

isci zc. 014491/21/94
fan. mit zc. 04 4482/178/92

1992

FISCHBESATZ IN GEBIRGSSEEN
URSACHE DES ARTENSTERBENS IN ALPINEN
GEWÄSSERN ?

Projektendbericht 1993

Im Auftrag des BM für Umwelt, Jugend und Familie

und des

Vereins Nationalpark Kalkalpen

Mag.Dr.Christian JERSABEK
Mag.Dr.Robert SCHABETSBERGER
Susanne BROZEK

Salzburg, im März 1994

Fischbesatz in Gebirgsseen - Ursache des Artensterbens in alpinen Gewässern?

Projektendbericht 1993

Jersabek, Ch., Schabetsberger, R. & Brozek S.
Salzburg, im März 1994

Inhaltsverzeichnis

| | |
|------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Material und Methoden | 8 |
| 2.1. Vermessung der Seen | 8 |
| 2.2. Analytik | 8 |
| 2.3. Phytoplankton | 8 |
| 2.3.1. Probenentnahme | 8 |
| 2.3.2. Auswertung | 8 |
| 2.4. Zooplankton | 9 |
| 2.4.1. Probenentnahme | 9 |
| 2.4.2. Auswertung - Rotatoria | 10 |
| 2.4.3. Auswertung - Crustacea | 10 |
| 2.5. Fische und Amphibien | 11 |
| 2.5.1. Abundanzschätzung | 11 |
| 2.5.2. Analyse des Nahrungsspektrums | 14 |
| 2.5.3. "Enclosure"-Experimente | 16 |
| 3. Ergebnisse | 17 |
| 3.1. Limnochemie und Limnophysik | 17 |
| A) Großer Feichtauer See | 17 |
| B) Kleiner Feichtauer See | 19 |
| 3.2. Trophische Situation der Seen | 19 |
| A) Großer Feichtauer See | 19 |
| B) Kleiner Feichtauer See | 21 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Phytoplankton | 21 |
| 3.3.1. Biomassen | 21 |
| 3.3.2. Vertikale Verteilung | 23 |
| 3.3.3. Artenspektrum | 24 |
| 3.3.4. Größenspektrum der Arten | 25 |
| 3.4. Zooplankton | 26 |
| 3.4.1. Biomassen | 26 |
| 3.4.2. Vertikale Verteilung | 29 |
| 3.4.3. Artenspektrum und Ökologie | 34 |
| 3.4.4. Größenspektrum der Arten | 36 |
| 3.5. Fische und Amphibien | 39 |
| 3.5.1. Populationsgröße der laichreifen Elritzen im GFS | 39 |
| 3.5.2. Populationsgröße der Bergmolche im KFS | 39 |
| 3.5.3. Nahrungsanalysen | 40 |
| 3.5.4. "Enclosure-Experimente" | 42 |
| 4. Diskussion | 43 |
| 5. Zusammenfassung | 49 |
| 6. Literatur | 50 |
| 7. Anhang | 54 |
| 7.1. Glossar | 54 |
| 7.2. Artenlisten - Phytoplankton, Phytobenthos + Ufervegetation | 57 |
| 7.3. Artenlisten - Zooplankton, Zoobenthos + Vertebrata | 61 |
| 7.4. Chemietabellen | 65 |
| 7.5. Bathymetrische Karten | 74 |

1. Einleitung

Die Fischbestände in hochalpinen Lagen gehen meist auf künstliche Besatzmaßnahmen zurück, die schon im Mittelalter durchgeführt wurden. Urkunden aus dem 15. und 16. Jahrhundert belegen, daß unter Erzherzog Sigismund von Tirol (gestorben 1496) und Kaiser Maximilian (gest. 1519) viele Hochgebirgsseen Tirols mit Edelfischen besetzt wurden. Die Fischerei in dieser Höhenstufe diente den vornehmen Jagdgesellschaften bei Gems- und Steinbockjagden zur Bereicherung ihrer "Speisezettel" (Pechlaner, 1966).

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts waren im Salzburger Teil des Nationalparks Hohe Tauern insgesamt 18 Seen mit Bachforellen und/oder Seesaiblingen besetzt (Winding, 1991). Die Untersuchungen von Steiner (1987) in Tirol zeigen, daß allerdings in vielen der bisher unbesetzten Hochgebirgsseen Saiblinge überleben könnten.

Besatzmaßnahmen sind heute durch den Einsatz von Hubschraubern vergleichsweise einfach geworden. Schwer zu bekommen sind allerdings Setzlinge des heimischen Seesaiblings. In den meisten Fällen wird daher mit den aus der kommerziellen Fischzucht reichlich vorhandenen Jungfischen des faunenfremden, nordamerikanischen Bachsaiblings (*Salvelinus fontinalis*) oder mit verschiedenen Saibling-Hybriden besetzt (pers. Beobachtung). Durch unsere Untersuchungen an alpinen Seen konnten wir in den vergangenen 10 Jahren beobachten, daß diese Besatzmaßnahmen in Seen oberhalb der Waldgrenze wieder verstärkt durchgeführt werden, und zwar meist mit Forellen oder Bachsaiblingen.

Bereits bei unseren ersten faunistischen Bestandsaufnahmen an stehenden Gewässern des Sengengebirges zeigte sich ein eklatanter Unterschied in der Zusammensetzung des Planktons der beiden Feichtauer Seen (Faber, Jersabek & Schabetsberger, 1990; Jersabek & Schabetsberger, 1992 a). Die beiden Seen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der taxonomischen Zusammensetzung von Zoo- und Phytoplankton, wie auch in Bezug auf quantitative Aspekte der planktischen Primär- und Sekundärproduktion. An der Spitze der Nahrungspyramide stehen als vertebrierte Räuber im Kleinen Feichtauer See (KFS) Bergmolche (*Triturus alpestris*), im Großen Feichtauer See (GFS) Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) und

die erst vor wenigen Jahren eingesetzten Bachsaiblinge (*Salvelinus fontinalis*).

Während im KFS ein für Gewässer der subalpinen und alpinen Region durchaus typisches Crustaceenplankton vorhanden ist, es dominieren die bis zu 2 mm große Cladocere *Daphnia rosea* und der leuchtend rot gefärbte *Arctodiaptomus alpinus*, rekrutiert sich das Zooplankton des GFS zur Gänze aus einer für Gebirgsseen ungewöhnlich arten- und individuenreichen Rotatorienzönose. Daß diese Unterschiede als Folge eines gröbenselektiven Fischfraßes durch Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) im GFS interpretiert werden können, kann als mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit angenommen werden. Im Gegensatz zu Salmoniden, die nur bis zu einer bestimmten Körpergröße auch Plankton fressen, bleiben die nahrungsökologisch sehr plastischen Elritzen zeitlebens fakultativ planktivor. Zahlreiche eigene Beobachtungen auch in den Hohen Tauern untermauern die Tatsache, daß eine dauerhafte Koexistenz größerer euplanktischer Cladoceren und Copepoden mit planktivoren Fischen in ursprünglich fischfreien hochalpinen Seen nicht möglich ist (Jersabek & Schabetsberger, 1990, 1991, 1992 b; Schabetsberger, Jersabek & Gassner, 1994). Dagegen ist der Freßdruck der nur am Seeboden Nahrung aufnehmenden, jedoch fakultativ planktivoren Bergmolche (*Triturus alpestris*) vergleichsweise gering und reicht nicht für die Elimination pelagischer Crustaceenpopulationen (Schabetsberger, 1993).

Daß ein hoher Bestand an planktivoren Fischen grundsätzlich eine Verschiebung des Größenspektrums des Zooplanktons in Richtung kleinerer Arten oder Größenklassen bewirkt, ist seit dem Erkennen des strukturierenden Effekts, den einwandernde Fische auf das Zooplankton von zuvor fischfreien Seen zeigten, durch Brooks & Dodson (1965) limnologisches Gedankengut. Zur Erklärung des Phänomens formulierten die Autoren die sogenannte "size-efficiency-Hypothese" die sich, nach Überarbeitung von Hall *et al.* (1976), im Wesentlichen folgendermaßen darstellt:

Die Zusammensetzung des Zooplanktons ist das Resultat aus Konkurrenz und Prädation.

- 1) Filtrierende Zooplankter konkurrieren um kleine Partikel.
- 2) Große Zooplankter sind darin effektiver und nutzen zusätzlich größere Partikel ...
- 3) .. sie setzen sich daher bei geringem Raubdruck durch planktivore Fische durch.

- 4) Hoher Raubdruck durch gröbenselektiv fressende Fische eliminiert daher die großen Arten, kleine Zooplankter dominieren.
- 5) Mäßiger Druck trifft große Zooplankter mehr als die kleinen und macht Koexistenz möglich.

Umgelegt auf die Situation in Gebirgsseen ist nun v.a. Punkt 4 zu berücksichtigen, will man das Fehlen größerer Crustaceen in mit Fischen besetzten Seen erklären. Folgende Punkte verstärken hier den Effekt des selektiven Fischfraßes auf große Zooplankter in ursprünglich fischfreien Seen:

- Eine Räuber-Beute Koevolution war nicht möglich. Große und leicht sichtbare (häufig gefärbte!) Planktonkrebse sind daher an den Raubdruck durch optisch orientierte Fische nicht angepaßt.
- Die Reproduktionsstrategien von Crustaceen hochalpiner Seen sind nicht vergleichbar mit jenen von mit Fischen koexistierenden Arten tieferer Lagen. Univoltine Copepodenpopulationen, deren Entwicklungsstadien sich im kalten Wasser nur langsam entwickeln, sind daher besonders sensibel gegen planktivore Fische.
- Künstliche Fischbestände in den meist sehr produktionsarmen Gebirgsseen sind i.d.R. stark überhöht.

Handelt es sich bei der Elimination großer Crustaceen um einen direkten Effekt des selektiven Fischfraßes, pflanzen sich indirekte Effekte über das Zooplankton auch auf tiefer liegende trophische Ebenen wie das Algenplankton fort, das seinerseits wiederum direkten Einfluß auf das herbivore Zooplankton gewinnt.

Zur Beschreibung dieser in unterschiedlicher Richtung auf die Zusammensetzung von Artengemeinschaften wirkenden Kontrollmechanismen haben in neuerer Zeit die Begriffe "Top-down" und "Bottom-up" Aufnahme im ökologischen Fachjargon gefunden. Während also die negative Korrelation von Fischbestand und großen Crustaceen eine Folge von Top-down kontrollierten Effekten ("viele Räuber lassen wenig Beute übrig") ist, kann sich eine arten- und individuenreiche Zooplanktongemeinschaft nur in Gewässern mit einem sowohl

in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht reichhaltigen Futterangebot etablieren ("viel Beute kann viele Räuber ernähren" → Bottom-up). Ebenso wie auf quantitativer Ebene kann auch der qualitative Aspekt der Planktonzönose eine Kontrolle von unten (z.B. Abhängigkeit des rel. Anteils von Kieselalgen je nach Si:P-Verhältnis) oder eine Kontrolle von oben (Verschiebung zu schlecht freißbaren Phytoplanktonarten durch verstärktes Grazing) erfahren.

Ein zeitliches Alternieren von Bottom-up/Top-down kontrollierten Effekten läßt sich leicht anhand von Sukzessionsstudien an Seen beobachten. Ist das Maximum in der Phytoplanktonbiomasse und ein dem nachfolgender Anstieg der Herbivoren-Biomasse im Anschluß an die Frühjahrsvollzirkulation meist eine Folge eines kurzzeitigen Nährstoff- bzw. Primärproduktionsüberschusses im Epilimnion (Bottom-up), kann der darauffolgende Einbruch im Standing Stock der Algenbiomasse ("Klarwasserstadium") meist durch das Grazing herbivorer Zooplanktonarten erklärt werden (Top-down).

Persson *et al.* (1988) versuchten, einen Wechsel zwischen Top-down und Bottom-up mit der Zahl der trophischen Ebenen in einem Nahrungsnetz zu begründen (vertikal alternierende Kontrolle). Dabei wird berücksichtigt, daß zwischen einzelnen trophischen Ebenen max. 10-20 % der Energie und Stoffe transferiert werden, die Zahl der trophischen Ebenen und die jeweils höchste Ebene daher grundsätzlich Bottom-up gesteuert sind. Erhöhter Fraßdruck (z.B. durch Fische) auf die darunter liegende trophische Ebene (z.B. herbivore Crustaceen) führt zu einer Top-down gesteuerten Kontrolle der Beutetiere, wodurch deren Beute (z.B. Phytoflagellaten) vom von oben wirkenden Fraßdruck entlastet werden und sich wieder entsprechend dem Nährstoffangebot (Bottom-up) entfalten können, was wiederum eine Abnahme der Nährstoffe (Top-down) zur Folge hat. In dieser Weise wechseln sich Kontrolle von oben und Kontrolle von unten alternierend ab.

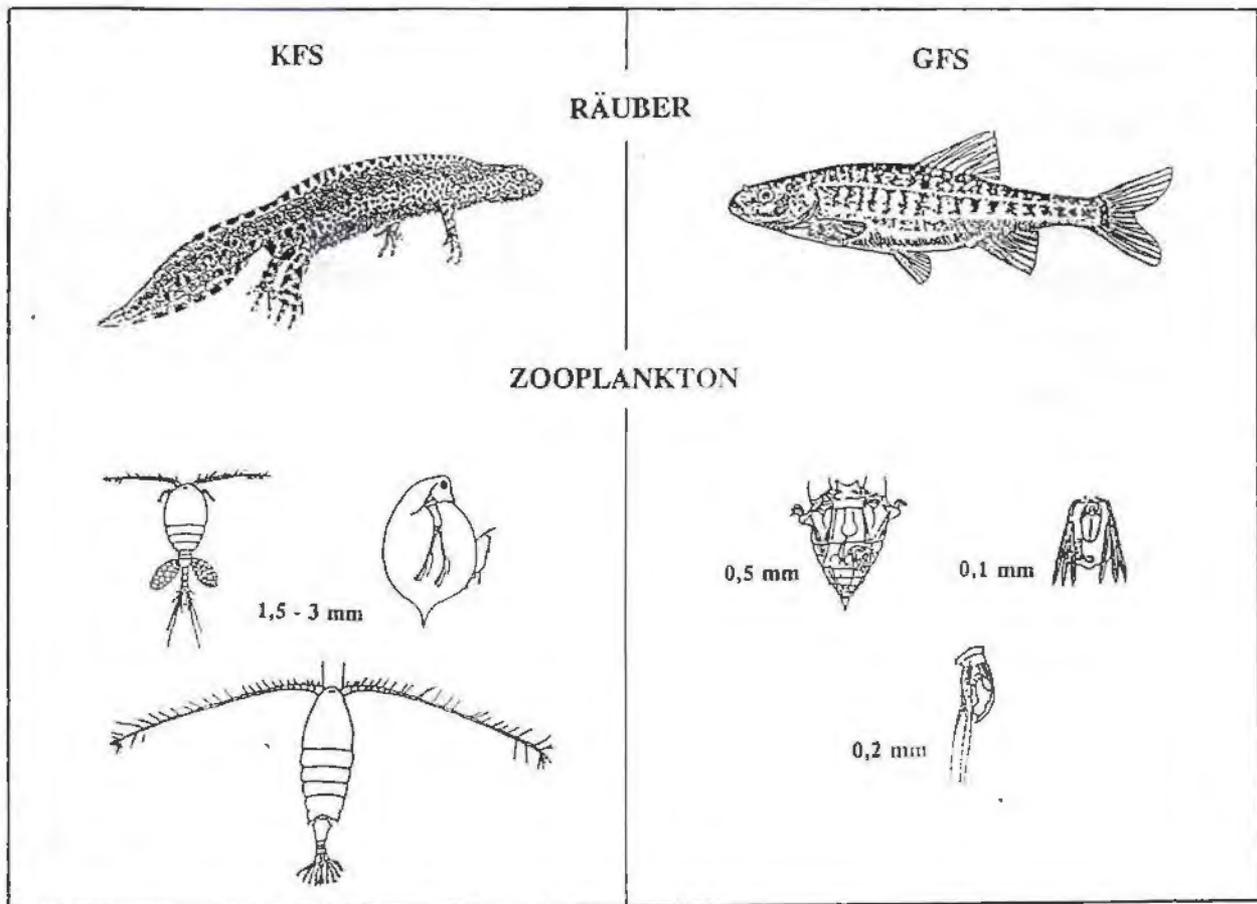


Abb. 1: Strukturierender Effekt des größenselektiven Fressens planktivorer Fische am Beispiel des Großen Feichtauer Sees (GFS). Der geringere Freßdruck zooplanktivorer Amphibien erlaubt die Koexistenz mit größeren Crustaceen im Kleinen Feichtauer See (KFS).

2. Material und Methoden

2.1. Vermessung der Seen

Die beiden Seen wurden zur Zeit des maximalen Wasserstandes im Frühjahr 1991 ausgelotet und vermessen. Eine detaillierte Beschreibung der Vermessungsmethodik sowie der Erstellung von bathymetrischen Karten findet sich im Endbericht von Brozek & Schmitt (1991). Bathymetrische Karten im Anhang.

2.2. Analytik

Die Temperatur wurde mit einem Quecksilberthermometer in der Schindlerfalle auf 0,1°C genau abgelesen. Leitfähigkeit und pH-Wert wurden mit WTW Elektroden gemessen. Die Sauerstoffbestimmung erfolgte titrimetrisch nach der Methode von Winkler. Säurekapazität bis pH-4,3, Gesamthärte, Calcium, Magnesium, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Gesamtphosphor und Sulfat der Wasserproben wurden in der Forschungsstelle in Molln von Herrn Mag. Sigfried Angerer nach DIN-Normen bestimmt.

2.3. Phytoplankton

2.3.1. Probenentnahme

Die Probenentnahme erfolgte unmittelbar im Anschluß an die Entnahme des Zooplanktons (siehe unten) zugleich mit den Wasserproben zur chemischen Analyse. Dabei wurden je 100 ml Seewasser in mit Lugol'scher Lösung vorbehandelte Glasfläschchen abgefüllt. Im GFS wurden stets vier (1m, 3m, 6m, 9m), im KFS stets zwei Tiefenstufen (1m, 3m) beprobt.

2.3.2. Auswertung

Die **Abundanzbestimmung** der Arten erfolgte nach der Methode von Utermöhl (Utermöhl,

1958; Lund, 1958) unter Verwendung von Plankton-Röhrenkammern und einem inversen Mikroskop. Soweit möglich, erfolgte die Auszählung auf Artniveau. Kleinste, im fixierten Zustand unbestimmbare Flagellaten, sowie sog. μ -Algen ($< 5\mu\text{m}$), wurden als Sammelgruppen zusammengefaßt ("Picoplankton"). Zur besseren Vergleichbarkeit der Biomassen beider Algenzönosen wurden die Arten später entsprechend ihrer Gruppenzugehörigkeit zu höheren taxonomischen Einheiten zusammengefaßt.

Die Ermittlung des **Biovolumens** erfolgte nach Messung linearer Dimensionen durch Angleichung an geometrische Körper. Zur Umrechnung der Biovolumina (μm^3) auf **Biomassen** in μg wurden die Werte mit dem Faktor 10^6 multipliziert, da bei Planktonorganismen ein spezifisches Gewicht von annähernd 1 angenommen werden kann. Die Angaben der Biomassen beziehen sich als m^2 -Werte auf die Wassersäule über dem jeweils tiefsten Punkt der Seen und wurden zum besseren Vergleich der unterschiedlich tiefen Gewässer auch auf die der Tiefe entsprechend gewichteten m^3 -Werte umgerechnet.

2.4. Zooplankton

2.4.1. Probenentnahme

In der eisfreien Periode 1992 wurde an folgenden Terminen je eine Vertikalserie in Meterstufen an der jeweils tiefsten Stelle der Seen entnommen: 18. Juni, 4. Juli, 20. Juli, 2. August, 27. August, 11. September und 11. Oktober. Rund 3 Wochen nach Eislegung (1^o Dezember), im Hochwinter (13. März) und kurz nach Eisbruch (17. Mai), erfolgten weitere Probenahmen. Dabei wurden mit einer 4,5 l fassenden Schindler-Patalas-Planktonfalle je eine Schöpfprobe im GFS, sowie zwei Schöpfproben im KFS aus jeder Meterstufe entnommen. Zusätzlich wurden auch oberflächlich und in 0,5 m Tiefe Proben gezogen. Um den Einfluß vertikaler Wanderungen des Zooplanktons auf die Abundanzschätzung zu minimieren, wurde der zur Probenahme nötige Zeitaufwand reduziert, indem die Schöpferinhalte zunächst in 10 l Kanister gefüllt und erst nach Entnahme der letzten Probe durch ein $30\mu\text{m}$ Nylon-Gaze-Netz filtriert wurden. Die Fixierung des Zooplanktons erfolgte in einer 2%-igen Formalinlösung. Zur Konservierung wurde die Konzentration im Labor auf 4% erhöht.

2.4.2. Auswertung - Rotatoria

Die Bestimmung der **Abundanzen** erfolgte nach Sedimentation in 10 ml Planktonkammern unter Verwendung eines inversen Mikroskops bei 100-facher Vergrößerung. Dabei wurde stets der gesamte Kammerboden abgerastert. Bei zu hoher Planktondichte wurden 4 Aliquote zu je 2 ml entnommen. Der persönliche **Zählfehler** und der Fehler beim Entnehmen der Aliquote wurde für jede Art gesondert ermittelt, wobei sich ein Gesamtvariationskoeffizient (Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert) von minimal C.V. = 0,05 (*Synchaeta pectinata*) und maximal C.V. = 0,16 (*Polyarthra dolichoptera*) ergab.

Neben den Individuen wurde bei eitragenden Arten auch die **Eizahl** miterhoben. In der Gattung *Polyarthra* wurden die losen Eier den beiden Arten der Individuendichte entsprechend prozentuell zugerechnet. Dabei wurde angenommen, daß die Eier von beiden Arten mit gleicher Wahrscheinlichkeit abgeworfen werden.

Zur Ermittlung der **Biomassen** wurde jede Rädertierart mit dem Mikroskop bei 400-facher Vergrößerung linear vermessen und das **Biovolumen** nach Angleichung an geometrische Körper errechnet (Ruttner-Kolisko, 1977). Da die Voraussetzungen zur Verwendung vereinfachter Formeln meist nicht erfüllt waren, wurde mit den Ausgangsformeln gearbeitet. Die Variationsbreite der Biovolumina lag bei den einzelnen Arten zwischen C.V. = 0,05 (*Keratella hiemalis*) und 0,35 (*Synchaeta pectinata*), bei den Eiern zwischen 0,04 (*Keratella hiemalis*) und 0,12 (Weibcheneier von *Polyarthra remata*). Die Umrechnung der Biovolumina in Biomassen, sowie die Angaben als m²- bzw. gewichtete m³-Werte erfolgte wie beim Phytoplankton (siehe oben).

2.4.3. Auswertung - Crustacea

Die Proben wurden unter dem Binokular bei 50-90-facher Vergrößerung stets vollständig ausgezählt. Die anhand morphologischer Strukturen unterscheidbaren postembryonalen Entwicklungsstadien von *Arctodiaptomus alpinus* stellten eigene **Zählkategorien** dar. Durch

die benthische Lebensweise der adulten Cyclopiden ist es mit der angewandten Probennahmemethode nicht möglich die Phänologie der Tiere über das Jahr zu beschreiben. Der Zählaufwand wurde daher durch die Zusammenfassung von Nauplien und Copepodidstadien zu je einer Zählkategorie minimiert. *Daphnia rosea* wurde getrennt nach Altersklassen (neonat, juvenil, primipar und terminal), welche durch Messung der Gesamtlängen (exklusive Furcalspina) an je 30 Männchen und Weibchen ermittelt wurden, ausgezählt.

Um die **Biomassen** der Crustaceen zu erhalten wurden ihr **Trockengewichte** bestimmt. Es wurden in 4 %iger Formalinlösung konservierte Tiere verwendet, die vor dem Wägen sorgfältig in destilliertem Wasser gewaschen wurden. Zur Wägung wurde eine auf $\pm 1 \mu\text{g}$ genau messende Satorius Supermicro Feinwaage verwendet, die noch $0,1 \mu\text{g}$ anzeigt. Die Anzahl der zu wägenden Tiere pro Schälchen wurde so gewählt, daß das Mindestgewicht $5 \mu\text{g}$ nicht unterschritt (Dumont *et al.*, 1975). Die Trocknung erfolgte über 60 Stunden bei 60°C . Für die Umrechnung in **Naßgewicht** wurde ein Verhältnis Naßgewicht/Trockengewicht von 10:1 (Dumont *et al.*, 1975; Pace & Orcutt, 1981) angenommen.

2.5. Fische und Amphibien

2.5.1. Abundanzschätzung

Die **Gesamtpopulationsgröße der laichreifen Elritzen** im GFS wurde durch wiederholte **Fang-Wiederaufnahmeflexperimente** ermittelt (Schuhmacher-Methode, in Krebs 1989). An 4 verschiedenen Terminen wurden insgesamt 2891 laichreife Elritzen gefangen und 2256 Individuen markiert. Der Fang erfolgte mit einem Elektroaggregat bei 600 Volt Spannung in den Uferbereichen. Die Tiere wurden anschließend mit einer schwachen Lösung von MS222 betäubt und durch **Tätowierung** mit Alzianblau hinter der Analflosse ventral markiert. Zum Tätowieren stand ein batteriebetriebenes Tätowiergerät zur Verfügung, mit dem durch drei feine Nadeln eine gesättigte Alzianblaulösung unter die Schuppen eingestochen werden konnte. Ein blauer Punkt blieb während der ganzen Vegetationsperiode sichtbar, blaßte aber deutlich aus, sodaß angenommen werden kann, daß die Markierung im Folgejahr wieder verschwunden war. Im Anschluß wurden die betäubten Tiere in einem Bad gegen

Verpilzung und Protozoenbefall behandelt und für mehrere Stunden im Uferbereich gehalten. Die markierten Tiere wurden entlang des Ufers wieder freigelassen.

Die Gesamtpopulationsgröße wird mit der Formel

$$N = \frac{\sum_{t=1}^s C_t M_t^2}{\sum_{t=1}^s R_t M_t}$$

errechnet.

C_t = Gesamtzahl der gefangenen Individuen an einem bestimmten Fangtag.

R_t = Anzahl der markiert wiedergefangenen Individuen an einem bestimmten Fangtag.

M_t = Gesamtzahl der an allen vorangegangenen Fangtagen markierten Individuen in der Population.

s = Anzahl der Fangtage.

Die Varianz, der Standardfehler, und das 95 % Konfidenzlimit dieses Schätzwertes für die Gesamtpopulationsgröße werden mit den Formeln

$$\frac{1}{N} = \frac{\sum \left(\frac{R_t^2}{C_t} \right) - \frac{(\sum R_t M_t)^2}{\sum (C_t M_t^2)}}{s-2}$$

$$S. E. \text{ von } \frac{1}{N} = \sqrt{\frac{s^2}{\sum (C_t M_t^2)}}$$

$$95K. I. : \frac{1}{N} \pm t_\alpha S. E.$$

berechnet.

(t_α = (t-Wert aus Tabelle für 100 - α) % Konfidenzlimit).

Diese Methode nach Schuhmacher (in Krebs, 1989) setzt eine geschlossene Population voraus (keine Zu- oder Abgänge). Die Mortalität während der eineinhalb Monate des Fang-

Wiederfangexperimente kann als relativ gering angesehen werden.

Zum Vergleich wurde nach dem ersten Wiederfang die Populationsgröße nach Petersen (in Krebs, 1989) berechnet.

$$N = \frac{(M+1)(C+1)}{R+1} - 1$$

N = Gesamtpopulationsgröße

M = Anzahl der im ersten Fang markierten Tiere

C = Anzahl der im zweiten Fang gefangenen Tiere

R = Anzahl der im zweiten Fang markiert wiedergefangenen Tiere

Die Berechnung des Konfidenzlimits ist detailliert in Krebs (1989) beschrieben.

Die **Gesamtpopulationsgröße der Bergmolche** im KFS wurde nach der Methode von Jolly & Seber geschätzt. Die Tiere wurden durch **Tätowierung** individuell markiert. Mit dem Tätowiergerät wurde Alzianblau in die orange Bauchhaut eingestochen (Joly & Miaud, 1988). Insgesamt konnten 13 verschiedene Positionen der Farbpunkte unterschieden werden (Abb. 2). Die Modelle von Petersen und Schuhmacher setzen eine geschlossene Population voraus (keine Zu- oder Abgänge), während die Jolly-Seber Methode variable Verlust- und Gewinnraten zulässt. Die Jolly-Seber Methode ist in Krebs (1989) beschrieben.

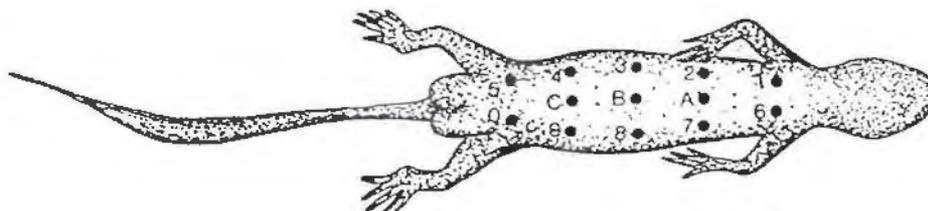


Abb. 2: Position der Markierungen bei den Bergmolchen

2.5.2. Analyse des Nahrungsspektrums

Der Mageninhalt der adulten Bergmolche wurde mit der von Joly (1987) entwickelten Methode der **Magenspülung** gewonnen (Abb. 3). Eine Messingkanüle (A), in deren Wand eine Stahlkanüle (B) eingelötet ist, wird vorsichtig über den dabei langsam aufgedehnten Ösophagus in den Magen des betäubten Tieres eingeführt. Durch Einspritzen von Wasser aus einer Polyethylenflasche (C), die mit zwei Rückschlagventilen versehen ist (D_1 und D_2), entsteht im Magen ein Überdruck und der gesamte Mageninhalt entweicht über das Messingröhrchen in ein dicht schließendes Gefäß (E). In diesem Glasgefäß wird durch Saugen an einem Schlauch (F) ein leichter Unterdruck erzeugt, der das Entweichen der Nahrung erleichtert. Das feine Wechselspiel von Über- bzw. Unterdruck in diesem geschlossenen System garantiert eine Gewinnung des gesamten Mageninhaltes.

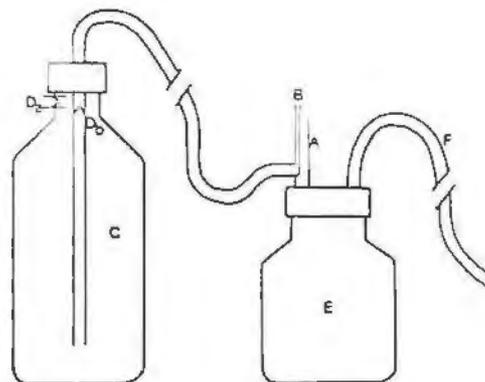


Abb. 3: Gerät zur Magenspülung nach Joly

Die gewonnenen Mageninhalte wurden in 4 % Formalin fixiert. Es wurden folgende Nahrungskategorien unterschieden:

- 1: **Amphipoda** (Flohkrebse, *Niphargus* sp.)
- 2: **(Micro-)Crustacea** (vorwiegend *Daphnia rosea* und *Arctodiaptomus alpinus*)
- 3: **Hemiptera** (Schnabelkerfe, Wasserwanzen, *Sigara carinata*)
- 4: **Terrestrische Beute** (vorwiegend verschiedene Fluginsekten)

- 5: Mollusca** (Weichtiere, *Pisidium* sp. und *Bythinia tentaculata*)
6: Coleopterenlarven (Käferlarven, *Agabus solieri* und *Hydroporus palustris*)
7: Trichopterenlarven (Köcherfliegenlarven, *Limnephilus* sp.)
8: Haut (Molche fressen Haut nach der Häutung)

Die einzelnen Nahrungsitems wurden gezählt, anschließend gepoolt, für 48 h bei 60 Grad getrocknet und dann auf 0,1 µg genau abgewogen.

Bei den Nahrungsanalysen wurden ermittelt:

- Nahrungskategorie als % aller gefressenen Nahrungsorganismen (% number).
- Nahrungskategorie als % des Gesamtgewichts der Mageninhalte (% weight).
- Prozent des Auftretens einer Nahrungskategorie in allen untersuchten Mägen (% occurrence).

Aus diesen Daten wurde der "**Index of Relative Importance**" (Hyslop, 1980) ermittelt:

$$IRI = (\%N + \%S)\%F$$

N = Gesamtzahl der gefressenen Organismen

S = gefressene Gesamtbiomasse

F = Häufigkeit der Mägen mit einer bestimmten Beutekategorie

| Datum | Weibchen | Männchen |
|---------|----------|----------|
| 19.6.92 | 20 | 19 |
| 4.7.92 | 16 | 23 |
| 18.7.92 | 14 | 19 |
| 1.8.92 | 11 | 15 |
| 27.8.92 | 3 | 7 |

Tabelle 1: Anzahl der analysierten Mageninhalte

2.5.3. "Enclosure"-Experimente

Um den potentiellen Freßdruck der Elritzen auf die Planktoncrustaceen experimentell zu demonstrieren, wurden den Fischen im GFS in Freilandkäfigen *Arctodiaptomus alpinus* und *Daphnia rosea* aus dem KFS als Futter angeboten. In ersten Vorexperimenten wurden in der seichten Verlandungszone 9 Freilandkäfige exponiert und 7 davon mit je 6 adulten Elritzen besetzt. Vor dem Experiment wurden die Elritzen 20 h an die Käfigbedingungen adaptiert. Die Käfige waren kreisrund, hatten 1 m Durchmesser und waren mit einem 100 μ m Netz bespannt. Die Höhe des Wasserstandes in den Käfigen betrug zwischen 38 und 49 cm, das entsprach einem Volumen zwischen 298 und 385 Liter. Nach 20 Stunden Adaptation wurde in die Käfige Plankton aus dem KFS zugegeben. Die Crustaceendichte in den Käfigen betrug zwischen 3,0 und 3,9 Individuen/Liter bei *Arctodiaptomus alpinus* bzw. zwischen 13,3 und 17,2 Individuen/Liter bei *Daphnia rosea*. Diese Werte entsprachen natürlichen Dichten im KFS. Die Gesamtzahl der Crustaceen erreichte 1100 Diaptomiden und 5100 Daphnien pro Käfig. Nach 22 Stunden wurden die Elritzen mit dem Elektroaggregat abgefischt.

3. Ergebnisse

3.1. Limnochemie und Limnophysik

A) Großer Feichtauer See

Dem GFS floß auch während der Sommermonate Wasser aus dem Hangschutt des Hohen Nock zu. Die relativ kalten Zuflüsse führten zur Ausbildung eines starken Temperaturgradienten. Die Wassertemperatur am 4. Juli 1992 fiel von oberflächlich 20°C bis auf 5°C in 10 m Tiefe ab. Die deutliche Thermokline, die während des ganzen Sommers bestehen blieb, ist eindeutig auf einen permanenten Zufluß von kaltem Wasser zurückzuführen. Dies führte zu einer relativ stabilen Schichtung des Wasserkörpers (Abb. 5). Während des Sommers konnte keine durch Schlechtwetter bedingte Vollzirkulation beobachtet werden. Im Herbst äußerten sich Atmungsprozesse im Sediment bereits in einer leichten Sauerstoffzehrung im tiefsten Bereich des GFS während sonst durch die Sauerstoffproduktion der Characeen und des Phytoplanktons der Wasserkörper während der eisfreien Periode mit Sauerstoff übersättigt war. Diese Sauerstoffzehrung schritt im produktiven GFS nach der Eislegung rasch voran, sodaß bereits im Dezember Werte unter 50 % Sättigung erreicht wurden. Unter der ca. 3 m dicken Winterdecke im März waren im tiefsten Bereich nur mehr Spuren von Sauerstoff messbar (Abb. 4). Es herrschten allerdings nie anaerobe Bedingungen. Dies spricht zumindest für einen geringen Wasserzufluß auch während der Wintermonate. Durch die Atmungsprozesse im Sediment reicherte sich der Wasserkörper mit CO₂ an. Der pH-Wert sank und es kam zu einer Rücklösung von Kalk aus dem Sediment.

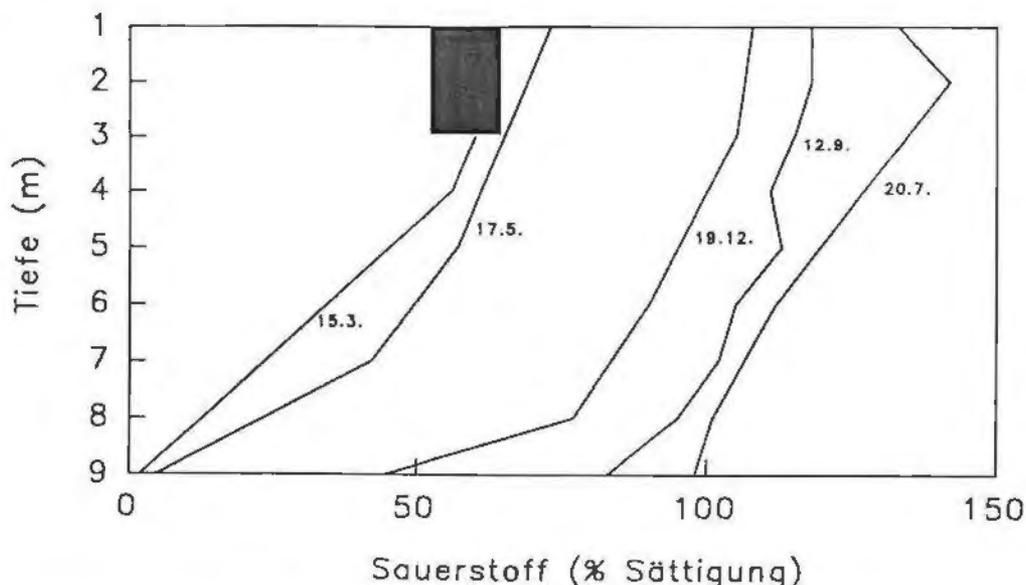


Abb. 4: Sauerstoffsättigung im Großen Feichtauer See. Schwarzer Balken: Winterdecke

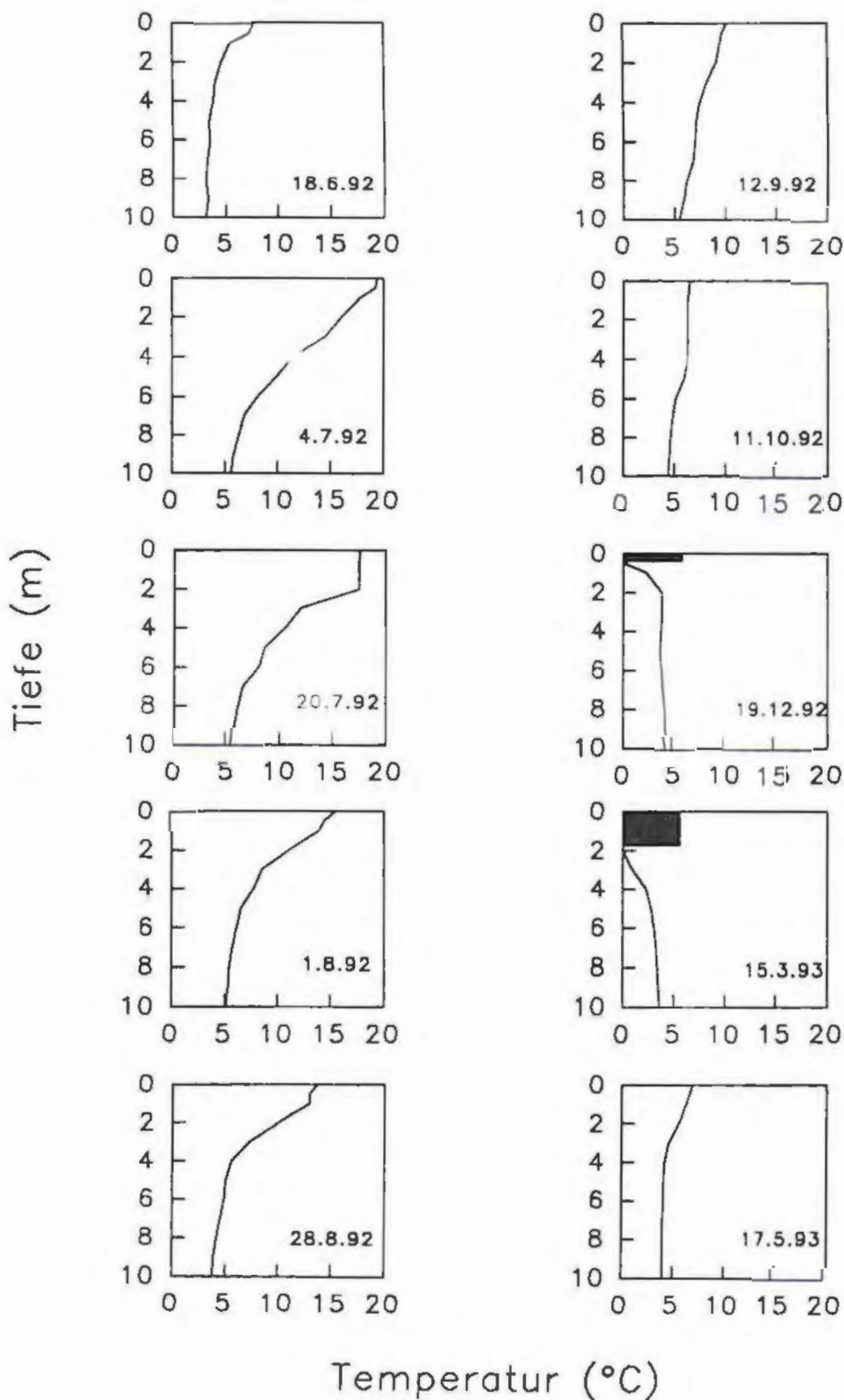


Abb. 5: Vertikale Temperaturprofile im Großen Feichtauer See. Schwarzer Balken: Winterdecke

B) Kleiner Feichtauer See

Die massiven Spiegelschwankungen und die geringe Tiefe machen den KFS zu einem Gewässer, das vor allem während der zweiten Jahreshälfte als Tümpel bezeichnet werden muß, da sich die täglichen Temperaturschwankungen bereits bis zum Grund auswirken konnten. Die thermische Stabilität war deutlich geringer als im GFS. Schlechtwettereinbrüche konnten in kurzer Zeit zu Vollzirkulationen im KFS führen. Während des Sommers erreichte das seichte Gewässer deutlich höhere Temperaturen als der GFS (Abb. 6). Auch der KFS war während der Sommermonate mit Sauerstoff übersättigt. Während des Winter blieb nur in den tiefsten Becken eine Freiwasserzone unter Eis. In den meisten Bereichen lag die Winterdecke dem Sediment auf. Ein vollkommenes Durchfrieren ist aber sehr unwahrscheinlich. Vermutlich fließen auch dem KFS während der Wintermonate geringe Mengen Wasser zu. Auch im KFS kam es unter Eis zu einer Sauerstoffzehrung, doch auch hier wurden keine anaeroben Bedingungen erreicht (minimale Sättigung: 24%).

Beide Gewässer sind auf Grund ihrer Lage im Kalkgestein gut gepuffert. Der Ionengehalt des KFS war etwas geringer als der des GFS. Eine detaillierte hydrologische Untersuchung der Seen und ihrer Zuflüsse wäre notwendig, um hier Vergleiche anstellen zu können.

3.2. Trophische Situation der Seen

A) Großer Feichtauer See

Der GFS See ist der deutlich produktivere der beiden Feichtauer Seen. Die gute Versorgung mit Nährstoffen ergibt sich einerseits durch den aufgrund der topographischen Gegebenheiten unterhalb der Waldgrenze begünstigten Eintrag von organischem Material allochthonen Ursprungs, andererseits durch eine im leicht löslichen Kalkgestein rein geologisch bedingte Nährstoffanreicherung durch Zuflüsse. Letzteres ist aufgrund fehlender hydrologischer Daten nur schwer abzuschätzen, die thermische Charakteristik des GFS läßt jedoch auf eine zumindest über die gesamte eisfreie Periode anhaltende Versorgung durch unterirdische Zuflüsse aus dem Karstwasserkörper schließen. Diese besondere Situation und die sich daraus ergebenden Sauerstoffzehrungsprozesse unter Eis stellen den GFS in die Reihe der sogenannten "kryoeutrophen Seen" sensu Steinböck (1953).

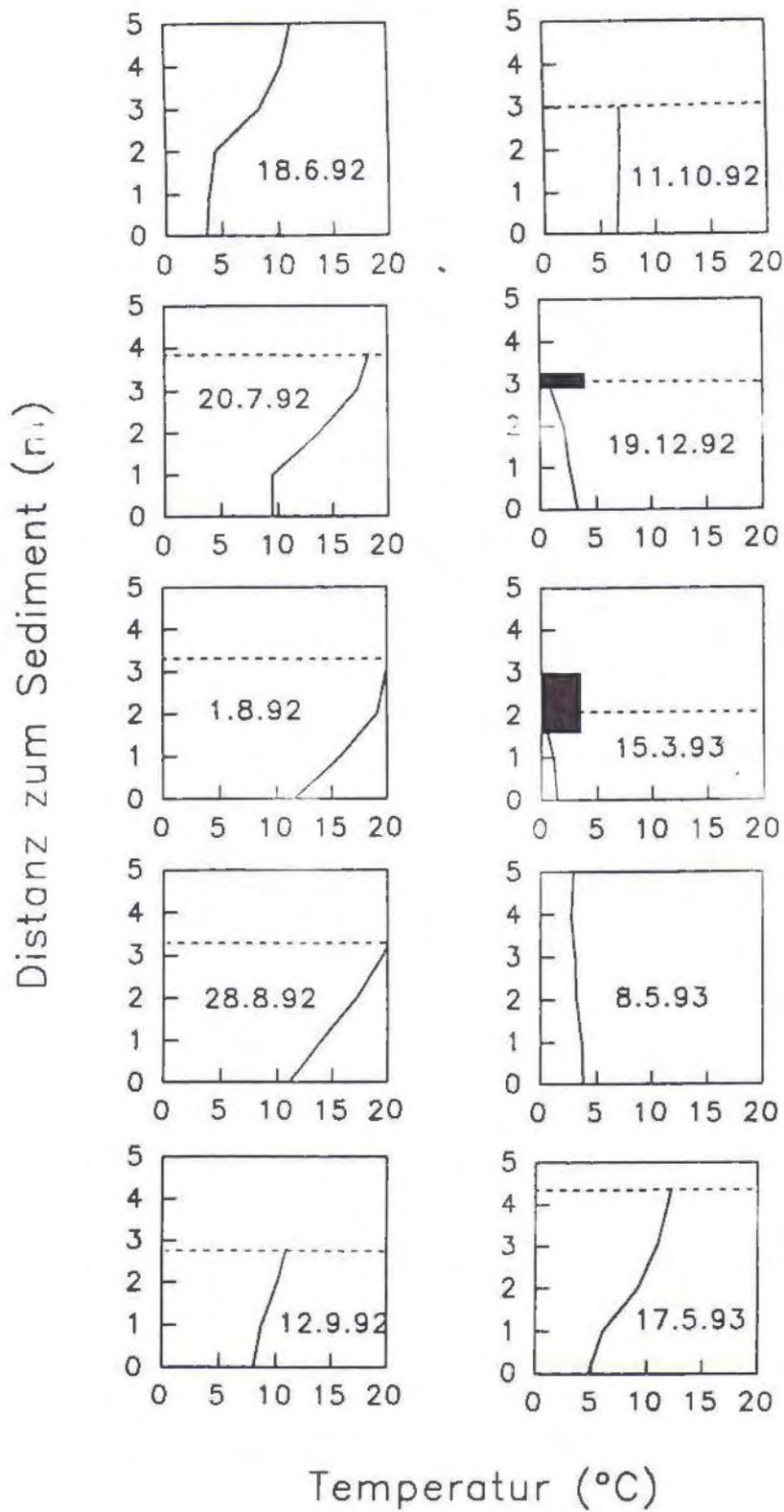


Abb. 6: Vertikale Temperaturprofile im Kleinen Feichtauer See. Aufgrund der Spiegelschwankungen wurde die Seetiefe als Distanz zum Sediment aufgetragen.

B) Kleiner Feichtauer See

Obwohl in unmittelbarer Nachbarschaft des GFS gelegen, ergeben sich für den KFS aufgrund seiner stark negativen Wasserbilanz völlig unterschiedliche Bedingungen, da während eines jeden Jahres praktisch das gesamte Seevolumen in die phreatische Zone des Karstwasserkörpers abfließt und das Seebecken erst mit der Schneeschmelze wieder gefüllt wird. Orthophosphat ($\text{PO}_4\text{-P}$) bleibt trotz der im Vergleich zum GFS wesentlich geringeren planktischen Primärproduktion während der gesamten Vegetationsperiode unter der Nachweisgrenze und die Sichttiefe übertrifft stets die maximale Seetiefe. Sieht man von der - hydrologisch betrachtet - tümpelhaften Charakteristik des KFS ab, entspricht das Gewässer dem oligotrophen Seentyp.

3.3. Phytoplankton

3.3.1. Biomassen

Die Biomasse des Phytoplanktons schwankte während der eisfreien Zeit 1992 zwischen 309 mg/m^3 (Oktober) und 1870 mg/m^3 (August) im GFS, sowie zwischen 21 mg/m^3 (September) und 45 mg/m^3 (Juli) im KFS in der jeweils produktivsten Tiefe. Gewichtet auf die gesamte beprobte Wassersäule ergaben sich entsprechende Minimal- und Maximalwerte von 242 mg/m^3 (September) und 877 mg/m^3 (August) im GFS, sowie zwischen 18 mg/m^3 (Juni, September) und 42 mg/m^3 (August) im KFS. In Abb. 8 ist der jeweilige Anteil der einzelnen Algengruppen dargestellt.

Betrachtet man die gesamte Primärproduktion pro m^2 Seefläche über der jeweiligen Maximaltiefe, so ergeben sich für den GFS Werte, die jene des KFS um das 24-fache (Oktober) bis 81-fache (Juni) übertreffen (Abb. 7). Für den Zeitraum der winterlichen Eisbedeckung liegen für den GFS nur qualitative Phytoplanktondaten vor. Im KFS erreicht die Biomasse des Phytoplanktons zwei Wochen nach Eislegung Mitte Dezember dank des mit 95,5% vorherrschenden Cryptoflagellaten *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica* einen Peak von 196 mg/m^3 (gewichtetes Mittel 178 mg/m^3). Die absolut höchsten Biomassen wurden im KFS unmittelbar nach dem Abtauen der Winterdecke Mitte Mai 1993 mit 670 mg/m^3 in 4

m Tiefe gemessen. Zu dieser Zeit dominierten *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica* und ein nicht näher bestimmter Chrysoflagellat zu etwa gleichen Teilen (47,6% bzw. 46,6%). Der Wert fehlt in der graphischen Darstellung der Biomassen (Abb. 7), da keine ausreichende Beprobung der gesamten Wassersäule vorliegt.

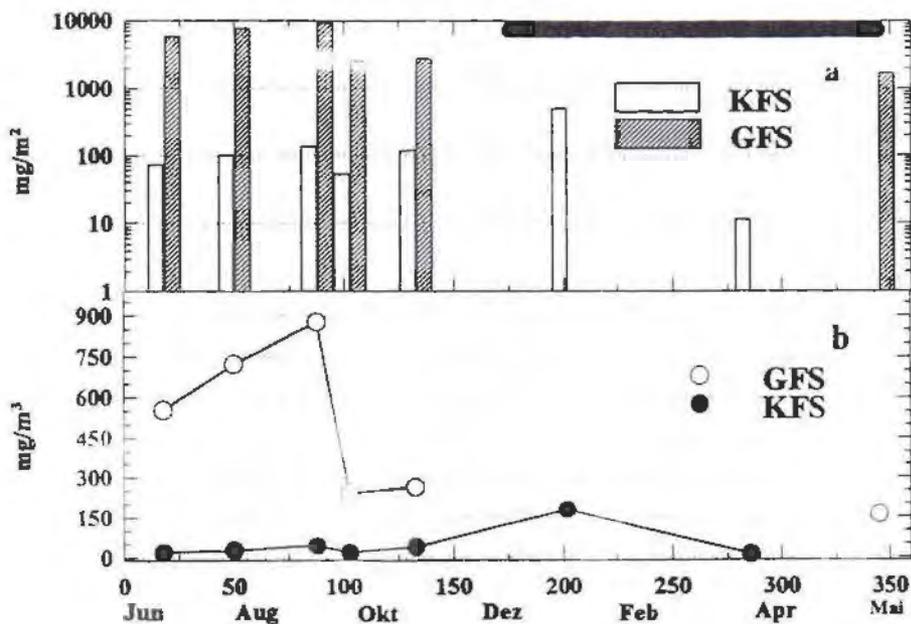


Abb. 7: Pelagische Algenfrischmasse der Feichtauer Seen; dargestellt als totale Biomasse pro m² Seefläche über der maximalen Seetiefe (a), sowie als gewichtete Biomasse pro m³ (b). Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

Wie eine einmalige Probenahme am 24. August 1993 zeigte, lagen die Algenbiomassen mit 16,1 g/m² (max. 2193 mg/m³, gewichtetes Mittel: 1532 mg/m³) zu dieser Zeit deutlich höher als im vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres. Im Gegensatz zum durch Dinophyceen dominierten Sommer 1992 wurde diese Produktionsspitze durch ein Diatomeenmaximum (66% der Biomasse) bestimmt. Innerhalb der Diatomeenzönose dominierte mit einem rel. Anteil von 98,9% *Asterionella formosa*.

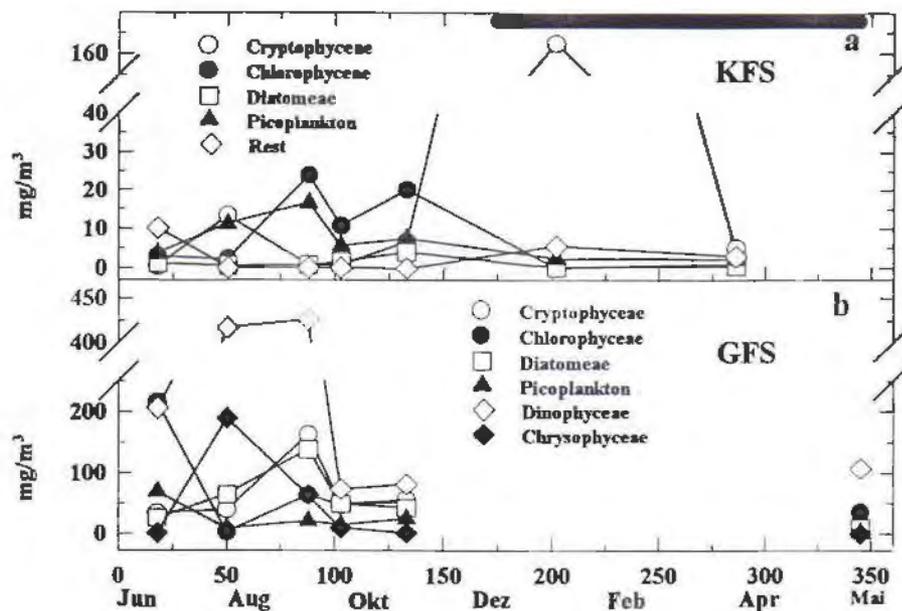


Abb. 8: Algenfrischmasse der dominanten Großgruppen im Phytoplankton des Kleinen (a) und Großen (b) Feichtauer Sees. Kubikmeterwerte der jeweiligen Seetiefe nach gewichtet. Bitte beachten Sie die unterschiedliche Skalierung der Y-Achse. Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

3.3.2. Vertikale Verteilung

Im GFS fanden sich die maximalen Dichten des Algenplanktons zu Zeiten einer thermischen Schichtung stets unter der in 2-4 m Tiefe relativ hochliegenden Thermoclinen. Hier konnte mit Ausnahme der Cryptophyceen, die erst in Tiefen ab 6 m ihren Populationsschwerpunkt ausbildeten und einzelnen Vertretern der Chlorophyceen, die Tiefen im Bereich der Sprungschicht zu bevorzugen scheinen, für keine der Arten eine echte Präferenz bestimmter Tiefen gefunden werden. Grundsätzlich bestand jedoch für alle Algengruppen die Tendenz einer mit zunehmender Tiefe zunehmenden Abundanz. Das dafür eine durch sich tief einschichtendes Quellwasser verbesserte Nährstoffsituation verantwortlich ist, kann nur vermutet werden. Jedenfalls waren selbst zur Zeit maximaler Primärproduktion im August noch Spuren von Orthophosphat im Hypolimnion nachweisbar.

Im seichteren und eine wesentlich labilere thermische Schichtung aufbauenden KFS war von vornherein keine scharfe Zonierung des spärlichen Algenplanktons zu erwarten. Die im Vergleich zur 1 m Probe fast stets höheren Werte in 3 m Tiefe lassen sich auch durch die bei hohen Strahlungsintensitäten einsetzende Lichtflucht des Planktons erklären.

3.3.3. Artenspektrum

Eine Zusammenstellung der im Pelagial der beiden Seen gefundenen Arten findet sich im Anhang (7.2.). Der wesentliche Unterschied der Algenzönosen ergab sich 1992, neben der enormen Diskrepanz im Größenspektrum der Arten (siehe unten), vor allem durch das Vorherrschen völlig unterschiedlicher Großgruppen. Beherrschten die Dinophyceen (*Peridinium spp.*, *Gymnodinium sp.*) das Bild im GFS mit Anteilen von 30,3% bis 67,4% praktisch über die gesamte Vegetationsperiode, blieb ihr Anteil im KFS während der gesamten eisfreien Periode vernachlässigbar gering. Lediglich im Dezember erreicht 2 Wochen nach Eislegung *Gymnodinium sp.* einen Anteil von 3,1%. Neben den Dinophyceen erreichten im GFS noch folgende Gruppen Anteile von >20%: Chlorophyceen (*Chlamydomonas sp.*, *Chlorella sp.*, *Botryococcus braunii*, *Elakatothrix cf. gelatinosa*, *Golenkinia sp.*, *Kirchneriella lunaris*, *Scenedesmus sp.*, *Stichococcus minor*, *Tetraedron minimum + sp.*, Chlorococcales u. Tetrasporales indet.,) im Juni (39,0%) und Oktober (20,2%), Chrysophyceen (*Dinobryon divergens*) im Juli (26,3%), Cryptophyceen (*Cryptomonas erosa + sp.*, *Rhodomonas minuta*) im September (20,3%) und Oktober (21,4%), sowie Diatomeen (*Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus astraea*, *Synedra acus*, *Synedra acus angustissima*) im Oktober (20,0%).

Im KFS dominierten in den Monaten August bis Oktober die Chlorophyceen (*Chlorella sp.*, *Elakatothrix cf. gelatinosa*, *Koliella cf. longiseta*, *Oocystis sp.*, *Tetraedron minimum + sp.*, Chlorococcales indet.) mit 52,3% bis 57,5%. Im Juli (49,1%) und Dezember (95,5%) waren Cryptophyceen (*Cryptomonas erosa*, *Rhodomonas minuta*) vorherrschend.

3.3.4. Größenspektrum der Arten

Während im GFS große voluminöse Arten wie *Peridinium spp.* und Zellkolonien (*Asterionella formosa*, tetrasporale Grünalgen) vorkommen, setzt sich das Phytoplankton des KFS vorwiegend aus kleinen einzelligen Algen und Flagellaten zusammen. Das größte Biovolumen erreichen hier bei einem Durchmesser von maximal 19 μm die zentrische Kieselalge *Cyclotella comta* (1490-2130 μm^3) und der kleine (15 μm) Dinoflagellat *Gymnodinium sp.* (1240 μm^3), während *Peridinium* - Arten im GFS Biovolumina 27400 - 62700 μm^3 bei einer Größe von 43 - 55 μm erreichen.

In Abb. 9 b sind die mittleren Biovolumina (arithmetisches Mittel) der einzelnen Arten beider Seen dargestellt. Sie bewegen sich im GFS zwischen 2557 und 8382 μm^3 , im KFS um eine Potenz darunter zwischen 273 und 1037 μm^3 . Gewichtet man die Biomassen entsprechend der Abundanz der Arten, kann bei hohen Individuenzahlen kleiner Arten wie *Stichococcus minor* (8 μm^3) das mittlere Biovolumen des Algenplanktons im GFS ähnliche oder geringere Werte als im KFS annehmen. Das war im September der Fall (Abb. 9 a).

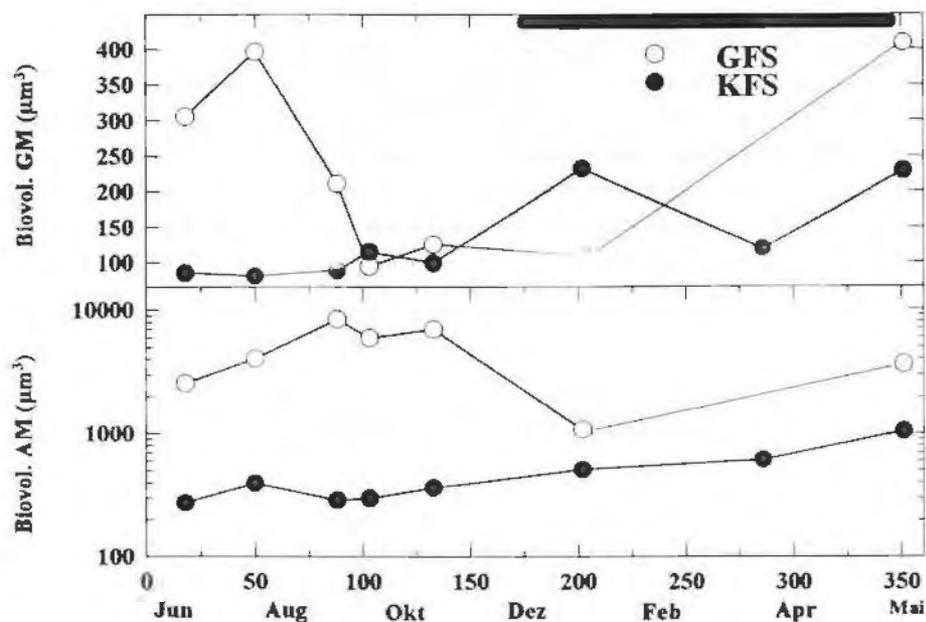


Abb. 9: Biovolumen der dominanten Vertreter im Phytoplankton der Feichtauer Seen, dargestellt als der Gesamtabundanz nach gewichtetem (a), sowie arithmetischem (b) Mittel. Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

3.4. Zooplankton

3.4.1. Biomassen

Die Biomasse des Zooplanktons schwankte 1992/93 zwischen 280 mg/m³ (Juni) und 5340 mg/m³ (August) im GFS, sowie zwischen 10 mg/m³ (Dezember) und 2820 mg/m³ (August) im KFS in der jeweils produktivsten Tiefe. Gewichtet auf die gesamte beprobte Wassersäule ergaben sich entsprechende Minimal- und Maximalwerte von 174 mg/m³ (Juni) und 1730 mg/m³ (August) im GFS, sowie zwischen 2,8 mg/m³ (März) und 1314 mg/m³ (August) im KFS (Abb. 10 b). In Abb. 11 ist der jeweilige Anteil der einzelnen Arten dargestellt.

Betrachtet man die gesamte Sekundärproduktion pro m² Seefläche über der jeweiligen Maximaltiefe so übertrifft die Biomasse des KFS (2309 mg/m²) im Juni jene des GFS (1831 mg/m²) (Abb. 10 a). Dies ist vorwiegend auf die hohen Abundanzen der im Zeitraum Mai/Juni aus den Dauereiern geschlüpften Nauplien von *Arctodiaptomus alpinus* zurückzuführen, die zu dieser Zeit 84 % der Zooplanktonbiomasse ausmachen. Während der eisfreien Periode ergaben sich für den GFS Werte, die jene des KFS um das 3,6-fache (August) bis 27-fache (September) übertrafen (Abb. 10 a). Die Diskrepanz im Standing Crop der Biomassen beider Seen ist also beim Zooplankton wesentlich geringer als beim Phytoplankton, was sicher zu einem großen Teil als eine Folge des effektiveren Grazings der großen herbivoren (*Daphnia rosea*) und omnivoren (*Arctodiaptomus alpinus*) Crustaceen im KFS erklärt werden kann. Nicht berücksichtigt ist dabei noch die Tatsache, daß *A. alpinus* mit seinen späten Entwicklungsstadien (3. bis 5. Copepodide) zunehmend benthisch wird und dadurch der Besammlung durch die Planktonfalle entgeht. Ähnliches trifft auch für die im KFS die bodennahen Schichten bevorzugende *D. rosea* zu. Der Unterschied würde sich also bei Berücksichtigung auch des "epibenthischen" Populationsanteiles der Crustaceen weiter verringern. Für beide Arten gilt zusätzlich, daß aufgrund der relativ geringen Dichten und der auch im Pelagial hohen Überverteilungen, wie sie tauchend leicht zu beobachten sind, die Abundanzschätzungen mit der angewandten Besammlungsmethode keinen hohen Genauigkeitsgrad erreichen können. Nach Populationszusammenbruch der Crustaceen sowie der ab Herbst dominanten *P. remata* unter Eis, steigt das Verhältnis der Biomassen/m³ zwischen GFS und KFS von 223 : 1 im Dezember auf 600 : 1 im März (Abb. 10 a).

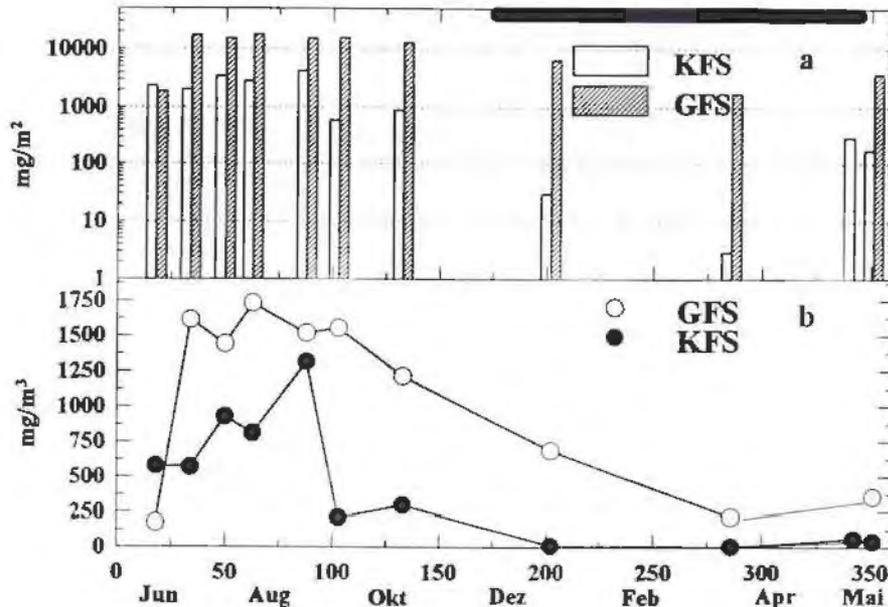


Abb. 10: Pelagische Zooplanktonfrischmasse der Feichtauer Seen, dargestellt als totale Biomasse pro m² Seefläche über maximaler Seetiefe (a), sowie als der Tiefe nach gewichtete Biomasse pro m³ Seevolumen (b). Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

Im GFS sank die mittlere Biomasse nie unter 10 % des Jahresmaximums. Das erklärt sich aus dem perennierenden Auftreten von 6 der 8 dominanten Zooplankter. Die höchsten Biomassen erreicht mit 8,02 g/m² (51,6 %) die große (2,77 µg) *Synchaeta pectinata* im September, vor der abundanzmäßig überlegenen, aber deutlich kleineren (0,35 µg) *Polyarthra remata* (7,52 g/m² im Juli - 44,4 %). Über das ganze Jahr betrachtet dominiert *Keratella hiemalis* (0,48 µg) deren Population im August eine Biomasse von 7,37 g/m² (48,6 %) aufgebaut hat. Weitere hohe Produktionsspitzen erreichen *Polyarthra dolichoptera* (0,94 µg) und *Anuraeopsis miracleae* (0,14 µg) mit 5,23 g/m² (30,2 %) bzw. 3,10 g/m² (20,4 %) jeweils im August. Ihre höchsten Abundanzen erreicht die nur zur Zeit starker O₂-Zehrung aus dem Hypolimnion aufsteigende *Filinia hofmanni* (0,54 µg) unter Eis und v.a. zur Zeit des Eisbruchs im Mai (2,26 g/m²). Den geringsten Anteil an der Zooplanktonbiomasse hatte 1992/93 *Notholca squamula* (0,13 µg) die ihre maximale Populationsgröße mit 0,23 g/m² im Zeitraum Juli/August erreichte. Die entsprechenden gewichteten m³-Werte der einzelnen Arten sind graphisch in Abb. 11 b-c dargestellt.

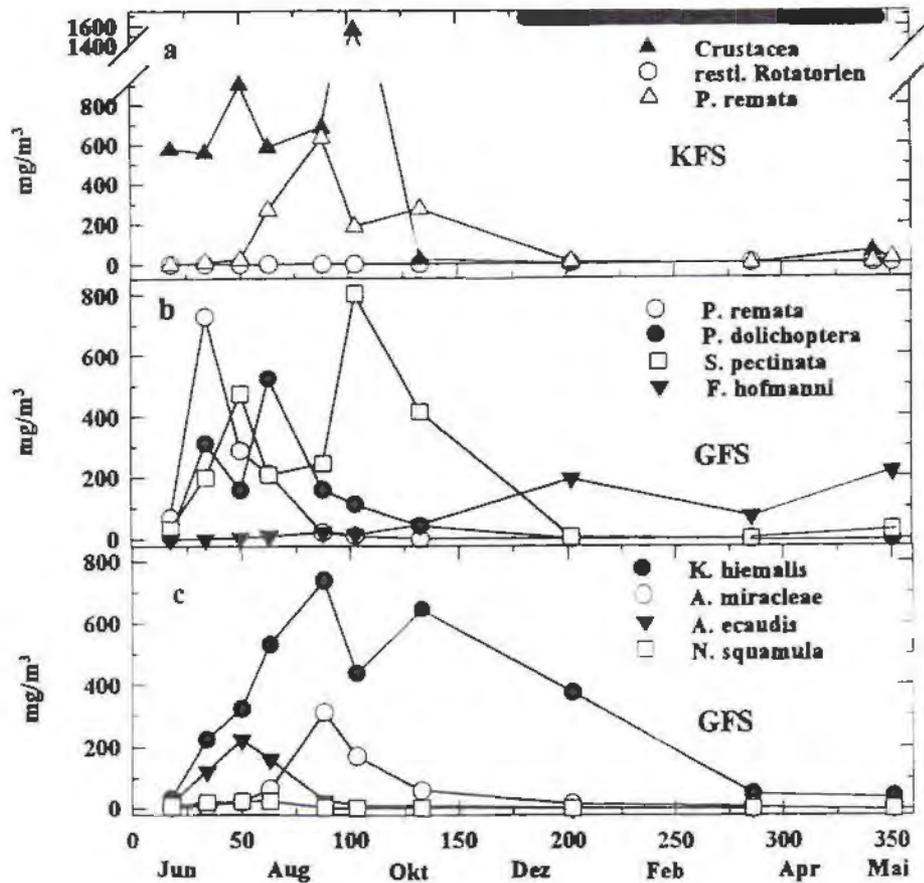


Abb. 11: Frischmasse der dominanten Arten im Zooplankton des Kleinen (a) und des Großen Feichtauer Sees (b, c). Kubikmeter-Werte den Seetiefen nach gewichtet. Bitte beachten Sie die unterschiedliche Skalierung der Y-Achsen. Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

Eine alleinige Betrachtung der zu einem Zeitpunkt vorhandenen Biomasse ergibt jedoch ein verzerrtes Bild der tatsächlichen Produktion, da dabei der zeitliche Umsatz der Biomasse (turn-over) nicht berücksichtigt ist. Die langlebigen Crustaceen akkumulieren mehr Biomasse und haben daher vergleichsweise geringere Produktionsraten als die Rotatorien, deren turn-

over wiederum geringer als jener kleiner Phytoflagellaten ist. Eine Berücksichtigung auch dieses dynamischen Aspekts hätte jedoch engere Probennahmeintervalle nötig gemacht. Sie würde die stark unterschiedliche Produktionsleistung des Zooplanktons (P/B-Koeffizient) der beiden Feichtauer Seen noch besser verdeutlichen.

:

3.4.2. Vertikale Verteilung

Das vertikale Verteilungsmuster aller Rädertierarten des GFS ist für den Probennahmezeitraum 1992/93 in den Abb. 12-19 dargestellt. Alle Arten zeigen eine vor allem zur Zeit stabiler thermischer Schichtung ausgeprägte Präferenz bestimmter Seetiefen. Die jeweiligen Verteilungsmuster stellen dabei einen Kompromiss zwischen sowohl thermischen als auch nahrungsökologischen Bedürfnissen der Arten dar. Die oligothermen Arten (*Polyarthra dolichoptera*, *Keratella hiemalis*, *Notholca squamula*, *Filinia hofmanni*) bilden ihre maximalen Populationsdichten stets in Tiefen von unter 8 m aus. Hier wurden während des gesamten Untersuchungszeitraums sehr niedere Temperaturen (<4-6°C) gemessen. Zum Teil extrem hohe Abundanzen erreichten alle der genannten Arten dabei in unmittelbarer Grundnähe bei 10 bis 10,5 m Tiefe im Sommer (*K. hiemalis*, 6453 Ind./l; *P. dolichoptera*, 3390 Ind./l; *N. squamula*, 997 Ind./l) oder im Frühjahr unmittelbar nach Eisbruch (*F. hofmanni*, 3464 Ind./l). Mittlere Tiefen im Bereich und knapp unter der Thermoclinen zwischen 2 und 6 m bevorzugten *Anuraeopsis miracleae* (max. 1339 Ind./l), *Polyarthra remata* (max. 3433 Ind./l) und *Synchaeta pectinata* (max. 652 Ind./l). Dabei zeigte die euryöke *S. pectinata* die insgesamt homogenste Verteilung aller Arten im Vertikalprofil. *Ascomorpha ecaudis* bildete ihren Populationschwerpunkt stets im oberen Bereich des Hypolimnions zwischen 4 und 7 m aus, blieb jedoch in ihrem Auftreten mit hohen Dichten (max. 759 Ind./l) auf den Zeitraum Juli/August beschränkt. Zur Zeit der herbstlichen Vollzirkulation im Oktober waren mit Ausnahme der zu dieser Zeit bereits aus dem Pelagial verschwundenen *P. remata*, praktisch alle Arten über die gesamte Wassersäule des GFS verteilt.

Im KFS ließen sich keine so deutlichen Präferenzen bestimmter Tiefen bei den einzelnen Rotatorienarten erkennen. Erreichte *P. remata* in den ersten Wochen nach Eisbruch in

oberfächlichen und mittleren Tiefen ihre höchsten Dichten, so schien sie während der 2. Hälfte der Vegetationsperiode eher die tieferen Schichten zu bevorzugen. Es muß jedoch offen bleiben, wie weit das Verteilungsmuster dieser kleinen Art im KFS nicht eine Folge passiver Verfrachtungen zur Zeit thermischer Instabilität ist. Bei den weiteren Rädertierarten sind auf Grund ihrer geringen Dichten keine Aussagen zur Bevorzugung bestimmter Tiefen möglich. Die Beobachtung, daß *N. squamula* ihre höchsten Populationsdichten im Hochwinter unmittelbar unter der geschichteten Winterdecke erreichte, läßt jedoch vermuten, daß diese kälteliebende Art wie in anderen Gebirgsseen (Jersabek, 1989) das Interstitial der durchtränkten Winterdecke besiedelt.

Wie schon oben (3.4.1.) erwähnt, ergeben sich aufgrund der komplexen Verteilungsmuster der euplanktischen Crustaceen im reich strukturierten KFS Schwierigkeiten bei der quantitativen Erfassung der Populationsgrößen. Neben der Bevorzugung bodennaher Schichten werden diese Schwierigkeiten durch geringe Populationsdichten, die äußerst fleckenhafte Verteilung und die diurnalen Vertikalwanderungen verstärkt.

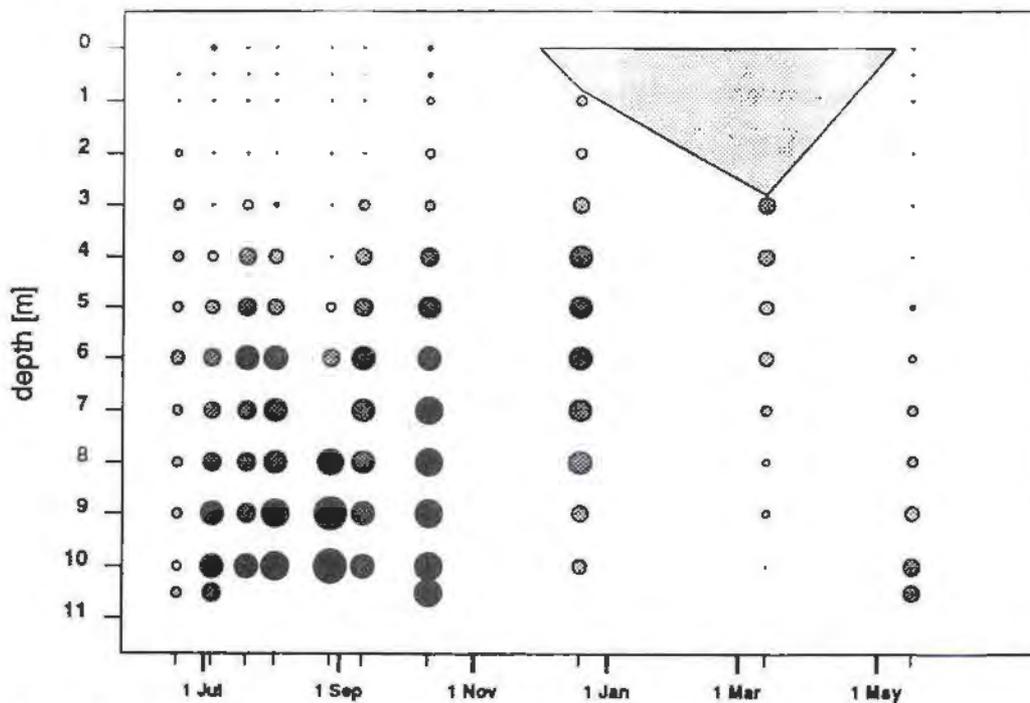


Abb. 12: Vertikalverteilung von *Keratella hiemalis* im Großen Feichtauer See.

Legende Zu den Abb. 12-19: Individuen pro Liter · 0, · <10, ○ <20, ○ <50, ○ <100, ○ <200,

⊗ <500, ● <1000, ● <2000, ● <4000, ● >4000.

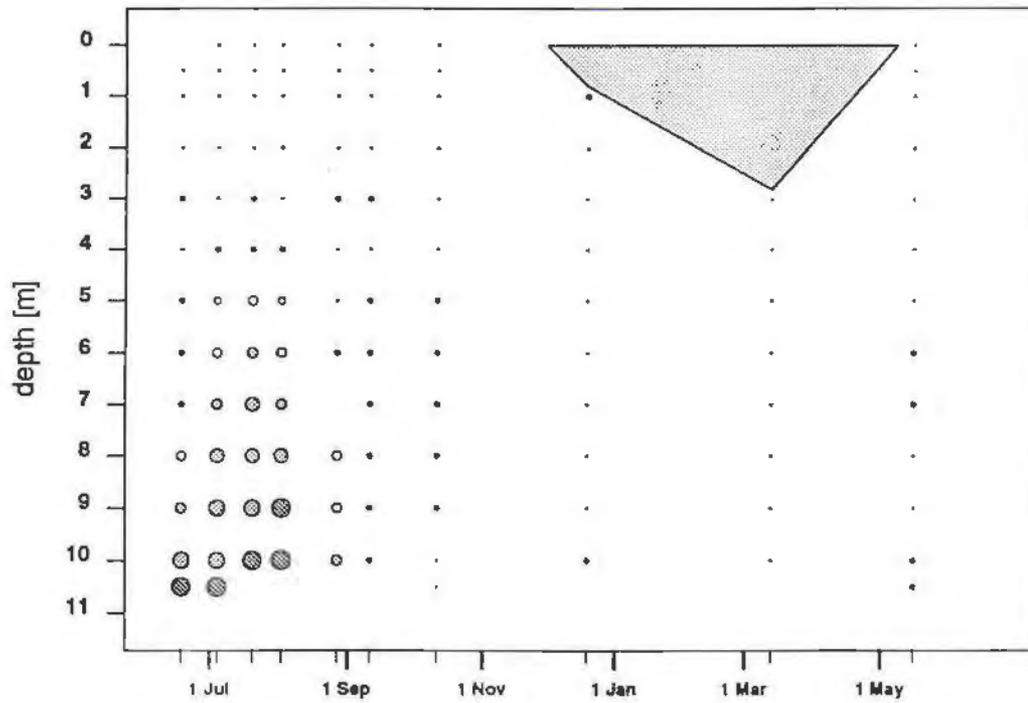


Abb. 13: Vertikalverteilung von *Notholca squamula* im Großen Feichtauer See.

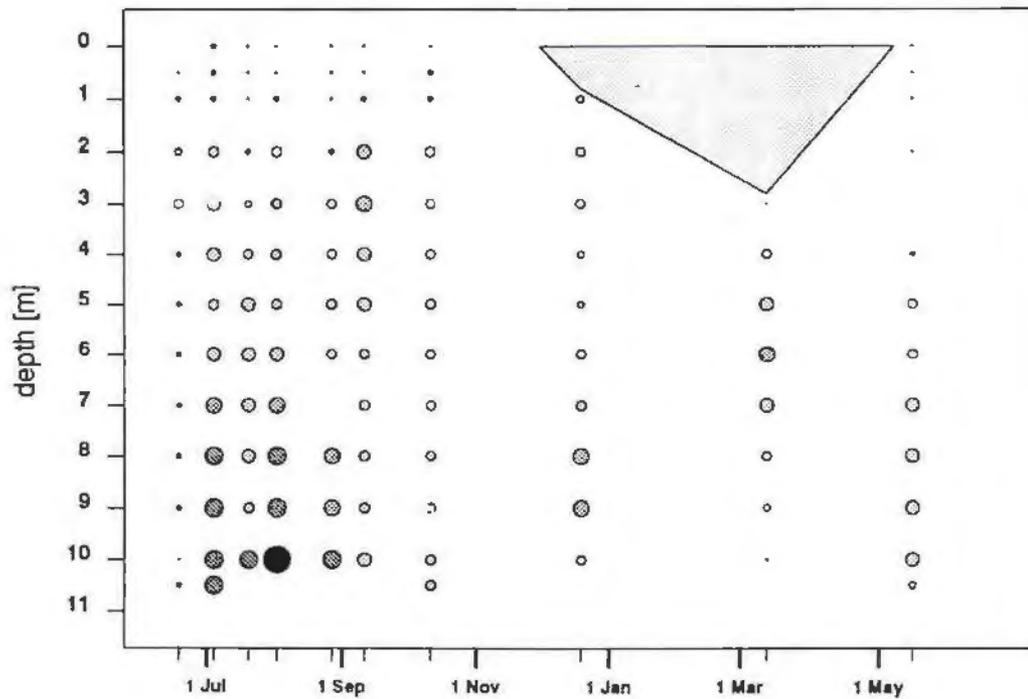


Abb. 14: Vertikalverteilung von *Polyarthra dolichoptera* im Großen Feichtauer See.

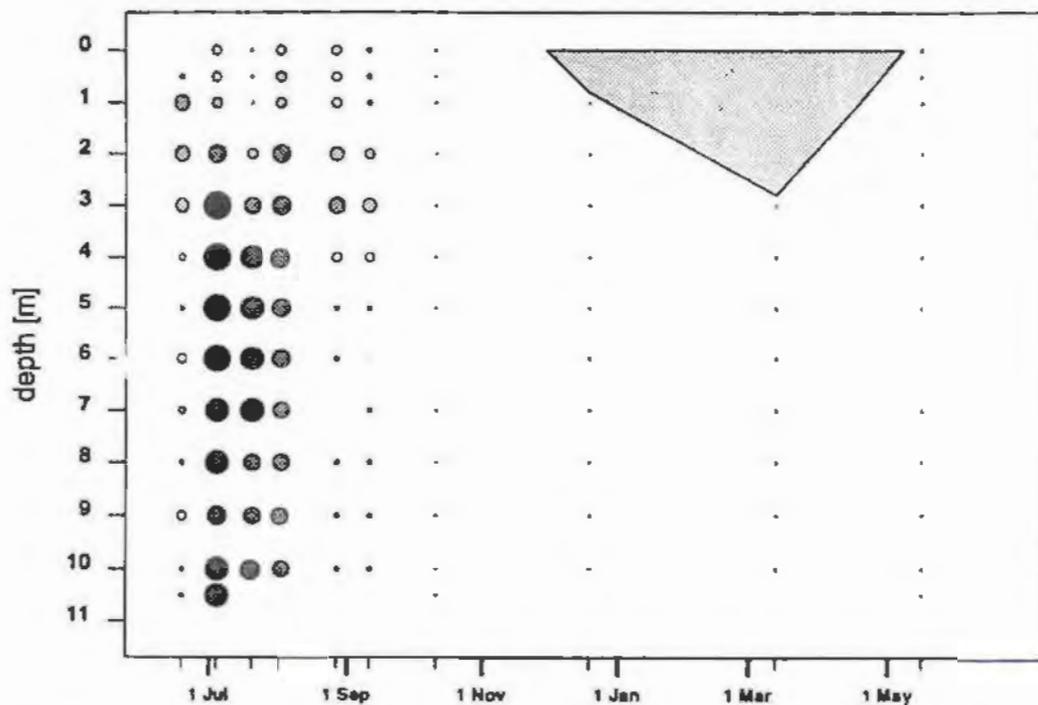


Abb. 15: Vertikalverteilung von *Polyarthra remata* im Großen Feichtauer See.

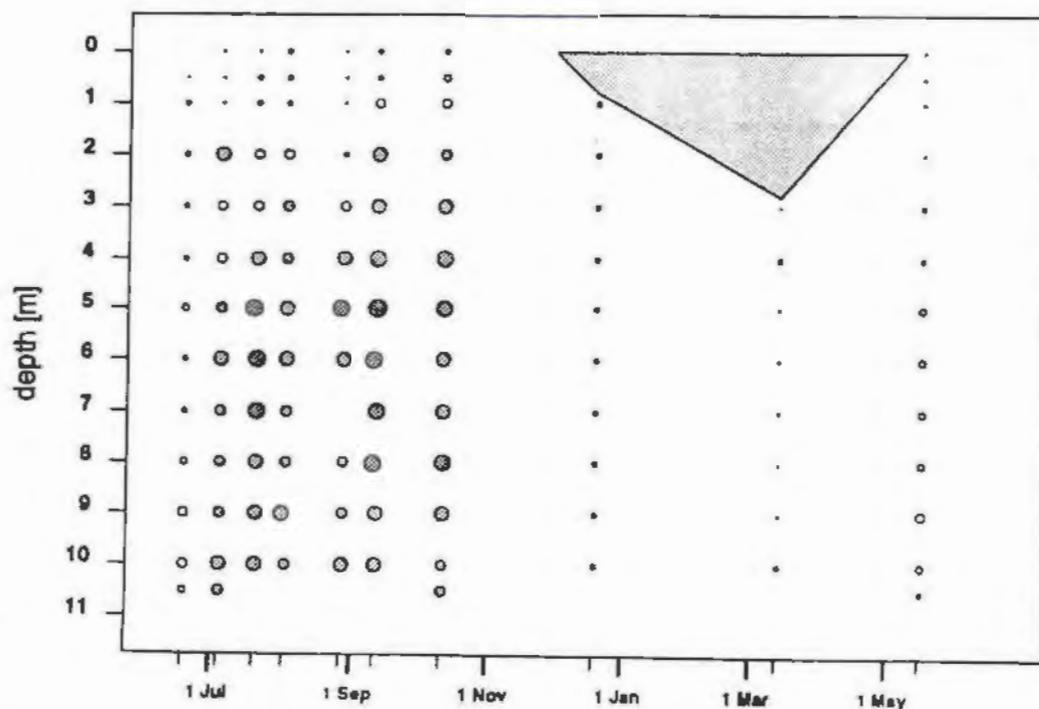


Abb. 16: Vertikalverteilung von *Synchaeta pectinata* im Großen Feichtauer See.

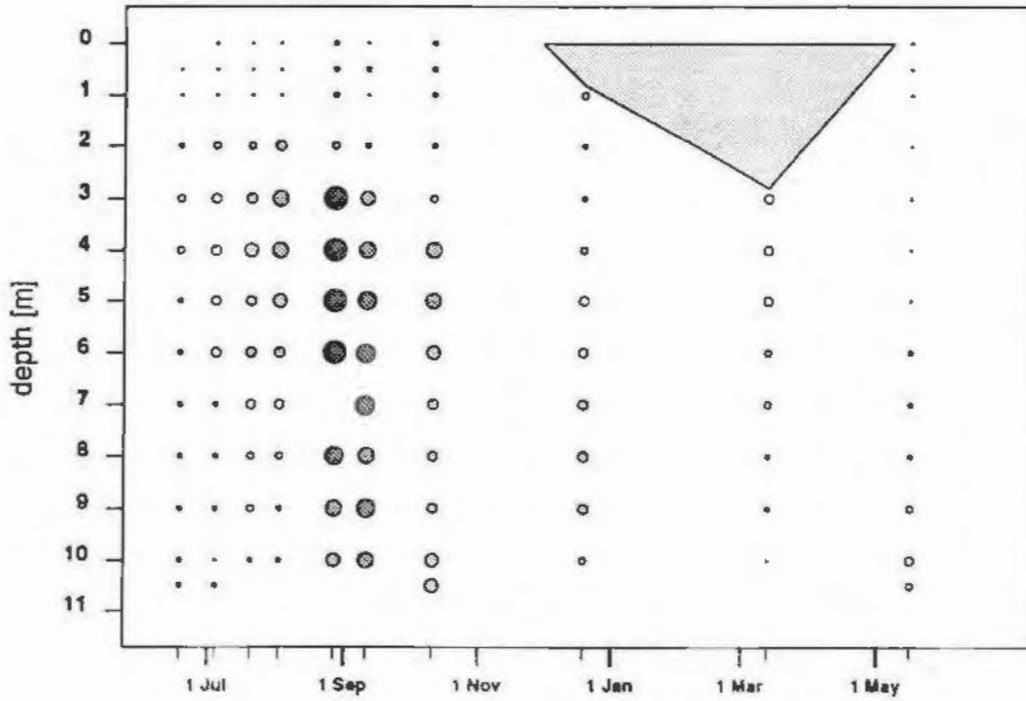


Abb. 17: Vertikalverteilung von *Anuraeopsis miracleae* im Großen Feichtauer See.

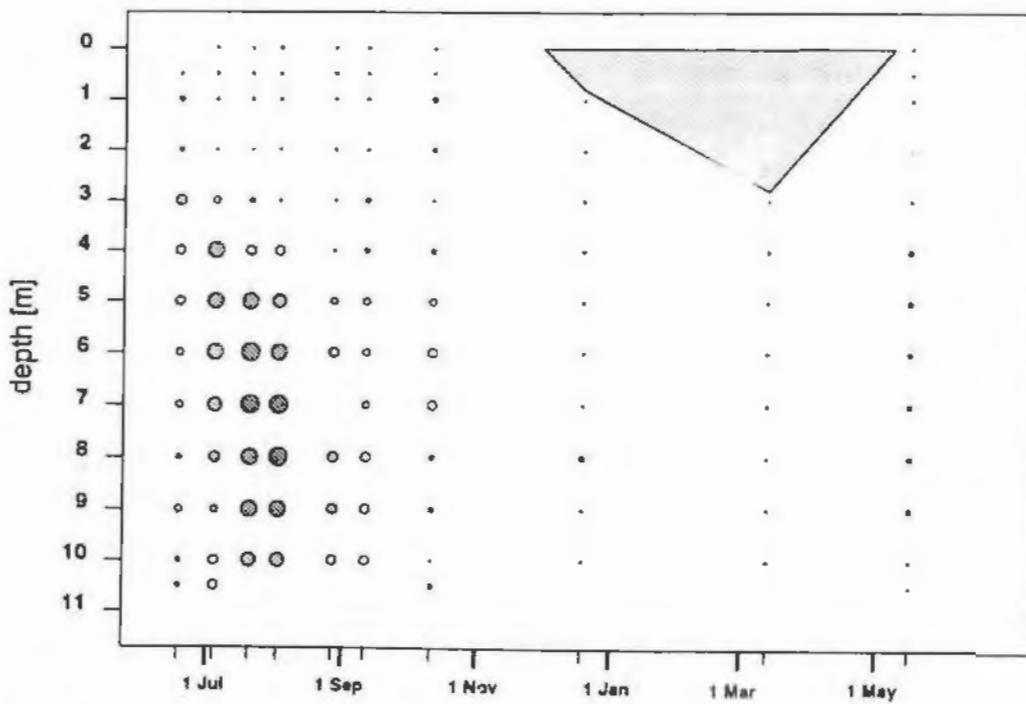


Abb. 18: Vertikalverteilung von *Ascomorpha ecaudis* im Großen Feichtauer See.

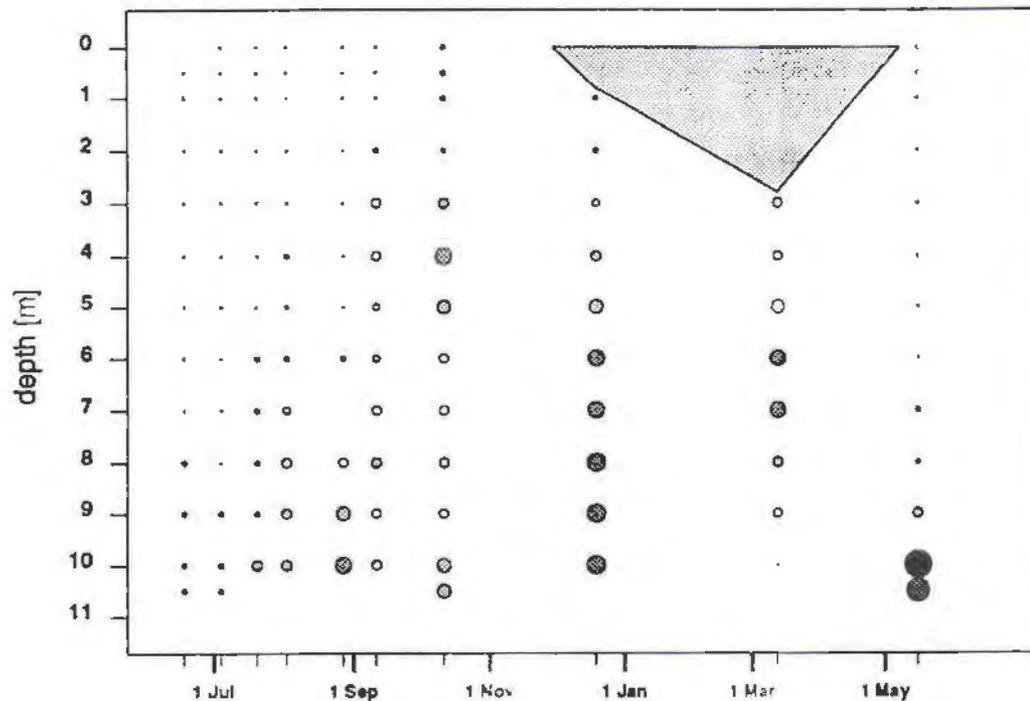


Abb. 19: Vertikalverteilung von *Filinia hofmanni* im Großen Feichtauer See.

3.4.3. Artenspektrum und Ökologie

Eine Zusammenstellung der im Pelagial der beiden Seen gefundenen Arten findet sich im Anhang (7.3.). Wie bereits einleitend erwähnt, gelten die im KFS bestandsbildende Cladocere, *Daphnia rosea*, sowie der calanoide Copepode *Arctodiaptomus alpinus* als äußerst repräsentative Vertreter des Crustaceenplanktons in Seen der subalpinen und alpinen Höhenstufe. Im KFS leben beide Arten in der montanen Vegetationszone zwar deutlich unterhalb ihres Verbreitungsschwerpunktes in den Alpen, doch ergeben sich durch die klimatischen Verhältnisse im Nordstau der Alpen in thermischer Hinsicht durchaus mit Gewässern subalpiner Lagen vergleichbare Bedingungen. Neben diesen beiden euplanktischen Arten können vereinzelt auch die Cladocere *Chydorus sphaericus* und die cyclopoiden Copepoden *Macrocyclops fuscus*, *Megacyclops viridis* und *Eucyclops serrulatus* im Pelagial angetroffen

werden. Diese Arten sind jedoch, mit Ausnahme der frühen Entwicklungsstadien der Copepoden, nahrungsökologisch an den benthalen Lebensraum gebunden.

Von den euplanktischen Rotatorien entwickelt im KFS nur *Polyarthra remata* eine stabile Population und erreicht mit maximal 2989 Individuen/Liter im August. Als weitere Arten waren *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella hiemalis*, *Notholca squamula* ihren thermischen Ansprüchen entsprechend nur bei mittleren Seetemperaturen von unter 10°C im Frühjahr, Herbst und unter Eis anzutreffen. Dabei blieben die Dichten im Vergleich zu *P. remata* stets vernachlässigbar gering. Als einzige Ausnahme gilt die Situation im Hochwinter, als bei gleichzeitiger Abwesenheit von *P. remata* und Crustaceen *N. squamula* mit maximalen Dichten von 11,6 Individuen/Liter den Zooplanktonbestand im minimalen Restwasserkörper des KFS mit 83% Anteil an der Gesamtbiomasse dominierte. *K. hiemalis* und *P. dolichoptera* erreichten maximale Dichten von nur 1,0 bzw. 1,67 Individuen/Liter.

Der Artenbestand des Metazoenplanktons im GFS ist gekennzeichnet durch die fast ausschließliche Dominanz der Rotatorien. Von größeren Metazoen besiedeln nur frühe Entwicklungsstadien (Nauplien) cyclopoider Copepoden das Pelagial. Die Rädertierzönose setzt sich vorwiegend aus kaltstenothermen Mikrofiltrierern und Detritivoren (*Keratella hiemalis*, *Notholca squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta lakowitziana*, *Anuraeopsis miracleae*, *Filinia hofmanni*) zusammen, die praktisch das ganze Jahr über im See vorkommen, und während der wärmeren Jahreszeit in das kalte Hypolimnion ausweichen. Ebenfalls perennierend vorkommend ist die in ihrer ökologischen Valenz sehr breite, auch Binnensalzseen und Brackwasser besiedelnde (Koste, 1978) *Synchaeta pectinata*. Von den beiden eurythermen Spezies *Polyarthra remata* und *Ascomorpha ecaudis* fehlt *P. remata* während der kälteren Jahreszeit von Oktober bis Mai, *A. ecaudis* wurde mit Ausnahme des Hochwinters im März auch unter Eis angetroffen. In dieser Hinsicht erscheint es bemerkenswert, daß die Population von *P. remata* im KFS bis Jahresende auch unter Eis vorhanden war. *Aptera*-Formen von *P. remata*, die durch ihre Präsenz das Schlüpfen aus den überwinterten Dauereiern anzeigen, wurden im KFS von Mai bis Juni (Maximum Mitte Mai), im GFS von März bis Juli (Maximum Mitte Juni) beobachtet. Wie weit dabei im GFS ein Überlappen der Schlüpfperioden der im Pelagial neu auftretenden *P. remata*, sowie der sich im Populations-

wachstum befähigten *P. dolichoptera* gegeben war, kann nicht mit Sicherheit beurteilt werden. Das Auftreten von *A. miracleae* im GFS ist seit der Beschreibung dieser brachioniden Spezies (Koste, 1991) der weltweit erste Fund außerhalb der spanischen Sierra Cuenca. Die ökologischen Ansprüche der Population im GFS beweisen, daß die Art nicht wie bisher angenommen an microaerobe Bedingungen in der Chemoclinen meromiktischer oder stabil geschichteter Seen gebunden ist (Jersabek & Koste, 1993).

Neben diesen euplanktischen Arten traten im Pelagial immer wieder tychoplanktische, durch Turbulenzen aus dem Litoral verfrachtete Phytaformen wie *Euchlanis dilatata*, *Lecane luna*, sowie *Trichocerca*- und *Lepadella*-Arten auf. Das erklärt sich aus der relativen Seichtheit und dem sich daraus ergebenden hohen Verhältnis Litoral/Pelagial der reich strukturierten Seen. Der Anteil an der Biomasse dieser Arten war jedoch stets vernachlässigbar gering.

Im Gegensatz zur Crustaceenfauna des KFS kann für den GFS zusammenfassend gesagt werden, daß keine der Rotatorienarten als typisch "alpin" bezeichnet werden kann, obwohl gerade *Keratella hiemalis*, *Notholca squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, und *Synchaeta lakowitziana* als die Repräsentanten des Rotatorienplanktons hochalpiner Seen gelten (Jersabek & Schabetsberger, 1992). Grundsätzlich finden alle stenothermen Kaltwasserformen alpiner Seen auch im Winterplankton oder im Hypolimnion von Seen tieferer Lagen geeignete Lebensbedingungen.

3.4.4. Größenspektrum der Arten

Durch das Fehlen euplanktischer Crustaceen im GFS ist hier das Rädertier *Synchaeta pectinata* mit max. 0,5 mm Körperlänge der größte Vertreter des Zooplanktons. Demgegenüber steht im KFS eine durch bis zu 2 mm große Cladoceren (*Daphnia rosea*) und Copepoden (*Arctodiaptomus alpinus*) dominierte Artengemeinschaft, an deren Seite als einziges Rädertier *Polyarthra remata* (0,1 mm) mit einer starken Population koexistieren kann. Die weiteren 3 euplanktischen Rotatorienarten spielen quantitativ keine Rolle und sind in ihrem Auftreten weitgehend auf den Zeitraum niedriger Abundanzen adulter Crustaceen beschränkt.

Ein Vergleich der mittleren Biovolumina (arithmetisches Mittel) ergibt Werte, die im Zeitraum Juni bis März im KFS 21,5 - 57,3 fach über jenen des GFS liegen. Dabei sind die großen Cyclopiden der Litoralregion, *Megacyclops viridis* und *Macrocyclus fuscus*, die vereinzelt auch in den Planktonfängen anzutreffen sind, nicht berücksichtigt. Nur zur Zeit des Eisbruchs im Mai hatte nach Zusammenbruch der Adultengeneration beim ersten Auftreten frühester Entwicklungsstadien der Copepoden der "mittlere Zooplankton" im KFS nur das doppelte (2,1 fache) Volumen von jenem im GFS. Aufgrund des perennierenden Auftretens der meisten Arten im GFS gibt es über das ganze Jahr nur geringfügige Schwankungen im Größenspektrum der Rotatorienzönose ($7,45 - 9,08 \times 10^5 \mu\text{m}^3$), während sich im KFS qualitative Änderungen im Artenspektrum des Zooplanktons, sowie in der Altersstruktur der Crustaceenpopulationen in starken Schwankungen des mittleren Biovolumens niederschlagen ($18,73 - 446,40 \times 10^5 \mu\text{m}^3$) (Abb. 20 b). Gewichtet man die Biomassen entsprechend der Abundanz der Arten, so ergibt sich im KFS im Herbst aufgrund hoher Dichten von *P. remata*, bei gleichzeitig geringen Abundanzen von *D. rosea* und *A. alpinus* im Freiwasser ein mittleres Biovolumen das unter jenem des GFS liegt (Abb. 20 a). Das starke Absinken des mittleren gewichteten Biovolumens im sommerlichen GFS erklärt sich neben der zunehmenden Abundanz von *P. remata*, aus dem Aufsuchen bodennaher Schichten durch die späten Entwicklungsstadien (Copepodide) von *A. alpinus*, deren hohe Abundanz für das Jahresmaximum im Juni ($287,1 \times 10^5 \mu\text{m}^3$) ausschlaggebend ist. Streng genommen handelt es sich also beim Jahresminimum ($4,11 \times 10^5 \mu\text{m}^3$) im Oktober um einen durch das Verteilungsmuster der Crustaceen bedingten Artefakt. Vergleichsweise gering sind die Schwankungen im mittleren gewichteten Biovolumen des Zooplanktons im KFS, dessen Höchstwert im September ($8,27 \times 10^5 \mu\text{m}^3$) zur Zeit der maximalen Entfaltung der großen *S. pectinata* nur dem 1,7 fachen Minimum im Juni ($4,85 \times 10^5 \mu\text{m}^3$) entspricht (Abb. 20 a).

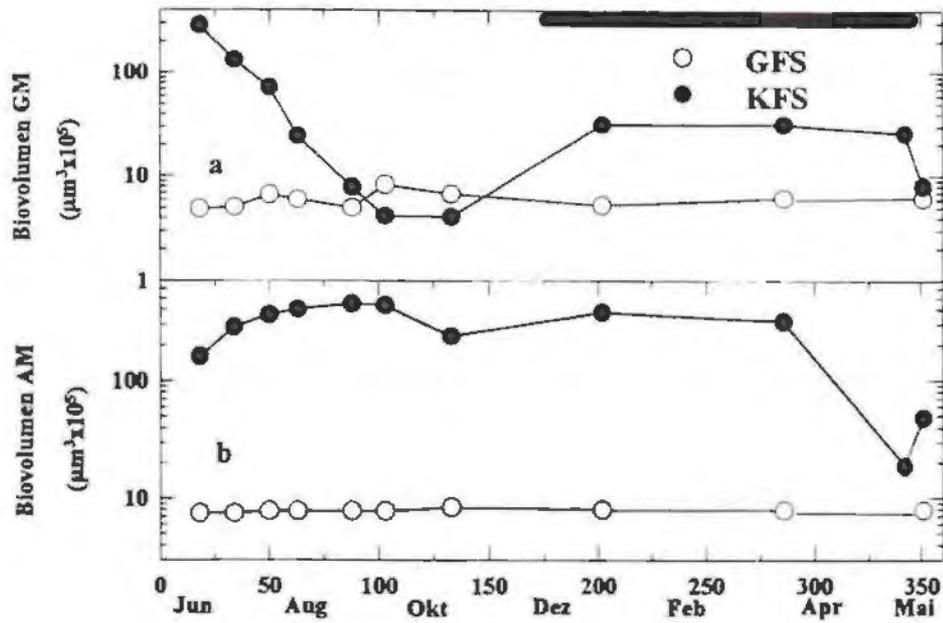


Abb. 20: Biovolumen der dominanten Vertreter im Zooplankton der Feichtauer Seen, dargestellt als der Gesamtabundanz nach gewichtetem (a), sowie arithmetischem (b) Mittel. Zeitraum der Eisbedeckung durch horizontalen Balken gekennzeichnet.

3.5. Fische und Amphibien

3.5.1. Populationsgröße der laichreifen Elritzen im GFS

Die Schätzung nach der Schuhmacher-Methode ergab eine Populationsgröße von 17551 Individuen (95 % K.L.: 16638 - 18570). Insgesamt waren mit 2256 Individuen ca. 13 % der Adultpopulation markiert worden.

Eine Schätzung nach der Petersen-Methode nach dem ersten Wiederfang ergab eine Populationsgröße von 17422 (13127 - 23997) Individuen.

| Termin | C_t | R_t | neu markiert |
|-----------------|-------|-------|--------------|
| 17. - 18.6.1992 | 876 | 0 | 876 |
| 2. - 3.7.1992 | 893 | 44 | 789 |
| 19.7.1992 | 687 | 64 | 591 |
| 2.8.1992 | 435 | 57 | 0 |

Tabelle 2: Anzahl der insgesamt gefangenen (C_t), der markiert wiedergefangenen (R_t) und der neu markierten Elritzen an den vier Fangereignissen im GFS 1992.

3.5.2. Populationsgröße der Bergmolche im KFS

Die Populationsgröße der Bergmolche wurde für den 2. Fangtag (04.07.1992) auf 1568 Individuen (95 % K.I.: 206 - 16777) und für den dritten Fangtag (18.07.1992) auf 271 Tiere (84 - 1046) geschätzt. Die geringen Wiederfangraten erlaubten nur eine ungenaue Schätzung der Populationsgröße.

| Letzter Fangtag | Fangtag | | | |
|-----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | 1 17.6.1993 | 2 2.7.1992 | 3 19.7.1992 | 4 1.8.1992 |
| 1 | | 0 | 2 | 2 |
| 2 | | | 6 | 1 |
| 3 | | | | 3 |
| Gesamtfang | 88 | 55 | 51 | 30 |
| Freigelassene | 88 | 55 | 51 | 30 |

Tabelle 3: Wiederfänge angeordnet in einer Jolly-Seber-Tabelle. Am 4. Fangtag wurden z.B. 2 Tiere vom 1., 1 Tier vom 2. und 3 Tiere vom 3. Fangtag wiedergefangen.

Insgesamt wurden 130 Männchen und 94 Weibchen an den vier verschiedenen Terminen gefangen. Eine getrennte Berechnung der Populationsgröße war nicht möglich. Die Daten zeigen, daß während des Sommers viele Individuen zu- bzw. abwanderten und keine stabile Populationsgröße erreicht wurde.

3.5.3. Nahrungsanalysen

Zu Beginn der Vegetationsperiode wurden vorwiegend angedriftete, terrestrische Fluginsekten gefressen (Abb. 21). Der "Index of Relative Importance" zeigte, daß Crustaceen später den "wichtigsten" Bestandteil der Nahrung der adulten Bergmolche bildeten. Gefressen wurde dabei vorwiegend *Daphnia rosea*. *Arctodiaptomus alpinus* erreichte maximal 25 % der gefressenen Organismen, während *Daphnia rosea* in der zweiten Sommerhälfte mehr als 98 % aller Nahrungsorganismen stellte. *Daphnia rosea* bildete dichte Wolken im Schatten von Gesteinsblöcken. Die hohe Zahl an Daphnien erklärt sich durch ein interessantes Freßverhalten der adulten Molche: Die Tiere saßen unter diesen Daphnienwolken und stießen mit aufgerichtetem Vorderkörper und offenem Maul nach oben. Dabei wurden mehrere Daphnien verschlungen.

Auch an der gefressenen Gesamtbioasse hatte *Daphnia rosea* einen Anteil zwischen 20 und 30 % (Abb. 22). Die Amphipoden (*Niphargus sp.*) leben eigentlich unterirdisch im Karst-

wasserkörper wurden aber offensichtlich ausgeschwemmt und bildeten eine weitere Nahrungsgrundlage für die Molche.

Bei Schönwetter war der Insektenanflug stärker und wurde als Nahrung genutzt. Während der Auswanderungsphase wurden Mollusken zu einem wichtigen Nahrungsbestandteil.

Für einen statistischen Vergleich der Nahrungsspektren der beiden Geschlechter wären größere Stichprobenumfänge notwendig. Die Unterschiede in der Nahrungswahl der Bergmolchweibchen und -männchen resultieren aus Unterschieden in der Größe der Maulspalte und im unterschiedlichen Wanderungsverhalten der beiden Geschlechter (Schabetsberger, 1993).

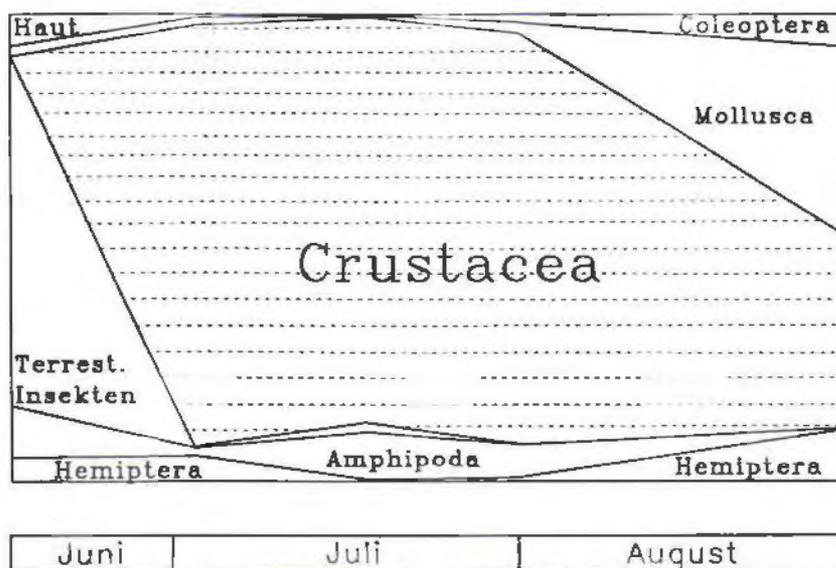


Abb. 21: Anteil der verschiedenen Beuteorganismen (kumulativ) am Nahrungsspektrum der adulten Molche. "Index of Relative Importance" als % der Gesamtpunkte.

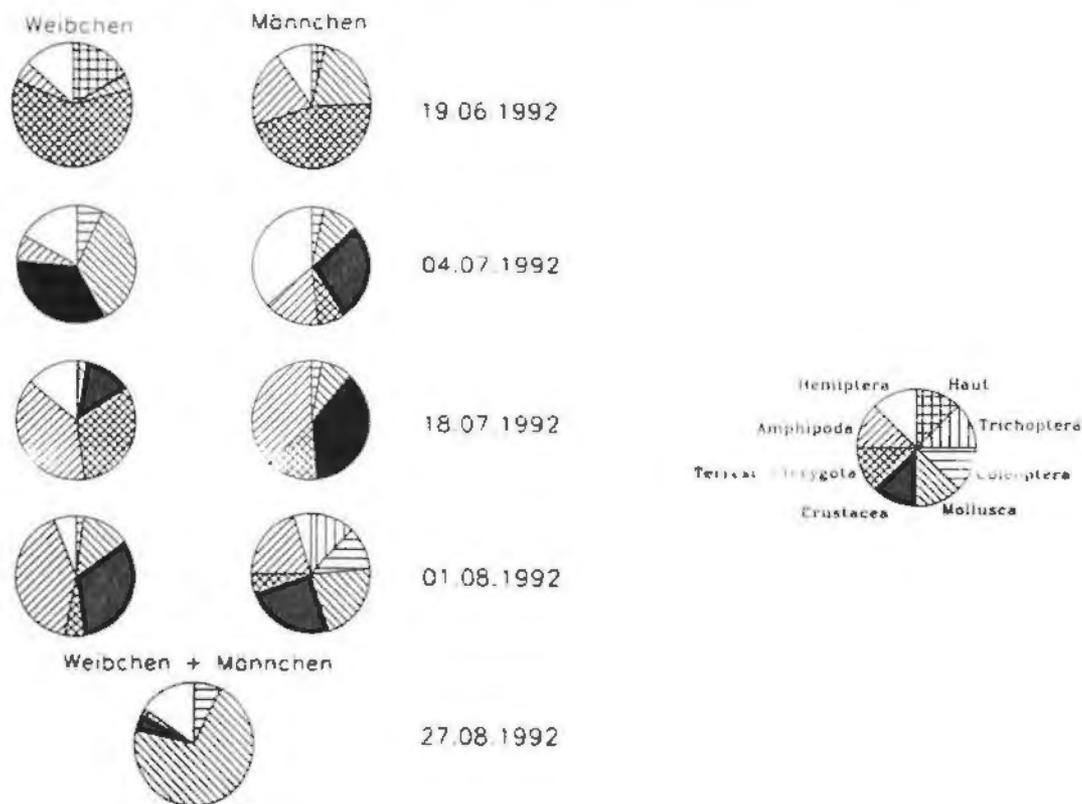


Abb. 22: Gewichtsanteil (%) der verschiedenen Beuteorganismen an der gefressenen Gesamtbiomasse (Trockengewicht).

3.5.4. "Enclosure-Experimente"

Am Ende des Experiments ergab sich folgendes Bild: In den fischfreien Käfigen wurde keine nennenswerte Mortalität der Planktonorganismen festgestellt. Die Crustaceen konnten zumindest während der kurzen Zeit des Experiments problemlos im GFS überleben. In den fischbesetzten Käfigen waren die Daphnien zur Gänze gefressen worden. Die Diptomiden wurden zwar reduziert, waren aber nach 22 Stunden noch in relativ hohen Dichten in den Käfigen. Die größere Beweglichkeit der Diptomiden machte *Daphnia rosea* offensichtlich zur bevorzugten Beute der Fische.

Diese Freilandexperimente konnten nur als erste Vorstudie durchgeführt werden. Es wäre aber wünschenswert, diese Experimente mit variierenden Fisch- bzw. Planktondichten fortzusetzen, um so zu einer quantitativen Beurteilung dieser Räuber-Beute Beziehung zu kommen.

4. Diskussion

Die Elritzen wurden möglicherweise schon vor mehreren Jahrhunderten mit Edelfischen als deren Futter- oder Köderfisch in den GFS gebracht. Elritzen wurden früher auch gegessen, sodaß die Fische im GFS auch gezielt für Speisezwecke eingesetzt worden sein konnten (Frost, 1943). Die Nähe der seit Jahrhunderten existierenden Feichtaueralm macht einen frühen Fischbesatz in den einzigen Seen des Sengsengebirges wahrscheinlich.

Ein Aufsteigen über den Abfluß des Sees war nicht möglich. Die oft erwähnte Verschleppung von Fischeiern im Gefieder von Wasservögeln halten wir für unmöglich, da die Eier während des Flugs sehr bald vertrocknen würden.

Sollten tatsächlich bereits früher einmal Forellen oder Saiblinge eingesetzt worden sein, so hatten diese den winterlichen Sauerstoffschwund nicht überlebt. 1989 wurden im GFS 600 Setzlinge des Brödings (fertile Hybridform: *Salvelinus alpinus alpinus* X *Salvelinus fontinalis*) ausgesetzt. Sie hatten 1992 eine beachtliche Größe von über 25 cm Gesamtlänge erreicht und ernährten sich im Sommer fast ausschließlich von Elritzen. Im Frühling fanden wir 4 verendete Saiblinge. Dies bestätigt, daß auch der widerstandsfähige Bröding sein physiologisches Limit erreicht hatte. Bachforellen (*Salmo trutta* forma *fario*) und Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus salvelinus*), die früher als Besatzfische in Frage kamen, sind wesentlich empfindlicher gegen niederen Sauerstoffgehalt. Nach starken Lawinenabgängen und längerer Eisbedeckung sind noch deutlich geringere Sauerstoffwerte als die 1992 gemessenen unter Lis zu erwarten. Die Elritzen sind widerstandsfähige Karpfenfische und finden im GFS dagegen ideale Lebensbedingungen vor.

Zusätzlich zu den über 17.000 laichreifen Elritzen im GFS nutzten auch mehrere tausend Jungfische die Nahrungsressourcen. Die Gesamtpopulationsgröße lag also sicher bei über 20.000 Individuen. Während die frischgeschlüpften Elritzen ausschließlich in der Verlandungszone fraßen, konnten die älteren Jungfische auch in den anderen Uferbereichen gefunden werden. 20.000 Fische könnten in dem verhältnismäßig kleinen See die Populationen von euplanktischen Crustaceen innerhalb weniger Jahre eliminieren. Die Ähnlichkeit der

abiotische Bedingungen während der eisfreien Periode in beiden Seen sprechen dafür, daß *Daphnia rosea*, *Arctodiaptomus alpinus*, *Macrocyclus fuscus* und *Megacyclus viridis* vor dem Einschleppen der Elritzen auch den GFS besiedelten.

In den ersten Käfigexperimenten konnte gezeigt werden, daß nur 6 Elritzen in weniger als 20 Stunden über 5000 Crustaceen fressen konnten. Extrapoliert man diese Freßraten, wird deutlich, daß eine Koexistenz dieser Crustaceen mit einer Elritzenpopulation dieser Größe nicht möglich ist. Die stark uferbezogene Lebensweise der Elritzen verzögerte sicher das Verschwinden der Crustaceenpopulationen. Es kann jedoch angenommen werden, daß vor dem Besatz mit Saiblingen eine breitere Uferzone zur Nahrungsaufnahme genutzt wurde.

Der starke Wasserverlust des KFS führt im Winter zu starken Zehrungsprozessen im Restvolumen. Diese Wasserbilanz erlaubt sicher keine Besiedlung durch die Elritze. Im KFS können daher Bergmolche diese Nahrungsnische besetzen.

Die Gesamtpopulationsgröße der adulten Bergmolche im KFS betrug nur 9 % jener der adulten Elritzen im GFS. Das Nahrungsangebot im KFS war sicher kein die Populationsgröße limitierender Faktor. Die Ursachen für die geringere Populationsgröße der Molche liegen unter anderem in der geringeren Fekundität, im langsameren Wachstum und in der amphibischen Lebensweise der Molche. Eine lückenlose Studie der Populationsdynamik während mehrerer Tiergenerationen wäre notwendig, um die Schlüsselfaktoren im komplizierten Gefüge der abiotischen Bedingungen und der resultierenden Zuwachs- und Verlusten isolieren zu können.

Die adulten Bergmolche im KFS nutzten während der zweiten Sommerhälfte die euplanktischen Crustaceenarten als wichtige Nahrungsquelle. Im August dominieren Daphnien das Beutespektrum der Bergmolche (Abb. 22). Auch für die Larven sind diese Crustaceen ein wichtiger Nahrungsbestandteil (Schabetsberger, 1993). Der Freßdruck der Adulten und der Larven reicht aber offensichtlich nicht aus, um *Daphnia rosea* oder *Arctodiaptomus alpinus* zum Verschwinden zu bringen. Die geringeren Eliminationsraten der Bergmolche haben mehrere Ursachen:

- Ihre Populationsgröße beträgt nur ca. 1500 Individuen. Der steht eine Adultpopulation von 17.500 Elritzen gegenüber.
- Die Magenentleerungsraten der Bergmolche sind im Vergleich zu jenen der Elritzen deutlich geringer (Schabetsberger, 1994). Die tägliche Nahrungsration der Elritzen (täglicher Nahrungskonsum als % des Körpergewichts) wurde bisher nicht wissenschaftlich untersucht, liegt aber sicher über der Ration der Bergmolche.
- Der Freßdruck der gesamten Fischpopulation ist ganzjährig, während die Molche an Land überwintern. Larven, die nicht rechtzeitig im Herbst metamorphosieren, sterben in den meisten Fällen unter der Winterdecke.
- Während die Bergmolche nur am Boden fressen, nehmen die Fische auch im Freiwasser Nahrung auf.

Zaret (1980) postulierte: "In the absence of piscine planktivores, salamanders such as *Ambystoma* can potentially fill this vacant niche and exploit the available aquatic resources in a manner nearly identical to fish" (Zaret, 1980). Unsere Ergebnisse widersprechen im Falle des Bergmolches diesen Aussagen.

Das Beispiel der Feichtauer Seen zeigt dagegen eindrucksvoll, wie Fische als Räuber die Zooplanktongemeinschaft beeinflussen können. Durch die Bevorzugung größerer Crustaceen als Beute wirken sie direkt auf die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Artengemeinschaft. Im Gegensatz zu natürlichen, über Jahrhunderte oder Jahrtausende aufeinander abgestimmte Räuber-Beute-Beziehungen fehlen hier jedoch dichteabhängige Regelmechanismen, sodaß es zu keinem Gleichgewichtszustand im Gefüge der Artengemeinschaft kommen kann, solange der Räuber mehr Beute entnimmt als diese selbst reproduziert. Der Endzustand ist meist erst nach dem völligen Zusammenbruch der Beutepopulation erreicht.

Durch die sich im Pelagial ständig ändernden Konkurrenz- und Dominanzverhältnisse pflanzt sich die Elimination der Beutepopulation in Form indirekter Effekte bis auf die untersten trophischen Ebenen im Nahrungsnetz fort. Ein völlig verändertes Bild im Artenspektrum sowohl des Zoo- als auch des Phytoplanktons ist die Folge. Dominieren im fischfreien See

große Crustaceen und kleine Phytoflagellaten (KFS), so beherrschen im durch den Fisch strukturierten Plankton kleine Rotatorien (+ Protozoen) und große, oft koloniebildende, Algen das Bild (GFS). Der Fisch hat sich zu diesem Zeitpunkt bereits seiner Nahrungsgrundlage als planktivorer Räuber entzogen und ist auf Bodenorganismen und in den meist sehr produktionsarmen Gebirgsseen zusätzlich auf Anflugsahrung angewiesen.

Arten wie die calanoiden Copepoden *Arctodiaptomus alpinus*, *Acanthodiaptomus denticornis*, *Mixodiaptomus laciniatus*, *Heterocope saliens* und verschiedene *Daphnia*-Arten sind nicht zuletzt aus diesem Grund in unseren Alpenseen bereits selten geworden. Von den euplanktischen Hochgebirgscrustaceen scheinen nur Arten wie der cyclopoide Copepode *Cyclops abyssorum tatricus* durch die zusätzliche Nutzung auch des benthalen Lebensraumes sowie ein dem starkem Raubdruck offensichtlich besser angepaßtes Reproduktionsmuster (Eppacher, 1968; Praptokardiyo, 1979), mit Fischen auf Dauer koexistieren zu können.

Das für alpine Gewässer sehr typische Planktonspektrum des KFS ist ein Beweis dafür, daß die hier sicher bereits seit Jahrtausenden ablaichenden Bergmolche an diese Nahrungsnische besser angepaßt sind als Fische. Die Abundanzverhältnisse und die Artenzusammensetzung im Pelagial werden daher in erster Linie durch kompetitive Interaktionen wie Konkurrenz um Raum und Ressourcen bestimmt. Als effektivere Filtrierer setzen sich größere Crustaceen gegenüber kleineren Meta- und Protozoen durch. Zusätzlich nützen omnivore Arten wie *A. alpinus* und *A. denticornis* Rotatorien und Protozoen auch direkt als Nahrung (Lair & Hilal, 1992; Hartmann *et al.*, 1993). Eine rein mechanische Interferenz durch die Filtriertätigkeit großer *Daphnien* ist ein weiteres Selektionskriterium für kleine Arten des Zooplanktons, die in der Filtrierkammer leicht beschädigt werden (Gilbert, 1988). Nur zu einer raschen Flucht befähigte Rotatorien sind daher in der Lage, diesem Mortalitätsfaktor zu entgehen. Das erklärt vermutlich auch die hohen Populationsdichten, die die kleine, aber zu raschen und weiten Fluchtsprüngen befähigte (Gilbert, 1987) *Polyarthra remata* sympatrisch mit großen Planktoncrustaceen im KFS aufbaut.

Sehr geringe Phytoplanktondichten machen das Pelagial oligotropher Gebirgsseen zu einem nur begrenzt tragfähigen Lebensraum auch für gut angepaßte Planktonkrebse. Im KFS dürfte

daher das Aufsuchen bodennaher Schichten durch *A. alpinus* eine wirkungsvolle Strategie darstellen, um mit der im Freiwasser effektiver filtrierenden *D. rosea* koexistieren zu können. Auch im Dreibrüdersee im Toten Gebirge nutzen adulte Tiere von *A. alpinus* zusätzlich benthische Nahrung zur Reproduktion (Jersabek, 1993). Die erhöhte Mortalität durch hier fressenden Bergmolche scheint in Anbetracht höherer Reproduktionsraten ein akzeptabler Kompromisse zu sein - ein weiteres Argument für die Ausgewogenheit dieser Räuber-Beute Beziehung.

Auch Salmoniden sind aktive Planktonräuber (Lazzaro, 1987) und bringen euplanktische Hochgebirgscrustaceen zum Verschwinden (Schabetsberger, Jersabek & Gassner, 1994). Der tägliche Nahrungskonsum von eingesetzten Salmoniden ist wesentlich höher als jener der Bergmolche (Tabelle 4). Es sind daher Fischbesatzmaßnahmen wie sie im GFS durchgeführt wurden in alpinen Regionen unbedingt zu vermeiden.

Im GFS sind durch den Saiblingbesatz zwar keine wesentlichen Veränderungen in der Zooplanktonzönose zu erwarten, trotzdem sollten solche Manipulationen im Nationalparkgebiet verhindert werden. Wir schlagen daher vor, die Saiblingpopulation im GFS durch intensive Befischung so bald als möglich zu eliminieren. Die eingesetzten Hybridformen sind vermutlich fertil und könnten im GFS wahrscheinlich erfolgreich reproduzieren. In Verhandlungen mit den Fischereiberechtigten sollte erwirkt werden, daß keine weiteren Fischbesätze im GFS durchgeführt werden.

| Spezies | Autoren | Temp. (°C) | Gewicht (g ww) | DFC (mg dw) | |
|----------------------------------|----------------------------|------------|-----------------|--------------|----------------|
| SALMONIDEN | | | | | |
| <i>Salvelinus alpinus</i> | AMUDSEN & KLEMETSEN (1988) | 3 - 14 | 40 - 100 | 31 - 187 | |
| <i>Oncorhynchus kisutch</i> | BRODEUR & PEARCY (1987) | 11 - 14 | 34 - 101 | 204 - 935 | |
| <i>Oncorhynchus kisutch</i> | RUGGERONE (1989b) | 5 - 8 | 8 - 11 | 53 - 125 | |
| <i>Oncorhynchus nerka</i> | DOBLE & EGGERS (1978) | 5 - 16 | 3 - 32 | 1 - 71 | |
| <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> | SAGAR & GLOVA (1988) | 12 - 19 | 4 | 55 | |
| URODELEN | | | | | |
| <i>Triturus alpestris</i> | SCHABETSBERGER (1993) | 8 - 11 | 4 - 5 | 2 - 21 | |
| | | | Gewicht (mg dw) | DFC (mg dw) | DF (% body dw) |
| SALMONIDEN | | | | | |
| <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> | GODIN (1981) | 11 - 13 | 77.3 - 98.4 | 6.46 - 10.12 | 6.6 - 13.1 |
| <i>Salvelinus fontinalis</i> | WALSH <i>et al.</i> (1988) | 10 - 19 | 17.6 - 103.5 | 1.75 - 5.17 | 4.1 - 9.8 |
| URODELEN | | | | | |
| <i>Triturus alpestris</i> Larven | SCHABETSBERGER (1993) | 6.1 - 9.2 | 2.3 - 18.0 | 0.069 - 1.43 | 3.0 - 7.9 |

Tabelle 4: Täglicher Nahrungskonsum der Bergmolche und verschiedener Salmonidenarten. DFC: Täglicher Futterkonsum; ww: Frischgewicht; dw: Trockengewicht

5. Zusammenfassung

Im Zeitraum Juni 1992 bis Mai 1993 wurden im Großen (GFS) und Kleinen (KFS) Feichtauer See limnochemische Standardparameter, Phyto- und Zooplanktondichten, Populationsgrößen der adulten Fische (*Phoxinus phoxinus*) im GFS und der adulten Bergmolche (*Triturus alpestris*) im KFS, sowie die Nahrung der adulten Molche untersucht.

Der GFS hielt sein Wasservolumen auch im Winter, während der KFS großen Seespiegelschwankungen unterlag. Im Winter verlor der KFS einen Großteil seines Wasservolumens. Der Wasserchemismus beider Seen war typisch für Gewässer in den nördlichen Kalkalpen. Im Winter kam es unter der Eisdecke zu einer starken Sauerstoffzehrung in beiden Seen. Es konnten jedoch immer Spuren von Sauerstoff nachgewiesen werden.

Im GFS dominierten relativ große Algen bzw. Zellkolonien und Rotatorien im Plankton während im KFS größere Crustaceen und meist einzellige, kleine Algen vorherrschten.

Im GFS kommen Fische vor (Elritze, *Phoxinus phoxinus*) während im KFS Amphibien (Bergmolche, *Triturus alpestris*) das sommerliche Nahrungsangebot nützen. Der starke Wasserverlust des KFS im Winter erlaubt keine Besiedlung durch Fische. Die Elritzen gelangten vermutlich durch Fischbesatzmaßnahmen in den GFS.

Die Dominanz der kleinen Rotatorien im Plankton des GFS wurde auf die größenselektive Nahrungsaufnahme der Fische zurückgeführt. Ihr Freßdruck auf Crustaceen ist deutlich größer als der der Bergmolche. Die hohen Eliminationsraten der Fische wurden in Freilandexperimenten demonstriert.

Die Ergebnisse zeigen, daß Seen in der alpinen und hochalpinen Region nicht mit Fischen besetzt werden sollen. Die typischen Zooplanktongemeinschaften sind nicht an den Freßdruck der Fische angepaßt. Amphibienpopulationen verschwinden ebenfalls nach einem Fischbesatz, da ihre Eier und Larven von den Fischen gefressen werden.

6. Literatur

- AMUDSEN P.A. & A. KLEMETSEN (1988). Diet, gastric evacuation rates and food consumption in a stunted population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in Takvatn, northern Norway. *J. Fish Biol.*, **33**, 697-709.
- BRODEUR R.D. & W.G. PEARCY (1987). Diel feeding chronology, gastric evacuation and estimated daily ration of juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) in a coastal marine environment. *J. Fish Biol.*, **31**, 465-477.
- BROOKS J.L. & S.I. DODSON (1965). Predation, body-size and composition of plankton. *Science*, **150**: 28-35.
- BROZEK S. & K. SCHMIDT (1991). Limnologische Charakterisierung der beiden Feichtauer Seen anhand von morphologischen Daten. Projektendbericht im Auftrag des Vereins Nationalpark Kalkalpen. 5 pp.
- DOBLE B.D. & D.M. EGGERS (1978). Diel feeding chronology, rate of gastric evacuation, daily ration and prey selectivity in lake Washington juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Trans. Am. Fish. Soc.*, **107**, 36-45.
- DUMONT H.J., VAN DE VELDE I. & S. DUMONT (1975). The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, **19**: 75-97.
- EPPACHER T. (1968). Physiographie und Zooplankton des Gossenköllesee (2413 m, Kühtal, Österreich). *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **56**: 31-123.
- FABER H., JERSABEK C. & R. SCHABETSBERGER (1991 b). Limnologische Erstcharakterisierung stehender Gewässer im Nationalpark Kalkalpen - Teil Sengengebirge. Endbericht 21 pp.
- FROST W.E. (1943). The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus*. *J. Anim. Ecol.* **12**: 139-162.
- GILBERT J.J. (1987). The *Polyarthra* escape from response: Defense against interference from *Daphnia*. *Hydrobiologia*, **147**: 235-238.
- GILBERT J.J. (1988). Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: A review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure. *Limnol. Oceanogr.*, **33**: 1286

GODIN J.-G.J. (1981). Daily patterns of feeding behavior, daily rations, and diets of juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in two marine bays of British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**, 10-15.

HALL D.J., THRELKELD S.T., BURNS C.W. & P.H. CROWLEY (1976). The size-efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **7**: 177-208.

HARTMANN H.J., TALEB H., ALEYA L. & LAIR N. (1993). Predation on ciliates by the suspension-feeding calanoid copepod *Acanthodiatomus denticornis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**, 1382-1393.

HYSLOP E.J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* **17**: 411-429.

JERSABEK C.D. (1989). Limnologische Aspekte eines alpinen Kleinsees mit extremen Spiegelschwankungen (Dreibrudersee, Totes Gebirge, 1643 m). Diplomarbeit Universität Salzburg. 108 pp.

JERSABEK C.D. (1993). Resting egg production and oviducal cycling in two sympatric species of alpine diaptomids (Copepoda: Calanoida) in relation to temperature and food availability. Diss. Univ. Salzburg. 64 pp.

JERSABEK C.D. & W. KOSTE (1993). Additional notes on taxonomy and ecology of *Anuraeopsis miracleae* Koste, 1991 (Rotatoria: Monogononta) from an Austrian alpine lake. *Hydrobiologia*, **264**: 55-60.

JERSABEK C.D. & R. SCHABETSBERGER (1990). Limnologische Charakterisierung alpiner Gewässer im Raum Gasteinertal. Endbericht K-43 Forschungsinstitut Gastein-Tauernregion. 31 pp.

JERSABEK C.D. & R. SCHABETSBERGER (1991 a). Verbreitung und Ökologie alpiner Rotatorien- und Crustaceenzönosen aus den Hohen Tauern bei Badgastein. Endbericht K-52 Forschungsinstitut Gastein-Tauernregion 32 pp.

JERSABEK C.D. & R. SCHABETSBERGER (1992 a). Verbreitung und Ökologie alpiner Rotatorien- und Crustaceenzönosen im Sengengebirge, Endbericht im Auftrag des Vereins Nationalpark Kalkalpen, 115 pp.

JERSABEK C.D. & R. SCHABETSBERGER (1992 b). Taxonomisch-ökologische Erhebung der Rotatorien- und Crustaceenfauna stehender Gewässer der Hohen Tauern. Endbericht im Auftrag des Forschungsinstituts Gastein Tauernregion, 165 pp.

JOLY P. (1987). Le régime alimentaire des amphibiens: methode d'étude. *Alytes* **6**: 11-17.

JOLY P. & C. MIAUD (1988). Tattooing as an individual marking technique in urodeles. *Alytes* 7: 1-6.

KOSTE W. (1978). Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. Begründet von M. Voigt. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart. I. textbd. VIII + 1-673, II. Tafelbd. III + 1-476.

KOSTE W. (1991). *Anuraeopsis miraclei*, a new planktonic rotifer species in karstic lakes of Spain. *Hydrobiologia*, 209: 169-173.

KREBS C.J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, New York. 652 pp.

LAIR N. & HILAL M. (1992). *Acanthodiptomus denticornis* another omnivorous calanoid copepod: description of its mouth appendages and feeding experiments of animal prey. *Hydrobiologia*, 248, 137-142.

LAZZARO X. (1987). A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia*, 146: 97-167.

LUND J.W., KIPLING C. & E.D. LeCREN (1958). The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.

PACE M.L. & J.D. ORCUTT (1981). The relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in a freshwater zooplankton community. *Limnol. Oceanogr.*, 26: 822-830.

PECHLANER R. (1966). Salmonideneinsätze in Hochgebirgsseen und -tümpel der Ostalpen. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 16: 1182-1191.

PERSSON L., ANDERSON G., HAMRIN, S.F. & L. JOHANSSON (1988). Predator regulation and primary production along the productivity gradient of temperate lake ecosystems. In Carpenter S.R. (ed.): *Complex interactions in lake communities*. Springer, New York, 45-65.

PRAPTOKARDIYO K. (1979). Populationsdynamik und Produktion von *Cyclops abyssorum taticus* (KOZMINSKI, 1927) im Gossenköllesee (2413 m ü.N.N., Kühtal, Tirol). Dissertation, Univ. Innsbruck, 83 pp.

RUGGERONE G.T. (1989 b). Gastric evacuation rates and daily ration of piscivorous coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* Walbaum. *J. Fish Biol.*, 34, 451-463.

- RUTTNER-KOLISKO A. (1977). Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 8: 71-76.
- SAGAR P.M. & G.J. GLOVA (1988). Diel feeding periodicity, daily ration and prey selection of a riverine population of juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). J. Fish Biol., 33, 643-653.
- SCHABETSBERGER R. (1993). Der Bergmolch *Triturus alpestris* als Endkonsument in einem alpinen Karstsee (Dreibrüdersee, 1643 m Totes Gebirge). Dissertation Universität Salzburg, 129 pp.
- SCHABETSBERGER R. (1994). Gastric evacuation rates of adult and larval alpine newts under laboratory and field conditions. Freshwater Biol., in print.
- SCHABETSBERGER R., JERSABEK C. & GASSNER H. (1994). Die Fischfauna in den Seen des Nationalparks Hohe Tauern. Endbericht, 26 pp.
- STEINBÖCK O. (1953). Ein neuer Seentyp: Der kryoeutrophe See. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 7: 153-163.
- STEINER V. (1987). Die Hochgebirgsseen Tirols aus fischereilicher Sicht, Teil 1, Bestandsaufnahme 1980-1985. Amt der Tiroler Landesregierung 213 pp.
- UTERMÖHL H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol., 9: 1-38.
- WALSH G. et al. (1988). Daily rations, diel feeding activity and distribution of age-0 brook charr, *Salvelinus fontinalis*, in two subarctic streams. Env. Biol. Fish., 21, 195-205.
- WINDING N. (1991). "Alpines Umland" im Nationalpark Hohe Tauern (Teil Salzburg): Naturraum, menschliche Nutzung, Planung von Sonderschutzgebieten. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie und des Salzburger Nationalparkfonds. Salzburg.
- ZARET T. M. (1980). Predation and freshwater communities. Yale University Press, New Haven and London. 187 pp.

7. Anhang

7.1. Glossar

Abundanz: Die Gesamtzahl von Organismen in einer Population oder Raumeinheit

brachionid: zur Familie der Brachionidae (Rotatoria) gehörig

Calanoida: Ordnung im System der Copepoda (Ruderfußkrebse)

Chemokline: Schichte stärkeren Konzentrationsgefälles gelöster Stoffe

Copepodide: Entwicklungsstadien der Ruderfußkrebse (Stadien 7-12, inkl. Adulttier)

Cyclopidae: Familie der Ruderfußkrebse mit vielen planktisch und benthisch lebenden, meist räuberischen Arten

Daphnien: größere, herbivore Arten der Wasserflöhe (Cladoceren)

detritivor: sich von Detritus (bzw. den darauf befindlichen Bakterien) ernährend

Diaptomidae: Familie der calanoiden Copepoden (Ruderfußkrebse), die vorwiegend in der Freiwasserzone stehender Gewässer lebt; meist herbivore und omnivore Arten

"Enclosure" - Experimente: Einschluß von Teilen natürlicher Lebensräume um Interaktionen zwischen Organismen quantitativ zu beschreiben

Epilimnion: Die oberhalb der Thermoklinen eines Sees gelegene, meist vollständig durchlichtete Region ohne bleibende Temperaturschichtung

eurytherm: einen breiten Toleranzbereich in Bezug auf die Temperatur aufweisend

euplanktisch: nur im Freiwasser lebend (nicht wahlweise am Sediment)

euryök: breite Toleranz gegenüber Umweltfaktoren

fakultativ: wahlweise

Furcalspina: stachelförmiger Fortsatz des Carapax bei Wasserflöhen (Daphniiden)

"Grazing": Das Herausfiltrieren kleiner Algen aus dem Wasser durch die Zooplanktonorganismen

Hypolimnion: Kalte Tiefenwasserzone unterhalb der Sprungschicht von Seen

Interstitial: Lebensraum im Lückensystem von Lockersedimenten (hier: Eiskristalle)

kaltstenotherm: an niedere Temperaturen gebunden

Koevolution: Gemeinsame, auf einander abgestimmte, stammesgeschichtliche Entwicklung zweier oder mehrerer Arten

Koexistenz: gemeinsames Vorkommen

Kryeutrophie: Sauerstoffzehrung in alpinen oder arktischen Seen durch den Abbau von organischem Material während der monatelangen Eisbedeckung

Litoral: Uferregion

meromiktisch: nur unvollständig durchmischend

Metanauplien: Entwicklungsstadien der Ruderfußkrebse (Stadien 3-6)

Metazoa: vielzellige Tiere

microaerob: niedere Sauerstoffkonzentration

Mortalität: Sterblichkeit

Nahrungstitem: Nahrungskategorie

Nauplien: Ursprünglichste Larvalform bei Crustaceen; bei Ruderfußkrebsen Entwicklungsstadien 1-6

oligotherm: an niedere Temperaturen gebunden

oligotroph: nährstoffarm

Orthonauplien: Die ersten beiden Naupliusstadien mit nur 3 Extremitätenpaaren

Ösophagus: Erster Teil des Magen-Darm-Trakts, Schlund

Pelagial: Freiwasserzone

perennierend: das ganze Jahr über

phreatische Zone: Grundwasserzone

Phytoplankton: Gesamtheit der im Wasser schwebenden pflanzlichen Organismen (Algen)

planktivor: Plankton fressend

Plankton: (griech.: "das Herumgestoßene") Organismen des Freiwasserkörpers mit nur geringer Eigenbeweglichkeit

Primärproduktion: Produktion von Biomasse durch autotrophe Organismen (Algen)

Protozoen: tierische Einzeller

Salmoniden: Lachs- und forellenartige Fische

Sekundärproduktion: Produktion von Biomasse durch heterotrophe Primärkonsumenten (z.B. Zooplankton oder Insektenlarven)

Standing crop (stock): die zu einem Zeitpunkt vorhandene Gesamtbiomasse in einem Gewässer

sympatrisch: im gleichen Lebensraum vorkommend

tychoplanktisch: "zufällig" ins Plankton geraten

Thermokline: Bereich des raschen Temperaturabfalls in geschichteten Seen (= Sprungschicht, Metalimnion)

univoltin: Nur eine Generation pro Jahr erzeugend

Zooplankton: Gesamtheit der im Wasser schwebenden tierischen Organismen

Zooplanktonzönose: Artenzusammensetzung des Zooplanktons

7.2. Artenlisten - Phytoplankton, Phytobenthos + Ufervegetation

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|-----------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| PHYTOPLANKTON UND PHYTOBENTHOS | | | |
| CYANOPHYTA (Blaualggen) | | | |
| <i>Anabaena sp.</i> | | * | pl |
| <i>Aphanocapsa sp.</i> | | * | pl |
| <i>Aphanothece stagnina</i> (SPRENG.) | * | * | li |
| <i>Aphanothece sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Chroococcus minutus</i> (KÜTZ.) | | * | li-pl |
| <i>Chroococcus turgidus</i> (KÜTZ.) | * | * | pl |
| <i>Calothrix sp.</i> | * | * | li |
| <i>Coelosphaerium naegelianum</i> UNGER | * | | pl |
| <i>Coelosphaerium sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Dactylococcopsis fascicularis</i> LEMM | * | * | pl |
| <i>Gloeocapsa sp.</i> | * | * | li |
| <i>Eucapsis alpina</i> CL.& SHANTZ | | * | li |
| <i>Lyngbya cf. hyronimusii</i> LEMM. | * | | pl |
| <i>Merismopedia cf. elegans</i> A.BRAUN | * | * | li-pl |
| <i>Merismopedia cf. punctata</i> MEYEN | | * | li-pl |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> LEMM. | * | * | li-pl |
| <i>Microcystis sp.</i> | | * | li-pl |
| <i>Nostoc spp.</i> | * | * | li |
| <i>Oscillatoria sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Synechococcus aeruginosus</i> NÄG. | * | | li |
| CHLOROPHYCEAE (Grünalgen) | | | |
| <i>Ankistrodesmus cf. biplex</i> (REINSCH) | * | | pl |
| <i>Asterococcus limneticus</i> G.M. SMITH | * | | pl |
| <i>Basichlamys sacculifera</i> (SCHERFFEL) | | * | pl |
| <i>Botryococcus braunii</i> KÜTZ. | * | | pl |
| <i>Bulbochaete sp.</i> | * | * | li |
| <i>Chlamydomonas sp.</i> | * | | pl |
| <i>Chlorella sp.</i> | * | | pl |
| <i>Colacium sp.</i> | * | | li |
| <i>Coleochaete cf. scutata</i> (BRÉB.) | * | * | li |
| <i>Elakatothrix cf. genevensis-gelatinosa</i> WILLE | * | * | pl |
| <i>Golenkinia sp.</i> | * | | pl |
| <i>Gonium sociale</i> DUJARDIN | * | | pl |
| <i>Haematococcus sp.</i> | * | | pl |
| <i>Kirchneriella lunaris</i> (KIRCHN.) | * | | pl |
| <i>Koliella cf. longiseta</i> | | * | pl |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| PHYTOPLANKTON UND PHYTOBENTHOS | | | |
| <i>Oedogonium sp.</i> | * | | li |
| <i>Oocystis cf. gigas</i> ARCHNER | * | * | li-pl |
| <i>Oocystis cf. lacustris</i> CHODAT | | * | pl |
| <i>Oocystis sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Pandorina morum</i> (O.F.M.) | * | | pl |
| <i>Pediastrum boryanum</i> (TURP.) | * | * | pl |
| <i>Phacotus lenticularis</i> (EHRB.) | * | | pl |
| <i>cf. Pseudosphaerocystis sp.</i> | * | | pl |
| <i>Scenedesmus hystrix</i> LAGERHEIM | * | * | pl |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> (TURP.) | * | | pl |
| <i>Scenedesmus spp.</i> | * | | pl |
| <i>Stichococcus minor</i> NÄGELI | * | | pl |
| <i>Tetraedron minimum</i> (A.BRAUN) | * | * | pl |
| <i>Tetraedron sp.</i> | * | * | pl |
| EUGLENOPHYCEAE (Augenflagellaten) | | | |
| <i>Peranema sp.</i> (EHRB.) | | * | pl |
| <i>Petalomonas sp.</i> | | * | pl |
| DESMIDIACEAE (Zieralgen) | | | |
| <i>Closterium spp.</i> | * | * | li-pl |
| <i>Cosmarium cf. pygmaeum</i> ARCH. | * | * | pl |
| <i>Cosmarium spp.</i> | * | * | li-pl |
| <i>Euastrum cf. verrucosum</i> (EHRB.) | | * | li |
| <i>Euastrum sp.</i> | | * | li |
| <i>Hyalotheca dissilens</i> (SMITH) | * | * | li |
| <i>Penium margaritaceum</i> (EHRB.) | | * | li |
| <i>Pleurotaenium crenulatum</i> (EHRB.) | * | * | li |
| <i>Spirogyra sp.</i> | * | * | li |
| <i>Staurastrum dejectum</i> BRÉB. | * | | pl |
| <i>Staurastrum furcigerum</i> BRÉB. | * | * | pl |
| <i>Staurastrum cf. lunatum</i> RALFS | * | | pl |
| <i>Staurastrum orbiculare</i> RALFS | * | | pl |
| <i>Staurastrum spp.</i> | * | * | pl |
| <i>Zygnema sp.</i> | * | * | li |
| CHRYSOPHYCEAE (Goldalgen) | | | |
| <i>Dinobryon divergens</i> IMHOF | * | * | pl |
| <i>Kephyrion sp.</i> | * | | pl |
| <i>Mallomonas sp.</i> | * | | pl |
| <i>Ochromonas sp.</i> | * | | pl |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|----------------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| PHYTOPLANKTON UND PHYTOBENTHOS | | | |
| DINOPHYCEAE (Pflanzenflagellaten) | | | |
| <i>Gymnodinium spp.</i> | * | * | pl |
| <i>Peridinium spp.</i> | * | * | pl |
| CRYPTOMONADINA (Kryptoflagellaten) | | | |
| <i>Cryptomonas erosa</i> EHRB. | * | * | pl |
| <i>Cryptomonas marsonii</i> | * | | pl |
| <i>Cryptomonas spp.</i> | * | * | pl |
| <i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplantica</i> SKUJA | * | * | pl |
| Diatomeae (Kieselalgen) | | | |
| <i>Amphora ovalis</i> KÜTZ. | * | * | li |
| <i>Asterionella formosa</i> HASSALL | * | * | pl |
| <i>Caloneis sp.</i> | | * | li |
| <i>Cocconeis placentula</i> | * | | |
| <i>Cyclotella comta</i> (EHRB.) | * | * | pl |
| <i>Cyclotella sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Cymatopleura elliptica</i> BREB. | * | * | li |
| <i>Cymbella ehrenbergii</i> KÜTZ. | * | * | li |
| <i>Cymbella spp.</i> | * | * | li |
| <i>Denticula tenuis</i> KÜTZ. | * | * | li |
| <i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) | * | * | li |
| <i>Eunotia lunaris</i> (EHRB.) | * | | li |
| <i>Eunotia cf. monodon</i> (EHRB.) | * | | li |
| <i>Eunotia sp.</i> | * | * | li |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON | * | | pl |
| <i>Gomphonema sp.</i> | * | | li |
| <i>Gyrosigma attenuatum</i> KÜTZ. | * | | li |
| <i>Navicula spp.</i> | * | * | li |
| <i>Neidium iridis</i> (EHRB.) | * | | li |
| <i>Nitzschia sp.</i> | * | | li |
| <i>Pinnularia sp.</i> | * | * | li |
| <i>Stephanodiscus astraes</i> (EHRB.) | * | | pl |
| <i>Surirella linearis</i> W. SMITH | * | * | li |
| <i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> (EHRB.) | | * | li |
| <i>Surirella spiralis</i> KÜTZ. | * | | li |
| <i>Synedra acus</i> KÜTZ. | * | * | pl |
| <i>Synedra acus angustissima</i> GRUNOW | * | | pl |
| <i>Synedra sp.</i> | * | * | pl |
| <i>Tabellaria fenestrata</i> (LYNGBYE) | | * | pl |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|-----------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| PHYTOPLANKTON UND PHYTOBENTHOS | | | |
| CHARACAEA (Armleuchteralgen) | | | |
| <i>Chara sp.</i> | * | | li |
| RANUNCULACEAE (Hahnenfußgewächs) | | | |
| <i>Ranunculus cf. eradicator</i> (LAESTADIUS) | * | * | li |
| POTAMOGETONACEAE (Laichkrautgewächse) | | | |
| <i>Potamogeton pectinatus</i> L. | * | | li |
| VEGETATION DER VERLANDUNGZONE DES GFS | | | |
| <i>Alnus viridis</i> (CHAIX) | | | |
| <i>Carex ferruginea</i> SCOPE | | | |
| <i>Carex paniculata</i> JUSSL. | | | |
| <i>Carex nigra</i> (L.) | | | |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) | | | |
| <i>Eriophorum anustifolium</i> HONCK. | | | |
| <i>Juncus articulatus</i> L. | | | |
| <i>Molinia caerulea</i> (L.) | | | |
| <i>Pinus mugo</i> TURRA | | | |
| <i>Sesleria varia</i> (JACQ.) | | | |

7.3. Artenlisten - Zooplankton, Zoobenthos + Vertebrata

Zeichenerklärung: li ... Litoralform s.l. (Phytal, Periphyton, Saprobial, Psammal, Detritus); pl ... Planktonform; Pz ... nur Panzer- oder Schalenreste; ni ... nicht identifizierbarer Konservierungsartefakt; nA ... neu für die Alpen; (nA) ... neu für die Alpen, den Autoren aber bereits aus vorangegangenen Untersuchungen bekannt.

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| ZOOPLANKTON UND ZOOBENTHOS | | | |
| TESTACEA (Schalenamöben) | | | |
| <i>Centropyxis aculeata</i> (EHRB.) | | * | li |
| <i>Centropyxis</i> sp. | | * | li |
| <i>Diffugia</i> cf. <i>curvicaulis</i> PENARD | | * | li |
| <i>Diffugia</i> sp. | | * | li |
| cf. <i>Lesquereusia</i> sp. | | * | li |
| TURBELLARIA (Strudelwürmer) | | | |
| <i>Rhabdocoela</i> Gen. sp. | | * | li-pl |
| NEMATODA (Fadenwürmer) | | | |
| Gen. spp. | | * | li |
| GASTROTRICHA (Bauchhärlinge) | | | |
| <i>Chaetonotus</i> sp. | | * | li |
| <i>Lepidodermella squamatum</i> DUJARDIN | | * | li |
| ROTATORIA (Rädertiere) | | | |
| Monogononta | | | |
| <i>Anuraeopsis miracleae</i> KOSTE | * | | pl,nA |
| <i>Ascomorpha ecaudis</i> (PERTY) | * | | pl |
| <i>Bryceella</i> cf. <i>stylata</i> (MILNE) | * | | li-pl,nA |
| <i>Cephalodella apocola</i> MYERS | | * | li,(nA) |
| <i>Cephalodella doryphora</i> MYERS | * | | li,(nA) |
| <i>Cephalodella eva</i> (GOSSE) | | * | li |
| <i>Cephalodella forficata</i> (EHRB.) | * | * | li |
| <i>Cephalodella gibba gibba</i> (EHRB.) | | * | li |
| <i>Cephalodella ventripes</i> var. <i>angustior</i> DONNER | | * | li,(nA) |
| <i>Cephalodella</i> sp.2 | | * | li |
| <i>Collotheca</i> sp. | * | | li,ni |
| <i>Colurella obtusa obtusa</i> (GOSSE) | | * | li |
| <i>Colurella uncinata uncinata</i> (O.F.M.) | * | | li |
| <i>Colurella uncinata</i> f. <i>bicuspidata</i> (EHRB.) | * | | li |
| <i>Dicranophorus</i> sp. | * | | li |
| <i>Euchlanis dilatata</i> (EHRB.) | * | * | li-pl |
| <i>Filinia hofmanni</i> KOSTE | * | | pl |
| <i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (GOSSE) | Pz | * | pl |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|---------------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| ZOOPLANKTON UND ZOOBENTHOS | | | |
| <i>Keratella hiemalis</i> (CARLIN) | * | * | pl |
| <i>Keratella quadrata quadrata</i> (O.F.M.) | | * | pl |
| <i>Keratella valga valga</i> (EHRB.) | * | | pl |
| <i>Keratella valga f. monospina</i> KLAUSNER | * | | pl |
| <i>Lecane (L.) flexilis</i> (GOSSE) | * | * | li |
| <i>Lecane (L.) luna</i> (O.F.M.) | * | * | li |
| <i>Lecane (L.) tenuiseta</i> HARRING | * | | li,nA |
| <i>Lecane (M.) closterocerca</i> (SCHMARDA) | * | * | li |
| <i>Lecane (M.) furcata</i> (MURRAY) | * | | li |
| <i>Lecane (M.) lunaris lunaris</i> | | * | li |
| <i>Lepadella patella patella</i> (O.F.M.) | * | * | li |
| <i>Lepadella quadricarinata quadricarinata</i> (STENR.) | | * | li,nA |
| <i>Lepadella triptera</i> (EHRB.) | * | * | li |
| <i>Monommata cf. dentata</i> WULFERT | * | | li |
| <i>Notholca squamula squamula</i> (O.F.M.) | * | | pl |
| <i>Notommata cyrtopus</i> GOSSE | | * | li |
| <i>Polyarthra dolichoptera dolichoptera</i> IDELSON | * | * | pl |
| <i>Polyarthra remata</i> (SKORIKOV) | * | * | pl |
| <i>Proales fallaciosa</i> WULFERT | * | | li |
| Proalidae Gen.sp. | * | | li,ni |
| <i>Resticula nyssa</i> H. & M. | * | | li |
| <i>Synchaeta pectinata</i> EHRB. | * | * | pl |
| <i>Synchaeta lakowitziana</i> LUCKS | * | | pl |
| <i>Taphrocampa annulosa</i> (GOSSE) | | * | li |
| <i>Trichocerca (D.) bidens</i> (LUCKS) | * | * | li,(nA) |
| <i>Trichocerca (D.) intermedia</i> (STENROOS) | * | | li |
| <i>Trichocerca (D.) porcellus</i> (GOSSE) | * | * | li |
| <i>Trichocerca (T.) cf. elongata</i> (GOSSE) | | * | li-pl |
| <i>Trichocerca (T.) iernis</i> (GOSSE) | * | * | li-pl |
| <i>Trichocerca (T.) longiseta</i> (SCHRANK) | | * | li-pl |
| <i>Trichocerca (T.) rattus rattus</i> (O.F.M.) | * | * | li-pl |
| <i>Trichotria tetractis</i> (EHRB.) | * | | li |
| Bdelloidea | | | |
| <i>Dissotrocha aculeata</i> (EHRB.) | * | | li |
| <i>Pleuretra brycei</i> (WEBER) | * | * | li |
| Gen. spp. | * | | li,ni |
| MOLLUSCA (Weichtiere) | | | |
| <i>Bithynia tentaculata</i> L. | | * | li |
| <i>Pisidium</i> sp. | * | | li |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|--------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| ZOOPLANKTON UND ZOOBENTHOS | | | |
| OLIGOCHAETA (Wenigborster) | | | |
| <i>Chaetogaster sp.</i> | * | * | li |
| Fam. Gen. sp. | * | | li |
| CLADOCERA (Wasserflöhe) | | | |
| <i>Acroperus harpae</i> (BAIRD) | * | * | li |
| <i>Alona quadrangularis</i> (O.F.M.) | * | * | li |
| <i>Alona rectangula</i> SARS | * | * | li |
| <i>Alonella excisa</i> (FISCHER) | * | * | li |
| <i>Biapertura affinis</i> (LEYDIG) | * | * | li |
| <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.) | * | * | li-pl |
| <i>Daphnia rosea</i> (SARS) | | * | pl |
| COPEPODA (Ruderfußkrebse) | | | |
| Cyclopoida | | | |
| <i>Acanthocyclops vernalis</i> (FISCHER) | * | | li-pl |
| <i>Eucyclops serrulatus</i> (FISCHER) | * | * | li-pl |
| <i>Macrocyclus fuscus</i> (JURINE) | | * | li-pl |
| <i>Megacyclus viridis</i> (JURINE) | | * | li-pl |
| Calanoida | | | |
| <i>Arctodiaptomus (R.) alpinus</i> (IMHOF) | | * | pl |
| Harpacticoida | | | |
| <i>Attheyella crassa</i> (SARS) | * | | li |
| <i>Bryocamptus (A.) rhaeticus</i> (SCHMEIL) | | * | li |
| <i>Bryocamptus (B.) minutus</i> (CLAUS) | * | | li |
| OSTRACODA (Muschelkrebse) | | | |
| <i>Cypria ophthalmica</i> (JURINE) | * | * | li |
| Gen. spp. | * | * | li |
| TARDIGRADA (Bärtierchen) | | | |
| <i>Macrobiotus sp.</i> | * | * | li |
| MAKROZOOBENTHOS UND PLEUSTON | | | |
| HYDRACHNELLAE (Süßwassermilben) | | | |
| Gen. sp. | * | | li-pl |
| ODONATA (Libellen) | | | |
| <i>Aeshna cyanea</i> (O.F.M.) | * | | li |
| <i>Aeshna juncea</i> (L.) | * | | li |
| PLECOPTERA (Steinfliegen) | | | |
| <i>Nemoura cinerea</i> RETZ. | | * | li |
| HETEROPTERA (Wanzen) | | | |
| <i>Sigara (Arctocoris) carinata</i> (C. SAHLBG.) | | * | li-pl |

| TAXA | GEWÄSSER | | planktisch (pl) benthisch (li) |
|------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------------------------------|
| | GFS | KFS | |
| ZOOPLANKTON UND ZOOBENTHOS | | | |
| <i>Gerris cf. costai</i> H.S. | * | * | Wasser-Of |
| COLEOPTERA (Käfer) | | | |
| <i>Agabus solieri</i> AUB. | | * | li-pl |
| <i>Helophorus nivalis</i> GIRAUD | | * | li-pl |
| <i>Hydroporus palustris</i> (L.) | | * | li-pl |
| <i>Scarodytes halensis</i> (FABR.) | | * | li-pl |
| MEGALOPTERA (Schlammfliegen) | | | |
| <i>Sialis lutaria</i> (L.) | | * | li |
| TRICHOPTERA (Köcherfliegen) | | | |
| <i>Limnephilus coenosus</i> CURTIS | | * | li |
| CHIRONOMIDAE (Zuckmücken) | | | |
| <i>Gen. spp.</i> | * | * | li |
| VERTEBRATA (Wirbeltiere) | | | |
| AMPHIBIA (Lurche) | | | |
| <i>Triturus alpestris</i> LAURENTI - Bergmolch | | * | |
| <i>Bufo bufo</i> L. - Erdkröte | * | * | |
| <i>Rana temporaria</i> L. - Grasfrosch | * | * | |
| PISCES (Fische) | | | |
| <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) - Elritze | * | | |
| <i>Salvelinus a. alpinus</i> x <i>fontinalis</i> - Bröding | * | | |

7.4. Chemietabellen

Die Analysen wurden von Herrn Mag.Siegfried Angerer von der Forschungsstelle in Molln durchgeführt. Die Probenentnahmen fanden im Zeitraum Juli 1992 bis Mai 1993 statt.

:

| Gesamthärte (mmol/l) | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,96 | 0,874 | 0,853 | 0,738 | 0,845 | 8,896 | 1,06 | | 0,909 |
| 3 | 1,01 | 0,991 | 0,968 | 0,837 | 0,836 | 0,903 | | | 1,02 |
| 4 | | | | | | | | 1,13 | |
| 5 | | | | | | | 1,09 | | |
| 6 | 1,01 | 1,007 | 1,010 | 0,984 | 0,801 | 1,05 | | | 1,03 |
| 7 | | | | | | | 1,14 | | |
| 8 | | | | | | | | 1,23 | |
| 9 | 1,04 | 0,993 | 1,005 | 1,068 | 0,986 | 1,10 | 1,21 | 1,25 | |
| 10 | | | | | | | | 1,27 | 1,27 |

| Gesamthärte (°dH) | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 5,4 | 4,9 | 4,8 | 4,1 | 4,7 | 5,0 | 5,9 | | 5,1 |
| 3 | 5,6 | 5,6 | 5,4 | 4,7 | 4,7 | 5,1 | | | 5,7 |
| 4 | | | | | | | | 6,4 | |
| 5 | | | | | | | 6,1 | | |
| 6 | 5,7 | 5,6 | 5,7 | 5,5 | 4,5 | 5,9 | | | 5,8 |
| 7 | | | | | | | 6,4 | | |
| 8 | | | | | | | | 6,9 | |
| 9 | 5,8 | 5,6 | 5,6 | 6,0 | 5,5 | 6,2 | 6,8 | 7,0 | |
| 10 | | | | | | | | 7,1 | 7,1 |

| Calcium (mg/l) | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 34,15 | 26,9 | 24,2 | 22,0 | 23,3 | 25,2 | 32,2 | | 27,7 |
| 3 | 29,02 | 28,1 | 29,0 | 24,8 | 24,3 | 24,8 | | | 28,0 |
| 4 | | | | | | | | 36,5 | |
| 5 | | | | | | | 33,5 | | |
| 6 | 28,94 | 29,6 | 30,1 | 30,0 | 23,6 | 31,7 | | | 30,1 |
| 7 | | | | | | | 34,6 | | |
| 8 | | | | | | | | 40,3 | |
| 9 | 29,66 | 32,4 | 30,4 | 33,1 | 28,9 | 31,9 | 37,1 | 40,0 | |
| 10 | | | | | | | | 41,0 | 38,2 |

| Magnesium (mg/l) | | | | | | | | | |
|------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 2,62 | 4,9 | 6,1 | 4,6 | 6,4 | 6,5 | 6,2 | | 5,3 |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | 6,85 | 7,0 | 5,9 | 5,3 | 5,6 | 6,9 | | | 7,8 |
| 4 | | | | | | | | 5,5 | |
| 5 | | | | | | | 6,2 | | |
| 6 | 7,00 | 6,5 | 6,3 | 5,7 | 5,1 | 6,4 | | | 6,8 |
| 7 | | | | | | | 6,6 | | |
| 8 | | | | | | | | 5,3 | |
| 9 | 7,24 | 4,5 | 6,0 | 5,8 | 6,4 | 7,4 | 6,8 | 6,1 | |
| 10 | | | | | | | | 6,1 | 7,7 |

| Carbonathärte (mmol/l) | | | | | | | | | |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,93 | 0,845 | 0,788 | 0,69 | | 0,84 | | | |
| 3 | 1,01 | 0,945 | 0,900 | 0,80 | | 0,83 | | | |
| 4 | | | | | | | | 1,10 | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | 0,94 | 0,915 | 0,945 | 0,92 | | 0,98 | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | 1,16 | |
| 9 | 0,97 | 0,965 | 0,963 | 1,00 | | 1,00 | | 1,20 | |
| 10 | | | | | | | | 1,25 | |

| Carbonathärte (°dH) | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 5,2 | 4,7 | 4,4 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 5,6 | | 4,9 |
| 3 | 5,6 | 5,3 | 5,0 | 4,5 | 4,4 | 4,7 | | | 4,7 |
| 4 | | | | | | | | 6,1 | |
| 5 | | | | | | | 5,8 | | |
| 6 | 5,2 | 5,1 | 5,3 | 5,1 | 4,5 | 5,5 | | | 5,2 |
| 7 | | | | | | | 6,1 | | |
| 8 | | | | | | | | 6,5 | |
| 9 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,6 | 5,0 | 5,6 | 6,7 | 6,7 | |
| 10 | | | | | | | | 7,0 | 7,0 |

| Nichtcarbonathärte (°dH) | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | | 0,2 |
| 3 | 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | | | 1,0 |
| 4 | | | | | | | | 0,2 | |
| 5 | | | | | | | 0,3 | | |
| 6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 0,4 | | | 0,5 |
| 7 | | | | | | | 0,2 | | |
| 8 | | | | | | | | 0,4 | |
| 9 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | |
| 10 | | | | | | | | 0,2 | 0,1 |

| Säurekapazität pH 4,3 | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 1,85 | 1,69 | 1,58 | 1,39 | 1,55 | 1,68 | 1,99 | | 1,75 |
| 3 | 2,01 | 1,89 | 1,80 | 1,61 | 1,58 | 1,67 | | | 1,69 |
| 4 | | | | | | | | 2,19 | |
| 5 | | | | | | | 2,06 | | |
| 6 | 1,87 | 1,83 | 1,89 | 1,83 | 1,59 | 1,96 | | | 1,87 |
| 7 | | | | | | | 2,19 | | |
| 8 | | | | | | | | 2,32 | |
| 9 | 1,93 | 1,93 | 1,93 | 2,01 | 1,78 | 2,01 | 2,40 | 2,41 | |
| 10 | | | | | | | | 2,49 | 2,50 |

| Ammonium (mg/l) | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,026 | | | 0,100 | 0,191 | 0,487 | 0,148 | | 0,069 |
| 3 | 0,01 | | | 0,033 | 0,137 | 0,640 | | | 0,122 |
| 4 | | | | | | | | 0,155 | |
| 5 | | | | | | | 0,164 | | |
| 6 | 0,09 | | | 0,032 | 0,166 | 0,248 | | | 0,101 |
| 7 | | | | | | | 0,193 | | |
| 8 | | | | | | | | 0,252 | |
| 9 | 0,014 | | | 0,054 | 0,365 | 0,531 | 0,382 | 0,386 | |
| 10 | | | | | | | | 0,499 | 0,608 |

| Nitrit (mg/l) | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,006 | 0,005 | 0,006 | <0,005 | 0,006 | <0,005 | <0,005 | | <0,005 |
| 3 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | <0,005 |
| 4 | | | | | | | | 0,011 | |
| 5 | | | | | | | <0,005 | | |
| 6 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | <0,005 |
| 7 | | | | | | | <0,005 | | |
| 8 | | | | | | | | 0,026 | |
| 9 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,017 | <0,005 | <0,005 | 0,034 | 0,027 | |
| 10 | | | | | | | | 0,031 | <0,005 |

| Nitrat (mg/l) | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,66 | 0,662 | 0,194 | 0,312 | 0,519 | 0,587 | 0,931 | | 0,842 |
| 3 | 0,82 | 0,729 | 0,389 | 0,482 | 0,494 | 0,551 | | | 0,875 |
| 4 | | | | | | | | 0,494 | |
| 5 | | | | | | | 0,862 | | |
| 6 | 0,82 | 0,795 | 0,490 | 0,655 | 0,515 | 0,773 | | | 0,916 |
| 7 | | | | | | | 0,808 | | |
| 8 | | | | | | | | 0,267 | |
| 9 | 0,77 | 0,792 | 0,662 | 0,807 | 0,669 | 0,865 | 0,424 | 0,159 | |
| 10 | | | | | | | | 0,071 | 0,324 |

| Phosphat PO ₄ -P (mg/l) | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,061 | 0,022 | <0,005 | 0,006 | 0,010 | 0,094 | <0,005 | | 0,028 |
| 3 | 0,012 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | 0,010 |
| 4 | | | | | | | | <0,005 | |
| 5 | | | | | | | <0,005 | | |
| 6 | 0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,008 | 0,006 | <0,005 | | | <0,005 |
| 7 | | | | | | | <0,005 | | |
| 8 | | | | | | | | <0,005 | |
| 9 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| 10 | | | | | | | | <0,005 | <0,005 |

| Gesamtphosphor (mg/l) | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 0,01 | 0,008 | <0,005 | 0,015 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | <0,005 |
| 3 | 0,022 | 0,008 | <0,005 | 0,018 | <0,005 | 0,010 | | | <0,005 |
| 4 | | | | | | | | <0,005 | |
| 5 | | | | | | | <0,005 | | |
| 6 | 0,007 | 0,009 | <0,005 | 0,024 | 0,010 | <0,005 | | | <0,005 |
| 7 | | | | | | | 0,005 | | |
| 8 | | | | | | | | 0,009 | |
| 9 | 0,008 | 0,009 | <0,005 | 0,014 | 0,012 | 0,006 | 0,010 | 0,014 | |
| 10 | | | | | | | | 0,019 | 0,005 |

| Sulfat SO ₄ | | | | | | | | | |
|------------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7. | 20.7. | 1.8. | 28.8. | 12.9. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 8,1 | 5,7 | 1,7 | | | | | | |
| 3 | 9,5 | 5,4 | 3,0 | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | 8,3 | 4,6 | 4,0 | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | 4,9 | 7,1 | 4,3 | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

| Leitfähigkeit (25°C) | | | | | | | | |
|----------------------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 18.6. | 4.7. | 20.7. | 28.8. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 193 | 168 | 167 | 137 | 179 | 177 | | 167 |
| 2 | 189 | 167 | | | | | | |
| 3 | 183 | 169 | 183 | 158 | 174 | | | 170 |
| 4 | 182 | 164 | | | | | 212 | |
| 5 | 182 | 161 | | | | 185 | | |
| 6 | 185 | 163 | 187 | 183 | 207 | | | 187 |
| 7 | 167 | 159 | | | | 192 | | |
| 8 | 181 | 164 | | | | | 223 | |
| 9 | 181 | | 187 | 201 | 205 | 210 | 230 | |
| 10 | 185 | | | | | | 235 | 234 |

| pH | | | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 18.6. | 4.7. | 20.7. | 28.8. | 11.10. | 19.12. | 15.3. | 17.5. |
| 1 | 8,27 | 8,64 | 8,22 | 8,4 | 7,41 | 7,59 | | 8,15 |
| 2 | 8,31 | 8,63 | | | | | | |
| 3 | 8,32 | 8,26 | 8,15 | 8,4 | 7,51 | | | 8,15 |
| 4 | 8,28 | 8,57 | | | | | 7,8 | |
| 5 | 8,28 | 8,53 | | | | 7,6 | | |
| 6 | 8,18 | 8,49 | 8,15 | 8,44 | 7,93 | | | 8,1 |
| 7 | 8,17 | 8,48 | | | | 7,59 | | |
| 8 | 8,07 | 8,43 | | | | | 7,8 | |
| 9 | 8,06 | | 8,19 | 8,25 | 7,97 | 7,55 | 7,8 | |
| 10 | 7,96 | | | | | | 7,8 | 7,85 |
| 10,5 | 7,86 | | | | | | | |

Kleiner Feichtauer See

| Temperatur (°C) | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 18.6 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 0 | 11,3 | 18,5 | 19,9 | 19,6 | 11,1 | 6,8 | 0,8 | 0,2 | 2,9 | 11,9 |
| 1 | 10,3 | 17,2 | 19,1 | 17,2 | 10,1 | 6,7 | 2,1 | 0,2 | 2,7 | 10,9 |
| 2 | 8,3 | 13,7 | 15,8 | 14,0 | 8,7 | 6,6 | 2,6 | 1,1 | 3,1 | 9,2 |
| 3 | 4,4 | 9,5 | 11,5 | 11,1 | 8,0 | 6,5 | 3,3 | 1,4 | 3,2 | 6,0 |
| 4 | 3,8 | 9,5 | | | | | | | 3,7 | 4,7 |
| 5 | 3,6 | | | | | | | | 3,8 | |

| Sauerstoffkonzentration (mg/l) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|--|
| Tiefe | 18.6 | 20.7 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 | |
| 0 | 12,5 | 10,1 | 10,4 | 10,6 | 10,9 | | | | | |
| 1 | 11,9 | 10,4 | 10,4 | 11 | 11,3 | 11,1 | 6,6 | 11,6 | 11 | |
| 2 | 14,5 | | 10,7 | 11,1 | 10,5 | 10,6 | 2,8 | 11,9 | 11,8 | |
| 3 | 13,9 | 11,5 | 11,9 | 10,8 | 11,7 | 9,7 | | 12,8 | 11,9 | |
| 4 | 13,8 | | | | | | | 13,1 | 12 | |

| Sauerstoffsättigung (%) | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--|
| Tiefe | 18.6 | 20.7 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 | |
| 0 | 140,33 | 132,08 | 138,90 | 118,44 | 109,74 | | | | | |
| 1 | 130,52 | 132,65 | 132,65 | 120,09 | 113,48 | 98,80 | 55,78 | 104,97 | 122,34 | |
| 2 | 151,63 | | 127,59 | 117,20 | 105,18 | 95,63 | 24,25 | 108,85 | 126,05 | |
| 3 | 131,59 | 123,73 | 132,97 | 112,05 | 116,90 | 89,20 | | 117,35 | 117,42 | |
| 4 | 128,60 | | | | | | | 121,69 | 114,51 | |

| Gesamthärte (mmol/l) | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,71 | 0,727 | 0,737 | 0,719 | 0,801 | 0,835 | 0,925 | 1,02 | 0,794 | 0,878 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,96 | 0,804 | 0,852 | 0,807 | 0,836 | 0,838 | 0,896 | 1,04 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,990 | 0,884 |

| Gesamthärte (°dH) | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|------|-----|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 4,5 | 4,7 | 5,2 | 5,7 | 4,5 | 4,9 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 5,4 | 4,5 | 4,8 | 4,5 | 4,7 | 4,7 | 5,0 | 5,8 | | |
| 4 | | | | | | | | | 5,6 | 5,0 |

| Calcium (mg/l) | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 20,04 | 19,0 | 18,8 | 20,7 | 21,9 | 23,8 | 25,8 | 33,6 | 24,9 | 24,9 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 21,56 | 23,4 | 22,6 | 23,7 | 23,6 | 25,1 | 28,0 | 34,0 | | |
| 4 | | | | | | | | | 30,7 | 26,1 |

| Magnesium (mg/l) | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|------|-----|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 5,25 | 6,2 | 6,5 | 4,9 | 6,2 | 5,8 | 6,8 | 4,4 | 4,2 | 6,2 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 10,21 | 5,3 | 7,0 | 5,2 | 6,0 | 5,1 | 4,8 | 4,6 | | |
| 4 | | | | | | | | | 5,4 | 5,6 |

| Carbonathärte (mmol/l) | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,64 | 0,665 | 0,608 | 0,68 | | 0,75 | | 0,95 | 0,70 | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,85 | 0,755 | 0,700 | 0,76 | | 0,78 | | 0,96 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,96 | |

| Carbonathärte (°dH) | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|------|-----|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 3,8 | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 5,3 | 3,9 | 4,3 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 4,7 | 4,2 | 3,9 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,7 | 5,4 | | |
| 4 | | | | | | | | | 5,4 | 4,8 |

| Nichtcarbonathärte (°dH) | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|------|-----|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,2 | 0,2 |

| Säurekapazität pH 4,3 | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 1,27 | 1,33 | 1,22 | 1,35 | 1,49 | 1,50 | 1,58 | 1,90 | 1,40 | 1,54 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 1,69 | 1,51 | 1,40 | 1,51 | 1,51 | 1,55 | 1,68 | 1,93 | | |
| 4 | | | | | | | | | 1,92 | 1,71 |

| Ammonium (mg/l) | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,022 | | | 0,047 | 0,257 | 0,398 | 0,130 | 0,224 | 0,085 | 0,120 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,013 | | | 0,062 | 0,102 | 0,558 | 0,441 | 0,153 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,025 | 0,055 |

| Nitrit (mg/l) | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,003 | 0,005 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,001 | <0,005 |

| Nitrat (mg/l) | | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,42 | 0,274 | 0,747 | 0,160 | 0,452 | 0,498 | 0,755 | 0,939 | 0,806 | 0,747 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,51 | 0,599 | 0,773 | 0,322 | 0,519 | 0,606 | 0,753 | 0,735 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,833 | 0,850 |

| PO ₄ -Phosphat (mg/l) | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,014 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,001 | <0,005 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,011 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,001 | <0,005 |

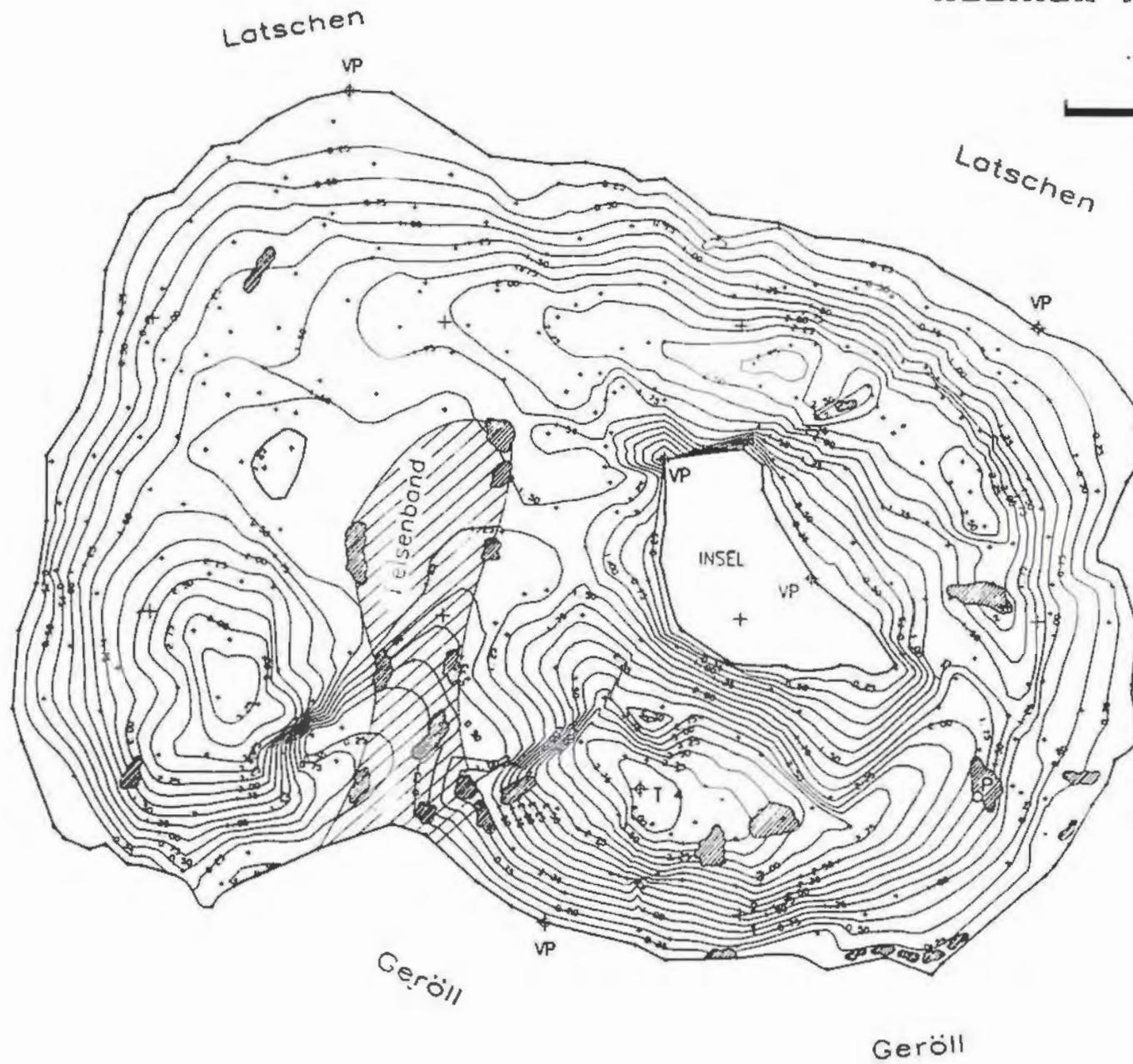
| Gesamtphosphor (mg/l) | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 0,006 | <0,005 | <0,005 | 0,014 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,002 | 0,005 |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,006 | 0,006 | <0,005 | <0,005 | 0,010 | | |
| 4 | | | | | | | | | 0,000 | 0,005 |

| SO ₄ (mg/l) | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|------|-----|------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 4.7 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 5,2 | 3,4 | 3 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 3,1 | 6,2 | * | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |

| Leitfähigkeit (µS) | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|-----|-------|------|-------|-------|------|-----|------|
| Tiefe | 18.6 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 144 | 125 | | 135,5 | | 160 | 145 | 192 | | 155 |
| 2 | 142 | | | | | | | | | |
| 3 | 142 | 145 | | 150,3 | | 158 | 153 | 189 | | |
| 4 | 141 | | | | | | | | | 163 |

| pH | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|-----|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Tiefe | 18.6 | 20.7 | 1.8 | 28.8 | 12.9 | 11.10 | 19.12 | 15.3 | 8.5 | 17.5 |
| 1 | 8,33 | 7,42 | | 7,59 | | | 7,66 | 7,8 | 7,87 | 8,1 |
| 2 | 8,42 | | | | | | | | | |
| 3 | 8,30 | 8,12 | | 8,14 | | | 7,62 | 7,3 | | |
| 4 | 8,27 | | | | | | | | 7,98 | 8,15 |

KLEINER FEICHTAUER SEE



20m



Legende:

- VP ... Visierpunkt
- P ... Pegel
- T ... tiefster Punkt -4.17m
-  Felsen

7.5. Bathymetrische Karten