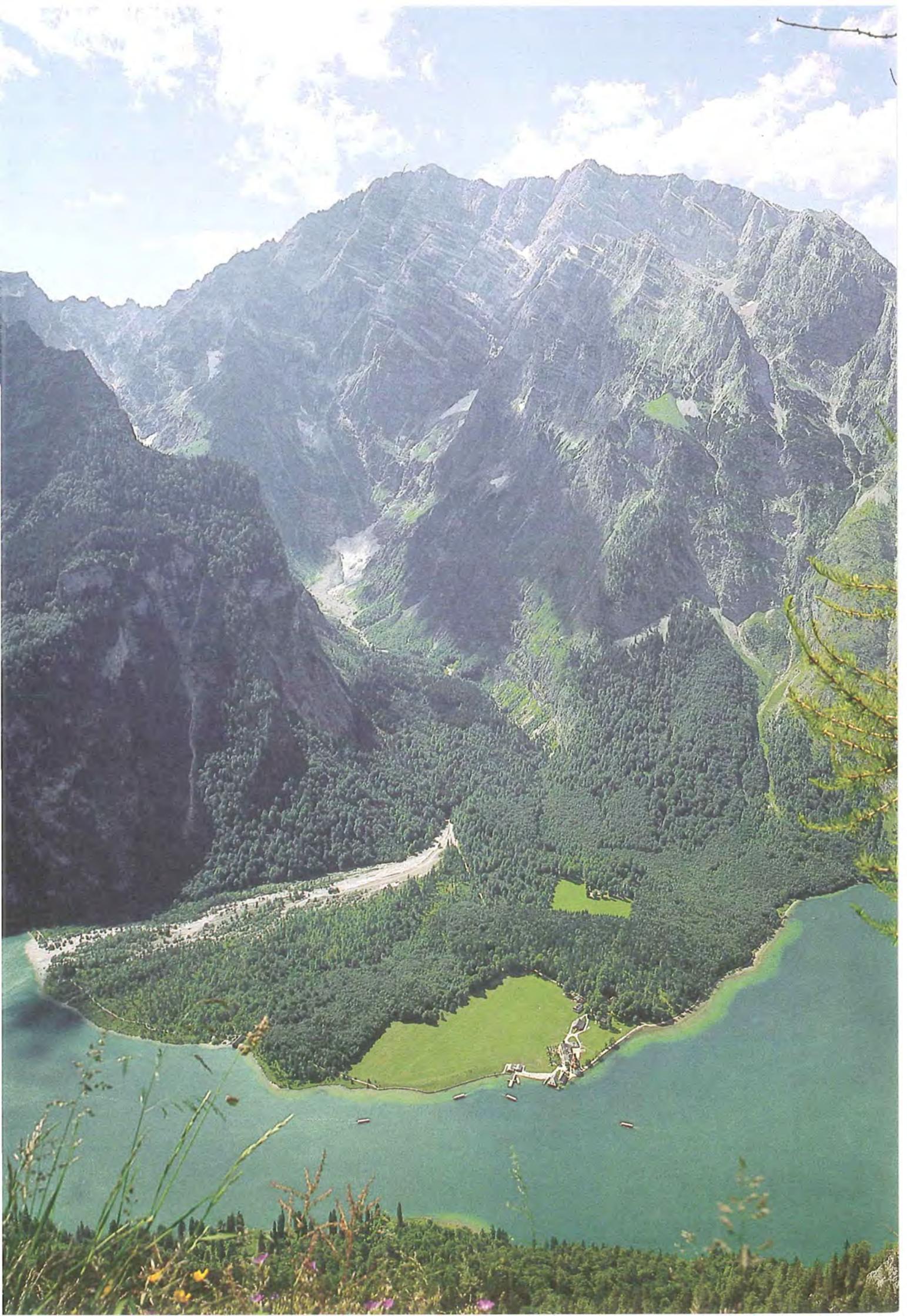


Nationalpark Berchtesgaden



Fischbiologie des Königssees

Fischereibiologie und Parasitologie





Fischbiologie des Königssees

Fischereibiologie und Parasitologie

Manfred Klein

Fischereibiologische Untersuchungen an Fischbeständen
des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden
Bayerische Landesanstalt für Fischerei, Starnberg

Rolf-Dieter Negele, Eberhard Leuner, Erik Bohl, Romy Leyrer

Ökoparasitologische Untersuchungen an Fischen
des Königssees, Obersees und Grünsees
Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Versuchsanlage Wielenbach

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 21/1990

Herausgeber:
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Alle Rechte vorbehalten!

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-22-X

Satz und Druck:
Druckerei Plenk, Berchtesgaden

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Fischereibiologische Untersuchungen an Fischbeständen des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden von Manfred Klein	5
1 Einleitung	5
2 Beschreibung der Seen	7
3 Fischerei im Königssee	9
3.1 Fanggeräte	9
3.2 Erträge	9
3.3 Besatzmaßnahmen	12
4 Fischereibiologische Untersuchungsmethoden und Material	14
4.1 Fanggeräte	14
4.2 Untersuchungsmethoden	16
5 Ergebnisse	18
5.1 Fangergebnisse, Einheitsfänge	18
5.2 Echolotuntersuchungen	20
5.3 Seesaibling	23
5.3.1 Altersbestimmung	24
5.3.2 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion	24
5.3.3 Altersklassenstruktur	26
5.3.4 Mortalität	27
5.3.5 Geschlechterverhältnis	27
5.3.6 Reifegradentwicklung	28
5.3.7 Längen-Gewichtsrelation	30
5.3.8 Konditionsfaktor	32
5.3.9 Wachstum	33
5.3.10 Aufzuchtversuch von Königsseesaiblingen	36
5.3.11 Parasitierung	37
5.4 Barsch	39
5.4.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion	39
5.4.2 Altersklassenstruktur	39
5.4.3 Mortalität	39
5.4.4 Geschlechterverhältnis	41
5.4.5 Reifegradentwicklung	41
5.4.6 Längen-Gewichtsrelation	41
5.4.7 Konditionsfaktor	43
5.4.8 Wachstum	44
5.5 Renke	44
5.5.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion	45
5.5.2 Altersklassenstruktur	46
5.5.3 Mortalität	47
5.5.4 Geschlechterverhältnis	48
5.5.5 Reifegradentwicklung	48
5.5.6 Längen-Gewichtsrelation	49
5.5.7 Konditionsfaktor	49
5.5.8 Wachstum	50
5.5.9 Markierungsversuch	51
5.5.10 Fang von Renkenlarven	51
5.6 Hecht	52
5.6.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur	52
5.6.2 Reifegradentwicklung, Laichtermin	53
5.6.3 Längen-Gewichtsrelation, Wachstum	53
5.7 Rutte	54
5.7.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur	54
5.7.2 Reifegradentwicklung, Laichtermin	54
5.7.3 Längen-Gewichtsrelation, Wachstum	55
5.8 Bachsaibling	56
5.8.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur	57

5.8.2	Wachstum, Laichtermin	57
5.9	Übrige Fischarten	58
5.9.1	Mühlkoppe, Elritze	58
5.9.2	Bachforelle, Seeforelle, Kleine Maräne	58
5.9.3	Aitel, Brachse, Schleie, Aal	59
6	Diskussion	61
7	Zusammenfassung	63
8	Summary	64
9	Danksagung	65
10	Literaturverzeichnis	66

Ökoparasitologische Untersuchungen an Fischen des Königssees, Obersees und Grünsees

von Rolf-Dieter Negele, Eberhard Leuner, Erik Bohl, Romy Leyrer

69

1	Problemstellung	69
2	Material und Methoden	70
2.1	Freilanduntersuchungen	70
2.1.1	Fischfang	70
2.1.2	Planktonfang und -untersuchung	70
2.1.3	Parasitologische Erhebungen	70
2.1.4	Ökologische Untersuchungen	71
2.2	Infektionsversuche mit Cestoden	71
2.2.1	Infektionen auf der ersten Zwischenwirtsebene	71
2.2.2	Infektionen auf der zweiten Zwischenwirtsebene	71
2.2.3	Infektionen auf der Endwirtsebene	72
2.3	Elektronische Datenverarbeitung	72
3	Vergleichende Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	73
3.1	Taxonomische Einteilung der Fischparasiten	73
3.2	Parasitologische und ökologische Untersuchungen	73
3.2.1	Cestoden	73
3.2.1.1	<i>Triaenophorus nodulosus</i>	73
3.2.1.2	<i>Eubothrium salvelini</i>	86
3.2.1.3	<i>Proteocephalus</i> spp.	89
3.2.1.4	Plankton als erster Zwischenwirt der Cestoden	93
3.2.2	Monogene Trematoden	94
3.2.3	Digene Trematoden	95
3.2.3.1	<i>Bunodera luciopercae</i>	95
3.2.3.2	<i>Azygia lucii</i>	100
3.2.3.3	Sonstige digene Trematoden	102
3.2.4	Nematoden	103
3.2.4.1	<i>Camallanus lacustris</i>	103
3.2.4.2	<i>Rhapidascaris acus</i>	105
3.2.5	Acanthocephala	107
3.2.6	Protozoen	107
3.2.7	Kommensalen	109
3.3	Wirtsspezifität	110
3.4	Organspezifität	112
3.5	Vergleich der drei Nationalparkseen Königssee, Obersee und Grünsee	114
4	Schlußbetrachtung	115
5	Zusammenfassung	118
6	Danksagung	120
7	Literaturverzeichnis	121

Fischereibiologische Untersuchungen an Fischbeständen des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden

Manfred Klein

1 Einleitung

Das Königsseegebiet und hier insbesondere die Halbinsel St. Bartholomä war bereits im 18. Jahrhundert ein beliebtes Reiseziel für Fürstpröbste. Wie einer Festschrift zum 850jährigen Jubiläum der Kirchweihe in St. Bartholomä (BRUGGER, 1984) zu entnehmen ist, handelt es sich bei der heutigen Gaststätte St. Bartholomä um ein ehemaliges Jagdschlößchen, wo Fürstprobst Cajetan Anton von Notthafft (1732 bis 1752) die Sommermonate verbrachte. An der Stelle des Jagdschlößchen stand ursprünglich ein Fischermeisterhaus, das urkundlich im Jahre 1382 erwähnt wird. Über die ersten Besiedelungsversuche schreibt 1785 Franz von Paula Schrank in seinen Naturhistorischen Briefen: „Man hat mir erzählt, die ersten Chorherren, welche sich hier niedergelassen haben, haben es unmöglich hier ausdauern können, und seien bald wieder nach ihren vorherigen Aufhalten zurückgereist.“

In der Zwischenzeit ist der Königssee als einzigartiges Naturdenkmal zum Mekka von Touristen aus aller Welt geworden. Seine Faszination besteht in der imposanten Bergkulisse der ursprünglichen Natur und in dem glasklaren, tiefen Wasser.

Mit der Einrichtung des Nationalparks im Jahre 1978 wird das Ziel verfolgt, „die gesamte Natur zu schützen, die natürlichen und naturnahen Lebensgemeinschaften sowie einen möglichst artenreichen heimischen Tier- und Pflanzenbestand zu erhalten, wissenschaftlich zu beobachten, zu erforschen ...“ (Verordnung über den Alpen- und den Nationalpark Berchtesgaden im BayNatSchG Art. 8).

Für viele Menschen hört die Natur jedoch an der Wasseroberfläche eines Gewässers auf. Ihre Vorstellungen von der Welt unter Wasser sind meist mit etwas Geheimnisvollem und Mystischem verbunden. Wer von den fast eine Million Besuchern, die sich jedes Jahr über den Königssee fahren lassen, weiß schon etwas über die aquatischen Lebensgemeinschaften. Wer kennt z.B. eine Mühlkoppe oder weiß, daß die Seesaiblinge in ihrer Färbung während der Laichzeit vielen bunten tropischen Fischarten in keiner Weise nachstehen.

Der Königssee und seine Fischbestände haben in den vergangenen fünf Jahrzehnten immer wieder das fischereiwissenschaftliche Interesse geweckt. Vornehmlich SCHINDLER (1936, 1940, 1949a, 1949b, 1950a, 1950b, 1952, 1953, 1957) hat sich intensiv mit den verschiedenen Fischarten dieses fjordartigen Sees beschäftigt. Im Vordergrund der Arbeiten stand jedoch meist nur eine Fischart, der Seesaibling. Dieser ursprünglich zirkumpolar verbreitete, arktische Wanderfisch ist im Zuge der letzten Eiszeit bis in den alpinen Bereich vorgedrungen (REISINGER, 1953). Dasselbe gilt auch für Coregonen (Renkenartige) (WAGLER, 1927, STEINMANN, 1945). Im Gegensatz zu vielen Seen des voralpinen Raumes, dessen Fischbestände durch anthropogene Einflüsse z.T. stark beeinträchtigt wurden, stellen die Seen im Nationalpark Berchtesgaden Refugien dar, in denen die Welt unter Wasser noch in Ordnung zu sein scheint. Nachdem SIEBECK (1982) in den Jahren 1978 – 1980 eine limnologische Bestandsaufnahme am Königssee durchgeführt hat, galten die Folgeuntersuchungen den Fischbeständen im Königssee, Obersee und Grünsee.

Unter Beteiligung von verschiedenen Arbeitsgruppen wurden in der Zeit von 1981 – 1983 folgende Arbeiten durchgeführt:

- Populationsgenetische und zytogenetische Untersuchungen an Seesaiblingen (Lehrstuhl für Tierzucht der TU München, Weihenstephan);
- Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische (Institut für Zoologie und Hydrobiologie der LMU München);
- Parasitologische Untersuchungen (Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Versuchsanlage Wielenbach);
- Untersuchungen von Fischen auf den Gehalt von Schwermetallen und chlorierten Kohlenwasserstoffen (Tiergesundheitsdienst Bayern e.V., Abteilung Fischgesundheitsdienst, Grub b. München);
- Nahrungsuntersuchungen an Fischen (Zoologische Staatssammlung, München).

Die Aufgabe der Landesanstalt bestand darin,

- das Fischartenspektrum im Königssee, Obersee und Grünsee zu erheben,
- die Bestands- und Wachstumsverhältnisse der einzelnen Fischarten zu erfassen,
- Untersuchungen über die Horizontal- und Vertikalverteilung der Fische durchzuführen,

- den Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen des Berufsfischers auf die Fischbestände im Königssee zu beurteilen.

Im Verbund mit den Ergebnissen aller Arbeitsgruppen entsteht ein komplexes Bild von der aktuellen Situation der Fischbestände in den Seen des Nationalparks Berchtesgaden. Durch diese Statuserhebung

wird eine Vergleichsbasis für spätere Untersuchungen geschaffen und das Erkennen von Veränderungen innerhalb der Fischpopulationen ermöglicht. Dazu wird allerdings vorausgesetzt, daß die Endglieder der aquatischen Nahrungskette einer permanenten Kontrolle unterliegen. In diesem Zusammenhang wird die Stellung der Fischerei zum Nationalparkgedanken definiert.

2 Beschreibung der Seen

Auf die Morphologie und Hydrologie von Königssee, Obersee und Grünsee soll nur kurz aus fischereilicher Sicht eingegangen werden. Während der Königssee in der Arbeit von SIEBECK (1982) sehr ausführlich beschrieben wurde, liegen für den Obersee und Grünsee vergleichsweise wenige Informationen vor.

Alle drei Seen können nach der Einteilung von SCHÄPERCLAUS (1953) als klassische Saiblingsseen bezeichnet werden. Dieser Seentyp zeichnet sich durch ganzjährig hohe Sichttiefen, geringe Nährstoffgehalte und hohe Sauerstoffkonzentrationen in allen Wassertiefen aus. Der Leitfisch ist der Seesaibling (*Salvelinus alpinus*).

Königssee und Obersee befinden sich in einem Dachstein-Kalkgebiet in den Berchtesgadener Alpen. Die Seen sind in einem fjordähnlichen Tal eingebettet, das ursprünglich durch Gesteinsverwerfungen und durch Gletschereinwirkungen während der letzten Eiszeit entstanden ist. Das Alter der Seen wird mit ca. 10000 Jahren angenommen (SIEBECK, 1982).

Außer den Kopfbereichen, die relativ flach auslaufen, fallen die Ost- und Westufer des Königssees bzw. die Nord- und Südufer des Obersees steil ab. Der wesentlich kleinere Grünsee hat eine nierenförmige Gestalt und liegt auf fast 1500m Höhe in einer Talmulde des „Steinernen Meeres“.

Die wichtigsten morphometrischen Daten der drei Seen, die dem „Verzeichnis der Seen in Bayern“ vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (1982) entnommen sind, sind in Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: Morphometrische Daten vom Königssee, Obersee und Grünsee (entnommen aus „Verzeichnis der Seen in Bayern“ 1982).

	Königssee	Obersee	Grünsee
Wasserspiegel ü. NN	603,3m	613,1m	1481,0m
Fläche	521,8ha	57,0ha	3,9ha
Länge	7,9km	1,3km	0,3km
Volumen	511,785hm ³	16,855hm ³	0,204hm ³
Maximale Tiefe	190,0m	51,0m	9,2m
Mittlere Tiefe	98,1m	29,6m	5,2m

Aufgrund der Beschattung durch die umgebenden Berge weisen die drei Seen im Vergleich zu anderen voralpinen Seen relativ niedrige Wassertemperaturen auf. Wie SIEBECK festgestellt hat, stieg die Oberflächentemperatur im Königssee während der Sommermonate nicht über 16° C. Es gab auch nur ein schwach ausgeprägtes Epilimnion. Eigene Messungen im sehr warmen Sommer 1983 haben gezeigt (Abb. 1), daß die Oberflächentemperaturen zwar bis auf knapp 20° C ansteigen können, aber schon in 5m Tiefe nur noch 11° C betragen.

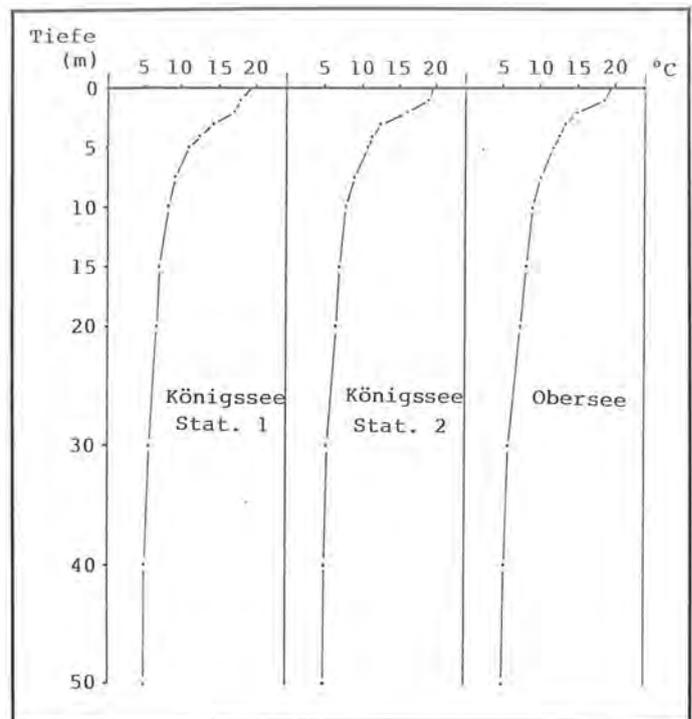


Abb. 1: Sommerlicher Temperaturverlauf im Königssee und Obersee am 6. 7. bzw. 10. 7. 1983 (Stat. 1: Seemitte, Höhe Archengewand, Stat. 2: Höhe Schrainbach).

Der vertikale Temperaturverlauf war im Königssee und Obersee zum Zeitpunkt der Messung gleich. Möglicherweise ist das gesamte Temperaturregime in beiden Seen trotz der unterschiedlichen Größen sehr ähnlich. Der Grünsee hat wegen seiner Höhenlage etwa von November bis Ende Mai Eisbedeckung, was beim Königssee und Obersee meist nur von Dezember bis März zu beobachten ist.

Der Königssee ist morphologisch in ein Nord- und Südbecken gegliedert. Beide Becken, die durch die taillenförmige Einengung bei Bartholomä miteinander in Verbindung stehen, lassen sich durch die in Tab. 2 aufgeführten morphometrischen Daten charakterisieren.

Wie eigene Echolotuntersuchungen gezeigt haben (Abb. 2), ist der Obersee ebenfalls in zwei Becken gegliedert, in das größere West- und das kleinere Ostbecken. Die Gliederung wird durch einen in Nord-Südrichtung verlaufenden Höhenrücken bewirkt, der sich bis zu 10m unter die Wasseroberfläche erhebt.

Der Obersee weist an seinen flachauslaufenden Bereichen im Westen und Osten dichte Charabestände (Armluchtergewächse) auf. Im Königssee, in dem von den submersen Makrophyten nach MELZER

Tab. 2: Morphometrische Daten über das Nord- und Südbecken des Königssees (entnommen aus „Verzeichnis der Seen in Bayern“ 1982).

	Fläche	Volumen	Maximale Tiefe	Mittlere Tiefe	Länge
	ha	hm ³	m	m	m
Nordbecken	373,6	431,181	190,0	115,4	5,45
Südbecken	148,2	80,604	104,4	54,4	2,45

(1981) ebenfalls Chara-Arten dominieren, ließ sich ein so starker Bewuchs der Flachwasserzonen wie im Obersee nicht beobachten.

Am Südenende des Königssees, westlich der Einmündung des Baches vom Obersee, erstreckt sich hinter der Insel eine mit engen Kanälen durchzogene Verlandungszone. Der Untergrund ist mit einer mächtigen Schicht von sehr lockerem Schlamm bedeckt. Dieses Gebiet wird u.a. im Frühjahr bevorzugt von Hechten zum Laichen aufgesucht.

Der ca. 500m lange Bach vom Obersee zum Königssee zeigt einen kanalähnlichen Charakter und ist wenig strukturiert. Da er in früheren Zeiten zum Holzflößen benutzt wurde, sind seine Ufer durch wallartige Steinaufschüttungen befestigt, die aber bereits an einigen Stellen zerfallen sind. Durch einige Abzweigungen wird dem kleinen Mittersee, der sich seitlich des Bachbettes befindet, Wasser zugeführt. Der Mittersee ist mit max. 1,5m Tiefe sehr flach und hat einen schlammigen Untergrund. Im Uferbereich bildet sich im Sommer ein breiter Binsenstreifen aus.

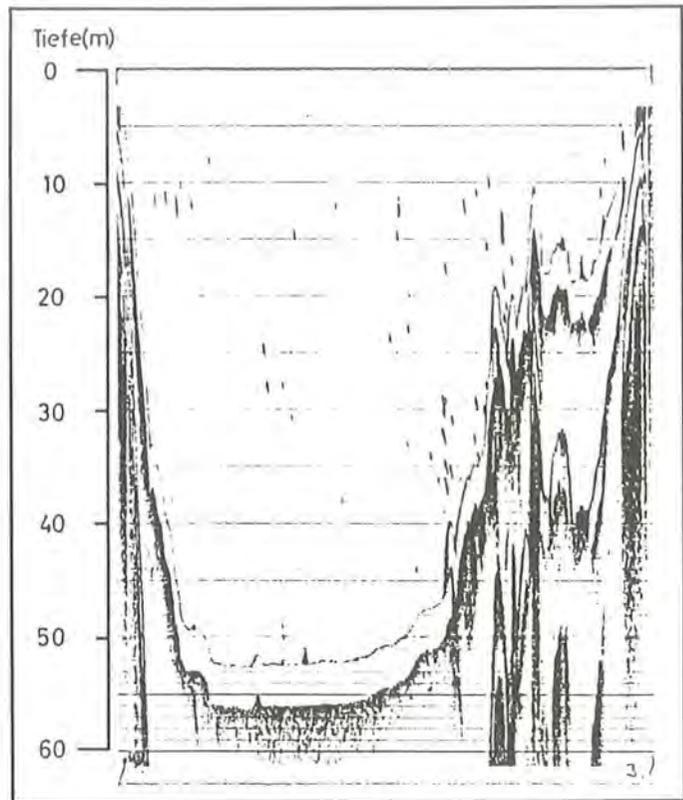


Abb. 2: Echolotaufnahme vom Obersee in West-Ost-Richtung.

3 Fischerei im Königssee

Die Fischerei wird am Königssee nachweislich schon seit mehreren Jahrhunderten ausgeübt. So sollen nach SCHMID (1982) die geräucherten Königsseesaiblinge bereits 1160 eine Rolle gespielt haben, als Propst Heinrich I. von Berchtesgaden zwei „Fuder Schwarzreuther“ in das Heerlager Kaiser Friedrich Barbarossas nach Oberitalien sandte. An der Stelle des heutigen Wirtshauses St. Bartholomä stand ursprünglich ein Fischermeisterhaus, das urkundlich bereits im Jahre 1382 erwähnt wird. Der Fischfang war in der damaligen Zeit aufgrund der vielen Fast- und Abstinenztage (insgesamt 150 pro Jahr) ein wichtiger Wirtschaftsfaktor des Stiftes Berchtesgaden. Von den alljährlich ca. 20 000 gefangenen Seesaiblingen hatte der pröpstliche bzw. fürstliche Fischermeister zu St. Bartholomä 2000 Stück abzuliefern. Weitere Hinweise auf eine gezielte Fischereiausübung werden in einer Festschrift (1984) zum 75jährigen Bestehen der Motorschiffahrt auf dem Königssee gegeben. Dort wird aus den Tagebuchaufzeichnungen des Barons Ferdinand Wilhelm Bugriet de Croisettes zitiert, der am 21. Mai 1791 den Königssee und das damalige Schloß Bartholomä besuchte: „Kaum hatte man Erde, gingen wir in die dasige Kapelle und übriges Schloßgebäude, woselbst die Fischmeisterin alsbald ganze Schüssel voll frisch gebackener Saiblinge anbothe, ... denn hier waren eine Lust, die frisch von See heraus zugerichtete auf vielerley Art eingemachte, gebackene, blau abgesottene und geräucherte Saiblinge, Hechten so andere Fische zu genießen und ...“ Nach einem vom Ersten Senat des Königlich Bayerischen Verwaltungsgerichtshofes erstellten Rechtsgutachten aus dem Jahre 1907 wurde das Fischereirecht im Königssee und Obersee schon 1828 an den Fischermeister Hochleitner verpachtet. Noch heute zeugen die Gemälde kapitaler Seeforellen in der Gastwirtschaft St. Bartholomä von einer frühen fischereilichen Nutzung. Auf diese Bilder großer Seeforellen weist auch schon 1785 Franz von Paula Schrank hin. Als historisch einmaliges Dokument und als Vorläufer einer Fangstatistik werden in Tab. 3 die auf den Gemälden vermerkten Fangdaten und Fischgewichte wiedergegeben.

Die Befischung vom Königssee, Obersee und z. T. auch vom Grünsee erfolgte in den vergangenen Jahrzehnten durch einen Berufsfischer. Bis zur Gründung des Nationalparks im Jahre 1978 war im Königssee

Tab. 3: Fangdaten von Seeforellen aus dem Königssee und Obersee (wiedergegeben nach Franz von Paula Schrank, 1784).

20. Januar	1674	29 Pfund	(Obersee)
10. September	1714	21 Pfund	(Königssee)
8. September	1717	24 Pfund	(Königssee)
12. September	1717	16 Pfund	(Königssee)
13. September	1718	22 Pfund	(Königssee)
1. Oktober	1718	23 Pfund	(Königssee)
1. Dezember	1719	52 Pfund	(Königssee)
12. Dezember	1725	16 Pfund	(Königssee)

auch die Angelfischerei möglich. Danach ist die Angelfischerei generell und die Berufsfischerei im Obersee und Grünsee nicht mehr erlaubt. Gemäß §10 Abs.5 der Nationalparkverordnung (1978) ist „die Ausübung der Berufsfischerei im Königssee im bisherigen Umfang zulässig, soweit sie dem Landschaftsrahmenplan (§2) und dem Nationalparkplan (§13) entspricht“. Zur Zeit wird der Königssee von einem Berufsfischer befischt, der seinen Betrieb in Bartholomä hat.

3.1 Fanggeräte

Als Fanggeräte kommen seit alters her Stellnetze (Kiemennetze) und Zugnetze zum Einsatz. Stellnetze, die seit ca. drei Jahrzehnten aus monofilen Perlondrähten gefertigt werden, finden als sogenannte Boden- oder Schwebnetze Verwendung. Bodennetze dienen in erster Linie zum Fang von Seesaiblingen, Hechten, Rutten und Seeforellen. Schwebnetze werden im Pelagial (Freiwasser) zum Fang von Renken gesetzt.

Die Zugnetzfischerei wird meist im Spätsommer zum Fang von Seesaiblingen betrieben, wobei als Beifang auch Renken und Barsche auftreten. Seesaiblinge werden mit Netzen der Maschenweiten 28 und 30mm, Renken, Hechte und Rutten mit 42mm gefangen.

Der Einsatz von Bodennetzen ist am Königssee aufgrund der steilen Uferwände und der vielen Unterwasserhindernisse – Holz und Geröll, das durch Lawinenabgänge in den See gelangt – nur an einigen Stellen an der Archenwand, im Litoralbereich um St. Bartholomä, Salet und im Nordteil des Sees möglich. Vom Berufsfischer werden je nach Jahreszeit und der zu fangenden Fischart bis zu zwanzig Bodennetze pro Nacht gesetzt. Die einzelnen Netze sind zwischen 50 und 100m lang und meist 4m hoch. Schwebnetze werden im Bereich der Archenwand und im Südbekken als verankerter Satz in verschiedenen Tiefen verwendet. Ein Satz kann aus bis zu sechs Netzen mit einer Höhe von 4m und einer Gesamtlänge von 500m bestehen. Im Frühjahr kann die Schwebnetzfischerei durch Kieselalgen stark behindert werden, so daß die Netze über Nacht so stark veralgen, daß sie aufgrund der guten Sichtbarkeit für Fische nicht mehr fängig sind. Die Fangsaison am Königssee erstreckt sich von etwa April bis zum Dezember.

3.2 Erträge

Am Königssee wird bereits seit 1910 eine Fangstatistik geführt. SCHINDLER (1936) hat in einer Tabelle die Fangergebnisse von Seesaiblingen und Seeforellen für die Jahre 1910 bis 1935 zusammengestellt. Die Seesaiblingsangaben sind in Abb. 3 dargestellt, wobei die Ertragszahlen auch diejenigen des Obersees beinhalten, die jedoch nur ca. 10% des Gesamtfanges ausgemacht haben sollen.

Die Seeforellenfänge bewegten sich zwischen 1 – 87 Stück pro Jahr. In den Jahren 1914 – 1926 wurden

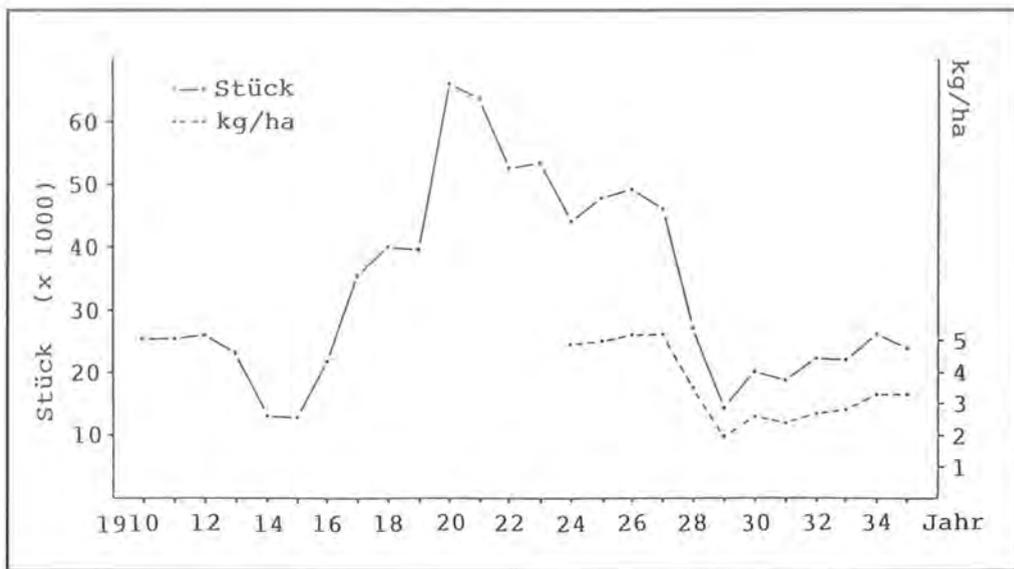


Abb. 3:
Seesaiblingserträge
aus dem Königssee
und Obersee 1910–1935
(Stückzahl und kg/ha).

laut Statistik überhaupt keine Seeforellen gefangen. Die Durchschnittsgewichte lagen zwischen 6,5 und 20,0kg (z.B. 1911: 7 Stück, Gesamtgewicht 119kg).

In den Jahren 1924–1935 betrug der jährliche Seesaiblingsertrag 2–5kg/ha. Die durchschnittlichen Fanggewichte lagen bei 55–71g. Dabei läßt sich der Trend ablesen, daß bei steigenden Fangzahlen das mittlere Fanggewicht der Seesaiblinge abnimmt.

Der Seesaibling war in dem genannten Zeitraum mit rund 90% am Gesamtfang des Sees beteiligt und damit der Hauptwirtschaftsfisch. Die Erträge unterlagen allerdings schon damals relativ starken Schwankungen, die z.T. auf unterschiedliche Befischungintensitäten zurückzuführen sind. Den rapiden Rückgang der Erträge ab 1929 führt SCHINDLER darüberhinaus auf den Besatz von 2000 Seeforellensetzlingen im Jahre 1925 zurück. Nach seiner Auffassung hatten die Seeforellen mit dazu beigetragen, daß die Seesaiblingfänge im Jahre 1929 einen absoluten Tiefstand erreichten. In diesem Jahr wurde mit 87 Stück Seeforellen mit einem Gesamtgewicht von 563kg (mittl. Stückgewicht: 6,5kg) der höchste Seeforellen-

ertrag erzielt. Die Seesaiblingserträge haben sich in den Folgejahren, als fast keine Seeforellen mehr gefangen wurden, zwar etwas erholt, blieben dann aber auf dem Niveau von 20000–25000 gefangenen Fischen pro Jahr relativ konstant.

Weitere Ertragszahlen liegen für die Jahre 1956–1980 vor. Auch diese Angaben beinhalten die Erträge des Obersees, die sich aber aufgrund der vermischten Buchführung nicht von den Königsseezahlen trennen lassen. Da der überwiegende Anteil der Fänge dem Königssee entstammt, sind die nachfolgenden Ertragswerte auch auf den Königssee und seine Oberfläche bezogen. Dies hat eine leichte Überschätzung der Königssee-Erträge zur Folge. In Abb. 4 sind die Gesamterträge und der jeweilige Flächenbezugswert (kg/ha) des Königssees dargestellt. Neues Zahlenmaterial wurde von der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen nicht zur Verfügung gestellt.

Wie Abb. 4 zu entnehmen ist, zeigt sich für den Zeitraum 1956–1966 eine leicht abnehmende und für 1967–1979 eine zunehmende Ertragsentwicklung.

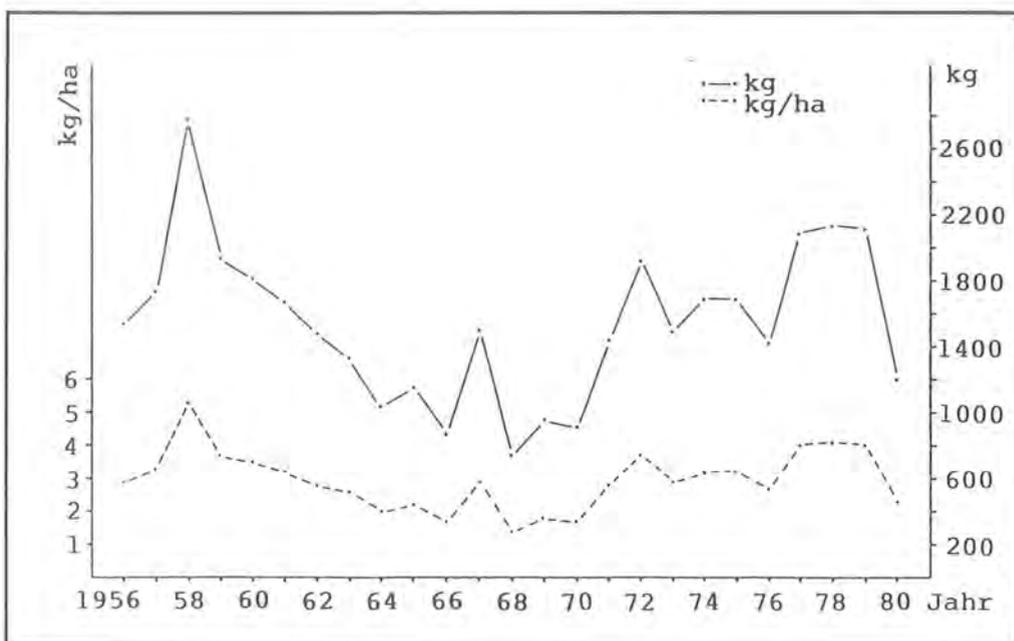


Abb. 4:
Fangerträge des
Königssees
1956–1980.

Abb. 5:
Relative Artenzusammensetzung der Fangerträge des Königssees 1956 – 1980 (Prozentwerte sind gewichtsbezogen).

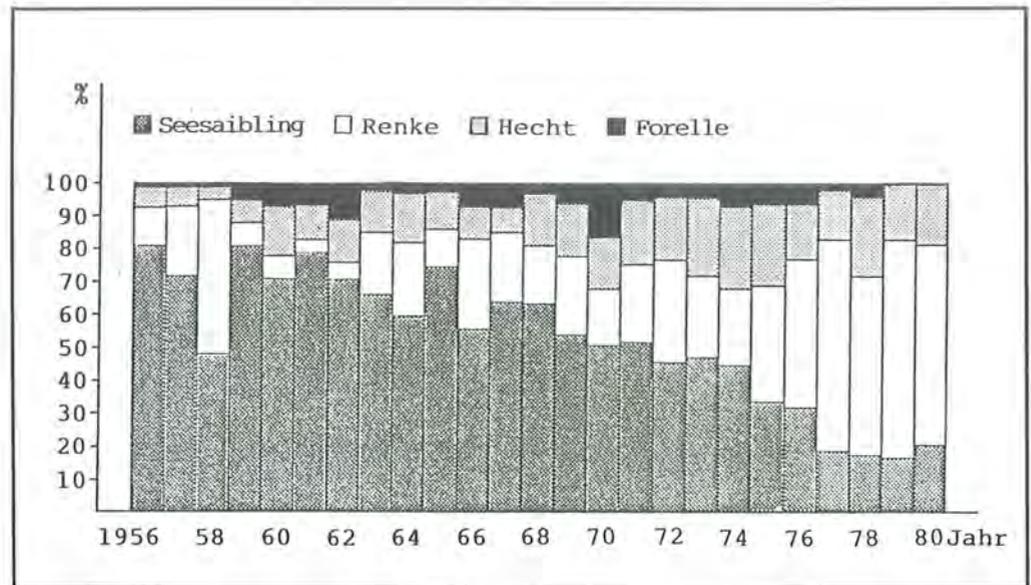
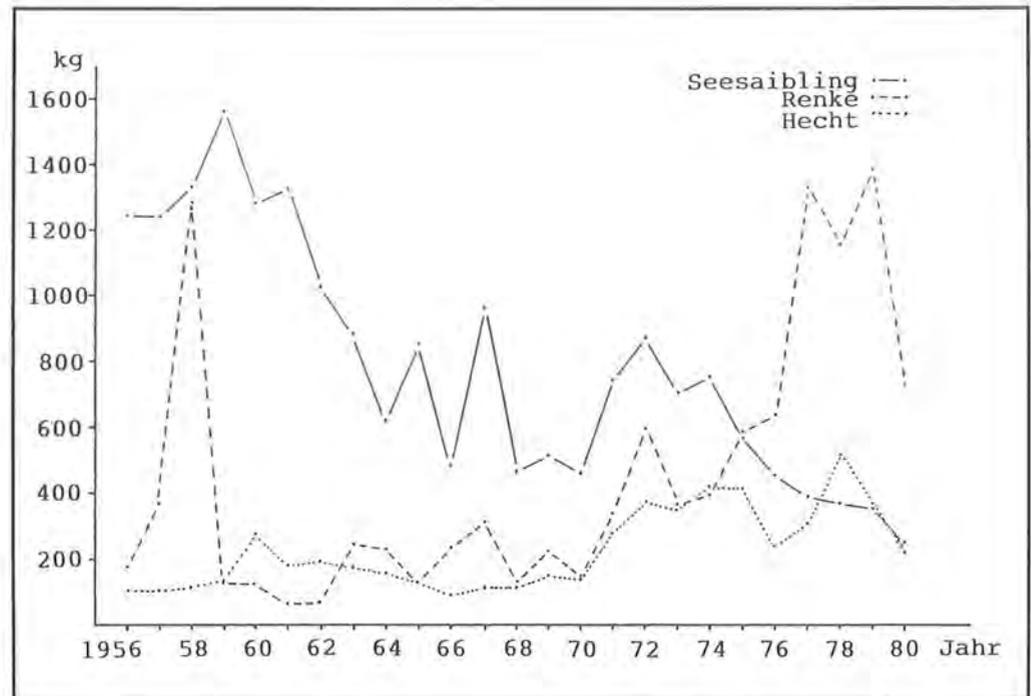


Abb. 6:
Fangerträge (in kg) von Seesaibling, Renke und Hecht aus dem Königssee (1956 – 1980).



Auch wenn Fangangaben erfahrungsgemäß zu niedrig angesetzt sind, so spiegelt der durchschnittliche Jahresertragswert von nur 3kg/ha den oligotrophen Charakter des Sees wider. Die fischereiliche Nutzung stützt sich im wesentlichen auf die Arten Seesaibling, Renke, Hecht und Forelle (Abb. 5.) Der Fang von Ruten spielt nur eine geringe Rolle, während der Barschbestand überhaupt nicht gezielt befischt wird.

Seit dem künstlichen Besatz mit Renken im Jahre 1949 (ANONYMUS, 1951) wird diese Fischart im Königssee in zunehmendem Maße gefangen und ist seit 1976 zum Hauptwirtschaftsfisch aufgestiegen. Der Hecht ist mit 10 – 20% verhältnismäßig stark am Gesamtfang beteiligt. Die Seeforelle ist in den vergangenen Jahren bedeutungslos geworden.

Eine Gegenüberstellung der gewichtsbezogenen Fangerträge von Seesaiblinge, Renke und Hecht (Abb. 6) läßt einen deutlichen Rückgang der Seesaiblingfänge und ab 1971 einen starken Anstieg der Renken- und Hechtfänge erkennen.

Die Zahlen über die gefangenen Individuen von Seesaibling und Renke in Abb. 7 bestätigen im wesentlichen den Trendverlauf von Abb. 6.

Während 1974 noch 12,4mal mehr Seesaiblinge als Renken gefangen wurden, waren es 1980 nur noch doppelt soviel. Die auf der Basis von Fangangaben dargestellte Fangentwicklung bei den drei wichtigsten Fischarten Seesaibling, Renke und Hecht (Abb. 5, 6, 7) spiegelt jedoch nicht unbedingt die tatsächliche Bestandssituation im See wider.

Eine quantitative Wertung der Fangzusammensetzung ist schon deshalb schwer möglich, weil über die Verteilung der Befischungsintensität auf die verschiedenen Arten nur sehr wenig bekannt ist. Nach eigener Einschätzung ist die Befischungsintensität am Königssee vergleichsweise gering, wobei der Befischungsdruck auf die Renke am stärksten ist. Die Darstellung der prozentualen Fangzusammensetzung in Abb. 5 vermittelt eher einen Eindruck von der unterschiedlichen Attraktivität der einzelnen Fischar-

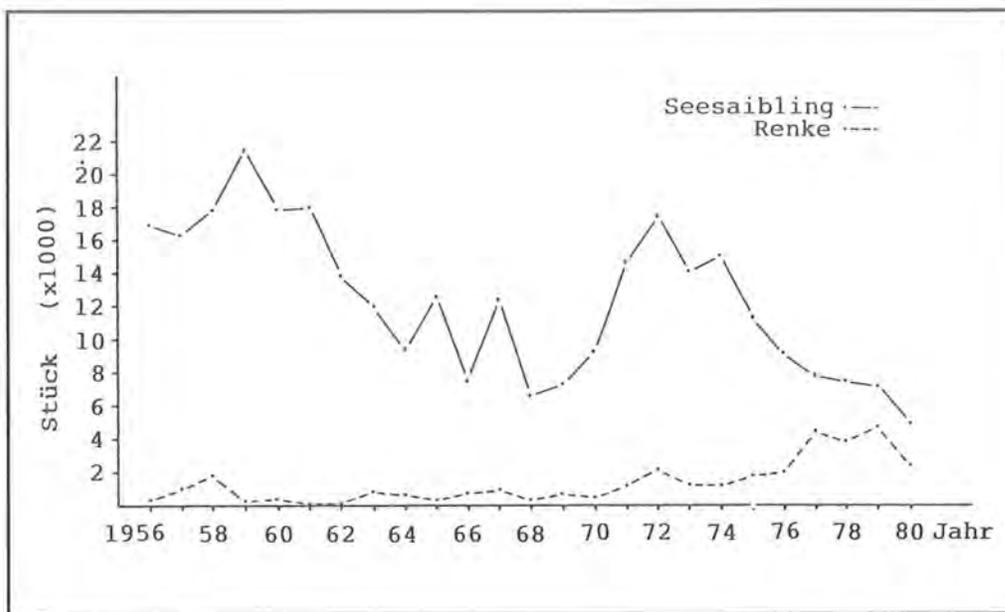


Abb. 7:
Seesaiblings- und Renken-
erträge am Königssee
1956 – 1980 (Individuenzahlen).

ten hinsichtlich Fang und Vermarktung. So erfordern die relativ kleinen Seesaiblinge z.B. einen wesentlich höheren Arbeitsaufwand als Renken oder Hechte, um 1kg Fischfleisch küchenfertig anbieten zu können. Auch der Fang von Seesaiblingen mit Stellnetzen ist viel arbeits- und materialintensiver als der Fang von Renken und Hechten, so daß den letztgenannten Arten eine höhere Fangattraktivität zukommt. Während die Renken über die gesamte Saison gefangen werden, wird die Seesaiblingsfischerei vornehmlich im Spätsommer und Herbst mit gutem Erfolg ausgeübt. Der Hecht, für den die Schonzeit im Königssee aufgehoben wurde, wird am erfolgreichsten während der Laichzeit im Frühjahr gefangen.

Der Grünsee wurde in den vergangenen Jahrzehnten nur sporadisch befischt. Die letzten Fangaktionen haben in den Jahren 1973 – 1978 durch Fischermeister AMORT stattgefunden, der nach eigenen Angaben jährlich ca. 200 Seesaiblinge herausfing.

Die Vermarktung der Fische erfolgt im wesentlichen über die Gaststätte in Bartholomä. Ein kleiner Teil wird vom Berufsfischer selbst in seinem Fischerhaus

verkauft. Als weit über die Grenzen des Berchtesgadener Land bekannt gelten die geräucherten Seesaiblinge, die allgemein Schwarzreuther genannt werden. Nur noch am Königssee werden die Seesaiblinge nach einer ganz speziellen Methode geräuchert. Die ausgenommenen und gesalzene Fische werden der Länge nach auf ca. 30cm lange Holzstäbe aufgespießt. Die Bauchlappen werden durch ein quer zur Längsachse eingesetztes Holzstäbchen offengehalten. So präpariert werden die Fische auf einem Holzrost eine Stunde mit Buchenholz geräuchert. Den Namen Schwarzreuther bzw. Schwarzreiter sollen die Seesaiblinge vor langer Zeit durch die Art des Aufspießens bekommen haben, die die Vorstellung hervorruft, daß die Fische „reiten“. Das Räuchern der Renken erfolgt in herkömmlicher Weise, indem sie im Ofen nebeneinander aufgehängt werden.

3.3 Besatzmaßnahmen

Wie aus einem Bericht von SCHILLINGER (1901, Nachdruck: Landesfischereiverband Bayern 1964) hervorgeht, wurden bereits Ende des letzten Jahr-

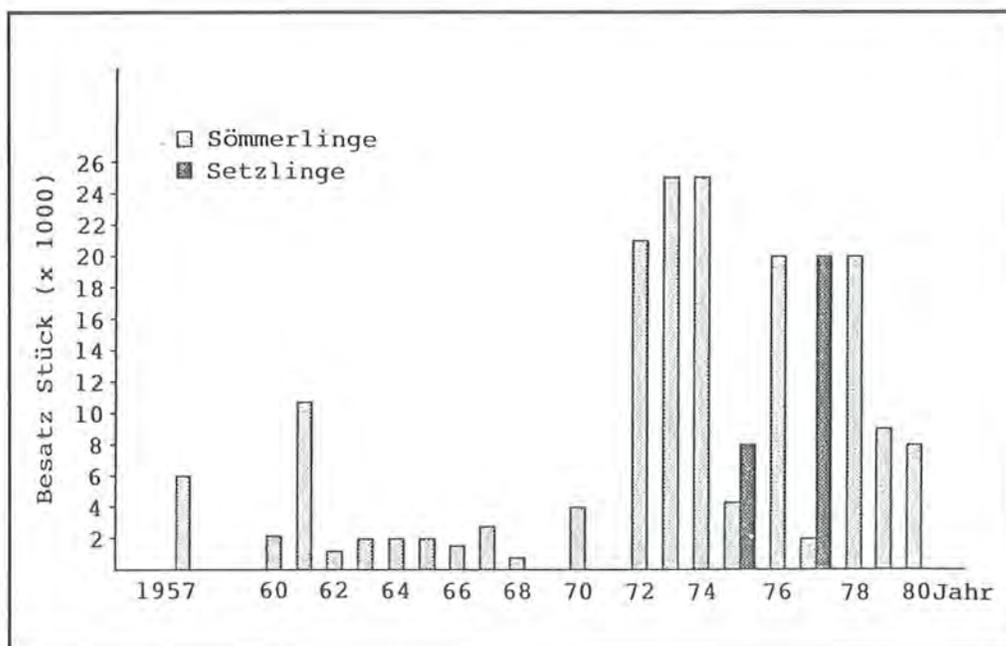


Abb. 8:
Renkenbesatz des Königssees
1957 – 1980.

hundreds Seesaiblinge aus dem Fuschensee in den Königssee ausgesetzt. Die ersten Besatzmaßnahmen mit jeweils 60 000 Stück Blaufelchenbrut (Coregonentyp) erfolgten in den Jahren 1898, 1899 und 1904 (ANONYMUS, 1951). Die Besatzversuche sollen allerdings keinerlei Erfolg gezeigt haben. Erst durch den gezielten Besatz mit Setzlingen ab 1949 begann sich eine Renkenpopulation im Königssee aufzubauen. Neben Seesaiblingen und Renken wurden in den vergangenen drei Jahrzehnten auch Bach- und Seeforellen sowie Bachsaiblinge in den Königssee eingesetzt. Letztere Fischart gelangte aber vorwiegend in den Oberseebach, in dem sich die Bachsaiblingspopulation selbst erhält. Die verfügbaren Angaben über Besatzmaßnahmen sind in Tab. 4 aufgeführt. Die Zahlen in Tab. 4 beziehen sich auf den Königssee und Obersee, wobei der überwiegende Teil der Satzfiische (ca. 90%) in den Königssee gelangt sein soll.

Die Besatzmengen an Renkensömmerlingen (ca. 5 – 8cm) bzw. Setzlingen (ca. 10 bis 15cm), die ausschließlich in den Königssee und dort seit 1971 als einzige Fischart eingesetzt wurden, sind in Abb. 8 dargestellt.

In der Zeit zwischen 1956 und 1970 betrug der durchschnittliche Renkenbesatz 3200 Stück pro Jahr. Ab 1972 wurden die jährlichen Besatzmaßnahmen im Schnitt auf 18000 Stück erhöht. Es ist davon auszugehen, daß die verstärkten Besatzanstrengungen auch zu höheren Renkenenerträgen seit 1975 geführt haben (vgl. Abb. 6). Nach Auskunft der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen gelangten in den Jahren 1983 und 1984 21 000 bzw. 22000 Renkensömmerlinge in den Königssee.

Tab. 4: Besatzmaßnahmen am Königssee und Obersee (Stückzahlangaben).

Fischart	1956 – 1965	1966 – 1975	gesamt
Seesaibling, Brut	444 000		444 000
Seesaibling, Setzlinge	16 725	9 000	25 725
Seesaibling, 2-sömmerig		2 800	2 800
Seeforelle, Setzlinge	1 200		1 200
Bachforelle, Brut	12 000		12 000
Bachforelle, Setzlinge	1 500		1 500
Bachforelle, 2-sömmerig	200		200
Bachsaibling, Setzlinge	1 700	1 000	2 700
Bachsaibling, 2-sömmerig	1 870	1 500	3 370

4 Fischereibiologische Untersuchungsmethoden und Material

Von September 1980 bis Oktober 1983 wurden die in Tab. 5 aufgeführten Befischungstermine am Königssee, Obersee und Grünsee wahrgenommen.

4.1 Fanggeräte

Im Rahmen der Versuchsfischereien kam eine Vielzahl unterschiedlicher Gerätetypen zum Einsatz, um die verschiedenen Fischarten gemäß ihren Aufenthaltsbereichen und ihrer Größe fangen zu können. Als Hauptfanggerät wurden Stellnetze verwendet, die als Schweb- oder Bodennetze konstruiert sein können (Abb. 9 und 10).

Die Netze im verankerten Schwebsatz können durch Veränderung der Schnurlängen an den Schwimmern in verschiedenen Tiefen des Pelagials (Freiwasser-raum) eingestellt werden. Bodennetze stehen wegen des höheren spezifischen Gewichtes der Unterleine immer auf dem Gewässerboden auf. Durch die eingearbeiteten Auftriebskörper in der Oberleine wird das Netzblatt vertikal gespannt. Stellnetze zählen aufgrund ihrer stationären Verwendung zu den passiven

Tab. 5: Befischungstermine am Königssee, Obersee und Obersee.

Jahr	Königssee	Obersee	Grünsee
1980	30. 09. – 03. 10.	–	–
1981	–	24. 04. – 27. 04.	–
1981	14. 07. – 18. 07.	18. 07. – 20. 07.	–
1981	03. 10. – 06. 10.	06. 10. – 07. 10.	–
1982	21. 04. – 24. 04.	26. 04. – 28. 04.	–
1982	21. 07. – 24. 07.	25. 07. – 28. 07.	–
1982	05. 10. – 08. 10.	08. 10. – 10. 10.	11. 10.
1983	27. 04. – 01. 05.	02. 05. – 04. 05.	–
1983	06. 07. – 09. 07.	11. 07. – 13. 07.	–
1983	05. 10. – 08. 10.	10. 10. – 12. 10.	18. 10.

Fanggeräten, in denen sich die Fische verfangen. Bedingt durch die jeweilige Maschenweite werden meist nur Fische einer bestimmten Länge selektiert. Um den Selektionseffekt abzuschwächen, wurden Netze mit den Maschenweiten 12, 25, 30, 35, 38, 40, 42, 44, 50, und 60mm eingesetzt. Das einzelne Schwebnetz ist 50 oder 100m lang und 5m hoch. Die Bodennetze weisen eine Länge von 50 oder 100m auf und sind 4m hoch. Darüberhinaus wurden zwei Bodennetze mit 50mm Maschenweite verwendet, die eine Höhe von 8m aufweisen. An den einzelnen Fangtagen waren zwischen 500–1400m Netz im Einsatz, die über Nacht im Wasser blieben. Die Schwebnetze waren im Königssee während der Apriltermine 1982 und 1983 durch Kieselalgen so stark verschmutzt, daß sie aufgrund ihrer guten Sichtbarkeit für Fische nicht mehr fängig waren und aus dem See genommen werden mußten.

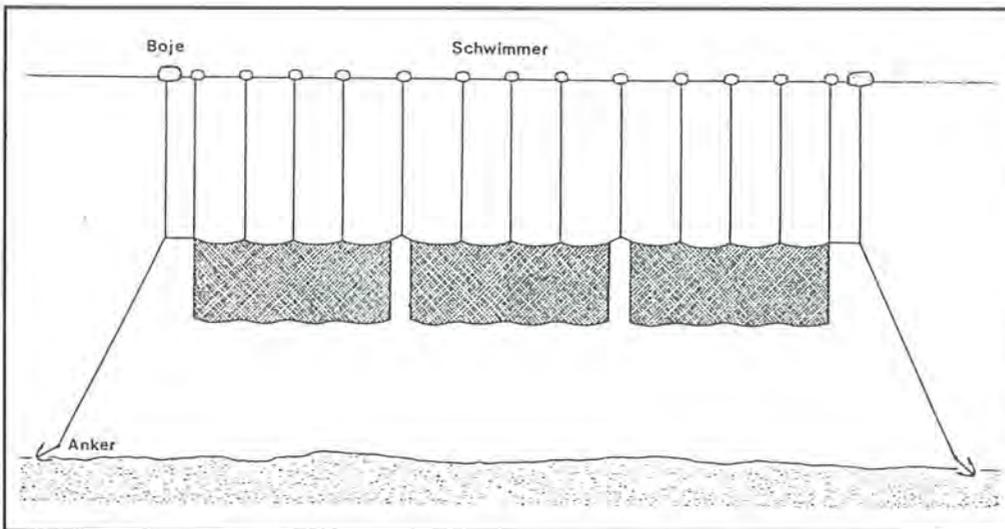


Abb. 9: Verankerter Schwebsatz.

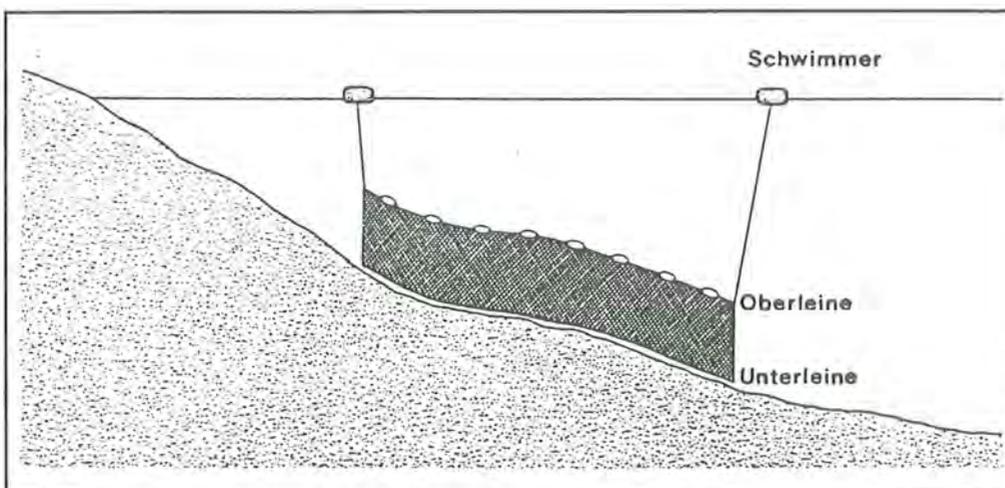


Abb. 10: Bodennetz.

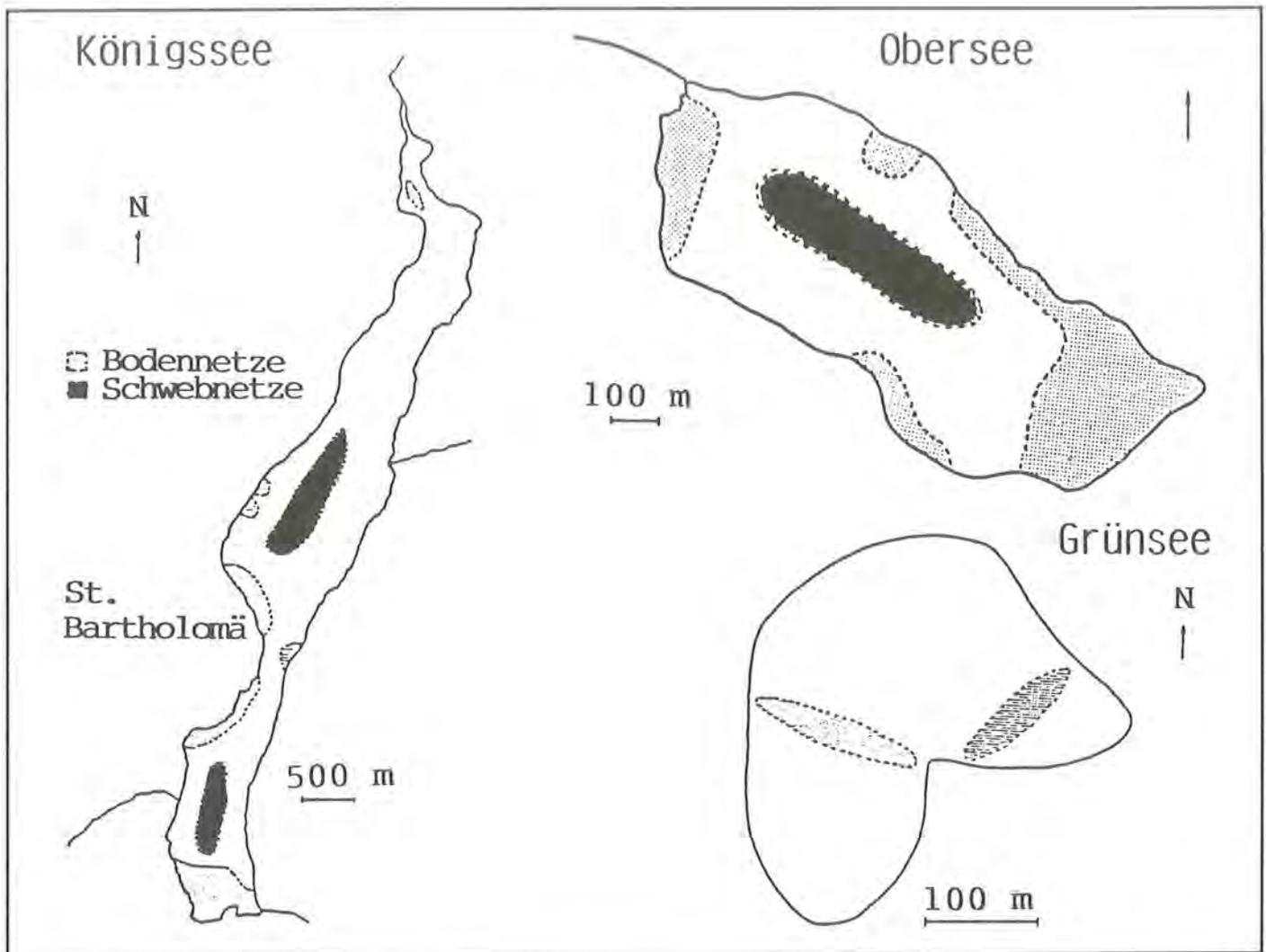


Abb. 11: Befischte Areale im Königssee, Obersee und Grünsee.

Am Grünsee wurden an den beiden Befischungsterminen jeweils mit zwei Bodennetzen der Maschenweiten 25 und 40mm gefischt. Die Netze wurden tagsüber für eineinhalb bzw. eine Stunde ausgelegt.

Die während des Untersuchungszeitraumes mit Netzen befischten Areale im Königssee, Obersee und Grünsee sind in Abb. 11 dargestellt.

Zum Fang von Elritzen, Mühlkopfen und anderer sich in Ufernähe aufhaltender Fische wurde ein Elektro-

fischfanggerät mit einer Ausgangsleistung von 8kW benutzt. Die Elektrofischerei wurde hauptsächlich im Uferbereich des Südbeckens an versunkenen Bäumen, um die Insel herum und im Mündungsbereich des Oberseeabaches ausgeübt. Im Obersee wurde das Elektrogerät wegen des sehr geringen Fangerfolges nur zweimal eingesetzt. Am 27. April 1981 erfolgte eine Elektrofischerei des Oberseeabaches und des Mittersees. Im Bereich der Insel am Südennde des Königssees wurde speziell zum Fang von Laichhechten mit Pärchenreusen gefischt.

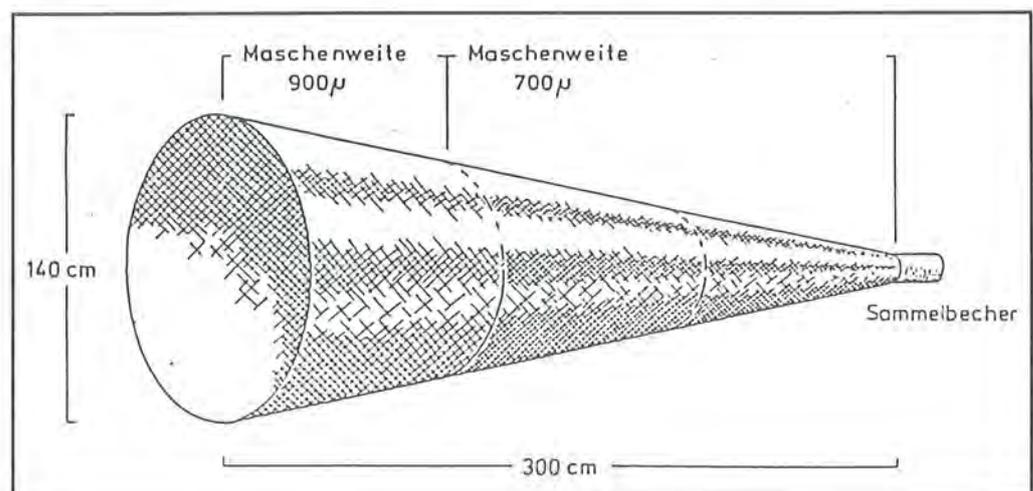


Abb. 12: Konstruktion des Larvennetzes.

Am 3. und 4. April 1984 wurde der Versuch unternommen, im Königssee geschlüpfte Renkenlarven zu fangen. Zu diesem Zweck wurde ein bereits am Starnberger See erfolgreich erprobtes Larvennetz (KLEIN, 1983) verwendet. Das Netz (Abb. 12) hat eine kreisrunde Öffnung mit einem Durchmesser von 140cm und einer Länge von 300cm. Die Maschenweiten sind gestaffelt und betragen im vorderen Bereich 900 μ und im hinteren Teil 700 μ .

Das Netz wurde an zwanzig verschiedenen Stellen, die über den gesamten See verteilt waren, mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 m/sec hinter einem Motorboot geschleppt. Jeder Zug dauerte zehn Minuten. Die Fangeneigenschaften des Netzes wurden durch das Verstopfen der Maschen mit Kieselalgen stark reduziert.

4.2 Untersuchungsmethoden

Nach dem morgendlichen Heben der Netze wurden die Fische des gesamten Fanges in einem kleinen Untersuchungslabor im Forsthaus St. Bartholomä nach Art und Maschenweite getrennt, gezählt und gewogen. Die Zahlen der insgesamt gefangenen und der untersuchten Fische sind Tab. 6 zu entnehmen. Es wird darauf hingewiesen, daß Elritzen und Mühlkoppen nicht im Verhältnis zu ihrem massenhaften Vorkommen erfaßt, sondern nur als Stichproben entnommen wurden.

In den drei Untersuchungsjahren wurden 5816 Fische biometrisch erfaßt. Von jedem Einzeltier wurde Länge, Gewicht (Umfang bei Renken), Geschlecht und Reifegrad erhoben. Das Alter wurde von 4612 Fischen bestimmt. Dazu wurden von Barschen und

Seesaiblingen die Kiemendeckel, von Rutten die Otolithen und von allen anderen Fischarten die Schuppen verwendet. Von je 50 Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee wurden vergleichende Altersbestimmungen anhand von Kiemendeckeln und Otolithen durchgeführt, um einen Eindruck vom Maß der Übereinstimmung beider Methoden zu bekommen.

Die Einstufung der Gonadenentwicklung erfolgte nach der achtstufigen Reifegradskala von Kesteven (in LAGLER, 1978). Die Bedeutung der einzelnen Reifegradziffern ist nachfolgend erklärt:

- 1 jungfräulich, sehr schwach entwickelte Gonaden;
- 2 jungfräulich, heranreifend;
- 3 Entwicklungsphase, zunehmende Größe der Gonaden;
- 4 Entwicklungsphase, wesentlich größere Gonaden als bei Reifegrad 3;
- 5 kurz vor der Vollreife;
- 6 Vollreife, Fische laichen;
- 7 z.T. noch beim Laichen, z.T. verlaicht;
- 8 verlaicht, kein Restlaich mehr vorhanden.

Zur Beurteilung eines möglichen Einflusses der Parasitierung mit den Plerocercoiden des Hechtbandwurmes *Triaenophorus nodulosus* auf das Wachstum der Seesaiblinge wurden von 2080 Fischen, davon 1140 mit Altersbestimmung, makroskopisch der Befall festgestellt.

Da diese speziellen Untersuchungen einer anderen Arbeitsgruppe oblag, konnte auf die Quantifizierung des Befalls verzichtet werden.

Am 25. Oktober 1982 wurde am Königssee ein Markierungsversuch mit Renkensetzlingen begonnen.

Tab. 6: Anzahl gefangener und untersuchter Fische im gesamten Untersuchungszeitraum 1980 – 1983.

Gewässer	Fischart	n	Anteil (gefangen)			(untersucht) n
			kg	n%	kg%	
Königssee	Seesaibling	2840	157,9	49,9	20,2	1435
	Renke	1772	462,6	31,1	59,3	1347
	Barsch	604	65,0	10,6	8,3	491
	Rutte	126	22,6	2,2	2,9	121
	Hecht	114	46,3	2,0	5,9	112
	Elritze	112	0,0	2,0	0,0	—
	Bachsaibling	72	16,3	1,3	2,1	40
	Mühlkoppe	24	0,0	0,4	0,0	—
	Aitel	9	3,0	0,2	0,4	9
	Bachforelle	7	1,9	0,1	0,2	7
	Aal	5	1,6	0,1	0,2	—
	kleine Maräne	3	0,4	0,1	0,1	3
	Schleie	2	0,6	0,0	0,1	1
	Brachse	1	1,7	0,0	0,2	1
Obersee	Seesaibling	2331	202,2	76,2	58,6	1513
	Barsch	657	81,8	21,5	23,7	547
	Rutte	20	20,3	0,6	5,9	20
	Hecht	16	40,6	0,5	11,8	16
	Elritze	32	0,0	1,0	0,0	—
	Mühlkoppe	2	0,0	0,1	0,0	—
	Aal	1	0,2	0,0	0,1	—
Grünsee	Seesaibling	199	0,0	100	—	119
Oberseebach	Bachsaibling	629	28,7	95,7	85,9	25
	Bachforelle	20	3,1	3,0	9,3	6
	Rutte	5	1,0	0,8	3,0	—
	Hecht	2	0,5	0,3	1,5	2
	Aitel	1	0,1	0,2	0,3	1
Summe		9606	1158,4			5816

Als Markierung wurde das bei Salmoniden bewährte Kupieren der Fettflosse gewählt (LAIRD, L. und SCOTT, B. 1978). Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß sie schonend für den Fisch ist und die Markierung sicher wiederzuerkennen ist, da beschnittene Fettflossen nicht nachgebildet werden (HOLDEN, M. und RAITT, D. 1974). Insgesamt wurden 2200 Renkensetzlinge markiert, die in einer Karpfenteichwirtschaft aufgezogen worden waren. Zur Abschätzung der markierungsbedingten Sterblichkeit wurden jeweils 200 markierte und nichtmarkierte Renken 14 Tage in einem Netzkäfig im Königssee gehalten. Die Verluste betrugen 10% bei den markierten und 3,5% bei den nichtmarkierten Fischen.

Zur Aufnahme der Fischverteilung im See gelangte bei allen Versuchsfischereien ein Echograph mit einem 100-kHz-Schwinger zum Einsatz. Am Königssee erfolgte die Echolotaufnahme jeweils auf einem 7,5km langen Kurs, der von Norden nach Süden etwa in Seemitte verlief. Die Geschwindigkeit des Bootes betrug konstant 7km/Std. Am Obersee wurden ein Längsschnitt (1,3km lang) in West-Ost-Richtung und zwei kürzere Querschnitte in Nord-Süd-Richtung abgefahren.

5 Ergebnisse

Im Verlauf der dreijährigen Untersuchungszeit konnten die in Tab. 7 aufgeführten Fischarten im Königssee, Obersee, Grünsee und Oberseebach nachgewiesen werden.

Die Seeforelle ist zwar im Rahmen der Versuchsfischerei nicht gefangen, aber durch den Berufsfischer nachgewiesen und deshalb mit in die Artenliste aufgenommen worden. Fischarten wie kleine Maräne, Aal, Schleie und Brachse, von denen jeweils nur sehr wenige Exemplare gefangen wurden, sind wahrscheinlich in früheren Jahren zusammen mit Renkensetzlingen oder als Köderfische der Angler in den See gelangt.

In seinen Naturhistorischen Briefen aus dem Jahre 1785 berichtet Franz von Paula Schrank über das Vorkommen von Seesaibling, Rutte, Flußbarsch, Elritze, Hecht und Seeforelle im Königssee und Obersee.

Er schreibt auch von den „vortrefflichen Saiblingen“ des Grünsees, die aber nach seiner Auffassung dort eingesetzt sind.

5.1 Fangergebnisse, Einheitsfänge

Wie Tab. 6 zu entnehmen ist, sind insgesamt 9606 Fische gefangen worden. Eine Gegenüberstellung der Fänge von einzelnen Fischarten in den verschiedenen Fanggeräten ist nur sinnvoll, wenn der Fischereiaufwand berücksichtigt wird. Da nicht alle Netze gleich oft eingesetzt wurden, ist ein sogenannter Einheitsfang für die jeweiligen Maschenweiten getrennt nach Boden- und Schwebnetz berechnet worden. Fehlversuche wurden nicht berücksichtigt. Der Einheitsfang ist als Fang pro Netznacht definiert (JENSEN, 1977; SELGBY, 1982), wobei der Bezugswert die Anzahl oder das Gesamtgewicht der gefangenen Fische ist. Er stellt im allgemeinen ein relatives Maß für die Bestandsdichte in einem Gewässer dar (BÜCKMANN, 1963; GULLAND, 1969; YOUNGS

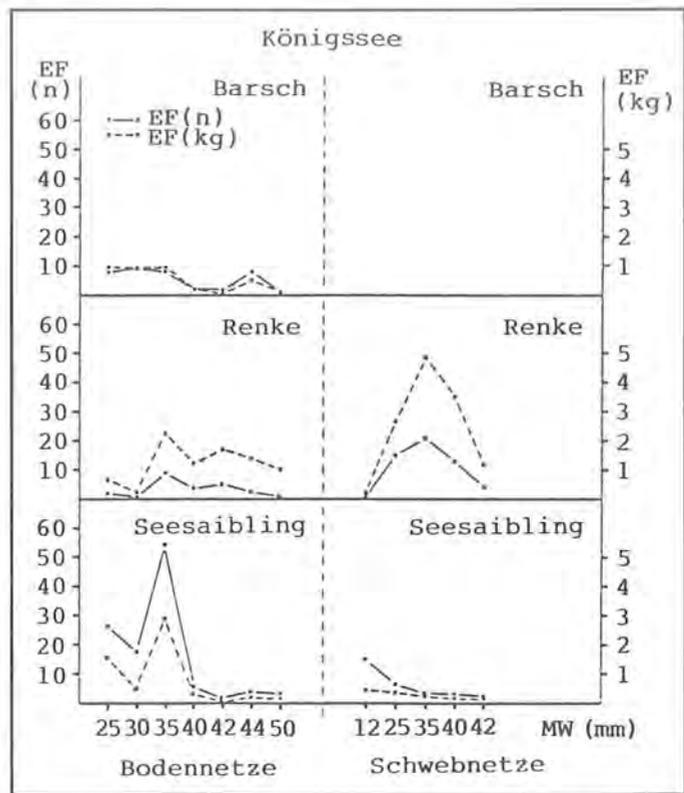


Abb. 13: Einheitsfänge (EF) von Boden- und Schwebnetzen im Königssee.

and ROBSON, 1978). Auf die Stellnetzfisherei läßt sich die Aussage nur bedingt übertragen, da die Fängigkeit der Netze durch eine Reihe von Faktoren wie Einsatzort und Tiefe, Jahreszeit, Wassertemperatur, Konstruktion, Maschenweite, Fadenstärke usw. erheblich beeinflußt werden kann. Dies läßt sich nur durch den Einsatz über einen längeren Zeitraum weitgehend kompensieren. In Abb. 13 und 14 sind die durchschnittlichen Einheitsfänge für die wichtigsten Maschenweiten und Fischarten im Königssee und Obersee darbestellt.

Die Einheitsfänge zeigen beim Barsch im Königssee und Obersee in den einzelnen Maschenweiten einen ähnlichen Verlauf. Im Königssee erwiesen sich Bodennetze mit 25, 30, 35 und 44mm Maschenweite am fängigsten. Im Obersee fing neben den 25-, 30- und 40mm-Bodennetzen das 35mm-Netz die meisten Barsche. Die Einheitsfänge lagen mit Ausnahme des

Tab. 7: Nachgewiesene Fischarten im Königssee, Obersee, Grünsee und Oberseebach.

Fischart (wiss. Name)	Königssee	Obersee	Grünsee	Oberseebach
Seesaibling (<i>Salvelinus alpinus</i>)	+	+	+	-
Renke (<i>Coregonus spec.</i>)	+	-	-	-
Flußbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>)	+	+	-	+
Rutte (<i>Lota lota</i>)	+	+	-	+
Hecht (<i>Esox lucius</i>)	+	+	-	+
Elritze (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	+	+	+	+
Mühlkoppe (<i>Cottus gobio</i>)	+	+	-	+
Bachforelle (<i>Salmo trutta f. fario</i>)	+	-	-	+
Seeforelle (<i>Salmo trutta f. lacustris</i>)	+	-	-	-
Bachsaibling (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	+	-	-	+
Kleine Maräne (<i>Coregonus albula</i>)	+	-	-	-
Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	+	+	-	-
Schleie (<i>Tinca tinca</i>)	+	-	-	-
Aitel (<i>Leuciscus cephalus</i>)	+	-	-	-
Brachse (<i>Abramis brama</i>)	+	-	-	-

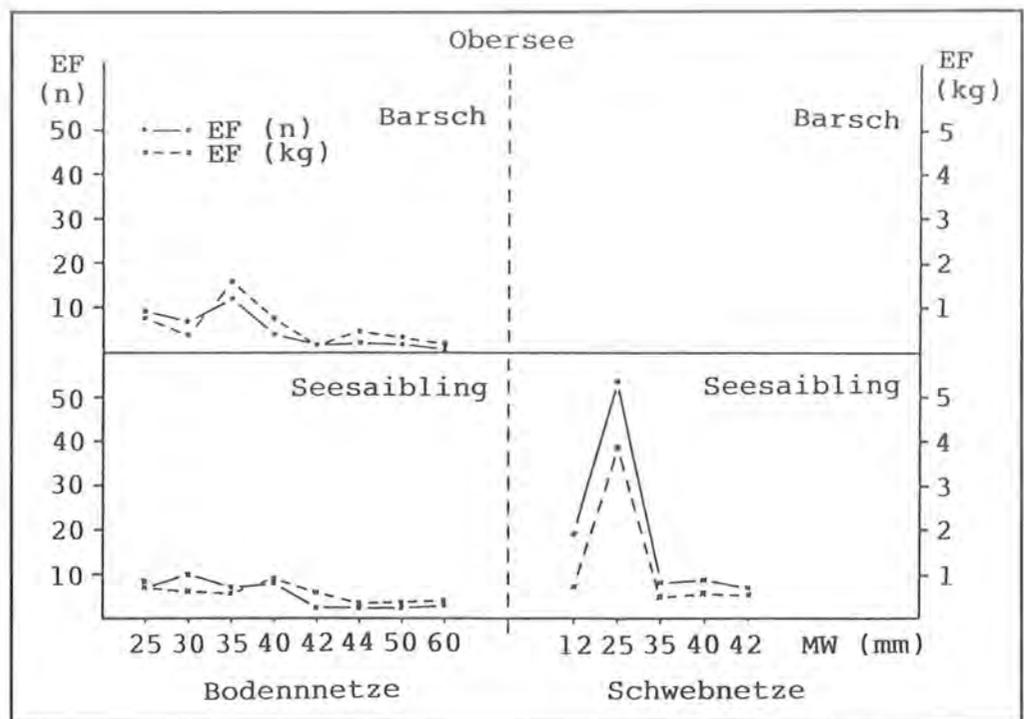


Abb. 14:
Einheitsfänge (EF) von
Boden- und Schwebnetzen
im Obersee.

35er-Bodennetzes im Obersee nicht über 10 gefangenen Tieren bzw. 1kg pro Netznacht. Als Litoralbewohner wurde der Barsch ausschließlich in Bodennetzen gefangen.

Für Renken, die im Obersee nicht vorkommen, wurden die höchsten Einheitsfänge in Schwebnetzen der Maschenweiten 25, 30 und 35mm ermittelt, wobei für das 35er Netz Werte von 20,8 Fischen bzw. 4,8kg pro Netznacht errechnet wurden. Die Bodennetzfänge fielen mit Werten von unter 10 Stück vergleichsweise gering aus. Auch unter den Bodennetzen war die Maschenweite 35mm am fängigsten. Von den insgesamt 1772 gefangenen Renken entfielen 82% auf Schweb- und 18% auf Bodennetzfänge.

Die Seesaiblingsfänge aus Schweb- und Bodennetzen zeigen beim Vergleich von Königssee und Obersee ein umgekehrtes Verteilungsmuster. Im Königssee wurden die höchsten Einheitsfänge von 35mm-Bodennetzen, im Obersee dagegen von 25mm-Schwebnetzen erzielt. So wurden von den 2840 Seesaiblingen aus dem Königssee 77,7% mit Bodennetzen und 22,3% mit Schwebnetzen gefangen. Im Obersee waren die 2331 Seesaiblinge zu 62,7% auf Bodennetze verteilt. Die unterschiedliche Fangverteilung ist im wesentlichen mit der Art der Probennahme zu erklären.

Schwebnetze wurden im Königssee vorwiegend in den obersten fünfzehn Metern zum Fang von Renken gesetzt. Bodennetze wurden demgegenüber auch in größeren Tiefen (bis 50m) verwendet und fingen besonders im Herbst im Bereich der Archenwand bis zu 300 Seesaiblinge/Netz. Fangergebnis dieser Größenordnung, die im Obersee nicht annähernd erreicht wurden, schlagen sich entsprechend im mittleren Einheitsfang der Bodennetze nieder.

Aussagen über die Tiefenverteilung von Renke und Seesaibling sind auf der Grundlage der Fangergeb-

nisse nur bedingt möglich. Beobachtungen bei der Schweb- und Bodennetzfischerei weisen daraufhin, daß sich Renken vornehmlich in den obersten 15m und Seesaiblinge in der darunter befindlichen Wasserschicht aufhalten. So fingen Bodennetze im Königssee, die in Wassertiefen zwischen 10 und 50m gesetzt waren, fast ausschließlich Seesaiblinge, während diejenigen im Flachwasserbereich vorwiegend Renken und Barsche enthielten.

Es kann daraus geschlossen werden, daß sich die Renken im Königssee in der vertikalen Verteilung weitgehend von den Seesaiblingen absetzen. Die allgemein tieferen Aufenthaltsbereiche der Seesaiblinge scheinen jedoch nicht durch die Renken bedingt zu sein, da die Seesaiblinge des Obersees ebenfalls die tieferen Wasserschichten bevorzugen. Sie wurden mit Schwebnetzen am häufigsten in Tiefen um 20 – 25m gefangen.

Ähnliche Einschichtungsverhältnisse wie im Königssee sind auch vom Walchensee bekannt, wo die Renken vorwiegend in den obersten Wasserschichten und die Seesaiblinge weiter tiefer gefangen werden (pers. Mitteilung Fischermeister RIEGER).

Bei der Elektrofischerei wurden fast ausschließlich die Arten Hecht, Rutte Bachsaibling (nur im Mündungsbereich des Oberseebaches) und Barsch gefangen. Die z.T. massenhaft auftretenden Elritzen und Mühlkoppen wurden nicht gesondert berücksichtigt. Im Königssee wurden mit einer Gesamtbefischungszeit von 18,5 Stunden 97 Hechte, 122 Ruten, 67 Bachsaiblinge und 102 Barsche gefangen. Die Elektrofischerei im Obersee verlief an den beiden Befischungsterminen erfolglos, wenn man von den Einzelexemplaren Barsch, Mühlkoppe, Rutte und Aal absieht.

Der Einsatz des Elektrofängergerätes war aufgrund der geringen Leitfähigkeit des Wassers ($170\mu\text{S}$) ver-

Tab. 8: Fangergebnisse der Elektrofischerei im Oberseebach.

Fischart	Anzahl	%-Anteil	Gesamtgewicht (g)	\bar{x} -Stückgewicht (g)
Bachsaibling	629	95,2	28 700	46
Bachforelle	20	3,0	3 100	155
Rutle	5	0,8	1 000	200
Barsch	4	0,6	200	50
Hecht	2	0,3	500	250
Aitel	1	0,2	150	—
Mühlkoppe	zahlreich	—	—	—
Elritze	Zahlreich	—	—	—

gleichsweise ineffektiv. Diese Fangmethode diente in erster Linie zur Beschaffung von Arten wie Hecht, Rutle, Elritze und Mühlkoppe, die mit Netzen z.B. nur sehr wenig oder gar nicht gefangen wurden. Darüber hinaus war es nur mit dem E-Gerät möglich, kleine Hechte von 10 – 15cm Länge zu entnehmen und den Nachweis von Aal, Brachsen, Aitel und Schleie zu führen.

Wie den Ergebnissen der Elektrofischerei des Oberseebaches am 27. April 1981 zu entnehmen ist (Tab. 8), ist der Bachsaibling die absolut dominierende Fischart. Neben ihm sind noch Elritzen und Mühlkoppen zahlreich vertreten, während Bachforellen eine untergeordnete Rolle spielen. Bei einer Gesamtbefischungszeit von 5,5 Stunden wurden 33,7kg Fisch gefangen, die auf eine Fläche von ca. 2500m² zu beziehen sind. Die tatsächliche Fischbiomasse dürfte aber noch höher anzusetzen sein, da sich viele Fische dem Fang durch Flucht entziehen konnten. Die sehr geringen Gewichte der Bachsaiblinge von durchschnittlich 46g sprechen für eine starke Verbutung des Bestandes.

Durch die Verwendung verschiedenartiger Fanggeräte ist es gelungen, einen Überblick über die Aufenthaltsbereiche der Fischarten im Königssee und Obersee zu bekommen. So sind Barsch, Elritze, Mühlkoppe, Hecht und Rutle als reine Litoralbewohner anzusehen, während sich Seesaibling und Renke sowohl im Pelagial als auch im Litoral aufhalten. Im Obersee konnten die Hechte z.T. sehr zahlreich im April (Laichzeit) auch im Pelagial nahe der Wasseroberfläche beobachtet werden.

5.2 Echolotuntersuchungen

Die quantitative Beurteilung von Fischbeständen in Seen ist methodisch gesehen eines der größten Probleme in der limnischen Fischereibiologie. Bedingt durch die Tatsache, daß die Fängigkeit von Stellnetzen durch zu viele Faktoren beeinflusst wird und daß quantitativ fangende Geräte nicht zur Verfügung stehen, sind besonders pelagische Fischarten schwierig zu erfassen. Die Zugrundelegung von Fangerträgen vermittelt nicht unbedingt ein repräsentatives Bild von der jeweiligen Bestandssituation, zumindest solange nicht die Befischungsintensität berücksichtigt wird.

Wichtige Hinweise über die Fischbestandsdichte in einem Gewässer können Echolotuntersuchungen liefern (SCHÄRFE, 1951; TANAKA, 1978; MATHISEN, 1980). Einen Überblick über die Horizontal- und Vertikalverteilung der Fische im Königssee und Obersee an den einzelnen Untersuchungsterminen vermitteln die Abb. 15 und 16.

Die Echolotaufzeichnungen wurden auf den eingezeichneten Kursen getätigt, die der längsten Ausdehnung der jeweiligen Sees entsprechen. Die Aufnahmen erfolgten jeweils am Tage. Vergleichende Untersuchungen zur Nachtzeit erbrachten keine wesentlichen Unterschiede. Die unterschiedlich hervorgehobenen Fischkonzentrationen sind durch das Auszählen der Einzelfischanzeigen pro cm² auf dem Echolotstreifen ermittelt worden und stellen nur ein relatives Maß dar. Danach bedeutet schwach < 10, mittel 10 – 30 und stark > 30 Fischanzeigen pro cm² für den Königssee, während für den Obersee aufgrund des veränderten Meßbereichs jeweils die Hälfte der Zahlenwerte zugrunde gelegt wurde. Die Konzentrationsgrenzen sind willkürlich gewählt. Die Echolotaufzeichnungen lassen keine Rückschlüsse auf Fischart und Fischgröße zu. Durch die Versuchsfischereien ist jedoch bekannt, daß es sich im Pelagial des Königssees um Seesaiblinge und Renken und in dem des Obersees fast ausschließlich um Seesaiblinge handelt. Die unterste Verteilungsgrenze der Fische im Königssee liegt bei 40 – 50m, was den früheren Beobachtungen von SCHINDLER (1950) entspricht. Die Tiefenverteilung der Fische im Königssee stimmt sehr gut mit der von SIEBECK (1982) ermittelten Verteilung des Crustaceenplanktons überein. Fischkonzentrationen in größeren Tiefen konnten mit dem Echolot nicht festgestellt werden. Im Rahmen eines Tauchbooteinsatzes mit Prof. FRICKE im Dezember 1983 konnten vereinzelt Seesaiblinge bis in Tiefen von 120m beobachtet werden, die aber nur einen sehr kleinen Anteil der gesamten Seesaiblingspopulation ausmachen dürften. Bei Fahrten des Tauchbootes im Januar 1984 wurden größere Mühlkoppenkonzentrationen bis in 180m Tiefe festgestellt (pers. Mitteilung GERSTMEIER).

Der Hauptanteil der Fische im Obersee verteilt sich auf den Wasserkörper zwischen 10 und 50m (Abb. 16), wobei die horizontalen und vertikalen Verteilungsmuster zu den einzelnen Untersuchungsterminen sehr unterschiedlich ausgeprägt waren. Die auffallend geringen Fischanzeigen am 30. April 1983 sind vermutlich auf ein verstärktes Auftreten der Seesaiblinge im Litoralbereich zurückzuführen. Diese Annahme wird durch die geringen Schwebnetz- und verhältnismäßig guten Bodennetzfänge gestützt.

Die Fischdichten sind in beiden Seen in vertikaler und horizontaler Ausdehnung zu den einzelnen Terminen relativ inhomogen. Beim Königssee war in den meisten Fällen eine Abnahme der Fischkonzentrationen im Südbecken zu beobachten. Eine Erklärung läßt sich ohne Kenntnis der dortigen Nahrungssituation bzw. hydrologischen Verhältnisse nicht geben.

Obwohl die Echolotuntersuchungen nur Momentaufnahmen von der Fischverteilung auf dem abgeloteten

Königssee

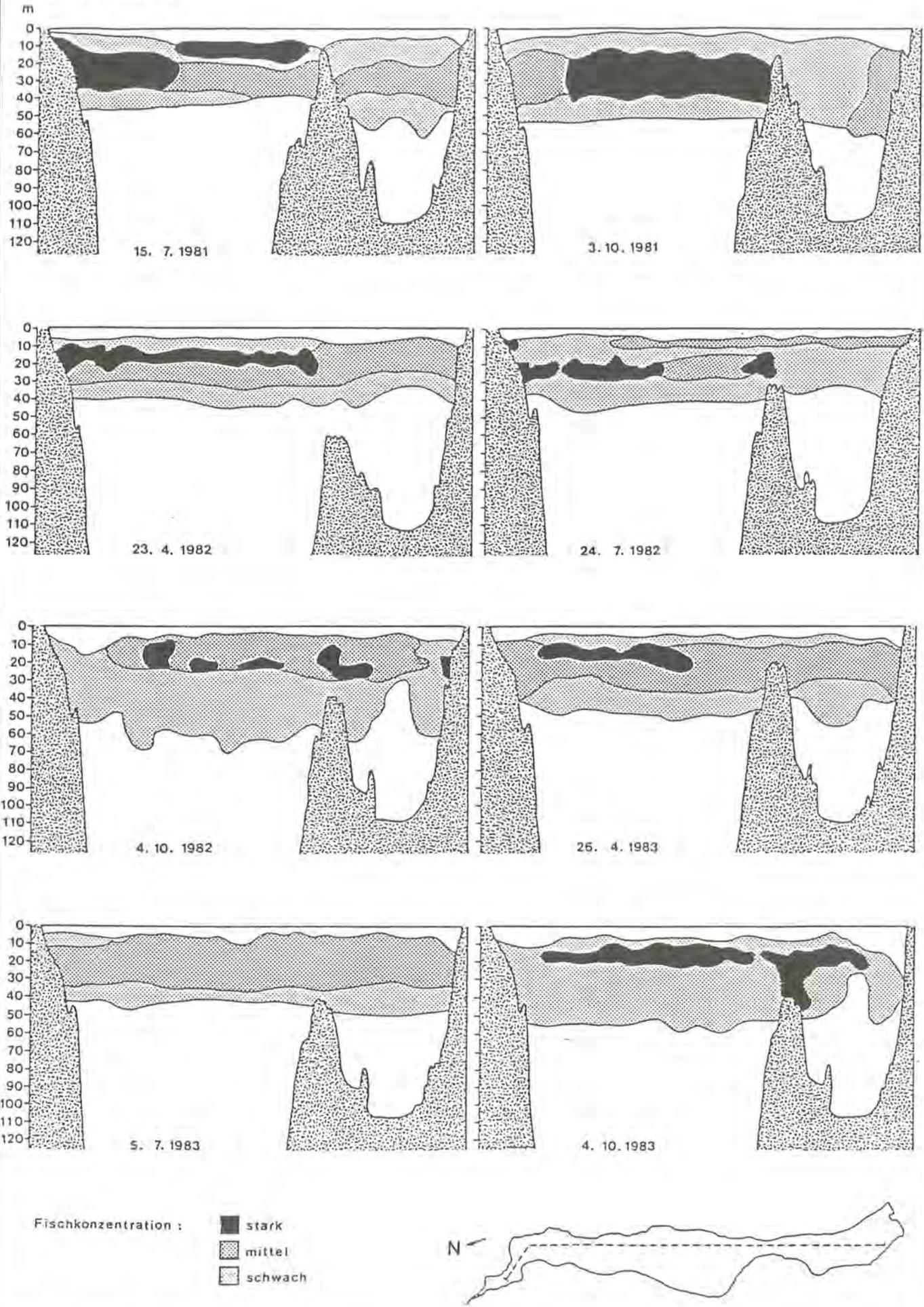


Abb. 15: Vertikal- und Horizontalverteilung der Fische im Königssee.

Obersee

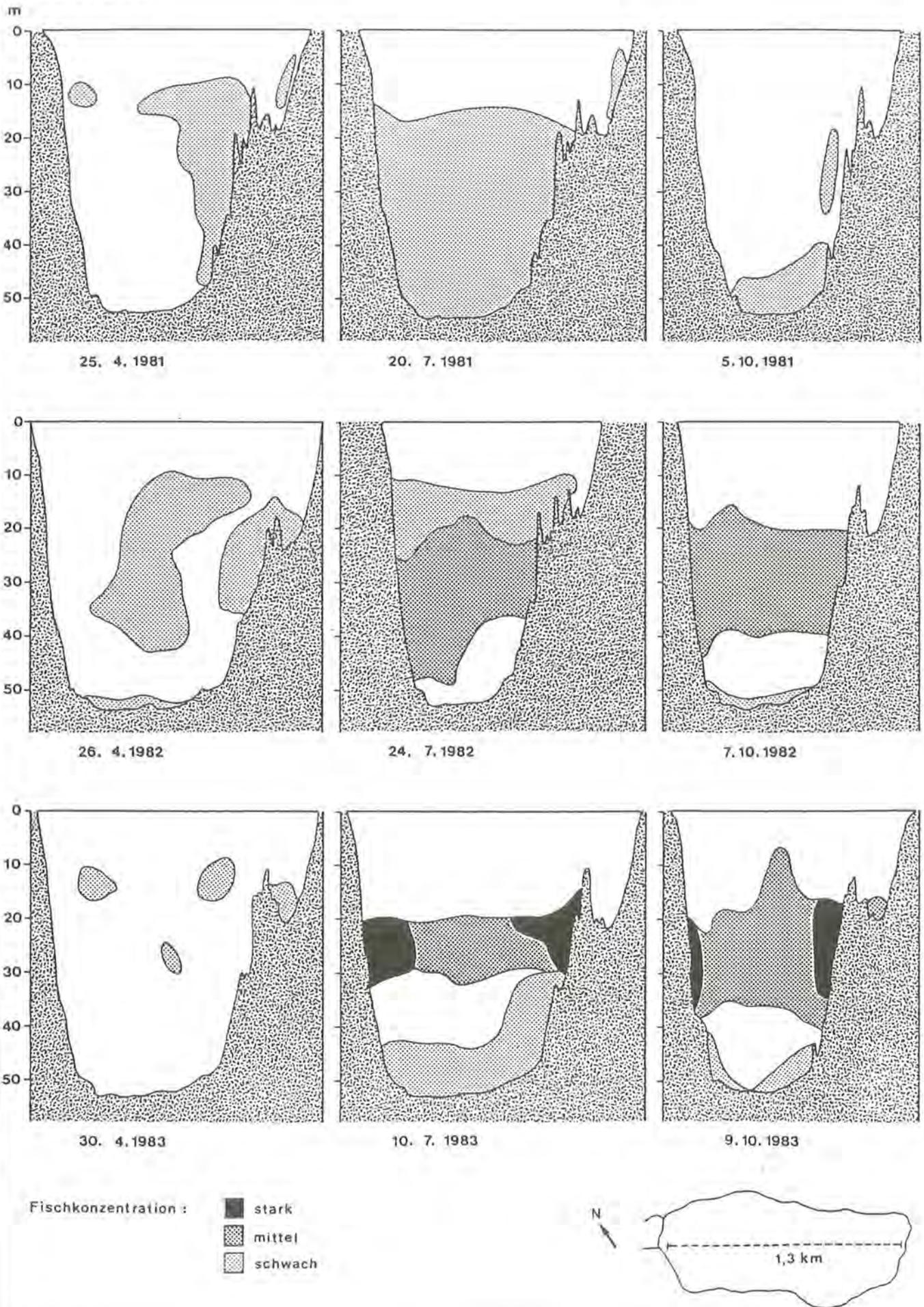


Abb. 16: Vertikal- und Horizontalverteilung der Fische im Obersee.

Kurs darstellen, wird untersucht, auf dieser Basis eine grobe Schätzung der absoluten Fischbestandsdichten vorzunehmen. Hierzu wurden die einzelnen Fischsignale auf dem Echolotstreifen in dem Tiefenbereich des hauptsächlichlichen Fischvorkommens ausgezählt und das entsprechende Wasservolumen, das vom Echolot erfaßt wurde, berechnet. Unter der Annahme einer für den See repräsentativen Fischverteilung im untersuchten Bereich (bestätigt durch sporadisches Abloten von Querprofilen), wurden die ermittelten Werte auf das jeweilige Teilvolumen umgerechnet. Den in Tab. 9 angegebenen Fischkonzentrationen sind ausschließlich pelagische Fischarten (Seesaibling und Renke) zugrunde gelegt.

Zur Berechnung der gewichtsbezogenen Fischbiomasse wurden die Individuenzahlen mit einem mittleren Fischgewicht multipliziert, das aus den Ergebnissen der Versuchsfischereien ermittelt wurde. Für die relativ niedrigen Werte des Obersees im Jahre 1981 gibt es keine eindeutige Erklärung.

Trotz der groben Schätzmethode erscheinen die durchschnittlichen Werte für die Fischbiomasse von rund 42 kg/ha im Königssee und 21 kg/ha im Obersee (1981 ist nicht berücksichtigt) als Orientierungshilfe realistisch. Demnach weist der fischereilich genutzte Königssee eine doppelt so hohe Fischbiomasse (gewichtsbezogen) im Pelagial auf als der Obersee. Die Individuendichte ist im Königssee allerdings nur um das 1,44fache höher, was auf die geringeren Durchschnittsgewichte der Oberseefische zurückzuführen ist. Da Uferfischarten wie Barsch, Rutte, Hecht, Elritze und Mühlkoppe keine Berücksichtigung fanden, sind die in Tab. 9 aufgeführten Biomassewerten vom Königssee noch schätzungsweise 10% und vom Obersee 30% (größerer Anteil des Litorals im Verhältnis zum Pelagial) hinzuzurechnen. Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß die Angaben zur Fischbiomasse lediglich einen ungefähren Eindruck von der Größenordnung vermitteln sollen und nicht den Anspruch einer exakten Quantifizierung der Fischbestände erhebt. Das zahlenmäßige Verhältnis von Seesaibling zu Renke im Königssee läßt sich anhand der Echolotuntersuchungen nicht angeben.

5.3 Seesaibling

In der Gattung *Salvelinus* (Saiblinge) gibt es nach NYMANN (1972) zwei klar definierte Arten, den Bachsaibling (*S. fontinalis*) und den amerikanischen Seesaibling (*S. namaycush*). Die *S.-alpinus*-Gruppe ist zirkumpolar verbreitet und als anadrome (Wanderform) und stationäre Form anzutreffen. Die verschiedenartigen Probleme hinsichtlich der systematischen und ökologischen Stellung des Seesaiblings finden ihren Ausdruck in der Bezeichnung als „*Salvelinus alpinus*-Komplex“ (NYMANN, 1972) oder einfacher als „Saiblingsproblem“ (NORDENG, 1983, „char problem“). Auf dieses Problem soll nur insofern eingegangen werden, als es für die zu bearbeitende Fragestellung relevant ist. Einen eingehenden diesbezüglichen Beitrag hat HECHT (1984) durch seine popula-

Tab. 9: Errechnete Fischbiomasse im Königssee und Obersee.

	1981	1982	1983
Königssee			
Individuen (gesamt)	260000	138000	178000
Individuen/ha	498	265	341
mittleres Stückgewicht (g)	93	145	118
Fischbiomasse (kg)	24180	20010	21004
Fischbiomasse (kg/ha)	46,3	38,3	40,3
Obersee			
Individuen (gesamt)	3500	13300	16300
Individuen/ha	61	233	286
mittleres Stückgewicht (g)	140	89	75
Fischbiomasse (kg)	490	1184	1223
Fischbiomasse (kg/ha)	8,6	20,8	21,5

tionogenetischen Untersuchungen an Seesaiblingen des Königssees und Obersees geliefert. Noch heute werden in der Praxis und in der deutschsprachigen Literatur bis zu vier „Saiblingsformen“ unterschieden (MUUS und DAHLSTRÖM, 1974; LADIGES und VOGT, 1979). Es handelt sich um den sogenannten Tiefseesaibling, den Schwarzreuter, den Normalsaibling und den Wildfangsaibling. Als wesentliche Unterscheidungsmerkmale werden Wachstum, Ernährung, Aufenthaltstiefe und Körperform angeführt. So beschreibt SCHILLINGER (1901) den Tiefseesaibling des Bodensees als einen kleinwüchsigen Fisch, der eine Länge von höchstens 15 cm erreicht, bereits bei 10 cm Länge laichreif wird und seine stumpfe Schnauze mit unterständigem Maul hat. Entsprechend seinem Vorkommen in großen Tiefen hat er verhältnismäßig große Augen.

Der Schwarzreuter, ursprünglich als „Schwarzreiter“ bezeichnet, stellt nach DOLJAN (1920) eine „Zwergasse“ des Seesaiblings dar, die nur eine Länge von durchschnittlich 15 cm erlangt. Der Normalsaibling ist dagegen großwüchsiger und erreicht Längen von ca. 30–40 cm und Durchschnittsgewichte bis zu 500 g. Die vierte Form, der Wildfangsaibling, unterscheidet sich laut HAEMPEL (1924) durch seine „vererbte Raschwüchsigkeit“, die räuberische Lebensweise und die verschiedene Laichzeit (z.T. im Sommer) von den anderen Seesaiblingen. Schon damals reduzierte HAEMPEL die vorgenannten „Saiblingsformen“ auf zwei Gruppen – die Gruppe der Wildfangsaiblinge und die Gruppe der Normalsaiblinge, die alle Zwischenstufen bis zum Schwarzreuter umfaßt. In Anbetracht der etwas unklaren Einteilungskriterien erscheint die Frage von DÖRFEL (1974) nach der Berechtigung des alten Einteilungsprinzips durchaus gerechtfertigt. Besonders das Wachstum ist kein Merkmal, das als Unterscheidungskriterium geeignet ist, wie kontrollierte Aufzucht- und Umsetzversuche mit kleinwüchsigen Saiblingsstämmen gezeigt haben (STEINMANN, 1942). Der Einsatz von Setzlingen des Zugerseesaiblings in den saiblingsfreien Luganersee Ende letzten Jahrhunderts hatte das Auftreten von kiloschweren Fischen zur Folge. Bei der künstlichen Aufzucht von Seesaiblingen wurde unter gleichen Voraussetzungen ein starkes Auseinanderwachsen und das Auftreten von großen und „verzweigten“ Exemplaren beobachtet. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß es sich bei den verschiede-

nen Formen im wesentlichen um Ökotypen bzw. Standortmodifikationen (REISINGER, 1953) handelt, die sich den jeweiligen Nahrungsverhältnissen angepaßt haben. Ähnliche Untersuchungen in Norwegen mit einer anadromen, einer kleinwüchsigen und einer großwüchsigen süßwasserständigen Saiblingsform zeigten, daß alle drei Formen dem selben Genpool angehören (NORDENG, 1983). Die Nachkommen der einzelnen Formen spalteten sich jeweils in die obengenannten Formen auf, was die große genetische Plastizität der Seesaiblinge demonstriert.

Der Königssee ist vermutlich der einzige größere See in Deutschland, in dem der Seesaibling die dominierende Fischart ist. SCHINDLER (1950) berichtet zwar, daß hier zwischen Wildfangsaibling und Schwarzreuter unterschieden wird. Ihm selber gelang aber keine eindeutige Trennung auf der Basis von anatomischen Untersuchungen. Im Rahmen der eigenen bestandskundlichen Erhebungen wurden keine diesbezüglichen Unterscheidungen vorgenommen.

5.3.1 Altersbestimmung

Die Altersbestimmungen bei Seesaiblingen der drei untersuchten Seen erwiesen sich als sehr schwierig, da die Ringstrukturen auf den Kiemendeckeln entweder nur schwach oder so zahlreich ausgebildet wa-

ren, daß es zu erheblichen Interpretationsschwierigkeiten führte. Das gesamte Material wurde deshalb dreimal durchgesehen bis weitgehend Gewißheit über die Altersangaben bestand. Altersanalysen auf der Basis von Schuppen waren wegen deren geringen Größe und ungenügenden Lesbarkeit nicht möglich. Um einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Hartteile zu bekommen, wurden von 51 Seesaiblingen des Königssees und 49 Seesaiblingen des Obersees sowohl Kiemendeckel als auch Otolithen zur Altersanalyse herangezogen. Selbst mit Hilfe der geschliffenen Otolithen war nicht immer eine eindeutige Altersbestimmung möglich. Diese Schwierigkeiten werden in erster Linie auf das langsame Wachstum und die geringen Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Jahreszeiten zurückgeführt.

Die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen, die in Tab. 10 aufgeführt sind, lassen eine relativ gute Übereinstimmung der beiden Methoden erkennen. Lediglich bei den Oberseesaiblingen ergab die Kiemendeckelmethode um ca. 10% höhere Werte als die Otolithenmethode.

5.3.2 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion

Die Längenhäufigkeitsverteilung aller untersuchter Seesaiblinge aus den drei Seen ist in Abb. 17 dargestellt.

Tab. 10: Ergebnisse von Altersbestimmungen bei Seesaiblingen anhand von Kiemendeckeln und Otolithen.

Längensklasse (cm)	n	Königssee		n	Obersee	
		Mittl. Alter Kiemendeckel	Mittl. Alter Otolithen		Mittl. Alter Kiemendeckel	Mittl. Alter Otolithen
14,0 – 14,9	1	3,0	5,0	–	–	–
15,0 – 15,9	–	–	–	–	–	–
16,0 – 16,9	1	3,0	7,0	3	4,7	4,0
17,0 – 17,9	13	4,8	4,8	6	4,7	4,5
18,0 – 18,9	13	5,3	5,3	3	4,7	4,3
19,0 – 19,9	12	5,5	4,8	19	5,6	5,3
20,0 – 20,9	6	5,0	5,0	12	5,9	5,4
21,0 – 21,9	5	5,2	5,2	4	6,0	5,8
22,0 – 22,9	–	–	–	2	6,0	5,5

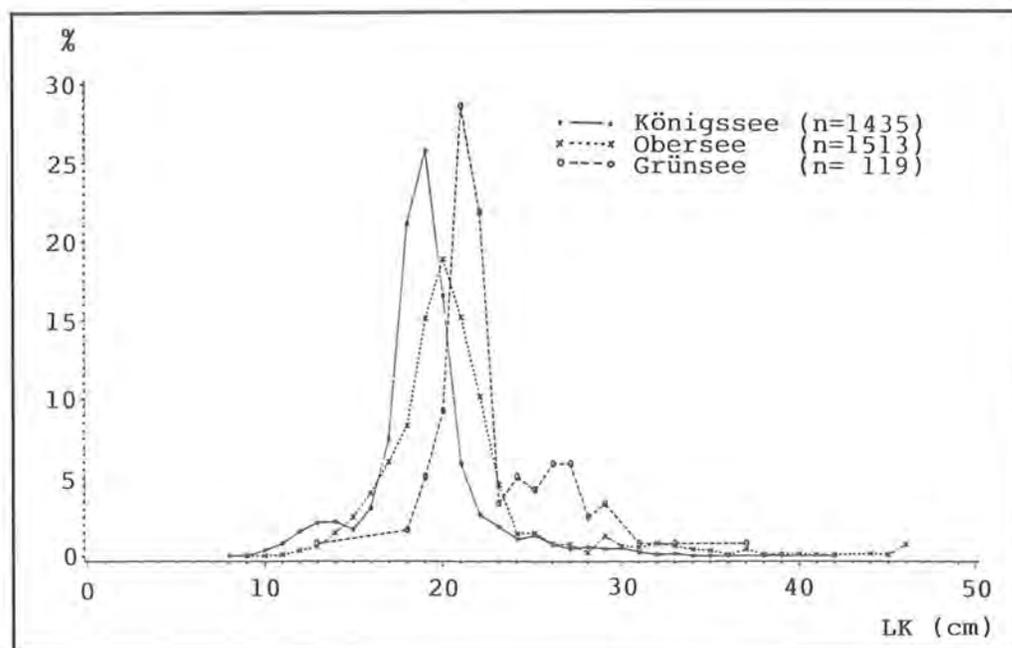


Abb. 17: Längenhäufigkeitsverteilung von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee (1980 – 1983). LK = Längensklasse.

In der Reihenfolge Königssee, Obersee und Grünsee sind die Gipfel der jeweiligen Kurven auf die Längenklassen 19 (19,0 bis 19,9), 20 und 21 cm verteilt. Beim Obersee fällt ein Anstieg des Anteils von Fischen über 35cm Länge auf. Die starke Selektionswirkung von Kiemennetzen kann dazu führen, daß bestimmte Längenklassen bevorzugt gefangen werden und somit nicht die tatsächlichen Verhältnisse im Bestand widerspiegeln. Um ein möglichst breites Spektrum von Längenklassen abzudecken, wurden Netze unterschiedlicher Maschenweiten verwendet. In der Regel wirkt die Selektion einer bestimmten Maschenweite in der Weise, daß Fische an der Stelle ihres größten Körperumfanges, meist kurz vor der Rückenflosse, in der Masche steckenbleiben. Kleinere Fische können hindurchschwimmen, größere Fische, die nicht in die Maschen „hineinpassen“, werden nicht gefangen. Seesaiblinge verfangen sich sehr leicht mit ihrem bezahnten Maul, so daß durchaus kleine Fische mit großmaschigen Netzen gefangen werden können. Die Längenselektion der fängigsten

Tab. 11: Ergebnisse der Regressionsanalysen hinsichtlich der Beziehung von Maschenweite (MW) zu Fischlänge (L) beim Seesaibling (+ = signifikant, - = nicht signifikant).

Königssee		
Schwebnetze	$L = 142,38 + 1,37 \cdot MW$	$p = 0,0001 (+)$
Bodennetze	$L = 198,72 + 0,02 \cdot MW$	$p = 0,9252 (-)$
Obersee		
Schwebnetze	$L = 179,55 + 0,86 \cdot MW$	$p = 0,0001 (+)$
Bodennetze	$L = 213,22 + 0,39 \cdot MW$	$p = 0,1870 (-)$

Maschenweiten für Seesaiblinge des Königssees und Obersees ist Abb. 18 zu entnehmen.

Trotz des Einsatzes von Boden- und Schwebnetzen verschiedener Maschenweiten waren die meisten gefangenen Seesaiblinge auf nur wenige Längenklassen verteilt. Im Königssee waren Fische der Längensklasse 17 und 19cm und im Obersee 17, 19 und 21 cm in allen Maschenweiten am häufigsten vertreten. Eine Ausnahme machen die 12mm Schwebnetze, in denen im Königssee die Saiblinge der Längensklasse 13cm und im Obersee die der Längensklasse 15cm dominieren. Die Verteilungsmuster lassen erkennen, daß Fische der unteren Längensklassen (kleiner als 17cm) nicht repräsentativ in den Fängen vertreten waren. Das Auftreten größerer Fische war hauptsächlich in Bodennetzen zu verzeichnen, in denen die Selektionskurven nach beiden Seiten stärker abgeflacht sind als die der Schwebnetze. Mit Hilfe der Regressionsanalyse wurden Unterschiede zwischen Boden- und Schwebnetzen hinsichtlich ihrer Selektionswirkung gefunden. Während bei den Schwebnetzen eine signifikante Beziehung von Maschenweite zu Fischlänge vorlag, war dies bei den Bodennetzen nicht der Fall. Gemäß der Regressionsgleichung $L = a + b \cdot MW$ sind die diesbezüglichen Ergebnisse, denen das gesamte Untersuchungsmaterial zugrunde gelegt ist, in Tab. 11 aufgeführt.

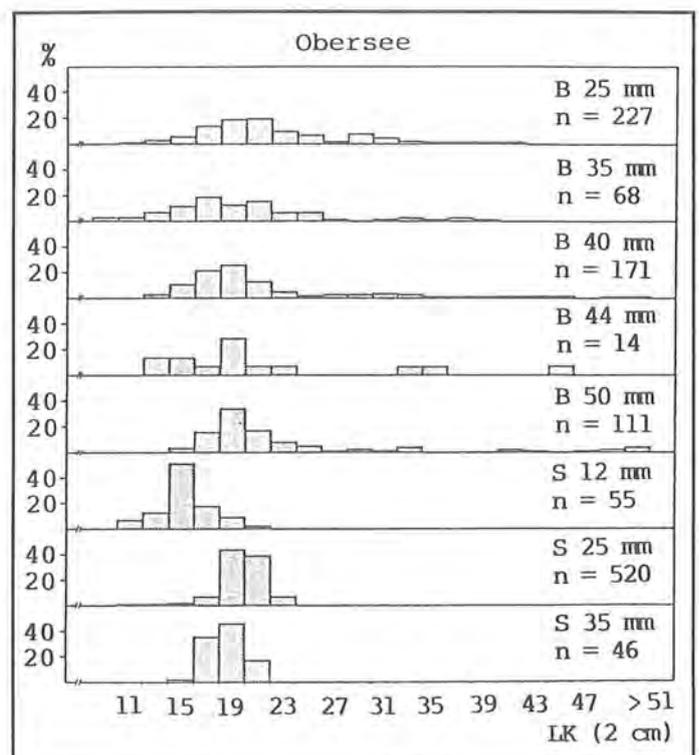
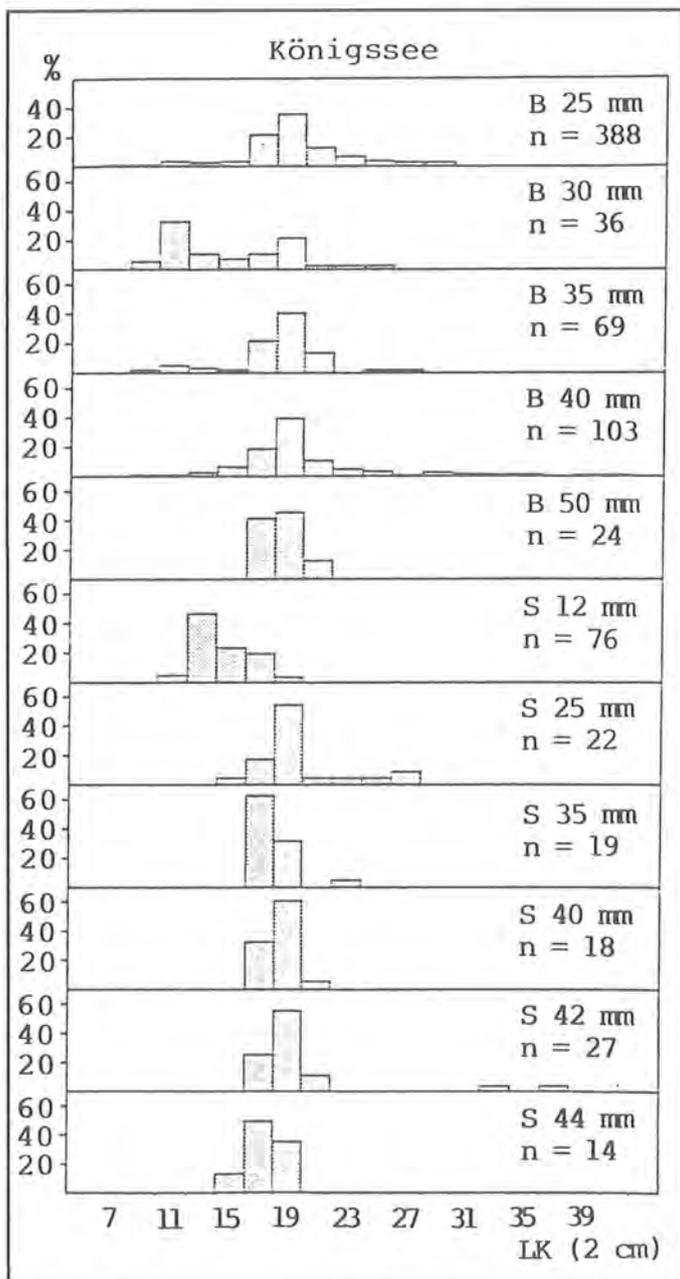


Abb. 18: Netzselektivität beim Seesaibling aus dem Königssee und Obersee, 1980 – 1983. (B = Bodennetz, S = Schwebnetz, LK = 2cm-Längensklasse, z.B. 29,0 – 30,9cm).

5.3.3 Alterklassenstruktur

Aufgrund der Selektionswirkung von Stellnetzen ist damit auch ein Einfluß auf die Altersstruktur der Stichproben in den einzelnen Maschenweiten zu erwarten. Die relative Altersklassenverteilung in Netzen mit den fängigsten Maschenweiten ist in Abb. 19 dargestellt.

In beiden Seen verteilen sich die Fänge im wesentlichen auf die Altersklassen 4+, 5+ und 6+. Die jünge-

ren Fische sind nicht repräsentativ vertreten. SCHINDLER (1940) gibt das Alter der von ihm untersuchten Königsseesaiblinge mit zwei und drei Jahren an, wobei er allerdings nur 30 Fische zur Verfügung hatte. Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus allen Maschenweiten vermittelt einen Eindruck von der Altersklassenstruktur der Seesaiblingspopulation, die mit Stellnetzen zu erreichen ist (Abb. 20).

In den Jahren 1982 und 1983, für die der Stichprobenumfang genügend groß ist, zeigt sich im Königssee und Obersee ein nahezu identisches Verteilungsbild. Dies spricht dafür, daß die Ausübung der Fischerei am Königssee im Vergleich zur nichtbefischten Oberseepopulation keine erkennbaren Auswirkungen auf die Altersstruktur der Seesaiblinge hat. Die Stichproben aus dem Grünsee, die jeweils im Herbst genommen wurden, lassen einen etwas höheren Altersaufbau mit der Dominanz fünf- und sechsjähriger Fische erkennen. Das gleiche gilt für die Stichprobe vom Herbst 1980.

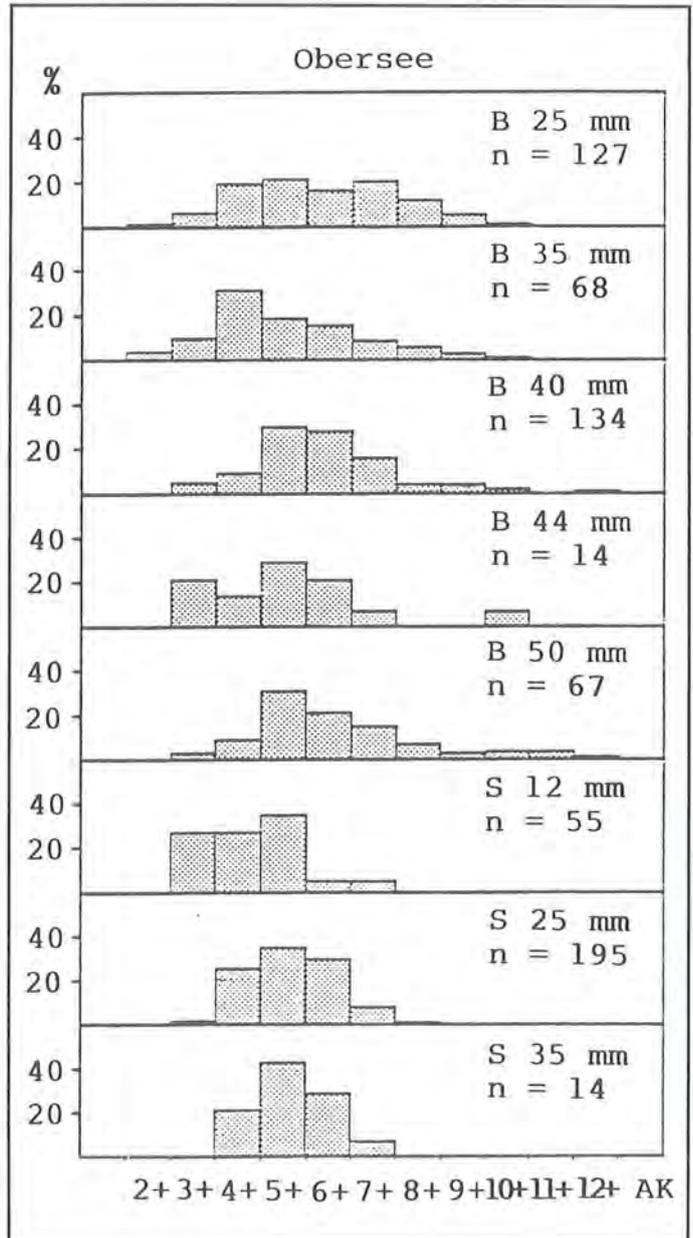
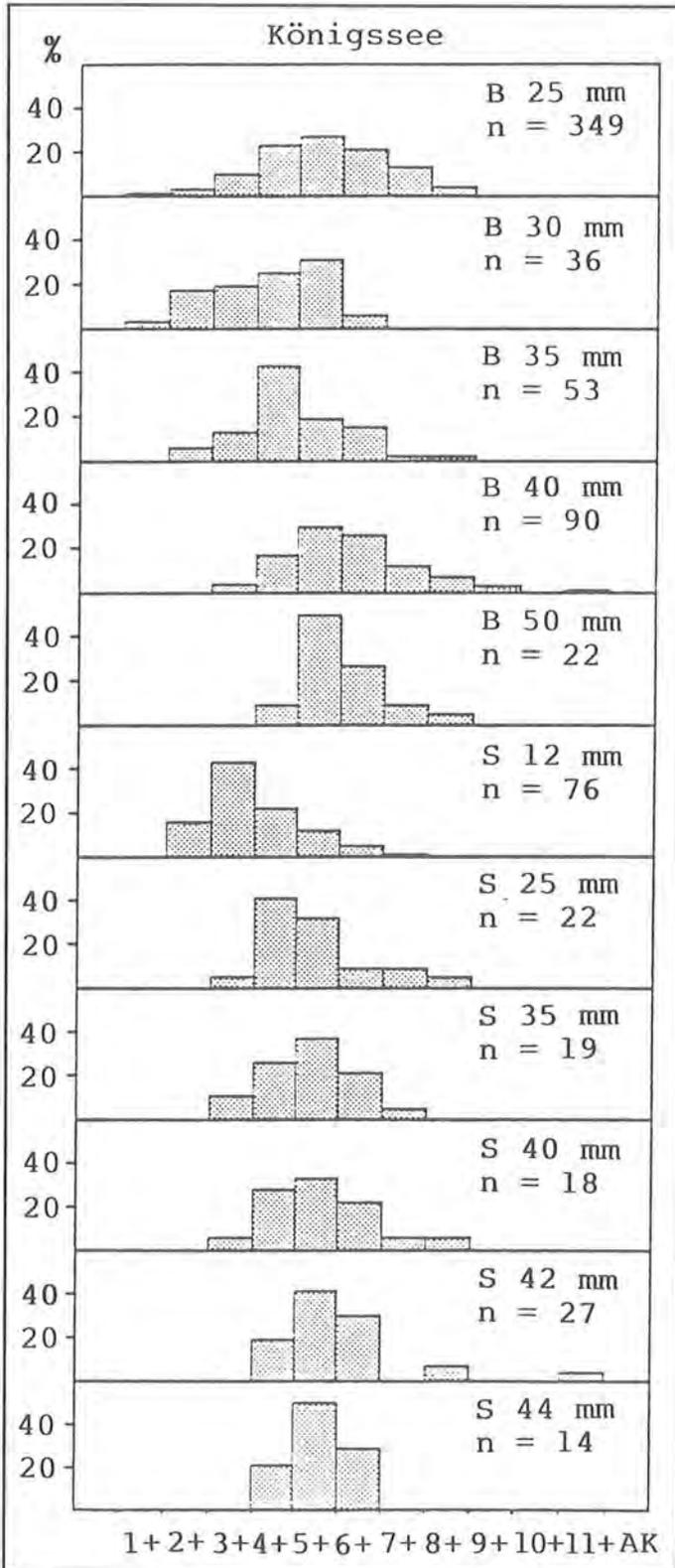


Abb. 19: Relative Altersklassenverteilung von Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee in verschiedenen Netztypen und Maschenweiten 1980 – 1983. (S = Schwebnetz, B = Bodennetz).

5.3.4 Mortalität

Unter der Voraussetzung, daß sich eine Population durch eine weitgehend gleichmäßige Rekrutierung (Nachkommenschaft) und gleichbleibende Sterblichkeitsrate auszeichnet, läßt sich die Gesamtsterblichkeit (Z) aus einer sogenannten „catch curve“ (Fangkurve) berechnen (RICKER, 1958; DEMPSON, 1983). Der Fangkurve wird die relative Altersklassenverteilung zugrunde gelegt und halblogarithmisch dargestellt (Abb. 21). Zur Berechnung der Sterblichkeit werden nur die Altersklassen herangezogen, die von den verwendeten Fanggeräten voll erfaßt werden. Die Steigung der „abfallenden“ Regressionsgeraden gibt den Wert für die Gesamtsterblichkeit an.

Die ermittelten Werte für die Gesamtsterblichkeit für den Königssee und Obersee liegen mit $Z = 0,76$ und $Z = 0,68$ eng zusammen. Zur Angabe der prozentualen Sterblichkeitsrate, um die sich die Population jährlich verringert, sind die Zahlen mit Hilfe des Ausdrucks $100 \cdot (1 - e^{-Z})$ umzurechnen. Danach sterben im Königssee jährlich 53,2%, im Obersee 49,4% und im Grünsee 64,8% einer Altersklasse.

Die Gesamtsterblichkeit setzt sich aus der natürlichen und fischereilichen Sterblichkeit zusammen. Wird keine Fischerei ausgeübt, so entspricht die Gesamtsterblichkeit der natürlichen Sterblichkeit. Dies ist im Obersee der Fall, wenn man von den Versuchsfängen absieht. Die nur geringfügig höhere Sterblichkeitsrate der Königsseesaiblingspopulation dokumentiert den geringen Einfluß der Fischereiausübung.

Es kann angenommen werden, daß im Königssee der größte Teil der Seesaiblinge eines natürlichen Todes stirbt und nicht durch die Netze des Berufsfischers.

5.3.5 Geschlechterverhältnis

Über die prozentuale Zusammensetzung von männlichen und weiblichen Seesaiblingen in den einzelnen Jahren und Befischungsterminen gibt Abb. 22 Auskunft. Sie läßt erkennen, daß meistens die Milchner in den Fängen aus allen drei Seen dominierten. Besonders auffallend ist die Dominanz während der Herbsttermine also kurz vor der Laichzeit der Seesaiblinge.

Die Anteile der Geschlechter in Abhängigkeit vom Alter sind in Abb. 23 durch die Berechnung der Geschlechterquotienten (Anzahl Milchner: Anzahl Rogner) dargestellt.

Während sich bei den Oberseesaiblingen die Quotienten über alle Altersklassen im wesentlichen zwischen 1,0 und 1,6 bewegen, ist beim Königssee ein starker Anstieg der Kurve ab der Altersklasse 5+ festzustellen. Der Grünsee ist in Abb. 23 nicht berücksichtigt worden, da die Fische jeweils kurz vor der Laichzeit gefangen wurden und die Stichprobe durch die starke Dominanz der Milchner nicht als repräsentativ angesehen werden kann.

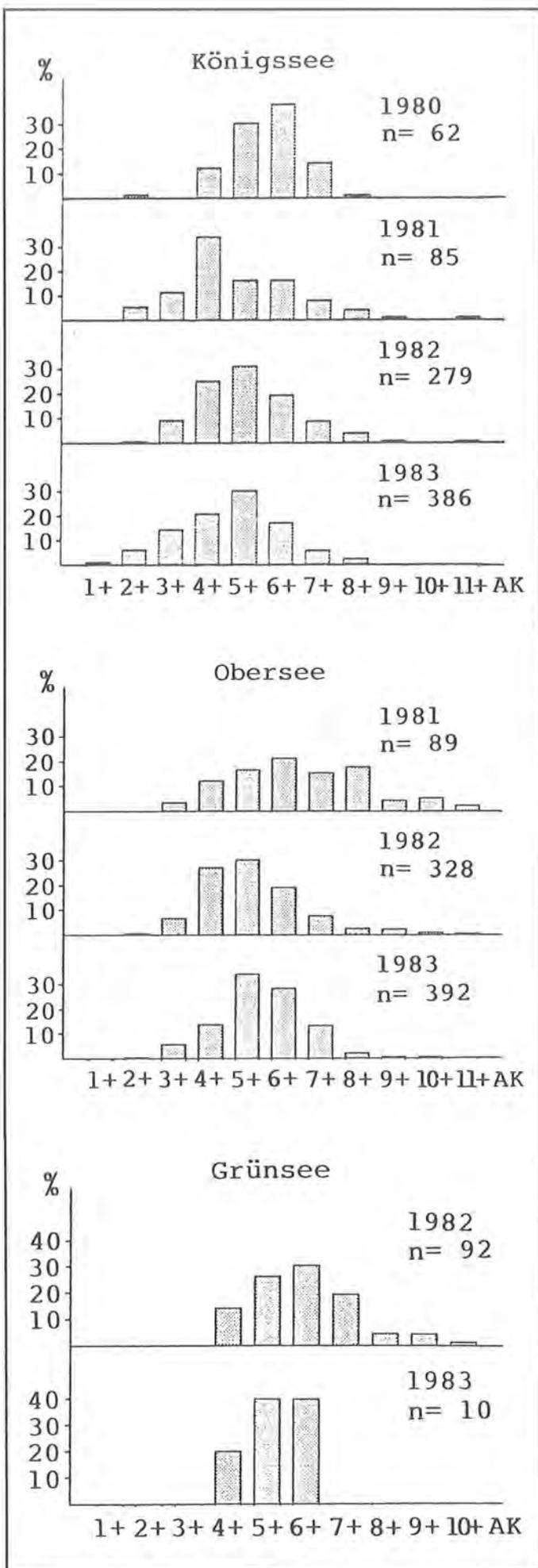


Abb. 20: Relative Altersklassenverteilung von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee in verschiedenen Jahren (alle Maschenweiten und Netztypen).

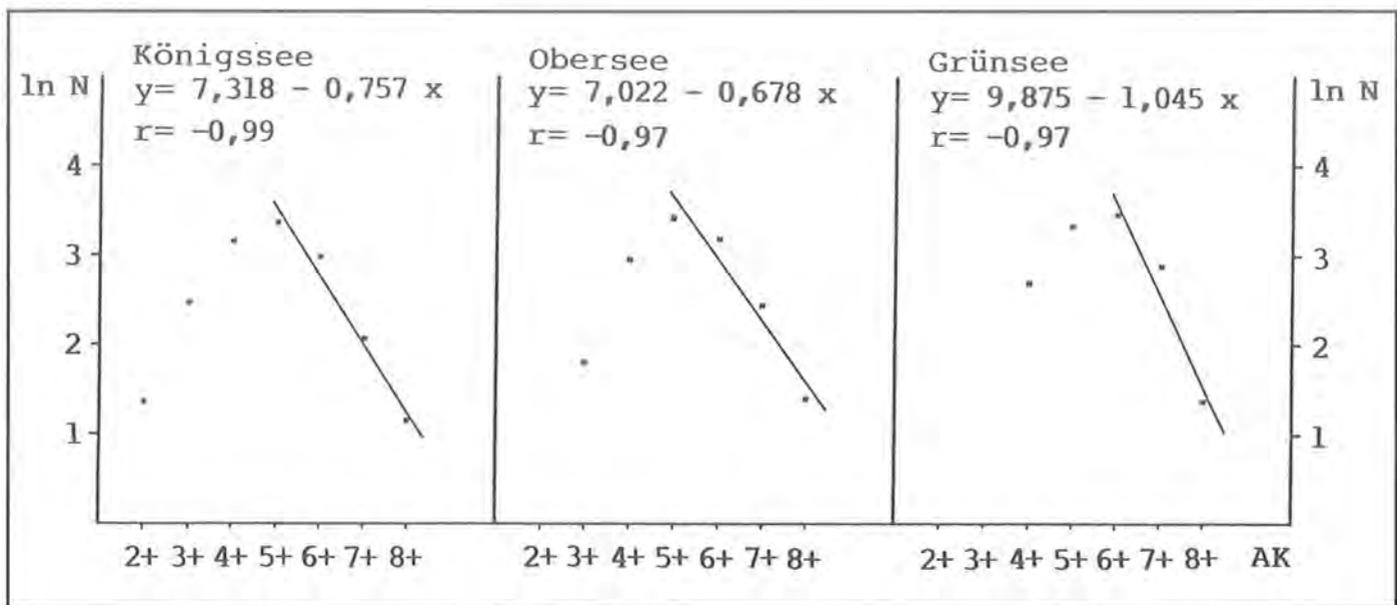


Abb. 21: Darstellung der Fangkurven von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee. Berücksichtigt wurden jeweils die Altersklassen 5+ bis 8+ im gesamten Untersuchungszeitraum.

5.3.6 Reifegradentwicklung

Die Aufnahme der Reifegrade der Gonaden erlaubt Aussagen über den Laichtermin der Fische. SCHINDLER (1950a) schreibt, daß sich im Königs-

see die Hauptlaichzeit der Wildfangsaiblinge von August bis September und die der Schwarzreuter von September bis Ende Oktober erstreckt. Für den Obersee gibt er eine noch deutlicher getrennte Laichzeit von Wildfangsaibling (Juli/August) und Schwarzreuter (November/Dezember) an. Die eigenen Erhebungen haben gezeigt, daß es sowohl im Königssee als auch im Obersee eine ausgeprägte Hauptlaichzeit im November gibt. Wie Abb. 24 zu entnehmen ist, stand der größte Teil der untersuchten Seesaiblinge im Oktober kurz vor dem Laichen. Lediglich die Altersklassen 1+ und 2+, die ohnehin nur mit Einzeltieren vertreten waren, kamen aufgrund der geringen Gonadenentwicklung noch nicht zum Laichen. Unter den älteren Seesaiblingen (ab Altersklasse 8+) waren während des Juli-Termins vornehmlich im Obersee verstärkt Fische in den Reifegradgruppen 5 (kurz vor dem Laichen) und 6 (beim Laichen) zu beobachten. Diese laichreifen Seesaiblinge, die z. T. Gewichte von über 1 kg aufwiesen, wurden hauptsächlich im Juli 1981 im Obersee im Bereich der beiden kleinen Wasserfälle am Nordufer in einer Tiefe von ca. 40m gefangen. In

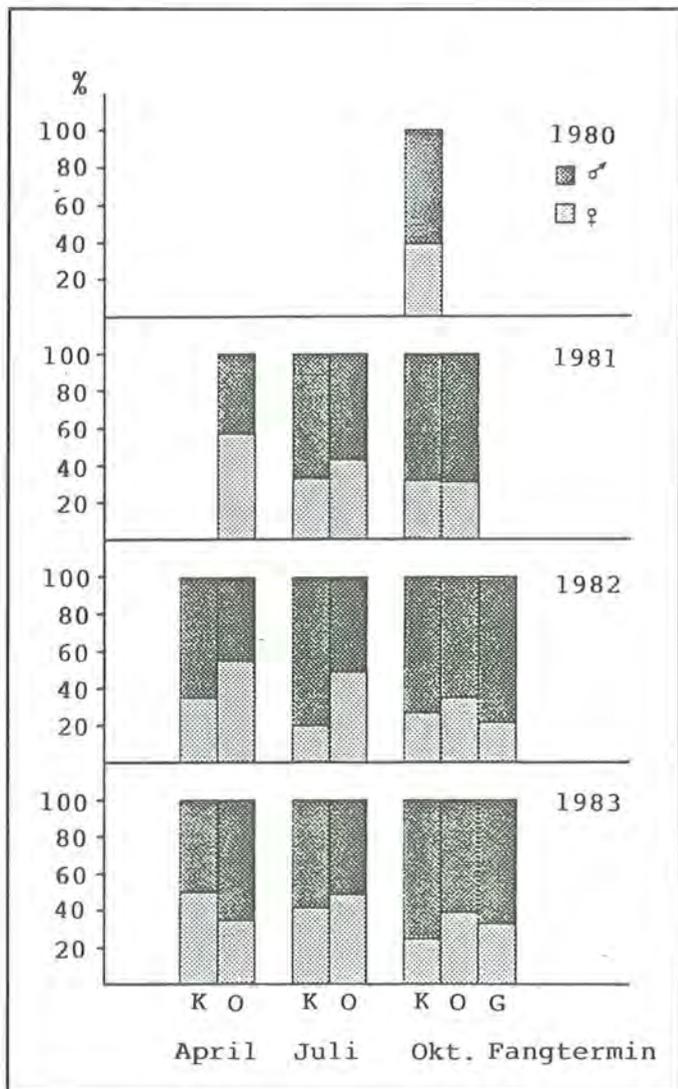


Abb. 22: Geschlechterverhältnis von Seesaiblingen aus dem Königssee (K), Obersee (O) und Grünsee (G).

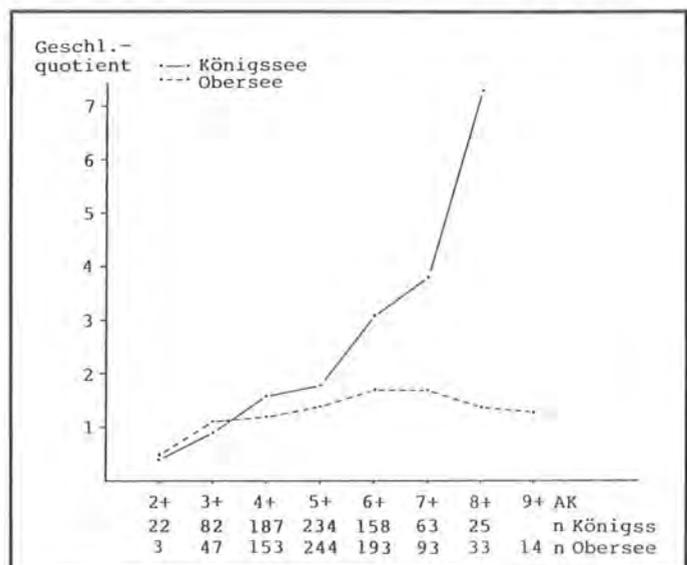


Abb. 23: Geschlechterquotienten von Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee in Abhängigkeit vom Alter.

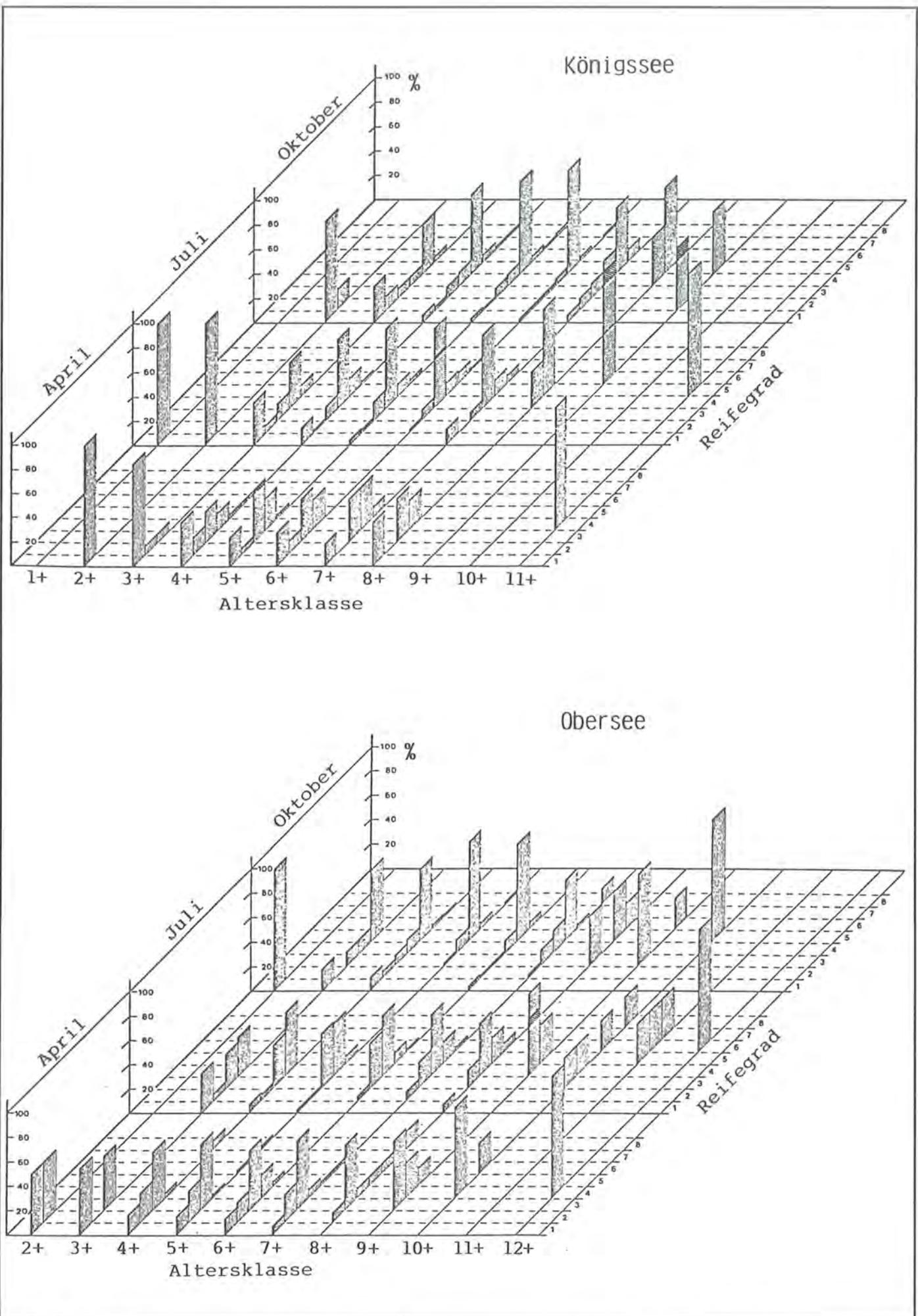


Abb. 24: Verteilung der Reifegrade bei Seesablingen aus dem Königssee und Obersee in den einzelnen Altersklassen und Befischungsterminen.

Tab. 12: Anteil der Seesaiblinge, die zu den verschiedenen Befischungsterminen Reifegrad 5 und 6 aufwiesen.

	Königssee				Obersee			
	n	%	\bar{x} -L (cm)	\bar{x} -G (g)	n	%	\bar{x} -L (cm)	\bar{x} -G (g)
April	5	1,3	20,8	83,8	8	1,4	28,4	211,4
Juli	50	12,6	23,2	112,6	39	7,0	30,7	317,1
Oktober	343	86,2	19,7	60,7	514	91,6	20,7	81,9

(G = Gewicht, L = Länge)

den Folgejahren stellten sich an dieser Stelle nur noch vereinzelt größere Exemplare zum Fang.

Um Aussagen über den Anteil laichreifer Tiere in den einzelnen Befischungsterminen machen zu können, sind in Tab. 12 Fische mit dem Reifegrad 5 oder 6 zusammengestellt.

Die Ergebnisse vermitteln einen quantitativen Eindruck vom Verhältnis der Frühjahrs-, Sommer- und Herbstlaicher. Die Sommerlaicher, deren Anteil für den Königssee mit 12,6% und für den Obersee mit 7,0% errechnet wurde, waren im Vergleich zu den Herbstlaichern wesentlich länger und schwerer. Die Frühjahrslaicher waren lediglich mit 1,3% bzw. 1,4% in den Stichproben vertreten, waren allerdings auch größer als die Herbstlaicher.

Die im Oktober gefangenen Grünseesaiblinge wiesen ausschließlich Reifegrade 5 und 6 in allen Altersklassen auf und sind deshalb ebenfalls als Winterlaicher zu bezeichnen. Inwieweit in der Population auch

Sommerlaicher auftreten, konnte nicht untersucht werden.

Die Darstellung der mittleren Reifegrade in den einzelnen Altersklassen (Abb. 25) weist aus, daß die Seesaiblinge im Königssee und Obersee mit einem Alter von drei Jahren die Geschlechtsreife erreichen. Die genauere Analyse der Urdaten ergab keinen geschlechtsspezifischen Unterschied. Auffallend ist die stärkere Zunahme der mittleren Reifegrade im Juli ab der Altersklasse 8+, was auf die Sommerlaicher hindeutet. Die in Abb. 26 aufgetragenen mittleren Reifegrade in bezug zur Fischlänge lassen erkennen, daß Seesaiblinge der Längensklasse 16cm im Königssee und Obersee als Erstlaicher zu bezeichnen sind.

5.3.7 Längen-Gewichtsrelation

Die Längen-Gewichtsbeziehung vermittelt bei genügend großen Stichproben und der Berücksichtigung eines breiten Größenbereichs einen guten Überblick

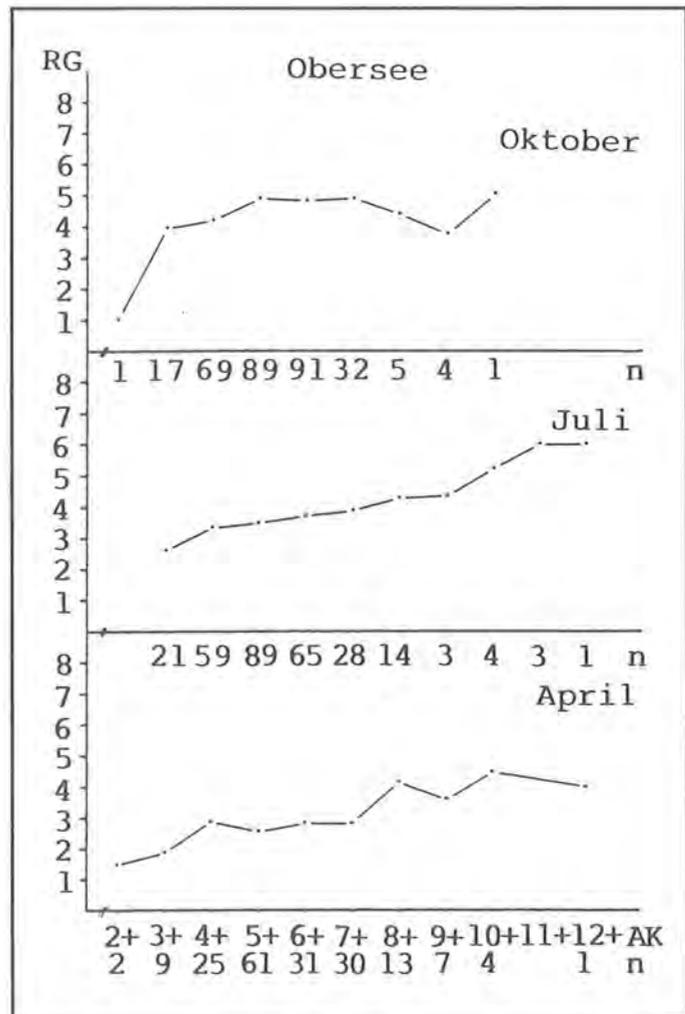
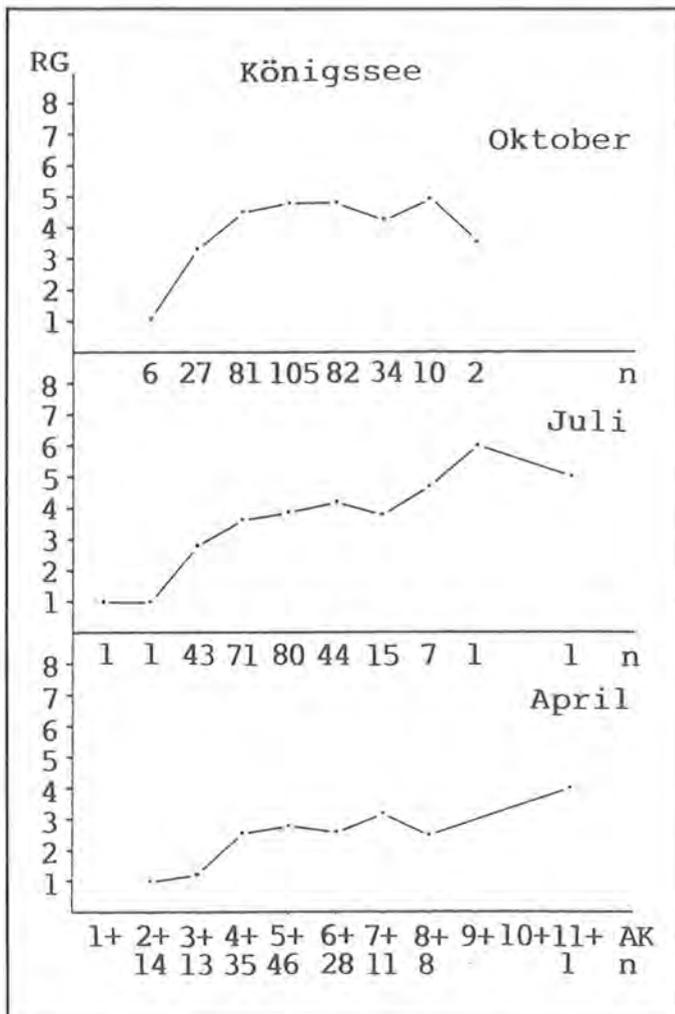


Abb. 25: Mittlerer Reifegrad (RG) pro Altersklasse bei Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee.

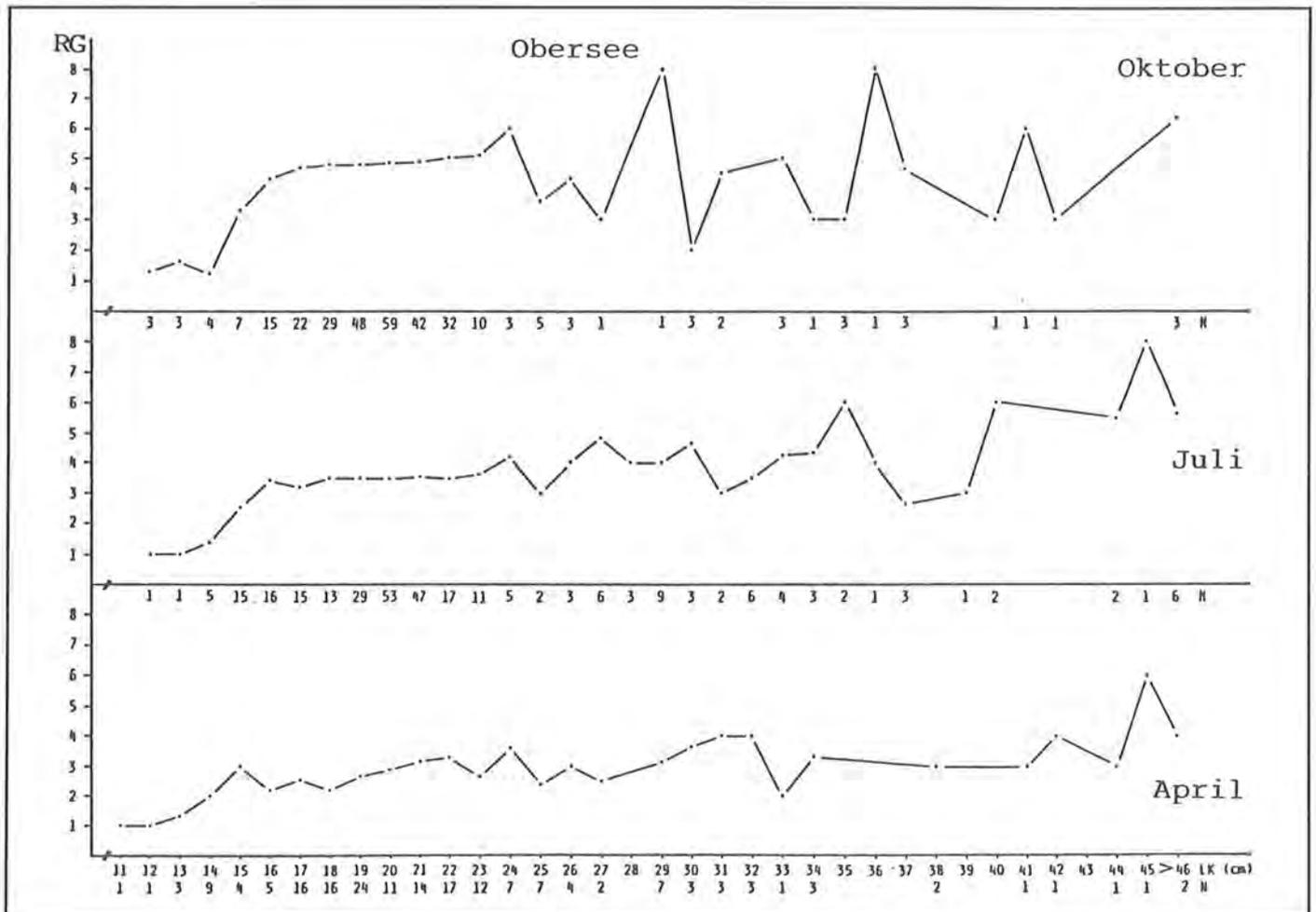
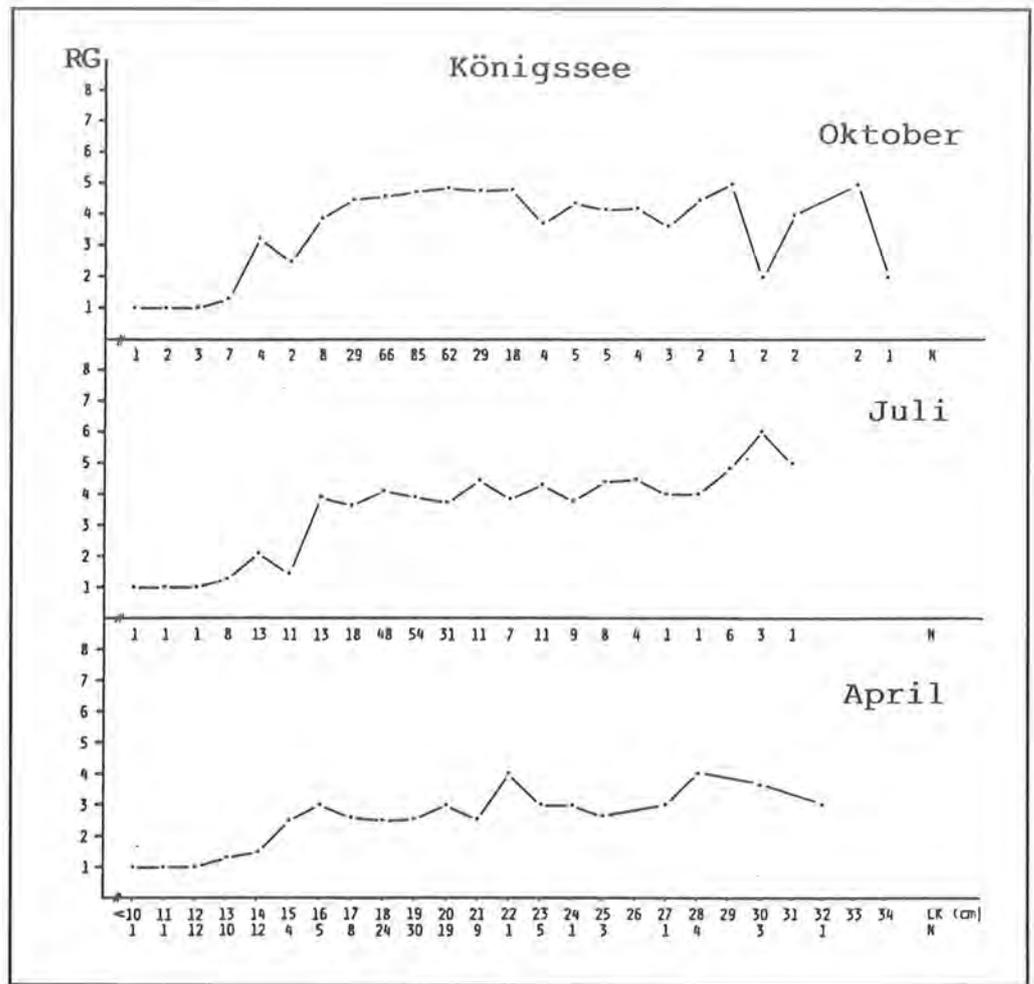


Abb. 26: Mittlerer Reifegrad pro Längenklasse bei Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee.

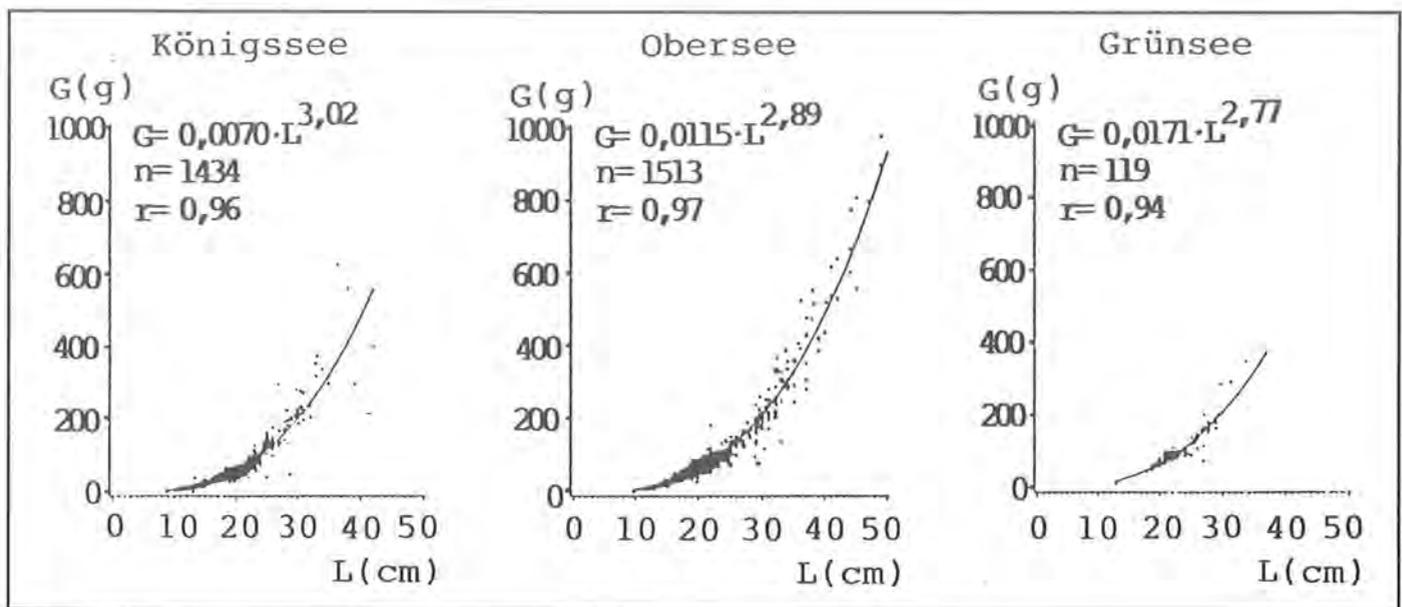


Abb. 27: Längen-Gewichtsbeziehung von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee.

über die Wachstumsverhältnisse einer Fischart in einem Gewässer. Beim Einsatz von selektiv fangenden Stellnetzen ist dazu jedoch die Verwendung von verschiedenen Maschenweiten Voraussetzung (KIP-LING, 1957). Die Beziehung zwischen Länge und Gewicht wird durch den Ausdruck

$$G = a \cdot L^b$$

beschrieben (BAGENAL und TESCH, 1978). Im allgemeinen hat der Exponent b einen Wert zwischen 2 und 4. Die logarithmische Transformation der Längen-Gewichtsdaten ergibt eine lineare Beziehung, die durch die Regressionsgleichung

$$\log G = \log a + b \cdot \log L$$

ausgedrückt wird

(G = Gewicht, a = Schnittpunkt auf der Ordinate, b = Steigung, L = Länge).

Die erstgenannte Gleichung erlaubt, für jede beliebige Länge das zugehörige Gewicht des Fisches zu bestimmen, so daß sich die Längen-Gewichtsbeziehung gut zur vergleichenden Beurteilung der Wachstumsverhältnisse einer Fischart aus verschiedenen Gewässern eignet.

In Abb. 27 sind die Längen-Gewichtsrelationen von Seesaiblingen aus den drei Seen dargestellt, wobei jeweils das gesamte Untersuchungsmaterial zugrunde gelegt wurde.

Der durch die Konstante a und den Längenexponenten vorgegebene Kurvenverlauf zeigt, daß die Saiblinge des Grünsees bei einer vorgegebenen Länge das höchste Gewicht aufweisen, gefolgt von den Obersee- und Königsseesaiblingen. Ein Beispiel soll

dies verdeutlichen. Bei einer Länge von 20cm haben die Saiblinge aus dem Grünsee ein Gewicht von 68,7g, aus dem Obersee 66,2g und aus dem Königssee nur 59,5g.

Da die Funktionen in Abhängigkeit vom Befischungstermin variieren, sind sie in Tab. 13 nach Jahreszeit und See getrennt aufgeführt.

Durch Einsetzen einer bestimmten Länge in die jeweilige Funktion läßt sich zeigen, daß die Gewichte der Fische erwartungsgemäß von April bis Oktober zunehmen, so daß bei entsprechenden Vergleichen verschiedener Gewässer der Termin der Probennahme berücksichtigt werden muß. Ein geschlechtsspezifischer Einfluß konnte nur bei den Grünseesaiblingen festgestellt werden. Hier wiesen die Rogener höhere Stückgewichte auf als die Milchner.

5.3.8 Konditionsfaktor

Der Konditionsfaktor dient zur Beurteilung des Ernährungszustandes von Fischen und wird zum Vergleich von Geschlechtern oder verschiedener Populationen einer Art herangezogen. Der Fultonsche Konditionsfaktor berechnet sich nach der Gleichung.

$$K = 100 \cdot G/L^3$$

(G = Gewicht, L = Länge)

Dieser Faktor liefert brauchbare Daten bei nahezu isometrischem Fischwachstum, d.h., daß der Exponent der Länge 3 beträgt. Liegt allometrisches

Tab. 13: Funktionsgleichungen der Längen-Gewichtsbeziehungen von Seesaiblingen zu verschiedenen Fangterminen.

	n	Königssee	n	Obersee	n	Grünsee
April	195	$G = 0,0071 \cdot L^{2,95}$	207	$G = 0,0051 \cdot L^{3,11}$		
Juli	332	$G = 0,0056 \cdot L^{3,07}$	633	$G = 0,0117 \cdot L^{2,89}$		
Oktober	907	$G = 0,0089 \cdot L^{2,94}$	673	$G = 0,0170 \cdot L^{2,78}$	119	$G = 0,0171 \cdot L^{2,77}$

(G = Gewicht, L = Länge)

Tab. 14: Mittlere Konditionsfaktoren (K, K') von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee (1980 – 1983).

	Königssee			Obersee			Grünsee		
	n	K	K'	n	K	K'	n	K	K'
April	195	0,64	0,73	207	0,73	0,51	—	—	—
Juli	332	0,71	0,57	633	0,84	1,18	—	—	—
Oktober	907	0,74	0,89	673	0,88	1,71	119	0,84	1,73

Wachstum vor (Werte über oder unter 3), sollte der Faktor nur innerhalb gleicher Längengruppen verglichen werden. Alternativ kann ein Konditionsfaktor verwendet werden, der den aus der Längen-Gewichtsbeziehung ermittelten Regressionskoeffizienten (b) zugrunde legt (BAGENAL und TESCH, 1978). Der Ausdruck lautet dann

$$K' = 100 \cdot G/L^b$$

Die entsprechenden Werte von K und K' sind in Tab. 14 nach Gewässer und Befischungsterminen getrennt aufgeführt. Unterschiede zwischen den Geschlechtern wurden nicht gefunden.

Ausgehend von den Herbstdaten weisen die Obersee- und Grünseesaiblinge die höchsten Konditionsfaktoren auf. Die Saiblinge des Königssees haben beim Vergleich der Fultonschen Konditionsfaktoren zu allen Befischungsterminen die niedrigsten Werte. Die Zunahme der Werte von April bis Oktober ist auf die fortschreitende Gonadenentwicklung und die damit verbundene Gewichtszunahme zurückzuführen. Die K'-Faktoren zeigen im wesentlichen die gleiche Tendenz. Lediglich der Juli-Wert des Königssees mit $K' = 0,57$ weicht erheblich nach unten ab, was mit dem relativ hohen Längenexponenten von 3,07 (siehe Tab. 13) zu erklären ist.

Der Verlauf der mittleren Konditionsfaktoren (Fulton) von Königssee- und Oberseesaiblingen in Abhängigkeit von der Länge ist Abb. 28 zu entnehmen.

Als Tendenz ist ein leichter Anstieg der K-Werte mit zunehmender Länge festzustellen. In den höheren

Längensklassen ab 30cm sind die Fluktuationen allerdings aufgrund des geringen Stichprobenumfanges sehr groß.

5.3.9 Wachstum

Das Wachstum der Fische wird von verschiedenen Faktoren wie der Temperatur, dem Nahrungsangebot oder der Bestandsdichte beeinflusst. Das Wachstum der drei Seesaiblingspopulationen im Königssee, Obersee und Grünsee kann als ausgesprochen langsam bezeichnet werden. Die mittleren Längen pro Altersklasse sind in Abb. 29 dargestellt.

Die empirischen Wachstumskurven zeigen einen Verlauf, der vom allgemeinen Typus der Längenwachstumskurve von Fischen (GULLAND, 1969) abweicht. Die Längenzunahme in den einzelnen Altersklassen erfolgt nicht stetig, um im oberen Bereich parallel zur Abszisse asymptotisch auszulaufen, sondern erfährt ab der Altersklasse 6+ einen stärkeren Anstieg, was für Königssee- und Oberseesaiblinge gleichermaßen gilt. Als Erklärung können die von HECHT (1984) angestellten Überlegungen übernommen werden, die eine Umstellung in der Nahrungswahl oder die Existenz zweier Saiblingspopulationen in Betracht ziehen. Wie Nahrungsuntersuchungen gezeigt haben, ernähren sich die Seesaiblinge im Königssee und Obersee bis zu einer Größe von etwa 22cm überwiegend von Zooplankton, danach spielen Fische als Nahrung eine zunehmende Rolle (GERSTMEIER, 1985). Die ermittelte Länge, bei der die Nahrungsumstellung eintritt, deckt sich mit der sechsjährigen Saiblinge (Tab. 15).

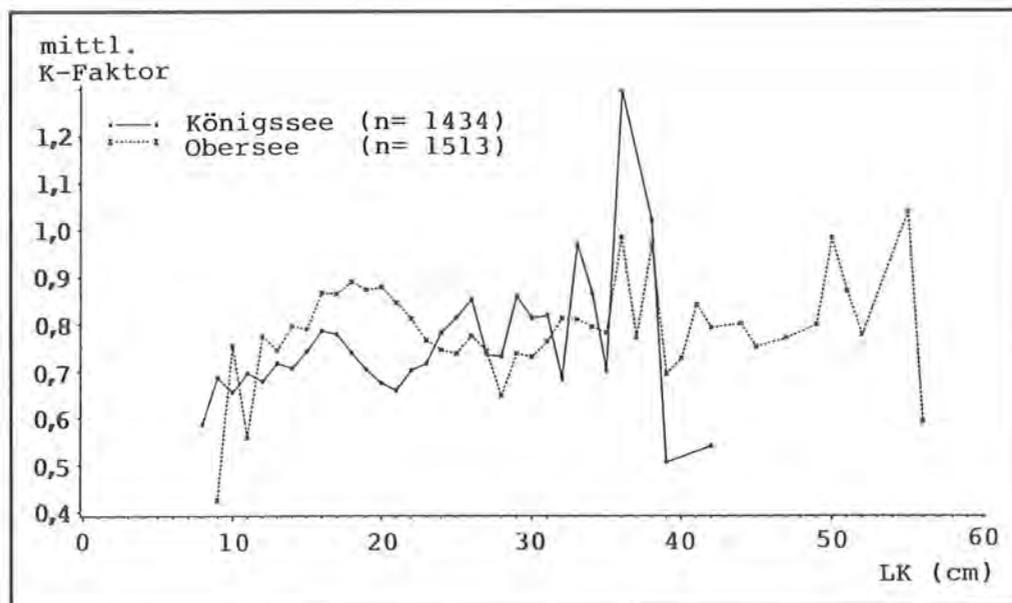


Abb. 28: Mittlere Konditionsfaktoren (Fulton) in Abhängigkeit von der Länge von Königssee- und Oberseesaiblingen.

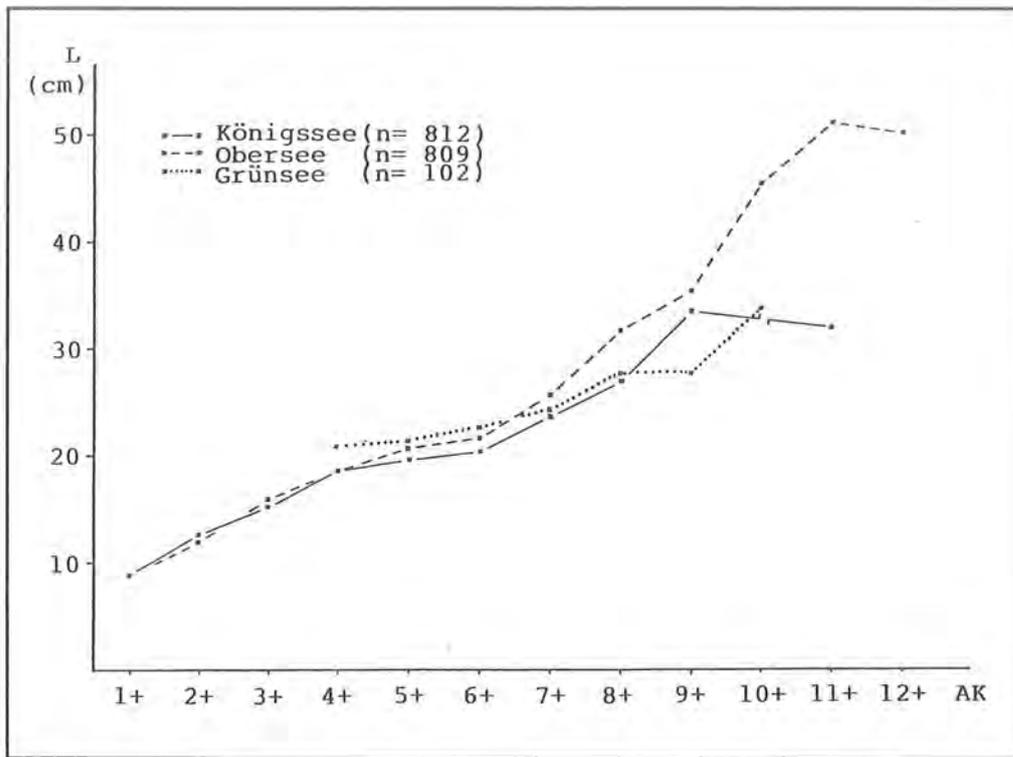


Abb. 29:
Längenwachstum von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee.

Es ist denkbar, daß sich ein kleiner Teil der Seesaiblingspopulation im Königssee und Obersee eher auf piscivore Lebensweise umstellt und dadurch Wachstumsvorteile gegenüber der großen Masse der Saib-

linge hat. Diese Fische, die möglicherweise auch eine höhere Lebenserwartung haben, kommen bei der Mittelwertbildung in den höheren Altersklassen stärker zur Geltung und würden damit den Kurvenanstieg erklären. Die große Variationsbreite der Fischlänge in den einzelnen Altersklassen (Abb. 30) verdeutlicht das starke Auseinanderwachsen der Fische eines Jahrgangs. Im Vergleich zu den Seesaiblingen des Zugersees (RUHLE, 1977) wachsen die Königssee- und Oberseesaiblinge wesentlich langsamer, jedoch etwas schneller als die Saiblinge des Attersees (BRENNER, 1978). Inwieweit es sich um zwei getrennte Populationen handelt, die sich genetisch bedingt durch verschiedene Wachstumsleistungen unterscheiden, läßt sich nicht beantworten. Im Zusammenhang mit der Diskussion über unterschiedliche Wachstumsleistungen von Salmoniden weisen STEINMANN (1945) und PECHLANER (1969) auf die Beziehung zwischen Körpergrößen und Geschlechtsreife hin. Demnach wäre Frühreife mit langsamem und Spätreife mit schnellem Wachstum gekoppelt. Unbeantwortet bleibt dabei die Frage nach der Rolle von Umweltfaktoren im hormonellen Wirkungsspektrum.

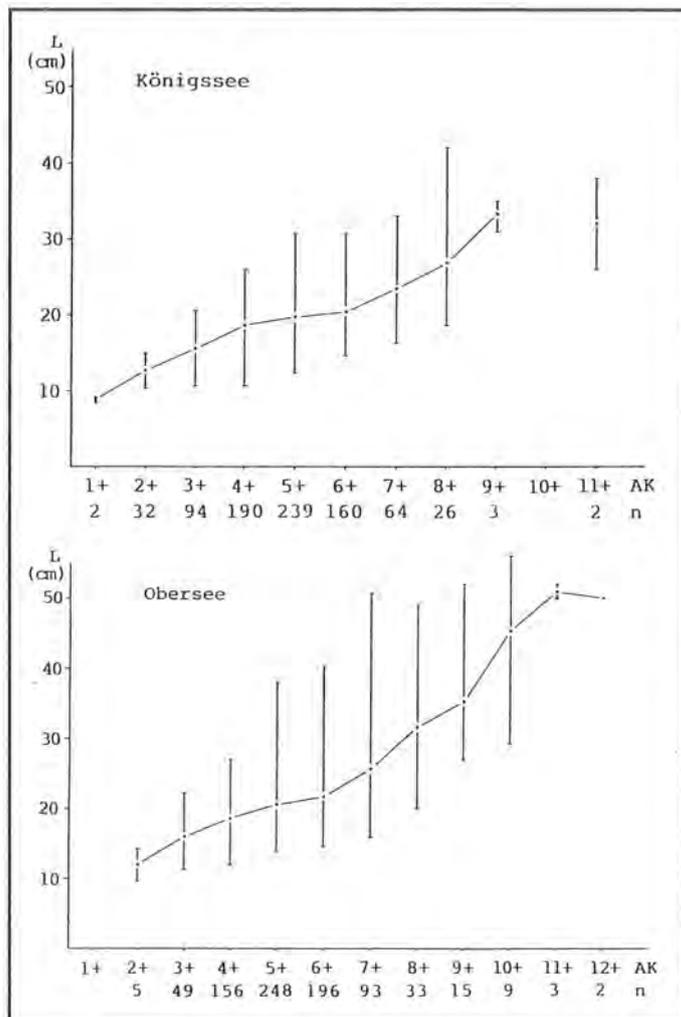


Abb. 30: Längenwachstum mit Variationsbreiten (min./max. Werte) von Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee (1980–1983).

Das Längenwachstum der Seesaiblinge aus dem Königssee und Obersee verläuft bis zur Altersklasse 4+ gleich. Danach zeigt die Kurve der Oberseesaiblinge einen stärkeren Anstieg, der auf die signifikant höheren Durchschnittslängen (t-Test, 5% Signifikanzniveau) ab der Alterklasse 5+ zurückzuführen ist. Die Grünseesaiblinge weisen in den Altersklassen 4+, 5+ und 6+ die höchsten Werte von allen drei Seen auf. Die älteren Fische haben dagegen geringere Durchschnittslängen als die des Obersees und z.T. auch die des Königssees.

Ein signifikanter Unterschied des Längenwachstums zwischen den Geschlechtern konnte nicht festgestellt werden, was sich mit den diesbezüglichen Beob-

Tab. 15: Längenwachstumsdaten (cm) von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee (1980 – 1983).

AK	Königssee			Obersee			Grünsee		
	n	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S
1+	2	8,9	0,1	—	—	—	—	—	—
2+	32	12,7	1,3	5	12,1	2,0	—	—	—
3+	94	15,4	2,6	49	16,0	2,3	—	—	—
4+	190	18,7	2,4	156	18,7	2,7	15	20,9	2,4
5+	239	19,8	2,3	248	20,5	3,2	28	21,3	1,8
6+	160	20,4	2,6	196	21,8	3,6	32	22,8	2,6
7+	64	23,5	4,2	93	25,8	6,4	18	24,4	4,2
8+	26	26,9	6,2	33	31,7	6,7	4	27,6	1,8
9+	3	33,3	2,1	15	35,2	7,1	4	27,8	2,4
10+	—	—	—	9	45,2	8,2	1	33,6	—
11+	2	32,0	8,5	3	51,0	1,0	—	—	—
12+	—	—	—	2	50,0	0,0	—	—	—

Tab. 16: Gewichtswachstumsdaten (g) von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee (1980 – 1983).

AK	Königssee			Obersee			Grünsee		
	n	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S
1+	2	4,5	0,7	—	—	—	—	—	—
2+	32	14,0	4,0	5	14,2	8,9	—	—	—
3+	94	29,1	15,1	49	35,5	16,6	—	—	—
4+	190	48,0	17,7	156	57,3	23,3	15	78,8	21,2
5+	239	57,0	26,9	248	75,2	49,8	28	83,6	19,9
6+	160	63,8	34,7	196	91,4	60,8	32	99,4	30,3
7+	64	107,8	67,6	93	165,7	168,0	18	125,8	70,0
8+	26	186,6	136,0	33	270,2	173,0	4	172,8	35,1
9+	3	305,0	32,8	15	379,8	222,0	4	192,0	69,9
10+	—	—	—	9	794,2	443,0	1	352,0	—
11+	2	355,0	290,0	3	1173,0	119,0	—	—	—
12+	—	—	—	2	1345,0	205,0	—	—	—

achtungen von RUHLÉ (1977) über die Seesaiblinge des Zugersees deckt.

Der Verlauf der Gewichtswachstumskurve der Seesaiblinge in den drei Seen ist Abb. 31 zu entnehmen. Die gewässerspezifischen Wachstumsverhältnisse, die bereits durch die Darstellung des Längenwachstums beschrieben wurden, werden durch die gewichtsbezogenen Wachstumskurven bestätigt. Ab der Altersklasse 3+ weisen die Oberseesaiblinge signifikant höhere Durchschnittsgewichte als die Königsseesaiblinge auf. Die Saiblinge des Grünsees haben in den Altersklassen 4+ bis 6+ gegenüber den Fischen der anderen beiden Seen die höchsten Durchschnittsgewichte, was für die älteren Fische dann nicht mehr zutrifft.

In Tab. 16 sind Gewichtsdaten von Königssee-, Obersee- und Grünseesaiblingen zu Vergleichszwecken dokumentiert. Obwohl SCHINDLER verschiedene Arbeiten über die Königsseesaiblinge verfaßt hat, liegen nur sehr wenige konkrete Angaben über deren Wachstum vor. In einem Artikel aus dem Jahre 1940 führt er aus, daß keiner der untersuchten Schwarzreuter älter als drei Jahre und kein Wildfangsaibling jünger als drei Jahre war. Die von SCHINDLER ermittelten Längenwachstumsdaten sind in Tab. 17 aufgeführt.

Im Vergleich zu den aktuellen Längen, die die Königsseesaiblinge erreichen, sind die Fische in den dreißiger Jahren offenbar wesentlich schneller gewachsen, was möglicherweise mit einer geringeren Bestandsdichte erklärt werden kann. Es ist jedoch anzumer-

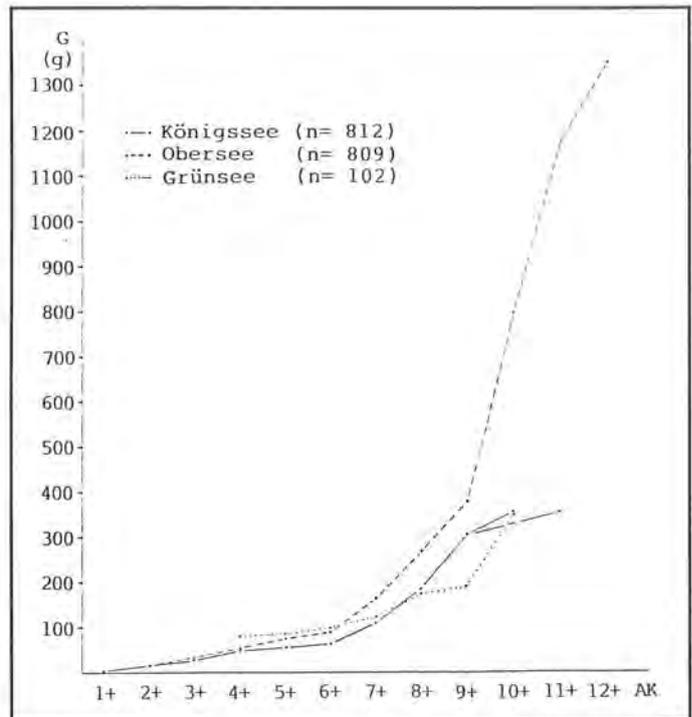


Abb. 31: Gewichtswachstum von Seesaiblingen aus dem Königssee, Obersee und Grünsee (1980 – 1983).

Tab. 17: Längenwachstumsdaten von Seesaiblingen aus dem Königssee (nach SCHINDLER, 1940).

	Schwarzreuter	Wildfangsaibling
1. Jahr	10,7cm	13,5cm
2. Jahr	21,0cm	24,9cm
3. Jahr		34,1cm
4. Jahr		42,6cm
5. Jahr		51,5cm

ken, daß bei den eigenen Untersuchungen keine Differenzierung zwischen dem sogenannten Schwarzreuter und Wildfangsaibling vorgenommen wurde. Unklar bleibt, welche Kriterien SCHINDLER (1940) zur Unterscheidung von Schwarzreuter und Wildfangsaibling zugrunde gelegt hat, da er bei der Prüfung der Anzahl der Kiemenreusendornen oder beim Vergleich verschiedener Körperproportionen zueinander keine anatomischen Unterschiede zwischen beiden Formen gefunden hat. Selbst das etwas geringere Wachstum der Schwarzreuter ist für ihn kein entscheidendes Unterscheidungsmerkmal.

Er vertritt die Annahme, daß es sich bei den Wildfangsaiblingen zum Teil um vorwüchsige Fische handelt, was nach eigener Einschätzung für wahrscheinlich gehalten wird.

5.3.10 Aufzuchtversuch von Königsseesaiblingen

Bereits in früheren Zeiten ist versucht worden, die Wachstumspotenz von in der Natur kleinwüchsigen Seesaiblingen unter kontrollierten Aufzuchtbedingungen in Teichanlagen zu ermitteln.

Es sollte damit ein Beitrag zu der Frage geleistet werden, ob die unterschiedlichen Wachstumsleistungen genetisch oder umweltbedingt sind. Die Aufzuchtversuche in Teichen zeigten neben vergleichsweise gutem Wachstum ein starkes Auseinanderwachsen der Fische (STEINMANN, 1942).

Die Landesanstalt für Wasserforschung, Außenstelle Wielenbach, hat im Winter 1982 laichreife Königsseesaiblinge mit einer durchschnittlichen Länge von 20cm abgestreift und die Eier künstlich erbrütet. Die Aufzucht in Teichen erfolgte mit Trockenfutter bei einer Wassertemperatur von 10 – 12° C (pers. Mitteilung NEGELE). Die Werte der Längen- und Gewichtsmessungen vom 28. Februar 1985 wurden dankenswerterweise von Dr. NEGELE zur Verfügung

Tab. 18: Ergebnisse der Längen- und Gewichtsmessungen von künstlich aufgezogenen zweijährigen Königsseesaiblingen (n = 60) (Versuch der Landesanstalt für Wasserforschung, Außenstelle Wielenbach).

	\bar{x}	S	min	max
Länge (cm)	24,9	5,7	16,5	38,0
Gewicht (g)	182,6	147,3	34,0	620,0

gestellt. Die Ergebnisse von 60 vermessenen Seesaiblingen, die zu dem Zeitpunkt zwei Jahre alt waren, sind in Tab. 18 zusammengefaßt.

Zur Darstellung der unterschiedlichen Wachstumsraten ist in Abb. 32 die Längenhäufigkeitsverteilung von zweijährigen „Naturaiblingen“ und „Teichsaiblingen“ aufgetragen.

Die Ergebnisse der Aufzuchtversuche demonstrieren in eindrucksvoller Weise, daß die Nachkommen von „verzweigten“ Seesaiblingselterntieren aus dem Königssee unter günstigen Nahrungsbedingungen durchaus in der Lage sind, gute Wachstumsleistungen zu zeigen. Das starke Auseinanderwachsen ist möglicherweise auf soziale Verhaltensweisen zurückzuführen. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Fische in den Teichen aufgrund der etwas höheren Wassertemperaturen gegenüber den Aufenthaltstiefen im Königssee Wachstumsvorteile hatten.

Grundsätzlich unterstreichen die Ergebnisse die Annahme von STEINMANN (1942), daß es sich bei den verschiedenen Saiblingsformen lediglich um Modifikationen handelt und daß das unterschiedliche Wachstum offenbar auf die jeweiligen Umweltbedingungen zurückzuführen ist. Es wird daraus geschlossen, daß sich die verhältnismäßig hohen Fischbestandsdichten und die niedrigen Wassertemperaturen in den Seen des Nationalparks wachstumshemmend auf die Seesaiblinge auswirken.

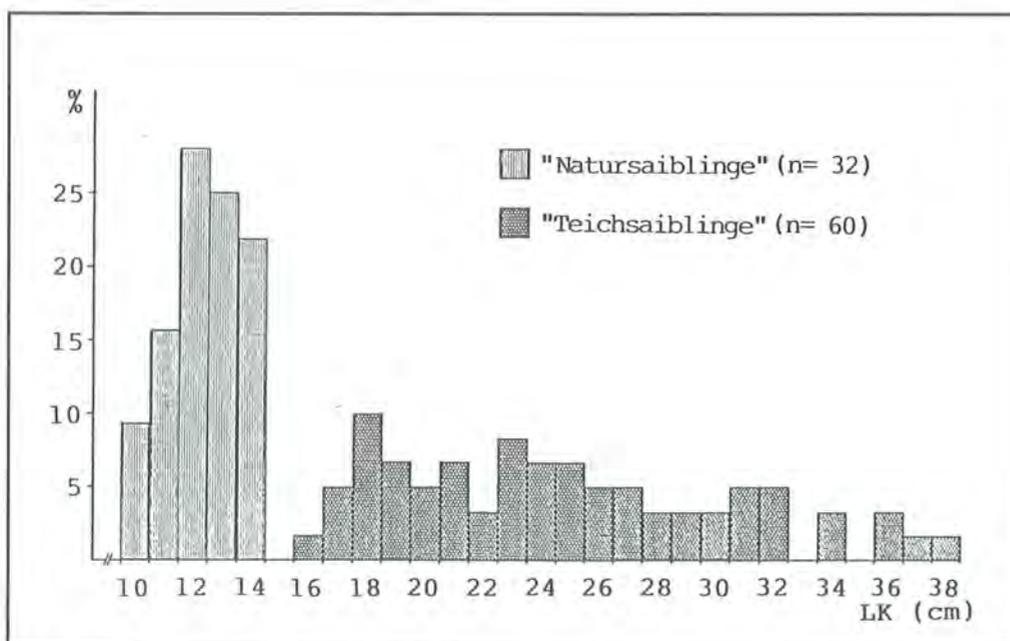


Abb. 32: Längenhäufigkeitsverteilung von zweijährigen Seesaiblingen aus dem Königssee („Naturaiblinge“) und aus einem Aufzuchtversuch in Wielenbach („Teichsaiblinge“).

5.3.11 Parasitierung

Die Seesaiblinge des Königssees und Obersees sind hochgradig mit dem Plerocercoid des Hechtbandwurms *Triaenophorus nodulosus* parasitiert. Aus der Arbeit von v. SIEBOLD (1854) geht hervor, daß der Hechtbandwurm bereits seit mindestens 130 Jahren im Königssee vertreten ist. Als Endwirt des Parasiten dient der Hecht, in dem er die Geschlechtsreife erlangt. Nach dem Absetzen der Eier im Frühjahr entwickelt sich ein Coracidium, das von einem Copepoden (1. Zwischenwirt) aufgenommen werden muß, um sich zu einem Proceroid zu entwickeln. Als zweiter Zwischenwirt dient ein Fisch (z. B. Seesaibling, Barsch usw.), in dem sich das Plerocercoid primär in der Leber einnistet und dort encystiert wird (REICHENBACH-KLINKE, 1980). Da der Hecht im Grünsee nicht vorkommt, sind hier die Seesaiblinge frei vom *Triaenophorus*. Die Befallsraten der Seesaiblinge aus dem Königssee und Obersee sind in Tab. 19 nach Geschlecht getrennt aufgeführt.

Unter Zugrundlegung des gesamten Untersuchungsmaterials zeigt sich, daß die Befallsrate der Oberseeaiblinge um 10% höher als die der Königsseeaiblinge ist. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Stichprobenmaterial aus dem Obersee etwas mehr auf größere Längenklassen verteilt ist. In beiden Seen sind die Anteile der befallenen Milchner geringfügig höher als die der Rogner, wobei die einzelnen Längenklassen in beiden Geschlechtern gleichmäßig verteilt sind. Die höheren Zahlen des Gesamtstichprobenumfanges in Tab. 19 sind darauf zurückzuführen, daß von einigen Seesaiblingen das Geschlecht nicht bestimmt werden konnte.

Ein differenzierteres Bild von der Parasitierung durch den Hechtbandwurm vermittelt die Gegenüberstellung von Befallsrate und Fischlänge bzw. Alter (Abb. 33 und Abb. 34).

Danach steigt der Anteil parasitierter Fische exponential mit zunehmender Länge bzw. Alter. So sind im

Tab. 19: Befallsraten von Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee (1980 – 1983).

	n	Königssee Parasitiert	nichtparasitiert	n	Obersee parasitiert	nichtparasitiert
♂♂	550	77,5%	22,5%	709	86,6%	13,4%
♀♀	260	71,2%	28,8%	527	82,7%	17,3%
gesamt	835	74,5%	25,5%	1245	84,7%	15,3%

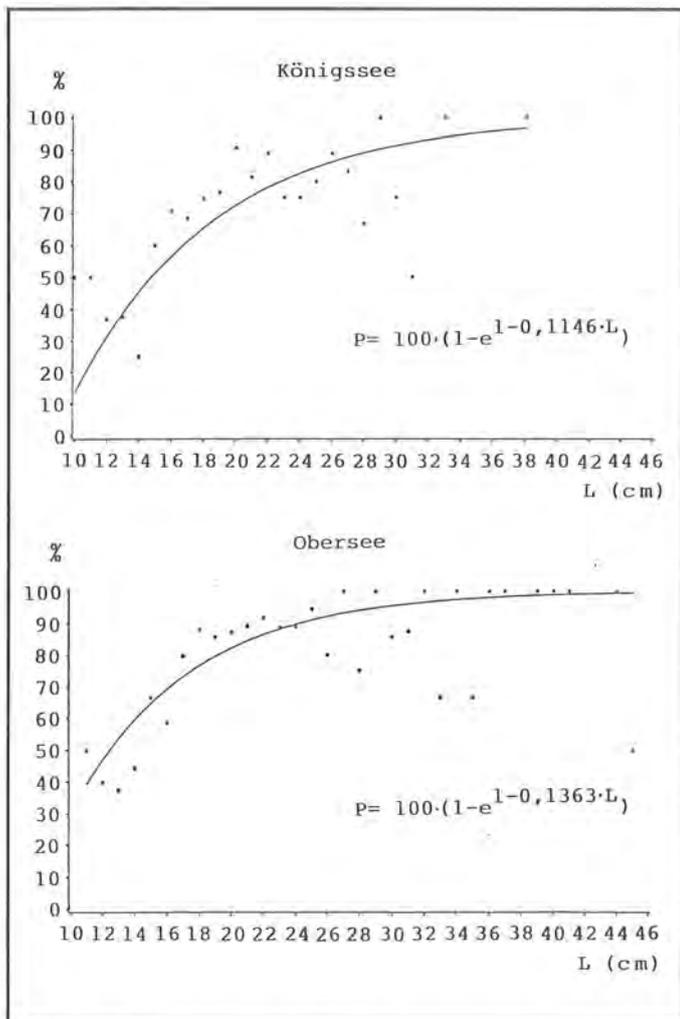


Abb. 33: Befallsraten bei Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee mit *T. Nodulosus* in Abhängigkeit von der Länge (P = Parasitierung).

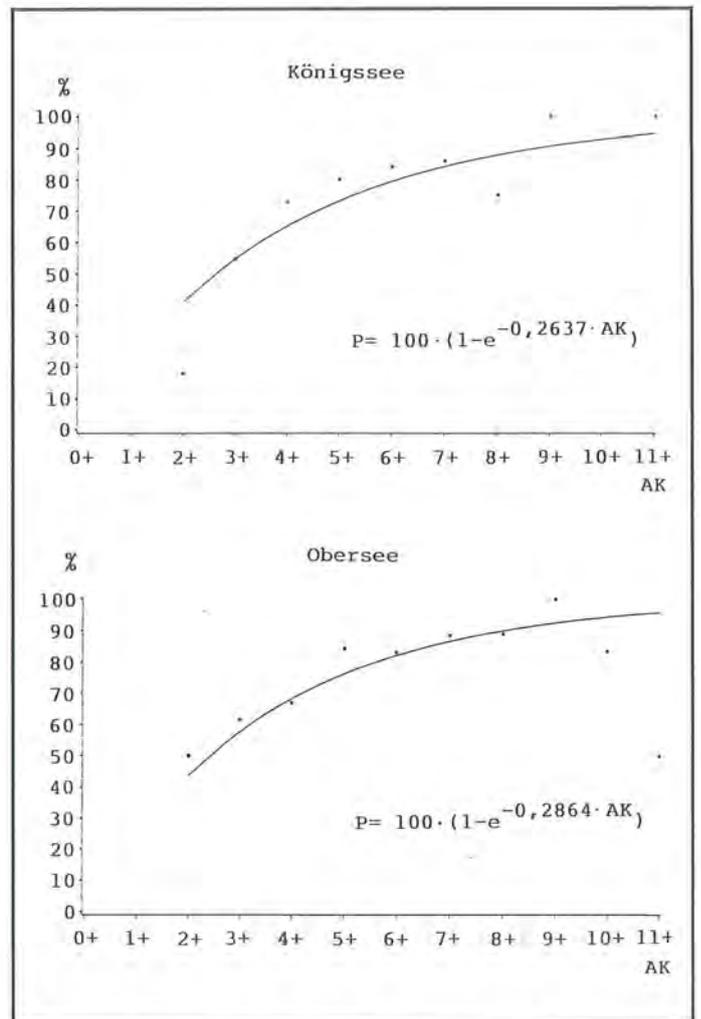


Abb. 34: Befallsraten bei Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee mit *T. Nodulosus* in Abhängigkeit vom Alter (P = Parasitierung).

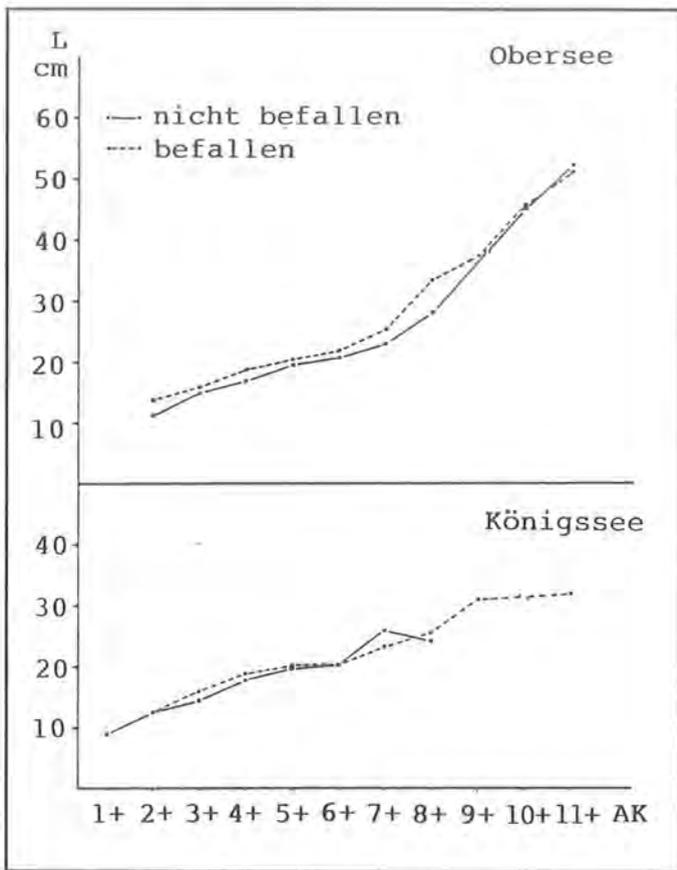


Abb. 35: Mittlere Längen von parasitierten und nichtparasitierten Seesaiblingen in Abhängigkeit vom Alter.

Königssee und Obersee bereits 40% der Seesaiblinge bei einer Länge von 12cm befallen.

Angesichts der hohen Befallsraten und der geringen Wachstumsleistung der Seesaiblinge stellt sich die Frage nach einer möglichen negativen Beeinflussung des Fischwachstums durch den Parasiten.

Tab. 20: Funktionsgleichungen der Längen-Gewichtsbeziehungen von parasitierten und nichtparasitierten Seesaiblingen aus dem Königssee und Obersee.

	parasitiert	nicht parasitiert
Königssee	$G = 0,00598 \cdot L^{3,0552}$	$G = 0,00612 \cdot L^{3,0559}$
Obersee	$G = 0,01694 \cdot L^{2,7672}$	$G = 0,00539 \cdot L^{3,1450}$

(G = Gewicht, L = Länge)

Die diesbezüglichen Versuche von LIEBMANN (1964) an Königsseesaiblingen haben ergeben, daß das Wachstum der Fische „sehr stark zurückbleibt, wenn deren Lebern mit *Triaenophorus*-Finnen infiziert sind“. SCHINDLER (1936, 1940, 1950) konnte dagegen an den von ihm untersuchten Königsseesaiblingen keine Wachstumsunterschiede zwischen parasitierten und nichtparasitierten Fischen feststellen. Zum gleichen Ergebnis sind HECHT (1984) und SCHÖTTLER (1984) gekommen. Auf der Basis der eigenen Untersuchungsergebnisse läßt sich ebenfalls keine Beeinträchtigung des Wachstums der Seesaiblinge durch den Befall mit *Triaenophorus nodulosus* belegen. Die in Abb. 35 aufgetragenen mittleren Längen von befallenen und nichtbefallenen Seesaiblingen in Abhängigkeit vom Alter weisen sogar in beiden Seen ein etwas schnelleres Wachstum der parasitierten Fische aus. Diese Unterschiede sind jedoch auf dem 5%-Niveau nicht signifikant.

Die Berechnung der Kurvenfunktion der Längen-Gewichtsrelationen von infizierten und nichtinfizierten Seesaiblingen (Tab. 20) geben ebenfalls keinen Hinweis auf eine Beeinträchtigung der Körperproportionen.

Das bedeutet, daß parasitierte und nichtparasitierte Saiblinge bei einer gegebenen Länge gleich schwer sind.

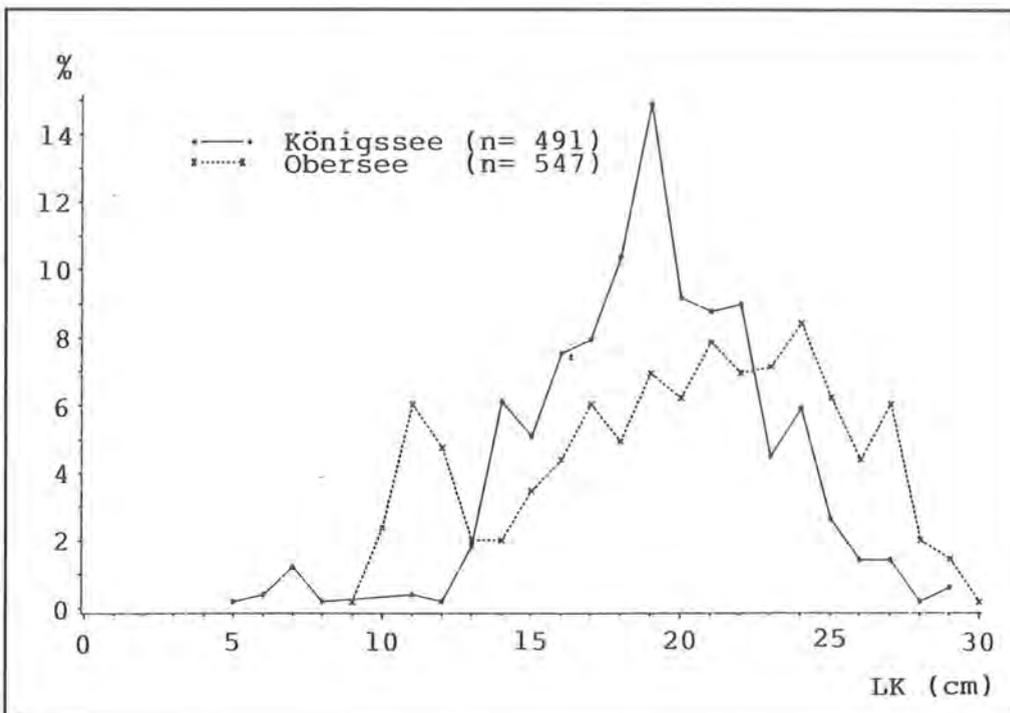


Abb. 36: Längenhäufigkeitsverteilung von Barschen aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

5.4 Barsch

Wie bereits unter 5. ausgeführt, kommt der Barsch sowohl im Königssee als auch im Obersee vor. Die Bestände unterliegen im Obersee überhaupt keiner und im Königssee keiner gezielten fischereilichen Nutzung.

5.4.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion

Die Längenhäufigkeitsverteilung der in den Jahren 1981 – 1983 untersuchten Barsche aus dem Königssee und Obersee ist in Abb. 36 dargestellt. Es sind dabei Fische aus allen Maschenweiten berücksichtigt. Die Selektion der Netze mit den fängigsten Maschenweiten in bezug auf die Fischlänge ist in Abb. 37 wiedergegeben. Es ist zu erkennen, daß die Selektionswirkung der Netze ähnlich wie beim Seesaibling verhältnismäßig schwach ausgeprägt ist. Dies ist damit zu erklären, daß sich Barsche aufgrund der rauhen Oberfläche ihrer Schuppen und der dornigen Gebilde an Kopf und Flossen wesentlich leichter im Netz verfangen als andere Fischarten. So fangen sich durchaus kleine Barsche in großen Maschenweiten und umgekehrt.

5.4.2 Altersklassenstruktur

Die Ergebnisse der Altersbestimmungen lassen eine breite Palette von Altersklassen der Barsche im Königssee und Obersee erkennen. Wie in Abb. 38 zu entnehmen ist, geht von den verschiedenen Maschenweiten der Bodennetze praktisch keine altersbezogene Selektion aus.

Unter Berücksichtigung der Barsche aus allen Maschenweiten ergeben sich die in Abb. 39 dargestellten Altersklassenverteilungen in den einzelnen Jahren. Die gefangenen Barsche wurden hauptsächlich durch die Altersklassen 6+ bis 10+ repräsentiert. Im Jahre 1983 waren im Königssee die fünf- und sechsjährigen und im Obersee die vier- und fünfjährigen Barsche im Vergleich zu den beiden Vorjahren stärker vertreten.

Die sehr ähnlichen Altersklassenverteilungen im Königssee und Obersee lassen darauf schließen, daß die Barschpopulation im Königssee durch die Ausübung der Berufsfischerei keine nennenswerte Reduktion erfährt.

5.4.3 Mortalität

Die Gesamtsterblichkeit (Z) der Barsche wurde, wie bereits unter 5.3.4 beschrieben, mit Hilfe einer Fangkurve berechnet (Abb. 40)

Für die Altersklassen 8+ bis 11+ beim Königssee und 8+ bis 12+ beim Obersee wurden Z-Werte von 0,61 bzw. 0,68 ermittelt. Nach Umrechnung auf prozentuale Mortalitätsraten bedeutet dies, daß die Barschpopulation im Königssee jährlich um 45,9% und im Obersee um 49,2% abnimmt. Da im Obersee

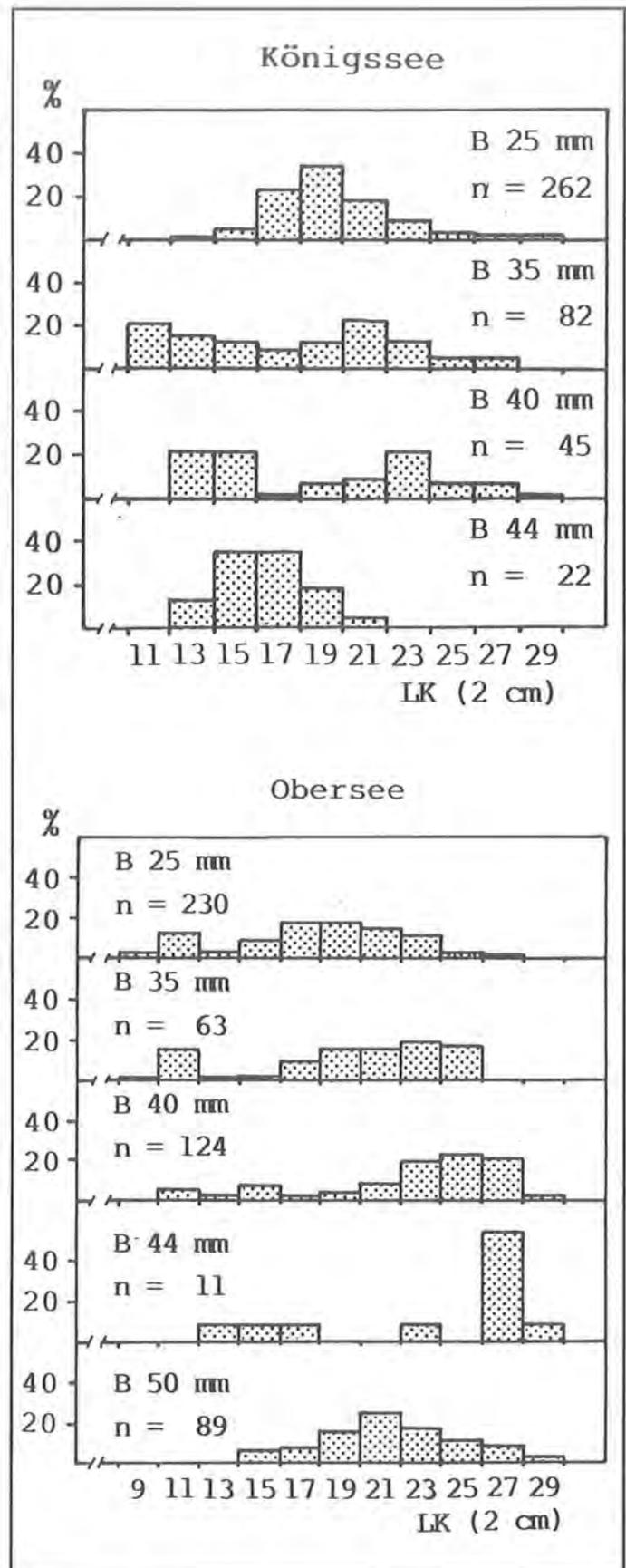


Abb. 37: Selektivität von Bodennetzen verschiedener Maschenweiten in bezug auf die Länge von Barschen aus dem Königssee und Obersee (LK = 2cm-Längenklasse, z.B. 11,0 – 12,9cm).

keine fischereiliche Nutzung des Bestandes erfolgt, entspricht der Wert der Gesamtsterblichkeit dem der natürlichen Sterblichkeit. Durch den geringen Unterschied der Sterblichkeitsrate von Königssee- und Oberseebarschen wird die Annahme bekräftigt (vgl.

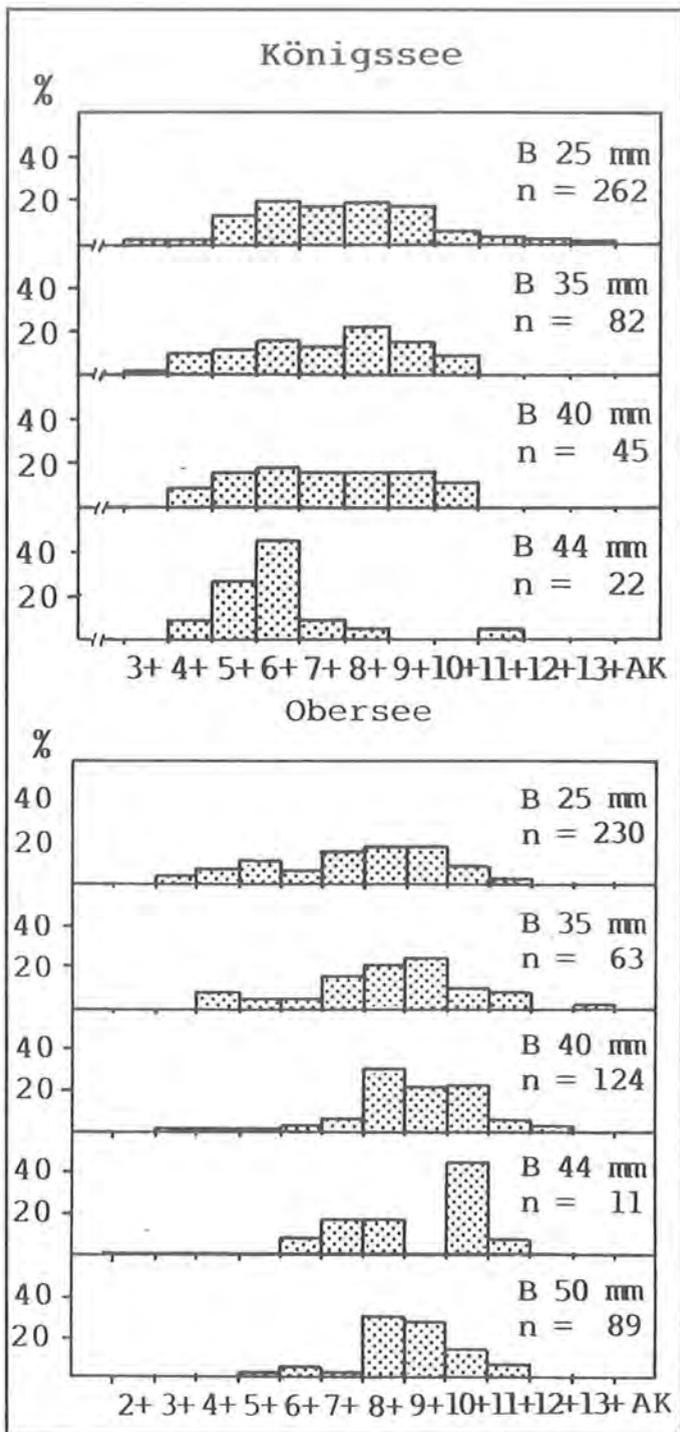


Abb. 38: Relative Altersklassenzusammensetzung von Barschen aus Bodennetzen mit verschiedenen Maschenweiten.

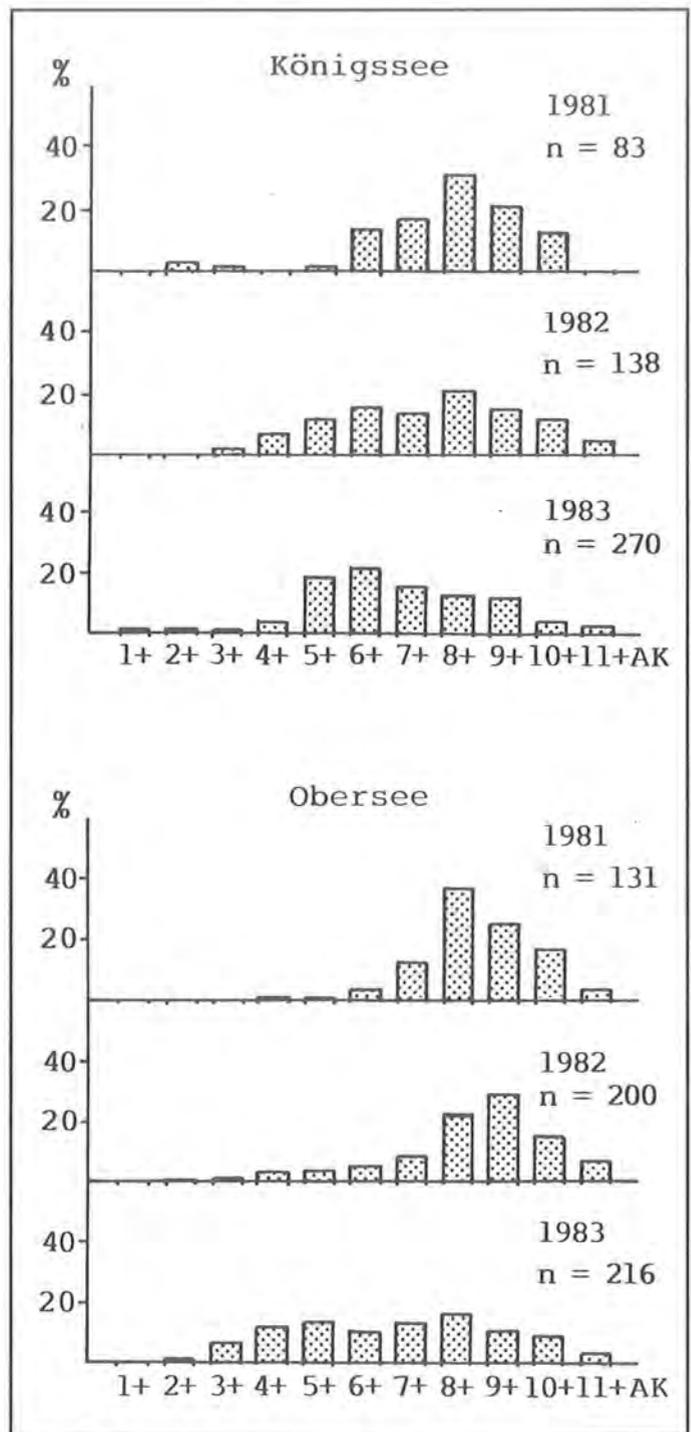


Abb. 39: Relative Altersklassenzusammensetzung von Barschen aus dem Königssee und Obersee 1981, 1982 und 1983.

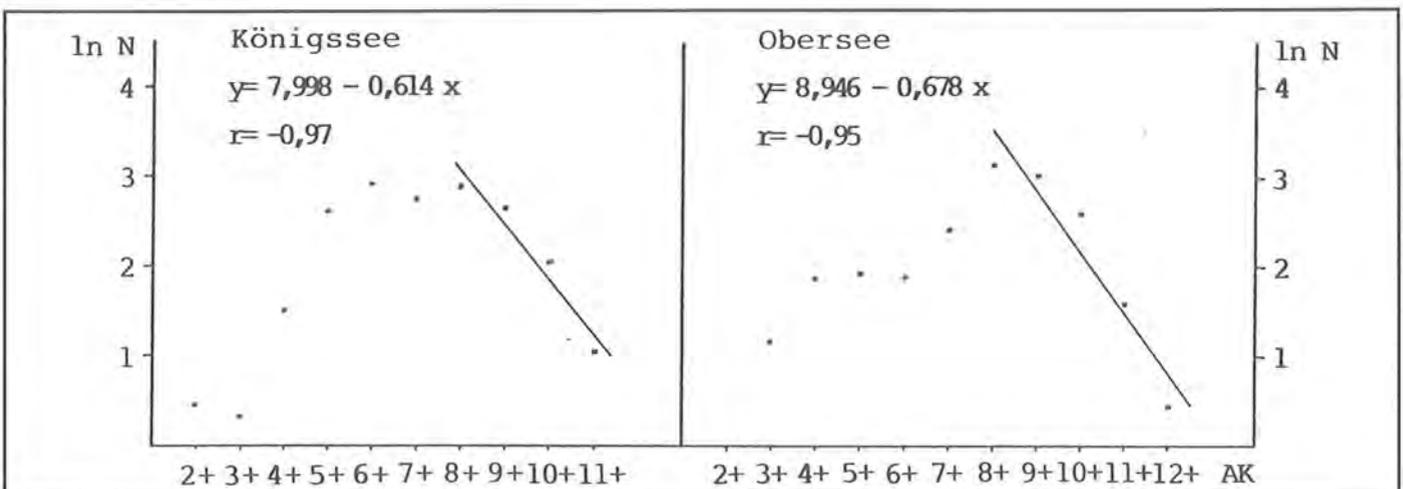


Abb. 40: Fangkurven von Barschen aus dem Königssee und Obersee.

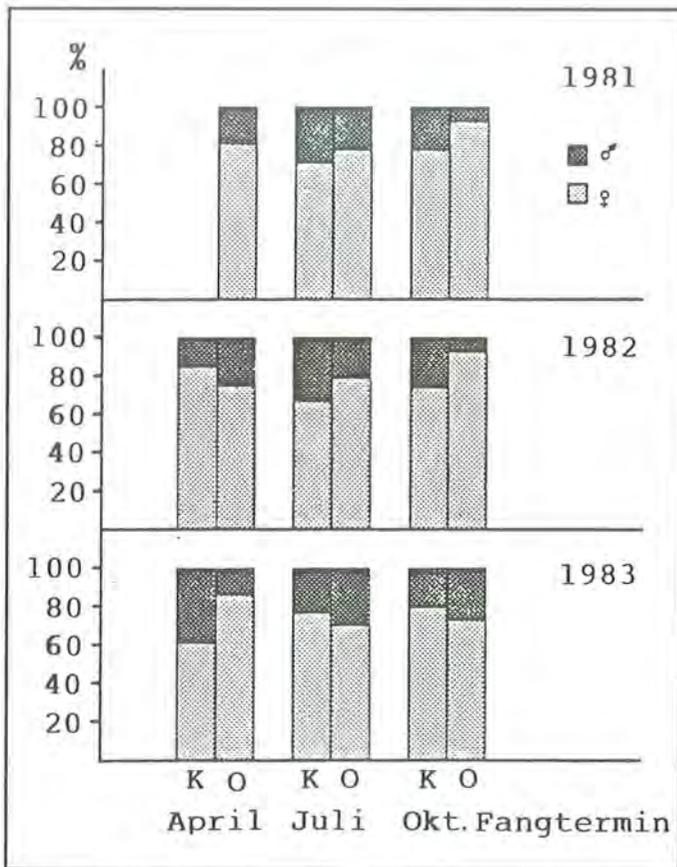


Abb. 41.: Geschlechterverhältnis von Barsch aus dem Königssee (K) und Obersee(O).

5.4.2), daß die Fischereiausübung im Königssee keinen nennenswerten Einfluß auf die Barschpopulation hat. Ähnlich wie bei den Seesaiblingen kann davon ausgegangen werden, daß der größte Teil der Barsche eines natürlichen Todes stirbt.

5.4.4 Geschlechterverhältnis

Die im Rahmen der Versuchsfischereien gefangenen Barsche waren zum überwiegenden Teil weiblichen

Geschlechts, wobei sich kaum Veränderungen innerhalb der einzelnen Befischungstermine zeigten (Abb. 41).

Die Darstellung der Geschlechtsquotienten (Verhältnis Milchner: Rogner) weist eine starke Dominanz der weiblichen Barsche in allen Altersklassen aus. Die Werte bewegen sich zwischen 0,15 und 0,55, was sowohl für den Königssee als auch den Obersee gilt (Abb. 42).

5.4.5 Reifegradentwicklung

Auf der Grundlage der Reifegraderhebungen läßt sich näherungsweise der Laichtermin der Barsche bestimmen. Wie Abb. 43 zu entnehmen ist, wiesen die Gonaden der Barsche im April durchweg Werte von über 5 auf. Die Fische standen kurz vor dem Laichen. Im Juli waren die untersuchten Barsche bis auf zwei dreijährige Exemplare aus dem Königssee und den zwei und dreijährigen Tieren aus dem Obersee bereits verlaicht. Es kann daraus geschlossen werden, daß die Laichzeit der Barsche im Königssee und Obersee für Mai/Juni anzusetzen ist.

5.4.6 Längen-Gewichtsrelation

Unter Zugrundelegung der gesamten Barschdaten wurde der Kurvenverlauf der Längen-Gewichtsrelation in Abb. 44 ermittelt. Aus den Exponentialfunktionen ergibt sich, daß die Oberseebarsche bei einer vorgegebenen Länge nur unwesentlich schwerer sind als die Königsseebarsche (z.B. bei 20cm 106,8g bzw. 100,7g). Um einen möglichen Einfluß von ungleichgroßen Probesätzen in den einzelnen Befischungsterminen auszuschließen, sind in Tab. 21 die Exponentialfunktionen für die jeweiligen Erhebungsmonate aufgeführt. Aufgrund der bevorstehenden Laichzeit und des damit verbundenen höheren Gonadengewichtes haben die Barsche im April bei einer

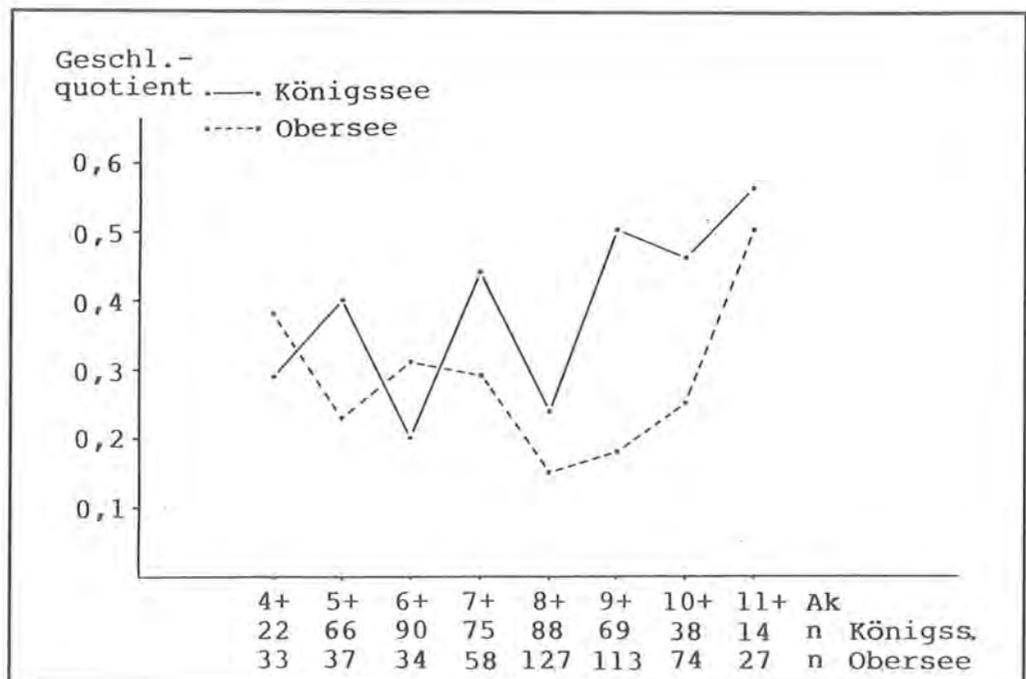


Abb. 42: Geschlechterquotienten von Barsch aus dem Königssee und Obersee in Abhängigkeit vom Alter.

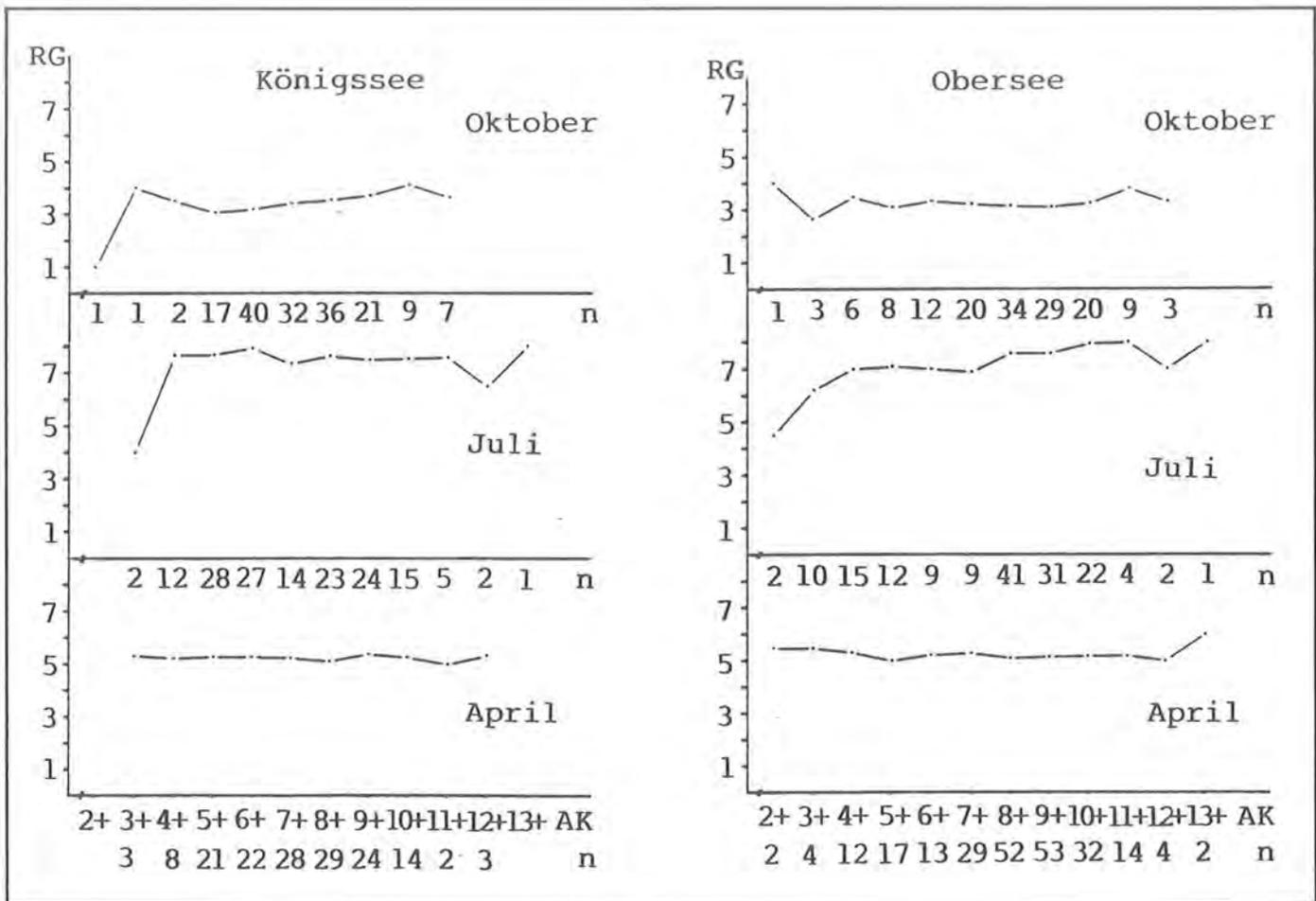


Abb. 43: Mittlerer Reifegrad von Barschen in Abhängigkeit von der Altersklasse (AK).

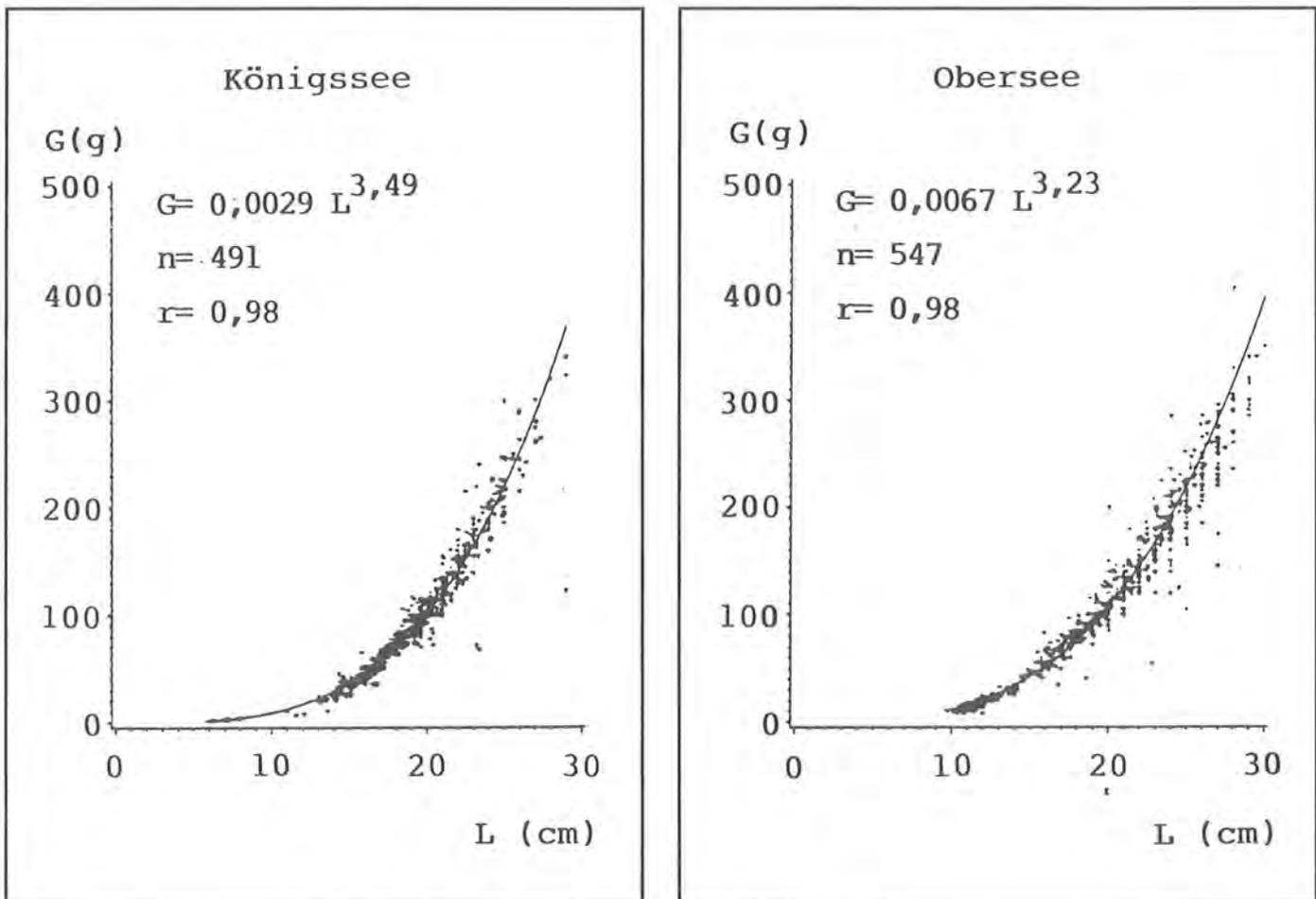


Abb. 44: Längen-Gewichtsbeziehung von Barschen aus dem Königssee und Obersee.

Tab. 21: Funktionsgleichungen der Längen-Gewichtsbeziehungen von Barschen zu verschiedenen Fangterminen.

	n	Königssee	n	Obersee
April	154	$G = 0,0017 \cdot L^{3,69}$	236	$G = 0,0092 \cdot L^{3,14}$
Juli	158	$G = 0,0022 \cdot L^{3,56}$	164	$G = 0,0050 \cdot L^{3,30}$
Oktober	179	$G = 0,0040 \cdot L^{3,39}$	147	$G = 0,0100 \cdot L^{3,09}$

vorgegebenen Länge die höchsten Gewichte. Im Juli weisen sie die niedrigsten von allen drei Terminen auf.

5.4.7 Konditionsfaktor

Nach der unter 5.3.8 für die Seesaiblinge beschriebenen Methoden wurden die Konditionsfaktoren für die Barsche errechnet. Neben dem Fultonschen Konditionsfaktor (K) wird in Tab. 22 auch wieder der modifizierte K'-Faktor angegeben, da die Barsche allometrisches Wachstum zeigen.

Tab. 22: Mittlere Konditionsfaktoren (K, K') von Barschen aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

	Königssee			Obersee		
	n	K	K'	n	K	K'
April	154	1,34	0,43	236	1,40	2,64
Juli	158	1,15	0,31	164	1,21	1,40
Oktober	179	1,27	1,37	147	1,32	2,06

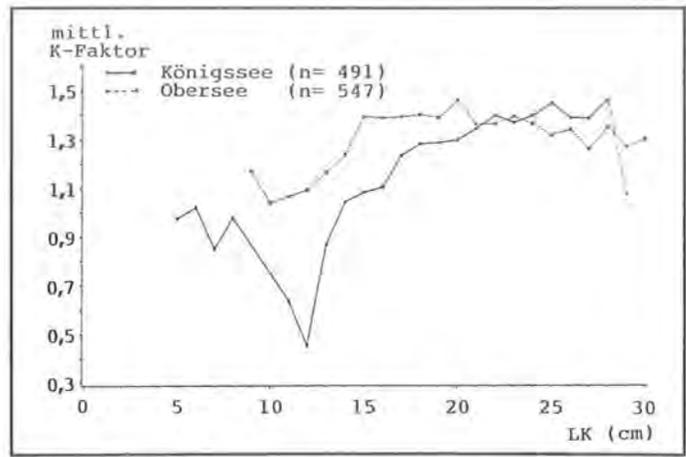


Abb. 45: Mittlere Konditionsfaktoren (Fulton) von Barschen aus dem Königssee und Obersee in Abhängigkeit von der Längenklasse.

zierte K'-Faktor angegeben, da die Barsche allometrisches Wachstum zeigen.

Auffallend sind die durchweg höheren K'-Werte der Oberseebarsche, was auf die niedrigeren Exponenten (vgl. Tab. 21) zurückzuführen ist.

Daß die Konditionsfaktoren aber nicht nur vom jeweiligen Fangtermin, sondern auch von der Größe des Fisches beeinflusst werden können, zeigt Abb. 45.

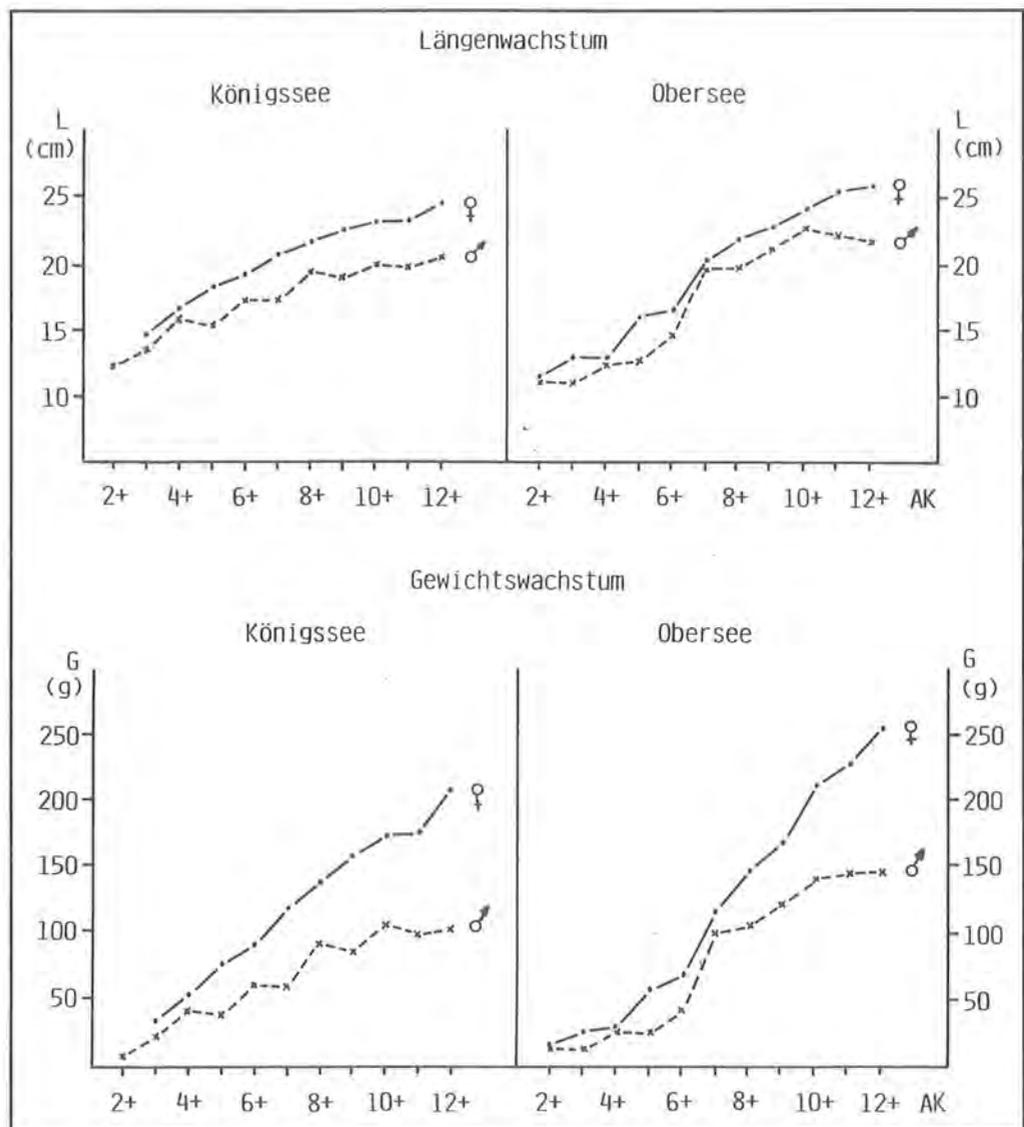


Abb. 46: Längen- und Gewichtswachstum von Barschen aus dem Königssee und Obersee nach Geschlechtern getrennt (1981 – 1983).

Tab. 23: Längen- und Gewichtswachstumsdaten von Barschen aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

AK	n	Königssee				Obersee				
		Länge (cm)		Gewicht (g)		Länge (cm)		Gewicht (g)		
		\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
1+	4	6,6	0,5	2,9	0,7	–	–	–	–	
2+	8	9,1	2,9	5,3	3,2	5	11,2	0,7	16,2	7,9
3+	7	12,8	2,5	23,0	12,0	18	11,9	2,0	20,4	17,8
4+	22	16,3	1,9	52,5	26,1	35	12,5	1,9	26,9	20,2
5+	67	17,4	2,8	69,9	43,2	38	15,2	3,1	52,3	33,7
6+	90	18,7	2,7	87,7	49,9	36	15,7	3,5	60,8	48,4
7+	76	19,6	3,2	104,0	55,5	62	19,8	3,6	112,9	59,0
8+	89	21,1	2,2	131,4	47,2	127	21,5	3,6	143,1	65,6
9+	70	21,2	2,8	138,1	67,1	113	22,4	3,3	163,0	67,3
10+	38	22,0	3,3	154,5	74,4	74	23,7	3,3	199,5	147,0
11+	14	21,9	2,3	150,1	52,3	27	24,3	2,5	202,0	58,2
12+	5	22,1	4,2	148,0	104,0	9	25,4	2,0	244,0	73,8
13+	1	19,4	–	82,0	–	3	23,8	1,6	182,3	13,8

Bei Barschen aus beiden Seen ist ein Anstieg der mittleren Konditionsfaktoren mit zunehmender Länge festzustellen. Bis zur Längenklasse 21 cm zeigen die Oberseebarsche höhere Konditionsfaktoren als die Königsseebarsche. Danach kehrt sich das Verhältnis um.

In beiden Seen weisen die weiblichen Barsche etwas höhere Konditionsfaktoren auf als die männlichen.

5.4.8 Wachstum

Die Längenwachstumsverhältnisse der Barsche aus dem Königssee und Obersee sind in Abb. 46 dargestellt. Im Vergleich zu Flachlandseen (TESCH, 1955; HARTMANN, 1975; GÖTZE, 1982) verläuft das Wachstum der Barsche in den Seen der Nationalparks Berchtesgaden ausgesprochen langsam, was sich mit den relativ hohen Bestandsdichten und den niedrigen Wassertemperaturen erklären läßt. Die Rogner beider Populationen zeigen ein signifikant schnelleres Wachstum als die Milchner. Aus Tab. 23 geht hervor, daß das Wachstum der Königsseebarsche bis zur Altersklasse 6+ etwas schneller, danach langsamer als das der Oberseebarsche ist.

5.5 Renke

Die Renke ist ursprünglich im Königssee nicht vorgekommen. Erst durch kontinuierliche Besatzmaßnahmen seit 1949 hat sich eine Renkenpopulation etabliert, die seit etwa zehn Jahren im Vordergrund des fischereilichen Interesses steht. Da der Bestand für eine lohnende Bewirtschaftung durch Besatzfische verschiedener Herkunft gestützt wird, kann von einer typischen Königsseer Renke nicht gesprochen werden. Mit Hilfe der Reusendornenzahlen des 1. Kiemenbogens wurde versucht, eine Artbestimmung vorzunehmen. Nach SVÄRDSON (1970) kann die Zahl der Kiemenreusendornen bei Coregonen als konstantes Merkmal angesehen werden, das sich unter modifizierten Umweltbedingungen nicht verändert. Die in Abb. 47 dargestellte Verteilung der Kiemenreusendornenzahlen lassen auf eine recht uneinheitliche Renkenpopulation schließen, so daß eine artenmäßige Zuordnung nicht möglich ist.

Da die Renke ursprünglich im Königssee nicht heimisch war, stellt sich die Frage, inwieweit sich ihr Besatz negativ auf die Populationen anderer Fischarten auswirkt. Aus Skandinavien ist bekannt, daß die Einbürgerung von Coregonen in vornehmlich kleineren Gewässern zum Rückgang, sogar zum Verschwinden der etablierten Seesaiblingspopulationen geführt

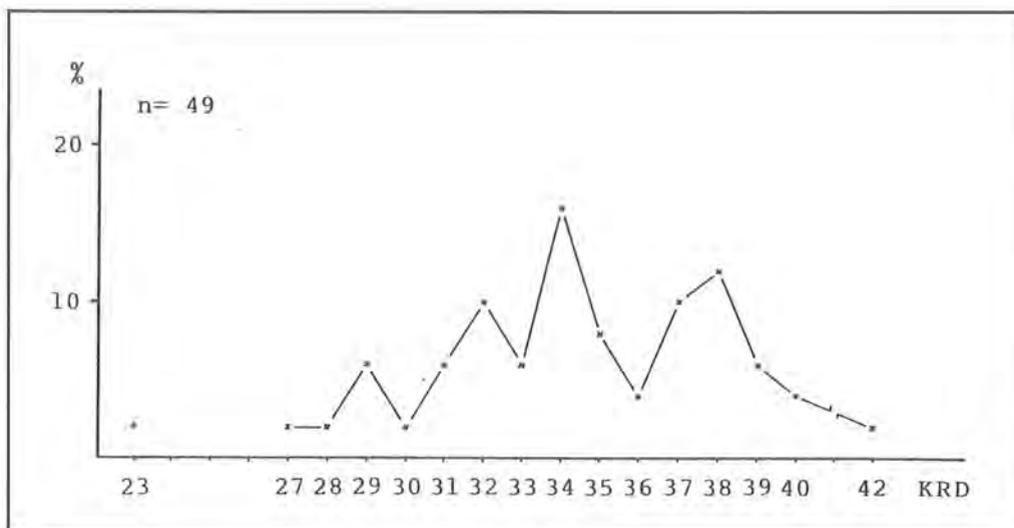
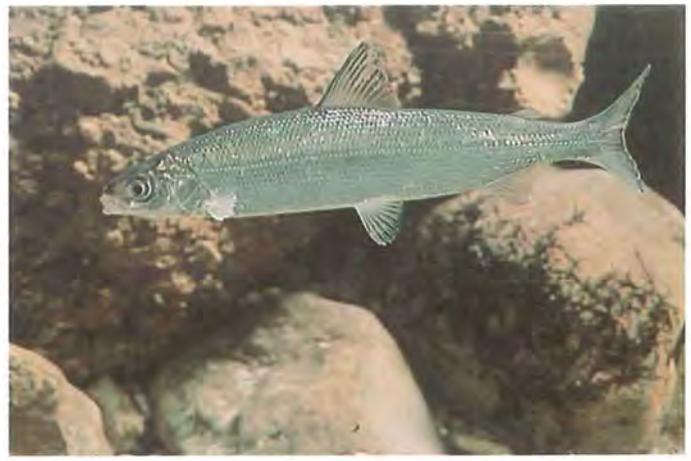


Abb. 47: Relative Häufigkeitsverteilung der Kiemenreusendornen von Renken aus dem Königssee.



Seesaibling.



Renke.



Flußbarsch.



Hecht.

hat (SVÄRDSON, 1976). SVÄRDSON führt jedoch aus, daß Seesaibling und Renke in einem See durchaus nebeneinander existieren können, wenn er groß und tief ist. diese Aussage wird beispielsweise durch die Verhältnisse im Walchensee und Königssee bestätigt.

5.5.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Netzselektion

Die Längenverteilung der in den Jahren 1980 – 1983 biometrisch erfaßten Renken ist Abb. 48 zu entnehmen. Es sind Fische aus allen verwendeten Maschenweiten berücksichtigt.

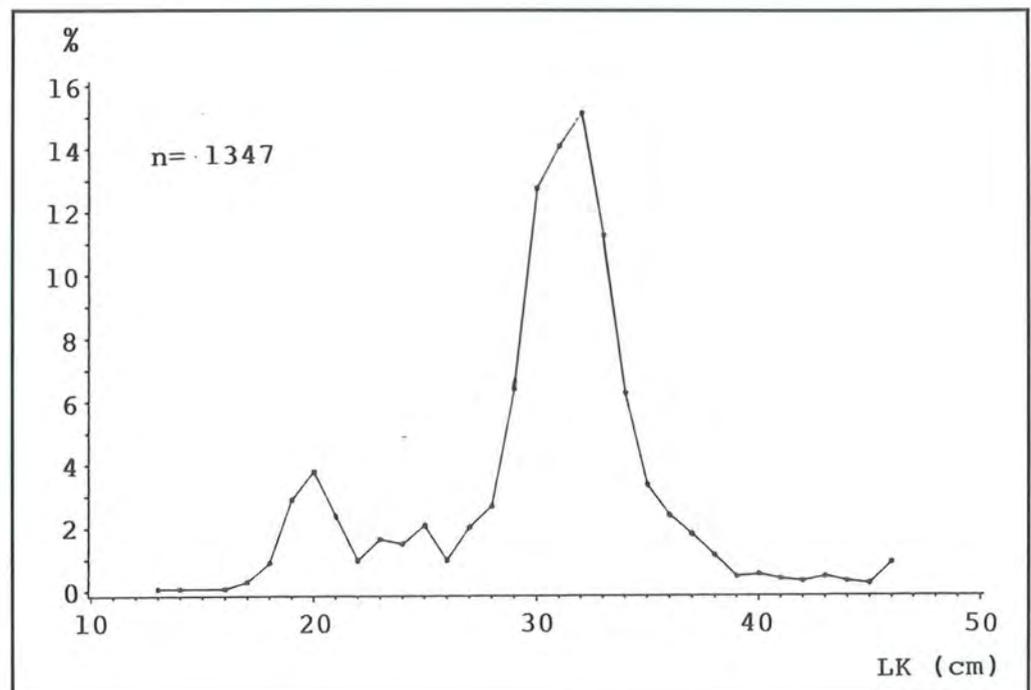


Abb. 48:
Längenhäufigkeitsverteilung
von Renken aus dem Königssee
(1980 – 1983).

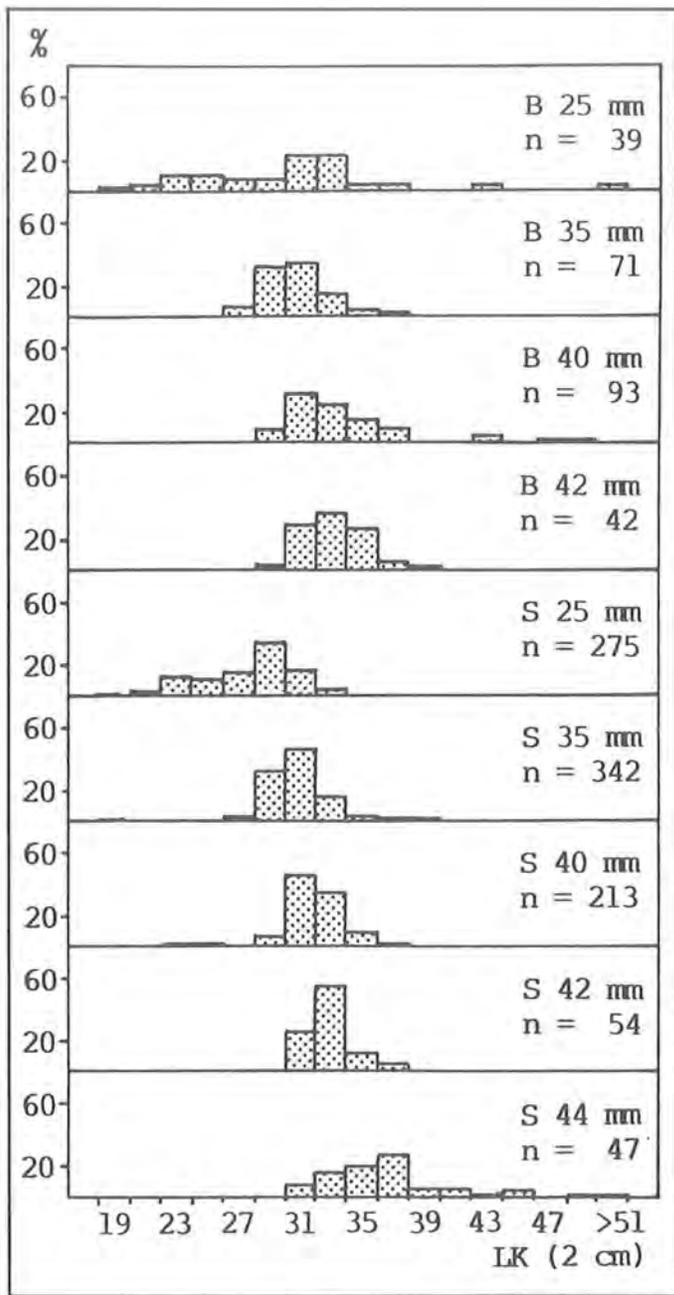


Abb. 49: Netzselektivität bei Renken aus dem Königssee (LK = Längensklasse, S = Schwebnetz, B = Bodennetz).

Die Selektionswirkung von Schweb- und Bodennetzen ist beim Fang von Coregonen besonders stark ausgeprägt. Die prozentuale Verteilung der Fischlängen in den fängigsten Maschenweiten ist Abb. 49 zu entnehmen.

Für die Renken des Königssees wurden mit Hilfe der Regressionsanalyse die in Abb. 50 dargestellten Beziehungen zwischen Maschenweite und Fischlänge einerseits und Maschenweite und Umfang andererseits berechnet. Da der Unterschied zwischen Boden- und Schwebnetzen nur minimal war, wurden die Stichproben aus beiden Netztypen zusammengefaßt.

5.5.2 Altersklassenstruktur

Aufgrund des größeren Befischungsdrukkes setzt sich die Renkenpopulation im Königssee mehr aus jüngeren Altersklassen zusammen, als dies bei See-

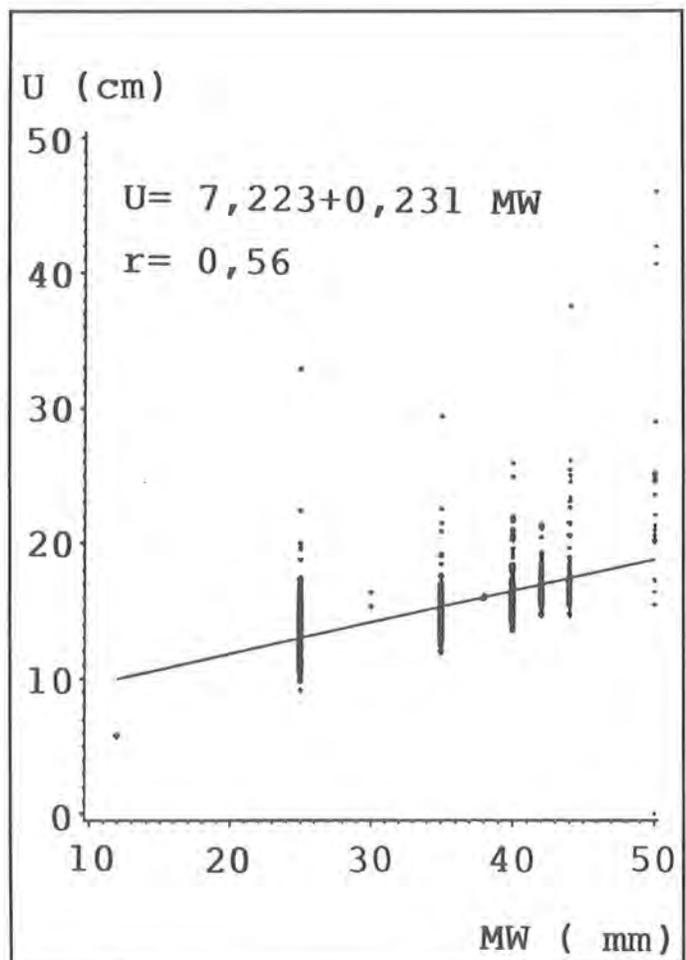
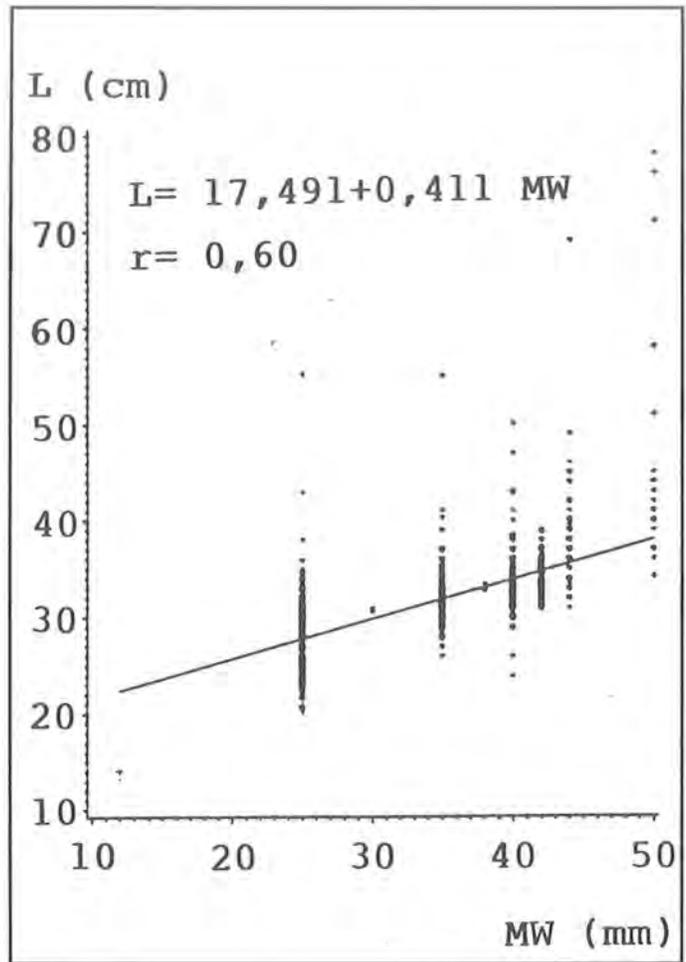


Abb. 50: Beziehung zwischen Fischlänge und Maschenweite und Umfang und Maschenweite bei Renken aus dem Königssee (L = Länge, U = Umfang, MW = Maschenweite).

saiblings und Barschen der Fall ist. Bei der Gegenüberstellung der Altersklassenverteilungen aus verschiedenen Maschenweiten und Netztypen fällt die Dominanz drei- und vierjähriger Fische auf (Abb. 51).

Von seiten des Berufsfischers werden zum Renkenfang Netze der Maschenweite 42mm eingesetzt. Wie Abb. 51 zu entnehmen ist, werden durch die verwendete Maschenweite Fische selektiert, die drei Jahre und älter sind. Lediglich in Bodennetzen werden bei der derzeitigen Bestandssituation nur im geringen Maße auch zweijährige Renken gefangen. Angesichts der ermittelten Altersselektion kann von einer guten Anpassung der Maschenweite an die gegebene

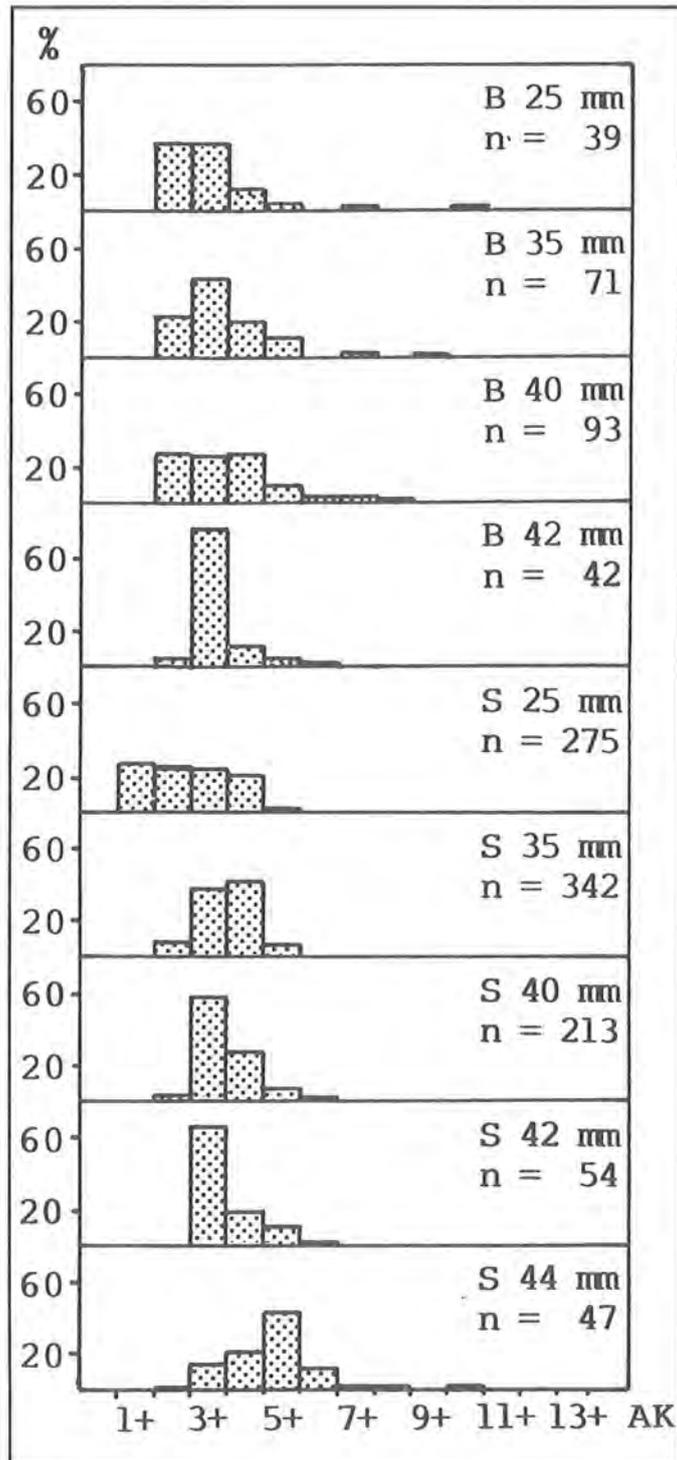


Abb. 51: Relative Altersklassenverteilung von Renken aus dem Königssee in verschiedenen Netztypen und Maschenweiten (S = Schwebnetz, B = Bodennetz).

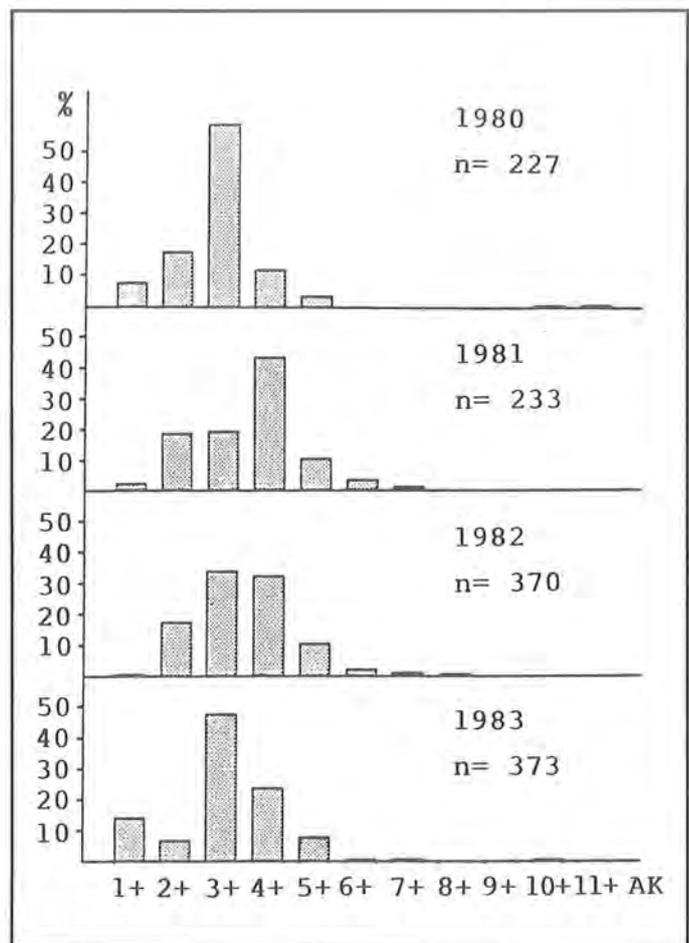


Abb. 52: Relative Altersklassenverteilung von Renken aus dem Königssee 1980, 1981, 1982 und 1983.

nen Wachstumsverhältnisse gesprochen werden, weil dadurch eine mindestens einmalige Reproduktion der Renken im See gewährleistet ist.

Die zusammenfassende Altersklassenverteilung der Renken aus allen Netztypen und Maschenweiten in den einzelnen Jahren ist in Abb. 52 dargestellt.

Trotz des Einsatzes verschiedener Maschenweiten sind die jüngeren Fische in den Versuchsfängen unterrepräsentiert. Erst ab der Altersklasse 3+ konnten die Renken weitgehend repräsentativ erfaßt werden, was mit der geringen Fangeffektivität engerer Maschenweiten von Stellnetzen zu erklären ist (HEALEY, 1980).

5.5.3 Mortalität

Die relative Abnahme der Renken ab der Altersklasse 3+ (Abb. 52) ist auf die Einflüsse der natürlichen und fischereilichen Sterblichkeit zurückzuführen. Im Gegensatz zur Seesaiblings- und Barschpopulation dürfte der Einfluß der natürlichen Sterblichkeit auf die befischbare Renkenpopulation im Königssee eine geringe Rolle spielen.

Die Gesamtsterblichkeit Z wurde wiederum mit Hilfe der sog. „catch curve“ (Abb. 53) berechnet. Danach nimmt die Population bei einem Wert für $Z = 1,04$ ab der Altersklasse 3+ jährlich im Schnitt um 64,8 % ab.

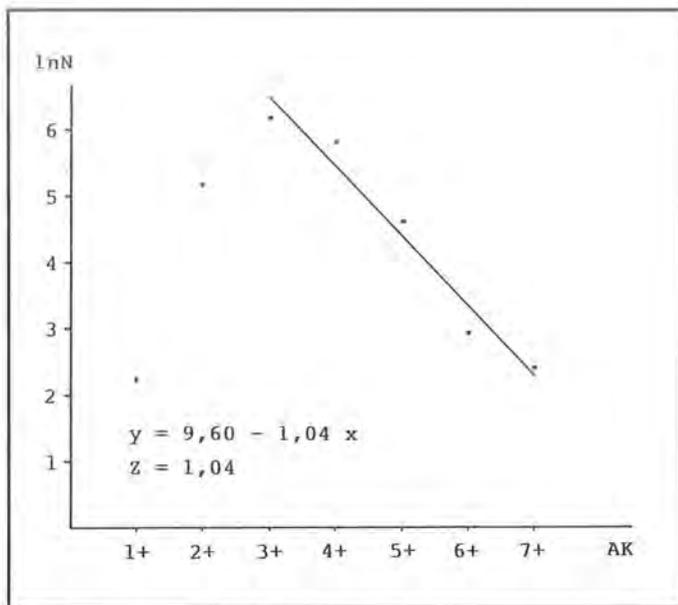


Abb. 53: Fangkurve zur Berechnung der Gesamtsterblichkeit (Z) von Renken aus dem Königssee.

5.5.4 Geschlechterverhältnis

Die Verteilung von weiblichen und männlichen Renken in den Versuchsfängen war während der einzelnen Befischungstermine ausgewogen (Abb. 54).

Unter Berücksichtigung des Alters zeigt sich jedoch, daß ab der Altersklasse 5+ die weiblichen Tiere in den untersuchten Stichproben dominierten. Dies äußert sich in einem Geschlechterquotienten (Verhältnis Milchner:Rogner) von unter 1 (Abb. 55).

5.5.5 Reifegradentwicklung

Die Erhebung der Reifegrade bei den Gonaden der Königsseerenken in den einzelnen Befischungsterminen lassen auf einen einheitlichen Laichtermine schließen (Abb. 56).

Wie Abb. 56 zu entnehmen ist, waren die Gonaden der Renken im Oktober bereits so weit entwickelt, daß

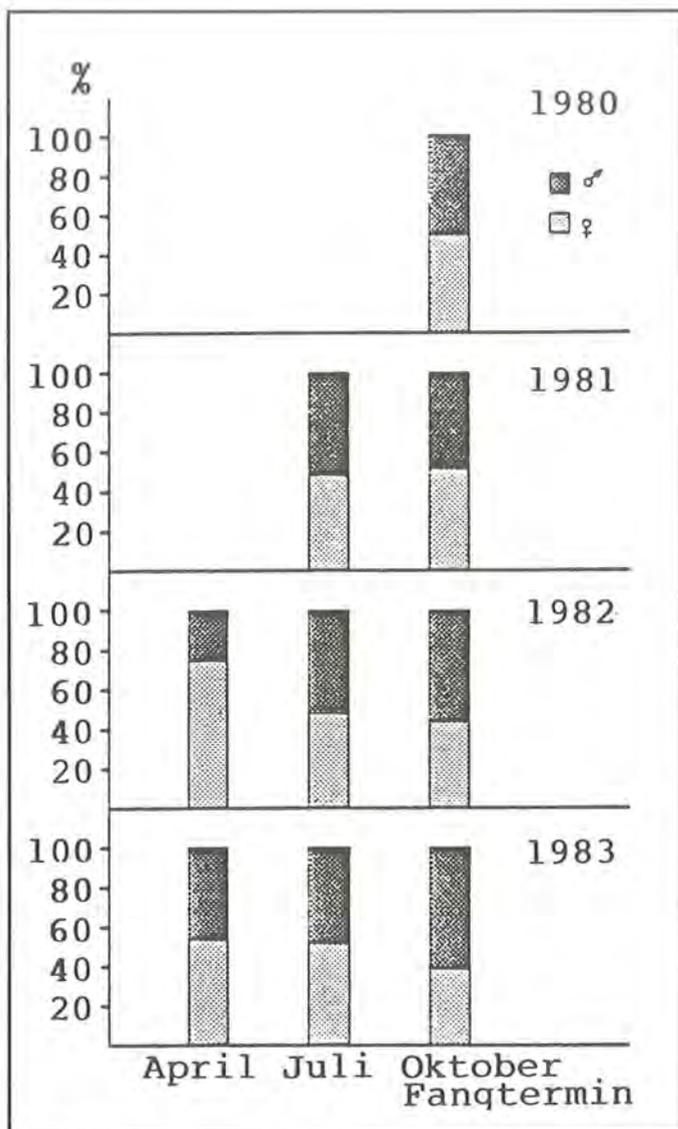


Abb. 54: Geschlechterverhältnis bei Renken zu verschiedenen Befischungsterminen.

zumindest ab der Altersklasse 3+ alle Tiere im Dezember zum Laichen gekommen wären. Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten bei diesen Altersklassen nicht festgestellt werden. Aus der Analyse der Urdaten geht hervor, daß 12,5% der männlichen und 34,5% der weiblichen einjährigen

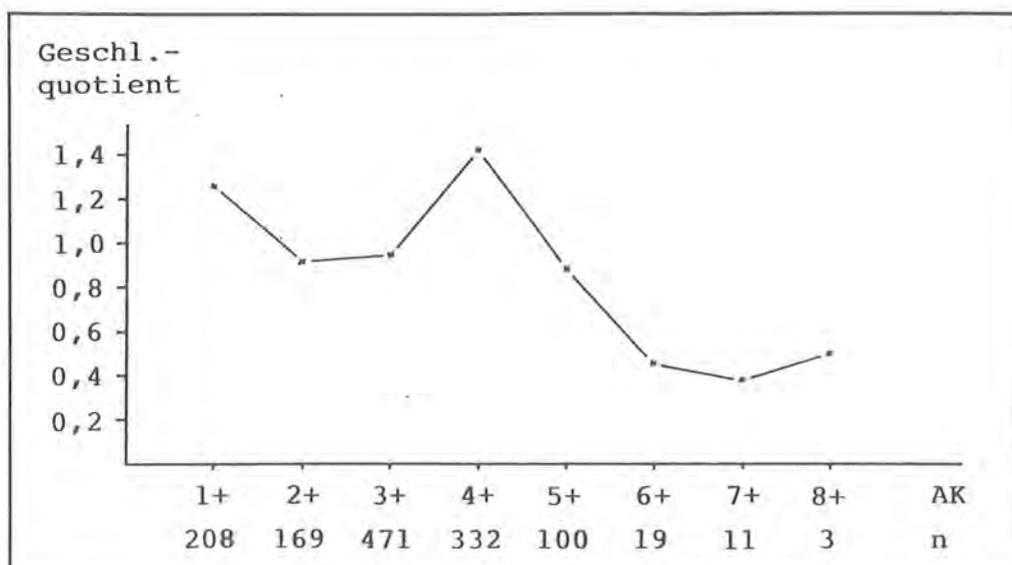


Abb. 55: Geschlechterquotienten von Renken in Abhängigkeit vom Alter.

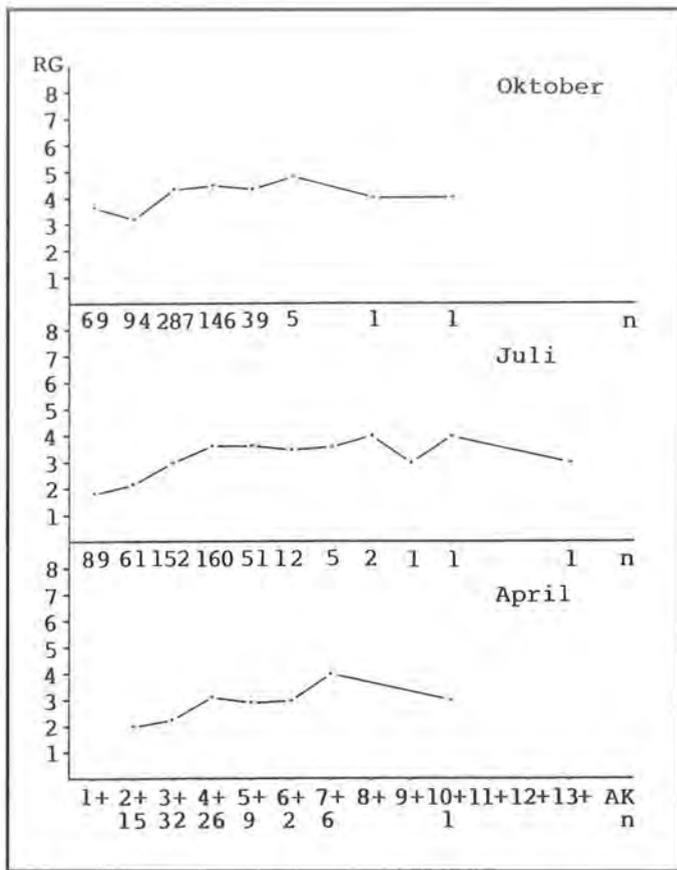


Abb. 56: Mittlere Reifegrade bei Renken aus dem Königssee.

Renken im Oktober Reifegrade von 1 oder 2 aufweisen und somit bis zum Laichterin nicht reif geworden wären. Bei den zweijährigen Renken wurde der Anteil unreifer Tiere mit 37,3% bei den Milchneern und mit 31,0% bei den Rognern ermittelt.

5.5.6 Längen-Gewichtsrelation

Die Längen-Gewichtsbeziehung der Renken des Königssees zeigt den in Abb. 57 dargestellten Kurvenverlauf.

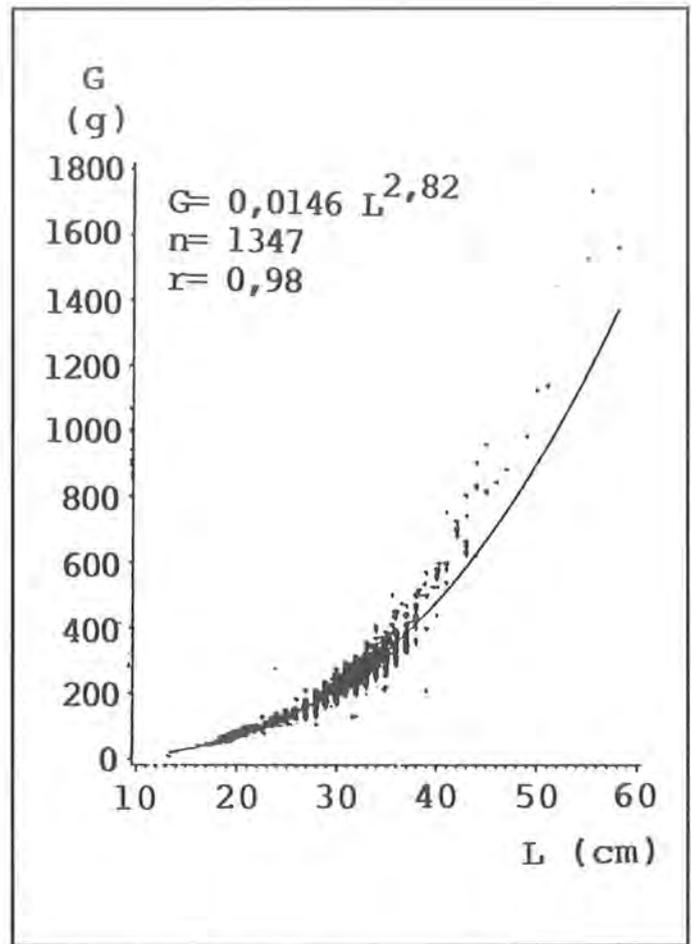


Abb. 57: Längen-Gewichtsbeziehung von Renken aus dem Königssee (1980 – 1983).

Wegen des deutlich unter 3 liegenden Längenexponenten (2,82) ist das Wachstum der Renken als allometrisch zu bezeichnen.

5.5.7 Konditionsfaktor

Aufgrund des allometrischen Wachstums der Renken im Königssee ist der Fultonsche Konditionsfaktor für

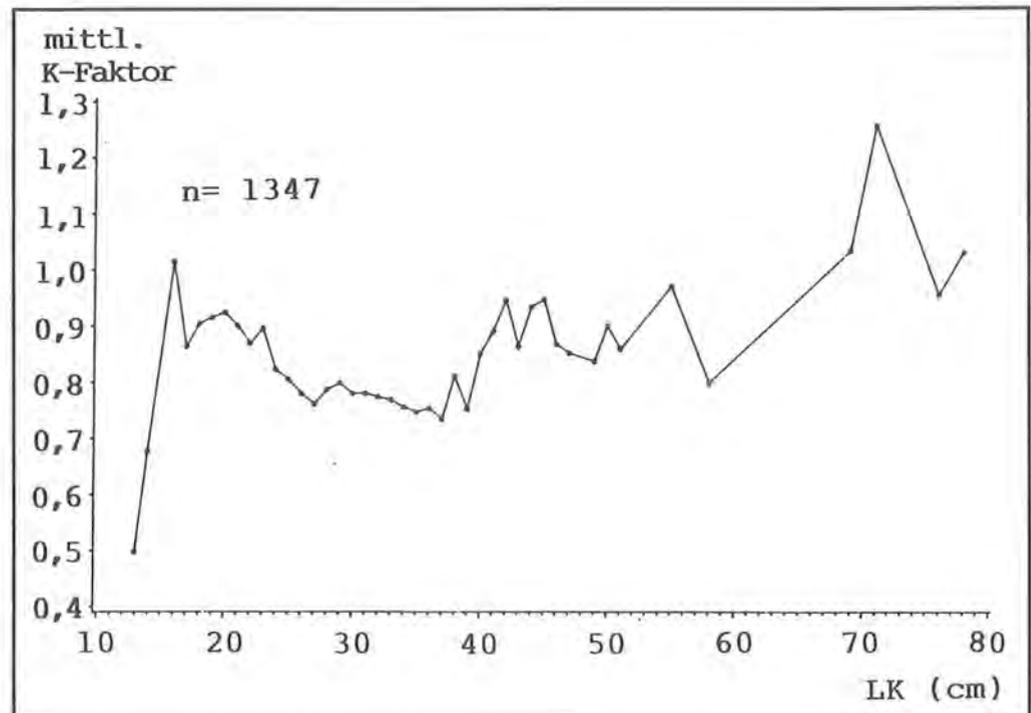


Abb. 58: Mittlere Konditionsfaktoren (Fulton) von Renken aus dem Königssee in Abhängigkeit von der Länge.

Tab. 24: Mittlere Konditionsfaktoren (K, K') von Renken aus dem Königssee (1980–1983).

	n	K	K'
April	92	0,73	0,35
Juli	540	0,79	1,97
Oktober	666	0,80	0,85

Vergleichszwecke nur bedingt verwendbar. So zeigt Abb. 58 eine Abnahme der Konditionsfaktoren mit zunehmender Fischlänge im Bereich von 16–39 cm.

Für die Renken des Königssees wird in Tab. 24 dem Fultonschen K-Faktor der modifizierte K'-Faktor gegenübergestellt, wobei nach Fangtermin unterschieden wird.

5.5.8 Wachstum

Das Längen- und Gewichtswachstum der Renken ist Abb. 59 zu entnehmen. Die Wachstumskurven, denen die direkten Messungen aus den Jahren 1980–1983 zugrunde gelegt wurden, zeigen einen vom allgemein zu erwartenden Kurventyp (GULLAND, 1969) abweichenden Verlauf.

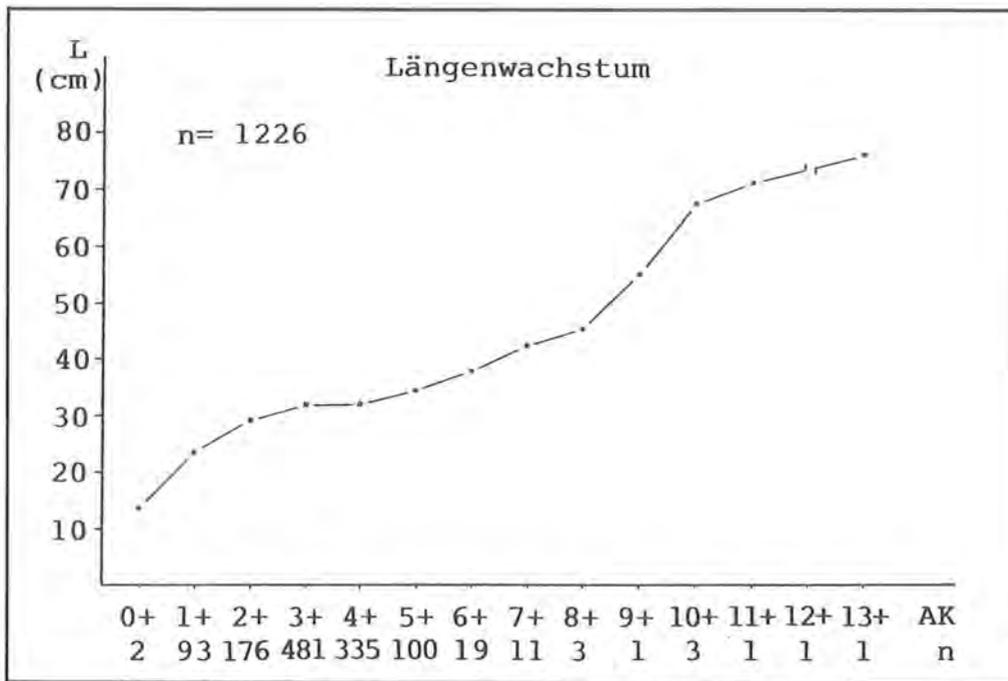
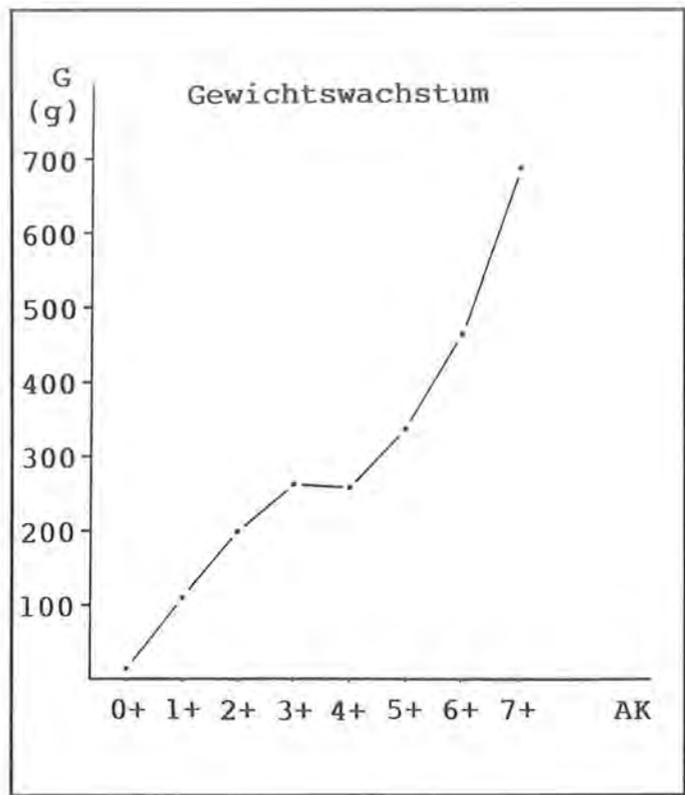


Abb. 59: Längen- und Gewichtswachstum von Renken aus dem Königssee.

Tab. 25: Längen- und Gewichtswachstum von Renken aus dem Königssee (1980–1983).

AK	n	\bar{x}	Länge (cm)			\bar{x}	Gewicht (g)		
			S	min	max		S	min	max
0+	2	13,7	0,5	13,4	14,1	15,5	4,9	12,0	19,0
1+	93	23,6	2,2	19,0	30,0	111,1	26,1	56,0	180,0
2+	176	29,3	2,8	20,6	37,0	198,4	56,5	77,0	437,0
3+	481	32,1	2,1	23,9	40,2	262,8	57,0	130,0	577,0
4+	335	32,0	2,6	27,0	44,0	258,3	80,9	107,0	835,0
5+	100	34,5	4,0	28,0	49,0	336,8	159,0	190,0	985,0
6+	19	38,1	4,2	32,0	45,0	466,1	182,0	220,0	820,0
7+	11	42,4	7,6	32,0	58,0	687,5	397,0	225,0	1560,0
8+	3	45,3	4,5	41,0	50,0	946,7	185,0	755,0	1125,0
9+	1	55,0	—	—	—	1525,0	—	—	—
10+	3	67,4	11,4	55,3	78,0	3345,0	1583,0	1735,0	4900,0
11+	1	71,0	—	—	—	4500,0	—	—	—
13+	1	76,0	—	—	—	4200,0	—	—	—

Sowohl bei der Längen- als auch der Gewichtswachstumskurve fällt die Sattelbildung ab der Altersklasse 3+ auf. Eine mögliche Erklärung könnte die größenabhängige Sterblichkeit durch die Netze des Berufsfischers sein (vgl. Abb. 49 und 51). Durch die scharfe Selektionswirkung der 42mm-Netze, die bei der Altersklasse 3+ einsetzt, unterliegen diese Fische einer verstärkten fischereilichen Sterblichkeit. Die Renken älterer Altersklassen, die erst später in die Maschen der Berufsfischernetze hineinwachsen, sind als Langsamwüchser eines Jahrgangs zu bezeichnen. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, daß ein geringer Prozentsatz eines Jahrgangs nicht von der Fischerei erfaßt wird und somit aus den Maschen der Berufsfischernetze „herauswachsen“ kann. Insgesamt ist der Anteil älterer Fische (ab AK 5+) mit 10% an der Gesamtstichprobe ohnehin gering. In diesen älteren Altersklassen, von denen z.T. nur Einzelexemplare vorliegen, sind Renken mit Längen von bis zu 76cm und Gewichten von bis zu 4900g enthalten (vgl. Tab. 25).

Im Vergleich zu anderen Renkenpopulationen, beispielsweise der des Schluchsees (JÜRGENSEN, 1984) oder des Starnberger Sees (eigene Untersuchungen, unveröffentlicht), ist das Wachstum der Königsseerenken als langsam zu bezeichnen. In Abb. 60 ist das Längenwachstum von Renken aus dem Königssee und Starnberger See gegenübergestellt, wobei jeweils die Fänge aus Netzen verschiedener Maschenweiten zugrunde gelegt werden.

Es wird davon ausgegangen, daß primär die niedrigen Wassertemperaturen für das verhältnismäßig langsame Wachstum der Königsseerenken verantwortlich sind.

Mit Ausnahme der Altersklasse 4+ konnten bei den Renken des Königssees keine geschlechtbezogenen, signifikanten Wachstumsunterschiede festgestellt werden (t-Test, 5% Niveau).

In Tab. 25 sind die Längen- und Gewichtswachstumsdaten der untersuchten Königsseerenken aufgeführt. Dabei sind die Fische aus allen verwendeten Maschenweiten zusammengefaßt.

5.5.9 Markierungsversuch

Das Ziel des Markierungsversuchs war, Aufschluß über die Effektivität von Besatzmaßnahmen mit Renkensetzlingen im Königssee zu erhalten. Die markierten Renken wiesen zum Zeitpunkt des Aussetzens (25. 10. 1982) eine mittlere Länge von 13,8cm ($S = 0,7\text{cm}$) auf.

Die ersten markierten Renken wurden im Juli 1983 im Rahmen von Zugnetzfishereien des Berufsfischers wiedergefangen. In den Versuchsnetzen des Landesanstalt wurden 1983 lediglich zehn markierte Fische ausschließlich in den 25er-Schwebnetzen gefangen. Die Fische waren auch 1984, also fast zwei Jahre nach ihrer Markierung, eindeutig an den beschnittenen Fettflossen zu erkennen.

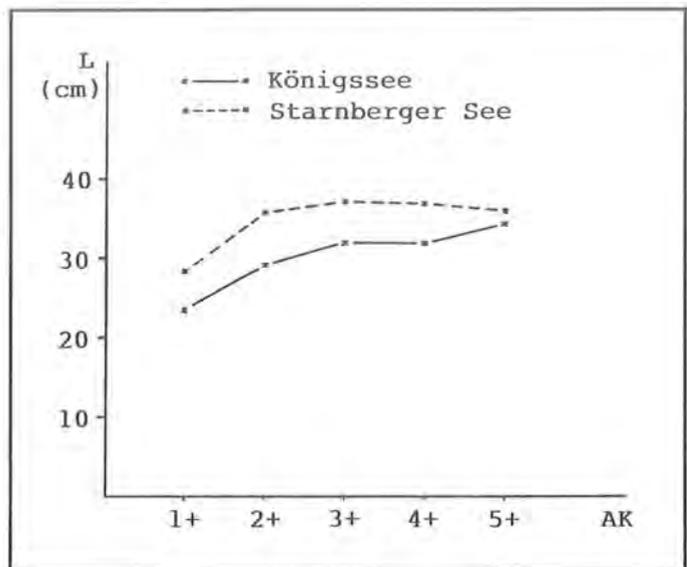


Abb. 60: Längenwachstum von Renken aus dem Königssee und Starnberger See (1980 – 1983).

Der Rückfang von 156 markierten Renken entspricht 7,1% der Ausgangszahl. Es muß jedoch davon ausgegangen werden, daß sich auch nach Beendigung des Versuches noch markierte Renken im Königssee befinden. Eine höhere Rückfangquote als 10% kann aber unter den gegebenen Verhältnissen kaum angenommen werden.

Neben einem Anhaltspunkt zum Wiederfang von ausgesetzten Renken gibt der Versuch auch Aufschluß über deren Wachstum in den ersten beiden Jahren im Königssee. Die markierten Renken, die hauptsächlich in den Sommermonaten Juli, August und September gefangen wurden, wiesen 1983 als 1+ Fische eine mittlere Länge von 20,2cm ($S = 1,4\text{cm}$) und 1984 als 2+ Fische 25,0cm ($S = 0,7\text{cm}$) auf. Damit liegt die Wachstumsleistung der markierten zweijährigen Renken deutlich niedriger als die der übrigen gleichaltrigen Renken aus dem Königssee (vgl. Tab. 25). Wie diese Wachstumsunterschiede zustande kommen, ist schwer zu beurteilen. Eine Fehlinterpretation der Altersbestimmung bei dieser Altersklasse kann ausgeschlossen werden, da sich die Schuppen der ein- und zweijährigen Fische zweifelsfrei lesen ließen.

5.5.10 Fang von Renkenlarven

Mit Hilfe des unter 4.1 beschriebenen Larvennetzes konnten im Rahmen einer Befischungsaktion am 3. und 4. April 1984 mit 20 Zügen von jeweils 10 Minuten Dauer 7 Renkenlarven gefangen werden. Die meisten Larven können aufgrund ihrer geringen Größen und des relativ großen Dottersacks nur wenige Tage alt gewesen sein. An zwei Larven war zu erkennen, daß sie bereits Nahrung aufgenommen hatten. Die Längen der Renkenlarven bewegten sich zwischen 9,8 und 12,3mm ($\bar{x} = 11,3\text{mm}$). die Wassertemperaturen des Königssees betragen zu dem Zeitpunkt 3,6° C an der Oberfläche, wo sich die Larven auch aufhielten.

Mit den Ergebnissen ist zwar der Nachweis eines natürlichen Aufkommens von Renkenbrut im Königssee belegt, aber eine Quantifizierung ist auf dieser Basis nicht möglich. Dazu müßten ausführlichere Untersuchungen über einen längeren Zeitraum im Frühjahr unternommen werden, um beispielsweise den Hauptschlüpfzeitpunkt im See zu bestimmen.

5.6 Hecht

Der Hecht gilt allgemein als wärmeliebender Raubfisch, der sowohl in Fließgewässern als auch in Seen vorkommt (MUUS und DAHLSTRÖM, 1974). Daß er nachweislich seit mindestens 200 Jahren im kalten Königssee und Obersee heimisch ist, spricht für seine große Anpassungsfähigkeit. An den felsigen, steil abfallenden Ufern der beiden Seen findet der Hecht nur an ins Wasser gestürzten Bäumen oder in versunkenem Holz Deckungsmöglichkeiten.

Als Laichplätze dienen ihm hauptsächlich die Flachwasserzonen am Süden des Königssees, wobei der Bereich um die Insel offenbar bevorzugt wird. Hier wurden neben den Laichhechten im Frühjahr vorwiegend einsömmrige Hechte elektrisch gefangen, so daß dieses Gebiet als „Kinderstube“ für Hechte angesehen werden kann. Darüber hinaus bieten Fichten, die frisch ins Wasser gestürzt sind, den Hechten ein ideales Laichsubstrat.

Für den Obersee läßt sich kein bevorzugtes Laichgebiet angeben. Es wird aber davon ausgegangen, daß dem Hecht am südöstlichen Ende des Sees aufgrund des dichten Chara-Bestandes und des flach abfallenden Ufers günstige Laichbedingungen zur Verfügung stehen. Kurz vor der Laichzeit im April konnten besonders am Obersee an sonnigen Tagen und windstillen Tagen verhältnismäßig viele Hechte dicht an der Wasseroberfläche beobachtet werden. Es standen jeweils 2 – 3 Tiere dicht zusammen, was auf ein „Laichspiel“ zwischen Milchner und Rogner hindeutet.

Der Fang von Hechten mit Netzen gestaltete sich in dem klaren Wasser der Seen äußerst schwierig. So gingen im Obersee in den drei Jahren nur 16 Hechte ins Netz, davon 11 im Frühjahr. Im Königssee waren es 112 Hechte, die vorwiegend elektrisch gefangen wurden.

Der Hecht spielt an beiden Seen als Endwirt die entscheidende Rolle im Entwicklungskreislauf des Hechtbandwurmes *Triaenophorus nodulosus*, mit dessen Plerocercoid verschiedene Fischarten infiziert sind.

Inwieweit der Hecht für den Rückgang der Seeforellenpopulation im Königssee verantwortlich zu machen ist, läßt sich nicht sagen. Sein Einfluß wäre in erster Linie auf junge Seeforellen denkbar, die sich meist noch in Ufernähe, dem Wirkungsbereich des Hechtes, aufhalten.

Der Hechtbestand des Obersees wird aufgrund der Frühjahrsbeobachtungen als groß eingeschätzt. Da die Fischereiausübung hier nicht erlaubt ist, wird der Hecht als Endglied der Nahrungskette in seiner Entfaltung kaum behindert. Ob sich dies auf die übrigen Fischbestände des Obersees negativ auswirkt, läßt sich erst durch spätere Folgeuntersuchungen feststellen. An größeren Seesaiblingen des Obersees wurden wiederholt vernarbte Bißwunden beobachtet, die möglicherweise von Hechten verursacht worden sind.

5.6.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur

Die Längenverteilung der untersuchten Hechte aus dem Königssee ist Abb. 61 zu entnehmen. Es fällt auf, daß rund 50% der Fische in den Bereich bis 30cm fallen. Dieser relativ hohe Anteil der unteren Längengruppen ist damit zu erklären, daß Hechte dieser Größen vorwiegend mit Hilfe des unselektiv wirkenden Elektrofängergerätes gefangen wurden. Die Netzfi-

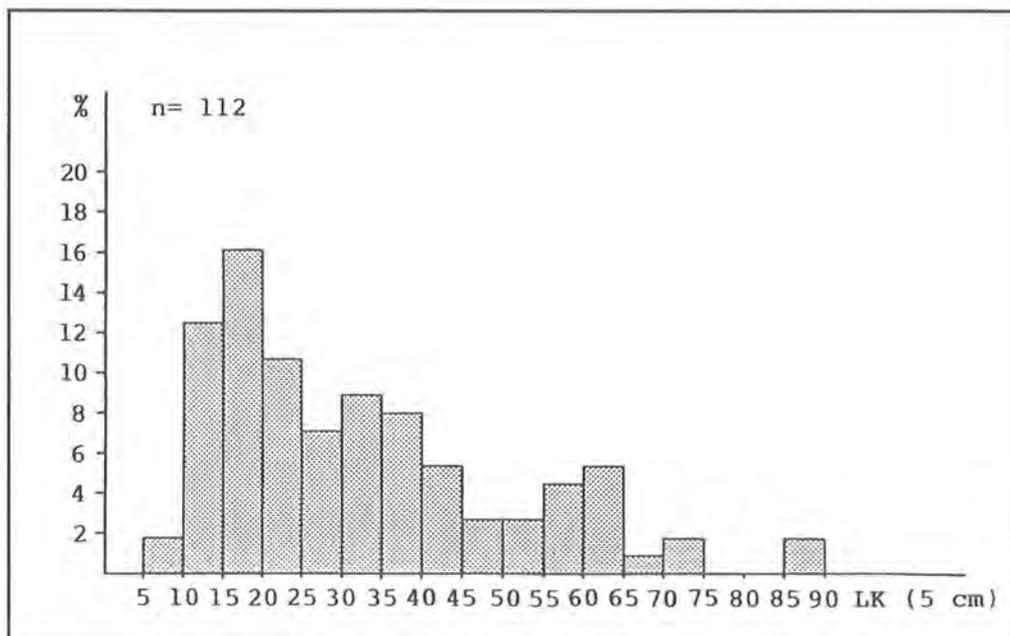


Abb. 61:
Längenhäufigkeitsverteilung von Hechten aus dem Königssee 1981 – 1983 (angegeben ist jeweils die untere Grenze der Längensklasse, z.B. LK 20 = 20,0 – 24,9cm).

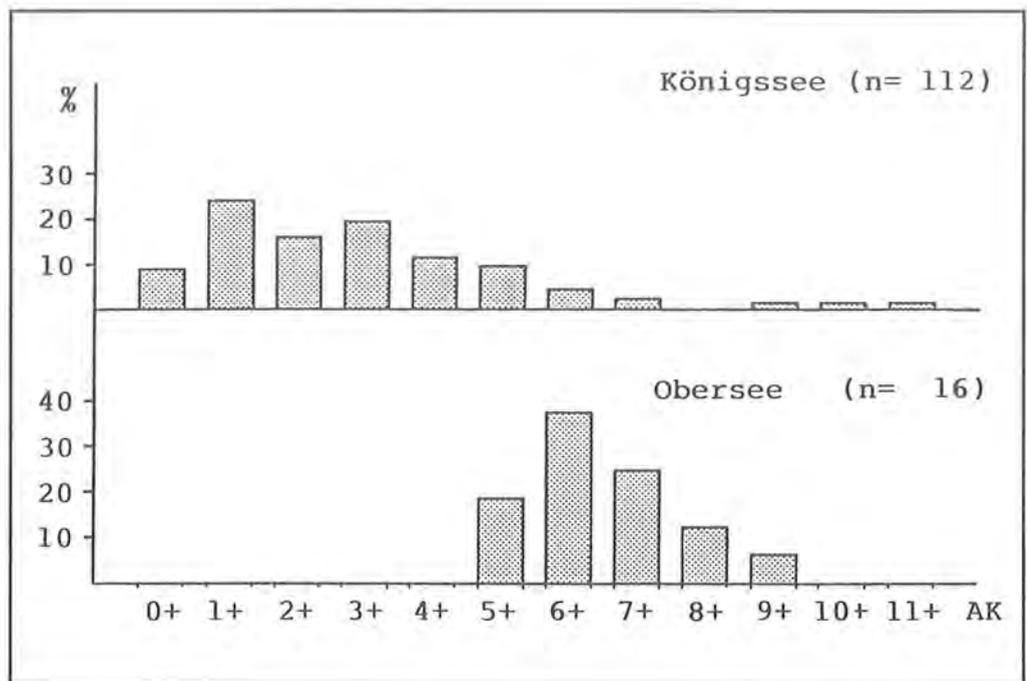


Abb. 62: Altersklassenverteilung von Hechten aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

scherei hat im wesentlichen größere Hechte erfaßt, wie es sich am Beispiel des Obersees zeigen läßt. Die nur 12 Oberseehechte, die ausschließlich mit Netzen und der Legangel gefangen wurden, verteilen sich auf die Längensklassen 66 – 95cm.

Die Altersklassenverteilung in Abb. 62 spiegelt die Ergebnisse der Längensverteilung der untersuchten Hechte im Königssee und Obersee wider. So wurden im Obersee durch die Netzfischerei erst die Altersklassen 5+ und älter erfaßt, während in den Fängen im Königssee die Altersklassen 1+ bis 4+ dominierten.

5.6.2 Reifegradentwicklung, Laichtermin

Die Gonadenentwicklung der Hechte, die während der Aprilbefischungen gefangen wurden, war schon so weit fortgeschritten, daß bis auf die Altersklassen 1+ und 2+ alle Fische kurz vor dem Ablaichen gestanden haben. Während die zweijährigen männlichen Hechte im Frühjahr bereits reif waren, wiesen die gleichaltrigen weiblichen Hechte noch unreife Gonaden auf.

Die Laichzeit der Hechte ist für Königssee und Obersee gleichermaßen für die Monate April/Mai anzusetzen. Dieser vergleichsweise späte Laichtermin ist auf die niedrigen Wassertemperaturen in beiden Seen zurückzuführen.

5.6.3 Längen-Gewichtsrelation, Wachstum

Für die Königsseehechte ist in Abb. 63 die Längen-Gewichtsbeziehung dargestellt, was für den Obersee aufgrund zu weniger gefangener Tiere nicht möglich ist.

Das Längenwachstum der Hechte aus dem Königssee und Obersee (Abb. 64) ist unter Berücksichtigung der niedrigen Wassertemperaturen in beiden Seen als verhältnismäßig gut zu bezeichnen, wenn man

das durchschnittliche Wachstum der Bodenseehechte zugrunde legt (HEGEMANN, 1964). Da vom Obersee nur sehr wenige Tiere zur Verfügung standen, sind die Wachstumsdaten nur als Orientierungswerte zu betrachten. Sie deuten darauf hin, daß das Wachstum im Vergleich zu den Königsseehechten sehr ähnlich verläuft, was durch die ermittelten Längen der sechs- bis achtjährigen Hechte belegt wird (Tab. 26).

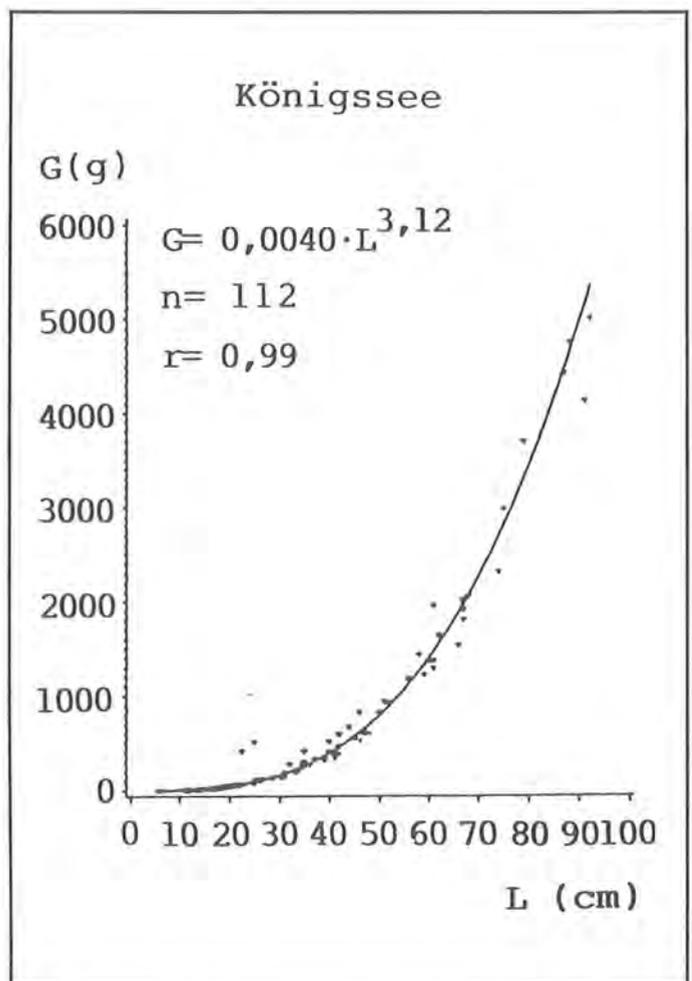


Abb. 63: Längen-Gewichtsrelation von Hechten aus dem Königssee (1981 – 1983).

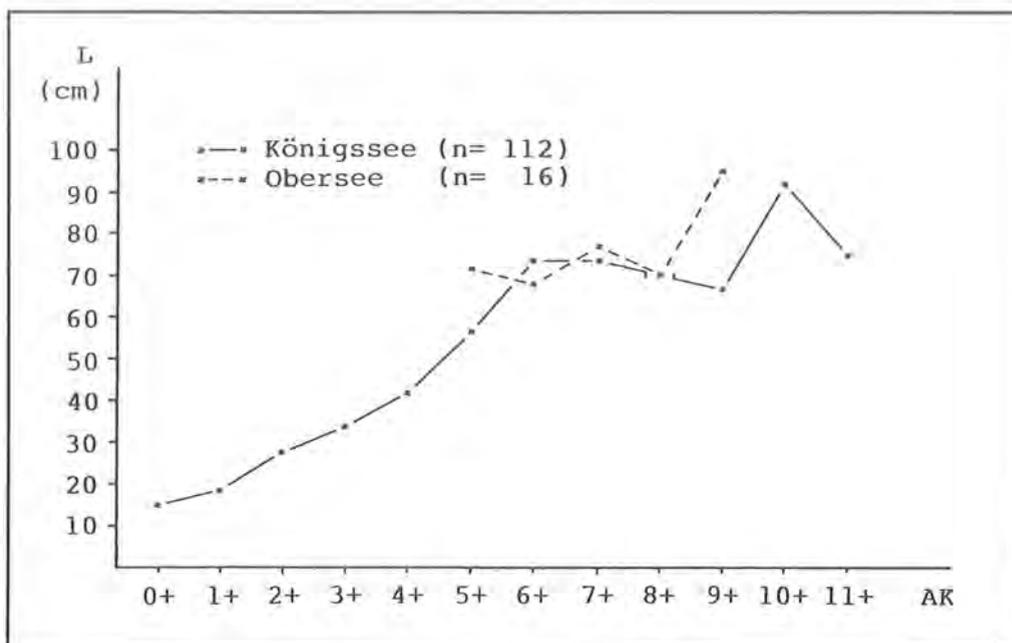


Abb. 64:
Längenwachstum von Hechten
aus dem Königssee und
Obersee (1981 – 1983).

5.7 Rutte

Die Rutte ist als einziger Vertreter der Dorschfische (Gadidae) im limnischen Bereich ein räuberisch lebender Bodenfisch, der kaltes, klares Wasser bevorzugt. Im Königssee und Obersee findet diese Fischart durch gute Unterstandsmöglichkeiten unter großen Steinen und versunkenem Holz günstige Lebensbedingungen. Darüber hinaus steht dem Räuber aufgrund der großen Elritzen- und Mühlkopfenbestände ein reichhaltiges Nahrungsangebot zur Verfügung.

5.7.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur

Ähnlich wie beim Hecht konnte lediglich im Königssee mit 121 Stück eine etwas größere Anzahl an Ruten vornehmlich elektrisch gefangen werden. Dagegen gelang im Obersee der Fang von nur 20 Tieren. Angesichts der geringen Stichprobenumfänge wird lediglich für die Ruten des Königssees eine Längenhäufigkeitsverteilung aufgestellt (Abb. 65).

Dreiviertel (76%) der Ruten aus dem Königssee verteilen sich auf die Längenklassen 25, 30 und 35cm.

Die wenigen Fische aus dem Obersee, die fast ausschließlich mit Bodennetzen gefangen wurden, weisen entsprechend größere Längen auf und sind den Längenklassen 40 bis 55cm zuzuordnen.

Die Stichprobe aus dem Königssee weist im Gegensatz zu der des Obersees auch Ruten der Altersklassen 1+ bis 4+ auf. Dies ist wiederum der unterschiedlichen Fangwirkung von „passiven“ Stellnetzen und vom „aktiven“ Elektrofangerät zuzuschreiben. So war es z.B. nicht möglich, kleinere Ruten mit einwandigen Bodennetzen zu fangen. Die in Abb. 66 dargestellte Altersklassenstruktur der Ruten wird demnach nicht der tatsächlichen Situation gerecht. Lediglich die Altersklassen im Bereich abnehmender Anteile, beim Königssee AK 5+ und beim Obersee ab AK 6+, können annähernd die Bestandsverhältnisse in den beiden Seen repräsentieren.

5.7.2 Reifegradentwicklung, Laichtermin

Auf der Basis der Reifegradbestimmungen an den Gonaden der Ruten läßt sich der Laichtermin nur näherungsweise abschätzen. Von den während der Frühjahrstermine (April/Mai) im Königssee gefange-

Tab. 26: Längen- und Gewichtswachstumsdaten von Hechten aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

AK	n	Königssee		Gewicht (g)	n	Obersee		Gewicht (g)
		Länge (cm)	S			Länge (cm)	S	
0+	10	15,2	4,0	21,5	-	-	-	-
1+	27	18,6	5,7	47,7	-	-	-	-
2+	18	27,8	10,2	171,8	-	-	-	-
3+	22	33,9	12,7	337,1	-	-	-	-
4+	13	42,0	10,9	564,9	-	-	-	-
5+	11	56,7	12,9	1347,0	3	71,3	3,6	2298
6+	2	73,5	7,8	2880,0	6	67,9	1,7	2126
7+	3	73,7	11,5	2790,0	4	76,8	12,3	2906
8+	-	-	-	-	2	70,0	1,4	2318
9+	2	66,5	0,7	1773,0	1	95,0	-	6500
10+	2	91,5	0,7	4565,0	-	-	-	-
11+	2	74,5	19,1	3355,0	-	-	-	-

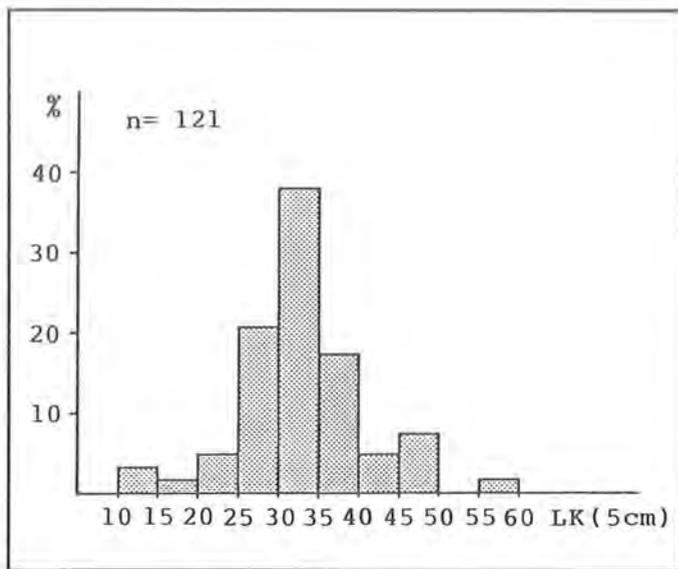


Abb. 65: Längenhäufigkeitsverteilung von Ruten aus dem Königssee (angegeben sind jeweils die untere Grenze der Längensklasse, z.B. LK 20 = 20,0 – 24,9c.).

nen Tiere wiesen 4% Reifegrad 7, 57% Reifegrad 8 und 40% Reifegrad 3 auf. Im Obersee hatten 20% der Ruten Reifegrad 6, 50% Reifegrad 7, 20% Reifegrad 8 und 10% Reifegrad 3. Da die meisten Ruten im April schon verlaicht waren, nur wenige Exemplare

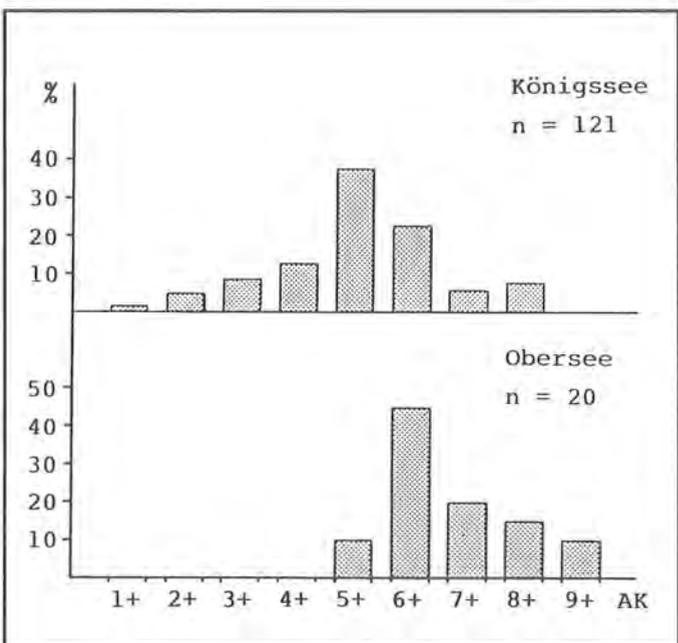


Abb. 66: Altersklassenverteilung von Ruten aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

besaßen noch Vollreife, wird auf einen Laichtermin zwischen Januar und März geschlossen.

5.7.3 Längen-Gewichtsrelation, Wachstum

Die Längen-Gewichtsrelation der Königsseeruten zeigt Abb. 67.

Das Längenwachstum der Ruten aus dem Königssee und Obersee ist Abb. 68 zu entnehmen. Die verhältnismäßig großen Variationsbreiten in den einzelnen Altersklassen und der geringe Stichprobenumfang bewirken den unregelmäßigen Kurvenverlauf. Es fällt jedoch auf, daß die Ruten der Altersklassen 5+ bis 9+ im Obersee wesentlich höhere Durchschnittslängen aufweisen als die des Königssees. Die pro Altersklasse ermittelten Längen- und Gewichtsdaten sind in Tab. 27 zusammengestellt.

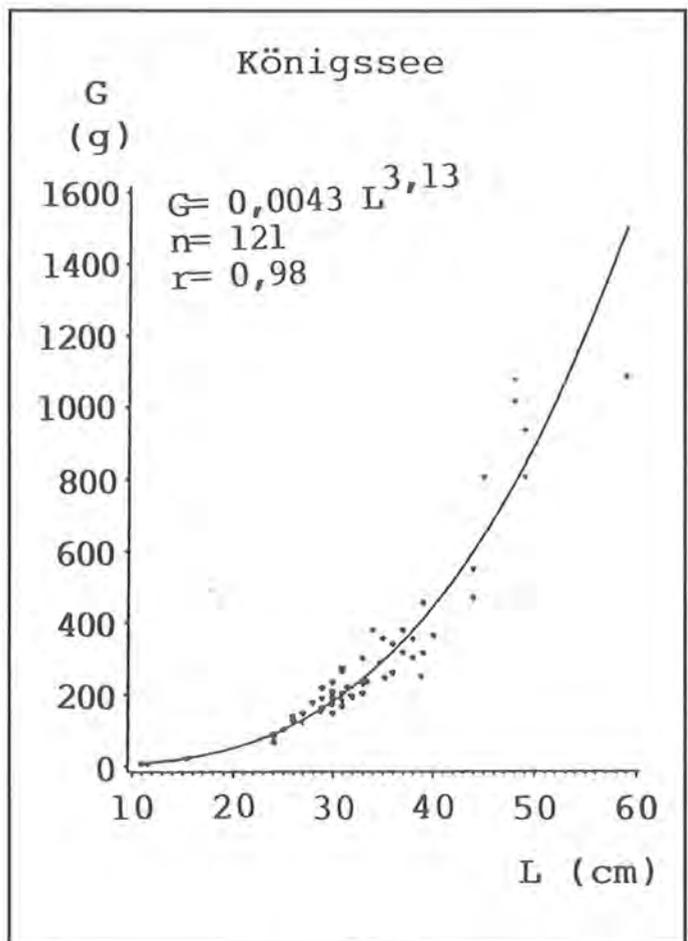


Abb. 67: Längen-Gewichtsrelation von Ruten aus dem Königssee (1981 – 1983).

Tab. 27: Längen- und Gewichtswachstumsdaten von Ruten aus dem Königssee und Obersee (1981 – 1983).

AK	n	Königssee Länge (cm)		Gewicht (g) \bar{x}	n	Obersee Länge (cm)		Gewicht (g) \bar{x}
		\bar{x}	S			\bar{x}	S	
1+	2	11,6	0,0	7,0	—	—	—	—
2+	6	16,8	5,9	40,0	—	—	—	—
3+	10	32,5	4,1	221,2	—	—	—	—
4+	15	29,8	5,4	172,5	—	—	—	—
5+	45	32,4	5,2	237,5	2	46,0	0,0	870
6+	27	34,3	5,1	329,1	9	49,7	4,4	1028
7+	7	34,4	8,3	354,3	4	56,4	0,8	1494
8+	9	46,9	10,1	825,9	3	51,4	3,2	1274
9+	—	—	—	—	2	48,9	0,6	1063

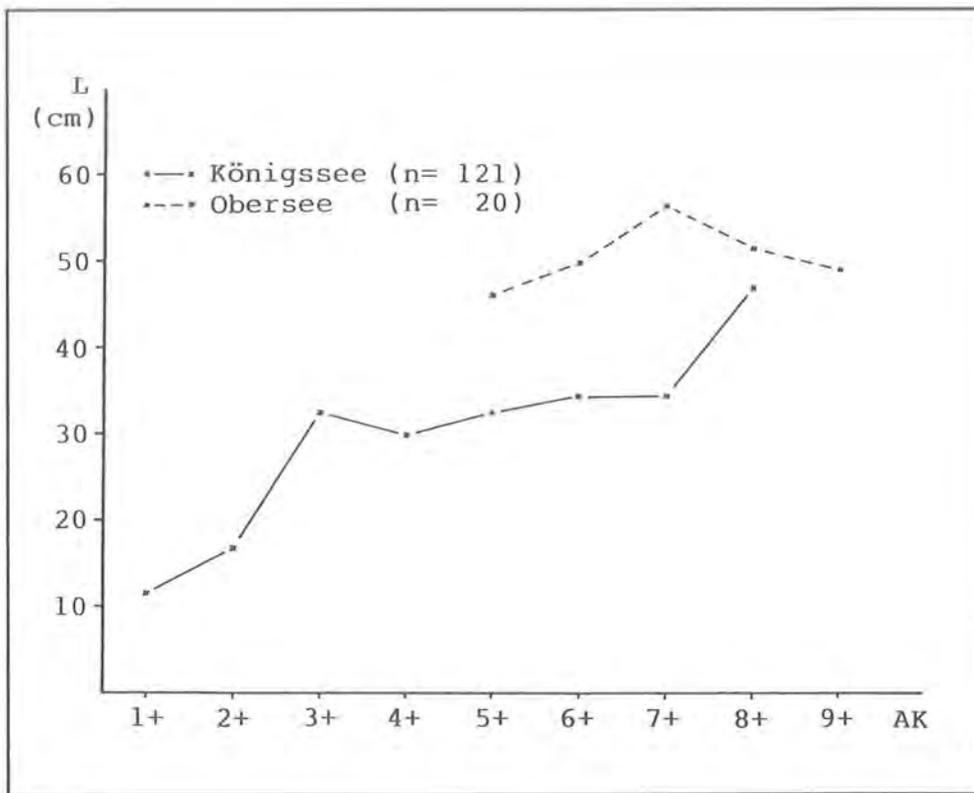


Abb. 68:
Längenwachstum von Rutten
aus dem Königssee
und Obersee (1981 – 1983).

5.8 Bachsaibling

Der Bachsaibling war ursprünglich in Europa nicht heimisch und ist 1884 aus Nordamerika eingeführt worden (MUUS und DAHLSTRÖM, 1974). Soweit es sich anhand von Besatzlisten zurückverfolgen läßt, sind im Königsseegebiet zwischen 1960 und 1971 5870 Bachsaiblinge, meist als zweisömmerige Setzlinge, ausgesetzt worden. Inwieweit die Fische auch direkt in den See entlassen wurden, läßt sich nicht mehr nachvollziehen. Eine sich selbst erhaltende

Bachsaiblingspopulation hat sich im Oberseebach, der Bachverbindung zwischen Obersee und Königssee, etabliert. Im Rahmen der Fischuntersuchungen wurde festgestellt, daß 12 von 45 Bachsaiblingen (= 26,7%) mit den Plerocercoiden des Hechtbandwurms befallen waren. Die Infektion erfolgt vermutlich durch das Oberseeplankton, das über den Bach abgeschwemmt wird.

Durch verschiedene Elektrobefichungen wurde beobachtet, daß sich ein Teil der Bachsaiblingspopula-

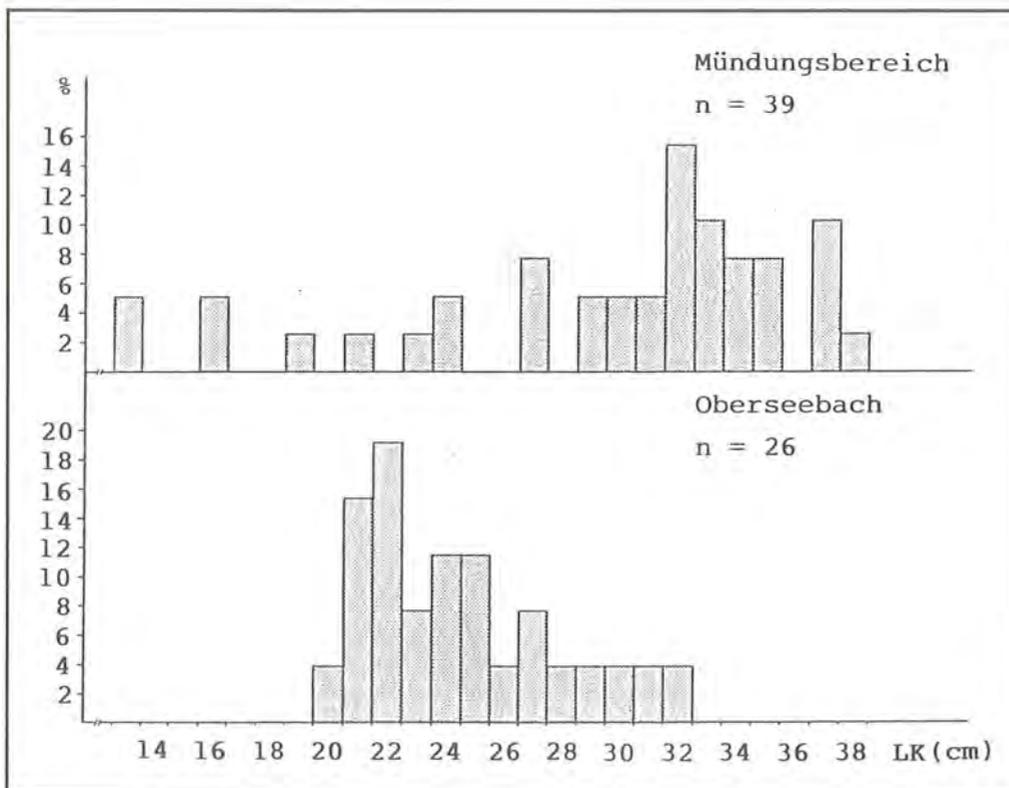


Abb. 69:
Längenhäufigkeitsverteilung
von Bachsaiblingen aus dem
Oberseebach und dem
Mündungsbereich.

tion im Mündungsbereich zum Königssee aufhielt. Diese Fische heben sich durch eine wesentlich bessere körperliche Kondition von denen der übrigen Population hervor. Aufgrund von vereinzelt Bachsaiblingfängen in Bodennetzen, die im flachen Südteil des Königssees zwischen Halbinsel und Bachmündung gestellt waren, wird auf ein zeitweises Einwandern der Bachsaiblinge in den Königssee geschlossen. Dieses Einwandern dient den Fischen offensichtlich zum gezielten Rauben in den zahlreichen Elritzenschwärmen, die sich um die Halbinsel herum aufhalten. Die Bachsaiblinge werden nachfolgend in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe (Oberseebach) repräsentiert die Fische, die im Rahmen der Bachabfischung im Frühjahr 1981 erfaßt wurden. Die zweite Gruppe (Mündungsbereich) wird durch die Bachsaiblinge, die im Mündungsbereich oder im Südteil des Königssees gefangen wurden, gestellt.

5.8.1 Längenhäufigkeitsverteilung, Altersklassenstruktur

Die beiden Bachsaiblingsgruppen unterscheiden sich deutlich in ihrer Längenzusammensetzung (Abb. 69). Die Oberseebach-Fische verteilen sich zu fast 70% auf die Längensklassen 20 bis 25cm. Für die Fische dieser Stichprobe wurde eine Durchschnittslänge von 24,3cm errechnet. Da sich die Bachsaiblinge der Mündungsbereich-Gruppe zu rund 60% auf die Längensklassen 30 – 38cm stützen, wurde für sie auch die wesentlich höhere Durchschnittslänge von 29,5cm berechnet.

In der Altersklassenzusammensetzung (Abb. 70) dominieren in beiden Gruppen die fünfjährigen Fische. Bei den Bachsaiblingen des Mündungsbereichs tritt jedoch die Altersklasse 8+ mit 18% verstärkt in Erscheinung.

5.8.2 Wachstum, Laichtermin

Das Längenwachstum der Bachsaiblinge kann Abb. 71 entnommen werden. Durch die wenigen Fische, die sich auf acht verschiedene Altersklassen verteilen, können die ermittelten Daten nur einen groben Eindruck von der Wachstumsleistung vermitteln.

Vergleicht man das Wachstum der Bachsaiblinge beider Gruppen miteinander (Tab. 28), so deuten die Ergebnisse auf ein wesentlich rascheres Wachstum der

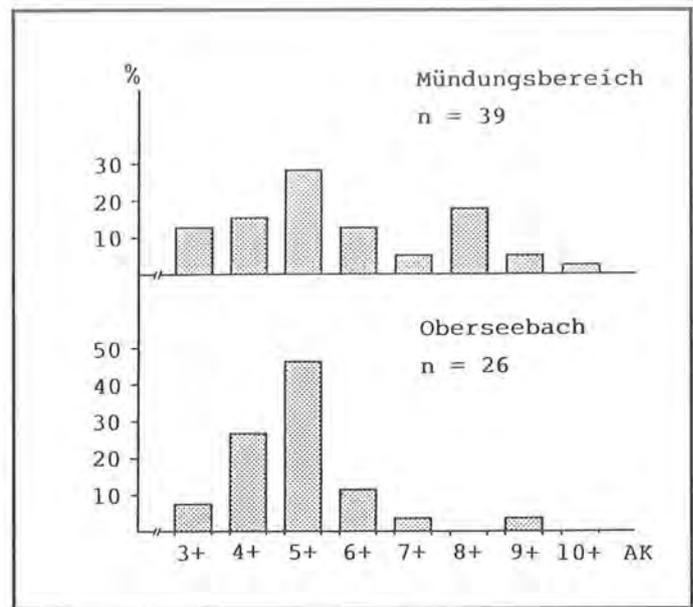


Abb. 70: Alterklassenverteilung von Bachsaiblingen aus dem Oberseebach und dem Mündungsbereich.

Mündungsbereich-Fische hin. Dies wäre wiederum der günstigeren Ernährungssituation bzw. dem veränderten Freßverhalten der Fische zuzuschreiben. Auch die Berechnung der Fultonschen Konditionsfaktoren, die für die Oberseebach-Gruppe 0,84 und für die Mündungsbereich-Gruppe 1,08 ergab, unterstreicht die Beobachtung.

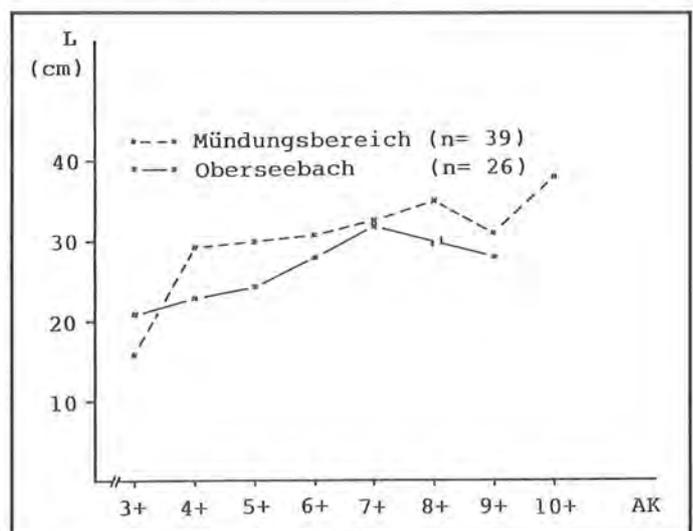


Abb. 71: Längenwachstum von Bachsaiblingen aus dem Oberseebach und dem Mündungsbereich.

Tab. 28: Längen- und Gewichtswachstumsdaten von Bachsaiblingen aus dem Oberseebach und dem Mündungsbereich.

AK	n	Oberseebach				Mündungsbereich				
		Länge (cm)		Gewicht (g)		n	Länge (cm)		Gewicht (g)	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S		\bar{x}	S	\bar{x}	S
3+	2	21,0	1,4	81,0	21,2	5	16,0	3,2	46,4	27,7
4+	7	23,0	2,0	105,7	32,8	6	29,2	4,2	286,7	119,0
5+	12	24,2	2,9	114,9	36,9	11	30,0	4,9	307,7	132,0
6+	3	28,0	2,6	223,3	85,0	5	30,8	4,1	327,0	130,0
7+	1	32,0	—	240,0	—	2	32,5	0,7	330,0	70,7
8+	—	—	—	—	—	7	35,0	1,5	503,6	62,1
9+	1	28,0	—	210,0	—	2	31,0	5,7	355,0	276,0
10+	—	—	—	—	—	1	38,0	—	685,0	—

Das insgesamt langsame Wachstum der Bachsaiblinge ist im wesentlichen auf eine Überpopulation im Oberseebach zurückzuführen. Am eindrucksvollsten belegt das Fangergebnis vom 27. 04. 1981 diese Aussage (vgl. Tab. 6). Bei der Elektrofischung wurden an jenem Tag 629 Bachsaiblinge mit einem Gesamtgewicht von 23,3kg gefangen (Durchschnittsgewicht 45,6g), wobei schätzungsweise 50% des tatsächlichen Bestandes erfaßt wurden. Bezogen werden muß das Ergebnis auf eine Wasseroberfläche von ca. 0,3ha. Als weiteres Indiz für einen zu großen Fischbestand in bezug zum Nahrungsangebot können die vielen abgemagerten Bachsaiblinge mit großen Köpfen und sogenannten „Messerrücken“ gewertet werden, die während der Befischung beobachtet wurden.

Der Bachsaibling ist im Oberseebach die absolut dominierende Fischart. Es ist anzunehmen, daß ursprünglich die heimische Bachforelle das Gewässer als Hauptfischart bewohnt hat und im Zuge des Bachsaiblingsbesatzes bis auf eine geringe Restpopulation verdrängt wurde.

Anhand der Ergebnisse der Reifegradbestimmungen läßt sich als Beginn der Bachsaiblingslaichzeit im Oberseebach der Oktober angeben. Die in diesem Monat gefangenen Fische waren bereits laichreif bzw. standen kurz davor.

5.9 Übrige Fischarten

Unter dem Kapitel „übrige Fischarten“ werden jene Fischarten erwähnt, die nicht direkt in das Untersuchungsprogramm aufgenommen wurden, oder von denen nur wenige Exemplare zur Verfügung standen.

5.9.1 Mühlkoppe, Elritze

Die beiden Kleinfischarten Mühlkoppe und Elritze sind im Königssee, Obersee und Oberseebach beheimatet und spielen im Artengefüge der Gewässer eine wichtige Rolle. Da sie mit herkömmlichen Fanggerä-

ten nicht zu fangen sind, wurden sie nicht ins Untersuchungsprogramm aufgenommen. Auch mit dem Elektrofangergerät sind sie nur zu bestimmten Jahreszeiten mit sehr großem Aufwand zu erreichen. Mühlkoppen reagieren beispielsweise äußerst empfindlich auf elektrischen Strom und fallen sehr früh in Narkose, noch bevor sie herausgekeschert werden können.

Auf der Basis von Beobachtungen, die anlässlich der Elektrofischungen und Uferbegehungen gemacht wurden, werden die Bestände von Mühlkoppe und Elritze als sehr gut bezeichnet. Insbesondere Elritzen treten in den Sommermonaten gebietsweise massenhaft auf.

5.9.2 Bachforelle, Seeforelle, Kleine Maräne

Von insgesamt 13 Bachforellen wurde lediglich eine einzige direkt im Königssee mit einem 42mm-Schwebnetz gefangen. Der Fang der anderen Bachforellen erfolgte mit Hilfe des Elektrofangergerätes hauptsächlich im Oberseebach während der Abfischung im April 1981, im Mündungsbereich des Oberseebaches und vereinzelt im ausgewaschenen Geröllbecken am Fuße des Schrainbach-Wasserfalles. Wie den aufgeführten Körpermaßen in Tab. 29 zu entnehmen ist, sind die gefangenen Bachforellen aus dem Oberseebach mit durchschnittlich 24,6cm wesentlich kleiner als die aus dem Mündungsbereich mit einer mittleren Länge von 30,0cm. Da die Fische der ersten Gruppe bei geringerer Länge älter ($\bar{x}=7,0$ Jahre) sind als die der zweiten Gruppe ($\bar{x}=5,3$ Jahre), zeigen sie deutlich schlechtere Wachstumsleistungen. Es ist anzunehmen, daß dies der sehr hohen Bestandsdichte der Bachsaiblingspopulation im Oberseebach zuzuschreiben ist (vgl. 5.8.2), die durch Nahrungskonkurrenz das Wachstum der Bachforellen ungünstig beeinflusst.

Die einzige Seeforelle, die im Rahmen der dreijährigen Untersuchungen erfaßt wurde, stammt aus einem Fang des Berufsfischers. Sie hatte eine Länge von 41,7cm, ein Gewicht von 759g und war drei Jahre alt. Aufgrund der Tatsache, daß im Rahmen der Ver-

Tab. 29: Biometrische Daten von Bachforellen, Seeforellen und Kleinen Maränen.

Gewässer	Fischart	Fangdatum	Länge (cm)	Gewicht (g)	Altersklasse
Oberseebach	Bachforelle	27. 04. 81	29,0	185,0	8+
	Bachforelle	27. 04. 81	24,0	140,0	9+
	Bachforelle	27. 04. 81	26,0	140,0	7+
	Bachforelle	27. 04. 81	29,0	220,0	9+
	Bachforelle	27. 04. 81	35,0	410,0	9+
	Bachforelle	27. 04. 81	29,0	210,0	7+
Mündungsbereich	Bachforelle	06. 10. 81	26,3	137,7	4+
	Bachforelle	06. 10. 81	26,0	180,0	8+
	Bachforelle	23. 04. 82	34,0	425,0	6+
	Bachforelle	23. 07. 82	38,0	640,0	5+
	Bachforelle	23. 07. 82	22,0	115,0	5+
	Bachforelle	23. 07. 82	34,0	485,0	6+
	Bachforelle	29. 04. 83	30,0	264,0	3+
	Bachforelle	29. 04. 83	30,0	264,0	3+
Königssee	Seeforelle	30. 04. 83	41,7	759,0	3+
Königssee	Kleine Maräne	30. 09. 80	29,0	165,0	5+
	Kleine Maräne	17. 07. 81	27,9	140,0	2+
	Kleine Maräne	17. 07. 81	30,6	143,0	3+
	Kleine Maräne	03. 10. 81	29,0	135,0	2+



Rutte.



Elritze.



Mühlkoppe.



Seeforelle.

suchsfischereien nicht eine einzige Seeforelle gefangen werden konnte, wird der Seeforellenbestand als äußerst gering angesehen. Im Obersee, wo sie ursprünglich auch vorgekommen sein soll (pers. Mitteilung Fischermeister AMORT) muß sie wahrscheinlich als ausgestorben angesehen werden.

Es wäre durchaus sinnvoll, die ursprünglich heimische Seeforelle (SCHRANK, 1785) im Königssee und Obersee durch gezielte Besatzmaßnahmen wieder einzubürgern. Um die Bestandsentwicklung verfolgen zu können, sollen die Fische markiert werden.

Die Kleine Maräne ist vermutlich zufällig mit anderen Satzfishen in den Königssee gelangt. Es wurden le-

diglich in den ersten beiden Jahren vier Fische dieser Art gefangen. Es ist denkbar, daß die Kleine Maräne keinen sich selbsterhaltenden Bestand bildet und aufgrund ihrer Kurzlebigkeit nicht mehr existiert.

5.9.3 Aitel, Brachse, Schleie, Aal

Die vier Arten Aitel, Brachse, Schleie und Aal sind für den Lebensraum Königssee vollkommen atypisch. Sie sind vermutlich mit Renkensämlingen, die in Karpfenteichen produziert wurden, oder als Köderfische von Sportfishern in den Königssee gekommen. Ein Aufsteigen dieser Fremdfischarten aus der Königsseer Ache wird aufgrund des für Fische unüber-

Tab. 30: Biometrische Daten von Aitel, Brachse und Schleie aus dem Königssee.

Fischart	Fangdatum	Länge (cm)	Gewicht (g)	Altersklasse
Aitel	27.04.81	18,3	68,0	3+
Aitel	03.10.81	32,0	365,0	4+
Aitel	23.04.82	32,0	385,0	5+
Aitel	23.04.82	29,3	265,0	6+
Aitel	23.04.82	26,0	200,0	5+
Aitel	23.07.82	26,0	185,0	6+
Aitel	07.10.82	33,0	375,0	6+
Aitel	07.10.82	36,0	560,0	5+
Aitel	29.04.83	28,9	281,0	6+
Aitel	29.04.83	31,8	357,0	6+
Brachse	03.10.81	50,0	1680,0	9+
Schleie	08.10.82	32,0	490,0	4+

windbaren Wehres am Auslauf vom Königssee für unwahrscheinlich gehalten.

Die vier Fischarten, die von Natur aus wärmeliebend sind, wurden zum großen Teil am Süden des Königssees im Bereich vor der Saletalm gefangen. Hier gibt es zum Teil schon stärkere Sedimentablagerungen und dichten Uferbewuchs.

Außer der Brachse, die sich in einem 50mm-Bodennetz fing, erfolgte der Fang der übrigen Arten (Tab. 30) ausschließlich mit dem Elektrofänger.

Die Aitel hielten sich zum Teil im Mündungsbereich des Oberseebaches oder auch direkt im Bach auf.

Die fünf Aale aus dem Königssee, die Stückgewichte zwischen 100 und 700g aufwiesen, hatten ihre Unterstände zwischen Gerölsteinen im Uferbereich nördlich des Saletalm-Anlegers. Der einzelne Aal aus dem Obersee ist möglicherweise über den Oberseebach vom Königssee eingewandert und hielt sich in einem versunkenen Baumstamm versteckt.

6 Diskussion

Die Fischbestände vom Königssee, Obersee und Grünsee im Nationalpark Berchtesgaden wurden in der Zeit von 1980 bis 1983 einer fischereibiologischen Analyse unterzogen. Das Ziel der Untersuchungen war, den derzeitigen Status quo als Vergleichsbasis für spätere Folgeuntersuchungen zu dokumentieren. Darüber hinaus gilt es, die Auswirkungen der Fischereiausübung auf die Fischpopulationen zu beurteilen und die Stellung der Fischerei in Übereinstimmung mit dem Nationalparkgedanken zu definieren. Obwohl in den vergangenen Jahrzehnten verhältnismäßig viele Arbeiten über die Fischbestände des Königssees und Obersees erschienen sind, standen für den Vergleich der eigenen Ergebnisse nur relativ wenige konkrete Informationen zur Verfügung. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, quantitative Aspekte in die Bewertung der Bestände mit einzubeziehen. Auf der Basis von Echolotaufnahmen wird für den Königssee eine fast doppelt so hohe Fischbiomasse (gewichtsbezogen) ermittelt wie für den Obersee. Dagegen ist die Individuendichte im Obersee nur wenig geringer als im Königssee. Eine Analyse der Wechselbeziehung von Bestandsdichte und Fischwachstum ist nicht möglich, da die Temperatur- und Nahrungsverhältnisse im Obersee nicht bekannt sind.

Bedingt durch den Einsatz der passiv fangenden Stellnetze ist eine quantitative Abschätzung von Fischbeständen in Binnenseen kaum möglich (HAMELEY, 1980). Darüber hinaus wirkt die Selektivität und die nachlassende Effektivität bei Abnahme der Maschenweite von Stellnetzen komplizierend, selbst wenn es nur darum geht, das Verhältnis verschiedener Fischarten zueinander zu beurteilen.

Diese Probleme kamen bei der Befischung des Seesaiblings- und Renkenbestandes im Königssee voll zum Tragen. Auch die unterschiedlichen Aufenthaltstiefen beider Arten erschwerten eine repräsentative Probenahme. Durch eine schlechtere Erreichbarkeit der Seesaiblinge und den Einsatz der Schwebnetze vorwiegend in den obersten 10 – 15m (Hauptaufenthaltstiefe der Renken) wird der Anteil der Renken auf der Basis der Fangergebnisse überschätzt (vgl. Tab. 6).

Unter Zugrundelegung der Einheitsfänge aus den Versuchsfischereien wird der Seesaibling als die dominierende Art in allen drei untersuchten Seen angesehen. Die Seesaiblinge bewohnen sowohl im Königssee als auch im Obersee vorwiegend die tieferen Wasserschichten zwischen 15 und 50m Tiefe. Ein Einfluß der seit 1949 gezielt in den Königssee eingesetzten Renken auf die Tiefenverteilung der Seesaiblinge wird ausgeschlossen, da sich die Seesaiblinge nach SCHINDLER (1950) auch vor der Existenz eines Renkenbestandes in dem oben genannten Tiefbereich aufhielten. Möglicherweise hat die Renke

durch die Besiedlung der obersten Wasserschichten eine nur wenig genutzte ökologische Nische besetzt. Auch hinsichtlich der Nahrungsauswahl scheinen sich die Seesaiblinge in den vergangenen vierzig Jahren nicht umgestellt zu haben. Wie GERSTMEIER (1985) festgestellt hat, geben die Königsseesaiblinge im Sommer und Herbst den Bosminen (Cladoceren) deutlich vor dem reichlich vorhandenen Cyclops den Vorzug. Daß der Seesaibling in dieser Zeit auf Bosmina wegen „der dominierenden Konkurrenz der Renke um Cyclops ausweichen muß“, wie Gerstmeier ausführt, ist nicht unbedingt schlüssig und erlaubt auch eine andere Interpretation. SCHINDLER (1950) hat schon Ende der vierziger Jahre, also noch vor der Anwesenheit eines Renkenbestandes im Königssee, aufgrund von Magenuntersuchungen herausgefunden, daß die Seesaiblinge in der Zeit von Mai bis September vorzugsweise Cladoceren gefressen hatten. Die Annahme SCHINDLERS, daß die Saiblinge des Königssees ihre Nahrung nach dem Geschmack auswählen und daß ihr geringes Wachstum nicht durch die Planktonmenge an sich, sondern möglicherweise eher durch die Artzusammensetzung bestimmt wird, ist es wert, für die Diskussion über eine Nahrungskonkurrenz zwischen Renke und Seesaibling berücksichtigt zu werden.

Es ist anzunehmen, daß die Renke den Seesaibling in seinem Bestand bisher nicht nachhaltig beeinträchtigt hat.

Das Wachstum von Seesaiblingen, Barschen und Renken ist vergleichsweise sehr langsam in den betreffenden Seen und ist in erster Linie den ganzjährig niedrigen Wassertemperaturen zuzuschreiben. Darüber hinaus spielen der oligotrophe Charakter und die relativ hohen Bestandsdichten eine gewichtige Rolle.

In der Vergangenheit wurde wiederholt angenommen, daß das sog. Zwergwachstum der Seesaiblinge auf den Befall mit Plerocercoiden des Hechtbandwurm *Triaenophorus nodulosus* zurückzuführen ist (REICHENBACH-KLINKE, 1969). Durch die Gegenüberstellung der Wachstumsdaten von parasitierten und nichtparasitierten Fischen konnte ein signifikanter Einfluß nicht festgestellt werden.

Der Hecht spielt als Endwirt im Entwicklungskreislauf von *T. nodulosus* die entscheidende Rolle. Von seiner Bestandsstärke hängt im wesentlichen der Infektionsdruck auf die Zwischenwirte Zooplankton und Fisch ab. Sollte langfristig eine Verbesserung des Gesundheitsstatus der Fische im Königssee und Obersee in Erwägung gezogen werden, so wäre dies nur im Zuge einer drastischen Regulierung der Hechtpopulation in beiden Seen denkbar.

Nachdem SIEBECK (1982) die Vertreter der aquatischen Nahrungskette bis zur Stufe der Konsumenten beschrieben hat, soll zur Vervollständigung des Gesamtbildes die Stellung der Vertreter der Fischfauna im Ökosystem Königssee und Obersee umrissen werden. Die Fischartenzahl ist dem Seentyp entsprechend gering, wenn man von den zufällig in den See

gelangten Arten absieht. So lassen sich für den Königssee die acht Arten Seesaibling, Barsch, Renke, Hecht, Rutte Mühlkoppe, Elritze und Seeforelle (?) nennen. Der Obersee beherbergt mit Seesaibling, Barsch, Hecht, Rutte, Mühlkoppe und Elritze nur sechs Arten, während der Grünsee mit Seesaibling und Elritze die geringste Artenzahl aufweist.

Als Endglieder der Nahrungskette sind Hecht, Rutte, Seeforelle und der große Seesaibling anzusehen, da sie sich zumindest ab einer bestimmten Größe hauptsächlich von Fischen ernähren. Während die beiden erstgenannten Arten sich vorwiegend im Litoralbereich aufhalten, sind Seeforelle und großer Seesaibling Vertreter des Pelagials.

Seesaiblinge und Renke leben als Planktonfresser vorzugsweise im Pelagial. Der Barsch ist als reiner Litoralbewohner durchaus in der Lage, mit zunehmender Größe neben Benthosorganismen auch verstärkt Fische zu fressen.

Die Verbreitung der Kleinfischarten Elritze und Mühlkoppe ist ebenfalls auf den Litoralbereich beschränkt. Die Mühlkoppe ist aufgrund der fehlenden Schwimmblase ein reiner Bodenfisch. Die Bedeutung dieser beiden Arten im Nahrungsgeflecht liegt u.a. in ihrer Funktion als Futterfisch für die Raubfischarten.

Die Seen des Nationalparks sind aufgrund ihrer ökologischen Verhältnisse als reine Salmonidenseen einzustufen. Das Vorkommen des Hechtes ist daher als atypisch zu bezeichnen. Die Aufgabe, den Hechtbestand zugunsten der Seeforelle zurückzudrängen, ist nur mit berufsfischereilichen Methoden zu lösen. Dazu ist die Aufhebung der gesetzlichen Schonzeit und des Schonmaßes zu fordern. Um ein nachhaltiges Zuwandern von Hechten aus dem Obersee zu verhindern, sollte hier die Berufsfischerei wieder zugelassen werden.

Der Berufsfischer am Königssee kann als Teil des Nahrungsgeflechtes im weiteren Sinne angesehen werden, der nachweislich seit mehreren Jahrhunderten die Funktion als ein weiteres Endglied wahrnimmt. Die Ausübung der Berufsfischerei am Königssee läßt sich durchaus mit dem Nationalparkgedanken vereinbaren. Die Gewährleistung der Fischereiausübung stellt die Wahrung eines alten Kulturgutes am Königssee dar. Für die Zukunft kommt dem Berufsfischer aber die wichtige Aufgabe eines Beobachters zu.

Nur durch die kontinuierliche Präsenz vor Ort, das heißt einer permanenten Beobachtung der Fischbestände, ist die Wahrnehmung von möglichen Veränderungen innerhalb der Fischfauna gewährleistet. Eine Beeinträchtigung der natürlichen Entwicklung naturnaher Lebensgemeinschaften durch die Fischerei ist während der vergangenen 200 Jahren nicht eingetreten und wird auch künftig nicht zu erwarten sein. Notwendig erscheinende Besatzmaßnahmen sollten

nach vorheriger Abstimmung mit Fachbehörden hinsichtlich Art und Menge nur mit Fischen durchgeführt werden, die von Königssee-Elterntieren gewonnen werden. Zur Wahrung der gewässerspezifischen Identität der Fische sollte auf den Besatz mit Fremdfischen verzichtet werden.

Als einzige Fischart wurde in den vergangenen Jahren nur noch die Renke besetzt. Es ist davon auszugehen, daß sie sich im Arteninventar des Königssees als eine sich selbsterhaltende Fischart etabliert hat. Angesichts des großen Seesaiblingsbestandes wird es jedoch als unwahrscheinlich erachtet, daß sie ohne Besatz einen lohnenden Fischertrag gewährleisten kann. Dieser Renkenenertrag, der sich in den letzten Jahren auf schätzungsweise 2000 – 3000 gefangene Renken beziffern läßt, stellt nach Aussage des Berufsfischers eine wesentliche Stütze seiner Existenz dar. Eine Stützung des Renkenbestandes mit jährlich ca. 20000 Renkensömmerlingen (6 – 8 cm) wie bereits in der Vergangenheit praktiziert, ist aus fischereibiologischer Sicht sinnvoll und auch ökologisch tragbar. Bei einem zu erwartenden Wiederfang von höchstens 10% ist die Besatzmenge nicht zu hoch gewählt.

Von der Fischerei muß künftig gefordert werden, daß Fangstatistiken, die Angaben über Fischart, Menge, Gewicht und Anzahl der eingesetzten Netze zu enthalten haben, den Fachbehörden zur Beurteilung der Bestandsentwicklung vollständig zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus muß der Berufsfischer mit der Durchführung von Versuchsfischereien einverstanden sein und gegebenenfalls auch zu gezielten, zeitlich befristeten Auftragsfischereien bereit sein.

Zur Wiedereinbürgerung bzw. Stützung der ursprünglich heimischen Seeforelle wird ein zeitlich befristeter Besatz vorgeschlagen. In Anbetracht der ungünstigen Bestandssituation könnten ausnahmsweise Satzische aus anderen bayerischen Seen verwendet werden. Es könnte damit ein Beitrag zum Erhalt einer Fischart geleistet werden, die in ihren natürlichen Beständen stark gefährdet ist. Der Königssee würde eines der letzten Refugien für diese großwüchsige Salmonidenart darstellen, die Gewichte bis zu 25kg erreichen kann.

Zusammenfassend läßt sich die fischereiliche Situation an den drei untersuchten Seen wie folgt darstellen. Im Königssee, Obersee und Grünsee befinden sich die jeweiligen Fischbestände derzeit in einem stabilen Gleichgewicht zueinander. Das Gleichgewicht ist auf ein ökologisch angepaßtes Fischartenspektrum, die breitgefächerten Altersklassenstrukturen und die Kontinuität der auf- und abbauenden Faktoren, die auf Fischbestände einwirken (Vermehrung, Wachstum, Sterblichkeit) zurückzuführen. Die Stabilität der Systeme, das heißt ihre Fähigkeit, bestimmte Veränderungen (z.B. Sterblichkeit) zu kompensieren, wird als sehr hoch eingeschätzt.

7 Zusammenfassung

In den Jahren 1980 – 1983 führte die Bayerische Landesanstalt für Fischerei fischereibiologische Untersuchungen an den Fischbeständen des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden durch. Zur Beurteilung der Wachstums- und Bestandsverhältnisse wurden insgesamt 5816 Fische biometrisch erfaßt.

Auf der Basis von Versuchsfischereien und Echoloterhebungen werden Aussagen über die vertikale und horizontale Verteilung der Fische gemacht.

Im Königssee wurden fünfzehn, im Obersee sieben und im Grünsee zwei Fischarten nachgewiesen. In allen drei Seen ist der Seesaibling die dominierende Art. Darüber hinaus sind Barsch (Obersee und Königssee) und Renke (nur Königssee) häufig im Uferbereich bzw. im Freiwasser anzutreffen. Als typische Vertreter kalter und sauberer Gewässer treten Elritze und Mühlkoppe (letztere nicht im Grünsee) verstärkt in den Uferzonen auf. Als bedeutendster Raubfisch ist der Hecht zu nennen, der im fischereilich ungenutzten Obersee eine hohe Bestandsdichte aufweist. Die Rutte kommt als Raubfisch der Bodenregion im Königssee und Obersee vor. Die ursprünglich heimische Seeforelle, eine Salmonidenart, die im Königssee Gewichte bis zu 25kg erreicht hat, ist als nahezu ausgestorben anzusehen. Ein Einfluß des Hechtes auf die ungünstige Bestandsentwicklung wird für möglich gehalten. Zur Arterhaltung wird ein Wiedereinbürgerungsversuch der Seeforelle im Königssee vorgeschlagen.

Die Seesaiblinge des Königssees und Obersees gelten von alters her als kleinwüchsig. Als Grund wurde oft der Befall mit dem Plerocercoid (2. Entwicklungsstadium) des Hechtbandwurmes *Triaenophorus nodulosus* angeführt. Vergleichende Wachstumsuntersuchungen von parasitierten und nichtparasitierten Seesaiblingen erbrachten keinen Unterschied. Als Endwirt im Entwicklungskreislauf des Bandwurms kommt dem Hecht die entscheidende Rolle zu. Eine Verbesserung der Situation wäre nur durch eine konsequente Regulierung des Hechtbestandes denkbar.

Entscheidender Einfluß auf das Wachstum der Seesaiblinge, aber auch der anderen Fischarten, wird den niedrigen Wassertemperaturen, dem oligotrophen Charakter und den verhältnismäßig hohen Fischbestandsdichten zugeschrieben.

Die Fischerei wird am Königssee nachweislich seit über 800 Jahren ausgeübt. Derzeit ist am Königssee ein Berufsfischer tätig, der einen jährlichen Fangtrag von ca. 3kg/ha erzielt. Die größten Fanganteile haben Renken, Seesaiblinge und Hechte. Die Befischungintensität ist als extensiv einzustufen. Durch den Vergleich der Populationsstrukturen im Königssee und Obersee wird der Fischerei ein nur minimaler Einfluß auf die Fischbestände beigemessen. Der Berufsfischer sollte als Teil des aquatischen Nahrungsgeflechtes angesehen werden, wobei er als Inventar des Nationalparks zur Wahrung eines alten Kulturgutes beiträgt. Bei der derzeitigen Nutzungsintensität ist auch weiterhin keine Gefahr für die Artenvielfalt der Tierwelt unter Wasser zu befürchten. Dem Fischer kommt in Zukunft die Aufgabe der Bestandsüberwachung zu, für die eine zuverlässige Fangstatistik mit Angaben des jeweiligen Fischereiaufwandes gefordert werden muß. Zur Förderung der Seeforelle wird eine starke Reduktion der Hechtbestände im Königssee und Obersee vorgeschlagen.

Die Renke hat sich als neue Fischart seit 1949 mit Hilfe von Besatzmaßnahmen im Königssee etabliert. Sie hat bisher zu keinen erkennbaren Störungen innerhalb der Biozöosen (Lebensgemeinschaften) geführt. Es wird empfohlen, Renkenbesatz zukünftig nur noch von Königssee-Elterntieren zu gewinnen, um mögliche Gefahren der Einschleppung von Krankheiten oder von Fremdfischarten zu vermeiden.

Das Ergebnis der bestandskundlichen Untersuchungen läßt sich in der Feststellung zusammenfassen, daß die Fischbestände im Königssee, Obersee und Grünsee in einem stabilen Gleichgewicht zueinander stehen. Die Seen weisen im Hinblick auf ihre Nahrungsverhältnisse hohe Populationsdichten mit geringer Produktivität auf. Aus fischereibiologischer Sicht wird das positive ichthyologische Gesamtbild allerdings durch die hohen Infektionsraten der Königssee- und Oberseefische leicht getrübt.

8 Summary

During the years 1980-1983, investigations were carried out into the fish populations in the lakes Königssee, Obersee and Grünsee in the National Park, Berchtesgaden. In order to judge the growth and stock situation, a total of 5,816 fish were sampled.

On the basis of trial fishings and echo-sounder surveys, conclusions have been drawn concerning the vertical and horizontal distribution of the fish in the lakes.

Fifteen different fish species were ascertainable in the Königssee; in the Obersee and Grünsee, seven and two fish species respectively. In all three lakes, the arctic charr is the dominant species. In addition, perch (Obersee and Königssee) and whitefish (Königssee only) are frequently to be found in the littoral and pelagic zones. Minnow and bullhead (the latter not in the Grünsee), as typical representatives of cold, clean waters, are more numerous present in the littoral zones. The pike can be considered to be the most important predator; in the Obersee, which is not exploited by fisheries, this species can boast of a high population density. The burbot, also a predator, is present in the bottom regions of the Königssee and Obersee. The lake trout, an originally indigenous salmonid fish which achieved individual weights of up to 25kg, can be regarded as almost extinct. It is believed that the presence of the pike has had an influence on this unfavourable development. It has been proposed that restocking measures with lake trout should be taken in the Königssee in order to preserve this species. The arctic charr in the Königssee and Obersee have always been unproportionately small. The reason for this is often thought to be the infection with the plerocercoid of *Triaenophorus nodulosus*. However, comparative investigations into the rate of growth of infected and non-infected arctic charr showed no essential deviations. Obviously, the pike, which serves as final host in the development cycle of the tape-worm, constitutes the most decisive factor. An improvement of this situation can therefore only be achieved by a consistent reduction of the pike population.

Low water temperatures, the oligotrophic character of the lakes and relatively high population densities can also be considered to have a decisive influence on the growth, not only of the arctic charr, but also of the other fish species.

It is known that the Königssee has been utilised for fishing for over 800 years. At present, one commercial fisherman is active on the Königssee; he realises an annual yield of 3kg/ha. The largest proportion of the catch consists of whitefish, arctic charr and pike. Fishing intensity can be classified as extensive. Only a minimal influence on the fish population can be attributed to fishery, if one compares the population structures of the Königssee and the Obersee. The commercial fisherman can be seen as just one link in the aquatic food chain, whereby he, in his capacity as inventor of the National Park, contributes to the preservation of old cultural assets. The present exploitation intensity also gives no reason to fear an endangerment of the multifarious animal species under water. In the future, the fisherman will have the task of monitoring the fish stocks, which makes necessary reliable catch statistics with specific details as to fishing effort.

The whitefish, as a new fish species, has been able to establish itself in the Königssee since 1949 with the help of stocking measures. So far, it does not seem to have caused any recognisable disturbances within the existing aquatic communities. It is recommended that, in future, stocking fish only be gained from Königssee-parent whitefish, in order to avoid the possible danger of introducing diseases or extraneous fish species.

The results of the above investigations can be summarised in the assertion that the fish populations in the Königssee, Obersee and Grünsee are in stable balance with each other. With regard to their food situation, the lakes show high population densities with a low productivity. From the fishery-biological point of view, however, this positive ichthyological general picture is slightly marred by the high rate of infection among the fish in the Königssee and Obersee.

9 Danksagung

Für die organisatorische Unterstützung der Arbeiten an den Seen des Nationalparks wird den Mitarbeitern der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, der Forstdienststelle Königssee und der Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen Königssee gedankt.

Herrn Fischermeister AMORT gilt der Dank für die gute fischereiliche Zusammenarbeit.

Herrn Dr. NEGELE sei für das Überlassen der Wachstumsdaten von künstlich aufgezogenen Seesaiblingen aus dem Königssee gedankt.

Herr Dr. HECHT hat die EDV-mäßige Auswertung des Datenmaterials maßgeblich unterstützt und durch zahlreiche Fachdiskussionen zur Interpretation beigetragen, wofür ihm vielmals gedankt sei.

Für die Teilnahme an einer Tauchfahrt des Tauchbootes „GEO“ gilt der Dank Herrn Prof. FRICKE.

10 Literaturverzeichnis

- ANONYMUS (1951): Mitteilungen aus den Ländern. Allg. Fischerzeitg. 76 (20), 422.
- BAGENAL, T.B. and TESCH, F.W. (1978): Age and growth. In: Bagenal, T., Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3, 101 – 136.
- BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern Teil 1 und 2.
- BRENNER, T. (1978): Zur Biologie des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* (L.)) im Attersee. Dissertation, Universität Wien, 111 S.
- BRUGGER, W. (1984): 850 jähriges Jubiläum der Kirchweihe in St. Bartholomä am Königssee. Schell, Kunstführer Nr. 1515. Verlag Schnell & Steiner, München-Zürich, 21 S.
- BÜCKMANN, A. (1963): Das Problem der optimalen Befischung. Arch. Fisch. 14, 107 S.
- DEMPSON, B. (1983): Dynamics of an exploited northern Labrador anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) population. In: Proceedings of the second ISACF workshop on Arctic charr, 1982 ISACF Information Serie No. 2, 19 – 34.
- DÖRFEL, H.J. (1974): Untersuchungen zur Problematik der Seesaiblingspopulation (*Salvelinus alpinus* L.) im Überlinger See (Bodensee). Arch. Hydrobiol. 47 (1), 80 – 105.
- DOLIJAN, E. (1920): Der Seesaibling (*Salmo salvelinus*) und seine wirtschaftliche Bedeutung. Österr. Fischerei-Zeitg. 17, 86 – 95.
- GERSTMEIER, R. (1985): Nahrungsökologische Untersuchungen an Fischen im Nationalpark Berchtesgaden. Arch. Hydrobiol./Suppl. 72 (3), 237 – 286.
- GÖTZE, B. (1982): Bestandskundliche Untersuchungen an einem fischereilich intensiv genutzten Binnensee Schleswig-Holsteins. Diplomarbeit, Universität Kiel, 123 S.
- GULLAND, J. A. (1969): Manual of methods for fish stock assessment, Part 1., Fish population analysis. FAO Manuals in Fisheries Science 4, 154 S.
- HAEMPEL, O. (1924): Über den Seesaibling der österreichischen Alpengseen. Österr. Fischerei-Zeitg. 21 (3 – 4), 9 – 11.
- HAMLEY, J. W. (1980): Sampling with gillnets, 37 – 53. In: Backiel, T. and welcome, R. L., Guidelines for sampling fish in inland waters. FAO, EIFAC Tech. Pap. 33, 175 S.
- HARTMANN, J. (1975): Der Barsch (*Perca fluviatilis*) im eutrophierten Bodensee. Arch. Hydrobiol. 76 (3), 269 – 286.
- HEALEY, M. C. (1980): Growth and recruitment in experimentally exploited lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) populations. J. Fish. Aquat. Sci. 37, 255 – 267.
- HECHT, W. (1984): Populationsgenetische Studien an Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus* L.) aus Königssee, Obersee und Grünsee mit Hilfe von Isoenzymen. Dissertation Technische Universität München, 222 S.
- HEGEMANN, M. (1964): Der Hecht (*Esox lucius* L.). Kosmos-Verlag, 76 S.
- HOLDEN, M. J. and RAITT, D. F. S. (1974): Manual of fisheries science, Part 2. Methods of resource investigation and their application. FAO Fish. Tech. Pap. (115) Rev., 214 S.
- JENSEN, K. W. (1977): On the dynamics of an exploited population of brown trout (*Salmo trutta*, L.). Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 56, 18 – 69.
- JÜRGENSEN, S. (1984): Ein Beitrag zur Parasitierung von *Coregonus lavaretus* (L.) (Pisces, Salmonidae) im Schluchsee mit *Triacanthophorus crassus* Forel (Plathelminthes, Cestoda). Diplomarbeit, Universität Hamburg, 109 S.
- KIPLING, C. (1957): The effect of gillnet selection on the estimation of length-weight relationships. J. Cons. 23 (1), 51 – 63.
- KLEIN, M. (1983): Die Beurteilung der Effektivität von Brutanstalten durch den Fang von Renkenlarven im Starnberger See. Fischer und Teichwirt 34 (8), 227 – 232.
- KUPFER, F. und PINZENÖLLER, O. (1984): 75 Jahre Motorschiffahrt auf dem Königssee. Staatl. Schifffahrt, Königssee, 62 S.
- LADIGES, W. und VOGT, D. (1979): Die Süßwasserfische Europas. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 299 S.
- LAGLER, K. (1978): Capture, Sampling and Examination of fishes. In: Bagenal, T., Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3, 7 – 47.
- LAIRD, L. und SCOTT, B. (1978): Marking and tagging. In: Bagenal, T., Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3, 84 – 100.
- LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN (1964): Schillinger A., 1901. Die Fischzuchtanstalt des Bayerischen Landesfischereivereins zu den 7 Quellen in Starnberg. Von der Gründung im Jahre 1881 bis zum 31. Dezember 1990, 113 S.
- LIEBMANN, H. (1964): Untersuchungen über das Auftreten von *Triacanthophorus nodulosus* in *Salvelinus alpinus* des Königssees. Z. f. Parasitenkunde 25 (1), 13 – 14.
- MATHISEN, O. A. (1980): Acoustic stock assessment. In: Backiel, T. and Welcomme, R. L., Guidelines for sampling fish in inland waters. FAO, EIFAC Tech. Pap. 33, 115-141.
- MELZER, A., MARKL, A. und MARKL, J. (1981): Die submerse Makrophytenvegetation des Königssees in ihrer quantitativen Verbreitung. Ber. Bayer. bot. Ges. 52, 99 – 107.
- MUUS, B. J. und DAHLSTRÖM, P. (1974): Süßwasserfische. BLV Bestimmungsbuch, 224 S.
- NORDENG, H. (1983): Solution to the „Char Problem“ based on Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40, 1372 – 1387.
- NYMAN, L. (1972): A new approach to the taxonomy of the „*Salvelinus alpinus* species complex“. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 52, 103 – 131.
- PECHLANER, R. (1969): Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden. Zool. Anz. Suppl. 32, 750 – 757.
- REICHENBACH-KLINKE, H. ((1969): Fischereibiologische Untersuchungen an den Renken des Chiemsees und anderer oberbayerischer Seen. Allg. Fischerei-Ztg. 94 (3), 84 – 85.
- REICHENBACH-KLINKE, H. (1980): Krankheiten und Schädigungen der Fische. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 472 S.
- REISINGER, E. (1953): Zum Saiblingsproblem. Carinthia II, 63 (2), 74 – 102.
- RICKER, W. E. (1958): Handbook of computations for biological statistics of fish population. J. Fish. Res. Board Can., Bull. 119, 300 S.
- RUHLÉ, Ch. (1977): Biologie und Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.) im Zugersee. Schweiz. Z. Hydrologie 39, 12 – 45.

- SCHÄPERCLAUS, W. (1953): Fischwirtschaftslehre (Seen- und Flußwirtschaft). In: Wundsch, H., Fischereikunde. Neumann Verlag, 126 – 157.
- SCHÄRFE, J. (1951): Fischwanderungen im Großen Plöner See während einer Tagesperiode, dargestellt an Echogrammen. Arch. Fisch. 3, 135 – 146.
- SCHILLINGER, A. (1901): Der Tiefseesaibling. Allg. Fischerei-Zeitg. 26, 149 – 151.
- SCHINDLER, O. (1936): Zur Frage der Saiblingsfischerei im Königssee. Allg. Fischerei-Zeitg. 14, 210 – 216.
- SCHINDLER, O. (1940): die Saiblinge des Königssees. Int. Rev. d. ges. Hydrobiologie u. Hydrogeo. 39, 600 – 627.
- SCHINDLER, O. (1949a): Große Seeforellen im Königssee. Allg. Fischerei-Zeitg. 74 (19), 378 – 379.
- SCHINDLER, O. (1949b): Maßnahmen zur Vermehrung des Fischbestandes im Königssee. Allg. Fischerei-Zeitg. 74 (5), 76 – 77.
- SCHINDLER, O. (1950a): Der Königssee als Lebensraum. Veröff. Zool. Staats. München 1, 99 – 129.
- SCHINDLER, O. (1950b): Saiblingsfischerei im Königssee. Allg. Fischerei-Zeitg. 17, 413 – 414.
- SCHINDLER, O. (1952): Mitteilungen aus den Ländern. allg. Fischerei-Zeitg. 77 (2), 31.
- SCHINDLER, O. (1953): Die großen Seeforellen des Königssees. Allg. Fischerei. Zeitg. 78 (6), 117 – 118.
- SCHINDLER, O. (1957): Die Fische unserer Hochgebirgsseen. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere, München e. V. 57, 98 – 104.
- SCHMID, E. D. (1982). St. Bartholomä am Königssee. Bayer. Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, München.
- SCHÖTTLER, J. (1984): Untersuchungen zum Verhalten von Pleuroceroiden des Fischbandwurms *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda, Pseudophyllidea) in verschiedenen Fischarten des Königssees. Dissertation, Universität München, 81 S.
- SCHRANK, F. v. P. (1785): Naturhistorische Briefe. Bd. 1, 207 – 307.
- SELGEBY, J. H. (1982): Decline of lake herring (*Coregonus artedii*) in Lake Superior: an analysis of the Wisconsin herring fishery, 1936 – 1978. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, 554 – 563.
- SENAT DES K. BAYER. VERWALTUNGSGERICHTSHOFS, (1907): Rechtsgutachten, die Rechtsverhältnisse an den bei Berchtesgaden gelegenen Seen- und Wasserläufen.
- SIEBECK, O. (1982): Der Königssee, eine limnologische Projektstudie. Nationalpark Berchtesgaden. Forschungsbericht 5, 131S.
- SIEBOLD, C. T. (1854): Über die Band- und Blasenwürmer nebst einer Einleitung über die Entstehung der Eingeweidewürmer. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- STEINMANN, P. (1942): Experimentelle Untersuchungen über die Wüchsigkeit der Seesaiblinge (Rötel). Schweiz. Fisch. Ztg. 50 (9), 217 – 224.
- STEINMANN, P. (1945): Frühreife und Zwergwuchs bei Salmoniden. Rev. Suisse Zool. 52, 414 – 415.
- SVÄRDSON, G. (1970): Significance of introgression in Coregonid evolution. In: Biology of Coregonid Fishes, University of Manitoba Press, 33 – 59.
- SVÄRDSON, G. (1976): Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 55, 144 – 168.
- TANAKA, M. (1978): A basic study of the estimation of fish stocks by an echo sounder. Bull. Freshw. Fish. Res. Lab. 28 (2), 77 – 140.
- TESCH, F. W. (1955): Das Wachstum des Barsches (*Perca fluviatilis* L.) in verschiedenen Gewässern. Z. Fischerei 4, 321 – 420.
- VERORDNUNG ÜBER DEN ALPEN- UND NATIONALPARK BERCHTESGADEN (1978). BayNatSchG Art. 8 §§ 4 – 6.
- WAGLER, E. (1927): Der Blaufelchen des Bodensees (*Coregonus wartmanni* Bloch.). Internat. Revue ges. Hydrobiol. u. Hydrographie 18 (3/4), 129 – 230.
- YOUNGS, W. D. und ROBSON, D. S. (1978): Estimation of population number and mortality rates. In: Bagenal, T., Methos for assessment in fresh waters. IBP Handbook 3, 137 – 164.

Die Arbeit ist bereits im Bayerischen Landwirtschaftlichen Jahrbuch, 65. Jahrgang, Heft 6/1988 (Seite 654 – 718) veröffentlicht.

Ökoparasitologische Untersuchungen an Fischen des Königssees, Obersees und Grünsees

Rolf-Dieter Negele, Eberhard Leuner, Erich Bohl, Romy Leyerer

1 Problemstellung

In weitgehend abgeschlossenen Seen entwickeln sich unter den Entstehungsprinzipien des Zufalls und der Adaptation für den jeweiligen Biotop charakteristische Parasitengesellschaften. Sie haben als Teil der Biozönose eines Gewässers Indikatorfunktion und werden durch die Wirkungen zweier Umweltkategorien beeinflusst: Durch die Wirtsorganismen sowie durch die die Wirtstiere umgebenden Milieubedingungen.

Legt man Parasitosen, welche sich im Zustand eines dynamischen Gleichgewichtes befinden, einen heterogenen und komplexen Balanceakt biologischer Wechselbeziehungen zugrunde, so wird deren Bedeutung als systemspezifische Summenparameter sichtbar. Die Parasiten können Entwicklungsphasen und Lebensgewohnheiten ihrer Wirte markieren und

die Elastizität ökologischer Systeme aufzeigen. Art und Umfang ihres Vorkommens beschreiben Umweltbedingungen.

Im Rahmen des vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen angeregten Projektes „Ökosystemforschung Königssee“ untersuchte die Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung die Fischparasiten des Königs- und Obersees sowie des hochalpin gelegenen Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden. Fragestellungen und Untersuchungsziele waren:

- Die systematische Erfassung der Fischparasiten des Königs- und Obersees.
- Die Untersuchung der Wirtsspektren und der Organspezifität der Fischparasiten.
- Untersuchungen zur Entwicklung und Populationsdynamik verschiedener Parasitenarten.
- Die Frage nach einer möglichen Beeinflussung der Individual- und Populationsentwicklung von Fischen der Nationalparkseen durch Parasitosen.

2 Material und Methoden

2.1 Freilanduntersuchungen

2.1.1 Fischfang

Alle untersuchten Fische stammten aus Fängen der Versuchsfischerei der Bayerischen Landesanstalt für Fischerei sowie des Berufsfischers von St. Bartholomä. Im Pelagial wurde mit Schwebnetzen verschiedener Maschenweite gefischt. Bodenfische wurden in Flachwasserzonen der untersuchten Gewässer mit Bodennetzen, Elektrofischfanggeräten und in Reusen gefangen. Arten und Zahl der parasitologisch untersuchten Fische sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Zusammensetzung der Fänge nach Arten, Zahl und Altersklassen der Fische resultierte aus der Wahl von Fangzeit und -ort, Fangmethoden und -geräten sowie der Netzmaschenweiten. Der Fang von Brut- und Jungfischen der Altersklasse 0+ gelang nicht.

2.1.2 Planktonfang und Untersuchung

Die Proben wurden mit einem Planktonnetz der Maschenweite 150 μ zwischen St. Bartholomä und dem Eiswinkel an einer Boje bis zu einer Tiefe von vierzig Metern gezogen. Der Entnahmeort wurde nach dem dort gelegenen, sehr guten Fangplatz des Seenfischers ausgewählt. An anderen Stellen des Königssees gezogene Stichproben kamen ergänzend hinzu.

Tab. 1: Untersuchte Fische.

Fischarten	Zahl
Fam. Salmonidae	
<i>Salvelinus alpinus salvelinus</i> (L.) – Seesaibling	615
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchell) – Bachsaibling	45
<i>Salmo trutta forma fario</i> (L.) – Bachforelle	8
<i>Salmo trutta forma lacustris</i> (L.) – Seeforelle	35
Fam. Coregonidae	
<i>Coregonus wartmanni</i> (Bloch) – Renke*	264
<i>Coregonus albula</i> (L.) – kl. Maräne*	2
Fam. Cyprinidae	
<i>Squalius cephalus</i> (L.) – Döbel, Aitel	9
<i>Tinca tinca</i> (L.) – Schleie	1
<i>Abramis brama</i> (L.) – Brachsen, Blei	1
<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) – Elritze	127
Fam. Esocidae	
<i>Esox lucius</i> (L.) – Hecht	174
Fam. Percidae	
<i>Perca fluviatilis</i> (L.) – Flußbarsch	418
Fam. Cottidae	
<i>Cottus gobio</i> (L.) – Mühlkoppe	30
Fam. Gadidae	
<i>Lota lota</i> (L.) – Rutte	70
Fam. Anguillidae	
<i>Anguilla anguilla</i> (L.) – Aal	1
Gesamtzahl der untersuchten Fische	1800

* nach Abgaben von Dipl.-Biol. M. Klein, Bayer. Landesanstalt für Fischerei

Von Juni bis November 1983 wurden monatlich 350, von März bis Oktober 1984 jeweils 1000 lebende Königsseeplankter mikroskopisch untersucht. Bei 100-facher Vergrößerung konnten Procercoïdstadien der Cestoden an ihrer Eigenbewegung erkannt werden. Plankter, die bedingt durch dunkle Reservestoffansammlungen undurchsichtig waren, wurden nicht mit erfaßt. Die Untersuchung der Proben erfolgte spätestens drei Tage nach ihrer Entnahme, wobei die Lagertemperatur 6°C betrug.

2.1.3 Parasitologische Erhebungen

Im Untersuchungszeitraum 1982–1983 wurde im Rahmen der jährlich durchgeführten Hauptuntersuchungen im Frühjahr (April), Sommer (Juli) und Herbst (Oktober) sowie flankierender Untersuchungen der Parasitenstatus an insgesamt 1800 Fischen aus dem Königs-, Ober- und Grünsee erhoben. Um eine Ausscheidung von Endoparasiten über die Fäces und den Harn der Fische oder das Abwandern von Ektoparasiten möglichst zu vermeiden, erfolgte die parasitologische Untersuchung des Fanggutes stets unmittelbar nach der Anlandung der Fische. Die Stichprobenumfänge wurden, wie bereits erläutert, durch die Verfügbarkeit der Fische einerseits und durch die an der durchschnittlichen Untersuchungsdauer pro Fisch orientierten Untersuchungskapazität andererseits dimensioniert. Nativpräparate sowie fixiertes und histotechnisch weiterbehandeltes Untersuchungsmaterial dienten zur Diagnostik der ange-troffenen Parasiten.

Folgende Färbungen und Nachweismethoden wurden angewandt: Boraxcarmin, Giemsa, Hämatoxylin-Eosin, Trichrom nach Goldner, Kossa und die Protargol-Silberimprägnierung nach WILBERT (1975). In Einzelfällen waren zur Artendifferenzierung raster-elektronenmikroskopische Untersuchungen (Scanner JSM35–CF Japan) erforderlich; hierfür wurden die Proben nach der von ANDERSON (1951) beschriebenen Methode dehydriert und vorbehandelt.

Die quantitative Analyse der Magen- und Darmhelminthen erfolgte anhand der mikroskopischen Untersuchung der präparativ abgetragenen Magen- und Darmschleimhäute und der Ingesta sowie mit Hilfe der Pepsin-Verdauungsmethode von Fischdärmen in saurem Milieu (KÖHLER, 1978). Zahl, Größe und Verteilungsmuster parasitärer Cysten wurden gleichfalls ermittelt. Die Häufigkeit parasitärer Einschlüsse in der Bewegungsmuskulatur wurde bei Seesaiblingen, Barschen und Renken geprüft; eine zuverlässige Kontrolle war bei Durchlichtbetrachtung von Muskelstreifen der Bauch- und Rückenlappen der Fische sowie mit Hilfe der Röntgendiaskopie an exenterierten Fischen und anschließender Präparation der Cysten möglich. Die Differenzierung der Parasiten in Gattungen und Arten erfolgte im wesentlichen nach ANDERSON et al. 1974, BYKOVSKAYA-PAVLOVSKAYA et al. 1964, FREZE 1969, GOLVAN 1969, LEVINE et al. 1980, SIEWING 1985, WARDLE et al. 1974, YAMAGUTI 1958, 1959, 1961 und anhand von Einzelpublikationen. Zur taxonomischen Klassifizie-

Tab. 2: Untersuchungsprotokoll.

Fischart	Nr.	Protokollnr.
Fangtag*	Fangort*	Länge lt. (cm)
Gewicht (g)	Geschlecht*	Alter*
Organe	Parasitenart	Stadium
		Befallsstärke
Haut		
Kiemen		
Leber		
Magen-Darm		
Niere		
Gonaden		
Milz		
Muskulatur		
Leibeshöhle, Serosa		
Auge, Gehirn		
Blut, SB, HB, GB		

* nach Angaben von Dipl.-Biol. M. Klein, Bayerische Landesanstalt für Fischerei

rung schwer bestimmbarer Parasitenfunde wurden diese entsprechenden Instituten und Wissenschaftlern vorgelegt. In Tabelle 2 sind die von jedem Fisch ermittelten Parameter sowie die parasitologisch untersuchten Organe und Gewebe aufgezeigt. Stichprobenartig und bei Befallsverdacht wurden zusätzlich Auge, Gehirn, Gallen-, Harn- und Schwimmblase sowie das Blut untersucht.

2.1.4 Ökologische Untersuchungen

Eine quantitative Beurteilung erfolgte bei den Parasitenarten, welche aufgrund ihres Vorkommens und der Ausprägung ihres Wirt-Parasitenverhältnisses eine gewisse Relevanz für das Ökosystem des Gewässers erwarten ließen. Die hierfür wesentlichen Kriterien wurden – den Empfehlungen der American Society of Parasitology (L. MARGOLIS et al. 1982) für den Gebrauch ökoparasitologischer Termini entsprechend – wie folgt definiert:

- Befallsstärke:** Individuenzahl einer Parasitenart pro Wirtstier (intensity).
- Befallsgrad:** Mittelwert der Befallsstärken untersuchter Wirte aus einer Stichprobe d.h. die durchschnittliche Individuenzahl einer Parasitenart pro untersuchtem Wirt (abundance).
- Befallsintensität:** Mittelwert der Befallsstärken befallener Wirte aus einer Stichprobe, d. h. die durchschnittliche Individuenzahl einer Parasitenart pro befallenem Wirt (mean intensity).
- Befallshäufigkeit:** Prozentualer (%-infiziert) oder numerischer (n-infiziert) Anteil der befallenen Wirte einer Art aus einer Stichprobe (prevalence).
- Befallsdichte:** Individuenzahl einer Parasitenart pro Flächeneinheit, Volumen oder Gewicht befallener Wirtsgewebe oder -organe (density).

Infrapopulation: Gesamtheit aller Individuen einer Parasitenart, welche in einem einzelnen Wirtstier auftreten (infrapopulation) (ESCH et al., 1975).

Suprapopulation: Gesamtheit aller Individuen einer Parasitenart auf allen Entwicklungsstufen und Wirtsebenen in einem Ökosystem (suprapopulation) (ESCH et al. 1975).

Lokalisation: Das Gewebe, Organ oder der Teil eines Wirtstieres, in welchem ein Parasit gefunden wurde (site).

2.2 Infektionsversuche mit Cestoden

2.2.1 Infektionen auf der ersten Zwischenwirtsebene

Reife Adulti der vier im Königssee auftretenden Cestodenarten wurden in Petrischalen in Leitungswasser mit einer Temperatur von 9° C exponiert. Die dabei durch das spontane Platzen der Proglottiden freigesetzten Eier zeigten unterschiedliche Eigenschaften, welche entsprechende Konzeptionen für die in vitro durchgeführten Übertragungsversuche bedingten.

- Die Eier von Eubothrium enthielten bereits eine bewegliche Oncosphäre. Sie konnten daher direkt an den ersten Zwischenwirt verfüttert werden.
- Proteocephaluseier enthielten ebenfalls invasionsfähige Hakenlarven; für die Infektion mußte aber eine Quellzeit der hyalinen Eischwimmhülle von ca. 1/2 Stunde abgewartet werden.
- Bei Triaenophorus dagegen war die Infektion erst mit dem Corracidium möglich. Die Erbrütung erfolgte bei 4° C in einer Krebs-Ringer-Lösung, welche zur optimalen Sauerstoffversorgung täglich gewechselt wurde.

Die zur Infektion benötigten ersten Zwischenwirte (Copepodid V-Stadien und Adulti von Cyclops abyssorum) wurden einer Planktonkultur entnommen, die ca. 4 Wochen vorher aus Königsseeplankton gewonnen wurde. Große Cladoceren wurden mit Sieben verschiedener Maschenweiten entfernt. Die danach in Kultur genommenen omnivoren Copepoden wurden sowohl mit Phytoplankton (*Chlorella vulgaris*) als auch mit Zooplankton (Nauplien aus der Versuchsanlage Wielenbach) ernährt.

Die Infektion der Copepoden erfolgte bei Raumtemperatur in wiederum mit Leitungswasser gefüllten Petrischalen. Nach fünftägigem Nahrungsentzug nahmen die Plankter die jeweils angebotenen Cestodenlarven begierig auf.

2.2.2 Infektionsversuche mit Triaenophorus nodulosus auf der zweiten Zwischenwirtsebene

Brutfische:

Nach zweitägigem Nahrungsentzug nahmen die schon längere Zeit an Planktonnahrung gewöhnten

Brutfische die infizierten Copepoden begierig auf. Die Versuche wurden in kleinen Aquarien (12 l) mit Seesaiblingsbrut von Elternfischen aus dem Königssee und Seeforellen, die von einer Walchenseepopulation abstammten, durchgeführt. Die Auswertung erfolgte nach einem Monat, wobei die Lebern im Quetschpräparat mikroskopisch auf Plerocercoiden hin untersucht wurden.

Fische höherer Altersklassen:

Bei 10° C Wassertemperatur wurde in der Versuchsanlage Wielenbach 10 zweijährigen Seeforellen pro-cercoidhaltiges Plankton, in Naßfutter eingeschlossen, angeboten. Die makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Lebern erfolgte 59 Tage post infectionem.

Versuchsbesatz mit Seeforellen im Königssee:

Mitte April 1984 erfolgte ein Probebesatz mit 1000 zweijährigen, durch Fettflossenschnitt markierten Seeforellen im Königssee. Das Besatzmaterial hierfür wurde in der Versuchsanlage Wielenbach aus Seeforellen des Walchensees gezogen. Die parasitologische, bakteriologische und virologische Gesundheitskontrolle der Fische erfolgte vorher stichprobenartig. Von den bis Mitte Oktober registrierten n = 32 Wiederfängen wurden Länge, Gewicht, Mageninhalt und Parasitenstatus erhoben.

2.2.3 Infektionsversuche mit *Triaenophorus nodulosus* auf der Endwirtsebene

Im Jahresgang wurden in zweimonatigen Intervallen jeweils 6 zweijährigen Hechten und 6 vierjährigen Seeforellen (nach vorheriger Betäubung mit Trichlor-methylpropanol), 10 Plerocercoidcysten per Schlundsonde verabreicht. Die linsen- und erbsengroßen

Cysten wurden unmittelbar vorher den Lebern von Königsseesaiblings entnommen. Die Versuchsfische entstammten der Versuchsanlage Wielenbach und waren *Triaenophorus*-frei. Kontrolluntersuchungen der Verdauungstrakte erfolgten jeweils 4 Tage p.i.

Da bei einem Parallelversuch innerhalb der Kontrollgruppe auch Hechte aus oberbayerischen Bächen verwendet wurden, war vorher die Entwurmung dieser Fische mit Dronsit® erforderlich.

Die Endwirtfrage für *Triaenophorus nodulosus* wurde auch unter Königsseeverhältnissen untersucht. Hierzu wurden im Jahr 1983 von Anfang Mai bis Ende Oktober 108 vierjährige Seeforellen in einem 27m³ umfassenden Netzgehege im See gehalten und mit lebenden und toten Seesaiblings sowie mit Seesaiblingslebern gefüttert. Sie waren einem erheblichen Infektionsdruck von insgesamt 2565 infektiösen Einheiten ausgesetzt. Eine Einheit entsprach einer Leber mit einem durchschnittlichen Befall von 12 Cysten. Die Kontrolluntersuchungen erfolgten in drei Gruppen im August, September und Oktober 1983.

Die Ergebnisse des Netzgehegeversuchs wurden im darauffolgenden Jahr anhand des bereits dargestellten Versuchsbesatzes mit Seeforellen im Königssee überprüft.

2.3 Elektronische Datenverarbeitung

Die Organisation des gesammelten Datenmaterials, seine statistische Auswertung sowie die graphische Darstellung wurde mit Hilfe speziell gefertigter Rechenprogramme am Tischcomputer (EPSON QX10) der Fischereibiologischen Abteilung in der Versuchsanstalt Wielenbach durchgeführt.

3 Vergleichende Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

3.1 Taxonomische Einteilung der Fischparasiten

Insgesamt wurden 25 Taxa der Parasiten ermittelt, welche systematisch geordnet nachfolgend aufgeführt sind:

Tab. 3: Fischparasiten des Königs-, Ober- und Grünsees. Befunde der Untersuchungen 1981 – 1984.

Protoza (Subregnum)		
Sarcostagiphora (Phylum)		
Ichthyobodo necatrix	LEDERQUE 1830	KO
Hexamita salmonis	MOORE 1920	KO
Ascetospora (Phylum)		
Dermocystidium sp.	PEREZ 1907	K
Myxozoa (Phylum)		
Myxidium lieberkühni	BÜTSCHLI 1882	K
Myxobolus sp.	BÜTSCHLI 1882	KO
Henneguya psorospermica	THELOHAN 1895	K
Ciliphora (Phylum)		
Ichthyophthirius multifiliis	FOUQUET 1876	KO
Paratrichodina phoxini	LOM 1963	KO
Trichodina sp.	EHRENBERG 1831	KO
Plathelminthes (Cladus)		
Trematoda (Classis)		
Monogenea (Subclassis)		
Dactylogyrus sp.	DIESING 1850	KO
Tetraonchus monenteron	DIESING 1858	K
Gyrodactylus sp.	NORDMANN 1882	KO
Digenea (Subclassis)		
Phyllodistomum folium	OLFERS 1916	KO
Azygia lucii	MÜLLER 1776	KO
Allocreadium isoporum	LOOS 1894	K
Bunodera luciopercae	MÜLLER 1776	K
Asymphylogora tincae	MODEER 1790	K
Cotylurus sp.	RUDOLPHI 1802	K
Cestoda		
Triaenophorus nodulosus	PALLAS 1781	KO
Eubothrium salvelini	SCHRANK 1790	KOG
Proteocephalus percae	MÜLLER 1780	KO
Proteocephalus exiguus	La RUE 1911	K
Nemathelminthes (Cladus)		
Nematoda (Classis)		
Camallanus lacustris	ZOEGA 1776	KO
Rhapidascaaris acus	BLOCH 1779	KO
Acanthocephala (Classis)		
Neoechinorhynchus rutili	MÜLLER 1780	KOG

K = Königssee O = Obersee G = Grünsee

3.2 Parasitologische und ökologische Untersuchungen

Die Ergebnisdarstellung erfolgt gemäß der Bedeutung der verschiedenen Parasitengattungen und -arten für die Ökosysteme der untersuchten Gewässer.

3.2.1 Cestoden

3.2.1.1 Triaenophorus nodulosus

In den Nationalparkseen Königssee und Obersee kommt der in der nördlichen Hemisphäre verbreiteten, pseudophylliden Cestodenart *Triaenophorus nodulosus* (PALLAS, 1781) große Bedeutung zu. Die Triaenophorose ist hier bereits fortgesetzt Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (v. SIEBOLD, 1854; HOFER, 1904; SCHINDLER, 1949a und b; LIEBMANN, 1964; REICHENBACH-KLINKE, 1969; HOFFMANN, NEGELE, SCHÖTTLER und SCHEINERT, 1983; SCHÖTTLER, 1984; SCHEINERT, 1984). In Abbildung 1 wird der Entwicklungscyclus aufgezeigt.

Im Frühjahr verlassen die adulten Würmer den Hecht. Bei Wasserkontakt platzen die reifen Proglottiden und die Eier werden freigesetzt. Die daraus schlüpfenden Corracidien (Wimperlarven) werden vom ersten Zwischenwirt, einem Planktonkrebis gefressen, in dessen Leibeshöhle die Procercoide heranreifen. Planktivore Fische verschiedener Familien sind die zweiten Zwischenwirte. Hier entwickeln sich die Plerocercoidstadien, die dann aufgrund von Abwehrreaktionen encystiert werden. Der Parasitenkreislauf schließt sich, wenn die befallenen Fische von einem Hecht gefressen werden. Beim Ausbleiben einer Wirtskategorie kann *Triaenophorus* nicht in Erscheinung treten, wie das Beispiel Grünsee zeigt.

Infektionsversuche, die ergänzend zu den parasitologischen Freilanduntersuchungen Aufschlüsse über den Cyclus der Triaenophorose im Königs- und Obersee brachten, werden im folgenden zuerst dargestellt.

Ei- und erste Zwischenwirtsphase

Im Winterhalbjahr findet der Abgang der geschlechtsreifen Cestoden statt. Die bei Wasserkontakt frei werdenden gedeckelten Eier (Länge 59μ , Breite 40μ) sinken zu Boden. Sie machen eine temperaturabhängige Embryonalentwicklung durch, die bei den relativ konstanten Königsseetemperaturen (März bis April: $4,3 - 5^\circ\text{C}$ in 30m Tiefe, SIEBECK, 1982) 29 bis 35 Tage dauert. Die beim Schlupf austretenden, frei beweglichen Wimperlarven (Abbildung 2a) synchronisieren ihren Cilienschlag zur positiv phototaktischen Geradeausbewegung und gelangen so in höhere Wasserschichten, wo sie zur erfolgreichen Weiterentwicklung innerhalb von 10 Tagen von einem ersten Zwischenwirt aufgenommen werden müssen.

Hierfür kommen verschiedenen Autoren gemäß hauptsächlich Copepoden der Gruppe I (Tabelle 4) in Frage. Diese halten sich sowohl im Frühjahr als auch im Sommer in Ufernähe auf und nehmen Nahrungspartikel von 10 bis 75μ Größe auf.

Plankter der Gruppe II können nur bedingt Zwischenwirtfunktion übernehmen, da bei den z.T. pelagischen Formen nicht alle Entwicklungsstadien die entsprechende Nahrungsgröße nutzen können (KUPERMANN, 1973). Die feinfltrierende Gruppe der Cladoceren scheidet als Zwischenwirt ganz aus, wohinge-

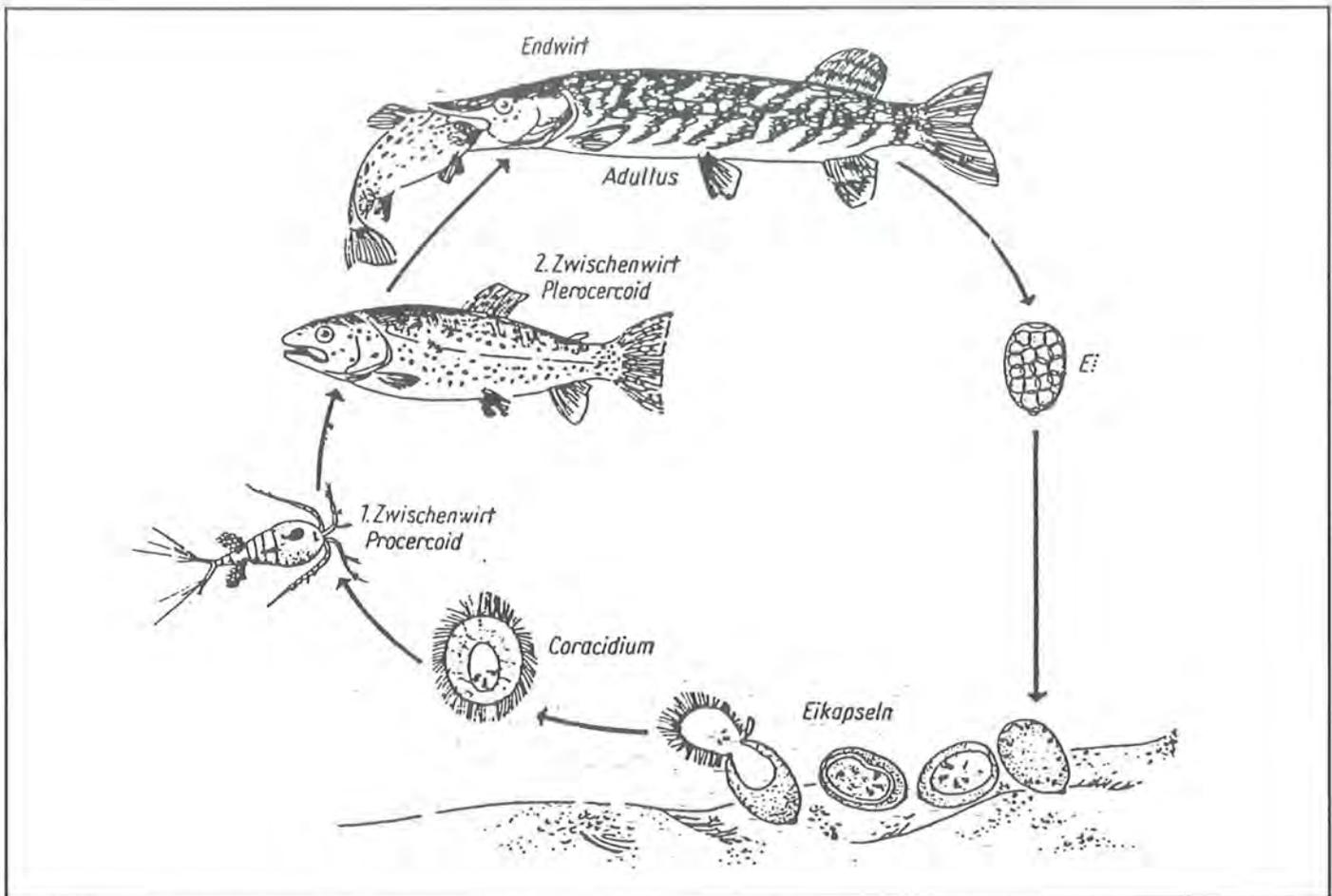


Abb. 1: Entwicklungszyklus von *Triaenophorus nodulosus*. Originalzeichnung: Liebmann (aus Schäperclaus, 1979)

gen die Copepoden, vor allem jedoch die Gattung *Cyclops*, das entsprechende Nahrungsspektrum hat.

Die Untersuchungsbefunde der monatlichen, im Litoral zwischen der Halbinsel St. Bartholomä und dem Eiswinkel des Königssees gezogenen Planktonproben bestätigen dies. Von $n = 11000$ untersuchten Zooplanktern war ausschließlich die Copepodenart *Cyclops abyssorum* zu 1,35%. Mit *Triaenophorus procercoide* befallen. Vom Litoral – dem Lebensraum des Endwirtes Hecht – zum Pelagial hin nahm die Befallshäufigkeit der untersuchten Plankter um ca. 50% ab. Die Ergebnisse der Planktonuntersuchungen werden im Kapitel 3.2.1.4 dargestellt und diskutiert.

Die Befallsstärke der ersten Zwischenwirte ist vor allem abhängig von der Copepodenart (Platzangebot in der Leibeshöhle) und der angebotenen Corracidien-dichte (KUPERMANN, 1973). Für das Ausmaß des Infektionsgeschehens ist die räumliche und zeitliche Koinezidenz im Auftreten infektionsfähiger Larvenstadien (Corracidien) und geeigneter erster Zwischenwirte (Copepoden) entscheidend.

Bei den *in vitro* Versuchen wurden Befallsstärken bis zu 28 Procercoiden in der Leibeshöhle eines adulten *Cyclops abyssorum* beobachtet. Plankter aus dem Königssee enthielten dagegen stets nur eine Cestodenlarve.

Das vollständig ausgebildete erste Zwischenwirtsstadium ist durch zahlreiche Kalkkörnchen in der Cuticu-

Tab. 4: Erste Zwischenwirte von *Triaenophorus nodulosus* nach KUPERMANN (1973) ergänzt nach VOGT (1938) und WATSON, LAWLER (1965), in der Reihenfolge ihrer Bedeutung.

Gruppe I:	<ul style="list-style-type: none"> <i>Cyclops strenuus</i>* <i>Cyclops bicuspidatus thomasi</i> <i>Cyclops bicuspidatus thomasi</i> v. <i>Cyclops brevispinosus</i> <i>Cyclops insignis</i> <i>Cyclops leuckarti</i> <i>Cyclops oithonoides</i> <i>Cyclops vicinus</i> <i>Microcyclops varicans</i> <i>Microcyclops bicolor</i> <i>Eudiaptomus graciloides</i> <i>Eudiaptomus gracilis</i>
Gruppe II:	<ul style="list-style-type: none"> <i>Cyclops kolensis</i> <i>Mesocyclops oithonoides</i> <i>Macrocyclops fuscus</i> <i>Eudiaptomus coeruleus</i> <i>Acanthodiptomus denticornis</i> <i>Acanthocyclops bicuspidatus</i> <i>Eucyclops macrurus</i> <i>Acanthocyclops viridis</i> <i>Acanthocyclops vernalis</i>

* *Cyclops strenuus* (FISCHER) wird heute als *Cyclops abyssorum* (SARS, 1863) bezeichnet (SIEBECK, 1982).

la und durch das Cercomer (Schwanzanhang) charakterisiert (Abbildung 2b). Die Entwicklung des Procercoids dauert bei 4° C ca. 30 Tage. Bei einer Befallsstärke von bis zu 5 Procercoiden im Copepoden konnte die Invasionsfähigkeit im zweiten Zwischenwirt noch nach 80 Tagen zu 100% bestätigt werden. Die Frage, inwieweit infizierte Copepoden gegenüber



Abb. 2a:
Eier von *Triaenophorus nodulosus*
(700-fache Vergrößerung).
Ein Corracidium beim Schlupf.

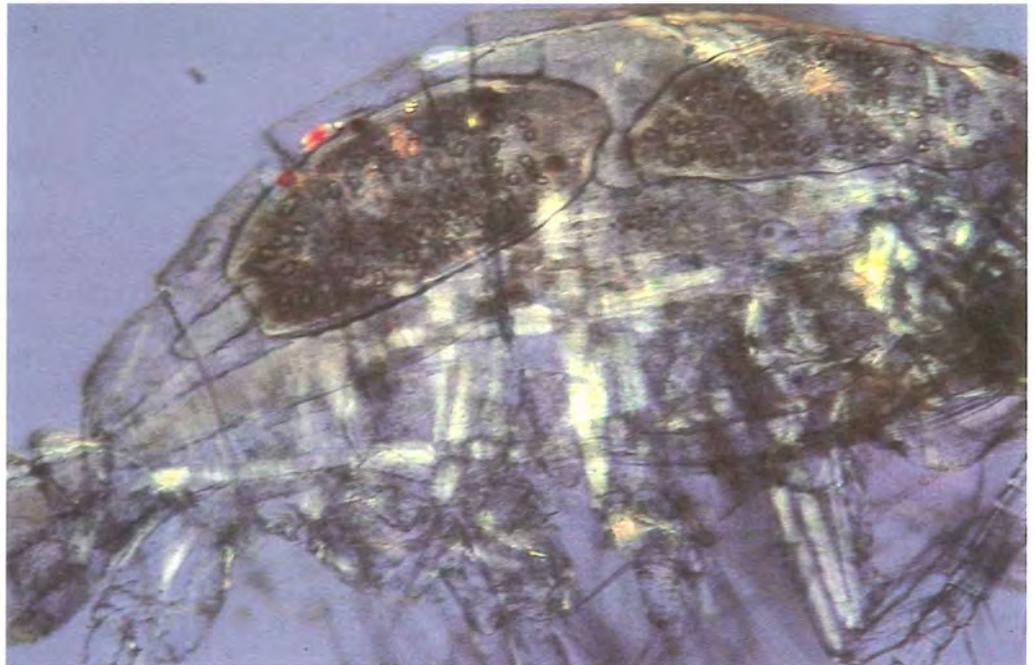


Abb. 2b:
Procercoid von *Triaenophorus nodulosus* in der Leibeshöhle von *Cyclops abyssorum*
(300-fache Vergrößerung).

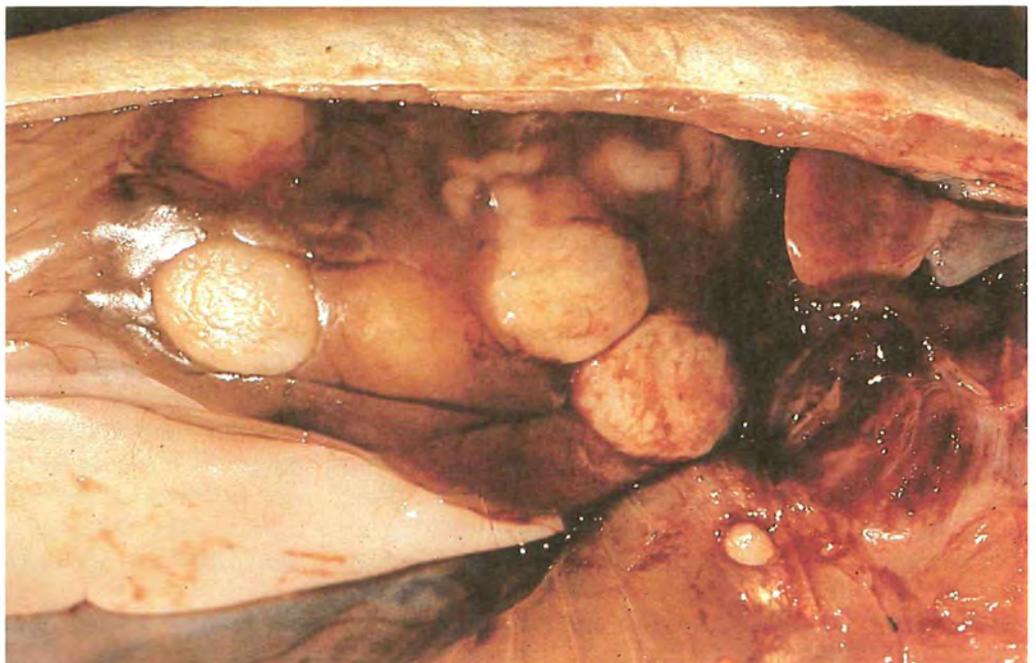


Abb. 2c:
Seesaiblingsleber mit 3 oberflächlich sichtbaren Plerocercoid-cysten von *Triaenophorus nodulosus* in der Leber
(1,5-fache Vergrößerung).



Abb. 2d:
REM-Aufnahme vom Scolex eines Plerocercoids – die fertig ausgebildeten Haken liegen in den apikalen „Hakentaschen“ (200-fache Vergrößerung).

nicht infizierten geschädigt oder benachteiligt sind, wurde nicht geprüft.

Zweite Zwischenwirtsphase

Von 72 Fischarten, die als zweiter Zwischenwirt für *Triaenophorus nodulosus* in Frage kommen (KUPPERMANN, 1973), wurden im Königssee 8 Arten aus 5 Familien, nämlich Seesaibling, Bachsaibling, Barsch, Rutte, Elritze, Bachforelle, Seeforelle und Mühlkoppe erhoben. In den Wirtsfischen verläßt das Procercoide den ersten Zwischenwirt z.T. schon im Magen und wandert in der Pylorusregion des Darmes distal. Dort kann es sich bis zu 3 Tagen aufhalten, wie Untersuchungen von VOGT (1938) an Regenbogenforellen und von ROSEN (1918) an Barschen zeigten. Für den Seesaibling wurde anhand histologischer Serienschritte (SCHÖTTLER, 1984) gezeigt, daß die Procercoide nicht ausschließlich den von ROSEN (1918) beschriebenen Weg durch die Darmwand nehmen, sondern hauptsächlich über den Gallengang zur Leber gelangen. Hier werden sie nach ca. einem Monat encystiert. Bei Infektionsversuchen konnten die ersten *Triaenophorus* procercoide bei 10° C Wassertemperatur, sieben Tage p.i. in der Leber von Seesaiblingsbrutfischen nachgewiesen werden. Sie zeigten bereits den Plerocercoidhabitus und hatten das Cercomer abgeworfen. Die Cuticula war mit Kalkkörperchen durchsetzt und ließ das Exkretionssystem deutlich erkennen. Das invasionsfähige Plerocercoid ist durch den „caudalen Appendix“, ein Energiespeicherorgan, sowie durch die Haftenrichtungen, 2 Sauggruben und 4 Hakenpaare, charakterisiert. Zuletzt wird die Anlage der Geschlechtsorgane sichtbar, welche erst im Endwirt zur Reife gelangen. Die ganze Entwicklung dauert 41 bis 44 Tage. Das jeweilige Wirtsgewebe reagiert mehr oder weniger intensiv durch Cystenbildung auf den eingedrungenen Parasiten. (Abbildung: 2c und d).

Freilanduntersuchungen an den zweiten Zwischenwirten

Von den acht, im Königssee und Obersee als zweite Zwischenwirte auftretenden Fischarten wurden schwerpunktmäßig nur Seesaiblinge und Barsche sowie Elritzen und Ruten untersucht. Die anderen Species haben für die *Triaenophorose* in diesen Alpenseen kaum Bedeutung.

Um die Befälle im einzelnen makroskopisch zu bewerten, wurden die Plerocercoidcysten nach Größe und Erhaltungszustand klassifiziert.

- Gieß- und senfkornförmige, kleinere Cysten mit z.T. dicker Cystenwand. Sie beinhalten ein noch kurzes Plerocercoid von maximal 1cm Länge, dessen Hakenapparat noch nicht voll ausgebildet ist. Die Invasionsfähigkeit dieser Cystenformen erscheint fraglich.
- Erbsen- und linsenförmige, dünnwandige Cysten beinhalten ein erfolgreich encystiertes, infektiöses Plerocercoid.
- Mehrkammerige Cysten treten als Konglomerate verschiedener Cystenkatogorien in Erscheinung. Sie enthalten lebende Plerocercoid.
- Verkäste und degenerierte Cysten.

Seesaibling (*Salvelinus alpinus*)

Die Seesaiblingspopulationen des Königs- und Obersees, welche überwiegend aus kleinwüchsigen Schwarzreutern bestehen, zeigten die höchsten Befälle mit *Triaenophorus* plerocercoiden. Die saisonalen Schwankungen sind bezüglich Befallshäufigkeit, -grad und -intensität für die Jahre 1982 und 1983 in den Tabellen: 4a und b dargestellt.

Aus dem Königssee wurden in den Jahren 1982 und 1983 insgesamt n = 255 Saiblinge untersucht, wovon

Tab. 4a: Befall der Seesaiblinge des Königssees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Seesaiblinge		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
	untersucht	befallen			
April 82	32	23	71,9	6,19	8,61
Juli 82	30	24	80,0	2,87	3,58
Okt.-Dez. 82	58	38	65,5	13,53	20,66
März-Apr. 83	55	41	74,6	6,18	8,30
Juni/Juli 83	40	31	77,5	16,68	21,52
Sept.-Okt. 83	40	26	65,0	10,45	16,08
1982/83	255	183	71,8		

Tab. 4b: Befall der Seesaiblinge des Obersees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Seesaiblinge		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
	untersucht	befallen			
April 82	21	16	76,2	9,52	12,50
Juli 82	40	34	85,0	3,25	3,82
Okt. 82	22	17	77,3	5,45	7,06
April 83	30	29	96,7	2,76	2,76
Juli 83	30	27	90,0	3,87	4,30
Okt. 83	30	21	70,0	17,03	24,33
1982/83	173	144	83,0		

71,8% mit *Triaenophorus*plerocercoiden befallen waren. Die mittlere Befallshäufigkeit der Oberseesaiblinge lag mit 83,0% um 10,4% höher.

Diesem Unterschied dürften die verschiedenen Ernährungsmuster der Seesaiblinge beider Seen (vgl. GERSTMEIER, 1984) zugrunde liegen. Die Magenanalysen ergaben, daß im Plankton – der Hauptnahrungskategorie der Seesaiblinge des Königssees –

mit zunehmendem Alter der Fische Daphnien dominieren; diese Plankter dienen jedoch nicht als Zwischenwirte für *Triaenophorus nodulosus*. Eine derartige Verschiebung innerhalb dieser Nahrungskategorie wurde bei den Oberseesaiblingen nicht beobachtet. Außerdem hatten 36% von diesen einen erheblichen Anteil an Nekton aufgenommen, welches als Carrier der *Triaenophorose* fungieren kann.

Der relative Anteil der verschiedenen Cystengrößenklassen kann Hinweise auf die Form der Auseinandersetzung des Wirtes mit dem Parasiten geben. Die relative Zusammensetzung während der Hauptuntersuchungstermine ist exemplarisch für den Königssee in Abbildung 3a dargestellt, den gemittelten Anteil der Cystenklassen zeigt Abbildung 3b für Königs- und Obersee.

Die Zunahme der grieß- und senfkornförmigen Cysten von März bis Oktober (um 14%), deckte sich mit dem Anstieg der Plerocercoiddichte im Plankton. Die Befallshäufigkeiten der weiterentwickelten, größeren Cysten weisen kaum saisonale Schwankungen auf, da die Seesaiblinge, wie alle zweiten Zwischenwirte für *Triaenophorus*, Stapelwirte sind. Die Zusammensetzung der Cystenformen war am Obersee ähnlich. In beiden Seen traten im Mittel 12% kleine, z.T. dickwandige Cysten auf. Höhere Anteile hatten die linsenförmigen mit 22 und die erbsenförmigen Cysten mit 50%. Die mehrkammerigen Cysten waren zu 16% vertreten.

Die Korrelationsanalyse gibt Aufschluß über die Zusammenhänge von Länge, Gewicht und Alter der Wirtsfische und ihrem *Triaenophorus*befall. Die Da-

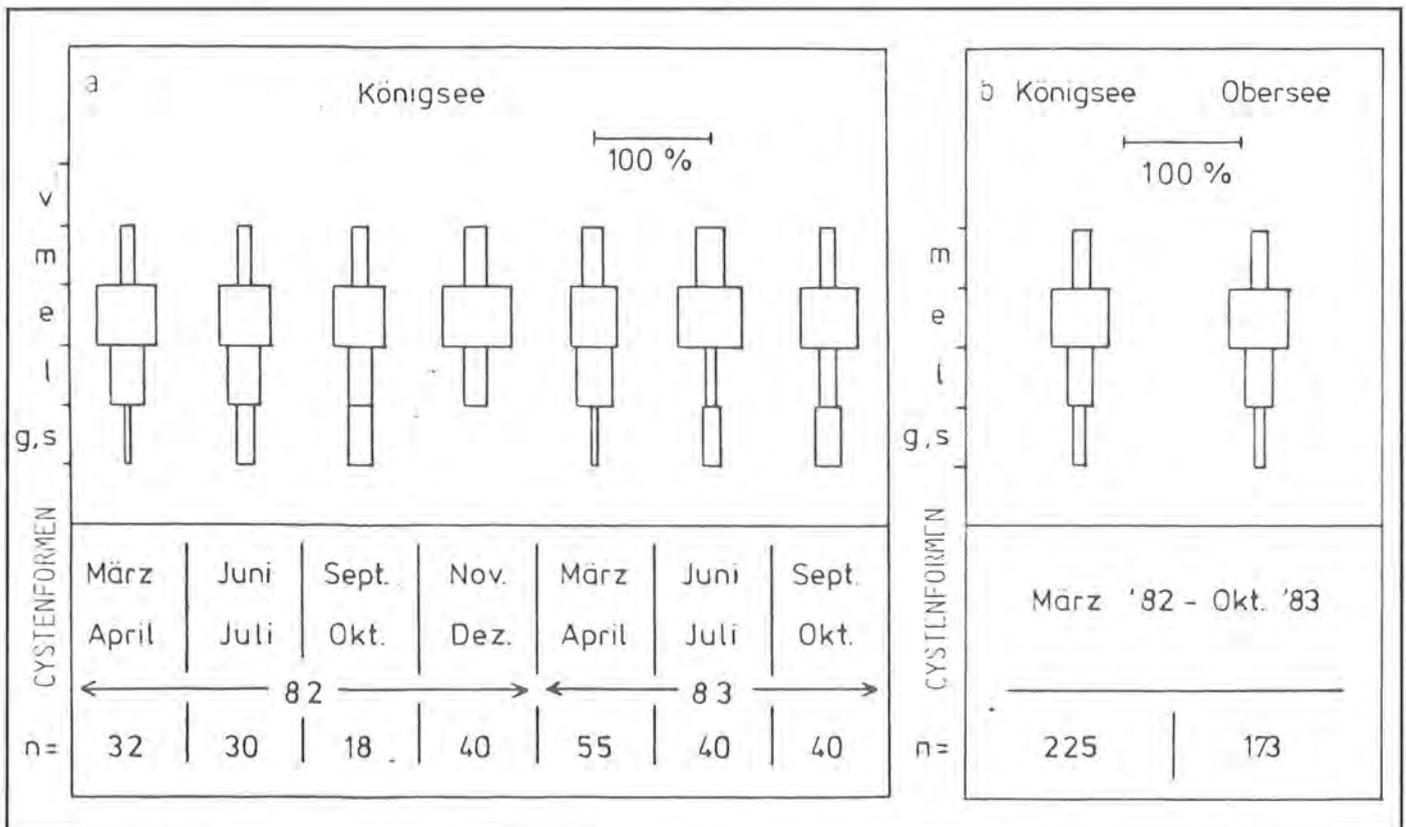


Abb. 3: Relativer Anteil der Cystenformen von *Triaenophorus nodulosus* bei den
a) Königsseesaiblingen zu den Hauptuntersuchungsterminen
b) Königs- und Oberseesaiblingen, gemittelt über die gesamte Untersuchungszeit
g = grießkornförmig, s = senfkornf., l = linsenf., e = erbsenf., m = mehrkammerig, v = verkästet Cysten.

Tab. 5: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Seesaiblinge des Königs- und Obersees zum Triaenophorusbefall mit $p < 0,1$.

	Triaenophorusplerocecoide	
	Königssee	Obersee
	dünnwandige Cysten	dünnwandige Cysten
Seesaiblings-Länge	$r = +0,196$	$r = +0,1816$
Gewicht	$r = +0,1365$	
Alter	$r = +0,1628$	

ten der Jahre 1982 und 1983 wurden jeweils zusammengefaßt. In Tabelle 5 sind nur die signifikanten Korrelationen mit $p < 0,1$ für den Königs- und Obersee berücksichtigt.

Die höchsten Korrelationen ergaben sich jeweils für eine Fischart zwischen der Fischlänge und der Befallsintensität. Sie ist daher das bessere Maß für die aufgenommene Menge an infizierten Planktern als Alter und Gewicht der Fische. Ein kleiner aber älterer Fisch nimmt die gleiche Nahrung auf wie ein gleich großer, jüngerer. Das Gewicht ist dagegen vom jeweiligen Stand der Reife sowie vom Magen- bzw. Darminhalt abhängig.

Bei Königs- und Oberseesaiblingen waren jeweils die Fischlänge und die Zahl der dünnwandigen, invasionsfähigen Triaenophorusplerocecoidecysten signifikant korreliert. Gleiches galt auch für das Fischgewicht und -alter im Königssee. Da es nicht sinnvoll erscheint, daß der Triaenophorusbefall eine Zunahme von Länge und Gewicht der Wirtsfische fördert, kann nur ein Stapelwirtmechanismus zugrunde liegen.

In Abbildung 4 sind die mittleren Befallshäufigkeiten aller Triaenophoruscysten während der gesamten Untersuchungszeit im Königssee und Obersee aufgezeigt.

Bei Königs- und Oberseesaiblingen war der Anteil der Fische ohne Befall signifikant größer, als nach Poisson zu erwarten wäre ($p \ll 0,1$). Ein Aspekt hierzu

wären unterschiedliche Nahrungsspektren verschiedener Fischgruppen. Da im Gegensatz zum Barsch nie verkäste und degenerierte Cysten gefunden wurden, kann eine andere Immunitätslage diskutiert werden (SCHÖTTLER, 1984). Ob eine Förderung weiterer Befälle durch die Erstbesiedelung (Bahnung) vorliegt, ist noch abzuklären.

Barsch (*Perca fluviatilis*)

Im Königssee wurden im Untersuchungszeitraum 1982 und 1983 insgesamt $n = 142$ Barsche untersucht, von denen 39% mit Triaenophorusplerocecoidecysten befallen waren. Die parallel dazu untersuchten $n = 150$ Oberseebarsche waren dagegen zu 81% befallen. Die saisonalen Schwankungen der Befälle in den Jahren 1982 und 1983 sind in den Tabellen 6a und b dargestellt.

Tab. 6a: Befall der Barsche des Königssees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht	Anzahl der befallen	Befallshäufigkeit in %	Befallsgrad	Befallsintensität
April 82	12	5	41,7	0,50	1,20
Juli 82	20	9	45,0	5,95	13,22
Okt. 82	20	11	55,0	1,70	3,09
April 83	30	20	66,7	1,67	2,50
Juli 83	30	7	23,3	0,37	1,57
Okt. 83	30	4	13,3	0,53	4,00
1982/83	142	56	39,4		

Tab. 6b: Befall der Barsche des Obersees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht	Anzahl der befallen	Befallshäufigkeit in %	Befallsgrad	Befallsintensität
April 82	10	9	90,0	1,20	1,33
Juli 82	30	24	80,0	13,10	16,35
Okt. 82	20	16	80,0	3,10	3,88
April 83	30	21	70,0	6,10	8,71
Juli 83	30	25	83,3	31,00	37,20
Okt. 83	30	26	86,7	3,97	11,50
1982/83	150	121	80,6		

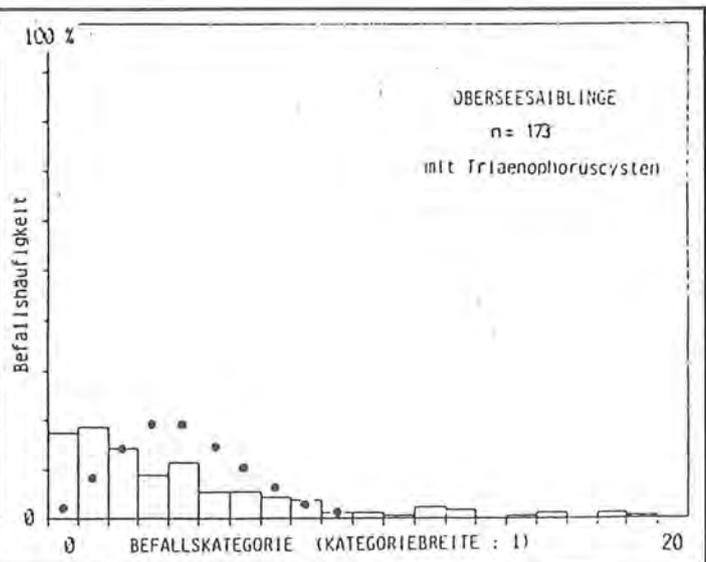
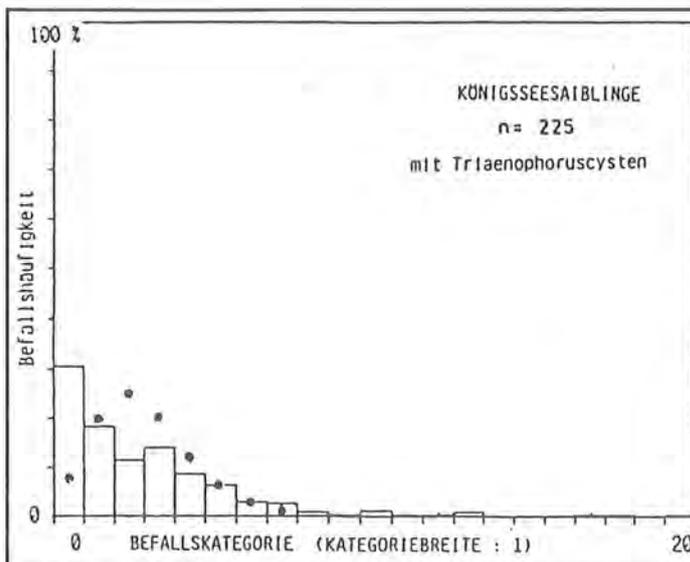


Abb. 4a + b: Befallshäufigkeit der a) Königs- und b) Oberseesaiblinge mit *Triaenophorus nodulosus*. Erwartungswerte nach Poisson sind punktiert eingetragen.

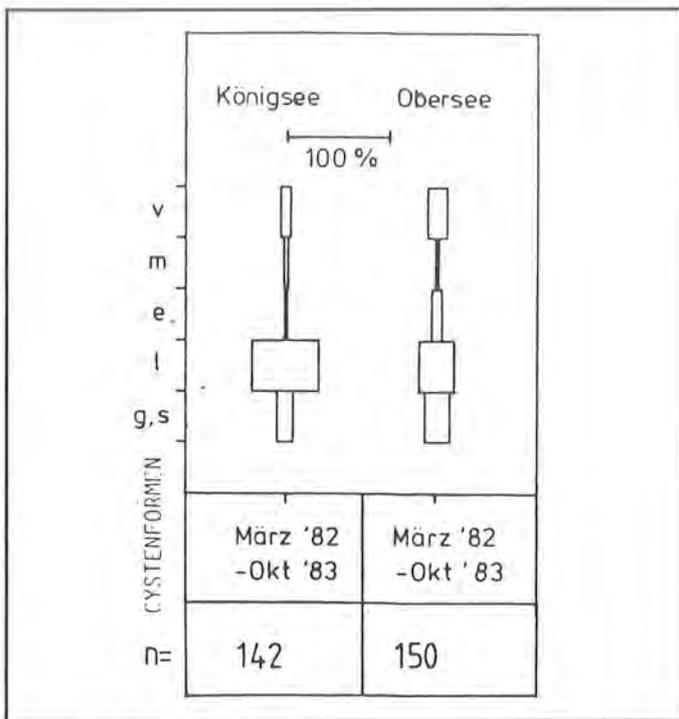


Abb. 5: Relativer Anteil der Cystenformen von *Triaenophorus nodulosus* in den Barschen des Königs- und Obersees. (g = grießkornförmige; s = senfkornf.; l = linsenf.; e = erbsenförmige, m = mehrkammerige; v = verkäste Cysten.

Wie bei den Seesaiblingen zeigt eine jahreszeitlich differenzierte Darstellung der relativen Zusammensetzung der Cystenformen der Königs- und Oberseebarsche kaum Unterschiede. In Abbildung 5 sind die mittleren Befallshäufigkeiten der einzelnen Cystenklassen dargestellt.

Am häufigsten wurden linsenförmige Cysten zu 67% (bzw. 37% OS) beobachtet. Die zweitstärkste Gruppe waren die kleinen Cysten (senf- und grießkornförmig) mit 19% (bzw. 24% OS). Erbsenförmige und mehrkammerige Cysten hatten beim Barsch kaum Bedeutung. Im Gegensatz zum Seesaibling wurde jedoch zu 11% (bzw. 21% OS) eine Verkäsung der Cysten beobachtet, welcher SCHÖTTLER (1984) barscheigene Abwehrmechanismen zugrunde legt.

Tab. 7a: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Barsche des Königssees zum *Triaenophorus*befall ($p < 0,1$).

	Triaenophoruspleroocercoidcysten	
	senfkornf.	linsenf.
Barsch-Länge	$r = -0,272$	$r = -0,230$
Gewicht	$r = -0,227$	$r = -0,185$
Alter		$r = -0,142$

Tab. 7b: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Barsche des Obersees zum *Triaenophorus*befall ($p < 0,1$).

	Triaenophoruspleroocercoidcysten					
	grießkornf.	senfkornf.	linsenf.	erbsenf.	mehrkammerig	verkäst
Barsch-Länge	$r = -0,305$	$r = -0,279$	$r = -0,234$	$r = -0,150$	$r = -0,503$	
Gewicht	$r = -0,262$	$r = -0,266$	$r = -0,244$	$r = -0,142$	$r = -0,423$	
Alter	$r = -0,245$	$r = -0,251$		$r = -0,139$	$r = -0,512$	
Korpulenz	$r = -0,195$	$r = -0,266$	$r = -0,165$	$r = -0,137$	$r = -0,490$	$r = +0,1726$

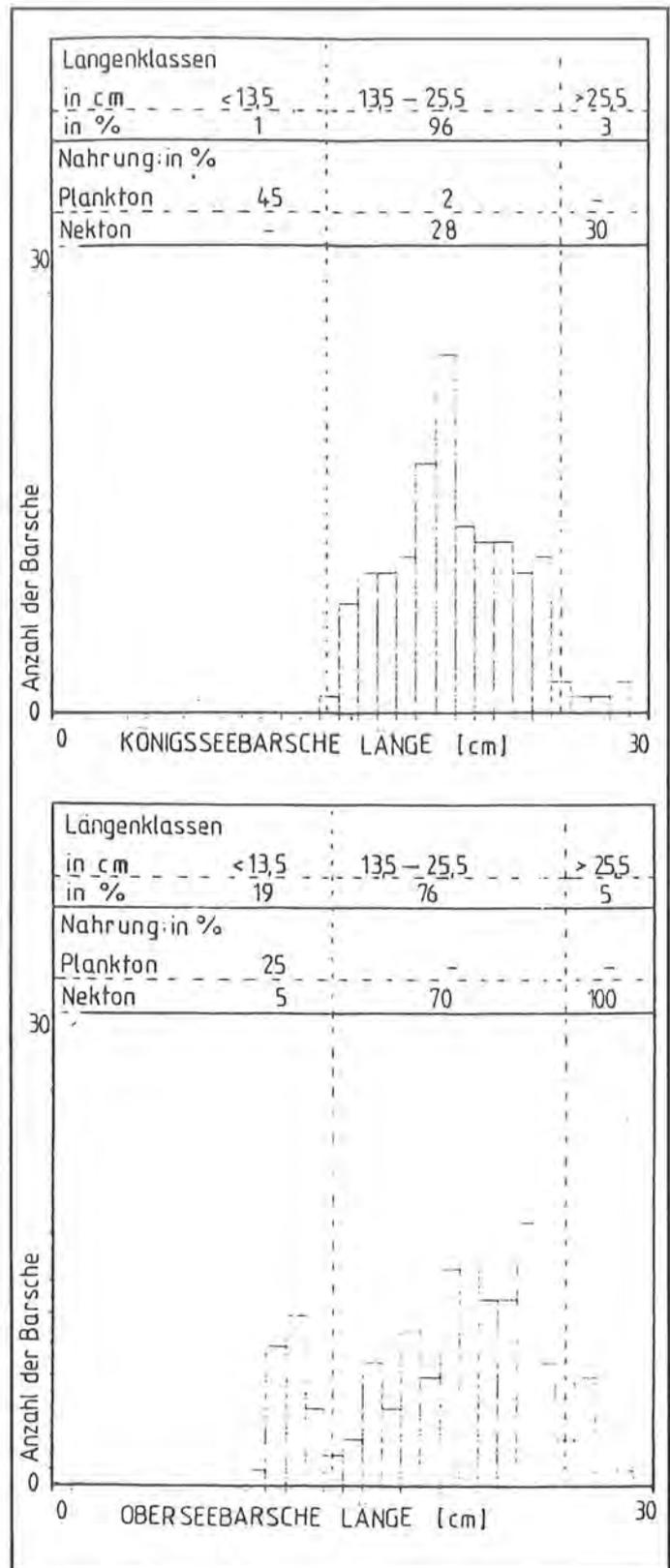


Abb. 6: Längenklassen und Nahrungsspektren der Barsche aus dem Königs- und Obersee.

Wie die Tabellen 7a und b zeigen, waren längere, schwere, d.h. ältere Barsche im Gegensatz zu den Seesaiblingen geringer mit senfkorn- und linsenfö-

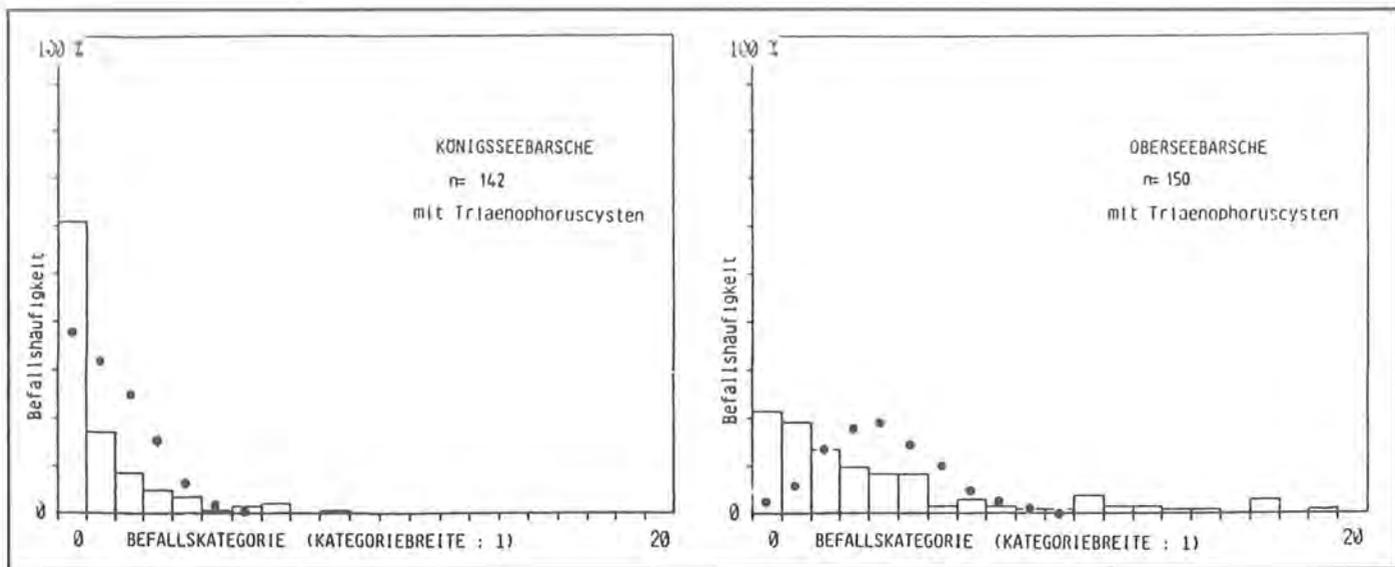


Abb. 7: Befallshäufigkeiten der Königs- und Oberseebarsche. Die Erwartungswerte nach Poisson sind punktiert dargestellt.

migen Triaenophoruszysten befallen. Dies galt für alle Cystenformen bei den Oberseebarschen. Bei älteren Exemplaren waren vermehrt verkäste, abgebaute Cystenformen zu beobachten; die statistische Absicherung war allerdings nur zur Korpulenz der Oberseebarsche möglich.

Im Vergleich zum Königssee trat bei den untersuchten Oberseebarschen die Triaenophorose viel ausgeprägter in Erscheinung, wie an Befallshäufigkeit, -grad und -intensität zu sehen ist. Als Grund hierfür kann die fangmethodisch bedingte Selektivität der Stichproben betrachtet werden. So wurden vom Obersee zu 19% kleine (bis 13,5cm) Barsche untersucht, wohingegen in den Fängen aus dem Königssee diese Längensklasse nur zu 1% enthalten war.

In die Interpretation der Ausprägung der Triaenophorose in den Stichprobenumfängen der beiden Seen sind auch die Unterschiede in der von den Barschen aufgenommenen Nahrung einzubeziehen: 19% der untersuchten Oberseebarsche (< 13,5cm) waren planktiv. Die Magenanalysen der Barsche aus dem Königssee ergaben hingegen nur bei 1% eine nennenswerte Planktonaufnahme. Zu berücksichtigen ist auch, daß die Barsche des Obersees zu einem erheblich höheren Anteil Nekton erbeuteten, als dies im Königssee der Fall war. Dieser Nahrungstyp wirkt wegen der – in der Regel hohen – mit den Beutefischen aufgenommenen Planktonmenge als Vektor für die Triaenophorose.

Aus Abbildung 7 ist ersichtlich, daß der Anteil der Fische ohne Befall in beiden Seen signifikant höher lag, als nach Poisson zu erwarten wäre ($p < 0,1$). Die Befallscharakteristik der Barsche beider Seen ist quantitativ unterschiedlich (z-Test: $p < 0,1$).

Elritze (*Phoxinus phoxinus*)

Während des Untersuchungszeitraumes 1982 und 1983 wurden $n = 102$ Elritzen vom Königssee untersucht. Auf Grund des zu geringen Stichprobenumfanges ($n = 9$) an Elritzen aus dem Obersee werden diese im folgenden vernachlässigt.

Tab. 8: Befall der Elritzen des Königssees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Elritzen untersucht	Anzahl der befallenen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	45	11	24,4	0,49	2,00
April 83	20	2	10,0	0,10	1,00
Juli 83	37	6	16,22	0,30	1,83
1982/83	102	19	18,6		

Die Tabelle 8 zeigt, daß im Mittel nur 18,6% der Elritzen mit *Triaenophorusplerocercoiden* befallen waren. Die Cysten waren ausschließlich in der Leber lokalisiert. Es dominierten mit 83% die kleinen Cysten-

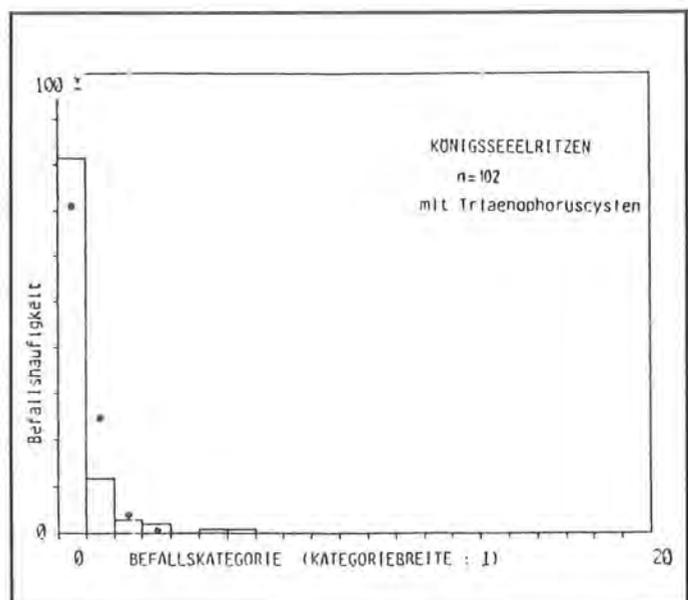


Abb. 8: Befallshäufigkeit der Elritzen des Königssees mit *Triaenophorus nodulosus*. Erwartungswerte nach Poisson sind punktiert eingetragen.

formen (grießkorn-, senf- und linsenförmig). Erbsen- große Formen wurden nur bei 5% und verkäste Cysten bei 12% der Fische festgestellt.

Wie der Abbildung 8 zu entnehmen ist, war der Anteil der Elritzen ohne Befall signifikant höher, als nach Poisson zu erwarten wäre ($p < 0,01$).

Rutte (*Lota lota*)

Von $n = 47$ Ruten aus dem Königssee waren in den Jahren 1982 und 1983 insgesamt nur 38% mit *Triaenophorus* cysten befallen. Am Obersee konnte zur gleichen Zeit, wie auch bei den Seesaiblingen und Barschen, eine erheblich höhere Befallshäufigkeit von 80% (bei $n = 10$) – mit meist unter den Organ- kapseln der Lebern gelegenen Cysten – beobachtet werden. Für beide Seen sind nachfolgend Befalls- häufigkeit, -grad und -intensität (Tabellen 9a und b) sowie die Häufigkeitsverteilungen der Cystenformen (Abbildung 9) dargestellt.

Tab. 9a: Befall der Ruten des Königssees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Ruten untersucht	Anzahl der befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	14	5	35,7	0,93	2,60
Juli 82	10	6	60,0	1,70	2,83
Okt. 82	5	3	60,0	5,20	8,67
April 83	7	1	14,3	0,29	2,00
Juli 83	0				
Okt. 83	11	3	27,3	0,55	2,00
1982/83	47	18	38,3		

Tab. 9b: Befall der Ruten des Obersees mit Plerocercoiden von *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Ruten untersucht	Anzahl der befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	3	3	100,0	10,67	10,67
April 83	3	1	33,3	1,33	4,00
Juli 83	2	2	100,0	10,00	10,00
Okt. 83	2	2	100,0	24,00	24,00
1982/83	10	8	80		

Die Abbildung 9 zeigt bei den Königsseeruten eine pyramidale, bei den Oberseeruten eine symetrische Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Cystenformen. Bei den Ruten aus dem Obersee traten zu 25% verkäste Cysten auf. Cysten dieses Typs wurden bei den aus dem Königssee stammenden Ruten nicht beobachtet. Der Mageninhalt der untersuchten Rutenstichprobe bestand zu 84% aus Nekton und 16% aus Benthos. Als Hauptfutterfische zeigten sich Mühlkoppen, Saiblinge, Elritzen und Barsche (GERSTMEIER, 1984). Da Ruten über 40cm Länge kein Plankton aufgenommen hatten, läuft auch für sie die Infektion anscheinend über Carrierfische. Auf Grund der Abbauvorgänge ist es unwahrscheinlich, daß die Cysten Relikte aus der planktivoren Jugend sind.

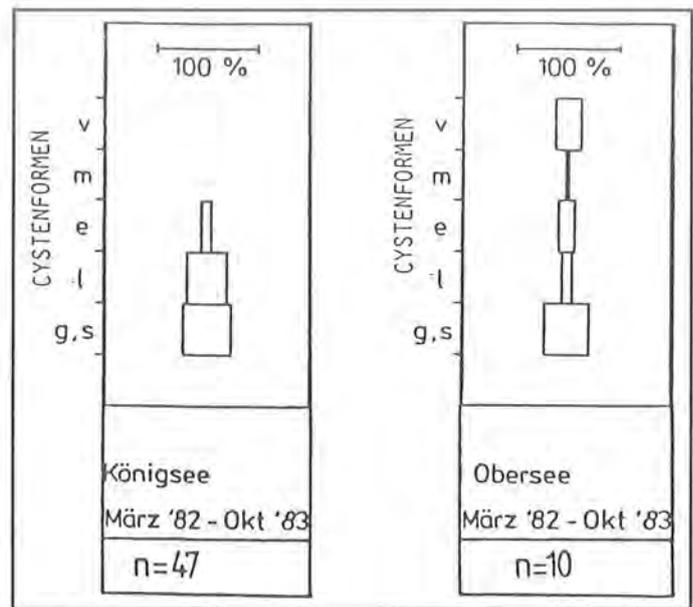


Abb. 9: Relativer Anteil der Cystenformen von *Triaenophorus nodulosus* in den Ruten des Königs- und Obersees. (g = grießkornförmig, s = senfkornf., l = linsenf., e = erbsenf., m = mehrkammerig, v = verkäst).

Endwirtphase

Der Entwicklungszyklus wird geschlossen, wenn einer der zweiten Zwischenwirte vom Endwirt gefressen wird. Hier erreicht der Parasit die Geschlechtsreife. Von einigen bei KUPERMANN (1973) zitierten Autoren wurden *Triaenophorus* Befunde nicht nur im Darm des Hechtes, sondern in seltenen Fällen auch bei der Forelle, Äsche, Rutte, dem Nerfling, Zander, Barsch, Kaulbarsch, Waller, Aal u.a. beobachtet. KUPERMANN selbst fand diese „Fehlläufer“ nie angeheftet und stets unreif vor. Hierbei handelte es sich um den Darm passierende Plerocercoiden, welche nicht den richtigen Endwirt erreicht hatten. SIEBECK (1982) nennt die Seeforelle als Endwirt für *Triaenophorus nodulosus*. Bei den von uns untersuchten Fischen des Königs- und Obersees waren ausschließlich die Hechte mit adulten, angehefteten *Triaenophorus* Strobilen befallen.

Von April 1982 bis Oktober 1983 wurden aus dem Königssee $n = 135$ und dem Obersee $n = 8$ Hechte hinsichtlich Befallsintensität und dem Reifegrad der angehefteten Adulti untersucht. Diese waren hauptsächlich im Pylorusschenkel des Mitteldarms zu finden. In geringerer Anzahl wurden im Frühjahr vereinzelt Exemplare auch in der Mucosa des Enddarmes angeheftet registriert. Im Gegensatz zu *Triaenophorus crassus*, dessen Scolices tief in die Submucosa der Hechtdarmschleimhaut eindringen, sind die Scolices von *Triaenophorus nodulosus* locker im Darmepithel verankert. Als Haftapparat dienen 4 Hakenpaare am Rand der apikalen Platte und zwei seitliche Sauggruben, wie sie für pseudophyllide Cestoden typisch sind (Abbildungen 10a und b). Die Länge der *Triaenophorus* Strobilen wurde im lebenden, entspannten Zustand in Wasser gemessen und betrug zwischen 3 und 55cm.

Im Mittel waren 53% der Königsseehechte befallen. Die Tabelle 10 zeigt die Befallsverhältnisse im Unter-



Abb. 10a: REM-Aufnahme vom Scolex eines adulten *Triaenophorus nodulosus* (200-fache Vergrößerung). Haftapparat: 2 Sauggruben und 4 Hakenpaare.

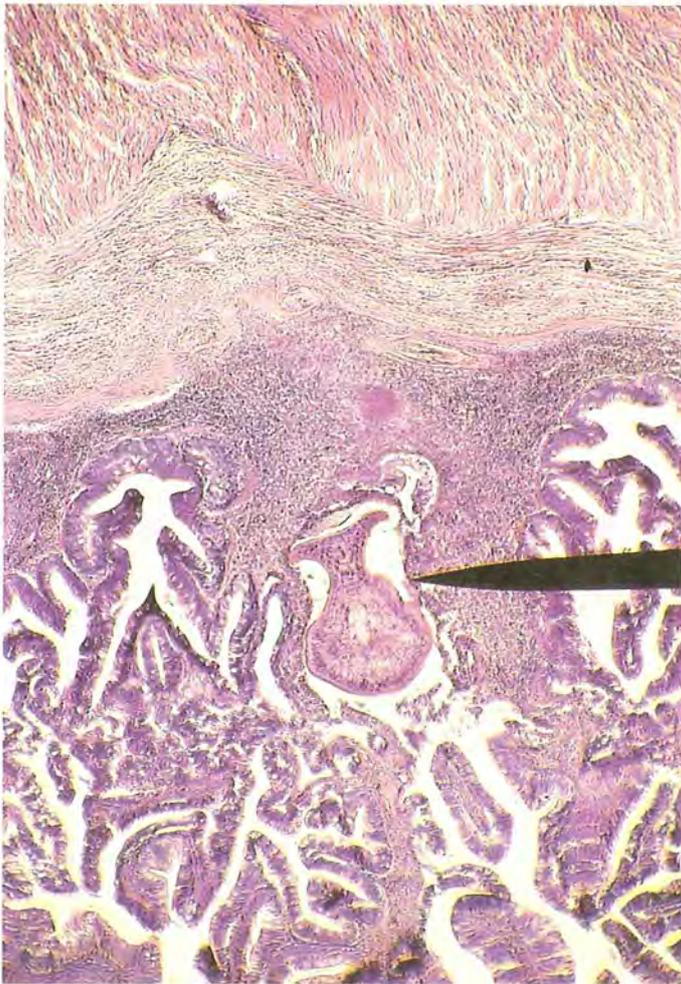


Abb. 10b: Scolex eines adulten *Triaenophorus nodulosus* im Darmepithel des Hechtes. S: Scolex (80-fache Vergrößerung).

Tab. 10: Befall der Hechte des Königssees mit *Triaenophorus nodulosus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Hechte untersucht	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	26	23	88,5	11,9
Juli 82	16	7	43,8	3,6
Okt. 82	20	5	25,0	0,4
April 83	23	20	87,0	4,9
Juli 83	30	26	86,7	20,0
Okt. 83	20	1	5,0	0,2
1982/83	135	72	53,0	

suchungszeitraum. Die Oberseedaten werden auf Grund des zu geringen Stichprobenumfanges vernachlässigt.

Die Maxima der Befallsintensität wurden in den Sommermonaten beobachtet. Die relative Zusammensetzung der Reifestadien ist nach Jahreszeiten differenziert in Abbildung 11 dargestellt. In Anlehnung an die Untersuchungen von CHUBB (1963) wurden alle neu etablierten Stadien mit plerocercoidartigem Habitus, welche noch keine Gonadenentwicklung zeigten und durchschnittlich 8cm maßen, als „Präadulti“ (bei CHUBB: Stadium I); alle längeren (bei CHUBB: Stadium II – V) als „Adulti“ bezeichnet.

In Übereinstimmung mit MILLER (1952), CHUBB (1963) und KENNEDY (1975) wurden das ganze Jahr über neu aufgenommene Plerocercoiden beobachtet. Der Abgang der Adulti bis Ende Mai bedingte eine Synchronisation des Reifecyclus, so daß die hohe Befallshäufigkeit in den folgenden Sommermonaten (Juni – Juli) fast ausschließlich auf Neuinvasionen zurückzuführen war. Das Infektionsgeschehen wird durch die intensivere Futteraufnahme der Hechte nach der Laichzeit begünstigt. So können, wie auch bei CHUBB (1963), die Monate Juni – August als Hauptperiode der Neubesiedelung betrachtet werden. Die dabei in den Sommermonaten erreichte Aufnahme von Präadulti stellte ein Maximum dar. Im Frühjahr und Herbst waren dagegen nur zu 8% bzw. 10% Neuinvasionen zu finden. Die insgesamt sehr

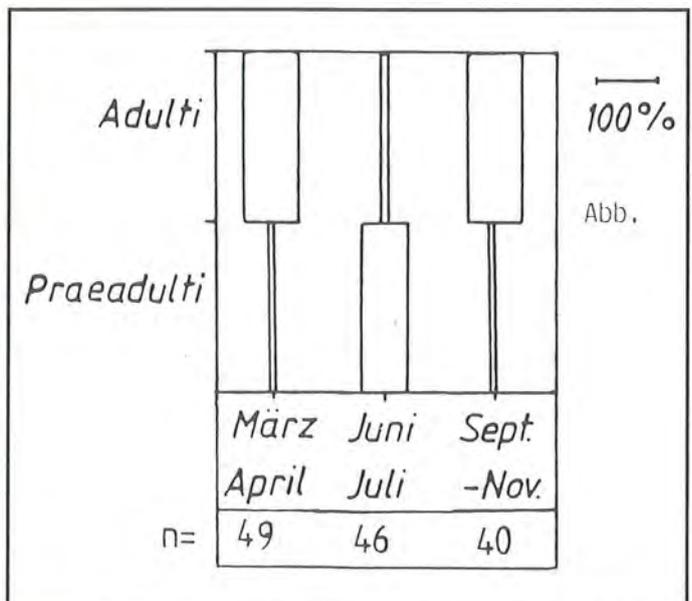


Abb. 11: Relativer Anteil der Entwicklungsstadien von *Triaenophorus nodulosus* in den Hechten des Königssees.

geringen Befälle in den Herbstmonaten dürfte jedoch hauptsächlich auf die Altersstruktur der untersuchten Stichproben zurückzuführen sein. Auf Grund des methodisch bedingten und unvermeidbaren Fangzufalles wurden zu dieser Zeit 45% einjährige Hechte untersucht, die, entsprechend ihrer Nahrungswahl, keinen bis nur geringgradigen *Triaenophorus*-befall aufwiesen.

Auf Grund von ständiger *Plerocercoid*-aufnahme und Verlust durch Abgang stellte sich ein dynamisches Gleichgewicht im *Triaenophorus*-bestand der Hechte ein. Die Reifung der Gonaden erfolgte jeweils bei fallenden Temperaturen im Herbst, während der Abgang reifer Stobilen im Frühjahr mit ansteigenden Wassertemperaturen erfolgte. Die Fragen, ob die Temperatur direkt oder über das Hormonsystem der Hechte reifeinduzierend wirkt und inwieweit beim Abgang der Stobilen Immunreaktionen der Hechte eine Rolle spielen, sind auch nach einschlägigen Untersuchungen (HALVORSEN, 1972) nicht geklärt.

Tab. 11: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Königsseehechte zum *Triaenophorus*-befall, mit $p < 0,01$.

	Königssee <i>Triaenophorus nodulosus</i>	
	Neuinvasion	Adult
Hecht-Länge	$r = +0,318$	$r = +0,4729$
Gewicht	$r = +0,439$	$r = +0,3507$
Alter	$r = +0,3093$	$r = +0,372$

Längere, schwerere sowie ältere Hechte hatten, bedingt durch ihr Nahrungsspektrum und dem entsprechend größeren Nahrungsbedarf, signifikant höhere *Triaenophorus*-befälle. Dies war sowohl bei Präadult- als auch Adultstadien zu beobachten. Abbildung 12 zeigt den mit zunehmender Körperlänge der Hechte korrelierten Anstieg der Befallsstärken.

Triaenophorose bei der Seeforelle: Versuche zum Wirt-Parasitverhältnis.

In der Literatur wird die Seeforelle als eine im Königssee (St. Bartholomäussee) bereits im 16. Jahrhundert (v. PAULA SCHRANK, 1785) autochthone Fischart beschrieben und dokumentiert. In den vergangenen Jahren war der Anteil dieser Species in den Fängen des Berufsfischers rückläufig (RUMMEL, AMORT 1935 – 1982). Die derzeitige Bestandssituation wird von den Untersuchern in Übereinstimmung mit der Landesanstalt für Fischerei (mündl. Mitteilung KLEIN, 1985) als geringgradig eingeschätzt. Im Untersuchungszeitraum 1982 – 1984 konnte trotz gezieltem Fangeinsatz (Laichfischerei) nur eine vierjährige Seeforelle angelandet werden, deren Leber mehrere erbsenförmige Cysten enthielt. Der Darm dieses Fisches war frei von *Triaenophorus nodulosus*.

Zur Auffrischung des noch vorhandenen Bestandes sowie im Zusammenhang mit der stark ausgeprägten Seesaiblingspopulation im Königssee wird der Besatz mit Seeforellen diskutiert. In Anbetracht der Tat-

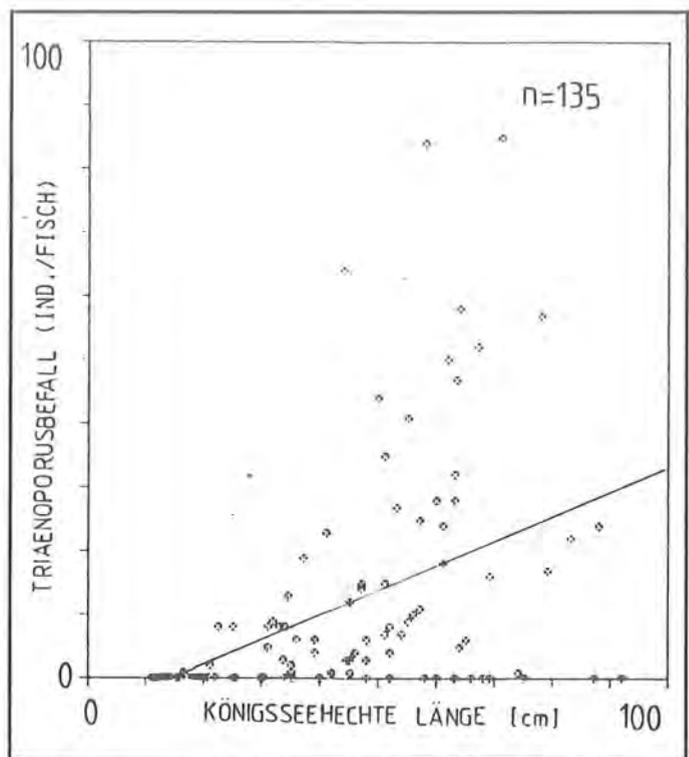


Abb. 12: Länge der Königsseehechte in Relation zum Befall mit adulten *Triaenophorus*-stadien.

sache, daß, wie bereits dargestellt, von verschiedenen Autoren auch die Seeforelle als möglicher Endwirt für *Triaenophorus nodulosus* genannt wird, war vor einer eventuellen Besatzmaßnahme das Verhalten der Seeforelle gegenüber dieser Parasitose abzuklären. Der im Rahmen der Freilanduntersuchungen erhobene Einzelbefund (siehe oben) bot keine hinreichende Basis zur Abschätzung des mit Besatzmaßnahmen verbundenen ökoparasitologischen Risikos. Folgende Versuche sollten Aufschluß über das Wirt-Parasitverhältnis geben:

Vorversuche für eine Seeforellenbestandsauffrischung

Die Infektionsversuche wurden jeweils parallel mit Seesaiblings durchgeführt, für die aufgrund der parasitologischen Freilanduntersuchungen das Ausmaß der Parasitosen bekannt war.

In zwei Aquarienversuchen wurden Seeforellen- und Seesaiblingsbrutfische mit (a) Königsseeplankton, welches zu ca. 0,8% *Procercoide* beinhaltete und (b) mit künstlich infizierten Copepoden (maximale Befallsstärke: 5 *Procercoide*) gefüttert.

Zu a: Auf Grund der flankierenden Planktonanalysen kann davon ausgegangen werden, daß bei der Fütterung mit Königsseeplankton täglich ca. 7 mit *Triaenophorus* infizierte Copepoden in die Versuchsaquarien gelangten. Nach einer Versuchszeit von 6 Wochen waren von den jeweils $n = 100$ im Versuch stehenden Fischen 7% der untersuchten Seesaiblings und 6,5% der Seeforellen mit *Triaenophorus plerocercoiden* befallen. Nur ein Seesaibling zeigte eine Befallsstärke von 7 *Plerocercoiden*, die übrigen infizierten Fische beinhalteten ein *Plerocercoid*.

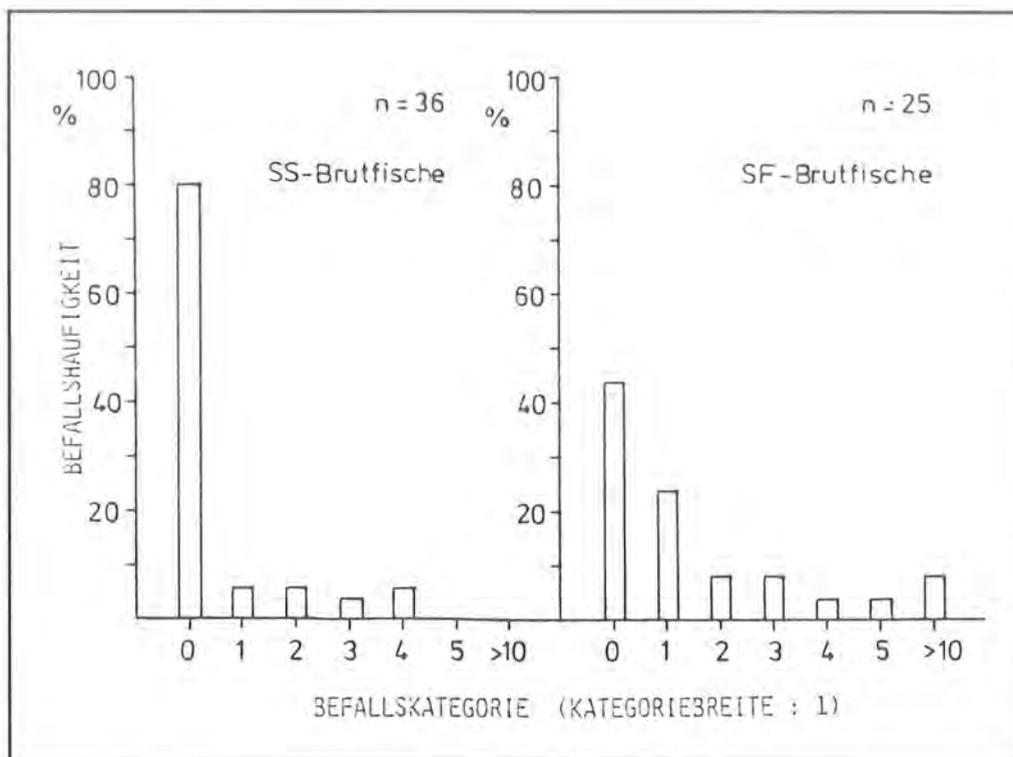


Abb. 13: Befallshäufigkeiten künstlich infizierter Seesaiblings- und Seeforellenbrutfische mit *Triaenophorus nodulosus*.

Zu b: Im Versuch standen jeweils $n = 40$ Fische. Die Aufnahme künstlich infizierter Copepoden erfolgte unter gleichen Versuchsbedingungen bei den Seeforellen intensiver als bei den scheueren Seesaiblingsen. So konnten nach einem Monat folgende Befallshäufigkeiten der Lebern beobachtet werden (Abbildung 13).

Bei den Seesaiblingsen waren aufgrund geringerer Freßaktivität nur 20% mit *Triaenophorus plerocercoiden* befallen, welche sich gleichmäßig auf die Befallskategorien 1 – 4 verteilten. Da das Plankton bis zu 5 Procercoide pro Cyclops beinhaltet, kann diese Befallsstärke ($n = 4$) bereits durch die Aufnahme von nur einem Copepoden erreicht werden.

Im Gegensatz dazu waren bei den Seeforellen 56% erfolgreich mit *Triaenophorus plerocercoiden* infiziert. Wie die Verteilung der Befallskategorien ($n > 10$) zeigt, müssen die infizierten Seeforellen zum Teil mehrere infizierte Copepoden aufgenommen haben, so daß die Verteilung der Befallskategorien nicht nur auf der Befallsstärke der Plankter basierte. Das Längenwachstum der Plerocercoiden zeigte in den beiden Wirtsfischarten auch bei einem Befallsmaximum von 12 Plerocercoiden pro Fisch keine signifikanten Unterschiede. Die relativ hohe Sterblichkeit der Seeforellenbrutfische war auf ungünstige Haltungsbedingungen zurückzuführen. Auf Grund der beiden Versuche kann der Seeforellenbrutfisch als potentieller zweiter Zwischenwirt für *Triaenophorus nodulosus* erachtet werden.

Zur Klärung der Frage, ob zufällig über Beutefische aufgenommene Procercoide in zweijährigen Seeforellen invasionsfähig sind, wurde ein Übertragungsversuch durchgeführt. Infizierte Copepoden wurden in Naßfutter eingeschlossen und an die Fische ver-

abreicht. Nach 59 Tagen wurde bei einer Seeforelle ein *Triaenophorus plerocercoid* mit frischen Bohrgängen in der Leber gefunden, so daß dieser Infektionsweg möglich erscheint. Die morphologischen Daten dieser einen Seeforelle unterschieden sich nicht signifikant von der restlichen Population, so daß jeder Fisch die gleiche Chance gehabt hätte, sich zu infizieren.

Ergebnisse:

- Es wurden Seesaiblings- und Seeforellenbrutfische sowie zweijährige Seeforellen von *Triaenophorus plerocercoiden* befallen.
- Die Infektion auf der zweiten Zwischenwirtsebene kann über Procercoide im Plankton und noch nicht etablierte Plerocercoiden in Transportwirten erfolgen.

Versuche zur Endwirtfrage bei Hecht und Seeforelle

- Hierzu war zunächst zu klären, ob *Triaenophorus* im Endwirt Hecht das ganze Jahr über invasionsfähig ist. Es wurden parallel in zweimonatigem Turnus jeweils $n = 6$ zweijährigen Hechten und $n = 6$ vierjährigen Seeforellen nach vorheriger Betäubung Plerocercoiden oral verabreicht. Bei den Hechten konnte die Invasionsfähigkeit das ganze Jahr über bestätigt werden, während bei den Seeforellen nie ein angehefteter *Triaenophorus* gefunden wurde. Bei einem Exemplar wurden im Enddarm Reste von angedauten Plerocercoiden gefunden. Dieser Befund dürfte auf den temperaturbedingt langsameren Stoffwechsel im Winter zurückzuführen sein.
- In einem weiteren Versuch wurden $n = 36$ vierjährigen Seeforellen und $n = 20$ Hechten ganze plerocercoidhaltige Saiblingslebern angeboten. Mit Ausnahme eines Hechtes, enthielten alle Exemplare angeheftete *Triaenophorus*stadien im Mittel-

darm. Bis Ende August wurden ausschließlich Präadulti beobachtet, ab Anfang September ausschließlich Adulti. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Freilandbeobachtungen an Königsseefischen. Die Befallshäufigkeit stand in keiner signifikanten Beziehung zum Infektionsdruck.

- Die Ergebnisse der Aquarien- und Beckenversuche wurden auch unter Königsseebedingungen überprüft. Von Anfang bis Ende Oktober 1983 wurden in einem Netzgehege $n = 108$ Seeforellen einem erheblichen Invasionsdruck von Plerocercoiden ausgesetzt (appliziert wurden: lebende und tote Saiblinge sowie Eingeweide und Leberstücke). Bei der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung der Darmschleimhaut wurden angeheftete Adulti von *Triaenophorus nodulosus* nie festgestellt. Als Nebenbefunde wurden Befälle mit *Bunodera luciopaercae* bei 38% und mit *Eubothrium salvelini* bei 15% aller Testfische erhoben.

Ergebnis:

- Plerocercoiden aus Seesaiblingen sind in Hechten das ganze Jahr über invasionsfähig.
- Die Seeforelle ist kein Endwirt für *Triaenophorus nodulosus*.

Besatzversuch mit Seeforellen

Nach den aufgezeigten Vorversuchen wurde Mitte April 1984 ein Probebesatz mit 1000 zweieinhalbjährigen, markierten Seeforellen im Königssee durchgeführt. Das mittlere Einsatzgewicht betrug 177g. 32 Wiederfänge von Anfang September bis Mitte Oktober zeigten ein mittleres Gewicht von 593g (wobei die Werte von 230g bis 1680g streuten). Die Besatzfische waren sehr gut abgewachsen, obwohl 78% der Fische mit *Triaenophorus plerocercoiden* befallen waren.

In den befallenen Fischen waren 62% der *Triaenophorus*larven encystiert, 38% bewegten sich in den Gallengängen sowie im Leberparenchym.

Die hohe Befallshäufigkeit der Wiederfänge (Abbildung 14) erlaubt den Schluß, zumal die Mageninhalte nie Plankton enthielten, daß sich im Beutefisch noch nicht encystierte Plerocercoiden erfolgreich in einem weiteren zweiten Zwischenwirt etablieren können.

Die Verteilung der Befallskategorien weicht von einer Normalverteilung nach links ab. Der Anteil der Fische ohne Befall ist signifikant höher, als nach Poisson zu erwarten wäre ($p \ll 0,1$). Eine Erklärung hierfür kann in verschiedenen Ernährungstypen gesehen werden. Einige Seeforellen enthielten ausschließlich Seesaiblinge (bis zu 4 Stück mit 15cm Länge), andere ausschließlich Elritzen (bis zu 7 Stück) im Magen; beide Fischarten lagen nie gleichzeitig vor. Die Chance für eine Seeforelle, über die Beute Plerocercoiden aufzunehmen, ist bei der Elritze, welche zu einem erheblichen Teil benthophag ist, geringer als bei den im Pelagial schwebenden Seesaiblingen, welche bis zu einer Länge von 15cm noch

zu 95% von Planktonnahrung leben (GERSTMEIER, 1984). Weitere Wiederfänge in den kommenden Jahren sind für das zeitliche Invasionsmuster von *Triaenophorus nodulosus* auszuwerten.

Versuch zum Wirtswachstum in Abhängigkeit vom *Triaenophorus*befall

Jeweils 40 mit *Triaenophorus* infizierte sowie *Triaenophorus*freie Seesaiblingsbrutfische wurden unter gleichen Bedingungen gemeinsam aufgezogen. Nach einem Jahr konnten allerdings nur bei 3% der infizierten Fische jeweils 2 dünnwandige, linsen- bzw. erbsengroße *Triaenophorus*cysten mit einem invasionsfähigen Plerocercoid gefunden werden. Auch bei diesem Versuch unterschieden sich die morphologischen Daten der infizierten nicht signifikant von denen, der anderen Fische. Sie lagen alle im Bereich $x \pm 2s$. Die geringe Befallshäufigkeit dürfte auf eine wenig erfolgreiche Infektion zurückzuführen sein, zumal in den cystenfreien Lebern auch keine Bohrspuren zu beobachten waren. Aufgrund der geringen Anzahl infizierter Fische kann das Ergebnis nicht statistisch abgesichert werden.

In der Versuchsanlage Wielenbach zeigten von einem Elternfischpaar aus dem Königssee gezogene *Triaenophorus*freie Seesaiblinge ($n = 400$) trotz Handfütterung erheblich Wachstumsunterschiede. Die zweijährigen Geschwisterfische spalteten in drei Längenklassen mit durchschnittlich 19,0cm, 24,2cm und 31,6cm auf, wobei der kleinste Fisch 16,5cm und der längste 38cm maß. Das durchschnittliche Gewicht innerhalb der drei Klassen betrug 84g, 133g, und 405g.

Da die genetisch fixierte Variabilität der Königsseesaiblinge größer als ein parasiteninduzierter Wachstumsunterschied ist, können Gewichts- und Längenmessungen nicht zur Abschätzung der parasitären Schädigung herangezogen werden.

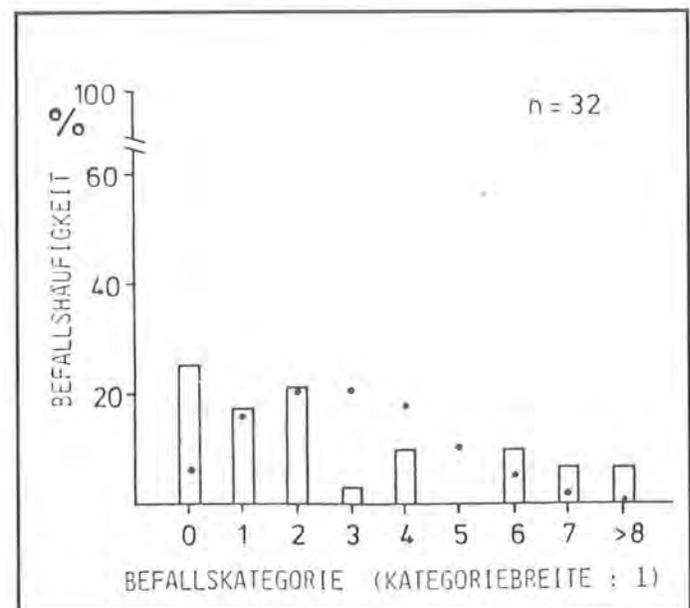


Abb. 14: Befallshäufigkeit der Seeforellenwiederfänge nach 6 Monaten bezüglich *Triaenophorus nodulosus*. Die Erwartungswerte nach Poisson sind punktiert dargestellt.

3.2.1.2 Eubothrium salvelini

Der pseudophyllide Cestode *Eubothrium salvelini* (SCHRANK, 1790) parasitiert nur in Vertretern der Gattung *Salvelinus* (KENNEDY, 1978). Bei See- und Bachsaiblingen der Nationalparkseen wurden Adulti von *Eubothrium salvelini* in den Pylorusschläuchen angeheftet beobachtet. Nach einfachem Wirtswechsel findet hier die Entwicklung zum Adultus statt; auch planktivore Copepoden dienen als Zwischenwirte.

Systematik

Der Scolex des Adultus ist charakterisiert durch zwei Sauggruben (Haftapparat) und eine apikale Platte, die im Gegensatz zu *Triaenophorus* unbewaffnet ist. Die lichtmikroskopische Artbestimmung anhand der Form und Größe der apikalen Platte war aufgrund der Variabilität der einzelnen Arten nicht eindeutig. Mit Hilfe der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung wurde die in den Saiblingen des Königs-, Ober- und Grünsees parasitierende Art als *Eubothrium salvelini* identifiziert. Kleine Ausstülpungen des Cytoplasmas im cranialen Bereich der Strobilen, welche sekretorische Funktion haben, werden als „Tumuli“ bezeichnet (Abbildung 15a). Ihre Anordnung ist artspezifisch und daher als Bestimmungsmerkmal geeignet (ANDERSEN, 1979).

Die Proglottiden sind breiter als lang und im vorderen Teil besonders deutlich voneinander abgesetzt (Abbildung 15b).



Abb. 15a: REM-Aufnahme vom Scolex eines adulten *Eubothrium salvelini* (300-fache Vergrößerung), Haftapparat: 2 Sauggruben.

Zwischenwirt

Der Austritt der ungedeckelten Eier erfolgt durch den median gelegenen Uterusporus, der Abgang der Proglottiden mit den Faeces. Die Eischalen, welche im Mittel $70\mu \times 60\mu$ messen, schließen das Corracidium ein. Es enthält die bereits sichtlich bewegliche Hakenlarve mit der sie umgebenden embryonalen Schutzschicht, welche gefaltet und frei von Cilien ist. Die Eier benötigen im Gegensatz zu *Triaenophorus* keine extrauterine Brutphase. Die Oncosphäre ist mit den für pseudophyllide Cestoden typischen drei Hakenpaaren ausgestattet und bleibt bis zu 30 Tagen bei 5°C über lebensfähig. Das spezifische Gewicht ist nur geringfügig kleiner 1, so daß sich die Eier pelagisch verhalten.

Bei ihrer Vertikalwanderung nehmen im Königssee ausschließlich die planktivoren Copepoden die schwebenden Eier als Nahrung auf und werden so zum Zwischenwirt für *Eubothrium*.

Wie die Infektionsversuche zeigten, dauert die temperaturabhängige Entwicklung zu invasionsfähigen Larven (Metacestode) bei 10°C ca. 30 Tage. Diese sind zwischen 300μ und 400μ lang und füllen in unkontrahiertem Zustand die Leibeshöhle des Copepoden vom Cephalothorax bis zu den Abdominalsegmenten aus. Der Metacestode führt heftige Kontraktionsbewegungen aus. Bereits nach 23 Tagen konnte die typische Form der Basalplatte erstmalig beobachtet werden.



Abb. 15b: *Eubothrium salvelini* Anheftung des Parasiten in der Darmschleimhaut eines Seesaiblings. S : Scolex, P : Proglottiden, (80-fache Vergrößerung).

Monatliche Planktonuntersuchungen am Königssee ergaben von April bis November mit *Eubothrium* infizierte Copepoden das ganze Jahr über mit einem Befallsmaximum im Herbst, wobei die mittlere Befallshäufigkeit 3,3% des Gesamtzooplanktons betrug. Im Kapitel 3.2.1.4 werden die Ergebnisse der Planktonuntersuchungen vergleichend diskutiert.

Endwirt

Nach der Aufnahme der infizierten Zwischenwirte durch den spezifischen Endwirt heften sich die Metacystoden in den Blindsäcken der Pylorusschläuche an. In selteneren Fällen wurden bei Seesaiblingen des Königssees neuaufgenommene Stadien distal an der Darmwand beobachtet. Diese hatten anscheinend den Copepoden zu spät verlassen. Adulti waren jedoch niemals darunter.

Ergebnisse der Freilanduntersuchungen

Im Untersuchungszeitraum 1982 und 1983 wurden 265 Königssee-, 172 Obersee- und 40 Grünseesaiblinge parasitologisch erfaßt. Die Befallshäufigkeiten sowie die Parasitendichten der untersuchten Seesaiblinge sind in den Tabellen 12a, b und c aufgezeigt.

Die mittlere Befallshäufigkeit der Königsseesaiblinge mit *Eubothrium salvelini* betrug 80,4%; am Obersee

Tab. 12a: Befall der Seesaiblinge des Königssees mit *Eubothrium salvelini*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Seesaiblinge untersucht	Anzahl der Seesaiblinge befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	32	23	71,9	17,38	24,17
Juli 82	40	40	100,0	130,50	130,50
Okt.-Dez. 82	58	56	96,6	169,41	175,47
März/Apr. 83	55	45	81,82	105,55	129,00
Juni/Juli 83	40	39	97,5	45,50	46,67
Sept./Okt. 83	40	40	100,0	109,68	109,68
1982/83	265	213	80,4		

Tab. 12b: Befall der Seesaiblinge des Obersees mit *Eubothrium salvelini*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Seesaiblinge untersucht	Anzahl der Seesaiblinge befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	20	20	100,0	52,30	52,30
Juli 82	40	39	97,5	204,98	210,20
Okt. 82	22	20	90,9	107,50	118,25
April 83	30	29	96,7	157,27	162,69
Juli 83	30	30	100,0	194,93	194,93
Okt. 83	30	29	96,7	159,17	164,66
1982/83	172	167	97,0		

Tab. 12c: Befall der Seesaiblinge des Grünsees mit *Eubothrium salvelini*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Seesaiblinge untersucht	Anzahl der Seesaiblinge befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
Okt. 82	20	20	100,0	19,3	19,3
Okt. 83	20	20	100,0	19,3	19,3
1982/83	40	40	100,0		

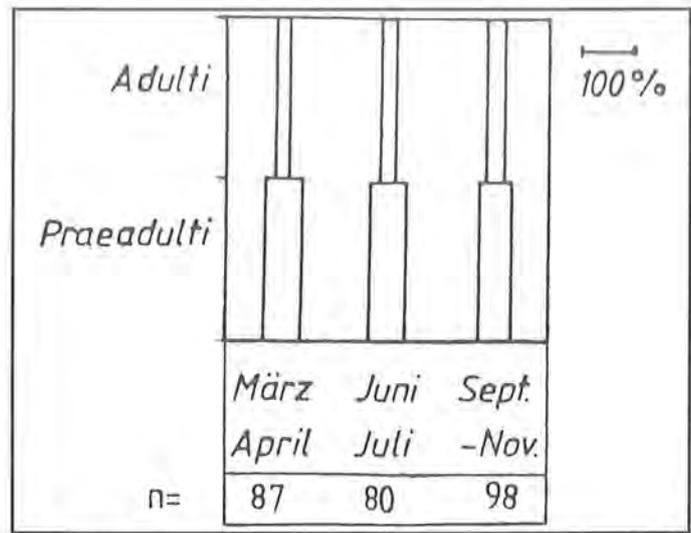


Abb. 16: Relativer Anteil der Entwicklungsstadien von *Eubothrium salvelini* in den Seesaiblingen des Königssees.

lag sie dagegen um 16,6% höher. Der Grund hierfür mag auch, wie bereits beim *Trienophorus*-befall diskutiert, auf den vermehrten Daphnienkonsum älterer Königsseesaiblinge zurückzuführen sein. Die vergleichend untersuchten Grünseesaiblinge waren ausschließlich Planktonfresser, wobei jedoch *Cyclops abyssorum* nur zu 0,13% aufgenommen wurde (GERSTMEIER, 1984). Dieses Freßverhalten spiegelt sich auch im *Eubothrium*-befall wieder. Jeder Fisch hatte die gleiche Chance, infizierte Copepoden zu fressen. Da aber die möglichen Infektionsträger nur gelegentlich aufgenommen wurden, waren die Befalldichten der einzelnen Fische viel geringer.

Abbildung 16 zeigt das relative Verhältnis neuaufgenommener *Eubothrien* (Präadulti) zu adulten, reifen Exemplaren während verschiedener Jahreszeiten bei Königsseesaiblingen.

Es waren das ganze Jahr über ca. $\frac{2}{3}$ Neuinvasionen und $\frac{1}{3}$ Adultstadien zu beobachten. In Übereinstimmung mit den ebenso ganzjährig gefundenen infizierten Planktonen kann das Wirt-Parasitenverhältnis durch ein dynamisches Gleichgewicht am besten beschrieben werden. Ganzjährig wurden vereinzelt reife Adulti registriert; ein Reifemaximum zeigte sich im Frühjahr.

Eubothrium salvelini hat also keinen saisonalen Erscheinungscyclus. Zu diesem Ergebnis kam auch KENNEDY (1977), sogar unter arktischen Bedingungen. In der Abbildung 17 ist die Verteilung der Entwicklungsstadien quantitativ aufgezeigt.

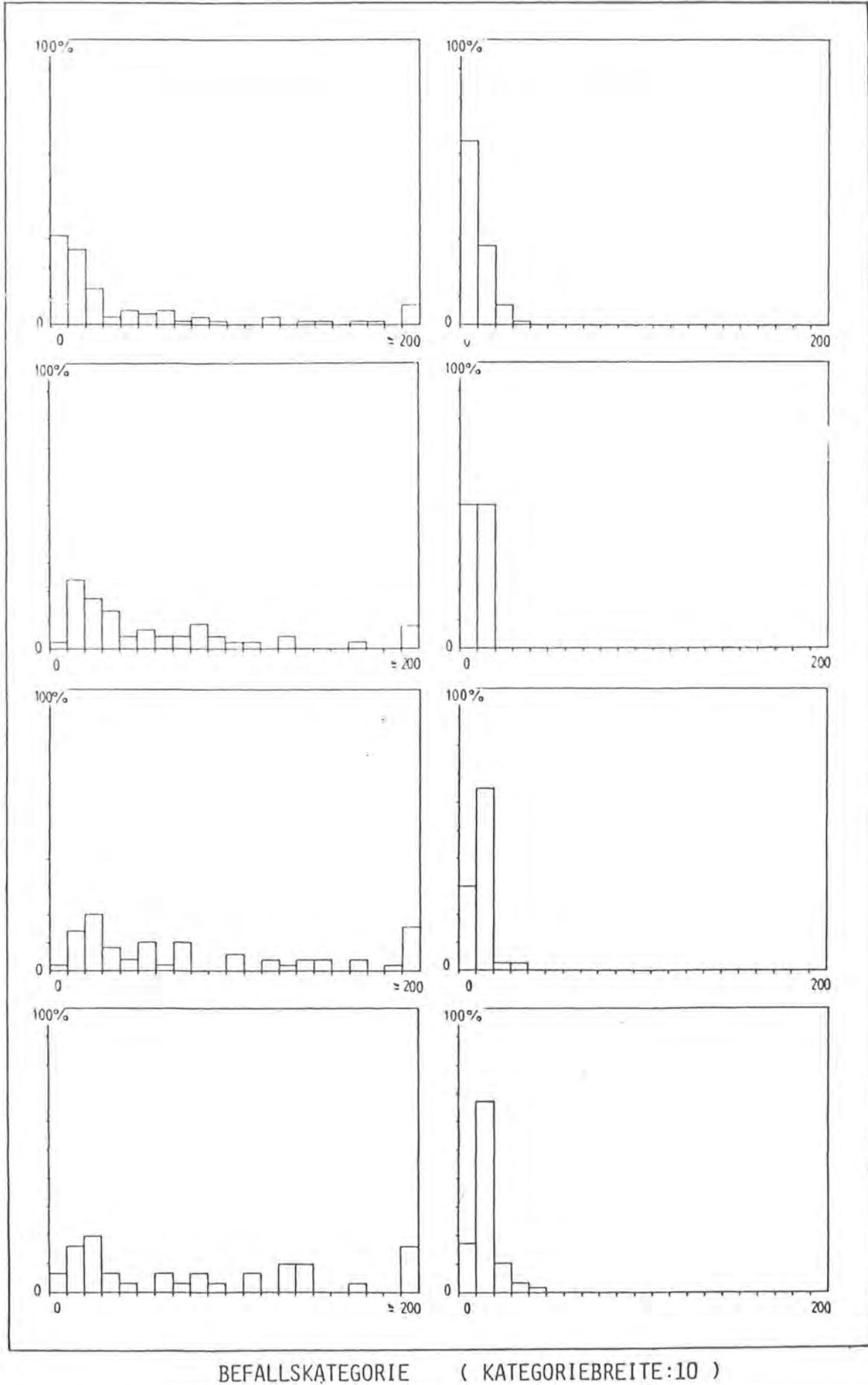
Korrespondierend mit den Maximalwerten der Planktonbefälle im Spätsommer und Herbst, konnte bei den Seesaiblingen ebenfalls ein Anstieg des *Eubothrium*-befalls von Frühjahr (69%) bis Herbst (98%) registriert werden, welcher im Winter auf 93,5% abfiel. Der Bestand an Neuinvasionsstadien unterlag auf Grund ständiger Neuaufnahmen und Verlusten sowie der Weiterentwicklung zu Adultstadien einer Fluktuation. Bei den Befallshäufigkeiten der Adultstadien war mit geringerer Ausprägung eine ähnliche Dynamik zu

EUBOTHRIUM SALVELINI

NEUINVASIONEN

ADULTI

BEFALLSHÄUFIGKEIT



FRÖHJAHR

n = 85

SOMMER

n = 50

Herbst

n = 57

Winter

n = 37

BEFALLSKATEGORIE (KATEGORIEBREITE:10)

Abb. 17: Saisonale Unterschiede der Befallshäufigkeit von Königsseesaiblingen bezüglich Neuinvasion- und Adultstadien von Eubothrium salvelini.

Tab. 13: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Seesaiblinge des Königs-, Ober- und Grünsees zum Befall mit *Eubothrium salvelini* ($p < 0,05$).

	Königssee		Obersee <i>Eubothrium salvelini</i>		Grünsee
	Praeadult	Adult	Praeadult	Adult	Adult
Seesaibling					
Länge	$r = 0,1798$	$r = 0,3383$	$r = 0,3262$	$r = 0,2561$	$r = 0,4385$
Gewicht		$r = 0,4002$	$r = 0,362$	$r = 0,1825$	$r = 0,4463$
Alter	$r = 0,2681$	$r = 0,2969$	$r = 0,2889$	$r = 0,455$	

beobachten. Von einem Frühjahrsbefall (35%) stieg die Befallshäufigkeit zu einem Herbstmaximum (82,5%) an und fiel im Winter wieder auf 70% ab.

Während bei den Neuinfektionen Befallsintensitäten bis über 200 Individuen pro Fisch auftraten, war bei den Adulti die höchste Einzelbefallsstärke mit 40 *Eubothrien* bei nur 2% der Fische zu beobachten. Dies zeigt, daß der natürliche Abgang der Adultstadien häufiger erfolgte als die Nachreifung von Neuinvasionen. Hieraus resultiert eine geringere Dichte älterer Stadien. Die Korrelationsdaten verdeutlichen die Beziehungen des Parasitenbefalls zu den morphologischen Fischdaten, wobei $p < 0,05$ war (Tabelle 13).

Da *Eubothrium* keinen saisonalen Reifecyclus hat, erscheint es erklärlich, daß längere, schwerere und ältere Saiblinge, bedingt durch vermehrte Nahrungsaufnahme, in allen drei Nationalparkseen stärker mit Praeadult- und Adultstadien von *Eubothrium salvelini* befallen waren. Eine Beeinträchtigung der physiologischen Funktionen, der Schwimmleistung und der Überlebensrate, wie sie BOYCE (1979 und 1983) bei Infektionsversuchen mit Lachsen fand, wäre auch für den Königsseesaibling denkbar; sie schlug sich aber nicht in seinen Proportionen und im Freßverhalten nieder, sondern soll experimentell überprüft werden.

3.2.1.3 Proteocephalus

Im Königssee wurden bei Renken und Barschen die Cestoden *Proteocephalus exiguus* (LA RUE, 1911)

und *Proteocephalus percae* (MÜLLER, 1780) festgestellt. Die reifen Strobilen waren jeweils vorwiegend in der Nähe der Pylorusschläuche an der Darmwand angeheftet.

Zwischenwirt

Aus den abgegangenen, reifen Bandwürmern werden die Eier bei Wasserkontakt freigesetzt. Sie sind durch eine äußere Membran charakterisiert, welche bis zu einem Durchmesser von 71μ quillt und als hyaline Schwimmhülle die Eier in Schwebelage hält. Sie umschließt die Onkosphäre, welche die für Cestoden typischen drei Hakenpaare trägt. Erst nach einer Quellzeit von ca. 30 Minuten können freischwebende Eier von Copepoden aufgenommen werden, in deren Leibeshöhle die Procercoide heranwachsen. Ab dem 9. Tag wurde im Versuch das Cercomer sichtbar; ab dem 13. Tag waren die Saugnäpfe (Abbildung 18a) sowie die Kalkkonkremente im Integument der Larve ausgebildet. Mit invaginiertem Scolex bleibt *Proteocephalus* im Copepoden auf Warteposition und davon abhängig, daß dieser vom jeweiligen Endwirt (Barsch oder Renke) gefressen wird.

Bei den Planktonuntersuchungen am Königssee enthielten in Ufernähe jeweils von Juni bis November im Mittel 6,64% der untersuchten Plankter Larvenstadien von *Proteocephalus*. Die beiden in Frage kommenden Arten konnten dabei auch an Hand vergleichender künstlicher Infektionen mit bekanntem Ausgangsmaterial nicht differenziert werden. Die Befallsintensität der Plankter zeigte ein Spätsommer-



Abb. 18a:
Procercoide von
Proteocephalus exiguus
in der Leibeshöhle
von *Cyclops abyssorum*
(300-fache Vergrößerung).

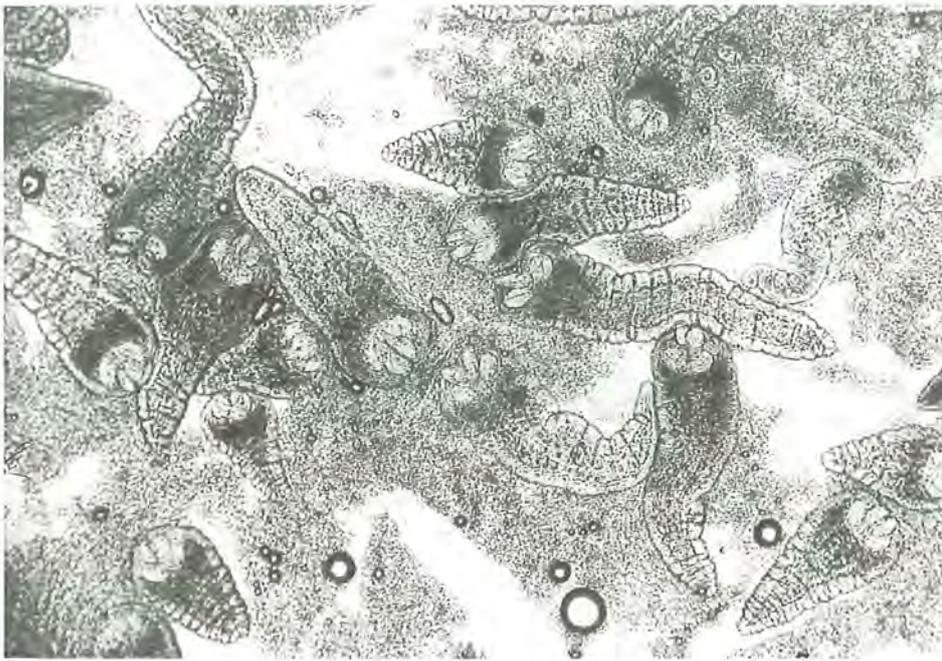


Abb. 18b:
Praeadultstadien von
Proteocephalus exiguus
aus dem Darm der Renke
(200-fache Vergrößerung).

Herbstmaximum, das bis November kontinuierlich abnahm.

Der *Proteocephalus*-befall im Plankton ist vergleichend mit den anderen Cestodenproceroiden im Kapitel 3.2.1.4. dargestellt.

Endwirt

Im Endwirt heftet sich das Proceroid nach erfolgreicher Aufnahme durch Ausstülpung des Scolex vorwiegend im Enddarmbereich an. Während der Entwicklung findet die Rückbildung der Kalkkonkrementen statt und nach 35 Tagen beginnt die Strobilation. Das Parasitenstadium wird dann als Plerocercoid oder Präadultus bezeichnet (Abbildung 18b). Ist eine Länge von 6mm erreicht, wandert es in den proximalen Mitteldarmbereich, wo es je nach Art zu verschiedenen Zeiten in der Nähe der Pylorusschläuche die Gonadenreife erlangt. Die Anheftung erfolgt mit dem artspezifischen Haftapparat, welcher mit 5 bzw. 4 Saugnäpfen ausgestattet ist.

Freilanduntersuchungen zum Endwirt

Im Untersuchungszeitraum 1982 und 1983 wurden am Königssee $n = 142$ Barsche und $n = 182$ Renken sowie $n = 150$ Oberseebarsche parasitologisch erfaßt. Die saisonalen Schwankungen sind bezüglich Befallshäufigkeit, -dichte und -intensität in den Tabellen 14a, b und c aufgezeigt.

- Die ausgeprägtere *Proteocephalose* war bei den Renken des Königssees zu beobachten. Sie zeigten eine mittlere Befallshäufigkeit von 88,5% mit sehr hoher Parasitendichte. Dies ist für die planktonfiltrierenden Renken nicht verwunderlich. Ihr Mageninhalt bestand im Mittel zu 77% aus Planktonnahrung, wobei jeweils *Cyclops abyssorum* zu 60% vorherrschte (GERSTMEIER, 1984).
- Die mittlere Befallshäufigkeit der Barsche lag dagegen insgesamt viel niedriger. Im Vergleich zum

Königssee wurde am Obersee etwa die doppelte Anzahl infizierter Barsche registriert. (OS: (BHK) 42,7%; KS: (BHK) 21,1%).

Tab. 14a: Befall der Barsche des Königssees mit *Proteocephalus percae*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht	Barsche befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	12	6	50,0	5,83	11,67
Juli 82	20	1	5,0	0,05	1,00
Okt. 82	20	5	25,0	2,10	3,40
April 83	30	8	26,7	0,75	2,75
Juli 83	30	8	26,7	1,30	4,88
Okt. 83	30	2	6,7	0,07	1,00
1982/83	142	30	21,1		

Tab. 14b: Befall der Barsche des Obersees mit *Proteocephalus percae*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht	Barsche befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	10	7	70,0	13,20	18,86
Juli 82	30	6	20,0	7,63	38,17
Okt. 82	20	4	20,0	0,25	1,25
Apr. 83	30	24	80,0	2,63	3,29
Juli 83	30	16	53,3	2,03	3,81
Okt. 83	30	7	23,3	0,50	2,14
1982/83	150	64	42,7		

Tab. 14c: Befall der Renken des Königssees mit *Proteocephalus exiguus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Renken untersucht	Renken befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	20	11	55,0	18,90	34,36
Juli 82	10	10	100,0	110,50	110,50
Okt. 82	20	20	100,0	167,75	167,75
März/April 83	41	34	82,9	23,20	28,00
Juni/Juli 83	42	37	88,1	20,24	22,97
Sept./Okt. 83	49	49	100,0	181,59	181,59
1982/83	182	161	88,5		

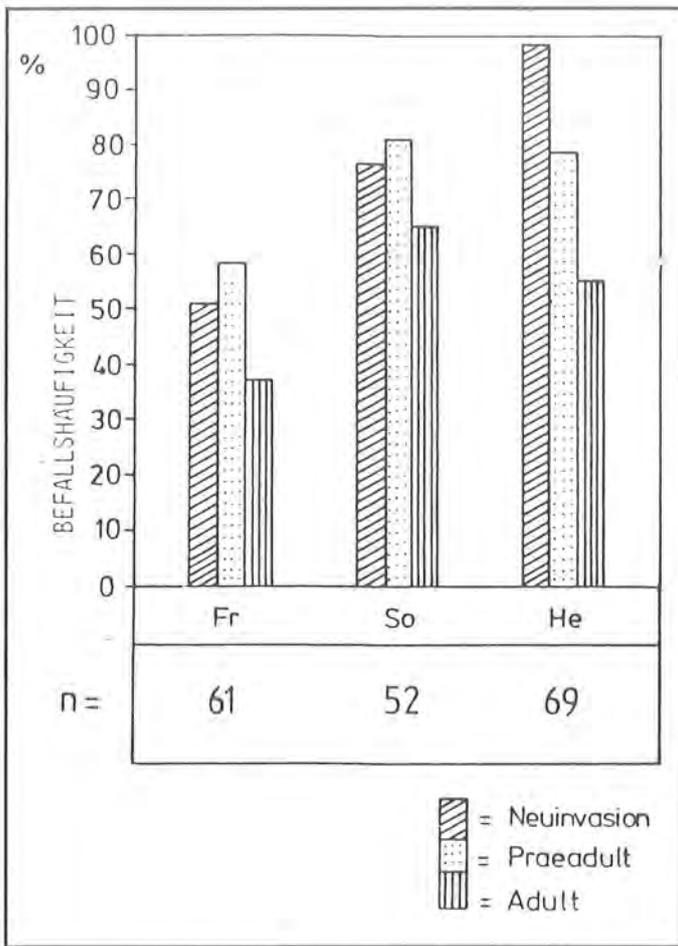


Abb. 19: Befallshäufigkeit der Königsseerenken mit *Proteocephalus exiguus*; differenziert nach Entwicklungsstadien.

Fr = Frühjahr (März – April) So = Sommer (Juni – Juli)
He = Herbst (Sept. – Okt.)

Die unterschiedliche Befallshäufigkeit der Barsche in beiden Seen, wie sie auch bei der Triaenophorose beobachtet wurde, ist z.T. auch auf die fangmethodisch bedingte Selektivität der Stichproben zurückzuführen. So wurden vom Obersee 18% mehr kleine (bis 13,5cm) Barsche untersucht als vom Königssee.

- Die *Proteocephalus*stadien wurden in Anlehnung an WOOTTEN (1974) nach Größe und Morphologie klassifiziert. Als „Neuinvationen“ wurden noch nicht segmentierte, kleine Stadien bezeichnet, während „Praeadulti“ bereits segmentierte Formen mit einer Länge bis 8mm darstellten. Längere Strobilen mit deutlich ausgeprägten Gonaden wurden den „Adulti“ zugeordnet.

Proteocephalus exiguus

Die Befallshäufigkeiten der Renken sind in Abbildung 19 nach Stadien differenziert aufgetragen.

Neuinvasions- sowie Praeadult- und Adultstadien waren während der gesamten Untersuchungszeit, jeweils von März bis Oktober, zu beobachten. Die zum Herbst hin ansteigende Häufigkeit von Neuinvasion korreliert mit der Proceroiddichte im Plankton. Weiterentwickelte Praeadultstadien sowie reife Adulti kamen in geringer Befallsstärke während der gesamten Vegetationsperiode vor, wobei sie im Frühsommer (Juni) ein Maximum erreichten.

Eine Abnahme der Befallsstärken von den Neuinvasi-

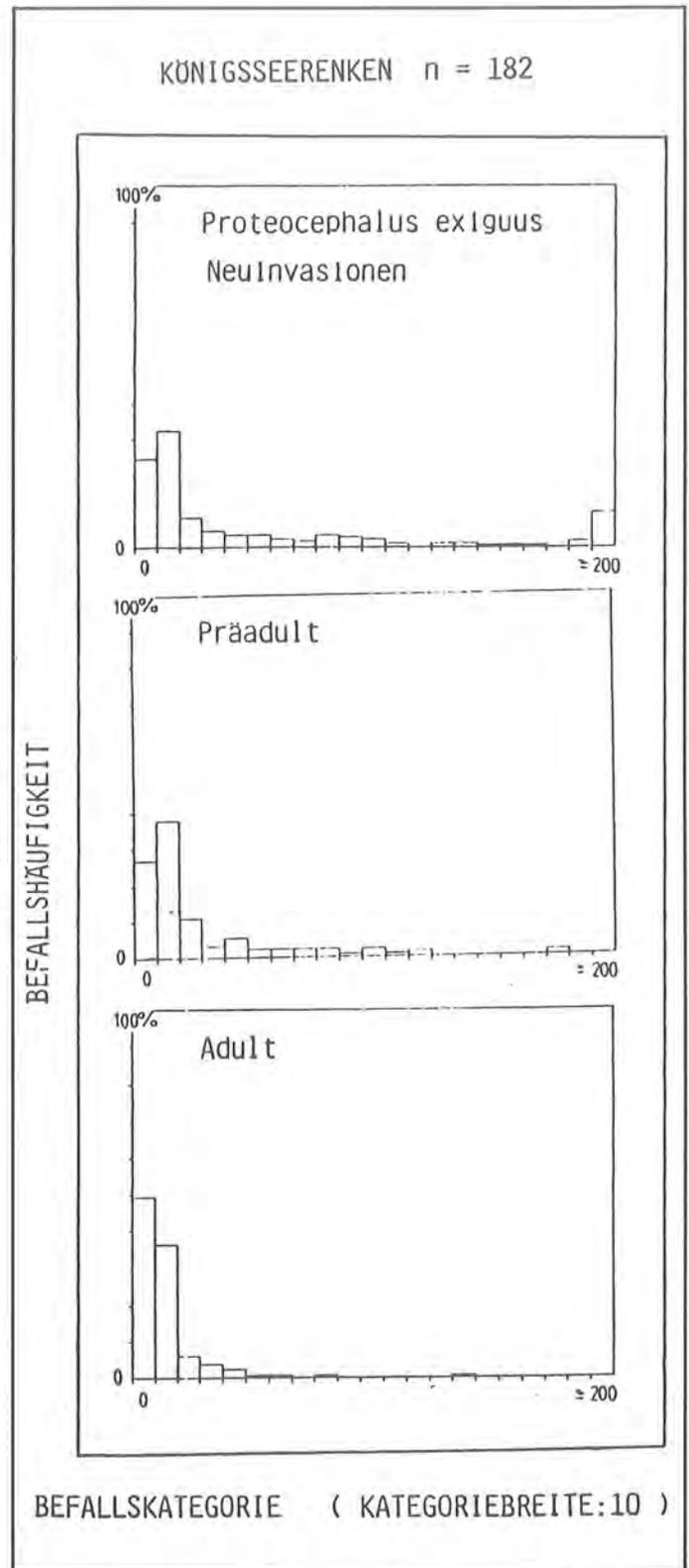


Abb. 20: Nach Stadien differenzierte Befallshäufigkeit von *Proteocephalus exiguus* der Königsseerenken.

onen zu den Adultstadien hin beobachtete auch HOPKINS (1959) bei *P. filicollis* in Stichlingen, wobei täglich ca. 1% der Infrapopulation abging, so daß schließlich nicht einmal 1% der Cestoden überlebten und zur Reife gelangten.

Die Entwicklung von *Proteocephalus* im Endwirt unterliegt offensichtlich einem dynamischen Gleichgewicht, welches durch eine ständige Neuaufnahme von Proceroiden und Verluste auf dem Niveau aller Reifestadien charakterisiert ist. Die Abnahme der Befallsstärke mit steigendem Entwicklungsgrad des Pa-

rasiten gibt auch die Darstellung der Befallshäufigkeit von *Proteocephalus exiguus* der Königsseerenken wieder (Abbildung 20).

Der *Proteocephalus*-befall der Renken ist weitgehend längen-, gewichts- und altersunabhängig, wie der Tabelle 15 zu entnehmen ist. Lediglich bei älteren Renken konnte eine Abnahme des Neubefalls beobachtet werden, welche auf Grund der Nahrungsumstellung erfolgt sein kann. Die von Jugend an stark *proteocephalus*-belasteten, planktonfressenden Renken nehmen ab dem vierten bis fünften Lebensjahr zu 50% Benthos- und zu 10% Nektonnahrung auf. Die von DEUFEL (1956) beschriebene Verminderung der Korpulenz bei *proteocephalus*-befallenen Renken konnte am Königssee nicht bestätigt werden.

Proteocephalus percae

Im Gegensatz zu *Proteocephalus exiguus* konnte für *Proteocephalus percae* am Königs- und Obersee im Frühjahr ein Maximum der Neuinfektionen gefunden werden, welches in den Sommermonaten über zwei Drittel abfiel. Im Herbst waren, jedoch nur am Königssee, wieder vermehrt Neuinvasionen zu beobachten. In Abbildung 21 wird der Barschbefall am Königs- und Obersee mit *Proteocephalus percae*, jahreszeitlich differenziert, dargestellt.

Mit ansteigenden Frühjahrstemperaturen wurde die Reifung von *Proteocephalus percae* im Endwirt synchronisiert, so daß die ersten reifen Adulti im März auftauchten. Nach Abgang der geschlechtsreifen Exemplare dauert die Entwicklung der Eier zu infektionsfähigen Procercoiden im Zwischenwirt etwa einen Monat. Dies hat dann ein Maximum mit Nahrung aufgenommener Procercoide in den Barschen zur Folge. Die in den Frühjahrsmonaten gleichzeitig höheren Präadult- und Adultbefälle dürften eine Auswirkung der sehr raschen Weiterentwicklung neu aufgenommenen Stadien zu reifen Adulti mit ansteigender Temperatur sein (WILLEMSE 1969).

Die Korrelationsdaten zeigen die signifikanten Beziehungen des *Proteocephalus*-befalls zu den morphologischen Wirtsfischdaten für $p < 0,1$ (Tabelle 15).

Tab. 15: Signifikante Korrelationen von Länge, Gewicht und Alter der Renken und Barsche des Königs-, sowie Barsche des Obersees zum jeweiligen *Proteocephalus*-befall ($P < 0,1$).

	Königssee		
	Renke Proteocephalus Neuinvasion	Barsch Proteocephalus Praeadult	Barsch Proteocephalus Adult
Fisch-Länge		$r = -0,252$	$r = 0,195$
Gewicht		$r = -0,230$	$r = 0,2378$
Alter	$r = -0,287$	$r = -0,201$	$r = 0,164$

Während bei den Oberseebarschen die *Proteocephalus*-befälle längen-, gewichts- und altersunabhängig waren, galt dies bei den Königsseebarschen nur für die Neuinvasionsstadien. Die Befälle mit Präadultstadien waren negativ signifikant, die mit Adultstadien hingegen positiv signifikant mit den morphologischen Daten korreliert.

Daß längere, schwerere und ältere Königsseebarsche weniger Präadulti hatten, könnte auf Grund von Immunreaktionen des Wirtes oder durch einen Abwehrmechanismus bereits etablierter Adultstadien erklärt werden. Dieses Phänomen wurde auch bei der Triaenophorose beobachtet. Die Tatsache, daß das Vorkommen der Adultstadien positiv mit Länge, Gewicht und Alter korreliert waren, läßt vermuten, daß zusätzlich eine Aufnahme von Adultstadien durch die Nahrung erfolgen muß. Der Infektionsweg über Carrierfische erscheint bei *Proteocephalus* möglich. HOPKINS (1959) und FISCHER (1968) fanden neben dem direkten Infektionsweg über die Planktonkrebse einen indirekten, fakultativen Weg durch Kannibalismus innerhalb der Endwirtspezies (Paradefinitivwirte und Postcycluswirte) bzw. Fraß anderer Beutefische (Transportwirte), die mit *Proteocephalus* infiziert waren. Da in der Ontogenese das Präadultstadium sehr kurz ist, wirkt sich eine nennenswerte Parasitenaufnahme über Carrierfische erst bei dem längerlebigen Adultstadium aus. Dieser indirekte Infektionsweg spielt aufgrund des Ernährungsmusters der Barsche aber erst ab dem 4. Lebensjahr, d.h. bei überwiegend Nekton fressenden Barschen, eine Rolle.

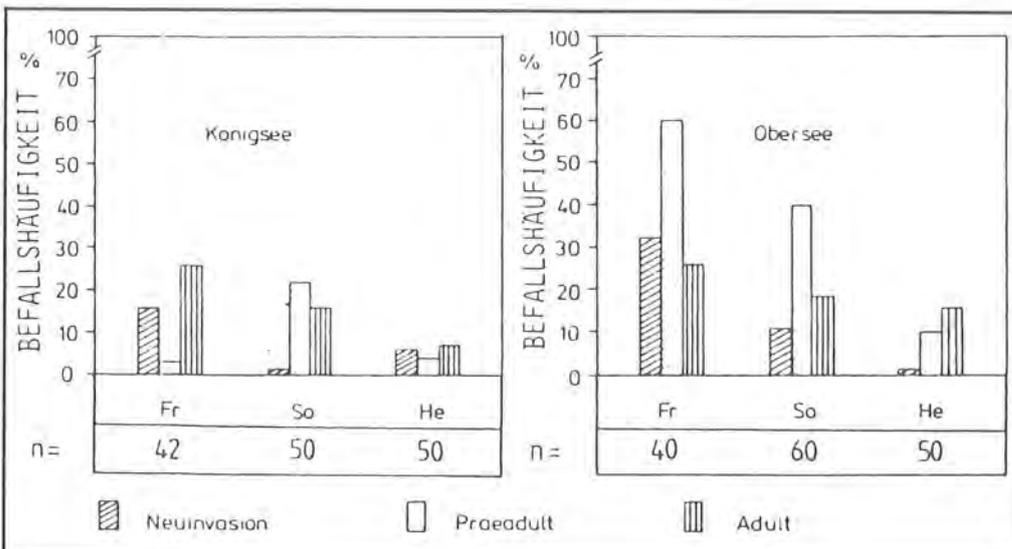


Abb. 21: Befallshäufigkeit der Königs- und Oberseebarsche mit *Proteocephalus percae*; differenziert nach Entwicklungsstadien. Fr = Frühjahr (März – April) So = Sommer (Juni – Juli) He = Herbst (Sept. – Okt.).

3.2.1.4 Plankton als erster Zwischenwirt der Cestoden (*Triaenophorus*, *Proteocephalus* und *Eubothrium*)

In den Jahren 1983 und 1984 wurden bei $n = 11\,000$ Königsseeplanktern insgesamt 37 Cestodenprocercoide beobachtet. Die Procercoide konnten auf Grund vorher durchgeführter künstlicher Infektionen

jeweils einer der drei Cestodengattungen *Triaenophorus*, *Proteocephalus* und *Eubothrium* zugeordnet werden.

Vom gesamten Planktonspektrum war ausschließlich die im Königssee dominierende Planktonform *Cyclops abyssorum* befallen und bei diesen nur das Copepodidstadium V sowie adulte ♀ und ♂. Nur eine der 1985 kontinuierlich untersuchten Planktonstichproben zeigte ein davon abweichendes Ergebnis. Copepoden der Gattung *Arctodiaptomus* waren im September 1985 zu 3,8% mit *Proteocephalusprocercoide* befallen.

In den Abbildungen 22a, b und c ist der Procercoidebefall vergleichend mit der am Entnahmeort herrschenden Dichte der möglichen Infektionsträger für die Jahre 1983 und 1984 dargestellt. Die Abbildung 23 zeigt die Befallshäufigkeit des Gesamtzooplanktons in Relation zu seiner Dichte.

Der Copepode *Cyclops abyssorum* hat einen einjährigen Entwicklungscyclus. In den Frühjahrsmonaten erreichten die Copepodidstadien V ein Maximum, welches bis Juni langsam abnahm, während die Dichte der sich daraus entwickelnden Adultstadien (♀ und ♂) bis August langsam zunahm. Im Herbst blieb die Dichte der Copepodidstadien relativ konstant und stieg in den Wintermonaten wieder an. In dieser Zeit sank die Anzahl der Adulti. Die Procercoide der drei Cestodengattungen tauchten im Frühjahr immer zuerst in den zu dieser Jahreszeit vorherrschenden Copepodidstadien auf. Frühestens einen Monat später wurden auch befallene Adultstadien beobachtet. Im folgenden wird das Auftreten infizierter Copepoden in der zeitlichen Abfolge der Verfügbarkeit reifer Cestoden im Königssee aufgezeigt:

- Reife *Triaenophorus*-Eier waren in den Jahren 1983 und 1984 nur in den Frühjahrsmonaten (März bis Mai) im Endwirt zu finden. Auf Grund der – experimentell untersuchten – temperaturabhängigen Entwicklung wären ab Ende April die

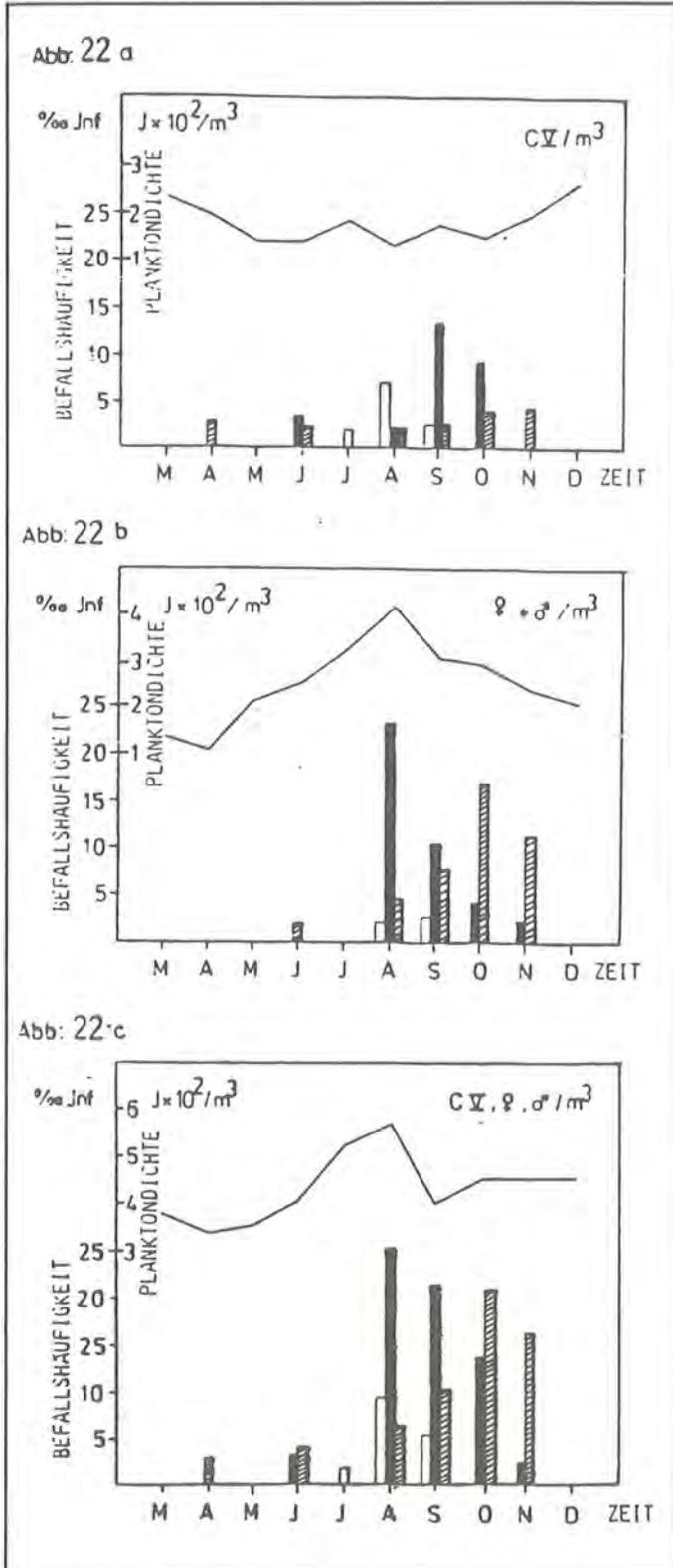


Abb. 22a – c: Dichte der möglichen Infektionsträger a: Copepodidstadium V, b: adulte ♀ und ♂, c: (a und b gesamt) von *Cyclops abyssorum* im Königssee, vergleichend mit der tatsächlichen Befallsdichte der verschiedenen Cestodenprocercoide.

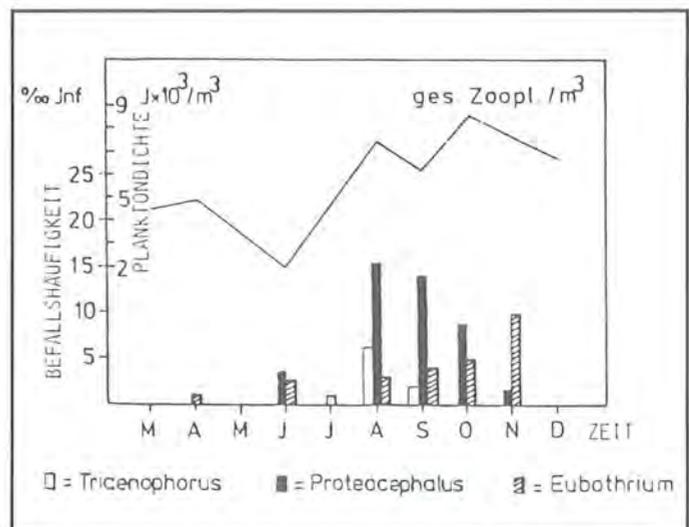


Abb. 23: Dichte des Gesamtzooplanktons im Königssee, vergleichend mit der tatsächlichen Befallsdichte der verschiedenen Cestodenprocercoide.

ersten mit *Triaenophorus* infizierten Plankter zu erwarten gewesen. In den Planktonproben vom Königssee konnten *Triaenophorus*procercoide jedoch erst zwei Monate später im Sommer (Juli bis Anfang September) registriert werden. Der Zeitunterschied, welcher bei der Entwicklung von *Triaenophorus* in vitro gegenüber der im See beobachtet wurde, dürfte durch die spontane Eiabgabe bei der Exposition der Adulti in kaltes Leitungswasser bedingt gewesen sein. Erstaunlich ist, daß korrespondierend zu dem Zeitraum von 3 Monaten, in welchem reife Adulti im Endwirt gefunden wurden – nach zwei Monaten – ebenfalls für 3 Monate Procercoide im Plankton zu registrieren waren. Die im Laborversuch nachgewiesene Überlebensfähigkeit infektiöser Procercoide im Copepoden von wenigstens 80 Tagen hat anscheinend in der Natur kaum Bedeutung. Vermutlich spielt hier der Fraßdruck der Fische, auch solcher ohne Wirtsfunktion (Renken), eine nicht zu unterschätzende Rolle.

- Bei *Proteocephalus* handelt es sich um zwei Arten, *Proteocephalus percae* beim Barsch und *P. exiguus* bei der Renke, wobei auf der ersten Zwischenwirtebene keine Differenzierung möglich war. Auf Grund der Befallsstärken und -häufigkeiten dürfte es sich bei den meisten *Proteocephalus*procercoiden um *P. exiguus* gehandelt haben. Die mittlere Befallshäufigkeit der Renken war ca. 4 mal, die Befallsintensität ca. 18 mal höher als bei den Barschen. Außerdem dürfte nach Bestandsabschätzungen von M. KLEIN 1985 (mündliche Mitteilung) der Bestand an Barschen nur geringfügig größer als der der Renken sein. Bei den Fischarten waren jeweils reife Adultstadien von März bis Dezember zu finden, wobei im Juni ein Reifepeak zu verzeichnen war. Deshalb trat *Proteocephalus* jeweils von Juni bis November in den ersten Zwischenwirten auf. Das Befallsmaximum der Copepoden war – wie auch bei *Triaenophorus* – im August, dem Monat der größten Dichte potentieller Zwischenwirte, zu beobachten. In dieser Zeit wurde auch die einmalige, hohe Befallsrate von *Arctodiaptomus* mit *Proteocephalus* beobachtet.
- Von *Eubothrium salvelini* waren im Endwirt das ganze Jahr über zu ca. einem Drittel Präadult- und zwei Dritteln Adultstadien zu beobachten. Korrespondierend dazu wurden auf der ersten Zwischenwirtebene während der gesamten Untersuchungszeit von April bis November Procercoide registriert. Ihre Dichte entwickelte sich im Jahresverlauf zu einem Oktobermaximum hin. Die Copepodidstadien V zeigten ganzjährig einen geringfügigen Befall. Der Herbstpeak, welcher nur bei der Procercoidebelastung adulter Copepoden auftrat, wurde durch die Aufnahme von *Eubothrium*eiern und durch die Reifung infizierter Copepodide verursacht.

3.2.2 Monogene Trematoden

Aus der weitverbreiteten und formenreichen Unterklasse der Monogenea parasitieren verschiedene Spezies der Gattungen *Dactylogyrus* und *Gyrodactylus* sowie die Art *Tetraonchus monenteron* auf der Haut und den Kiemen von sechs der untersuchten Fischarten. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurde nur ein dezentes Vorkommen dieser Ektoparasiten mit geringer Befallsintensität und -häufigkeit registriert. So zeigten beispielsweise die Hechte aus dem Königssee ($n = 128$) eine Befallshäufigkeit von 11% mit der wirtsspezifischen Art *Tetraonchus monenteron*. Unter für sie günstigen Bedingungen erreichen diese obligaten Parasiten enorme Reproduktionsraten und können dann schwere Kiemenschäden (*Dactylogyrus*, *Tetraonchus*) und Hautdefekte (*Gyrodactylus*) insbesondere bei Brut- und Jungfischen verursachen. Vorschäden oder eine schlechte Kondition der Fische sind Voraussetzungen für den Ausbruch von derartigen „Schwächeparasitosen“. Eine potentielle Gefährdung der betroffenen Fischpopulationen bleibt deshalb auch in Anbetracht der geringen Erregerpräsenz in den untersuchten Stichproben existent.

Die Hakensaugwürmer sind Hermaphroditen und mit Ausnahme der lebendgebärenden *Gyrodactylidae* ovipar. Bei letzteren ist das Vermehrungsoptimum mit der Laichzeit der Wirtsfische korreliert (SPASSKI u. MARIC, 1969). Die Entwicklung der Monogenea verläuft temperaturabhängig, ohne Wirts- und Generationswechsel, direkt über die Reifung der Embryonen oder der aus den Eiern geschlüpften Hakenwimperlarven (*Oncomiracidien*).

Die Artendifferenzierung und -systematik ist innerhalb der Gattungen *Gyrodactylus* und *Dactylogyrus* schwierig und derzeit noch nicht abgeklärt. Auf die grundlegenden Arbeiten von GLÄSER (1965) und MALENBERG (1970) sei diesbezüglich hingewiesen. Morphologische Charakteristika der ermittelten Monogenea sind:

Gyrodactylidae:

Das zweizipfelige Vorderende hat keine Pigmentflecke; der scheibenartig ausgeprägte caudale Haftapparat (*Opisthaptor*) trägt 16 Randhaken und weist zwei große Mittelhaken mit Verbindungsstücken auf (Abbildung 24). Die Schenkel des Gabeldarmes enden blind. Adulte Exemplare beinhalten in der Regel Embryonen mehrere Tochtergenerationen (*Polyembryonie*) und bilden sogenannte „Viererkomplexe“ (BRAUN, 1966; REMANE et al., 1975).

Dactylogyridae:

Das vierzipfelige Vorderende trägt vier dunkle Pigmentflecke; am einlappigen *Opisthaptor* imponieren ein oder zwei Paar große Haken. Die Schenkel des Gabeldarmes sind caudal vereint.

T. monenteron:

Die bis zu 1,2 Millimeter lange Art weist am Vorderende vier Pigmentflecke auf. Charakteristisch ist



Abb. 24: Gyrodactylus sp. Opisthaptor mit Marginalhaken und Anker (100-fache Vergrößerung).

der mächtig angelegte, zweilappige Opisthaptor, welcher die bilateral angeordneten Hakenpaare trägt (Abbildung 25). Der Darm ist unpaar.

3.2.3 Digene Trematoden

Fischparasitäre, digenetische Trematoden durchlaufen eine komplizierte Metamorphose, welche stets mit einem Generations- und einem ein- bis mehrmaligen Wirtswechsel verbunden ist. Mollusken (Wasserschnecken und Muscheln) dienen als erste Zwischenwirte. Bislang fehlt eine Erhebung der benthischen Fauna der Nationalparkseen; repräsentative, zu verschiedenen Jahreszeiten gewonnene Stichproben der in diesen Gewässern vorkommenden Mollusken standen nicht zur Verfügung. Eine gezielte Untersuchung der larvalen Entwicklung der in den Fischen angetroffenen Digenea war deshalb nicht möglich. Die Ergebnisse der nahrungsökologischen Untersuchungen an Fischen im Nationalpark Berchtesgaden (GERSTMEIER, 1984) bieten jedoch eine Teilinformation über das Potential der ersten und zweiten Zwischenwirte dieser Parasiten. Fünf der ermittelten Digeneaarten dienen Fische als Endwirte; eine Ausnahme hiervon bildet Cotylurus sp., deren encystierte Metacercarien in den Mühlkoppfen (zweiter Zwischenwirt) des Königssees gefunden wurden.

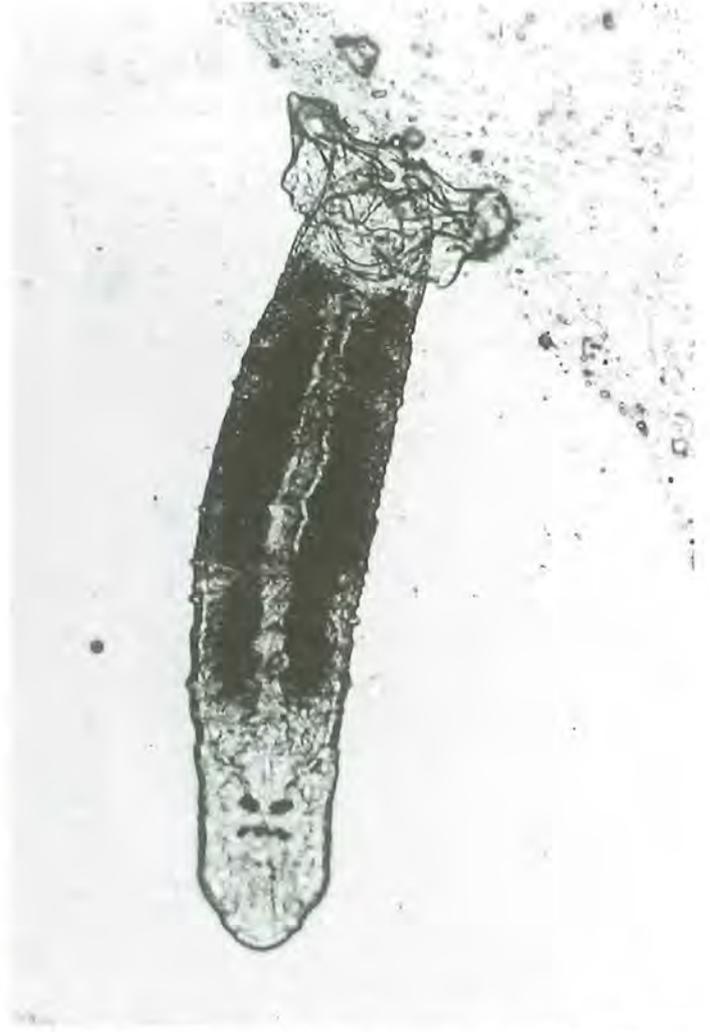


Abb. 25: Tetraonchus monenteron zweilappiger Opisthaptor; vier Pigmentflecke am Vorderende (80-fache Vergrößerung).

3.2.3.1 Bunodera luciopercae

Bunodera luciopercae (MÜLLER, 1776) reift im Mitteldarm des Barsches zur adulten Form und hat in gemäßigten Zonen ein sehr weites Verbreitungsgebiet. Zander, Kaulbarsch, Zingel, Hecht, Wels und andere Raubfische sind als weitere Endwirte dieses Helminthen bekannt (BYKOVSKAYA-PAVLOVSKAYA, 1964; WOOTTEN, 1973). Im Königssee tritt diese Art in Barschen und Mühlkoppfen auf. Praeadulte und adulte Stadien des Parasiten zeigen einen typischen Habitus (Abbildung 26a). Der Trematode erreicht eine Länge von durchschnittlich 2mm und hat eine langgestreckte Körperform, welche im Pharynxbereich verjüngt ist und in der Region der Genitaldrüsen eine blattförmige Verbreiterung erfährt. Er trägt zwei etwa gleichgroße Saugnäpfe: Der orale Saugnapf wird terminal von sechs charakteristischen, muskulösen Papillen (sog. Kopfkläppchen) umfaßt; der ventrale Saugnapf liegt prääquatorial. Der Genitalporus befindet sich median vor dem ventralen Saugnapf.

Zur Ontogenese von *B. luciopercae* liegen Untersuchungen von WISNIEWSKI (1958), FROVOLA (1958), MORAVEC (1969), CANNON (1971), MALAKHOVA (1963), ANDREWS (1977) sowie ANDREWS u. CHUBB (1980) vor.

Der Trematode durchläuft in einem Zeitraum von 2 Jahren einen obligaten 3-Wirteszyklus.

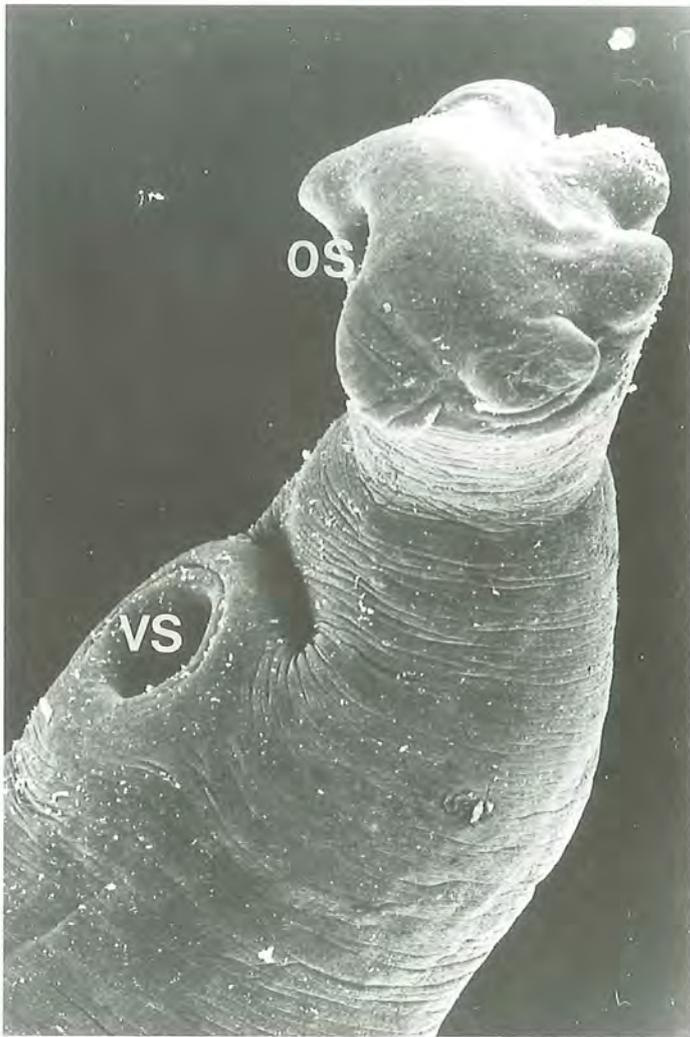


Abb. 26a: REM-Aufnahme von *Bunodera luciopercae* (Habitus) OS: oraler Saugnapf, VS: ventraler Saugnapf, (100-fache Vergrößerung).

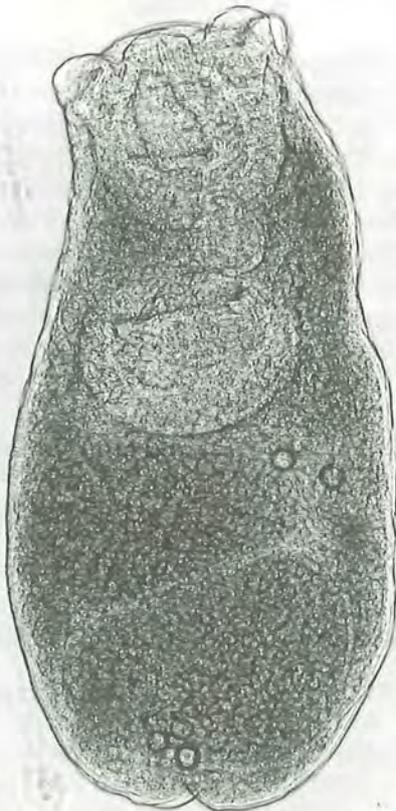


Abb. 26b: *Bunodera luciopercae* Stadium I (60-fache Vergrößerung).

In Temperaturabhängigkeit schlüpfen aus den embryonierten Eiern die Wimperlarven (Miracidien), welche durch je einen zweilappigen Augenfleck charakterisiert sind, der durch die Verschmelzung zweier getrennt angelegter Pigmentpunkte entstand. Freischwimmend zeigen sie eine negative Phototaxis und eine positive Geotaxis (KENNEDY, 1979).

Muscheln der Gattungen *Sphaerium* und *Pisidium* dienen als erste Zwischenwirte. In deren Kiemen entstehen durch Heterogonie drei aufeinanderfolgende Generationen cercarienerzeugender Parthenitae: Sporocyste – Redien – Tochterredien. Bis zur Ausschüttung der Cercarien (vom Typ der Ophthalmoxiphidocercarie) dauert diese Entwicklungsphase unter den Umweltverhältnissen unterschiedlicher Habitate 300 bis 363 Tage (MORAVEC, 1969). Da verschiedene Muschelarten der Gattung *Pisidium* jedoch nur eine Lebensdauer von einem Jahr haben, betont CANNON (1972), daß diese für eine erfolgreiche Entwicklung des Parasiten bereits als juvenile Tiere infiziert sein müssen. In einem Temperaturbereich von 4–8° C sistiert außerdem die Entwicklung des Trematoden auf dem Niveau der ersten Parthenita-Generation (Sporocyste). In Anbetracht der jährlichen, vertikalen Temperaturschichtung im Königssee (vgl. SIEBECK, 1982) dürfte hier das Cercarienstadium nur in den Muscheln erreicht werden, welche die steil abfallenden Uferhalden bis zu einer Wassertiefe von

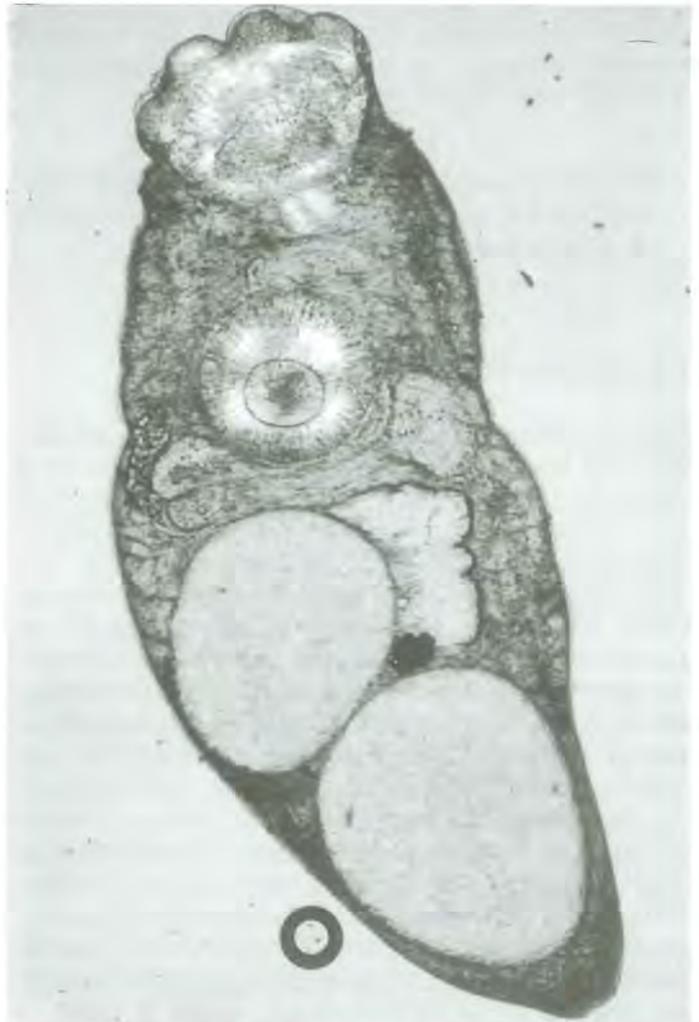


Abb. 26c: *Bunodera luciopercae* Stadium II (60-fache Vergrößerung).

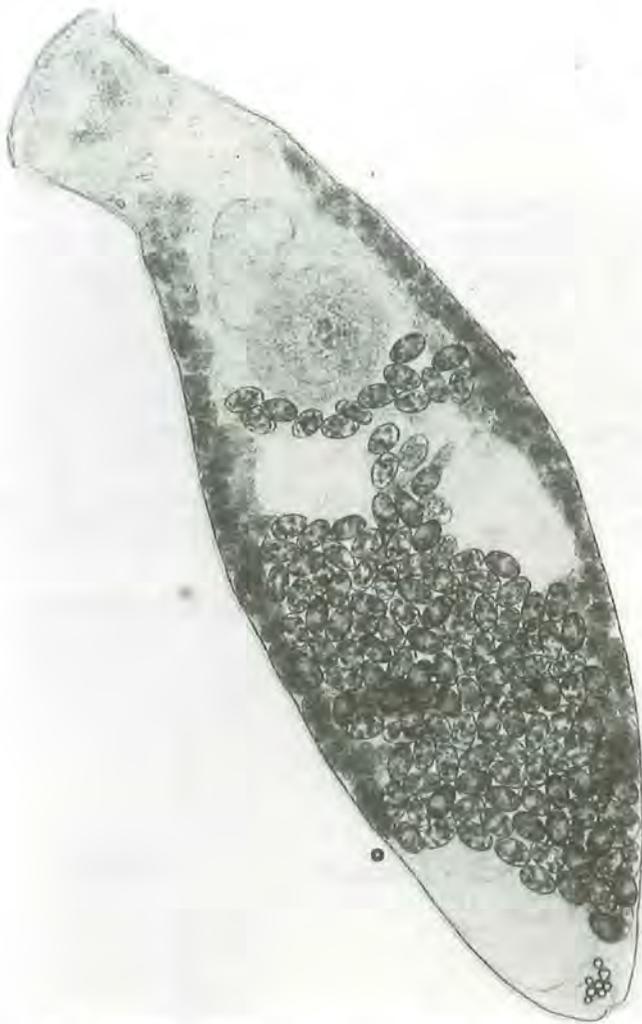


Abb. 26d: *Bunodera luciopercae* Stadium IV (60-fache Vergrößerung).

maximal 10m besiedeln. Aufgrund der Magenanalysen von Königsseefischen sind bislang für dieses Gewässer zwei Arten der Gattung *Pisidium* bekannt, welche als erste Zwischenwirte dienen können. Diese Gattung oder andere für *B. luciopercae* geeignete Partheno-Zwischenwirte wurden in den Mageninhalten von Fischen des Obersees nicht gefunden. In diesem dem Königssee eng benachbarten und durch einen Bachlauf mit ihm verbundenen See wurde der Parasit nicht nachgewiesen. Die über den Atemsiphon der Mollusken freiwerdenden Cercarien reagieren anfänglich phototaktisch positiv (CANNON, 1971); ihr Raumverhalten ist im übrigen an dem des Zooplanktons orientiert.

Als zweite Zwischenwirte kommen in Gewässern gemäßigter Breiten verschiedene Cladocerenarten in Betracht; Amphipoden sowie Ephemeropteren-Larven konnten experimentell infiziert werden (CANNON, 1971). In den Leibeshöhlen befallener Zooplankter vollzieht sich die weitere Metamorphose des Parasiten zu Metacercarien, welche als Wartestadien offensichtlich eine relativ lange Lebensdauer haben, so daß eine Infektion der Fische über die Nahrungsaufnahme vom Metacercarienangebot her ganzjährig möglich wäre (PRIEMER, 1979).

In den Därmen der als Endwirte dienenden Fische erfolgt die Reifung des Parasiten zum adulten Stadium.

Anhand der Gonadenentwicklung wurden folgende Reifestadien unterschieden:

- Stadium I: Kleine, gut differenzierte Testes; die Vitellaria sind noch kaum entwickelt (Abbildung 26 b).
- Stadium II: Die Vitellaria treten deutlich als zwei laterale vom Pharynx bis zum Körperende des Tieres verlaufende Stränge in Erscheinung. Die Testes sind stärker ausgeprägt als bei Stadium I.
- Stadium III: Beginnende Eiproduktion im proximal gelegenen Uterusteil (Abbildung 26c).
- Stadium IV: Die Binnenstrukturen des reifen Parasiten sind von dem prall mit Eiern gefüllten Uterus weitgehend verdeckt (Abbildung: 26d).

Praeadulti des Stadiums I wurden in den Barschen des Königssees in den Zeiträumen von August bis März der Untersuchungsjahre registriert. Die Situation im Winter konnte aus fangtechnischen und witterungsbedingten Gründen nur einmal untersucht werden; es dominierten wie im Spätherbst die Stadien I und II, was auf eine Ruhephase in der Entwicklung des Parasiten schließen läßt. Eierproduzierende Trematoden (Stadien III und IV) wurden ausschließlich in den Monaten April bis Juli gefunden. Eine Eiauscheidung geschlechtsreifer Individuen der Parasiten im Wirtsfisch erfolgte nicht. Offensichtlich werden die befruchteten Eier erst im Wasser beim Absterben der abgegangenen Adulti frei.

Die Befallsstärken bewegten sich zwischen 1 und 360 *Bunodera*-Exemplaren pro Fisch. Befallshäufigkeit, Befallsintensität und Befallsgrad unterlagen deutlichen saisonalen Schwankungen (Tabelle 16). Im Durchschnitt waren 38% der untersuchten Barsche befallen.

Die prozentuale Verteilung der Stadien I bis IV zeigte zu den drei Hauptuntersuchungsterminen des Jahres 1983 im wesentlichen pyramidalen Aufbau (Abbildung 27). Im April wurden alle vier Entwicklungsstufen gefunden, wobei ein Überwiegen der Stadien III und IV die Zeit der eigentlichen Gonadenreifung anzeigte. Im Juli wurden zu 80% Adulti gefunden; es

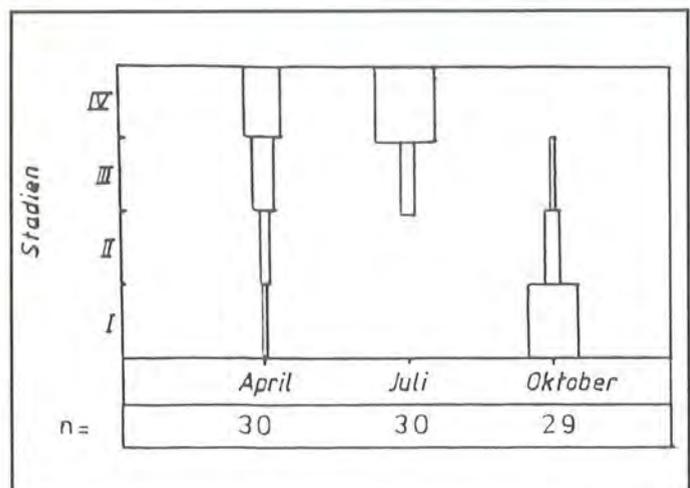


Abb. 27: Relativer Anteil der Entwicklungsstadien von *Bunodera luciopercae* in den Barschen des Königssees (1983).

Tab. 16: Befall der Barsche des Königssees mit *Bunodera luciopercae*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht	Befallene Barsche	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	12	2	16,6	2,5	15,0
Juli 82	20	0	0,0	0,0	0,0
Oktober 82	20	11	55,5	31,3	59,0
April 83	30	24	80,0	13,9	17,3
Juli 83	30	2	6,6	0,5	7,5
Oktober 83	30	15	50,0	7,5	14,0
1982/83	142	54	38,0		

handelt sich dabei um die wenigen geschlechtsreifen Trematoden, welche ihre Wirtstiere noch nicht verlassen haben. Wie die Befunde des Monats Juli 1982 zeigten, können die Barsche im Hochsommer auch

frei von dieser Parasitenart sein. Die Situation im Oktober gibt die ansteigende Tendenz der im August begonnenen Neuinfektion der Barsche mit *Bunodera luciopercae* wieder.

Der Primärbefall mit *Bunodera luciopercae* dürfte aufgrund der Nahrungswahl der Barsche auf die Jungfische (Längensklasse < 13,5cm) konzentriert sein, welche im Königssee in den Monaten August bis Oktober vermehrt Plankton aufnehmen (vgl. GERSTMEIER, 1984). Da Fische dieser Größenskategorie nur zu einem Prozent in den Stichproben enthalten waren (Abbildung 8), ist eine direkte quantitative Beurteilung der Neuinfektion nicht möglich. Benthos und Nekton sind die wichtigsten Nahrungskategorien der Mehrzahl der untersuchten Königsseebarsche. Da

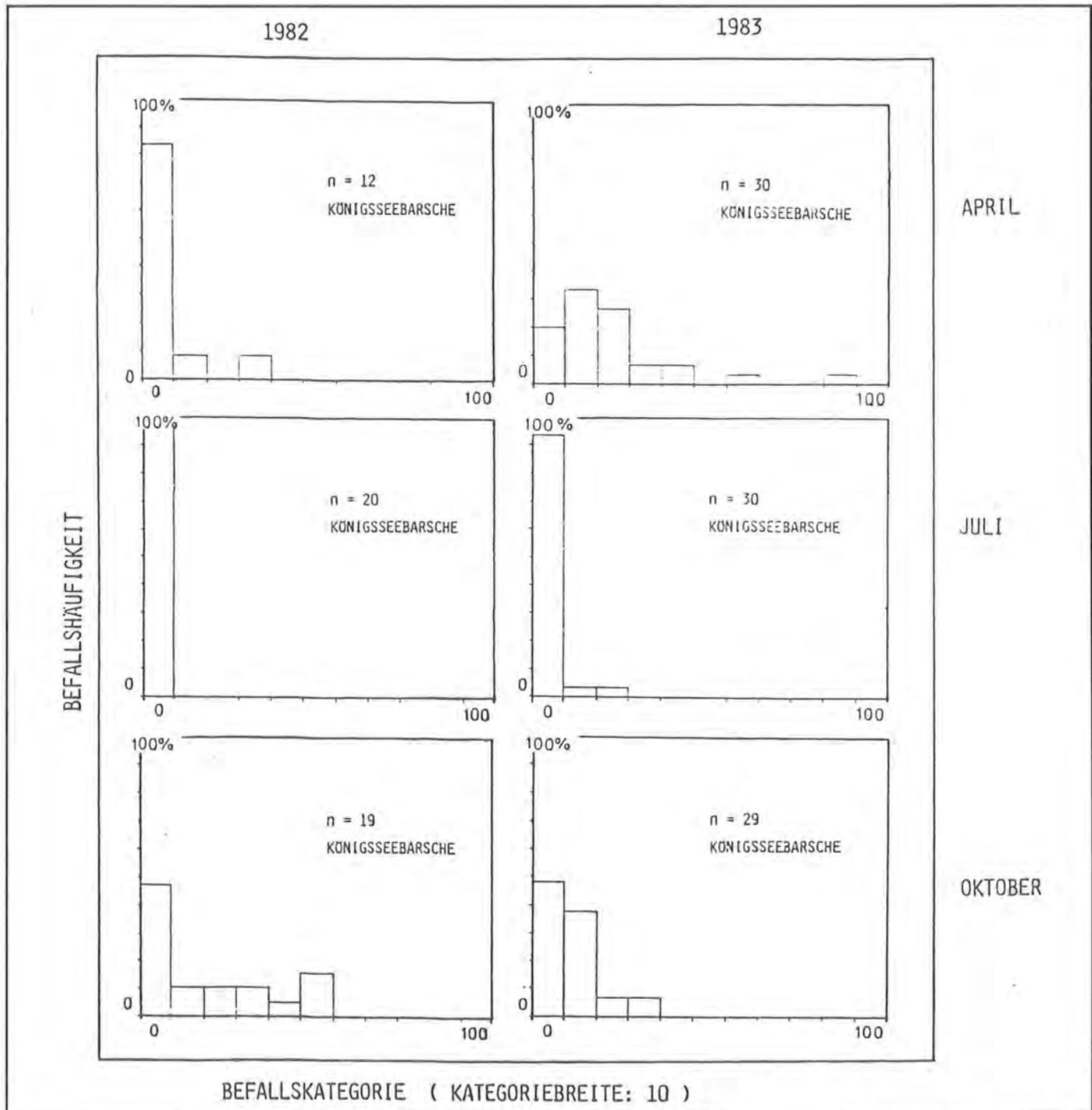


Abb. 28: Befallshäufigkeiten der Königsseefische mit *Bunodera luciopercae* zu den Hauptuntersuchungsterminen 1982/83.

aber Fische aller Alters- und Längenklassen infiziert waren, ist ein Sekundärbefall älterer Barsche sehr wahrscheinlich. Dabei erfolgt die Übertragung der Praeadulti hauptsächlich translatorisch, d.h. durch den Verzehr von Beutefischen (Mühlkoppen und Jungbarsche). Die Entwicklung des Parasiten im Endwirt kann also unterbrochen sein und über Parafinitivwirte verlaufen, welche als additionalen Wirte eine fakultative Erweiterung des Cycli bewirken. Die Akkumulation der Stadien I und II im Spätherbst – in den Barschen, welche bereits auch Nekton fressen – ist hierdurch erklärlich. Die prozentuale Häufigkeitsverteilung verschiedener Befallskategorien von *Bunodera luciopercae* zeigt die Abbildung 28.

Fische der Befallskategorie Null dominierten in den Stichproben der Julimonate beider Jahre. Als Ausdruck der bereits angelaufenen Neuinfektionen sanken die Anteile nicht befallener Barsche in den Oktobermonaten auf 47,4% (1982) und 48,3% (1983). Zu allen Hauptuntersuchungsterminen blieb der Prozentsatz nicht befallener Fische höher als nach Poisson zu erwarten wäre. Die aggregierte Verteilung der Befallskategorien und das Auftreten hoher Befallstärken in wenigen Barschen kann als Anpassung des Parasiten an eine begrenzte Anzahl von Wirtsfischen interpretiert werden (JESHKO u. GOLICYNA, 1983). Der sehr geringe Befall von Fischen der Stich-

probenuntersuchung im April 1982 korrespondiert mit einer offensichtlich nur schwach ausgeprägten Neuinfektion im Herbst 1981.

ANDERSEN (1978) fand, daß signifikant mehr weibliche als männliche Barsche befallen waren. Derartige wurde bei den Barschen des Königssees nicht bestätigt.

Aufgrund der dargestellten Zusammenhänge zeigt *Bunodera luciopercae* in den Barschen des Königssees ein ausgeprägt saisonales Infektionsmuster, welches in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von CANNON (1972), ANDREWS (1977) und SKORPING (1981) dem Einfluß folgender Faktoren und Mechanismen unterliegen dürfte:

- Jahreszeitlich- und altersbedingte Unterschiede bei der Nahrungswahl der Barsche.
- Abhängigkeit des Besiedlungserfolges und der Reifung des Parasiten von der Wassertemperatur.
- Verlust unreifer Stadien in Abhängigkeit von der Befalldichte.
- Emigration der Adulti in Abhängigkeit von der Wassertemperatur.

Die Beobachtung, daß die Barsche im Juli ganz oder weitgehend frei von *Bunodera luciopercae* sind, markiert einen einjährigen Cycli im Auftreten des Tre-

Tab. 17: Das Vorkommen juveniler und gravider Stadien von *Bunodera luciopercae* in Fischen während der Monate Mai bis Oktober in 17 Habitaten aus vier Klimazonen (nach CHUBB 1979).

Autoren	Monat						Klima- zone	Habitat
	M	J	J	A	S	O		
Cannon, (1971, 1972)	■						a	Lake Opeongo, Canada
Lyalman, (1940)	■						a	Lake Seliger, U S S R
Tell, (1971)	■							Lake Vörtsjarv, U S S R
Andrews, (1977)	■	■	■	■	■	■		Llyn Tegid, Wales
Halvorsen, (1972)	■	■	■	■	■	■		River Glomma, Norway
Mishra, (1966)	■						b	Shropshire Union Canal, UK
Rizvi, (1964)	■	■	■	■	■	■		Rostherne Mere, UK
Skorping, (1976, 1980)	■	■	■	■	■	■		Lake, Aklungen, Norway
Andersen, (1978)	■	■	■	■	■	■		Lake Røyetjern, Norway
Wierzbicki, (1970)	■							Lake Dargin, Poland
Wootten, (1973 b)	■	■	■	■	■	■		Hanningfield Reservoir, UK
Komarova, (1941)	■	■	■	■	■	■	c	River Dnepr, U S S R
Androsova/Bauer, (1947)	■	■	■	■	■	■		River Yenisei, U S S R
Malakhova, (1963)	■	■	■	■	■	■	d	Lake Konche, U S S R

adult : ■ praeadult : □

a : gemäßigtes Klima b : maritimes Küstenklima c : Steppenklima d : subpolares Klima

matoden in seinem Endwirt. Ein ähnliches Verhalten dieser Parasitose ist für eine Reihe unterschiedlicher Gewässer beschrieben (Tabelle 17). Unter den jahreszeitlichen Temperaturgängen des Königssees steht einer langen Phase der Neuinfektion und Vernalisation eine nur etwa viermonatige Reifungszeit des Parasiten gegenüber. Die Besiedelung des Endwirtes muß dabei so erfolgen, daß ein Maximum an Individuen in den Monaten April bis Juni Gonadenreife erlangt. Dieser Erfordernis entspricht des synchronisierte Entwicklungscyclus von *Bunodera luciopercae*; er schließt den Abgang unreifer Stadien, insbesondere am Ende der Besiedelungsphase, ein.

3.2.3.2 *Azygia lucii*

In seinen Hauptwirten, dem Hecht und verschiedenen Salmonidenarten, tritt *Azygia lucii* (MÜLLER, 1776) häufig und weitverbreitet auf. Als Nebenwirte sind aus der Literatur Barsch, Zander, Rutte, Zingel und der Stichling bekannt. Der Parasit (Körperlänge im Hauptwirt: 2–40mm) zeigt in diesen Fischarten eine vergleichsweise kleinere Wuchsform (Körperlänge im Nebenwirt: 2–8mm). ODENING (1976) gelang die experimentelle Infektion von Schleie und Gründling mit *Azygia lucii*. Im Untersuchungsgebiet parasitiert der Trematode nahezu ausschließlich im Hecht; im distalen Ösophagusabschnitt und im Magen (pars cardia) des Raubfisches angeheftet, er-

reicht der Parasit hier eine mittlere Körperlänge von 22mm. *Azygia lucii* ist durch zwei große Saugnäpfe und einen länglichen, muskulösen Pharynx charakterisiert (Abbildung 29), deren absolute und relative Proportionen als taxonomische Kriterien dienen. Der Mundsaugnäpf liegt subterminal, der Bauchsaugnäpf markiert etwa das Ende des proximalen Körperviertels.

Der Parasit durchläuft nach ODENING (1976) einen obligaten 2-Wirtezyclus ohne Metacercarienstadium. Als erste Zwischenwirte dienen Gastropoden, insbesondere kleine Planorbienarten. Den Ernährungsgewohnheiten der Hechte im Königs- und Obersee entsprechend kann nur bei den in ihrem ersten Lebensjahr untersuchten Exemplaren ein primärer Befallsmodus, d.h. die direkte Aufnahme der *Cercaria splendens*, SCIDAT (1932) zugrunde gelegt werden. Bei den älteren Hechten, deren Hauptnahrungskategorie das Nekton ist, ist eine Übertragung von Praeadulti und Adulti von Fisch zu Fisch die Regel. In Abhängigkeit von der Verweildauer und dem Reifegrad des Parasiten in den Hechten sind diese als Transportwirte, Parafinitiv- und Postcycluswirte aufzufassen. Der Cyclus kann somit durch additionalen Wirtsfische erweitert werden.

Zu allen Untersuchungsterminen wurden verschiedene Reifestadien von *Azygia lucii* gefunden, wobei im Gegensatz zu den Ergebnissen von HALVORSEN (1968) auch bei Hechten im ersten Lebensjahr Befälle mit *Azygia lucii* festgestellt wurden. Die maximale Befallsstärke wurde mit 33 Exemplaren in einem dreijährigen Hecht ermittelt. In Tabelle 18 sind die Befallsverhältnisse zu den jeweiligen Hauptuntersuchungsterminen dargestellt; die Oberseedaten wurden wegen des zu geringen Stichprobenumfangs vernachlässigt.



Abb. 29: *Azygia lucii*. OS:oraler Saugnäpf, VS:ventraler Saugnäpf, V:Vitellaria, U:Uterus, T:Testes, (5-fache Vergrößerung).

Tab. 18: Befall der Hechte des Königssees mit *Azygia lucii*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Hechte untersucht	Hechte befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	26	21	80,8	3,48	7,65
Juli 82	16	5	31,3	6,8	2,13
Okt. 82	20	4	20,0	6,0	1,2
April 83	23	18	78,26	8,06	6,31
Juli 83	30	22	73,3	10,27	7,53
Okt. 83	20	1	5,0	27,00	1,35
1982/83	135	71	52,6		

Durchschnittlich waren 52,6% der Hechte befallen. Die in Abbildung 30 und Tabelle 19 dargestellten Ergebnisse zeigen einen Anstieg der Befallsstärken und der Befallshäufigkeit mit zunehmender Körper-

Tab. 19: Befallshäufigkeit der Hechte aus dem Königssee mit *Azygia lucii* in Abhängigkeit von der Körperlänge (1982/83).

Hechte	Längenklasse			
	15–24cm	25–49cm	50–74cm	75–95cm
n – untersucht:	30	34	39	9
n – befallen:	3	17	33	7
Befallshäufigkeit:	10%	50%	84,6%	77,7%

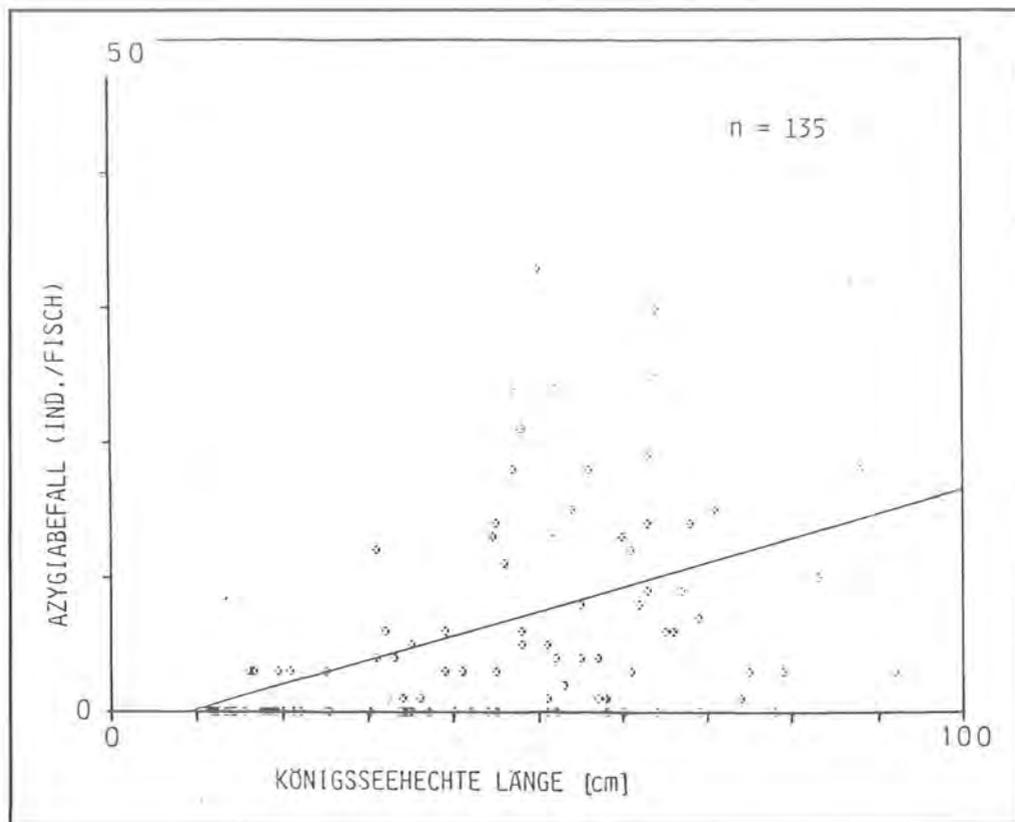


Abb. 30:
Länge der Königsseehechte
in Relation zum Befall mit
Azygia lucii.

größe der Hechte. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von GORBUNOVA (1936) und HALVORSEN (1968).

Als Gründe für die Akkumulation des Parasiten in seinem Endwirt nennt DOOGIEL (1961) vor allem einen Anstieg in der Zahl und Individualgröße der von Hechten mit zunehmender Körperlänge erbeuteten, befallenen Fische. Der Anteil nicht befallener Fische war in den Stichproben der Hauptuntersuchungstermine

1982/83 höher als nach Poisson zu erwarten wäre (Abbildung 31).

Die sehr geringe Befallshäufigkeit in den Herbstmonaten dürfte hauptsächlich auf die Altersstruktur des untersuchten Fischkollektives zurückzuführen sein. Es wurden zu dieser Zeit 62,5% noch nicht einjährige Hechte untersucht, welche aufgrund ihres Nahrungsbedarfes, keinen bis nur geringgradigen Befall mit *Azygia lucii* aufwiesen.

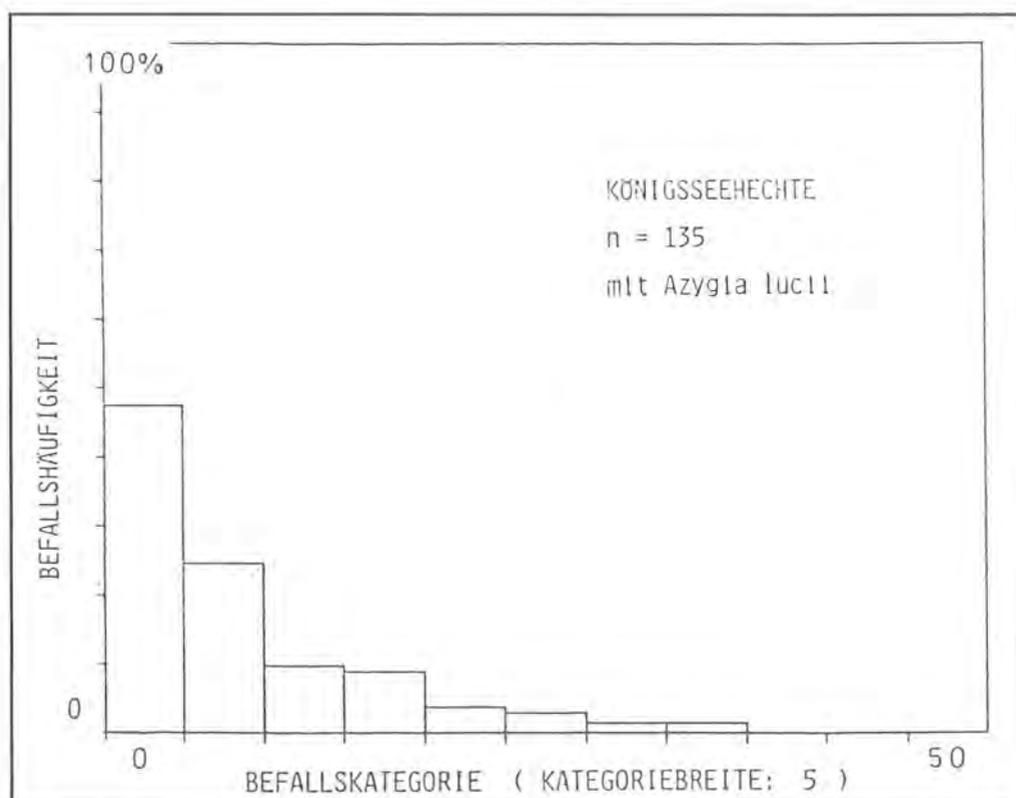


Abb. 31:
Befallshäufigkeit der
Königsseehechte
mit *Azygia lucii*.

3.2.3.3 Sonstige digene Trematoden

Der für Schleien streng artspezifische Darmtrematode *Asymphyiodora tincae* wurde bei einer einzigen im Untersuchungszeitraum gefangenen Schleie mit geringer Befallsstärke gefunden (Abbildung 32).

In den untersuchten Cypriniden trat die Art *Allocreadium isosporum* sporadisch auf; in den Döbeln wurde mit 98 Exemplaren die höchste Befallsstärke des Parasiten beobachtet (Abbildung 33).

Der in den Nieren von Elritzen des Königssees parasitierende Trematode *Phyllodistomum folium* (Abbildung 34) erreichte bei einer mittleren Befallshäufigkeit von 13% (n – untersuchte Elritzen = 102) Befallsstärken bis zu 55 Exemplaren.

Eine Sonderstellung unter den digenen Trematoden des Untersuchungsgebietes nimmt eine Spezies der Gattung *Cotylurus* ein, deren Metacercarien in den Koppen (zweiter Zwischenwirt) des Königssees encystiert sind. Die Serosen der Leibeshöhle und ihrer Organe sowie der Herzbeutel sind die häufigsten Lokalisationen der glasstecknadelkopfgroßen Cysten (Abbildung 35). Die Parasitose ist anscheinend auf einige Areale des Seelitorals begrenzt, wobei eine Befallshäufigkeit von 100% und Befallsstärken von über 300 Cysten pro Fisch beobachtet wurden. Mollusken sind die ersten Zwischenwirte, Wasservögel die Endwirte des Parasiten.



Abb. 32:
Asymphyiodora tincae.
(60-fache Vergrößerung).

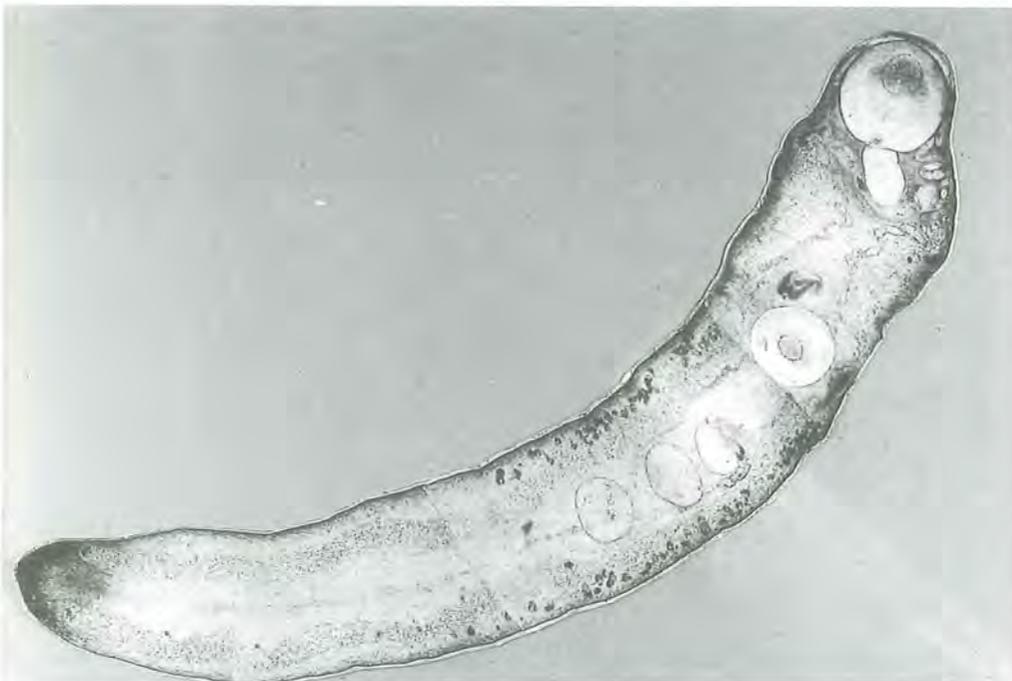


Abb. 33:
Allocreadium isosporum.
(60-fache Vergrößerung).

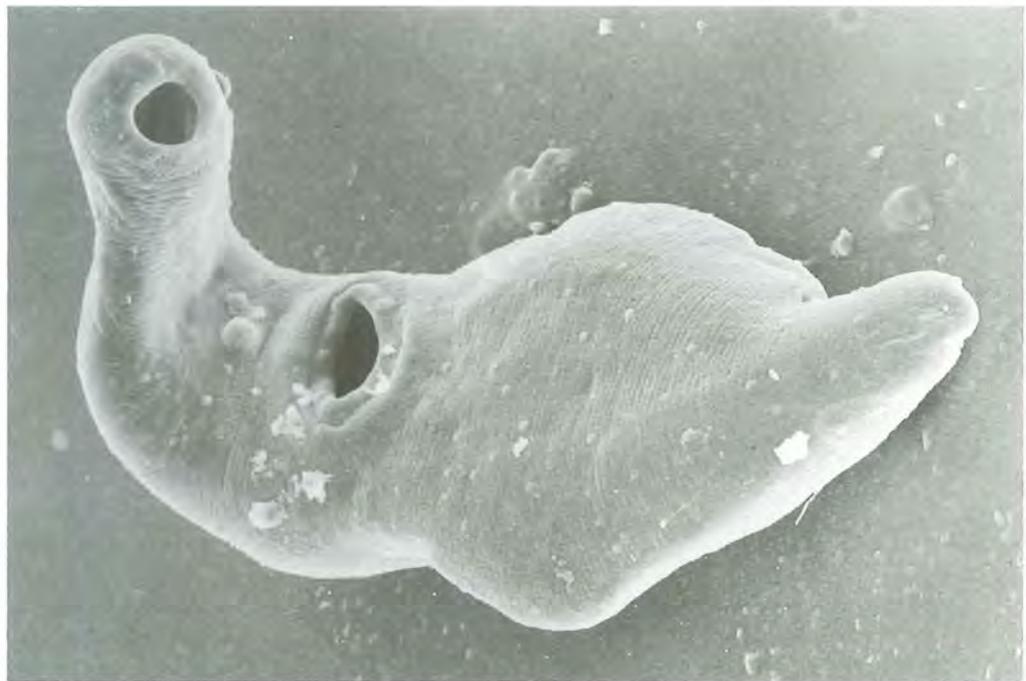


Abb. 34:
REM-Aufnahme von
Phyllodistomum folium (Habitus).
(60-fache Vergrößerung).



Abb. 35:
Lokalisation der Metacercariencysten von *Cotylurus* sp. in den Serosen der Leibeshöhle und der Eingeweide einer Koppe (Originalgröße).

3.2.4 Nematoden

Aus der Klasse der fischparasitären Nematoden wurden in den Untersuchungsgewässern die beiden Arten *Camallanus lacustris* und *Rhabidascaaris acus* nachgewiesen.

3.2.4.1 *Camallanus lacustris*

Im Königs- und Obersee wird *Camallanus lacustris* (ZOEGLER, 1776) im Barsch (Hauptwirt) und in der Rutte geschlechtsreif. Die Art ist vivipar und durch eine chitinöse, kappenförmige Mundkapsel (Abbildung 36) charakterisiert.

Verschiedene Copepodenarten dienen nach MORAVEC (1969) und TSEITLIN (1983) als Zwischenwirte, in welchen sich das dritte Larvenstadium (L3, Typ *Paracamallanus*) des Parasiten entwickelt. Die Übertra-

gung dieser für Fische infektiöser Larve auf geeignete Endwirte kann direkt, d.h. durch Planktonkonsum oder indirekt über Transportwirte (vor allem Cyprinidae und Cobitidae) erfolgen (MORAVEC, 1971). Der Nachweis von L3 in den Proben des Königsseeplanktons (1983/84: n > 11 000) war negativ.

Das in den Barschen – zu allen Untersuchungsterminen – gleichzeitige Vorkommen von Larven und Adulten des Nematoden spricht für eine ganzjährige Aufnahme infektiöser Larven. Diese Beobachtung steht in Einklang mit den Untersuchungsergebnissen von WIERZBICKI (1970, ANDREWS (1979a), ANDERSEN (1978), MORAVEC (1979) und SKORPING (1980). Für das Auftreten von *Camallanus lacustris* in den Barschen war kein saisonaler Zyklus erkennbar (Tabelle 20a und b).

In den Därmen der Ruten wurde die Art nur im Sommer und Herbst des Jahres 1982 gefunden (Tabelle



Abb. 36:
REM-Aufnahme von
Camallanus lacustris (Habitus)
(69-fache Vergrößerung).
Ausschnitt: Mundkapsel und
Pharynx (100-fache Vergrößerung).

Tab. 20a: Befall der Barsche des Königssees mit *Camallanus lacustris*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht befallen		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	12	4	33,3	0,50	1,50
Juli 82	20	6	30,0	0,65	2,17
Okt. 82	20	7	35,0	1,25	3,57
April 83	30	14	46,7	6,17	13,21
Juli 83	30	16	53,3	1,73	3,25
Okt. 83	30	19	63,3	2,20	3,47
1982/83	142	66	46,5		

Tab. 20b: Befall der Barsche des Obersees mit *Camallanus lacustris*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Barsche untersucht befallen		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	10	7	70,0	12,5	17,86
Juli 82	30	25	83,3	13,73	16,48
Oktober 82	20	15	75,0	7,35	9,8
April 83	30	22	73,3	4,53	6,18
Juli 83	30	21	70,0	4,10	5,86
Oktober 83	30	18	60,0	1,83	3,06
1982/83	150	108	72		

20c). Den Kriterien Befallshäufigkeit, -grad und -intensität zufolge war die Parasitose bei den Barschen des Obersees (Hauptnahrungskategorie: Nekton) deutlich stärker ausgeprägt als bei den vorwiegend benthophagen Königsseebarschen. Der Vergleich

Tab. 20c: Befall der Ruten des Königssees mit *Camallanus lacustris*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Ruten untersucht befallen		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	14	0	0,0	0,0	0,0
Juli 82	10	3	30,0	1,5	5,0
Okt. 82	5	2	40,0	0,8	2,0
März/April 83	7	0	0,0	0,0	0,0
Okt. 83	11	0	0,0	0,0	0,0
1982/83	52	5	9,6		

der prozentualen Häufigkeitsverteilung der Befallskategorien unterstreicht diesen Befund (Abbildung: 37a und b).

Die Wahrscheinlichkeit einer Infektion der Fische mit *Camallanus lacustris* wird entscheidend durch deren Ernährungsmuster beeinflusst. Eine Interpretation der unterschiedlichen Befallssituation der Barsche beider Seen auf der Basis unterschiedlicher Ernährungstypen wird jedoch durch die Heterogenität in den Altersstrukturen der untersuchten Barschkollektive (vgl. Abbildung 8) kompliziert.

Maximale Befallsstärken lagen in 10-jährigen Barschen mit 113 *Camallanus*-Exemplaren im Obersee und 134 Individuen im Königssee vor. Der in der Abbildung 38 am Beispiel der Barsche aus dem Obersee gezeigte Anstieg der Befallsstärken mit zunehmender Körpergröße der Fische – die gleiche Tendenz

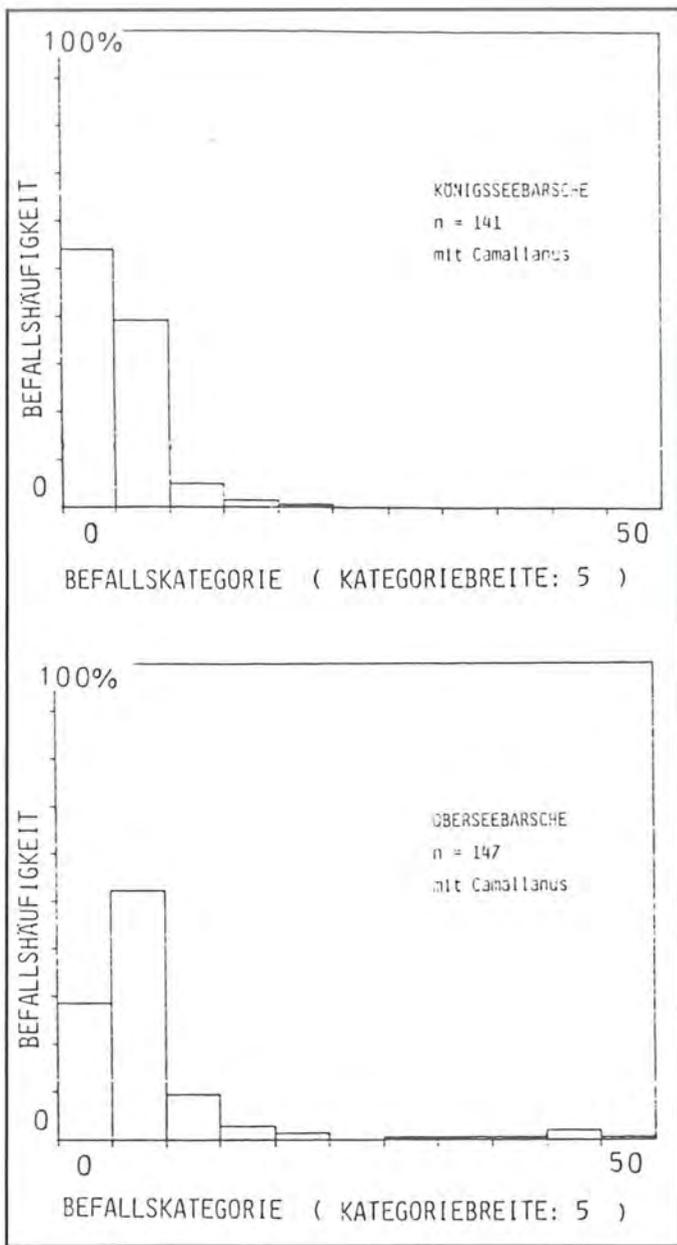


Abb. 37a + b: Befallshäufigkeiten der a) Königs- und b) Oberseebarsche mit *Camallanus lacustris*

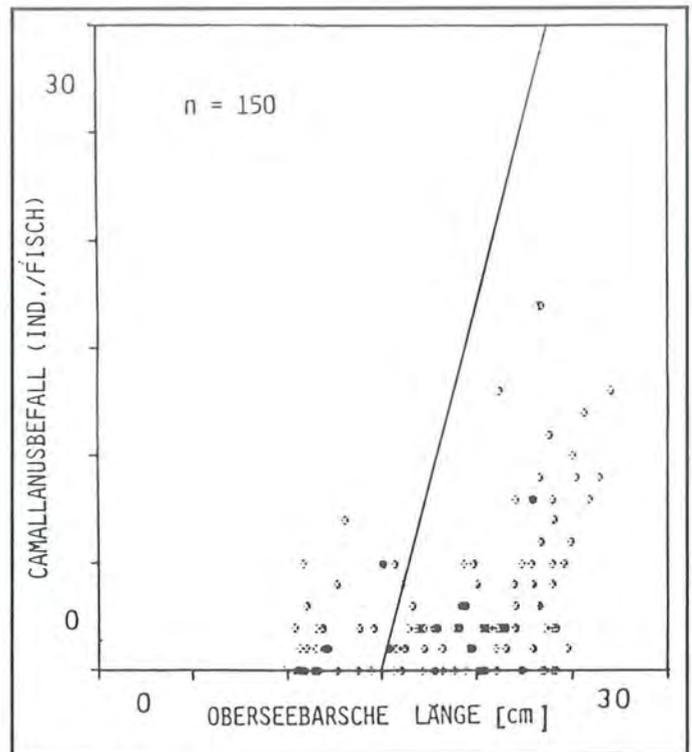


Abb. 38: Länge der Oberseebarsche in Relation zum Befall mit *Camallanus lacustris*.

trifft für den Befall der Königsseebarsche zu – wird durch die Ergebnisse von DOGIEL (1961) und SKORPING (1980) bestätigt.

3.2.4.2 Rhabidascaaris acus

Geschlechtsreife Exemplare von *Rhabidascaaris acus* (BLOCH, 1779) parasitieren im proximalen Mitteldarmabschnitt der Rutten des Königs- und Obersees; das zweite Larvenstadium (L2) des Parasiten wurde in den Darminhalten von Elritzen gefunden. Die Art ist ovipar und zeigt den für Ascariden typischen Habitus (Abbildung 39).

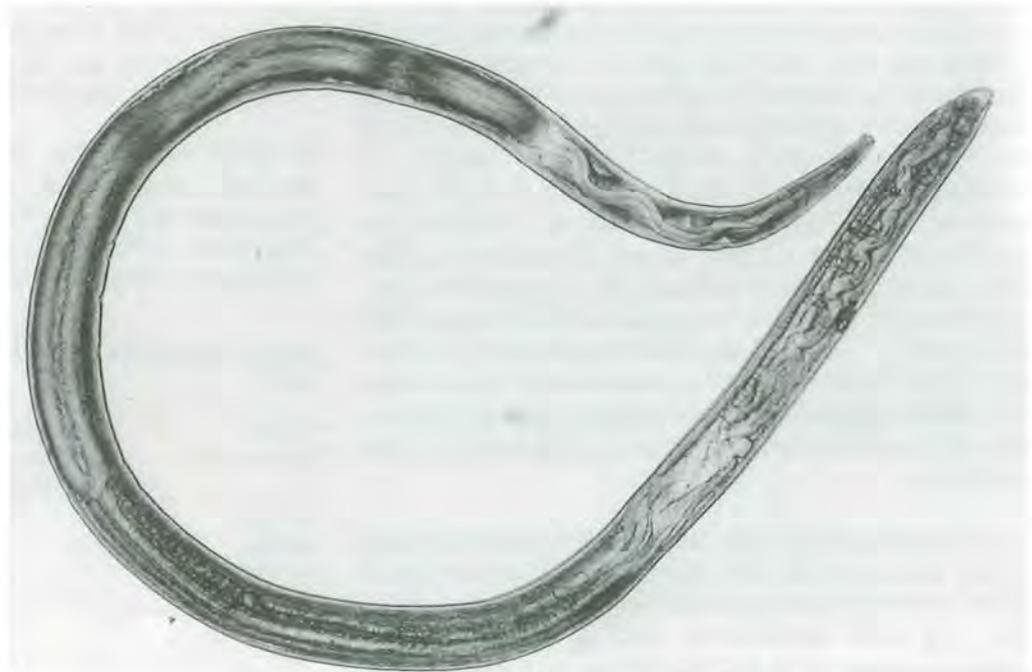


Abb. 39: *Rhabidascaaris acus* viertes Larvenstadium. (60-fache Vergrößerung).

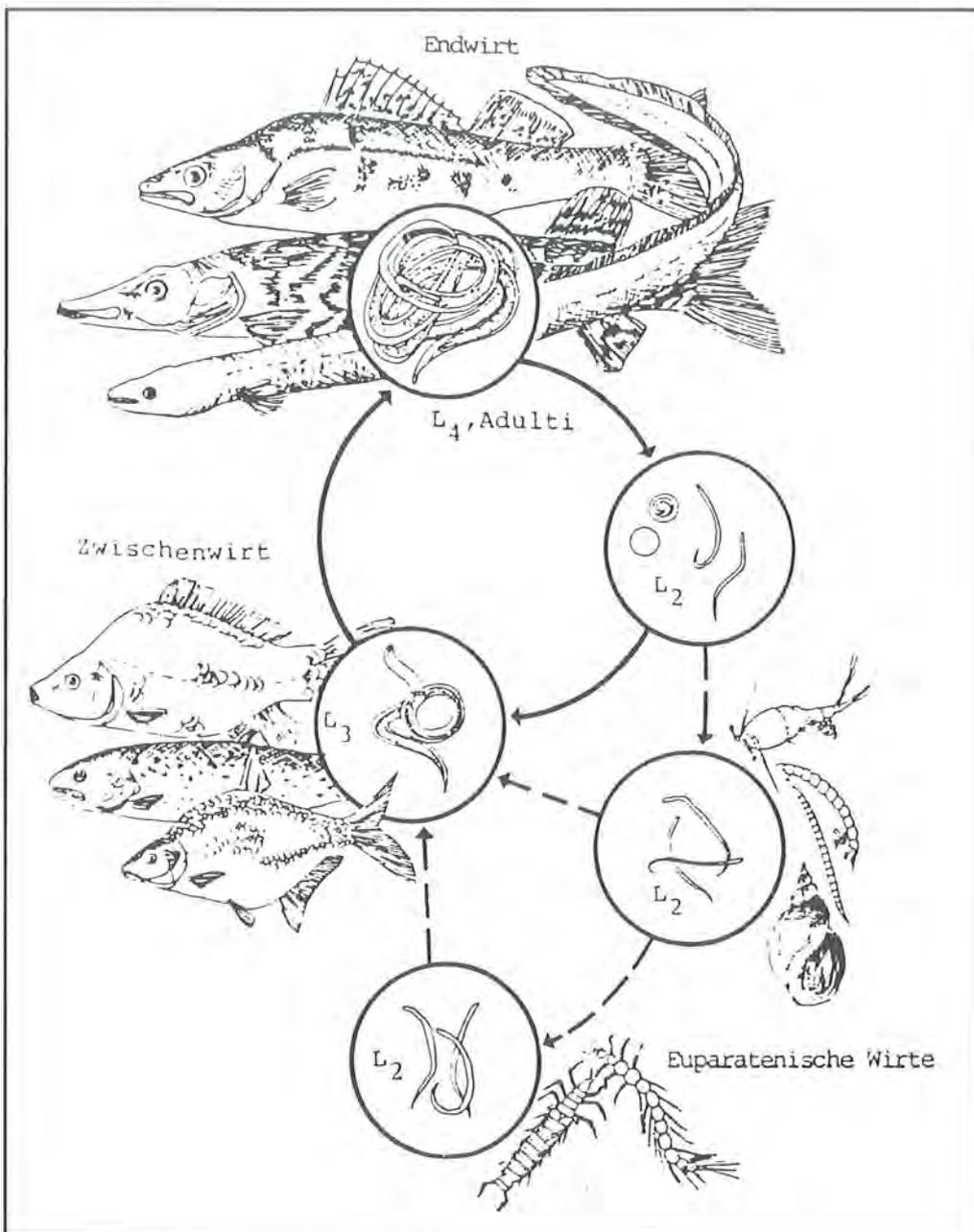


Abb. 40: Entwicklungszyklus von *Rhabidascaaris acus*. Originalzeichnung: Liebmann (aus Schäperclaus, 1979).

MORAVEC (1970a und b) beschreibt für *Rhabidascaaris acus* einen obligaten 2-Wirte-Cyclus, welcher fakultativ durch Reservoirwirte erweitert sein kann (Abbildung 40). Vom Ei bis zur Geschlechtsreife durchläuft der Nematode dabei vier Häutungen. Carnivore Fische sind die Endwirte des Parasiten. Durch die Aufnahme embryonierter Eier oder bereits geschlüpfter Larven (L₂) mit der Nahrung werden vorwiegend Cypriniden zu Zwischenwirten, in deren Leibeshöhlenorgane (Darm, Leber, Gonaden u.a.) die dritte Larve encystiert vorliegt. Als Reservoir – gemäß der Begriffsbestimmung nach RYSANY und BARUS (1965) – dienen vor allem folgende Invertebraten: Oligochaeten, Chironomidenlarven, Crustaceen und Gastropoden. In ihnen erfolgt zwar ein Wachstum des zweiten Larvenstadiums, aber keine weitere Häutung.

In den Darmwänden der Rutten beider Seen wurden häufig und in großer Zahl degenerierte Cysten, deren Inhalt bislang nicht bestimmt werden konnte, gefunden. Da nach MORAVEC (1970a) Raubfische als Endwirte, aber auch als Zwischenwirte für *Rhabidascaaris*

acus geeignet sind, sind zur Klärung des oben genannten Befundes und somit der Frage, inwieweit die Rutten des Königs- und Obersees auf beiden Wirtsebenen in die Entwicklung dieses Nematoden integriert sind, Infektionsversuche geplant.

Im Mittel waren 54%, im April des Jahres 1982 alle der untersuchten Rutten aus dem Königssee mit dem Ascariden befallen (Tabelle 21); ein quantitativer Vergleich mit der Befallsituation der Rutten aus dem Obersee ist wegen des dort zu geringen Stichproben-

Tab. 21: Befall der Rutten des Königssees mit *Rhabidascaaris acus*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Rutten untersucht	Anzahl der befallen	Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
April 82	14	14	100,0	26,43	26,43
Juli 82	10	3	30,0	0,70	2,33
Oktober 82	5	0	0,0	0,0	0,0
April 83	7	4	57,1	2,86	5,00
Oktober 83	11	3	27,3	0,55	2,00
1982/83	52	28	53,8		

umfangen nicht möglich. Die Befallsstärken bewegten sich zwischen 1 und 50 Rhabdiascaris-Exemplaren pro Fisch und zeigten mit zunehmender Körpergröße der Rutten eine ansteigende Tendenz.

3.2.5 Acanthocephala

In den Fischen des Königs-, Ober- und Grünsees wurde als einzige Kratzerart *Neoechinorhynchus rutili* (MÜLLER, 1780) nachgewiesen. Mit Hilfe des arttypisch bewaffneten Rüssels (Proboscis), welcher am Vorderende des zylindrischen Körpers aus einer sackförmigen Scheide vorgestülpt werden kann, (Abb. 41) verankert sich der Parasit in der Darmschleimhaut des Wirtes. Eine ausführliche morphologische Beschreibung beider Geschlechter dieser Kratzerart liegt von STEINSTRASSER (1936) vor.

Der Parasit durchläuft nach ODENING (1969) einen obligaten 2-Wirte-Cyclus, wobei Muschelkrebse (Ostracoden) als Zwischenwirte dienen und ca. 60 Fischarten als potentielle Endwirte bekannt sind. Fakultativ können die invasionsfähigen Larven von *Neoechinorhynchus rutili* auch über Schlamm Schnecken und *Sialis*-Larven, welche als Stapelwirte (euparatenische Wirte) abgestorbene Muschelkrebse aufgenommen haben, d.h. mit der Bodennahrung in die Fische gelangen. (ODENING 1969; REICHENBACH-KLINKE, 1980).

Zu allen Untersuchungsterminen wurden in Übereinstimmung mit den Befunden von WALKEY (1967) verschiedene Reifestadien des Kratzers in den Fischdärmen gefunden. Bei den im Untersuchungsgebiet gefangenen Fischen wurden folgende Befälle (n = maximale Befallsstärke) festgestellt:

Königssee: Renke (200), Bachsaibling (122), Rutte (34), Bachforelle (30), Barsch (17), Hecht (12), Döbel (13), Seeforelle (11), Mühlkoppe (5), Elritze (2), Seesaibling (1).

Obersee: Seesaiblinge (10), Rutte (8), Barsch (6).

Grünsee: Seesaiblinge (3).

3.2.6 Protozoen

Einzellige Parasiten (9 Gattungen aus 4 Stämmen), wurden in den Stichproben, mit Ausnahme verschiedener Myxozoa und der Art *Paratrichodina phoxini* syn. *Tripartiella phoxini**, nur sporadisch und mit geringen Befallsstärken angetroffen. Abgesehen von der Art *Henneguya psorospermica* wurden sie ausschließlich qualitativ erfaßt. In Übereinstimmung mit HOFFMANN (1984), dürfte ihre Präsenz derzeit nur eine potentielle Gefährdung der Fische im Untersu-



Abb. 41: *Neoechinorhynchus rutili* hakentragende Proboscis. (300-fache Vergrößerung).

chungsgebiet darstellen. Unter für sie günstigen Veränderungen der Umweltbedingungen, können jedoch vor allem Flagellaten, Ciliaten und Myxosporidien fischpathogen wirken. Folgende Gattungen und Arten sind in den untersuchten Seen von besonderem wissenschaftlichen Interesse:

Dermocystidium sp. (PEREZ, 1907) wurde encystiert in den Kiemen von Seesaiblingen und Renken (1982/83) sowie auf der Haut und in den Kiemen von Mühlkoppen und Elritzen (1981) gefunden (Abbildung 42). Die weiblichen Cysten hatten einen Durchmesser von 1 bis 4mm (Wanddicke: 1 bis 1,6 μ); sie enthalten zahlreiche, sporenartige Körper (ohne Polkapseln) deren, im Nativpräparat transparent und lichtbrechend erscheinender Vakuoplast histochemisch als Albuminoid reagiert. ALLEN et al. (1968), sowie GREUEL et al. (1979) betonen die Pathogenität dieser Parasitengattung.

Myxidium lieberkühni (BÜTSCHLI, 1882) trat häufig in den Harnblasen der untersuchten Hechte auf. HOFFMANN (1984) gibt, aufgrund einer von Dr. J. LOM, Prag (Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften) geleiteten Erhebung fischpathogener Myxosporidien, für das Untersuchungsgebiet 5 Myxosporidiengattungen, lokalisiert in 5 Fischarten an.

In den Kiemen der Hechte aus dem Königssee wurden im Untersuchungszeitraum, mit einer durch-

* Die Artbestimmung übernahm dankenswerter Weise Dr. J. LOM, Prag (siehe HOFFMANN, 1984).

Tab. 22: Befall der Hechte des Königssees mit *Henneguya psorospermica*.

Termin Monat/Jahr	Anzahl der Hechte		Befalls- häufigkeit in %	Befalls- grad	Befalls- intensität
	untersucht	befallen			
April 82	26	12	46,2	89,0	41,08
Juli 82	16	1	6,3	4,0	0,25
Okt. 82	20	2	10,0	60,0	6,0
April 83	23	1	4,3	10,0	0,44
Juli 83	30	0	0,0	0,0	0,0
Okt. 83	20	2	10,0	2,0	0,2
1982/83	135	17	12,6		

schnittlichen Befallshäufigkeit von 12,6%, die weißlichen, ovoiden bis kugelförmigen Cysten (Durchmesser: 1 bis 2,5mm) von *Henneguya psorospermica* (THELOHAN, 1885) festgestellt (Abbildung 43). Das Maximum der Befallsstärke lag mit rund 300 Cysten bei einem 6-jährigen Hecht vor. In Tabelle 22 sind die

Befallsverhältnisse zu den jeweiligen Hauptuntersuchungsterminen dargestellt; die Oberseedaten wurden wegen des zu geringen Stichprobenumfanges nicht bewertet.

Große Cysten traten vorwiegend bei den Frühjahrsuntersuchungen auf. ANDREWS, (1979b) sowie DYKOVA u. LOM, (1976) beobachteten unter natürlichen Verhältnissen und im Experiment, daß die Reifung und Öffnung der Cysten sowie schließlich das Ausschwärmen der reifen Sporen (Abbildung 44), in zeitlicher Abhängigkeit vom Temperaturanstieg erfolgen. Inwieweit die in den Sommermonaten geringen Befälle der Hechte aus dem Königssee mit *Henneguya psorospermica* auf der Basis dieses Zusammenhanges erklärt werden können, ist zu prüfen.

Die, an den Kiemen der Königsseehechte erhobenen histologischen Befunde bestätigen die Ergebnisse



Abb. 42:
Cysten von *Dermocystidium* sp. auf der Haut und den Flossen einer Elritze. (Originalgröße).



Abb. 43:
Henneguya psorospermica Cysten in den Kiemen eines Hechtes. (Originalgröße)

von DYKOVA und LOM (1976): Reife Cysten sind intralamellär lokalisiert und prall mit rosettenförmig angeordneten Sporen gefüllt. Die Entwicklung der Plasmodien erfolgt in den Gefäßen (Arterien) der respiratorischen Sekundärlamellen. Die Cystenwand besteht aus Endothelzellen des Kiemengefäßes sowie aus einer dünnen Bindegewebsschicht. Teils atrophisch, teils hyperplastisch verändertes Kiemenepithel, sowie eine Verformung der Kiemenlamellen bestimmen das Bild im Umfeld der Cysten.

Aus der Familie der Urceolariidae traten verschiedene Arten mit ectoparasitischer und endoparasitischer Lebensweise auf:

Die Gattung *Trichodina* (EHRENBERG, 1831) wurde bei 6 der untersuchten Fischarten auf der Haut und den Kiemen beobachtet (Abbildung 45). Interessant ist das Vorkommen (Befallshäufigkeit: 13%) der Art

Paratrachodina phoxini (LOM, 1963) in den Harnwegen der Elritzen ($n = 102$) aus dem Königssee. Gleichmaßen trat dieser Ciliat auch endoparasitisch in den Barschen auf. LOM (1963) beschreibt die Fähigkeit der Vertreter des Subgenus *Paratrachodina* zu endo- und ectoparasitischer Lebensweise.

3.2.7 Kommensalen

Die Kiemen aller aus dem Grünsee untersuchten Seesaiblinge ($n = 40$) waren mittelgradig mit der Suctorienart *Trichophrya piscium* (BÜTSCHLI 1889) syn. *Trichophrya intermedia* (PROST 1952) besiedelt.

In erwachsenem Zustand ist die sessile Sauginfusorie unbewimpert; das Endoplasma des sackförmigen Einzellers enthält neben dem ellipsoiden Makronukleus und einem positionsvariablen Mikronukleus

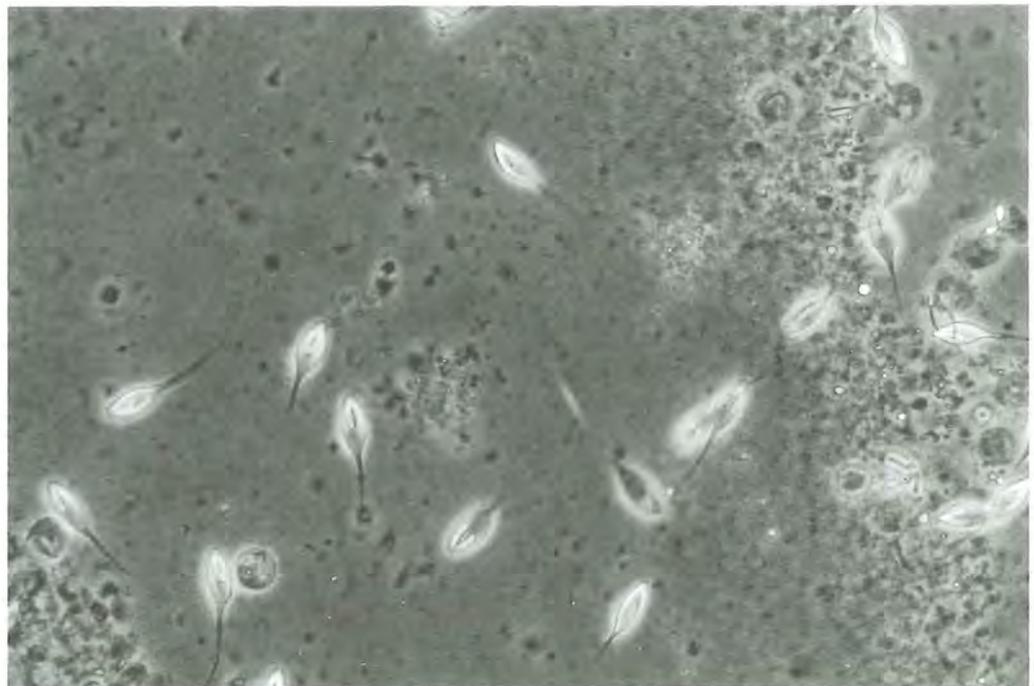


Abb. 44:
Henneguya psorospermica
Sporen.
(800-fache Vergrößerung).



Abb. 45:
Trichodina sp. Bewegungsstudie.
(650-fache Vergrößerung).



Abb. 46:
Trichophrya piscium mit apical angeordnete Saugröhren. (400-fache Vergrößerung).

zahlreiche Nahrungsvacuolen. Cytostom und Cytopharynx fehlen. Dem apikalen Körperteil entspringen gebündelt angeordnete Saugröhren und Fangtentakeln (Abbildung 46).

In die Kiemenräume der Fische gelangte Ciliaten werden von *Trichophrya piscium* als Nährtiere erbeutet. Sie bleiben an den Fangtentakeln haften und werden vom Infusor mit Verdauungsenzymen injiziert, welcher danach deren Zellinhalte über die Saugröhren aufnimmt. Daß die Kiemenlamellen der Fische dieser Suctorienart als gut geeignetes Substrat inmitten eines nahrungsreichen Fangareals dienen, (beim Atmen der Fische werden zahlreiche Wimpertierchen aus dem Wasser filtriert und gelangen so in Reichweite der Infusorien), verdeutlichen die von LOM (1972) durchgeführten elektronenmikroskopischen Untersuchungen. *Trichophrya piscium* ist aufgrund seiner Ernährungsweise als Ektokommensale aufzufassen; daß jedoch bei extremen Besiedelungsdichten der Kiemen mit Suctorien eine Insuffizienz der Atemfunktion der Fische und letztlich Fischsterben resultieren können, zeigte LEHMANN (1977).

Das vereinzelt Auftreten anderer Ektokommensalen (z.B. *Apiosoma* sp., *Vorticella* sp.) auf Fischen der Nationalparkseen lag ebenfalls im Bereich der physiologischen Schwankungsbreite.

3.3 Wirtsspezifität

Im Gegensatz zu freilebenden Tierformen werden Parasiten durch die Wirkungsbereiche zweier Umweltebenen beeinflusst (PAVLOVSKI, 1934): Durch den Wirtsorganismus (micro-environment) und durch die das Wirtstier umgebenden Milieubedingungen des jeweiligen Biotops (macro-environment). Das Wirt-Parasitverhältnis ist als ökologisches System der beiden Partner zu interpretieren, bei welchem der

Wirtsorganismus den unmittelbaren Lebensraum und die Nahrungsquelle des Parasiten darstellt (KÖRTING, 1975).

Die spezifische Anpassung eines Parasiten an einen oder verschiedenartige Wirte wird im Laufe seiner Evolution erworben. Unter dem Begriff Wirtsspezifität ist deshalb die genetisch fixierte Manifestation des gegenwärtigen Spezialisierungsgrades eines Parasiten zu verstehen. Diese Definition wird bestätigt durch die Tatsache, daß Parasiten nicht nur an einzelne Arten oder taxonomische Gruppen von Wirtstieren, sondern oftmals an heterogene aber entwicklungsgeschichtlich vereinte faunistische Komplexe in spezifischer Weise adaptiert sind (SHULMAN, 1970). Daneben wirken die Umweltbedingungen des Wirtes determinierend auf parasitische Lebensformen, da sie polyfaktoriell und variabel die Entwicklungscyclen und damit die Infestationsmöglichkeiten beeinflussen. Somit ist die Wirtsspezifität vor allem als ein ökologisch bedingtes Phänomen aufzufassen (SHULMAN, 1970).

Tabelle 23 zeigt das Wirtsspektrum der gefundenen Fischparasiten; in Tabelle 24 sind die Parasiten nach Wirtsfischen geordnet. Folgende Parasiten wurden nur bei einer Fischart festgestellt:

<i>Hexamita salmonis</i>	in <i>Salvelinus alpinus salvelinus</i> L.
<i>Myxidium lieberkühni</i>	in <i>Esox lucius</i> L.
<i>Henneguya psorospermia</i>	in <i>Esox lucius</i> L.
<i>Tetraonchus monenteron</i>	in <i>Esox lucius</i> L.
<i>Asymphyllodora tincae</i>	in <i>Tinca tinca</i> L.
<i>Cotylurus</i> sp.	in <i>Cottus gobio</i> L.
<i>Phyllodistomum folium</i>	in <i>Phoxinus phoxinus</i> L.
<i>Proteocephalus percae</i>	in <i>Perca fluviatilis</i> L.
<i>Proteocephalus exiguus</i>	in <i>Coregonus wartmanni</i> L.

Alle Salmoniden und Coregonen waren frei von digenen Trematoden.

Tab. 23: Wirtsspektrum der Fischparasiten.

Parasiten	F i s c h a r t e n													
	See-saibling	Barsch	Renke	Hecht	Elritze	Rutte	Bach-saibling	Bach-forelle	See-forelle	Mühl-koppe	Döbel	Brachse	Schleie	Aal
Ichthyobodo necatrix	+	+	+		+	+	+							
Hexamita salmonis	⊕ ¹													
Myxidium lieberkühni				⊕										
Myxobolus sp.	+				+				+					
Henneguya psorospermica				⊕						+				
Dermocystidium sp.	+		+		+					+				
Ichthyophthirius multifiliis	+	+		+	+	+								
Paratrichodina phoxini		+			+									
Trichodina sp.	+	+	+	+	+	+								
Dactylogyrus sp.	+			+	+	+								
Tetraonchus monenteron				⊕										
Gyrodactylus sp.			+		+					+				
Asymphyllodora tincae													⊕	
Allocreadium isosporum					+					+	+	+		
Azygia lucii		+		+										
Bunodera luciopercae		+								+				
Phyllodistomum folium					⊕									
Cotylurus sp.									(⊕) ²					
Triaenophorus nodulosus	(+)	(+)		+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)				
Eubothrium salvelini	+						+							
Proteocephalus percae		⊕												
Proteocephalus exiguus			⊕											
Camallanus lacustris		+												
Rhapidascaris acus					(+)	+								
Neoechinorhynchus rutili	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+

¹ Parasitenfunde welche nur bei einer Fischart festgestellt wurden, sind kreisförmig markiert.

² Encystierte Larvenstadien in Zwischenwirten, sind in Klammern gesetzt.

Die Wirtsspezifität kann sich gegen zwei Extreme hin entwickeln:

- Adaption an ausschließlich eine Wirtsgattung oder -art (absolute specificity). Hierzu gehören von den gefundenen Parasitenarten *Tetraonchus monenteron* und *Myxidium lieberkühni*, welche sich in natürlichen Habitaten spezifisch gegenüber der Gattung *Esox* verhalten; der Darmtrematode *Asymphyllodora tincae* zeigt strenge Artspezifität gegenüber der Schleie (*Tinca tinca* L.). Die Art *Henneguya psorospermica* ist für den Hecht (*Esox lucius* L.) typisch und wurde in den untersuchten Seen auch nur bei dieser Fischart gefunden. In anderen Gewässern tritt dieser Parasit daneben häufig auch bei den Barschen (*Perca fluviatilis* L.) auf. Die Endoparasiten *Hexamita salmonis* und *Eubothrium salvelini* verhalten sich in den untersuchten Seen familienspezifisch gegenüber den Salmoniden.
- Entfaltung eines breiten Wirtsspektrums, oftmals verbunden mit einer hohen Reproduktionsrate und einer weiten geographischen Verbreitung. Diese Fähigkeit besitzen, als Form möglicher Spezialisierung, in stark ausgeprägter Weise die Ektoparasiten *Argulus foliaceus*, *Piscicola geometra* und der kosmopolitische Ciliat *Ichthyophthirius multifiliis*. Von den ermittelten Parasiten gehören in diese Kategorie neben dem eben genannten Erreger der Grießkörnchenkrankheit parasitische Helminthen wie *Allocreadium isosporum* (weitverbreitet unter Cypriniden) und die Kratzerart *Neoechinorhynchus rutili*. *Triaenophorus nodulosus* zeigte auf dem Niveau der zweiten Zwischenwirtsebene das breiteste Wirtsspektrum aller untersuchten Parasitenarten; die Reifung der Adulti dieses pseudophylliden Cestoden ist hingegen nur im Hecht (*Esox lucius*) als einzigem Endwirt möglich.

Tab. 24: Verzeichnis der Parasiten nach Wirtsfischen geordnet.

Fam. Salmonidae	Seesaibling
	<i>Ichthyobodo necatrix</i>
	<i>Hexamita salmonis</i>
	<i>Myxobolus</i> sp.
	<i>Dermocystidium</i> sp.
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>
	<i>Trichodina</i> sp.
	<i>Dactylogyrus</i> sp.
	<i>Triaenophorus nodulosus</i>
	<i>Eubothrium salvelini</i>
	<i>Neoechinorhynchus rutili</i>
	Bachsaibling
	<i>Ichthyobodo necatrix</i>
	<i>Triaenophorus nodulosus</i>
	<i>Eubothrium salvelini</i>
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	
Bachforelle	
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	
Seeforelle	
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	
Fam. Coregonidae	Renke
	<i>Ichthyobodo necatrix</i>
	<i>Dermocystidium</i> sp.
	<i>Trichodina</i> sp.
Fam. Cyprinidae	<i>Gyrodactylus</i> sp.
	<i>Proteocephalus exiguus</i>
	Döbel
<i>Allocreadium isosporum</i>	
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	
Schleie	
<i>Asymphyllodora tincae</i>	
Brachse	
<i>Allocreadium isosporum</i>	

Fortsetzung nächste Seite

	Elritze Ichthyobodo necatrix Myxobolus sp. Ichthyophthirius multifiliis Paratrichodina phoxini Trichodina sp. Dactylogyrus sp. Gyrodactylus sp. Allocreadium isosporum Phyllodistomum folium Triaenophorus nodulosus Rhabdascaris acus
Fam. Esocidae	Hecht Myxidium lieberkühni Henneguya psorospermica Ichthyophthirius multifiliis Trichodina sp. Dactylogyrus sp. Tetraonchus monenteron Azygia lucii Triaenophorus nodulosus Neoechinorhynchus rutili
Fam. Percidae	Flußbarsch Ichthyobodo necatrix Ichthyophthirius multifiliis Paratrichodina phoxini Trichodina sp. Azygia lucii Bunodera luciopercae Triaenophorus nodulosus Proteocephalus percae Camallanus lacustris Neoechinorhynchus rutili
Fam. Cottidae	Mühlkoppe Myxobolus sp. Gyrodactylus sp. Allocreadium isosporum Ichthyocotylurus sp. Triaenophorus nodulosus Neoechinorhynchus rutili
Fam. Gadidae	Rutte Ichthyobodo necatrix Ichthyophthirius multifiliis Trichodina sp. Dactylogyrus sp. Triaenophorus nodulosus Camallanus lacustris Rhabdascaris acus Neoechinorhynchus rutili
Fam. Anguillidae	Aal Ohne besonderen Befund

Daß die Encystierung seiner Plerocercoiden in den verschiedenen Wirtsfischarten mit unterschiedlichem Erfolg verläuft, wobei Fehlversuche (in sog. Fehlwirten) nicht ausgeschlossen sind, zeigen in eindrucksvoller Weise die Untersuchungen von SCHÖTTLER (1984).

Digene Trematoden haben in der Regel im Metacercarienstadium ein breites Wirtsspektrum (Transportwirte). Die Zahl der ersten Zwischenwirte dieser Saugwürmer, in welchen die Entwicklung der Miracidien über Sporocysten, Redien und Tochterredien zu Cercarien erfolgt, ist hingegen beträchtlich geringer. Gleichfalls ist bei dieser taxonomischen Gruppe in der Regel die Zahl der Endwirte – in deren Verdauungstrakten sich die Reifung zum adulten Tremato-

den, also wiederum eine wesentliche Entwicklungsphase vollzieht – klein. Im Gegensatz dazu zeigen verschiedene Kratzerarten (*Acanthocephala*) ein sehr begrenztes Zwischenwirtsspektrum und eine Vielfalt geeigneter Endwirtsfische (*Neoechinorhynchus rutili* wurde in 11 Fischarten gefunden). Dies ist vermutlich durch die Tatsache bedingt, daß die Anlage und Entwicklung der Gonaden bei diesen Parasiten im wesentlichen bereits im ersten Zwischenwirt erfolgt. Die aufgezeigten Beispiele verdeutlichen, daß Art und Grad der Wirtsspezifität helminthischer Parasiten auch in Abhängigkeit von deren Ontogenese variieren.

Interessant ist, daß die überwiegend planktivoren Renken im Königssee von relativ wenigen Parasitenarten – mit Ausnahme von *Poteocephalus exiguus* – nur geringgradig befallen waren.

3.4 Organspezifität

In Tabelle 25 sind die bevorzugten Lokalisationen der ermittelten Fischparasiten dargestellt. Die am häufigsten parasitär befallenen Organe waren die Kiemen und die Därme. Keine besonderen Befunde zeigten die Augen sowie die sporadisch untersuchten Blutproben.

Aus der Familie der Urceolariidae traten verschiedene Arten bei den Elritzen des Königssees sowohl ektoparasitisch (*Trichodina* sp.) auf der Haut und den Kiemen als auch endoparasitisch (*Paratrichodina phoxini*) in den Harnwegen auf. Letztere Spezies war häufig mit der gleichfalls in den Nieren der Elritzen parasitierenden Trematodenart *Phyllodistomum folium* vergesellschaftet.

Eng begrenzte Lokalisationen wurden bei folgenden Helminthenarten beobachtet: *Azygia lucii* wurde vorwiegend am Übergang des Ösophagus zum Magenumen, d.h. am Magenpförtner und im anschließenden Cardiateil des Magens gefunden. Die Scolices der Adulten von *Eubothrium salvelini* waren ausschließlich in den Pylorusblindsäcken der Saiblinge, die von *Triaenophorus nodulosus* im proximalen, aufsteigenden Mitteldarmschenkel des Hechtes der Schleimhaut angeheftet.

Ein ausgeprägtes Verteilungsmuster zeigten die verschiedenen Entwicklungsstadien der beiden *Proteocephalus*-arten: Vorwiegend im Enddarm erfolgte die Infektion mit Procercoiden; diese wandern mit fortschreitender Entwicklung darmaufwärts, so daß Plerocercoiden (Präadulten) im gesamten Mitteldarm, reife Adulten hingegen nur in dessen Anfangsteil, nahe den Pylorusschläuchen auftraten.

Das von SKORPING (1980) für das Vorkommen von *Camallanus lacustris* in Barschen beschriebene Verteilungsmuster (Besiedlungsschwerpunkt von Mai bis Oktober: proximales Drittel des Mitteldarmes; Besiedlungsschwerpunkt von Dezember bis April: Enddarmregion) wurde durch die Untersuchungen der Barsche des Königs- und Obersees nicht bestätigt.

Tab. 25: Lokalisation der Fischparasiten.

Parasiten	O r g a n e / G e w e b e											
	Haut	Kiemen	Musku- latur	Bauch- wand	Herz/ Pericard	Leber	Niere/ Harnblase	Milz	Magen	Darm/ Ösophagus	Gonaden	Schwimm- blase
Ichthyobodo necatrix	+	+										
Hexamita salmonis										+		
Myxidium lieberkühni							+					
Myxobolus sp.							+					
Henneguya psorospermica		+										
Dermocystidium sp.	+	+										
Ichthyophthirius multifiliis	+	+										
Paratrichodina phoxini							+					
Trichodina sp.	+	+										
Dactylogyrus sp.		+										
Tetraonchus monenteron		+										
Gyrodactylus sp.	+											
Asymphylogora tincae										+		
Allocreadium isosporum										+		
Azygia lucii									+			
Bunodera luciopercae										+		
Phyllodistomum folium							+					
Cotylurus sp.				(+) ¹	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	
Triaenophorus nodulosus			(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+) ²	(+)	(+)
Eubothrium salvelini										+		
Proteocephalus percae										+		
Proteocephalus exiguus										+		
Camallanus lacustris										+		
Rhapidascaris acus									+	+		
Neoechinorhynchus rutili										+		

¹ Encystierte Larvenstadien sind in Klammern gesetzt.

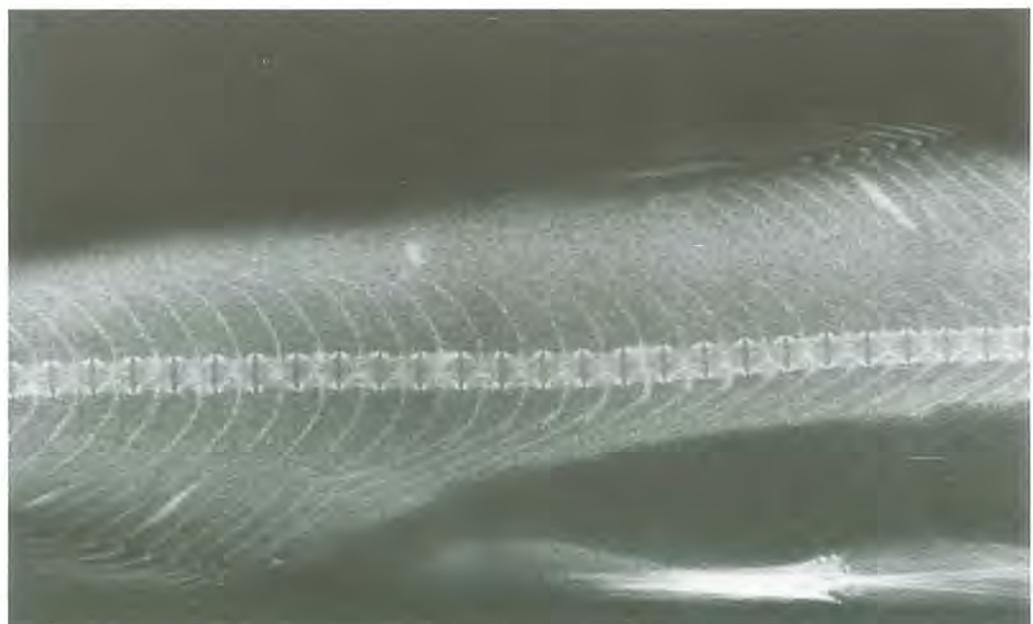
² Adulte Exemplare parasitieren in den Därmen der Hechte (Anheftung der Scolices in der Darmmucosa; in den zweiten Zwischenwirten können Plerocercoidcysten subserös an der Darmwand lokalisiert sein).

Die als Adultus streng wirts- und organspezifische Helminthenart *Triaenophorus nodulosus* zeigte auf der Ebene des zweiten Zwischenwirtes das breiteste Spektrum verschiedener Lokalisationen aller ermittelten Parasiten. In der Regel waren die Lebern der Fische mit den Plerocercoiden dieses Cestoden befallen. Daneben kann das zweite Larvenstadium dieser Bandwurmart auch in anderen Organen und Geweben encystiert sein (Tabelle 25), vor allem dann, wenn die Leber schon hochgradig mit Plerocercoidcysten durchsetzt ist. Innerhalb einer Stichprobe von 200 Seesaiblingen des Königssees waren bei 14% der Fische *Triaenophorus*-cysten auch außerhalb der Lebern lokalisiert (Tabelle 26; Abbildung 47).

Tab. 26: Vorkommen von *Triaenophorus*-cysten außerhalb der Leber bei Seesaiblingen (n = 200) des Königssees.

Lokalisation	Befallshäufigkeit (n – inf.)
Pylorusschläuche, subserös	9
Darm/Ösophagus, subserös	8
Niere	3
Bauchwand, subserös	2
Gonaden	2
Muskulatur	2
Schwimmbläse	1
Milz	1

Abb. 47: Röntgendiaskopische Darstellung (latero-laterale Projektion) des Haftapparates eines, in der Rumpfmuskulatur eines Seesaiblings, encystierten Plerocercoides von *Triaenophorus nodulosus*. (Originalgröße).



3.5 Vergleich der drei Nationalparkseen (Königssee, Obersee und Grünsee) bezüglich der wichtigsten Helminthosen.

Unterschiedliche hydrologische, geologische und limnologische Gegebenheiten in den Nationalparkseen haben differenzierte Fischpopulationen mit unterschiedlichem Raum- und Freßverhalten zur Folge. Dies bedingt für die einzelnen Fischarten unterschiedliche Parasiteninventare.

Tab. 27: Mittlere Befallshäufigkeiten der Königs- und Oberseefische mit den wichtigsten Helminthen.

	Königssee	Obersee	Grünsee
<i>Triaenophorus nodulosus</i>			
Seesaibling	72%	83%	0%
Barsch	39%	81%	—
<i>Eubothrium salvelini</i>			
Seesaibling	80%	97%	100%
<i>Proteocephalus percae/exiguus</i>			
Barsch	21%	43%	—
Renke	89%	—	—
<i>Bunodera luciopercae</i>			
Barsch	38%	0%	—
<i>Camallanus lacustris</i>			
Barsch	47%	72%	—

In Tabelle 27 sind die Befallshäufigkeiten der meistgefangenen Königssee-, Obersee- und Grünseefische hinsichtlich der wichtigsten Helminthosen dargestellt.

Obwohl ein direkter Vergleich der Gewässer wegen der unterschiedlichen Alterszusammensetzung der Stichproben nur bedingt möglich ist, können die Befallshäufigkeiten doch einen Hinweis auf das Ausmaß der Parasitosen geben.

- Parasitischen Darmhelminthen, für die Planktonkrebse eine Zwischenwirtfunktion haben (*Triaenophorus*, *Eubothrium*, *Proteocephalus* und *Camallanus*) zeigen im Obersee höhere Befallshäufigkeiten als im Königssee. Die Planktonuntersuchungen der beiden Seen geben diesbezüglich Interpretationshilfen.

Die Vertreter der 3 Cestodengattungen entwickeln sich in den Nationalparkseen hauptsächlich in den Copepodid-V-stadien sowie adulten ♀ und ♂ des Copepoden *Cyclops abyssorum*. Die mittlere Befallshäufigkeit dieser Copepoden im Obersee war mit 1,9‰ nahezu doppelt so hoch (Faktor: 1,7) wie im Königssee (1,1‰). Für planktivore Fische des Obersees bestand demnach – bei gleichen Nahrungsspektren – eine höhere Wahrscheinlichkeit mit Procercoiden infiziert zu werden.

Hinzu kommt, daß im Nahrungsspektrum der Seesaiblinge des Obersees die Art *Cyclops abyssorum* mit 67%, bei dem der Seesaiblinge des Königssees hingegen nur mit 35% enthalten war (GERSTMEIER, 1984). Die Cyclopsdichte im Plankton des Obersees war 1,3 mal höher als die in den Proben des Königssees. Inwieweit die Präferenz der Seesaiblinge im Obersee für *Cyclops abyssorum* auf das hier höhere Angebot dieses Copepoden zurückzuführen ist, oder ob auch andere Ökofaktoren dabei eine Rolle spielen, bleibt offen.

Die nur im Königssee vorkommende Renke ernährt sich zu 60% planktivor; mit dem Plankton aufgenommene Procercoide von *Triaenophorus* und *Eubothrium* können sich in dieser Fischart nicht weiterentwickeln. Die Beweidung des Planktons durch die Coregonen reduziert die Procercoiddichte der genannten Cestodenarten im Königssee. Inwieweit dadurch die Befallswahrscheinlichkeit des Seesaiblings mit *Eubothrium* und *Triaenophorus* verringert wird, hängt vom Potential infizierter Copepoden einerseits und vom anteiligen Fraßdruck der einzelnen Fischarten auf das Plankton andererseits ab. Die quantitative Ermittlung der in diesem Zusammenhang interessanten Fischpopulationen im Königssee (durchgeführt von der Bayerischen Landesanstalt für Fischerei, Starnberg) ist eine wesentliche Voraussetzung für die abschließende Beurteilung dieser Fragestellung.

Weniger Fischarten bedingen auch wenige Parasitenarten in einem Gewässer. Aufgrund der hydrologischen Isolation des Grünsees war hier auch nur eine Fischart, der Seesaibling, zu beobachten. Alle gefangenen Fische waren bei geringer Intensität mit *Eubothrium salvelini* befallen. Im Gegensatz zu den Königs- und Oberseesaiblingen wurden hier keine Pleurocercoide von *Triaenophorus nodulosus* diagnostiziert, da der Endwirt (Hecht) im Entwicklungszyklus fehlt.

Die Larven des Nematoden *Camallanus lacustris* können sich in Copepoden verschiedener Arten entwickeln. So führte die bereits angesprochene größere Copepodendichte im Obersee sowie die stärkere Selektivität der Definitiv- und Paradefinitivwirte zu den höheren Befallshäufigkeiten der Rutten und Barsche im Obersee.

Der Trematode *Bunodera luciopercae* ist bei seiner Entwicklung auf Muscheln der Gattung *Sphaerium* und *Pisidium* angewiesen. Entsprechend der Tatsache, daß in den Magenproben der Oberseebarsche diese Gattungen nicht auftauchten, waren die möglichen Endwirte im Obersee im Gegensatz zum Königssee auch frei von *Bunodera luciopercae*.

4 Schlußbetrachtung

Anhand der vergleichend dargestellten und diskutierten Ergebnisse kann die derzeitige ökoparasitologische Situation im Königs- und Obersee wie folgt beurteilt werden:

Die ermittelten Arteninventare der Fischparasiten sind charakteristisch für die beiden subalpinen, oligotrophen Seen. Sie entsprechen im wesentlichen deren hydrologischen, morphometrischen und hydrographischen Daten, sowie den Eigenschaften ihrer Wasserkörper und den sie belebenden Biocönosen. Die hydrologische Isolation dieser relativ kleinflächigen Gewässer und vor allem deren trophisches Niveau wirken begrenzend auf die Vielfalt systemspezifischer Wirte. Hieraus ist auch die Artenarmut der beschriebenen Parasiteninventare erklärlich, deren Zusammensetzung durch Ereignisse und Zufälle in der Besiedelungsgeschichte beider Seen bestimmt wurde.

Bemerkenswert ist das Fehlen fischparasitärer Arthropoden und Anneliden. *Ergasilus sieboldi* (v. NORDMANN, 1832) – ein in den Kiemen der Fische parasitierende Copepode mit weitem Wirtsspektrum (GNADENBERG, 1948, nennt 53 Wirtsfischarten) – zeigt in meso- bis eutrophen Gewässern, vor allem innerhalb der Renkenpopulationen, ein hohes Vorkommen (REICHENBACH-KLINKE, 1969; WISSMATH, 1974). In oligotrophen Gewässern tritt diese Parasitenart in der Regel nicht auf (DOGIEL, 1964). In Anbetracht der Tatsache, daß der Königssee seit Jahrzehnten auch mit Renkensömmerlingen und -setzlingen besetzt ist, wäre die Einschleppung dieser Parasitose zu erwarten gewesen, zumal mit Ausnahme der Mühlkoppe alle bekannten Fischarten dieses Sees zu den Wirten des Kiemenkrebses zählen. Das Fehlen von *Ergasilus sieboldi* ist deshalb als ein Indikator für den gegenwärtigen, oligotrophen Status des Königssees zu interpretieren.

Überraschenderweise wurde bei keinem der angelandeten Fische ein Befall mit dem Fischegel (*Piscicola geometra*, L., 1761) – einem geographisch weitverbreiteten Ectoparasiten mit großem Wirtsspektrum – beobachtet. Die Zahl der vom Frühjahr bis Herbst abgelegten Kokons, d.h. die Fortpflanzungsrate dieses Parasiten, ist temperaturabhängig und nimmt mit höheren Temperaturen zu. In Anbetracht der in den Nationalparkseen vorherrschenden niederen Temperaturen und der Tatsache, daß der Egel vor allem benthophagen Fischen auch als Nahrung dient, ist davon auszugehen, daß dieser mit Besatzfischen sicher bereits vereinzelt in den Königs- und Obersee eingetragene Parasit die zur Bildung einer Suprapopulation erforderliche Individuenzahl, auf allen Entwicklungsstufen bislang nicht erreicht hat.

Der seltene in den Rutten beider Seen parasitierende Nematode *Rhapidascaris acus* dagegen ist eine aus-

gesprochen kaltwasserliebende Form, deren Entwicklung durch die tiefen Temperaturen im Benthal und Profundal dieser Gewässer begünstigt wird.

Durch Besatzmaßnahmen können Parasiten in Gewässern ähnlichen Typs weiterverbreitet werden (REICHENBERG-KLINKE 1960; KÖRTING 1974; ÖZCELIK 1978; u.a.). In den Königssee gelangen seit vielen Jahrzehnten Besatzfische, im wesentlichen Renken. Dabei ist die Einschleppung neuer, d.h. standortfremder Fischparasiten in den See möglich. In Folge davon könnte neben der Veränderung des derzeitigen Parasitenvorkommens auch eine gesundheitliche Gefährdung der Fische resultieren. Die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens dieser Effekte sollte jedoch wegen der bereits angesprochenen begrenzten Ansiedelungschancen im faktorenarmen Ökosystem des Königssees nicht überschätzt werden. Vielmehr ist gerade das Fehlen des ansonsten nahezu ubiquitären Fischegels und des bei Renken häufig parasitierenden Kiemenkrebses ein Hinweis dafür, daß sich in Gewässern des vorliegenden Typs nur weitgehend systemspezifische Parasitengesellschaften, wie angetroffen, etablieren können.

Der Königssee zeigt im Litoralbereich um St. Bartholomä und Sallet Eutrophierungserscheinungen (SIEBECK 1982); bei weiteren Nährstoffimporten in diese Seeteile sind – als Folge der Eutrophierung – mit der Veränderung der aquatischen Biocönose auch Verschiebungen im Parasitenvorkommen zu erwarten. Am Beispiel des Bodensees zeigten DEUFEL (1975) und EINSELE (1977), daß mit fortschreitender Eutrophierung das Wirtepotential vieler Parasitenarten und somit auch der Parasitierungsgrad der Fische zunahm. Diese Tendenz wurde besonders bei verschiedenen Vertretern der Monogenea und der Gattung *Proteocephalus* deutlich. Anders verhielt sich die Triaenophorose in den Bodenseefischen. Der Vergleich der von AMANN (1955) erhobenen Untersuchungsbefunde mit den von ÖZCELIK (1978) ermittelten Ergebnissen ergibt eine rückläufige Entwicklung dieser Parasitose in allen Wirtsfischarten mit zunehmendem Trophiegrad des Bodensees. Ähnliche, wenngleich quantitativ geringere, Veränderungen im Parasitenstatus der Königsseefische könnten die Folge einer Eutrophierung bestimmter Seearale sein.

Die Häufigkeitsverteilung der Parasitenbefälle gibt einen Anhalt über die Entwicklung der Wirt-Parasitenverhältnisse. Für den Fall, daß jeder Parasit die gleiche Chance gehabt hätte, einen Wirt zu infizieren – bzw. jeder Wirt mit der gleichen Wahrscheinlichkeit infiziert worden wäre – müßte je nach Ereignisdichte die Belegung der Befallskategorien symmetrisch um den Befallsmittelwert schwanken, bzw. einer Verteilung nach Poisson entsprechen. Das heißt, es wären sowohl mehr Tiere ohne Befall als auch mehr Tiere mit höheren Befällen als bei einem Zufallsereignis zu erwarten.

Aufgrund unterschiedlicher Verhaltensmuster der Wirte einer Art, beispielsweise bei der Nahrungsaufnahme und Standortwahl sowie einer individuellen Empfänglichkeit gegenüber Parasiten, welche so-

wohl ökologisch als auch physiologisch bedingt sein kann, ergibt sich, daß nicht jeder Fisch die gleiche Chance hat, sich zu infizieren. Das bedeutet aber auch unterschiedliche Erfolgchancen für die Parasiten. Diese heterogene Befallswahrscheinlichkeit lag bei allen Parasitosen des Königs-, Ober- und Grünsees vor. Die Anzahl der Fische ohne Befall war bei allen quantitativ untersuchten Helminthosen höher und die Häufigkeitsverteilung ihrer Befallskategorien aggregierter, als nach Poisson zu erwarten gewesen wäre. Dem Endwirt-Parasitverhältnis der unter den Kriterien Befallsstärke, -häufigkeit, -grad und -intensität untersuchten Helminthenarten kann derzeit ein dynamisches Gleichgewicht zugrunde gelegt werden. Ein ausgeprägt saisonales Infektionsmuster zeigen dabei nur der Trematode *Bunodera luciopercae* und der Cestode *Triaenophorus nodulosus*: ihre Entwicklungszyklen unterliegen im Endwirt einer Synchronisation, welche den Abgang unreifer und reifer Stadien einschließt.

Unter den Helminthosen der Nationalparkseen sind die *Triaenophorose* (K,O), die *Eubothriose* (K,O,G) und die *Proteocephalose* (K,O) am stärksten ausgeprägt. Der Parasitierungsgrad der untersuchten Fische und die aus der Literatur bekannten Angaben zur Pathogenität dieser Cestoden ließen Schadwirkungen auf die Wirtsfische erwarten. Die vor allem in den Lebern *Triaenophorus*-befallener Salmoniden des Königs- und Obersees beobachteten erheblichen pathologischen Veränderungen manifestieren sich in einer meist umfangreichen Zerstörung von Lebergewebe, gefolgt von dessen bindegewebigem Ersatz. Ein kausaler Zusammenhang zwischen der von *Triaenophorus nodulosus* induzierten Schädigung der Fische und deren individuellen morphologischen Parametern (Wachstum und Korpulenz) war an der Hand der Freilanduntersuchungen nicht darstellbar. Die kleinwüchsige Erscheinungsform der Seesaiblinge wird auch in anderen Habitaten beobachtet und dürfte im wesentlichen durch die Ernährungssituation dieser Fischart in Seen des untersuchten Typs geprägt sein. Es ergaben sich weder Hinweise dafür, daß magere Fische besonders empfänglich gegenüber *Triaenophorus nodulosus* wären, noch zeigten stark befallene Seesaiblinge ein deutlich vermindertes Wachstum. Die Ergebnisse der vom Institut für Tierzucht der TU München durchgeführten Untersuchungen zur ökogenetischen Differenzierung der in den Nationalparkseen beobachteten Variation im Phänotyp der Seesaiblinge, stützen diese Interpretation. Der in der Versuchsanlage Wielenbach unter standardisierten Bedingungen durchgeführte Langzeitversuch zum Wachstum *Triaenophorus*-freier Seesaiblinge – es handelte sich dabei um Nachkommen eines Elternpaares aus dem Königssee – zeigte die für Salmoniden typische breite Streuung im Wachstum der Fische. Da, wie der Versuch ergab, die natürliche, parasitenunabhängige Variabilität des Wachstums der Königsseesaiblinge erheblich größer als ein möglicherweise parasiteninduzierter Wachstumsunterschied ist, erweist sich die Korpulenz der Fische als Parameter zur Abschätzung der parasitären Einwirkung als nicht geeignet. Ein experimentell durchge-

führter Vergleich der physiologischen Leistungen infizierter und *Triaenophorus*-freier Seesaiblinge kann jedoch zur Klärung der Frage nach der parasitären Negativeinwirkung beitragen.

Zur mathematischen Annäherung an die Frage nach einer möglicherweise parasitär induzierten Sterblichkeit bei Wirtsfischen diskutiert und verwendet KENNEDY (1984) das Simulationsmodell nach ANDERSON und GORDON (1982), welches auf der Korrelation des Logarithmus des Befallsgrades mit dem Logarithmus der Varianz basiert. Die Richtigkeit dieses Modells und dessen Anwendbarkeit auf die Helminthosen der Fische in den Nationalparkseen vorausgesetzt, ergaben sich keinerlei Hinweise für eine parasitär verursachte Sterblichkeit bei Fischen der in den Stichproben enthaltenen Altersklassen. Da aus dem Untersuchungsgewässer weder Brut noch Sömmlinge gefangen wurden, fehlen Freilandbeobachtungen zur Einwirkung, insbesondere der Cestoden, auf Fische dieser Entwicklungsstadien. An künstlich mit *Triaenophorus* infizierten Seesaiblingsbrutfischen traten – auch bei maximalen Befallsstärken von 7 Procercoiden – bis zur Versuchsbeendigung nach 70 Tagen keine Verluste auf. Ausgehend von diesem Resultat werden im Königs- und Obersee durch *Triaenophorus* bedingte Brut- und Jungfischsterben derzeit nicht erwartet. Die relativ hohe, durch *Proteocephalus*-befälle verursachte Mortalität bei der Aufzucht von Renken (NÜMANN, 1972) hingegen veranlaßt zu einer Überprüfung des Renkenaufkommens im natürlichen Habitat des Königssees. Gleichermäßen berichtet BOYCE (1982) über Mortalitätsraten bei mit *Eubothrium* infizierten Brutfischen von Saiblingen.

Die vorliegende Studie eröffnet folgende Aspekte und Möglichkeiten für die Pflege der Fischbestände in den untersuchten Seen:

Die Seeforelle erwies sich unter den geprüften Bedingungen in keinem Falle als Endwirt für *Triaenophorus nodulosus*; sie hat, wie andere Salmonidenarten, die Funktion des zweiten Zwischenwirtes für diesen Cestoden. Diese Erkenntnis bietet eine wesentliche Entscheidungshilfe bei der Risikoabschätzung eines Besatzes des Königssees mit Seeforellen. Intakte Laichplätze sind im Königssee vor allem noch im Bereich seiner Zuflüsse vorhanden (mündliche Mitteilung AMORT, 1983). Der Versuch, durch wiederholte Besatzmaßnahmen, welche soweit möglich mit lokalen Besatzfischen erfolgen sollten, die Seeforellenpopulation wieder auf einem höheren Bestandsniveau zu etablieren, erscheint aus Gründen des Artenschutzes sowie unter fischereibiologischen (mündliche Mitteilung KLEIN, 1985) und parasitologischen Gesichtspunkten sinnvoll. Die bisherigen Ergebnisse eines Versuchsbesatzes mit Seeforellen im Königssee zeigen, daß der von diesen Raubfischen auf die Seesaiblinge ausgeübte Fraßdruck ein dem Ökosystem spezifisch angepaßtes und damit der jeweiligen Situation in sensibler Weise entsprechendes Regulativ sein kann. Da, den Erfahrungen in anderen Seen gemäß, neben dem Seesaibling auch die Renke zu den Beutefischen der Seeforelle gehört, würde die

Bestandsentwicklung beider Fischarten einer natürlichen Kontrolle unterliegen. Der Hecht dürfte hingegen, wegen seines Raum- und Freßverhaltens (vgl. GERSTMEIER, 1984), weniger in direkter Weise die Populationsentwicklung von Seesaiblingen und Coregonen maßgeblich beeinflussen; sein Aufkommen sollte jedoch wegen seiner Bedeutung als Endwirt für *Triaenophorus nodulosus* und der Tatsache, daß diese Fischart seit einigen Jahren nicht mehr zusätzlich mit der Angel befischt wird, beobachtet werden. Die Möglichkeit für eine Bestandskontrolle mit den Methoden der Berufsfischerei ist bei der das Pelagial bevorzugenden Seeforelle wesentlich besser gegeben als beim Hecht.

Der Frage nach einer Reduzierung des derzeitigen Renkenbestandes im Königssee liegen das Bestreben um die Wiederherstellung ursprünglicher Fischgesellschaften und die Hypothese zugrunde, daß der Seesaibling von der Renke, als einem effektiven Planktonfiltrierer, bei der Ausnutzung des vorhandenen Zooplanktons auskonkurriert wird. Hierzu ist folgendes zu bemerken:

1. Die verschiedenen Coregonenarten haben in vielen subalpinen Seen ihr natürliches Verbreitungsgebiet. Bedingt durch den Umweltfaktor Fischerei gelangten Renken vermutlich erstmals, wenn auch vergleichsweise spät, in den Königssee. Sie gedeihen unter den Bedingungen dieses für sie besiedelbaren Ökosystems und pflanzen sich hier auf natürliche Weise fort.
2. Die Hypothese, daß im Rahmen der interspezifischen Nahrungskonkurrenz das Wachstum der Seesaiblinge durch die gleichfalls Zooplankton fressenden Renken negativ beeinflusst wird, ist zum derzeitigen Kenntnisstand nicht gesichert. Dem kleinwüchsigen Phänotyp des Seesaiblings in den untersuchten Seen dürfte vielmehr ein Komplex exogener und endogener Faktoren zugrunde liegen (z.B. Temperatur, Populationsdichte, Ernährungstyp). Während die Renke Zooplankton filtriert, erfolgt die Aufnahme der gleichen Nahrung beim Seesaibling durch Fixieren und Schnappen eines einzelnen Beutetieres (particulate feeding). Dem Energieaufwand bei letzterem Freßmodus steht wegen der geringen Masse des einzelnen Beutetieres ein nur geringer Energiegewinn gegenüber. In Zusammenhang mit der dominierenden Wuchsform des Seesaiblings wäre deshalb auch die Frage zu beantworten, inwieweit diese Fischart angesichts ihres Ernährungstyps im Königssee überhaupt in der Lage ist, das ihr verfügbare Plankton in energetisch günstiger Weise auszunützen.

3. Aufgrund ihrer Nahrungswahl und Filtrierleistung eliminiert die Renke einen Teil der im Plankton vorhandenen Procercoide von *Triaenophorus nodulosus*. Das bei einer Reduzierung des Renkenbestandes möglicherweise gegebene Risiko eines verstärkten Infektionsgeschehens mit *Triaenophorus nodulosus* bei den für diese Parasitenart empfänglichen Fischen des Sees kann nicht ausgeschlossen werden.

Der derzeitige Parasitenstatus der Fische im Königs- und Obersee läßt eine in mehrjährigen Intervallen durchgeführte Untersuchung der Wirt-Parasitverhältnisse, besonders der hinsichtlich der Gesundheit der Fische relevanten Parasitenarten, als sinnvoll und notwendig erscheinen. Gleichzeitig ist die Entwicklung der einzelnen Fischarten kontinuierlich zu beobachten.

In der Konsequenz dieser Erfordernisse hat die Berufsfischerei auch in Zukunft die Aufgabe, ihren wesentlichen Beitrag zur Pflege der im Königssee heimischen Fischarten zu leisten; sie gewährleistet einen kontinuierlichen Beobachtungsgrad der Fischbestände, wie er durch andere Maßnahmen kaum erreichbar sein dürfte. Auch bei der Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungsprogrammen und gegebenenfalls von Maßnahmen des Biotop- und Artenschutzes ist sie ein unverzichtbarer Partner. So kann beispielsweise der vorgeschlagene Wiederaufbau der im Königssee rudimentären Seeforellenpopulation über die Nachzucht aus Elterntieren, welche aus diesem See stammen, ebenfalls am besten in Zusammenarbeit mit dem Berufsfischer realisiert werden. Auch künftig sollte die Ausübung der Berufsfischerei auf den Königssee beschränkt bleiben. Besatzfragen, wie die Entscheidung über die Aufrechterhaltung des Besatzes des Königssees mit Coregonen, sind an den Belangen des Natur- und Artenschutzes zu orientieren. Die Besatzfische sollten – um Fremdeinflüsse zu vermeiden – von Elternfischen aus dem Königssee abstammen.

Aufgrund der ökoparasitologischen Untersuchungen kann ein Verbot der Angelfischerei nicht zwingend abgeleitet werden. Andererseits erscheint eine angelfischereiliche Bewirtschaftung zur Pflege der Fischbestände in den Nationalparkseen derzeit nicht notwendig. Zur Wahrung des Nationalparkgedankens schlagen die Autoren vor, die Angelfischerei in den Nationalparkseen weiter ruhen zu lassen.

Die in diesen Seen angetroffenen Parasitengesellschaften stellen als Teil der aquatischen Biocönos in ihrer gewässerspezifischen Ausprägung ein einmaliges Modell für vergleichende ökoparasitologische Studien dar.

5 Zusammenfassung

Zur Beurteilung der derzeitigen ökoparasitologischen Situation der Fische aus dem Königs-, Ober- und Grünsee wurden Beobachtungen im Freiland mit Infektionsversuchen kombiniert: An 1800 aus den Nationalparkseen stammenden Fischen wurde der Parasitenstatus erhoben. Die Befallshäufigkeit des Crustaceenplanktons im Königs- und Obersee mit Procercoiden wurde anhand der mikroskopischen Untersuchung von insgesamt 18.000 lebenden Planktern abgeschätzt. Infektionsversuche mit Larvenstadien der ökoparasitologisch relevanten Cestodenarten, durchgeführt auf den Zwischenwirtsebenen sowie auf dem Endwirtniveau, flankierten die Freilanduntersuchungen. Dabei ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Die Arteninventare der Fischparasiten sind charakteristisch für die beiden subalpinen, oligotrophen Seen (Königs- und Obersee). Insgesamt wurden 25 Taxa der Fischparasiten ermittelt. Bemerkenswert ist das Fehlen fischparasitärer Arthropoden und Anneliden.
- Begrenzend auf die Entwicklung vielfältiger Parasiteninventare in den Nationalparkseen wirken vor allem deren hydrologische Isolation sowie deren oligotropher Status.

Triaenophorus nodulosus

- Mit Procercoiden befallene Plankter (Cyclops abyssorum: Copepodid-V-Stadien und Adulti) traten im Königssee in den Monaten Juli bis September auf, wobei in dieser Zeit 3,5‰ des gesamten Zooplanktons befallen waren.
- Es erwiesen sich die Fischarten Seesaibling, Barsch, Elritze, Rutte, Bachsaibling und Bachforelle als zweiter Zwischenwirt. Am stärksten waren die Seesaiblinge mit 72% im Königssee und 83% im Obersee befallen. Experimentell wurde nachgewiesen, daß sich Plerocercocoe auch in Seeforellen aller Altersklassen etablieren können.
- Nach künstlicher Infektion bei 10° C Wassertemperatur waren Procercoide sieben Tage post infectionem in der Leber von Seesaiblingsbrutfischen nachweisbar.
- Die Infektion des zweiten Zwischenwirtes kann sowohl über Procercoidehaltiges Plankton als auch über Transportwirte mit noch nicht etablierten Plerocercociden erfolgen.
- Die Seeforelle erwies sich unter den geprüften Bedingungen in keinem Fall als Endwirt für *Triaenophorus nodulosus*; sie hat wie andere Salmonidenarten die Funktion des zweiten Zwischenwirtes für diesen Cestoden.
- Im Endwirt Hecht findet das ganze Jahr über eine Neuaufnahme von Plerocercociden statt, für die im Versuch die Invasionsfähigkeit bestätigt wurde.
- Die *Triaenophorus*population unterliegt im Hecht einem dynamischen Gleichgewicht. Der Abgang von Adulti wird durch die Laichzeit des Hechtes synchronisiert.

Eubothrium salvelini

- Diese Parasitenart wurde nur bei Vertretern der Gattung *Salvelinus* festgestellt.
- Mit Procercoiden befallene Plankter (Copepodid-V-Stadien und Adulti von *Cyclops abyssorum*) traten im Königssee während der jeweils gesamten Untersuchungsperiode (April bis November) auf, wobei in dieser Zeit 3,3‰ des gesamten Zooplanktons befallen war.
- Die Entwicklung im Plankton zum infektionsfähigen Procercoide erfolgt bei einer Temperatur von 10° C innerhalb von 20 Tagen.
- Adulti sind hauptsächlich in den Pylorusschläuchen angeheftet. Im Königssee wurde eine mittlere Befallshäufigkeit von 80%, im Obersee von 97% beobachtet. Zu allen Untersuchungsterminen betrug das Verhältnis von Neuinfektionen zu den Adulti etwa 2 zu 1.
- *Eubothrium* unterliegt im Fisch einem dynamischen Gleichgewicht, welches die kontinuierliche Neuaufnahme von Procercoiden sowie den Verlust von Procercoiden und Adulti umfaßt. Während der gesamten Untersuchungszeit wurden vereinzelt reife Adulti gefunden, ein Maximum konnte im Frühjahr festgestellt werden.

Proteocephalus

- Bei den im Pelagial des Königssees lebenden Renken konnte der Cestode *Proteocephalus exiguus* als ein für diesen Lebensraum typischer Parasit mit einer Befallshäufigkeit von 89% beobachtet werden. Die Art *Proteocephalus percae* wurde in beiden Seen mit geringerer Häufigkeit (21%) im Barsch beobachtet.
- Die *Proteocephalus*-Arten konnten auf der ersten Zwischenwirtsebene nicht differenziert werden. Die Entwicklung vom Ei zum infektionsfähigen Procercoide dauert bei beiden Arten (Wassertemperatur 10° C) ca. einen Monat.
- Procercoidehaltige Plankter (Cyclops abyssorum: Copepodid-V-Stadien und Adulti) traten im Königssee von Januar bis November auf, wobei in dieser Zeit durchschnittlich 6,6‰ des gesamten Zooplanktons befallen war. Ein Befallsmaximum von 1,5% des gesamten Zooplanktons wurde jeweils im Spätsommer registriert.
- Beide *Proteocephalus*-Arten unterliegen im Fisch einem dynamischen Gleichgewicht. Bei *Proteocephalus exiguus* war eine Zunahme der Neuinvasionen jeweils im Herbst festzustellen, während *Proteocephalus percae* ein Frühjahrsmaximum der Neubefälle zeigte.

Trematoden

- Monogene Trematoden traten nur sporadisch und mit geringen Befallsstärken auf. Digenea wurden häufig in Fischen beobachtet, deren bevorzugter Lebensraum das Litoral ist.
- *Bunodera luciopercae* tritt nur im Königssee auf und reift hier in Barschen und Mühlkoppen zur adulten Form. Die Barsche waren im Mittel zu 38% befallen. Der Trematode durchläuft in einem Zeitraum von 2 Jahren einen obligaten 3-Wirteszyklus und hat ein ausgeprägt saisonales Infektionsmu-

ster im Barsch. Die Reifungsphase im Endwirt unterliegt einer Synchronisation.

- *Azygia lucii* parasitiert nahezu ausschließlich in den Hechten des Untersuchungsgebietes. Der Parasit durchläuft einen obligaten 2-Wirtezyklus ohne Metacercarienstadium, welcher durch zusätzliche Wirte erweitert sein kann. Zu allen Untersuchungsterminen wurden verschiedene Reifestadien von *Azygia lucii* nachgewiesen. Mit zunehmender Körpergröße der Hechte war ein Anstieg der Befallsstärken und -häufigkeit zu beobachten. Die mittlere Befallshäufigkeit betrug 53%.
- Metacercarien einer Spezies der Gattung *Cotylurus* liegen encystiert in Mühlkoppfen des Königssees vor. Die Parasitose ist anscheinend auf einige Areale des Seelitorals begrenzt.

Nematoden

- Aus der Klasse der fischparasitären Nematoden wurden in den Untersuchungsgewässern nur die Arten *Camallanus lacustris* und *Rhaphidascaris acus* nachgewiesen. Mit zunehmender Körpergröße der jeweiligen Endwirtsfische (Barsch und Rutte) zeigten die Befallsstärken der beiden Spezies eine ansteigende Tendenz.

Acanthocephala

- In den Fischen des Königs-, Ober- und Grünsees wurde als einzige Kratzerart *Neoechinorhynchus rutili* nachgewiesen. Zu allen Untersuchungsterminen wurden verschiedene Reifestadien des Kratzers in den Fischdärmen gefunden.

Protozoen

- Einzellige Parasiten (9 Gattungen aus 4 Stämmen) wurden in den Stichproben, mit Ausnahme verschiedener Myxozoa und der Art *Paratrichodina phoxini* syn. *Tripartiella phoxini*, nur sporadisch und mit geringen Befallsstärken angetroffen. Ihre Präsenz dürfte derzeit nur eine potentielle Gefährdung der Fische im Untersuchungsgebiet darstellen.
- Aus der Familie der *Urceolariidae* traten verschiedene Arten mit ectoparasitischer sowie mit endoparasitischer Lebensweise auf.

Kommensalen

- Die Kiemen aller aus dem Grünsee untersuchten Seesaiblinge waren mittelgradig mit der Suctorienart *Trichophrya piscium* syn. *Trichophrya intermedia* besiedelt.

Wirtsspezifität

- Von den ermittelten Parasiten wurden 9 Taxa nur bei je einer Fischart festgestellt. Alle Salmoniden und Coregonen waren frei von digenen Trematoden. *Triaenophorus nodulosus* zeigte auf dem Niveau der zweiten Zwischenwirtsebene das breite-

ste Wirtsspektrum aller untersuchten Parasitenarten.

- Die überwiegend planktivoren Renken im Königssee waren von relativ wenigen Parasitenarten und – mit Ausnahme von *Proteocephalus exiguus* – nur geringgradig befallen.

Organspezifität

- Die am häufigsten parasitär befallenen Organe waren die Kiemen und die Därme. Keine besonderen Befunde zeigten die Augen sowie die sporadisch untersuchten Blutproben.
- Eng begrenzte Lokalisationen wurden bei den Helminthenarten *Azygia lucii* und *Eubothrium salvelini* beobachtet.
- Die als Adultus streng wirts- und organspezifische Helminthenart *Triaenophorus nodulosus* zeigte auf der Ebene des zweiten Zwischenwirtes das breiteste Spektrum verschiedener Lokalisationen aller ermittelten Parasiten.

Vergleich Königssee – Obersee

- Parasitische Darmhelminthen, für die Planktonkrebse eine Zwischenwirtfunktion haben (*Triaenophorus*, *Eubothrium*, *Proteocephalus* und *Camallanus*), zeigten im Obersee höhere Befallshäufigkeiten als im Königssee.

Häufigkeitsverteilung der Parasitenbefälle

- Bei allen Parasitosen des Königs-, Ober- und Grünsees lag eine heterogene Befallswahrscheinlichkeit vor. Die Anzahl der Fische ohne Befall war bei allen quantitativ untersuchten Helminthosen höher und die Häufigkeitsverteilung ihrer Befallskategorien aggregierter, als nach Poisson zu erwarten gewesen wäre.

Aspekte zur Pflege der Fischbestände

- Der Versuch, durch wiederholte Besatzmaßnahmen die Seeforellenpopulation wieder auf einem höheren Bestandsniveau zu etablieren, erscheint aus Gründen des Artenschutzes sowie unter fischereibiologischen Gesichtspunkten sinnvoll. Dabei sind, soweit möglich, nur Besatzfische zu verwenden, welche von Elternfischen aus dem Königssee abstammen.
- Der derzeitige Parasitenstatus der Fische im Königs- und Obersee läßt eine in mehrjährigen Intervallen durchgeführte Untersuchung der Wirt-Parasitverhältnisse sinnvoll und notwendig erscheinen.
- Der Berufsfischerei fällt auch in Zukunft die Aufgabe zu, ihren wesentlichen Beitrag zur Pflege der im Königssee heimischen Fischarten zu leisten. Zur Wahrung des Nationalparkgedankens schlagen die Autoren vor, die Angelfischerei in den Nationalparkseen weiter ruhen zu lassen.

6 Danksagung

Die vorliegende Studie wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen in Auftrag gegeben und finanziert. Für die fachkompetente und engagierte Begleitung dieses Forschungsauftrages gebührt Herrn Dr. Mühlhölzl (Bay. StMLU) Dank. In Zusammenarbeit mit dem Arbeitsamt Weilheim (Herren Köhler und Klattig) wurde die zur Bewältigung des breiten Fragenspektrums wesentliche Personalverstärkung erreicht.

Für die Überprüfung und teilweise Bestimmung der Fischparasiten, Fachdiskussionen, die Überlassung von Datenmaterial und die stichprobenartige Untersuchung der Versuchsfische danken wir herzlich den Herren Prof. Dr. Körting (Fachgeb. Fischkrankheiten und Fischhaltung, Tierärztliche Hochschule Hannover), Dr. Lom (Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften, Prag), Dr. Chubb (Department of Zoology, University of Liverpool), Dr. Kennedy (Department of Biological Science, University of Exeter), Dipl.-Biol. Klein (Bayer. Landesanstalt für Fischerei), Dipl.-Biol. Gerstmeier (Zoologische Staatssammlung, München), Prof. Dr. Ahne, Dr. Scheinert (beide Institut für Zoologie und Hydrobiologie, Universität München), Dr. Popp (Bayer. Landesanstalt für Wasserforschung) und Dr. Schöttler. Die röntgenolo-

gische Untersuchung von Seesaiblingen konnte dankenswerterweise in der Chirurgischen Tierklinik der Universität München unter der Leitung von Herrn Dr. Zedler durchgeführt werden. Herr Dr. Lachner (Universitätsbibliothek München) leistete wertvolle Hilfe bei der Literatursuche und -dokumentation.

Die Freilanduntersuchungen auf St. Bartholomä wurden in partnerschaftlicher Weise und außergewöhnlichem Umfang von Herrn Fischermeister Amort unterstützt; hierfür möchten wir besonders danken.

Für zahlreiche Organisationshilfen und die ausnahmslos gute Zusammenarbeit sind wir folgenden Behörden und staatlichen Verwaltungen zu Dank verpflichtet: Landratsamt Berchtesgadener Land (Herren Dr. Beier und Schned), Nationalparkverwaltung (Dr. Zierl), Forstverwaltung (Herren Geiger und Steindlmüller), Staatliche Schifffahrtsverwaltung Königssee (Herr Kupfer).

Nicht zuletzt trugen Einsatz und Können von Herrn Werkstattmeister Schöpf und Elektromeister Maier sowie der Herren Fischwirtschaftsmeister Bormann, Schmidt und Ritter (alle Bayer. Landesanstalt für Wasserforschung) entscheidend zum Gelingen der Infektionsversuche bei. Ihnen, sowie den Damen Finsterwalder und Hecht, die beim Schreiben dieses Berichts nie die Geduld mit uns verloren, gelten Dank und unsere Anerkennung.

7 Literatur

- ALLEN, R. L./MEEKIN, TH. K./PAULEY, G. B./FUJIHARA, M. P. 1968: Mortality among chinook salmon associated with fungus dermacystidium, *J. Fish. Res. Canad.* 25, 2467 – 2475.
- AMMAN, F. 1955: Der Befall der Bodenseefische mit *Trianaenophorus* unter besonderer Berücksichtigung des biologischen Cycles. Inaug. Diss. Tierärztl. Fak. München.
- ANDERSEN, K. 1978: The Helminths in the Gut of Perch (*Perca fluviatilis* L.) in a Small Oligotrophic Lake in South Norway. *Z. Parasitenkd.* 56, 17 – 27.
- ANDERSEN, K. 1979: Studies on the scolex morphology of *Eubothrium* spp. with Emphasis on Characters usable in Species discrimination and with brief references on the scolices of *Bothriocephalus* sp. and *Trianaenophorus* spp. (Cestoda, Pseudophyllidae). *Z. Parasitenkd.* 60, 147 – 156.
- ANDERSON, R. C./CHABAUD, A. G./WILLMOTT, S. 1974: General Introduction. Glossary of terms. Keys to subclasses, orders and superfamilies. Commonwealth Institut of Helminthology Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates 1, 17. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal.
- ANDERSON, R. M./GORDON, D. M. 1982: Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitol.* 85, 373 – 98.
- ANDERSON, T. F. 1951: Techniques for the preservation of the threedimensional structure in preparing specimens for the electron microscope. *Trans. N. J. Acad. Sci. Ser.* 13, 130 – 134.
- ANDREWS, C. R. 1977: The biology of the parasite fauna of perch (*Perca fluviatilis* L.) from Llyn Tegid, North Wales. Ph. D. thesis, University of Liverpool.
- ANDREWS, C. 1979a: Host specificity of the parasite fauna of perch (*Perca fluviatilis* L.) from the British Isles, with special reference to a study at Llyn Tegid (Wales). *Fish Biol.* 15, 195 – 209.
- ANDREWS, C. 1979b: The occurrence of *Henneguya psorospermi*ca Thelohan 1895 (Myxosporida) on perch, *Perca fluviatilis* L., from Llyn Tegid, Wales. *J. Fish Disease* 2, 27 – 33.
- ANDREWS, C./CHUBB, J. C. 1980: Observations on the development of *Bunodera luciopercae* (Müller 1776) (Trematoda: Allocreadiidae) under field and laboratory conditions. *J. Fish Diseases* 3, 481 – 493.
- BRAUN, F. 1966: Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Fortpflanzungsbiologie von *Gyrodactylus Wegeneri* v. Nordmann, 1832. *Z. Parasitenkd.* 28 (2), 142 – 174.
- BOYCE, N. P. 1979: Effects of *Eubothrium salvelini* (Cestoda: Pseudophyllidae) on the growth and vitality of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *Can. J. Zool.* 57 (3), 597 – 602.
- BOYCE, N. P. 1982: A report on a preliminary experiment in the control of *Eubothrium salvelini* (Cestoda: Pseudophyllidae) in juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) of Babine Lake, B. C., with a note on the occurrence of infectious haematopoietic necrosis (IHN) in the Fuiton River stock. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1645, 23 pp.
- BOYCE, N. P. 1983: *Eubothrium salvelini* (Cestoda: Pseudophyllidae) impairs seawater adaption of migrant sockeye salmon yearlings (*Oncorhynchus nerka*) from Babine Lake, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40 (6), 821 – 824.
- BYKHOVSKAYA-PAVLOVSKAYA, I. E. et. al. 1964: Key to Parasites of Freshwater Fish of the U.S.S.R.. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- CANNON, L. R. G. 1971: The life cycles of *Bunodera sacculata* and *B. luciopercae* (Trematoda: Allocreadiidae) in Algonquin Park, Ontario. *Can. J. Zool.* 49, 1417 – 1429.
- CHUBB, J. C. 1979: Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part. II Trematoda. *Adv. Parasit.* 17, 141 – 313.
- CHUBB, J. C. 1963: Seasonal occurrence and maturation of *Trianaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda: Pseudophyllidae) in the Pike (*Esox lucius* L.) of Llyn Tegid. *Parasitology*, 53, 419 – 433.
- DEUFEL, J. 1975: Beispiel Bodensee. *Arb. dt. Fischereiverbandes* 18, 66 – 83.
- DOGIEL, V. A. 1964: *General Parasitology*. Edinburgh: Oliver & Boyd.
- DOGIEL, V. A./PETRUSHEVSKI, G. K./POLYANSKI, YU. I. 1970: *Parasitology of fishes*. T. F. H. Publications, Ltd. (Great Britain).
- DYKOVA J./LOM J. 1978: Histological changes in fishgills infected with myxosporidian parasites of the genus *Henneguya*. *J. Fish Biol.* 12, 197 – 202.
- EINSELE, U. 1977: Die Entwicklung des Crustaceen-Planktons im Bodensee-Obersee (1962 – 1974) und Rheinsee (1963 – 1973). *Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee*, 20.
- ESCH, G. W./GIBBONS, J. W./BOURQUE, J. E. 1975: An analysis of the relationship between stress and parasitism. *Amer. Mid. Nat.* 93, 339 – 353.
- FREZE, V. I. 1969: *Essentials of Cestodology V. Proteocephalata in Fish, Amphibians and Reptils*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- GANDEBERG, W. 1984: Beiträge zur Biologie und Entwicklung des *Ergasilus sieboldii* von Nordmann. *Z. Parasitenk.* 14, 103 – 180.
- GERSTMEIER, R. 1984: Schlußbericht: Nahrungsökologische Untersuchungen an Fischen im Nationalpark Berchtesgaden.
- GLÄSER, H. J. 1965: Untersuchungen zur Faunistik, Systematik, Morphologie und Biologie der *Dactylogyrus*-Arten Deutschlands. Diss. Pädagog. Hochsch. Potsdam, Math.-Naturw. Fak.
- GLÄSER, H. J. 1965: Zur Kenntnis der Gattung *Dactylogyrus* (Diesing, 1850) (Monogenidea). *Z. Parasitenkd.* 25, 459 – 484.
- GOLVAN, Y. J. 1969: *Systematique des acanthocephales (Acanthocephala Rudolphi 1801)*. Premiere partie: l'ordre des Palaeacanthocephala Meyer 1931, premier fascicule: la super-famille des Echinorhynchoidea (Cobbold 1876) Golvan et Houin 1963. *Memoires du Museum national Museum National d'Histoire Naturelle. Paris. Serie A, Zoologie* 57, 1 – 373.
- GREUL, E./ENZEROTH, R./SCHILLING H. K. 1979: *Dermacystidium branchialis* in den Kiemen des Aales. *Tierärztl. Prax.* 7, 97 – 100.
- HALVORSEN, O. 1968: Studies of the helminth fauna of Norway XII. *Azygia lucii* (Müller, 1776) (Digenea, Azygiidae) in pike (*Esox lucius* L.) from Bogstad Lake and a note on its occurrence in lake and river habitats. *Nytt. Magasin for Zoologi* 16, 29 – 38.
- HALVORSEN, O./MACDONALD, S. 1972: Studies of the helminth fauna of Norway XXVI: The distribution of *Cyathocephalus truncatus* (Pallas) in the intestine of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Norwegian J. Zool.* 20, 265 – 272.
- HOFER, B. 1904: *Handbuch der Fischkrankheiten*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- HOFFMANN, R./NEGELE, R. D./SCHÖTTLER, J./SCHEINERT, P. 1983: Studies on pathogenesis of liver lesions caused by pleurocercoids of *Trianaenophorus nodulosus*. 1st. Int. Symp. Ichthyoparas. Ceske Budejovice 41.
- HOFFMANN, R. 1984: Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische im Königssee; Abschlußbericht (im Druck).

- HOPKINS, C. A. 1959: Seasonal variations in the incidence and development of the cestode *Proteocephalus filicollis* (Rud. 1810) in *Gasterosteus aculeatus* (L. 1766). *Parasitology* 49, 529–542.
- JESHKO, E. P./GOLICYNA N. B. 1983: Population structure of helminths of fishes. 1st. Int. Symp. Ichthyoparas., Ceske Budejovice, 41–42.
- KENNEDY, C. R. 1975: Ecological animal parasitology. Blackwell scientific publications, Oxford.
- KENNEDY, C. R. 1977: The regulation of fish parasite populations. In Regulation of parasite populations (G. W. Esch ed.) 63–109, New York & London: Academic Press.
- KENNEDY, C. R. 1978: Studies on the biology of *Eubothrium salvelini* and *E. crassum* in resident and migratory *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta* and in *S. salar* in North Norway and the islands of Spitsbergen and Jan Mayen. *J. Fish Biol.* 12 (2), 147–162.
- KENNEDY, C. R. 1984: The use of frequency distributions in an attempt to detect host mortality induced by infections of diplostomatid metacercariae. *Parasitol.* 89.
- KENNEDY, M. J. 1979: The responses of miracidia and cercariae of *Bunodera Mediovitellata* (Trematoda: Allocreadiidae) to light and gravity. *Can. J. Zool.* 57 (3), 603–609.
- KÖHLER, G. 1978: Zur Durchführung der Verdauungsmethode beim Nachweis der Trichinellose des Schlachtschweines. *Schlachten und Vermarkten* 78, 111–114.
- KÖRTING, W. 1974: Die Bothriocephalose der Karpfen. *Vet.-med. Nachr.* 2, 152–158.
- KÖRTING, W. 1974: The life cycle of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from carp. *Proc. 3rd internat. Congr. Parasitol.* München, 1618–1619.
- KÖRTING, W. 1975: Das Wirt-Parasit-Verhältnis aus der Sicht des Fischereibiologen, *Fisch und Umwelt* 1, 3–11.
- KÖRTING, W. 1975: Aspekte zum Bandwurmbefall der Fische. *Fisch und Umwelt* 1, 81–87.
- KÖRTING, W. 1975: Larval development of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from carp (*Cyprinus carpio* L.) in Germany. *J. Fish Biol.* 7, 727–733.
- KUPERMANN, B. I. 1973: Tapeworms of the Genus *Triaenophorus*, Parasites of fishes. Publ. by Amerind Publishing Co. Pot. Ltd., New Dehli.
- LEHMANN, J. 1977: Ein wenig beachteter, jedoch häufiger „Kiemebewohner“ unserer Süßwasserfische: *Trichophrya piscium* Bütschli. *Allg. Fischereizeitung* 27 (6), 33–34.
- LEVINE, N. D. et al. 1980: A newly revised classification of the protozoa. *J. Protozool.* 27, 37–58.
- LIEBMANN, H. 1964: Untersuchungen über das Auftreten von *T. nodulosus* in *Salvelinus alpinus* des Königssee. *Z. f. Parasitenkd.* 25 (1), 13–14.
- LOM, J. 1963: Discovery of a Tripartella in the urinary tract of *Phoxinus phoxinus* L. *Acta Protzool.* 1, 1–5.
- LOM, J. 1971: *Trichophrya piscium*: A pathogen or an ectocommensal? An ultrastructural study. *Fol. Parasitol.* (Praha) 18, 197–205.
- MARGOLIS, L./ESCH, G. W./HOLMES, J. C./KUSIS, A. M./SCHAD, G. A. 1982: The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.* 68 (1), 131–133.
- MILLER, R. 1952: A review of the *Triaenophorus* problem in Canadian lakes. *Bull. Fish. Res. Canada* 95, 1–42.
- MORAVEC, F. 1969a: On the early development of *Bunodera lucio-percae* (Müller, 1776) (Trematoda: Bunoderidae). *Vest. Csl. Zool. Spol.* 33, 229–237.
- MORAVEC, F. 1969b: Observation on the development of *Camallanus lacustris* (Zoega, 1776) (Nematoda: Camallanidae). *Vest. Csl. Zool. Spol.* 33, 15–33.
- MORAVEC, F. 1970a: Studies on the development of *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) (Nematoda: Heterocheilidae). *Vest. Csl. Zool. Spol.* 34, 33–49.
- MORAVEC, F. 1970b: On the life history of the nematode *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) in the natural environment of the River Bystrice, Czechoslovakia. *J. Fish Biol.* 2, 313–322.
- MORAVEC, F. 1971: On the problem of host specificity, reservoir parasitism and secondary invasions of *Camallanus lacustris* (Nematoda: Camallanidae). *Helminthologia* 10, 107–114.
- MORAVEC, F. 1979: Occurrence of the endoparasitic helminths in pike (*Esox lucius* L.) from the Macha Lake fishpond system. *Vest. Csl. Zool. Spol.* 43, 174–193.
- NÜMANN, W. 1972: The Bodensee: Effects of Exploitation and Eutrophication on the Salmonid Community. *J. Fish. Res. Board Can.* 29, 833–847. Odening, K./Mattheis, T./Bockhardt, I. 1970: Der Lebenszyklus von *Cotylurus c. cucullus* (Thoss) (Trematoda, Strigeida) im Raum Berlin. *Zool. Jb. Syst.* 97, 125–198.
- ODENING, K./BOCKHARDT, I. 1971: Der Lebenszyklus des Trematoden *Cotylurus variegatus* im Spree-Havel-Seengebiet. *Biol. Zbl.* 90, 49–84.
- ODENING, K. 1976: Der Lebenszyklus von *Azygia lucii* (Trematoda) – Untersuchungen im Gebiet der DDR. *Biol. Zbl.* 95, 57–94.
- ÖZCELIK, A. 1978: Untersuchungen über fischparasitäre Helminthen im Bodensee. *Vet. med. Diss., Langenargen, Gießen.*
- v. PAULA SCHRANK, F./v. MOLL RITTER, K. E. 1785: Naturhistorische Briefe über Österreich, Salzburg, Passau und Berchtesgaden. 1, 206–314, J. J. Mayers sell. Erbinn Buchhandlung, Salzburg.
- PAVLOVSKI, E. N. 1934: Organism as environment. *Priroda* 1.
- PRIEMER, J. 1979: Darmhelminthen von *Perca fluviatilis* L. und *Acerina cernua* L. (Pisces) aus Gewässern des Berliner Randgebietes. *Zool. Anz.* 203 (314), 241–253.
- REICHENBACH-KLINKE, H. H./BRAUN, F./HELD, H./RIEDMÜLLER, S. 1968: Vorläufige Ergebnisse vergleichend – physiologischer Untersuchungen an Coregonen verschiedener oberbayerischer Seen (Fettgehalt, Blutbild, Fermentspiegel, Parasitierung). *Arch. Fischereiwiss.* XIX, 2/3, 114–130.
- REICHENBACH-KLINKE, H. H. 1969: Fischereibiologische Untersuchungen an den Renken des Chiemsees und anderer oberbayerischer Seen. *Allg. Fischerei Zeitung* 94, 84–85.
- REICHENBACH-KLINKE, H. H. 1980: Krankheiten und Schädigungen der Fische. 2. Auflage G. Fischer Verl. Stuttgart.
- ROSEN, F. 1918: Recherches sur le development des Cestodes. *Bull. Soc. Neuchatel. Sc. nat.* 43.
- RUMMEL, M./AMORT, R. 1935–1982: Fangberichte der Jahre 1935–1982 erstattet an: Staatliche Verwaltung Königssee, sowie Fachberatung für Fischerei des Bezirkes Oberbayern.
- RYDLO, M. 1975: Parasitologische Untersuchungen einiger Aalruten (*Lota lota* L.) aus Salzkammergutseen. *Österreichische Fischerei* 28 (10), 153–155.
- SCHÄPERCLAUS, W. 1979: Fischkrankheiten. Akademie Verlag Berlin (4. Aufl.).

- SCHEINERT, P. 1984: Klinisch-chemische Untersuchungen bei durch *Triaenophorus nodulosus* befallenen Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus* L.) des Königssees. Vet. Med. Diss., München.
- SCHINDLER, O. 1949: Maßnahmen zur Vermehrung des Fischbestandes im Königssee. Allg. Fischerei Zeitung, 76 – 87.
- SCHINDLER, O. 1949: Große Seeforellen im Königssee. Allg. Fischerei Zeitung, 378 – 379.
- SCHÖTTLER, J. 1984: Untersuchungen zum Verhalten von Plercercoiden des Fischbandwurms *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) Cestoda, Pseudophyllidea in verschiedenen Fischarten des Königssees. Vet. Med. Diss., München.
- SHULMANN, S. S. 1970: Specificity of Fish Parasites in V. A. Dogiel et al.: Parasitology of Fish. T. F. H. Publications 104 – 116.
- SIEBECK, O. 1982: Der Königssee. Eine limnologische Projektstudie. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 5/1982.
- v. SIEBOLD, C. T. 1854: Über Band- und Blasenwürmer nebst einer Einleitung über die Entstehung der Eingeweidewürmer. Leipzig, 115 pp.
- SIEWING, R. 1985: Lehrbuch der Zoologie, 2 Systematik, G. Frikker Verlag, Stuttgart.
- SKORPING, A. 1976: Seasonal variations in population structure of *Bunodera luciopercae* in perch in a small Norwegian forest lake. Norwegian J. Zool. 24, 466.
- SKORPING, A. 1980: Population biology of the nematode *Camallanus lacustris* in perch, *Perca fluviatilis* L., from an oligotrophic lake in Norway. J. Fish Biol. 16, 483 – 492.
- SKORPING, A. 1981: Seasonal dynamics in abundance, development and pattern of infection of *Bunodera luciopercae* (Müller) in perch, *Perca fluviatilis* L. from an oligotrophic lake in Norway. J. Fish Biol. 18, 401 – 410.
- SPASSKIJ, A. A./MARIC, N. M. 1970: Invazionnye bolezni karpa. Kisinev, Izd. AN Mold. SSR 52.
- STEINSTRÄSSER, W. 1936: Acantocephalen als Forellenparasiten. Z. f. Fischerei und deren Hilfswissensch. 34, 177 – 212.
- TSEITLIN, D. G. 1983: Peculiarities of the distribution of the *Camallanus lacustris* larvae in lake biocoenoses. 1st. Int. Symp. of Ichthyoparasitol., Ceske Budejovice, CSSR, 113.
- VOGT, K. 1938: Experimentelle Untersuchungen über die Gründe von Masseninfektionen mit Plercercoiden des Fischbandwurmes *Triaenophorus nodulosus*. Zeitschr. f. Fischerei 36 (2), 193 – 224.
- WALKEY, M. 1967: The ecology of *Neoechinorhynchus rutili* (Müller). J. Parasitol. 53, 795 – 804.
- WARDLE, R. A./MCLEOD, J. A./RADINOVSKY, S. 1974: Advances in the Zoology of Tapeworms, 1950 – 1970, 1 – 274. University of Minnesota, Minneapolis.
- WATSON, N. H. F./LAWLER, G. H. 1965: Natural infections of Cyclopoid Copepods with plercercoids of *Triaenophorus* spp. J. fish. Res., Canada 22 (6), 1335 – 1343.
- WIERZBICKI, K. 1970: The parasite fauna of the perch, *Perca fluviatilis* L., of Lake Dargin. Acta Parasitol. Pol. 18, 45 – 55.
- WILBERT, N. 1975: Eine verbesserte Technik der Protargolimptägierung für Ciliaten. Mikrokosmos 64, 171 – 179.
- WILLEMSE, J. J. 1969: The genus *Proteocephalus* in the Netherlands. J. Helminthol. 43, 207 – 222.
- WISNIEWSKI, W. L. 1958: The development cycle of *Bunodera luciopercae* (O. F. Müller). Acta Parasitol. Pol. 6, 289 – 307.
- WISSMATH, P. 1974: Untersuchungen zur Entwicklung und zum jahreszeitlichen Zyklus des Kiemenkrebses *Ergasilus sieboldii* v. Nordmann an den Renken des Ammersees. Vet. Diss., München.
- WOOTTEN, R. 1973: Occurrence of *Bunodera luciopercae* (Digenea: Allocreasiidae) in fish from Hanningfield Reservoir, Essex. J. Helminthol. Vol. XLVII 4, 399 – 408.
- WOOTTEN, R. 1974: Studies on the life history and development of *Proteocephalus percae* (Müller) (Cestoda: Proteocephalidea). J. Helminthol. 48, 269 – 281.
- YAMAGUTI, S. 1958: Systema Helminthum Volume I The Digeneric Trematodes of Vertebrates. Interscience, New York.
- YAMAGUTI, S. 1959: Systema Helminthum Volume II The Cestodes of Vertebrates. Interscience, New York.
- YAMAGUTI, S. 1961: Systema Helminthum Volume III The Nematode Parasites of Vertebrates. Interscience, New York.

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 G. Enders
Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 2 R. Bochter, W. Neuerburg, W. Zech
Humus und Humusschwund im Gebirge
- Nr. 3 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Zur Situation der Greifvögel in den Alpen
- Nr. 4 G. Enders
Kartenteil: Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 5 O. Siebeck
Der Königssee – eine limnologische Projektstudie
- Nr. 6 R. Bochter
Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten
- Nr. 7 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Der Funtensee
- Nr. 8 H. Schmid-Heckel
Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen
- Nr. 9 R. Boller
Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald
- Nr. 10 E. Langenscheidt
Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 11 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Das Bärenseminar
- Nr. 12 H. Knott
Geschichte der Salinen und Salinenwälder von Berchtesgaden
- Nr. 13 A. Manghabati
Einfluß des Tourismus auf die Hochgebirgslandschaft
- Nr. 14 A. Spiegel-Schmidt
Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land
- Nr. 15 H. Schmid-Heckel
Pilze in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 16 L. Spandau
Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden
- Nr. 17 W. Berberich
Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses
- Nr. 18 U. Mäck, R. Bögel
Untersuchungen zur Ethologie und Raumnutzung von Gänse- und Bartgeier
- Nr. 19 B. Dittrich, U. Hermsdorf
Biomonitoring in Waldökosystemen
- Nr. 20 F. Kral, H. Rall
Wälder – Geschichte, Zustand, Planung
- Nr. 21 M. Klein, R.-D. Negele, E. Leuner, E. Bohl, R. Leyrer
Fischbiologie des Königssees: Fischereibiologie und Parasitologie
- Nr. 22 W. Traunspurger
Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl – Bd. I
- Nr. 23 R. Gerstmeier
Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl – Bd. II

