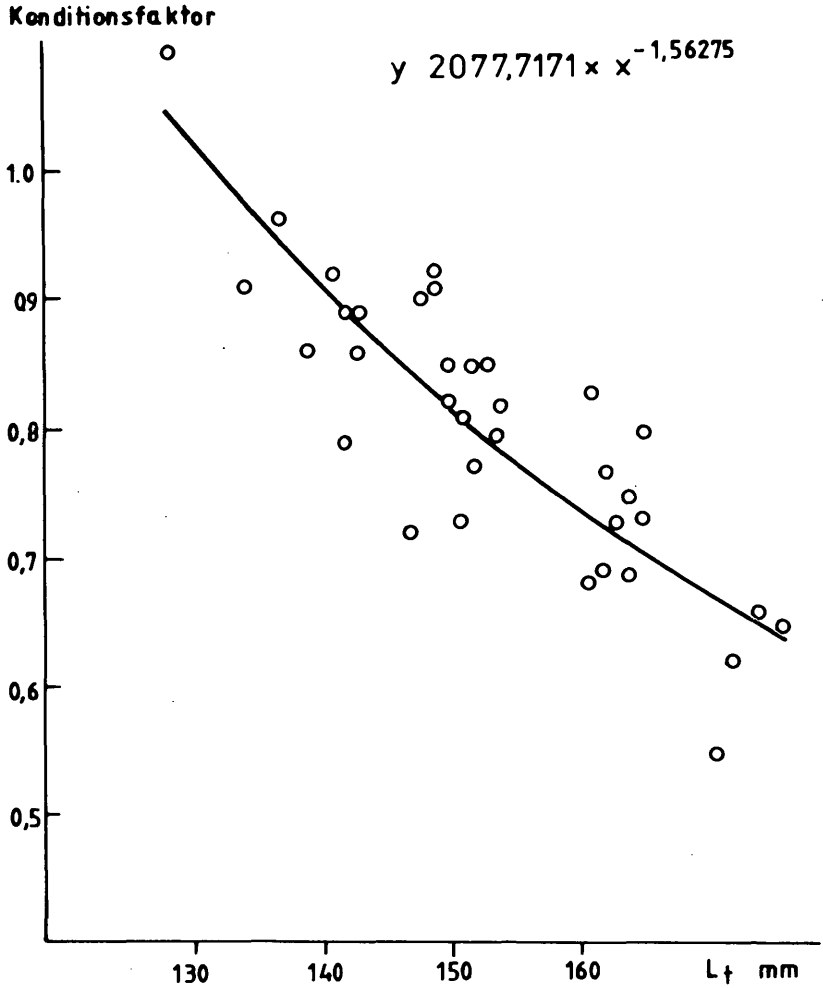

Abb. 10: Beziehung zwischen mit Längen und Kondition.

einer Variationsbreite von 0,2 bis 3,0% betrug das Mittel 1,11% (St. Abw. 0,96). Eine Beziehung zwischen Länge und Saturitätsgrad konnte nicht nachgewiesen werden. Der Mageninhalt wurde in folgende Nahrungskomponenten aufgeteilt:

Bodenfauna (hauptsächlich Mollusken), Zooplankton, Anflug (auch schlüpfende Insekten) und Pflanzenreste.

Das prozentuelle Nahrungsspektrum wurde auf Fische unterschiedlicher Längenklassen aufgeteilt (Tab. 7). Es läßt sich herauslesen, daß kleinere

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

Individuen mehr Zooplankton und Anflug aufnehmen, große Individuen nehmen hauptsächlich Bodenfauna auf.

Tab. 7: Nahrungsspektrum der Seesaiblinge des Goaßelesees

Längenklassen in mm	129–140	141–150	151–160	161–170	171–180
Bodenfauna (%)		34,4	70,0	51,1	80,0
Zooplankton (%)	20	62,5	29,0	8,9	20,0
Anflug schlüpfender Insekten (%)	80	2,8		38,9	
Pflanzenreste (%)		0,3	1,0	1,1	

Fortpflanzung

Bei den untersuchten Fischen waren 23 Weibchen und 18 Männchen. Ein Teil der Fische hatte bereits Laichfärbung. Die Maturität (Reifegrad) ist das Maß für den Entwicklungszustand der Keimzellen eines Fisches und wird in Prozent des Körpergewichtes angegeben. Nach PECHLANER (1969) können Seesaiblinge als geschlechtsreif angesprochen werden, wenn das Gonadengewicht der Männchen 1% und das der Weibchen 2% des Körpergewichtes übersteigt. Die Männchen der Seesaiblinge des Goaßelesees hatten einen mittleren Reifegrad von 2,93% (St. Abw. 0,81) bei einer Variationsbreite von 1,34 bis 4,52%. Der Reifegrad der Weibchen betrug im Durchschnitt 4,05% (St. Abw. 1,96) bei einer Variationsbreite von 1,74 bis 8,47%. Nur bei zwei Weibchen waren die Eier locker, die Gonaden hatten den Reifezustand VI nach NIKOLSKY (1963). Dies läßt darauf schließen, daß die Seesaiblinge des Goaßelesees ebenso eine frühe Laichzeit haben wie die Seesaiblinge des Melniksees. Diese müßte im September oder spätestens Anfang Oktober liegen.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Goaßelesee (2145 m SH) hat eine verhältnismäßig einfache Beckenform. Bei einer Fläche von 0,87 ha weist er eine maximale Tiefe von 6,0 m auf. Die Unterwasserböschungen sind zwischen 2 und 4 m am steilsten. Die Untersuchung der Horizontüberhöhung läßt erkennen, daß 42% des Himmels durch Berge abgedeckt werden.

Da sich der gesamte Wasserkörper im Sommer auf mehr als 4,0°C erwärmt, zählt der See zu den oberflächenwarmen Hochgebirgsseen. Zum Zeitpunkt der Probenentnahme, am 5. 9. 1984, betrug die Oberflächentemperatur 11,7°C.

Entsprechend dem geologischen Untergrund ist das Wasser des Melniksees elektrolytarm, hatte maximale Leitfähigkeitswerte von 23 mS/m, eine Karbonathärte von 0,25° dH und lag mit einem pH-Wert zwischen 6,22 bis 6,30 deutlich im sauren Bereich.

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

Der gesamte Wasserkörper war mit Sauerstoff gesättigt. Der Gehalt an den Pflanzennährstoffen Stickstoff und Phosphor war generell gering, beim Gesamtphosphor zeigt sich jedoch eine deutliche Konzentrationserhöhung bis zu 48,5 µg/l über Grund. Die Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen machen mit 207 bis 230 µg/l immerhin fast 10% der Anionen aus.

Eine bereits eingetretene Versauerung konnte aufgrund der Anwendung von Versauerungsmodellen, Sedimentuntersuchungen sowie Untersuchungen von Diatomeengesellschaften im Sedimentkern nicht eindeutig nachgewiesen werden, jedoch ist für den See eine Versauerungsgefährdung gegeben. Die Sichttiefe betrug zum Zeitpunkt der Probenentnahme 6 m (bis zum Grund). Die Biomasse in der Wassersäule zwischen 0 bis 6 m war mit 1,6 g/m^2 gering.

Die Algen bestanden zu 31% aus Dinophyceen, 23% Chlorophyceen, 19% Chrysophyceen, 15% Diatomeen, 11% Cryptophyceen und weniger als 1% aus Cyanophyceen.

Der Chlorophyll$_a$-Gehalt der Wassersäule von 0 bis 5 m war mit 3,7 mg/m^2 relativ gering, wobei jedoch im Verhältnis zu den anderen Tiefenstufen über Grund der Anteil sehr hoch war. Aufgrund von Sedimentuntersuchungen konnte eine leichte Eutrophierung des Sees in letzter Zeit durch das Ansteigen des Chlorophyllgehaltes beobachtet werden.

Es wurden 42 Stück Seesaiblinge mit Längen zwischen 129 und 177 mm untersucht.

Die Fische gehörten den Altersklassen von 3^+ bis 8^+ an. Die meristischen Parameter entsprachen denen anderer Schwarzreuterpopulationen. Das Wachstum war sehr gleichmäßig, im Vergleich mit Schwarzreuterpopulationen anderer Seen ist der Seesaibling des Goaßelesees mit mittleren Längen von 153,6 mm relativ klein.

Die durchschnittliche Kondition (K) betrug zum Zeitpunkt der Untersuchung 0,8 und entspricht sehr gut den Korpulenzfaktoren anderer Seesaiblingspopulationen im Gebirge.

Die Fische hatten einen durchschnittlichen Saturitätsgrad von 1,11%. Kleinere Individuen nehmen mehr Zooplankton und Anflug auf, große Fische hauptsächlich Bodenfauna.

Ein Teil der im September gefangenen Fische hatte bereits Laichfärbung, der Reifegrad der Männchen betrug 2,9%, der Weibchen im Durchschnitt 4,05%. Die Seesaiblinge des Goaßelesees haben eine ebenso frühe Laichzeit wie die Seesaiblinge des Melniksees (September bis spätestens Anfang Oktober).

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

LITERATUR

ARZET, K., C. STEINBERG, R. PSENNER and N. SCHULZ (1986): Diatom distribution and diatom inferred pH in the sediment of four alpine lakes. – Hydrobiologia 143: 247–254.

BALON, E. K., and T. PENCZAK (1980): The dwarfed charr of Dösener See, an alpine lake in Austria. – In: CHARRS, Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus*. – Edit. E. K. BALON, W. JUNK b. v. Publishers. The Hague: 773–794.

HAEMPEL, O. (1924): Studien am Seesaibling mehrerer Alpenseen. – Verh. Int. Verein. Limnol. 2.

HÅKANSON, L. (1981): A manual of lake morphometry. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York: 78 pp.

HONSIG-ERLENBURG, W., und R. PSENNER (1986): Zur Frage der Versauerung von Hochgebirgsseen in Kärnten. – Carinthia II, 176./96.: 443–461.

HONSIG-ERLENBURG, W., N. SCHULZ, G. DEISINGER und K. KANZ (1983): Erste limnologische Untersuchungen im Melniksee (Kärnten, Österreich). – Carinthia II, 173./93.: 185–204.

KAHLER, F. (1974): Aus der Geologie Kärntens. – In: Die Natur Kärntens, Joh. HEYN, Klagenfurt: 7–137.

LEA, E. (1910): On the methods used in herring investigations. – Publ. Circonst. Cons. perm. int. Explor. Mer., 53: 7–174.

NIKOLSKY, G. V. (1963): The ecology of fishes. – Academic Press, London and New York: 252 pp.

NUSCH, A., und G. PALME (1975): Biologische Methoden für die Praxis der Gewässeruntersuchung. – „gwf" Wasser/Abwasser 116: 562–565.

PECHLANER, R. (1969): Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden. – Zool. Anz., Suppl. 32: 750–757.

RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie. – Walter de Gruyter & Co, Berlin, 1962.

SCHMID, M., und H. AMBÜHL (1965): Gesamtphosphorbestimmung. – Schweiz. Z. f. Hydrol. 27, 184–192.

SCHULZ, N. (1977): Untersuchungen zum Problem der Seesaiblinge des Achensees (Tirol, Österreich). – Veröffentl. d. Mus. Ferdinandeum Innsbruck 57: 79–102.

STEINBERG, C., W. BECKSTETTE, R. PSENNER and N. SCHULZ (1986): Chemical sediment stratigraphy of high alpine lakes. – Hydrobiologia 143: 343–348.

STEINER, V. (1972): Die Temperaturtoleranz des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.). – Dissertation aus dem Zoologischen Institut der Universität Innsbruck: 146 pp.

TESCH, F. W. (1971): Age and growth. – IBP Handbook No. 3: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters (Ed. by W. E. RICKER). – 2. Auflage: 89–130. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.

TSCHERNUTTER, P. (1982): Niederschläge in Kärnten 1951 bis 1980. – Amt d. Ktn. Landesreg., Abt. Landesplanung, Klagenfurt 1982: 175 pp.

UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. – Mitt. Int. Verein Limnol. 9: 1–38.

Anschrift der Autoren: Dr. Norbert SCHULZ, DI Gerhild DEISINGER, Dr. Wolfgang HAFNER und Dr. Wolfgang HONSIG-ERLENBURG, Kärntner Institut für Seenforschung, Flatschacher Straße 70, A-9020 Klagenfurt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 178_98

Autor(en)/Author(s): Deisinger Gerhild, Honsig-Erlenburg Wolfgang, Schulz Norbert, Hafner Wolfgang

Artikel/Article: Limnologische Untersuchungen am Goaßelesee (Kärnten, Österreich) 569-585