



Fischbiologie des Königssees

Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling
und Gesundheitsstatus der Fische





Fischbiologie des Königssees

Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling
und Gesundheitsstatus der Fische

Werner Hecht, Martin Förster, Franz Pirchner

Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) im Königssee, Obersee
und Grünsee im Nationalpark Berchtesgaden

Rudolf Hoffmann, Peter Scheinert

Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische im Königssee
Institut für Zoologie und Hydrobiologie der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Helga Rettenbeck

Die Entwicklung der Fischfauna im Königssee
Institut für Zoologie und Hydrobiologie der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 24/1992

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

Alle Rechte vorbehalten

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-25-4

Satz und Druck:
Berchtesgadener Anzeiger

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling (<i>Salvelinus alpinus</i>) im Königssee, Obersee und Grünsee im Nationalpark Berchtesgaden von Werner Hecht, Martin Förster und Franz Pirchner	9
1 Aufgabenstellung	9
2 Arbeitsvoraussetzungen	10
3 Planung und Ablauf der Arbeiten	11
3.1 Bereitstellung des Fischmaterials	11
3.2 Probenaufbereitung	11
3.2.1 Morphologiemerkmale	11
3.2.3 Chromosomen	11
3.2.3 Elektrophorese	11
3.3 Laboruntersuchungen	11
3.4 Populationsgenetische Auswertungen	11
4 Gesamtproblematik bisher unbekannter Ergebnisse des Seesaiblings (<i>Salvelinus alpinus</i>)	12
4.1 Beschreibung bisher bekannter Ergebnisse	12
4.1.1 Systematische Stellung der Gattung <i>Salvelinus</i>	12
4.1.2 Lebensweise und Verbreitung von <i>Salvelinus alpinus</i>	12
4.1.3 Plastizität der <i>Salvelinus</i> -Arten	12
4.1.4 Charakterisierung der Saiblingsformen	12
4.1.4.1 Der Tiefseesaibling	16
4.1.4.2 Schwarzeuter, Normalsaibling und Wildfangsaibling	16
4.2 Morphologische und fischbiologische Merkmale	16
4.3 Genetische Charakterisierung bei <i>Salvelinus</i> -Arten	16
4.3.1 Chromosomenausstattung	16
4.3.2 Probleme bei der Schätzung elektrophoretisch darstellbarer Merkmale an potentiell tetrasomen oder duplizierten Loci	17
4.3.2.1 Evolution des Genoms der Salmoniden	17
4.3.2.2 Ableitungen zur Analyse duplizierter Loci, die polymorph für jeweils identische Allele sind	19
4.3.2.2.1 Genfrequenzschätzungen	19
4.3.2.2.2 Schätzung des Heterozygotiegrades	21
5 Wissenschaftlich-methodische Durchführung	22
5.1 Erhebung morphometrischer und fischbiologischer Merkmale	22
5.2 Chromosomenanalyse	22
5.2.1 Prinzip der Chromosomenpräparation	22
5.2.2 Präparationsmethode	24
5.2.3 Auswertungsverfahren	24
5.3 Elektrophoretische Untersuchungen	24
5.3.1 Genetische und biochemische Grundlagen von elektrophoretisch unterscheidbaren Enzymvarianten	24
5.3.1.1 Definition von Isoenzymen	24
5.3.1.2 Ursachen für die Existenz von Isoenzymen	24
5.3.1.3 Mechanismus der elektrophoretischen Trennung von Isoenzymen	25
5.3.1.3.1 Prinzip der Elektrophorese	25
5.3.1.3.2 Ladungsdifferenzen zwischen Molekülformen	25
5.3.1.3.3 Basensequenz der DNA und Nettoladung eines Proteins	25
5.3.1.3.4 Genetische Variation und ihre elektrophoretische Darstellbarkeit	25
5.3.1.4 Quartärstruktur und Isoenzymmuster	26
5.3.1.5 Prinzip der Histochemischen Enzymfärbung	27
5.3.2 Durchführung der Elektrophorese	27
5.3.2.1 Lysatherstellung	27
5.3.2.2 Apparatur und Trägermaterial	27

5.3.2.3	Elektrophoresebedienungen und histochemische Färbungen der untersuchten Enzyme	27
5.3.3	Interpretation der beobachteten Bandmuster	28
5.3.3.1	Isoenzymnomenklatur	28
5.3.3.2	Adenylatkinase	32
5.3.3.3	Emolase	32
5.3.3.4	Esterase-D	33
5.3.3.5	Fumarase	33
5.3.3.6	α -Galaktosidase	34
5.3.3.7	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase	34
5.3.3.8	Glyoxalase	34
5.3.3.9	Hexosaminidase	34
5.3.3.10	Laktatdehydrogenase	34
5.3.3.11	Malatdehydrogenase (NAD-abhängig, MDH)	36
5.3.3.12	Malatdehydrogenase (NADP-abhängig, ME)	37
5.3.3.13	Nukleosidphosphorylase	37
5.3.3.14	6-Phosphoglukonatdehydrogenase	38
5.3.3.15	Phospoglyceratkinase	38
5.3.3.16	Phospoglucomutase	38
5.3.3.17	Mannosephosphatisomerase	38
5.3.3.18	Phosphohexoseisomerase	38
5.3.3.19	Superoxiddismutase	39
6	Gezielte Ergebnisse	41
6.1	Chromosomenstatus	41
6.1.1	Artspezifische Chromosomenzahlen	41
6.1.2	Chromosomale Variabilität	41
6.2	Auswertung morphologischer und fischbiologischer Merkmale	41
6.2.1	Ergebnisse der Längen- und Gewichtserhebungen	41
6.2.2	Längen-Gewichts-Beziehungen Konditionsfaktor	42
6.2.3	Alter-Längen-Beziehung	42
6.2.4	Geschlechtsverhältnis	43
6.2.5	Parasitenstatus	43
6.2.6	Relative Körpermaße	45
6.2.7	Farbe und Zeichnung	46
6.2.8	Kiemenreusendornen	46
6.2.9	Ein Typisierungversuch der Saiblingsformen	46
6.3	Populationsgenetische Auswertung und Diskussion der elektrophoretischen Ergebnisse	46
6.3.1	Anteil polymorpher Loci	46
6.3.2	Polymorphe Loci	47
6.3.3	Genfrequenzen polymorpher Loci	47
6.3.4	Phänotypenverteilungen- Prüfungen auf Hardy-Weinberg- Gleichgewicht und mögliche Ursachen für Abweichungen	49
6.3.5	Heterozygotiegrad	51
6.3.6	Genetische Distanzen	52
6.3.7	Prüfung auf Zusammenhänge zwischen Markergenotypen und Fischlänge	54
6.3.8	Versuch der Prüfung auf Neutralität der Marker-Allele	55
7	Schlußfolgerungen	
7.1	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	56
7.1.2	Probenmaterial	56
7.1.3	Versuchsdurchführung	56
7.1.4	Ergebnisse	56
7.1.4.1	Elektrophoretische Untersuchungen	56
7.1.4.2	Chromosomale Untersuchungen	56
7.1.4.3	Auswertung der fischbiologischen Merkmale	56
7.2	Konsequenzen für die Bewirtschaftung der Seesaiblingsbestände im Königs-, Ober- und Grünsee aus genetischer Sicht	57
8	Literaturverzeichnis	58
	Danksagung	62

		Seite
Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische im Königssee von Rudolf Hoffman und Peter Scheinert		63
1	Problemstellung	63
2	Methoden	64
3	Ergebnisse	65
3.1	Gonadenuntersuchungen	65
3.2	Blutuntersuchungen	76
3.3	Pathologische Befunde an Königsseefischen	85
3.3.1	Triaenophorus nodulosus	85
3.3.2	Eubothrium salvelini und Seesaiblinge	97
3.3.3	Apatemon cobitidis bei Mühlkoppen	97
3.3.4	Myxosporidien bei verschiedenen Fischen	105
3.3.5	Paratrichodina bei Elritze und Barsch	105
3.3.6	Verschiedenes	105
3.4	Mikrobiologische Ergebnisse	106
3.4.1	Virologische Ergebnisse	106
3.4.2	Bakteriologische Ergebnisse	106
4	Schlußfolgerungen	108
4.1	Fischartenspektrum	108
4.2	Krankheiten der Fische im Königssee	108
4.3	Das „Saiblingsproblem“	108
4.4	Fischbesatz und fischereiliche Bewirtschaftung	109
4.5	Wissenschaftliche Untersuchungen in Fischen des Königssees	110
5	Ausblicke	111
5.1	Triaenophorose	111
5.2	Eubothrium salvelini	111
5.3	Protozoenbefall	111
5.4	Zukünftige Kontrollen	111
6	Zusammenfassung	112
7	Addendum	113
8	Literaturverzeichnis	114

	Seite
Die Entwicklung der Fischfauna im Königssee von Helga Rettenbeck	115
1 Einleitung	115
2 Material und Methodik	115
3 Der Königssee	116
3.1 Geomorphologie und Ökologische Grundzüge	116
3.2 Zoogeographische Einteilung	116
3.3 Fischarten des Königssees	116
3.3.1 Systematik der Fischarten	116
3.3.2 Beschreibung der wichtigsten Fischarten	116
4 Überblick über die Geschichte des Berchtesgadener Landes	119
5 Die Geschichte des Fischbestandes des Königssees im Laufe der Jahrhunderte	121
5.1 Grundlagen der Fischerei des Stiftes Berchtesgaden	121
5.1.1 Das Fischregal	121
5.1.2 Fischerei und Klosterleben	121
5.1.3 Die Organisation des Fischfangs	121
5.1.3.1 Der Fischmeister	121
5.1.3.2 Die Fischerfamilien am Königssee vom 16. — 18. Jahrhundert	121
5.1.4 Fische und Gewässer	121
5.2 Fischerei in Klosterquellen	122
5.2.1 12. — 15. Jahrhundert	122
5.2.2 16. Jahrhundert	122
5.2.2.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts	122
5.2.2.2 Der Fischmeister als Angestellter	122
5.2.2.3 Hofmeistereiamtsrechnungen	122
5.2.3 17. Jahrhundert	123
5.2.3.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts	123
5.2.3.2 Das Instruktionsbuch	123
5.2.3.3 Hofmeistereiamtsrechnungen	125
5.2.3.4 Haushaltsakten	126
5.2.4 18. Jahrhundert	127
5.2.4.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts	127
5.2.4.2 Fischereiverifikationen	128
5.2.4.3 Kassieramtsrechnungen	128
5.2.4.4 Kuchlrechnungen	128
5.2.4.5 Weitere die Fischerei betreffende Akten	131
5.3 Der Königssee im königlich bayerischen Jagdrevier von 1810 — 1918	132
5.3.1 Berchtesgaden im Königreich Bayern	132
5.3.2 Fischereiakten aus dem Staatsarchiv München	132
5.3.2.1 Die Verpachtung des Königssees	132
5.3.2.2 Allgemeine amtliche Fischereiunterlagen	133
5.3.2.3 Die Fischwassersteuerfassung von 1855	133
5.3.2.4 Künstliche Zuchtverfahren am Königssee	133
5.3.3 Stellungnahmen zur Fischwirtschaft am Königssee	134
5.4 Naturforscher und Gelehrte am Königssee im 18./19. Jahrhundert	134
5.4.1 Franz und Paula Schrank	134
5.4.2 Die Fische des Königssees in Abbildungen und Forschungs- und Reiseberichten	135
5.5 Die Entwicklung des Fischbestandes im Königssee seit dem Jahre 1918	137
5.5.1 Vom Jagdgebiet zum Nationalpark	137
5.5.2 Die Fangerträge des Königssees	137
5.5.2.1 Eine Fischertrags-Graphik von 1888 — 1939 (SCHINDLER, 1940)	137
5.5.2.2 Tabelle der Fangergebnisse von 1910 — 1935 (SCHINDLER, 1936)	139
5.5.2.3 Fangerträge nach dem Zweiten Weltkrieg	139
5.5.3 Besatzmaßnahmen am Königssee	140
5.5.4 Der Königsseesaibling (Schwarzreuter)	141
5.5.5 Der Hechtbandwurm und sein Einfluß auf den Saibling	141

		Seite
6	Besprechung der Ergebnisse	143
6.1	Die Entwicklung des Fischbestandes im Königssee	143
6.1.1	Der Saibling	143
6.1.1.1	Der Saiblingsbestand bis zum Ende des 18. Jahrhunderts	143
6.1.1.2	Der Saiblingsbestand bis 1939	143
6.1.1.3	Der Saiblingsbestand bis 1980	144
6.1.1.4	Die sogenannte Verzweigung des Schwarzreuters	144
6.1.2	Die Renke	144
6.1.3	Der Hecht	144
6.1.4	Die Seeforelle	145
6.1.5	Rutte, Barsch, Koppe und Elritze	145
6.2	Der Königssee im Nationalpark	145
6.2.1	Mögliche Folgen fischereilicher Maßnahmen im Königssee	146
6.2.2	Die Fischerei am Königssee	146
6.3	Zusammenfassung der Besprechung	146
7	Zusammenfassung	147
	Summary	148
8	Anhang	149
8.1	Transkription	149
8.2	Worteläuterungen	150
9	Literaturverzeichnis	151
	Danksagung	154

Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) im Königssee, Obersee und Grünsee im Nationalpark Berchtesgaden

Werner Hecht, Martin Förster, Franz Pirchner

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der Ökosystemforschung am Königssee wurde nach einer limnologischen Projektstudie von Prof. Dr. Siebeck ein umfassendes fischbiologisches Untersuchungsprogramm begonnen. Dieses Untersuchungsprogramm wurde in fünf Teilprojekte untergliedert, die aufeinander abgestimmt sind. Die Bayerische Landesanstalt für Fischerei führte unter Leitung von Herrn Dipl. Biol. Klein im Rahmen von Versuchsfischereimaßnahmen eine artenmäßige Erfassung des Fischbestandes durch. Herr Prof. Dr. Hoffmann vom Institut für Zoologie und Hydrobiologie der Universität München leitete virologische und bakteriologische Untersuchungen zur Beschreibung des Gesundheitszustandes der Fische. Unter besonderer Berücksichtigung des Hechtbandwurmes versuchen Dr. Negele und Dr. Bohl, Landesanstalt für Wasserforschung, den Parasitenstatus der Fische zu erheben. Die Nahrungsaufnahme der Fische wurde von Herrn Dr. Fittkau und Dipl. Biol. Gerstmayer von der Zoologischen Staatssammlung untersucht. Schließlich wurde an den Lehrstuhl für Tierzucht der Technischen Universität München der Auftrag erteilt, eine ökologisch-genetische Studie am Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) des Königssees und benachbarter Seen durchzuführen. Diese Studie wurde von Dr. agr. W. Hecht und Dr. Dr. habil. M. Förster, unter Anleitung von Prof. F. Pirchner, Ph.D., durchgeführt. In dieser Studie geht es darum am Seesaiblingsmaterial des Königssees, Obersees und Grünsees erstmals mögliche Enzym- und Chromosomenvarianten zu be-

schreiben. Mit diesen Erbmerkmalen lassen sich genetische Populationsstrukturen beschreiben. Dies ist aber grundsätzlich nur dann möglich, wenn die untersuchten genetischen Marker in den jeweiligen Tierbeständen in erforderlichem Umfang polymorph sind. An Hand solcher Informationen können Populationen zusammengefaßt und auf Grund ihrer größeren Ähnlichkeit oder eben Unähnlichkeit untereinander gegeneinander abgegrenzt werden. Während die Methoden einer Fischbestandsaufnahme mit Hilfe von Versuchsfängen und deren traditionellen Auswertungen über morphologische Merkmale in der Regel mit der Einteilung in Arten ihre Grenzen finden, kann die Verwendung genetischer Merkmale vielfach noch innerhalb einer Art genauere Kenntnisse über die Populationsstruktur hervorbringen.

Die fischereilichen Bestandsaufnahmen im Königssee, Obersee und Grünsee durch die Bayerische Landesanstalt für Fischerei dienen schwerpunktmäßig der artenmäßigen Erfassung des Fischbestandes und dabei natürlich auch der Erfassung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus*) als der zahlenmäßig bedeutendsten Fischart dieser Gewässer. Die hier vorgelegte Studie greift nun die Hauptfischart dieser Seen, nämlich den Seesaibling, besonders heraus und versucht mit populationsgenetischen Methoden dieses Tiermaterial zu charakterisieren. So wird in dem oben genannten Teilprojekt, ausgeführt von Herrn Dipl. Biol. M. Klein, die Struktur des Gesamtfischbestandes in den genannten Seen beschrieben, während in der ökologisch-genetischen Studie die genetische Struktur der wichtigsten Fischart dieser drei Seen beschrieben wird. Diese beiden Teilprojekte stellen damit eine sinnvolle und wirkungsvolle gegenseitige Ergänzung dar.

2 Arbeitsvoraussetzungen

Grundlegende Arbeitsvoraussetzung war die Bewilligung entsprechender Finanzmittel durch die Nationalparkverwaltung Berchtesgaden. Dadurch war es möglich die personellen und materiellen Voraussetzungen sicherzustellen, die es gestatteten, die labortechnischen und populationsgenetischen Kenntnisse, die am Lehrstuhl für Tierzucht der TUM in angemessenem Umfang bestanden, für diese Studie nutzbar zu machen.

Da wir selbst nicht in der Lage, aber auch nicht berechtigt sind, im Königs-, Ober- und Grünsee Befischungen vorzunehmen, waren wir auf das Fischmaterial angewiesen, das im Rahmen der Versuchsfänge durch die Bayrische Landesanstalt für Fischerei oder den Berufsfischer anfiel und uns dann bereitgestellt werden konnte.

Bisher wurde an keiner Fischart, auch nicht am Seesaibling, dieser drei Seen eine Beschreibung der genetischen Populationsstruktur vorgenommen. Das bedeutet, daß keinerlei Informationen über die Variabilität der Isoenzyme und der Chromosomenzahl dieser Saiblingsbestände zu Beginn der Untersuchungen vorlagen. Damit war es auch nicht möglich, vorab Aussagen darüber zu machen, wie detailliert die Populationsstruktur mit den zu verwendenden genetischen Markern beschrieben werden kann. In dieser Situation mußte naturgemäß der Schwerpunkt dieser Studie in der Erfassung und Bestandsaufnahmen solcher genetischer Marker bestehen. Dies konnte nicht vor Ort erfolgen, weil dort nicht die erforderlichen Räumlichkeiten bereitstehen und natürlich die Auslagerung einer entsprechenden Laboreinheit nur schwer möglich gewesen wäre. Die benötigten Labormethoden waren im Wesentlichen ausgearbeitet, mußten jedoch in verschiedenen Fällen konkret auf das Untersuchungsmaterial hin modifiziert werden. Nach dieser genetischen Bestandsaufnahme mußten dann in einem zweiten Schritt diese erarbeiteten Ergebnisse einer populationsgenetischen Analyse zugeführt werden.

3 Planung und Ablauf der Arbeiten

3.1 Bereitstellung des Fischmaterials

Die Bereitstellung des Fischprobenmaterials erfolgte im Rahmen der vorgegebenen Befischungen durch den Berufsfischer Herr Amort (nur Königssee) und die Bayerische Landesanstalt für Fischerei.

Im Laufe der Befischungen stellten wir fest, daß die von uns erhoffte Befischungintensität aus Zeitmangel nicht in für uns wünschenswertem Umfang realisierbar war. Auch das Transportproblem der lebenden Fische von St. Bartholomä nach Königssee war wegen der mangelnden Schifffahrtsmöglichkeit und der gänzlich anderen Prioritätensetzung seitens der staatlichen Schifffahrt immer eine unerfreuliche Angelegenheit. Dies konnte erst durch die Transporthilfen des staatlichen Forstamtes gebessert werden. Diese Transportschwierigkeiten machen es notwendig, daß Fische aus einzelnen Fängen im Königssee gepoolt werden mußten, wodurch keine Angaben mehr über Fangort, genaues Fangdatum und Fanggerät (Maschenweiten) möglich wurden. Dies gilt im gleichen Umfang für das Fischmaterial, das von Herr Amort bezogen wurde. Damit war es nicht möglich der Frage nachzugehen, ob im Königssee verschiedene Seesaiblingspopulationen bestehen.

Diese ungünstigen Arbeitsbedingungen vor Ort, gefördert durch die dortigen vielfältigen Kompetenzaufgliederungen, die sich in der Tagesarbeit als ausgesprochen hinderlich herausgestellt haben, verhinderten, daß der wissenschaftlich sinnvolle Untersuchungsansatz, der eine möglichst breite Erfassung des Fischmaterials der verschiedenen Gewässer und auch Gewässerabschnitte vorsah, nicht ausgeschöpft werden konnte. Es verblieb damit nur die Möglichkeit, die Seesaiblings zwischen den drei genannten Seen zu vergleichen.

3.2 Probenaufarbeitung

Das Tiermaterial mußte lebend nach Weihenstephan verbracht werden. Dies war immer nur in kleineren Partien von ca. 40 – 70 Fischen möglich. Nach dem mehrstündigen Transport waren die Tiere in einer kleinen Hälteranlage am Lehrstuhl für Tierzucht in Weihenstephan eine Zeitspanne

bis zu höchstens einer Woche aufzubewahren und den unterschiedlichen Analysen zuzuführen.

3.2.1 Morphologiemerkmale

An Hand von Photographien sollten Längen- und Höhenmessungen jedes einzelnen Fisches durchgeführt werden. Darüber hinaus wurde bei der Probenaufarbeitung das Gesamtgewicht erfaßt, Schuppen sollten zur Altersbestimmung herangezogen und die Kiemenbögen zur Auszählung der Kiemenreusendornen heraus präpariert werden. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurde das Geschlecht erfaßt und der Befallsgrad mit dem Hechtbandwurm grob abgeschätzt.

3.2.2 Chromosomen

Für die Chromosomenpräparation ist nur Organmaterial verwendbar, das unmittelbar nach dem Abtöten der Fische entnommen werden kann. Dabei ist es erforderlich, die Fische 16 Stunden vor der Gewebeentnahme mit Colchicin zur Mitosekennung zu behandeln. Als Gewebeproben sollte Nieren- und eventuell Kiemenmaterial Verwendung finden.

3.2.3 Elektrophorese

Hierzu waren frische Muskelstücke vorgesehen. Diese sollten eingefroren und nach und nach aufgearbeitet werden.

3.3 Laboruntersuchungen

Chromosomenpräparationen lassen sich nur an sehr frischem Material durchführen. Das heißt, die Fische mußten unmittelbar aus der Hälterung heraus bearbeitet werden, weil das Chromosomenpräparationsverfahren nur durchgeführt werden kann, solange die volle Zellteilungsaktivität in dem betreffenden Gewebe erhalten ist. Die Elektrophoreseuntersuchungen können im Gegensatz dazu auch an Probenmaterial durchgeführt werden, das einige Monate tiefgefroren aufbewahrt wurde, so daß ein kontinuierliches Arbeiten möglich ist.

3.4 Populationsgenetische Auswertungen

Mit Hilfe der erhobenen genetischen Varianten sollte das Material charakterisiert werden. Dazu können die Genfrequenzen polymorpher Loci erfaßt und der Heterozygotiegrad und die genetischen Distanzen geschätzt werden.

4 Gesamtproblematik bisher bekannter Ergebnisse des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus*)

4.1 Beschreibung

4.1.1 Systematische Stellung der Gattung *Salvelinus*

Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Einordnung der Gattung *Salvelinus* in das zoologische System. Der taxonomische Status des Bachsaiblings (*S. fontinalis*) und des amerikanischen Seesaiblings (*S. namaycush*) hat sich in der Literatur gefestigt. Es besteht die einheitliche Auffassung, daß beide als wohl definierte phylogenetische Gruppen betrachtet werden müssen (Behnke, 1980) bzw. den Rang eigenständiger Spezies haben (McPhail, 1961; Nyman, 1972). Gegensätzliche Meinungen existieren über die Frage, ob *Salvelinus malma* (Saibling der Pazifikküste Nordamerikas und Asiens) als eigene Spezies anerkannt werden sollte, oder zu *Salvelinus alpinus* gerechnet werden muß. Behnke (1972) und McPhail (1961) fordern Speziesrang, während Savvaitova (1980) *S. malma* für ein Synonym von *S. alpinus* hält. *Salvelinus leucomaenis* ist eine anadrome Art, die im Kontinentalbereich des Westpazifik vorkommt (Savvaitova, 1980). Vielfältigste taxonomische Probleme existieren bei allen Saiblingen, die *Salvelinus alpinus* zugeordnet werden, was schon durch die Verwendung des Ausdrucks „*Salvelinus-alpinus*-Spezies-Komplex“ (Nyman, 1972) zum Ausdruck kommt. Soweit es Seesaiblinge des Alpenraumes betrifft, ist die spezielle Problematik im Abschnitt über die „Saiblingsformen“ (4.1.4) dargestellt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß der Ausdruck „Form“ in Tab. 1 und bei späterer Verwendung keine systematische Kategorie bezeichnen soll. Was die Nomenklatur betrifft, so muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß im skandinavischen, wie auch im älteren deutschen Schrifttum, die Saiblinge oft als Untergattung geführt und als *Salmo salvelinus* bezeichnet werden. Zur verwandtschaftlichen Beziehung der Saiblingsarten untereinander führt Savvaitova (1980) aus, daß es eine Zweiteilung gebe, in eine Gruppe älteren Ursprungs mit *S. fontinalis*, *S. namaycush* und *S. leucomaenis* sowie in eine zweite Gruppe, den *S. alpinus*-Komplex, dessen Differenzierung erst in jüngster Zeit (seit ca. 10 000 Jahren) stattfindet.

4.1.2 Lebensweise und Verbreitung von *Salvelinus alpinus*

Bei den Saiblingen der Alpinus-Gruppe gibt es anadrome (Wandersaiblinge) und ständig im Süßwasser lebende (süßwasserstabile) Formen (Seesaiblinge). In Abb. 1 ist die Verbreitung von Wander- und Seesaiblingen in der paläarktischen Region dargestellt. Abb. 2 zeigt die Verbreitungsgrenze des Wandersaiblings in Nordeuropa sowie das Hauptverbreitungsgebiet der Seesaiblinge in Nord- und Mitteleuropa. Es handelt sich also um Zirkumpolarfische (Nikolski, 1957), die trotz der experimentell nachgewiesenen Möglichkeit der Anpassung an höhere Tempera-

Tab. 1: Systematische Stellung der Gattung *Salvelinus* (zusammengestellt nach Ruhlé, 1976; Savvaitova, 1980; Schindler, 1950; Ladiges u. Vogt, 1979; Behnke, 1972; Karbe, 1970).

Ordnung	Unterordn.	Familie	Unterfam.	Gattung	Spezies	„Formen“
						<i>S. fontinalis</i>
Clupeiformes (Heringsfische)	Salmonoidei (Lachsartige)	Salmonidae (Lachse)	Salmoninae (kleinschuppige Lachse)	<i>Salvelinus</i> (Saiblinge)		<i>S. namaycush</i> <i>S. leucomaenis</i>
						<i>S. malma</i>
						<i>S. alpinus</i> Wildfangsaibling Normalsaibling Schwarzreuter
						<i>S. profundus</i> Tiefseesaibling

turen (Steiner, 1972) als kaltstenotherm charakterisiert werden können. Die in Mitteleuropa vorkommenden Populationen sind Glazialrelikte (Pesta, 1948; Reisinger, 1953) und waren ursprünglich auf Seen nördlich des Alpenhauptkammes beschränkt. Durch anthropogenen Besatz, der teilweise historisch gut dokumentiert ist (Pechlaner, 1966; Ruhlé, 1976), gibt es heute auch in südlicher gelegenen Alpenseen Seesaiblingspopulationen.

4.1.3 Plastizität des *Salvelinus alpinus*

Schon allein das große Verbreitungsgebiet, mit seinen unterschiedlichen Biotopen, läßt es als verständlich erscheinen, daß der Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) eine deutliche morphologische Plastizität zeigt. Gerade diese Vielfalt der verschiedenen *Salvelinus alpinus*-Herkünfte führt zu erheblichen taxonomischen Schwierigkeiten. Noch immer ist die Diskussion über die Einordnung einzelner Seesaiblingsherkünfte in eine Vielzahl von Arten oder Unterarten offen. Diese Schwierigkeit entsteht vor allem durch die Verwendung morphologischer Merkmale. Wäre es möglich, viele Herkünfte mit jeweils etwa fünfzig bis hundert Tieren elektrophoretisch zu analysieren, so könnte wahrscheinlich mit größerer Sicherheit eine stabile taxonomische Einordnung innerhalb von *Salvelinus alpinus* erfolgen.

4.1.4 Charakterisierung der Saiblingsformen

Ladiges und Vogt (1979) reihen alle Seesaiblinge aus Seen im Stromgebiet der oberen Donau und den südbayerischen und österreichischen Alpen in das Subgenus *Salvelinus alpinus salvelinus* ein, während sie Seesaiblinge aus Alpenseen im Rhein-, Meurthe- und Rhône-Gebiet sowie aus Schweizer Seen als *Salvelinus alpinus umbla* führen, ohne weitere Unterscheidungsmerkmale anzugeben. In der deutschsprachigen Literatur werden innerhalb dieser Populationen bis zu vier „Saiblingsformen“ unterschieden. Diese sind: Wildfangsaibling, Normalsaibling, Schwarzreuter und Tiefseesaibling (Doljan, 1920). Erschwerend für die taxonomische Einstufung dieser „Formen“ kommt hinzu, daß sie in vielen Seen sympatrisch auftreten. Der Formenreichtum dokumentiert sich in einer großen Variabilität in Körperform, Färbung, Größe und Lebensweise (Doljan, 1920; Haempel, 1924; Johnson, 1980). Die daraus resultierenden Schwierigkeiten der systematischen Einordnung werden als das „Saiblingsproblem“ bezeichnet.

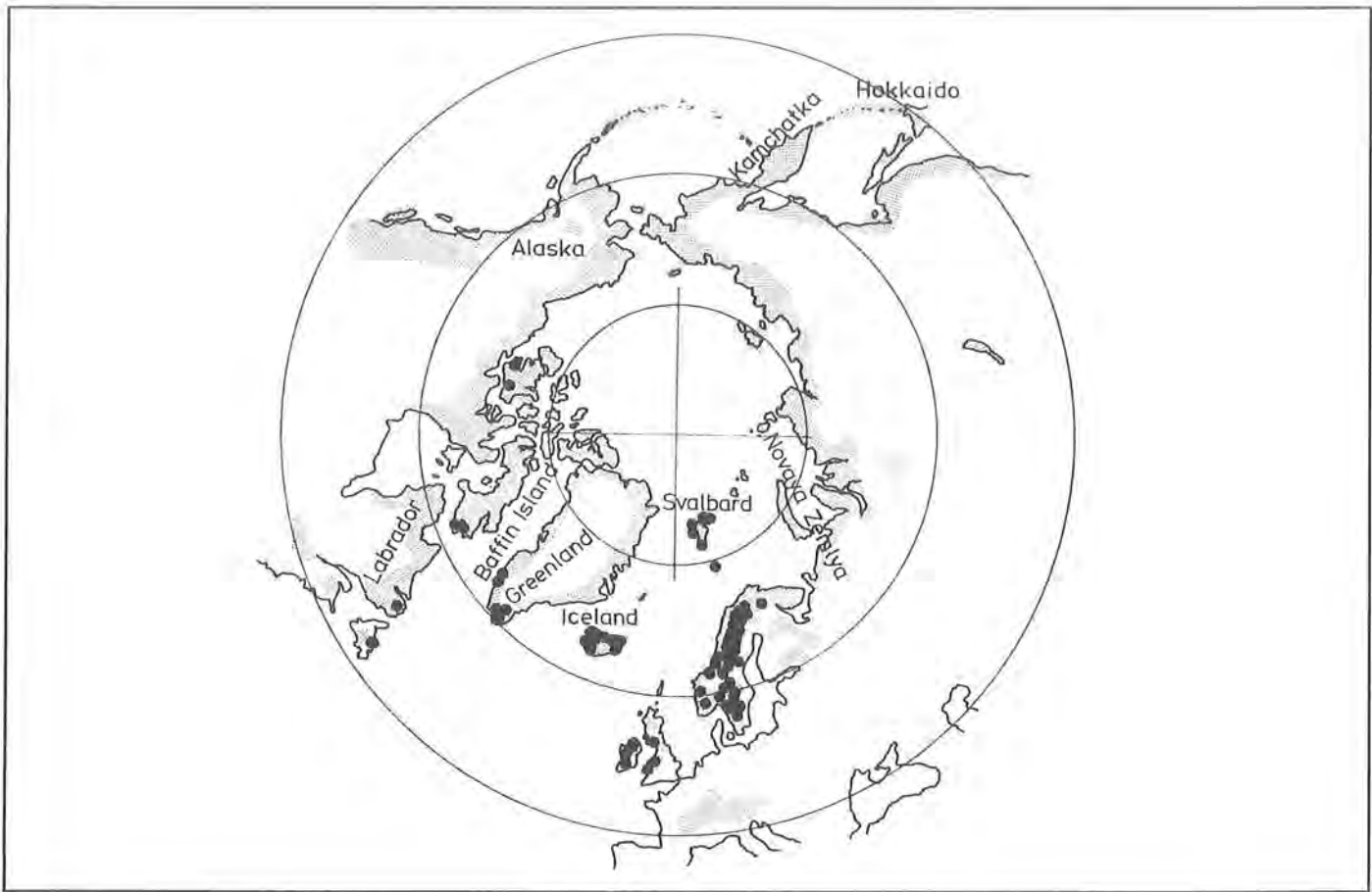


Abb. 1: Verbreitung von *Salvelinus alpinus* in der Paläarktis (aus: Nyman et al., 1981).

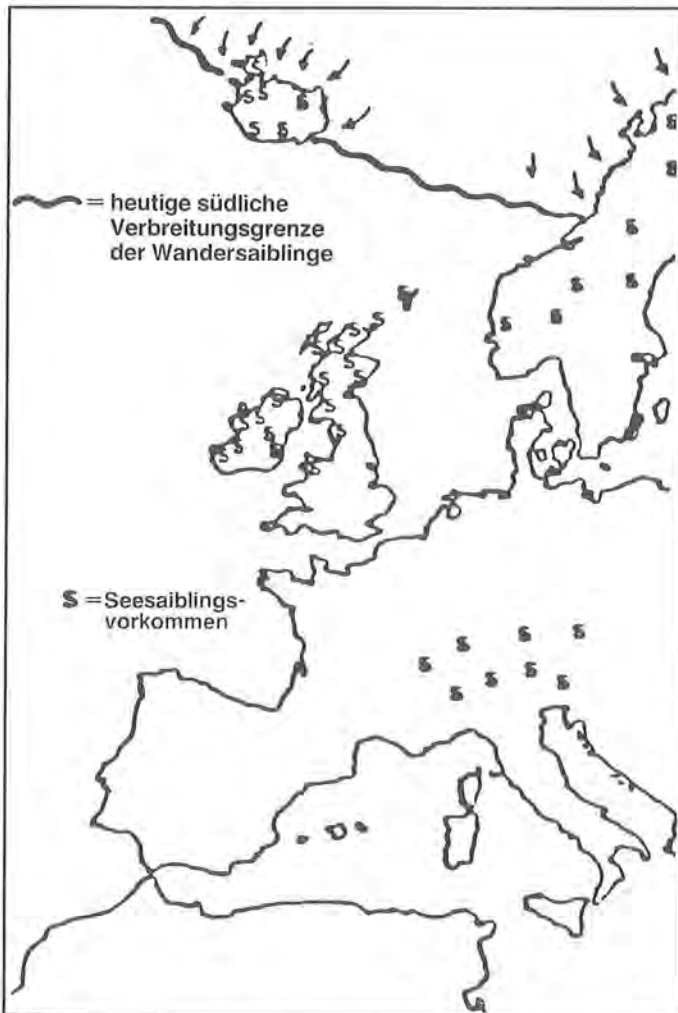


Abb. 2: Verbreitung von Wander- und Seesaibling in Nord- und Mitteleuropa (aus: Ruhlé, 1976).

Verschiedene Autoren haben versucht, die Plastizität der Seesaiblinge durch Faktoren zu erklären, die vor allem den unterschiedlichen Wachstumsverhältnissen gerecht werden. Schindler (1950) äußert die Vermutung, daß der starke Befall mit *Triaenophorus nodulosus* für das schlechte Wachstum der Schwarzreuter im Königssee verantwortlich sei. Er schränkt jedoch selbst ein, er habe bei befallenen und nicht befallenen Tieren keine Unterschiede im Gewicht feststellen können. Er kommt zu dem Ergebnis, daß es sich bei den Schwarzreutern um jüngere, bei den Wildfangsaiblingen um ältere Tiere handelt. Zu demselben Ergebnis kommt Nümann (1939) in seiner Untersuchung der Bodenseesaiblinge; er glaubt außerdem, daß Fische, die eine bestimmte Mindestgröße erreicht haben, ihre Lebensweise auf Raub umstellen und dadurch in eine zweite Wachstumsphase eintreten. Unabhängig davon hält er niedrige Wassertemperaturen für eine Ursache verminderten Wachstums bei Seesaiblingen. Svärdson (zit. nach Behnke, 1972) nimmt an, daß Wildfangsaibling und Normalsaibling auf allopatrische Besiedlung durch zwei Spezies zurückzuführen sind, die im Anschluß an die Besiedlung durch Introgression konvergierten. Behnke (1972) dagegen geht von einer Besiedlung durch eine homogene Gruppe aus. Durch deren Differenzierung entstanden seiner Meinung nach die heutigen „Formen“. Ein sehr interessanter Ansatz zur Klärung dieses Problems stammt von Pechlaner (1969). Er hält die Zwergwüchsigkeit vieler Saiblingspopulationen vor allem in Hochgebirgsseen für das Ergebnis einer Änderung des Genotyps infolge eines Selektionsdruckes. Er meint, daß bei relativer Abnahme des Nahrungsangebotes infolge Vermehrung der Fische, diejenigen Tiere bevorzugt zum Ablachen kommen, die bereits bei kleinen Körpergrößen geschlechtsreif werden, so daß eine natürliche Selektion auf

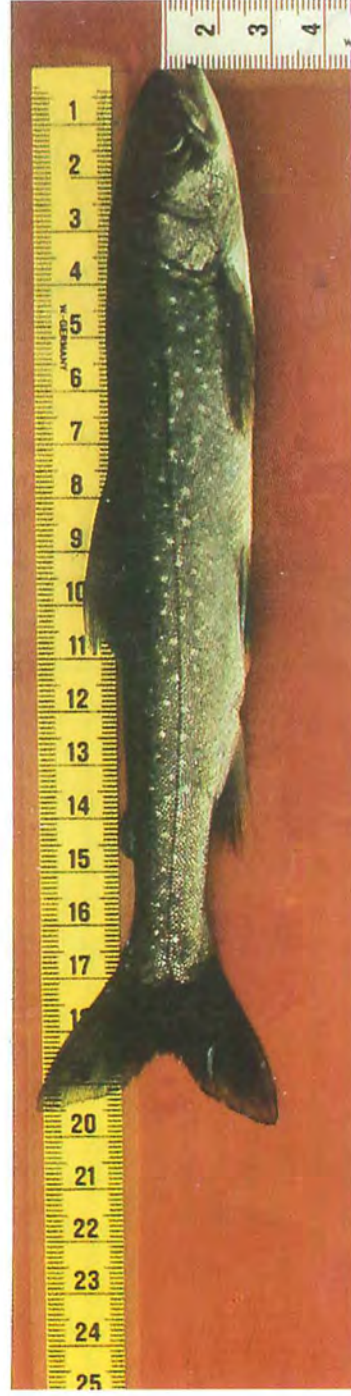
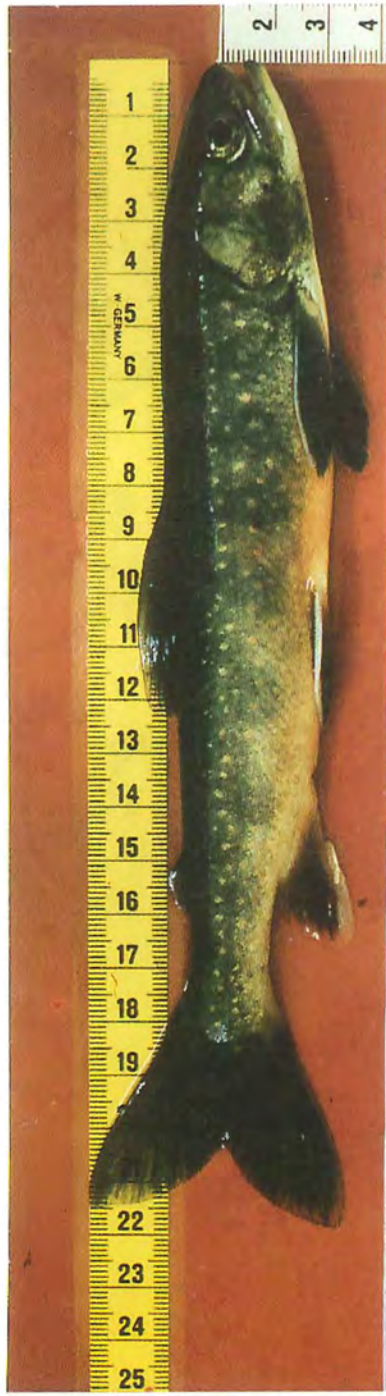
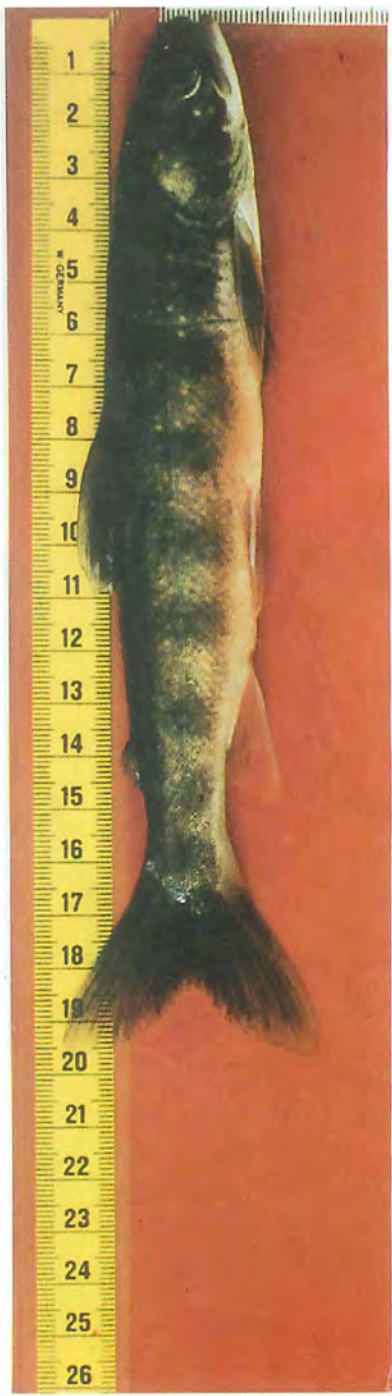


Abb. 3: Saiblingsformen

a – d: Schwarzreuter aus dem Königssee.

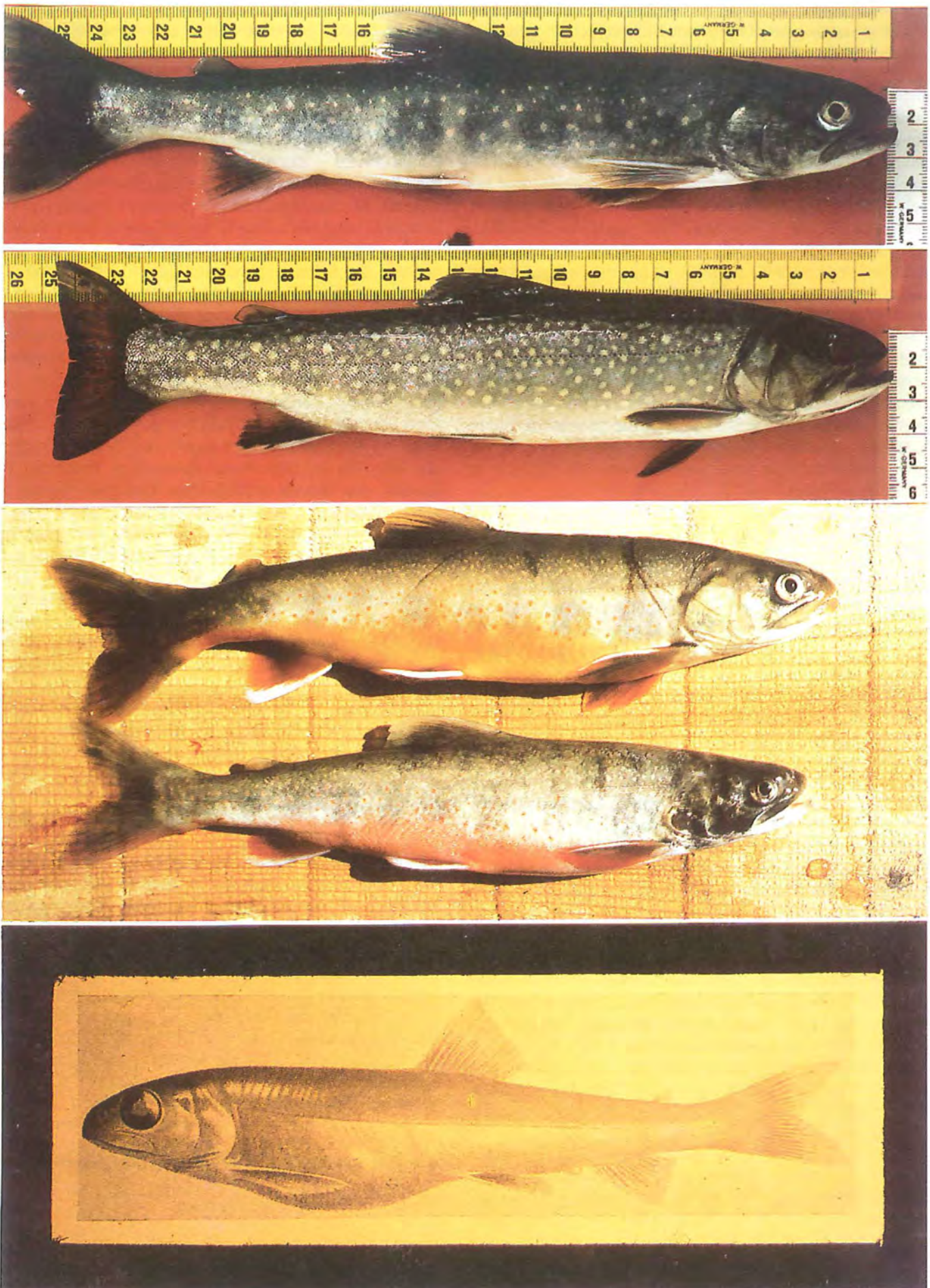


Abb. 3: Fortsetzung.

e: Schwarzreuter aus dem Königssee. — f: Bachsaibling (*S. fontinalis*) aus dem Königssee, der nächste Verwandte des Seesaiblings in diesem Gewässer. Als deutliche Unterscheidungsmerkmale im adulten Zustand können die Form der Schwanzflosse, die schwarze Einrahmung des Flossensaumes, die Marmorierung der Rückenflosse, sowie die Länge der Maxilla genannt werden. — g: Wildfangsaiblinge aus dem Königssee. — h: Tiefseesaibling (aus Schillinger, 1901).

Frühreife stattfindet, was bei entsprechender Dauer zu genetisch bedingtem Zwergwuchs führen soll. In ähnlicher Weise erklärt Reisinger (1953) das vergleichsweise schlechte Wachstum von süßwasser-gebundenen Seesaiblingen. Er sieht einen Zusammenhang zwischen Thymusüberfunktion und Spätreife bzw. Riesenwuchs einerseits, sowie Thymusunterfunktion und entsprechender Frühreife, die mit Zwergwuchs gekoppelt ist, andererseits. Reisinger weist daraufhin, daß der arktische Wandersaibling erst bei sehr viel höheren Körpergewichten die Sexualreife erreicht. Steinböck (zit. nach Reisinger, 1953) sieht eine Beeinflussung des hormonalen Systems durch Umweltfaktoren, während Steinmann (1945) offenläßt, ob das Hormongeschehen durch genetische Veranlagung determiniert ist, oder durch Umweltfaktoren so stark modifiziert werden kann. Neresheimer (1941) sieht in der Konkurrenz zwischen Coregonen und Seesaiblingen im Bodensee einen Grund für deren schlechten Wuchs. Die Überlegungen zum „Saiblingsproblem“ führen zu der Frage: Ist die beobachtete Variationsbreite im Phänotyp der Seesaiblinge auf genetische Unterschiede zwischen verschiedenen „Seesaiblingsarten“ zurückzuführen, oder sind Umweltfaktoren die Ursache für die Formenvielfalt?

4.1.4.1 Der Tiefseesaibling (siehe Abb. 3)

Schillinger (1901) beschreibt den Tiefseesaibling des Bodensees als extrem kleinwüchsig. Nach seinen Angaben erreichen adulte Exemplare eine Länge von 15 — 16 cm, werden aber schon bei ca. 10 cm laichreif. Weitere Charakteristika seien ein unterständiges Maul, sehr große Augen sowie eine fahle Färbung ohne besondere Körperzeichnung. Als Hauptlaichzeit nennt Schillinger den Monat Dezember. Berg (1932) berichtet, daß der Tiefseesaibling im Neuenburger See, im Walchensee, Ammersee, Tegernsee, Achensee, Plansee und Attersee vorkommt. Ladiges und Vogt (1979) nennen als Wohngewässer Königssee und Bodensee. Berg (1932) erkannte dem Tiefseesaibling den Status einer eigenen Spezies zu (*Salvelinus profundus*). Behnke (1972) stürzte diese Auffassung wegen des sympatrischen Auftretens von *S. profundus* mit anderen „Saiblingsformen“ sowie der deutlich niedrigeren Anzahl von Kiemenreusendornen (20 — 25 gegenüber 27 — 31 bei der Normalform). Doerfel (1974) untersuchte Normalform und Tiefseesaibling des Bodensees. Er bestätigt im wesentlichen die Beschreibung von Schillinger (s.o.) und sichert den Unterschied in der Anzahl Kiemenreusendornen (Tiefseeform 19 — 27, $\bar{x} = 22,3$; Normalform 25 — 31, $\bar{x} = 27,7$). Der Tiefseesaibling gilt als reiner Friedfisch, der Bodennahrung aufnimmt. Nümann (1993) nennt als Hauptnahrungsgruppe Cyclops im Frühjahr, Chironomiden im Sommer, im Herbst und Winter Turbellarienkokons. Doerfel (1974) fand in Mägen von im Herbst gefangenen Tiefseesaiblingen überwiegend Turbellarienkokons, daneben Copepoden und in geringerem Anteil Chironomiden. Insgesamt gesehen darf der Tiefseesaibling als am deutlichsten von anderen „Saiblingsformen“ unterschieden gelten.

4.1.4.2 Schwarzreuter, Normalsaibling und Wildfangsaibling (siehe Abb. 3)

Haempel (1924) sieht keine Möglichkeit, eine strengere Trennung zwischen Schwarzreutern und Normalform durchzuführen. Er sieht vielmehr eine Formenkette, die

Schwarzreuter und Normalsaibling mit allen Übergangsformen beinhaltet. Schindler (1940) unterscheidet im Königssee zwei Saiblingsformen, die er als Schwarzreuter und Wildfangsaibling bezeichnet. Als Charakteristikum für den Schwarzreuter nennt er, daß dieser auch als adultes Tier die typische Jugendzeichnung der Salmoniden (s. Abb. 3a, b, c) beibehält. Schwarzreuter erreichen nach dieser Quelle eine Länge von 20 — 23 cm bei Gewichten von 70 — 10 g, während Wildfangsaiblinge mehrere 100 g bis einige kg schwer werden. Als Hauptlaichzeit gibt Schindler August und September an; die Laichplätze für beide Formen seien identisch. Im Obersee dagegen soll der Wildfangsaibling bereits im Juli laichen, die Schwarzreuter erst gegen Jahresende. Hinsichtlich der Ernährung berichtet Schindler (1950), daß sich in Mägen der Schwarzreuter vorwiegend Cladoceren finden, während der Wildfangsaibling räuberisch lebt. Nach Schindler (1940) bestehen keine Unterschiede in der Anzahl der Kiemenreusendornen zwischen beiden Formen (23 — 29). In den meisten Berichten über Saiblingsformen liest sich die Charakterisierung ähnlich wie bei Schindler, mit entsprechenden Abweichungen in Längen- und Gewichtsangaben, die von See zu See etwas schwanken, meist mit dem Zusatz, der Normalsaibling liege bezüglich Länge und Gewicht zwischen den anderen beiden Formen (Ladiges und Vogt, 1979). Die Unterscheidung der 3 genannten Saiblingsformen beruht also weitgehend auf der Variation quantitativer Merkmale (Längen, Gewichte), teilweise auf Unterschieden in der Lebensweise (Friedfisch — Raubfisch) und nur in begrenztem Umfang auf quasi-qualitativen Merkmalen (Jugendzeichnung der Schwarzreuter). In Skandinavien existieren neben dem Wandersaibling ebenfalls süßwasserstabile Populationen, unter denen meist zwei Formen unterschieden werden, Großsaiblinge unter der Bezeichnung Rödning und Kleinsaiblinge, für die die Begriffe Tita oder Blattjen gewählt wurden (Nyman et al., 1981).

4.2 Morphologische und fischbiologische Merkmale

Diese Merkmale sollten als traditionelle fischbiologische Merkmale erfaßt werden, um die hier verwendeten genetischen Merkmale zu ergänzen. Selbstverständlich war es im Rahmen dieser Arbeit nur möglich, relativ wenige solcher morphologischen Merkmale zu erfassen. Als morphologische Merkmale, die eine gute Beschreibung eines Fisches erlaubt, wurden Gesamtlänge und Gewicht erfaßt. Darüber hinaus wurden das Geschlecht, eine grobe Einschätzung des Parasitenstatus, das Alter der Fische und bei einer kleineren Stichprobe auch die Kiemenreusendornen erfaßt. Schließlich wurden Farbe und Zeichnung der Fische photographisch dokumentiert.

4.3 Genetische Charakterisierung bei *Salvelinus*-arten

4.3.1 Chromosomenausstattung

Die Chromosomen stellen das Erbmateriale eines Lebewesens dar. Das sie bildende Chromatin unterliegt einem physiologischen Konformationswechsel, der es ermöglicht in einem bestimmten Konformationszustand, nämlich zum Zeitpunkt einer Zellteilung, dieses Material lichtmikroskopisch sichtbar zu machen. Die Chromosomenanalyse versucht die Morphologie dieser Chromatingebilde optisch zu beschreiben. Dabei zeigte sich, daß jede Art ihre charakteri-

stische Chromosomenmorphologie (Karyotyp) hat. Dadurch ist es möglich, auf Grund dieser spezifischen Chromosomenmorphologie eine Artbestimmung vorzunehmen. Allerdings kann es vorkommen, daß nahe verwandte Arten eine sehr ähnliche oder auch gleiche Chromosomenmorphologie zeigen. Da die Chromosomenmorphologie einer Art ziemlich evolutionsstabil ist, wurden immer wieder erfolgreiche Versuche gemacht, Verwandtschaftsverhältnisse zwischen einzelnen Arten mit Hilfe der Chromosomenanalyse nachzuvollziehen. Dabei wurden in aller Regel die bestehenden taxonomischen Ordnungen bestätigt und durch das erblich sehr stabile Merkmal Chromosomenmorphologie und -zahl stärker abgesichert. Für diese Arbeitsrichtung hat sich der Begriff „Zytotaxonomie“ eingebürgert.

Eine Zusammenstellung der Chromosomenuntersuchungen bei verschiedenen *Salvelinus*-Arten zeigt die Tabelle 2. Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß sich unter den aufgeführten Arten bezüglich der Chromosomenausstattung Gruppen bilden lassen. Arten, die 84 und mehr Chromosomen haben, sind *S. fontinalis*, *S. namaycush*, *S. leucomaenis*. *S. malma* hat 82 Chromosomen und *S. alpinus* 80 oder weniger Chromosomen. Mit diesen unterschiedlichen Chromosomenzahlen sind diese drei Gruppen von *Salvelinus*-Arten chromosomal unterscheidbar.

Allerdings muß man bei vielen Fischarten und vor allem bei den Salmoniden über eine Situation bescheid wissen, die wir mit dieser Deutlichkeit beispielsweise bei Säugern nicht kennen, auch wenn es dort Anzeichen gibt, die Ähnliches als möglich erscheinen lassen. Es gilt heute als allgemein akzeptiert, daß die Salmoniden, Coregoniden und auch die Thymalliden in ihrer Stammesgeschichte wahrscheinlich im mittleren Tertiär eine Verdoppelung des Chromosomenansatzes erlebt haben (Ohno, 1970). Dieser Schritt erfolgte

Tab. 2: Chromosomenuntersuchungen an Mitgliedern des Genus *Salvelinus*.

Art	Chromosomenanzahl	Chromosomenmorphologie ¹⁾	Anzahl Chromosomenarme	Untersucher	
		m + sm + st + a			
<i>S. fontinalis</i>	84	16	68	100	Svärdson, 1945
	84	16	68	100	Davissou et al., 1972
	84	16	68	100	Muramoto et al., 1974
	84	16	68	100	Cataudella et al., 1973
<i>S. namaycush</i>	84	16	68	100/102	Michelmann u. Schniedewind, 1983
	84	16	68	100	Wahl, 1960
<i>S. leucomaenis</i>	84	16	68	—	Abe u. Muramoto, 1974
	84 - 86	—	—	100	Chernenko u. Viktorovsky, 1971
<i>S. malma</i>	82	18	62	98	Abe u. Moramoto, 1974
	78-82	18	60 / 64	96/100	Viktorovsky, 1978
	82	16	66	100	Muramoto et al., 1978
<i>S. alpinus</i>	80	16	60	4/100	Michelmann u. Schniedewind, 1983
	78	18	60	96	Viktorovsky, 1978

¹⁾ m = metazentrisch, sm = submetazentrisch, st = subtelozentrisch, a = akrozentrisch

wahrscheinlich bei einem gemeinsamen Vorfahren dieser drei Artengruppen und führte zu tetraploiden Organismen. Im Laufe der weiteren Evolution, die durch eine deutliche Migration und Speziation gekennzeichnet ist, erfolgt eine Rediploidisierung im Genom dieser Arten, durch die es zu den Unterschieden in der Chromosomenausstattung der einzelnen Arten gekommen ist, wie wir sie heute feststellen können. Dieser Prozeß der Rediploidisierung gilt bei diesen Arten als noch nicht abgeschlossen. Das bedeutet, daß bei diesen Arten, und somit auch bei *Salvelinus alpinus*, disome und tetrasome Genorte im Genom dieser Tiere vorhanden sind. Diese diploid-tetraploid Situation bei den genannten Artengruppen ist mehrfach mit verschiedenen genetischen Merkmalen belegt (Ohno, 1970; Engel et al., 1971; Kirpichnikov, 1973; Ferris und Whitt 1977). Während sich die Chromosomenausstattung innerhalb des Genus *Salmo* zwischen einer Chromosomenzahl von 80 — 82 (z.B. *Salmo trutta*) bis hin zu 60 Chromosomen bei *Salmo salar* auseinander entwickelt hat, war im Genus *Salvelinus* die evolutive Entwicklung weit weniger stark auseinandergehend, wie aus der Tabelle 2 aus den Chromosomenzahlen zu erkennen ist. Viktorovsky (1975 a, b) sieht als Grund dafür vor allem die Tatsache, daß die Differenzierung in diesem Genus erst vor oder nach der ersten Eiszeit eingesetzt haben soll und auch gegenwärtig noch nicht abgeschlossen ist.

In dem hier geschilderten fortbestehenden Rediploidisierungsprozeß bei den Salmoniden wirken sich Chromosomenmutation, wie beispielsweise Zentromerfusionen besonders stark aus, die dann in der Meiose zu entsprechenden Segregationsmustern führen, woraus sich Unterschiede im Karyotyp der einzelnen Arten ergeben. Gerade bei *Salmo*-Arten zeigen sich deutliche Chromosomeninstabilitäten, die sich in einer chromosomalen Variabilität niederschlagen, wie sie beispielsweise bei Säugern gänzlich unbekannt sind. *Salvelinus*-Arten zeigen auf Grund ihrer Verwandtschaftszugehörigkeit auch diese Chromosomenvariabilität, aber nicht so ausgeprägt wie etwa die Regenbogenforelle (*S. irideus*).

4.3.2 Probleme bei der Schätzung elektrophoretisch darstellbarer Merkmale an potentiell tetrasomen oder duplizierten Loci

4.3.2.1 Evolution des Genoms der Salmoniden

Svärdson (1945) sah aufgrund seiner umfangreichen zytogenetischen Untersuchungen an Salmoniden Grund zu der Annahme, daß Polyploidie eine Rolle in der Phylogenie dieser Tiere gespielt hat. Er kommt zu dem Ergebnis, daß es sich bei den verschiedenen Gruppen von Chromosomenzahlen (60-*Salmo salar* 80-*Salmo trutta*-100-*Coregonus*) um das Ergebnis verschiedener Polyploidisierungsschritte handeln könnte. Als ursprünglich haploide Chromosomenzahl dieser phylogenetischen Linie nahm er zehn an, so daß es sich bei den verschiedenen Salmoniden um hexa-, octo- und decaploide handeln könnte. Diese These ist durch neuere Arbeiten inzwischen abgelöst worden. Gegenwärtig spricht vieles für die Theorie des Salmonidengenoms, wie sie von Ohno formuliert wurde. Ohno (1970) hält die Fische der Unterordnung Salmonoidei für Autotetraploide, die in unterschiedlichem Maße auf dem Weg zur Diploidisierung fortgeschritten sind. Ohno hält es für möglich, daß diese Tiere von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen, der 48 akrozentrische Chromosomen (2n) hatte; die aus einem

Tetraploidisierungsschritt hervorgegangenen Autotetraploiden mußten dann mit 96 akrozentrischen Chromosomen ausgestattet gewesen sein. Durch chromosomale Umbauten wie Robertson'sche Translokationen und perizentrische Inversionen kann sich eine Entwicklung zur Rediploidisierung eines solchen Genoms vollziehen (Ohno et al., 1968). Indizien für diese Theorie sind auf verschiedene Weise gefunden worden.

Ohno et al. (1965) fanden bei der zytogenetischen Analyse des Regenbogenforellenkaryotyps in der Meiose neben Bivalenten auch Quadriivalente und teilweise Multivalente. Dieser Befund liegt auch für andere Salmoniden vor (Davisson et al., 1973; Gold und Gall, 1975). Thorgaard (1976) berichtet über einen Robertson'schen Polymorphismus bei Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*), der zu Chromosomenzahlen von 58, 59 und 60 in einzelnen Individuen führt, wobei die Anzahl der Chromosomenarme konstant bei 104 bleibt. Victorovsky (zit. nach Kirpichnikov, 1980) hat berechnet, wie viele Translokationen und perizentrische Inversionen theoretisch nötig wären, um von dem Genom des hypothetischen Vorfahrens zu den Karyotypen einzelner Salmonidenarten zu kommen. Beispiele sind in Tab. 3 aufgeführt.

Tab. 3: Theoretisch nötige Anzahl von Chromosomenmutationen für die Bildung von Genomen einzelner Salmonidenarten aus einem gemeinsamen Vorfahren (nach Victorovsky, 1978; zit aus Kirpichnikov, 1980).

Art	Zentromerfusionen	Perizentrische Inversionen
<i>Salmo trutta</i>	12	2
<i>Salmo salar</i>	22 - 24	15
<i>Salmo gairdneri</i>	22	0
<i>Salvelinus fontinalis</i>	10	2
<i>Salvelinus namaycush</i>	10	2
<i>Salvelinus leucomaenis</i>	9 - 10	2
<i>Salvelinus alpinus</i>	12	2
<i>Salvelinus malma</i>	13 - 24	4

Abb. 4 zeigt anhand eines einfachen Modells, wie es zur Bildung verschiedener Spezies aus einem tetraploiden Vorfahren durch Rediploidisierung über Zentromerfusionen kommen kann.

Schmidtke et al. (1975) verglichen phylogenetisch tetraploide Fische (*Salmo*, *Salvelinus*, *Coregonus*) mit entsprechenden diploiden (*Osmerus*, *Clupea*, *Sprattus*) und fanden, daß die Tiere mit höherem Ploidiegrad bedeutend größere Zellen haben und daß der Protein- und Hämoglobingehalt pro Zelle wesentlich höher liegt, allerdings zeigen

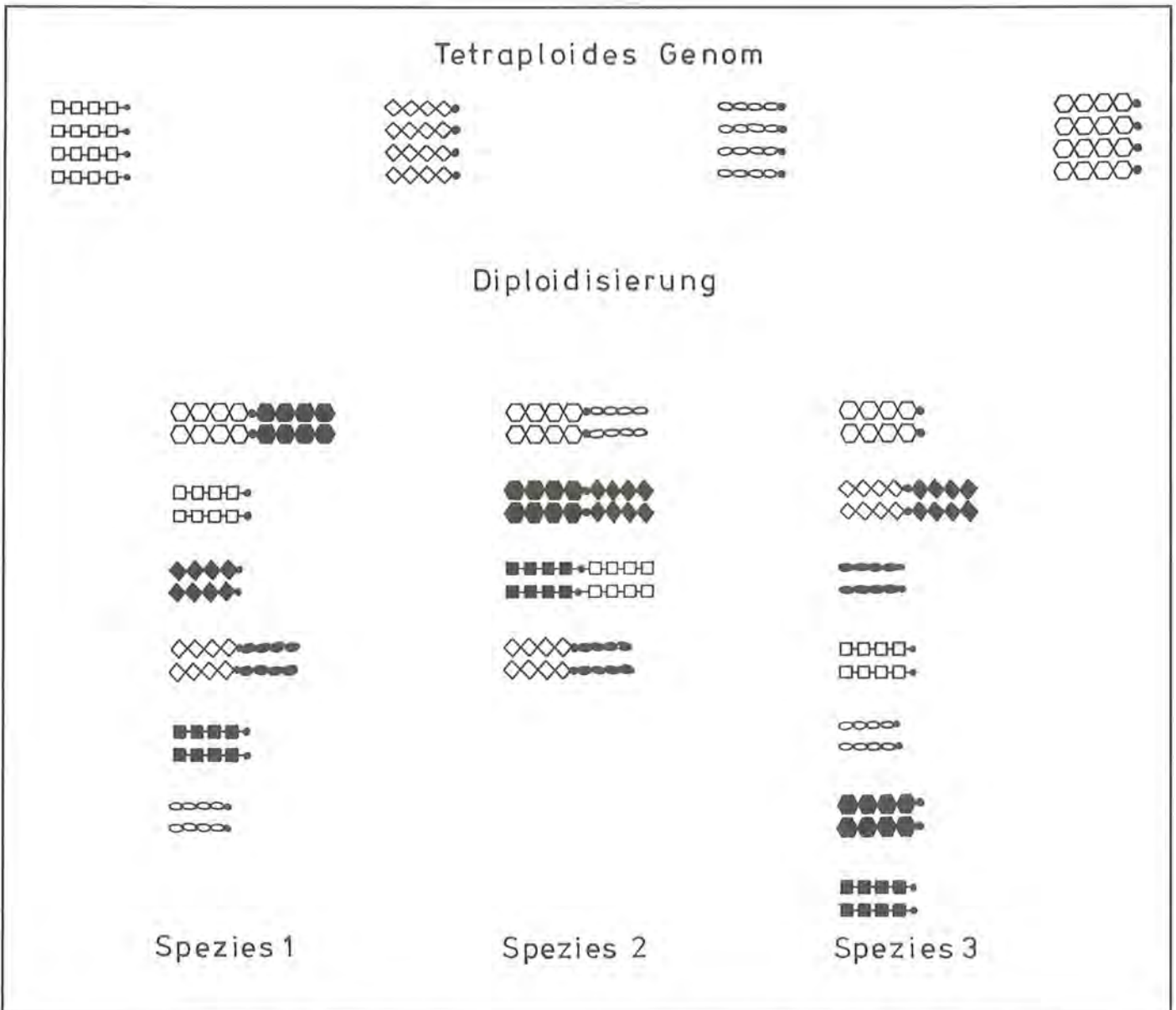


Abb. 4: Modell zur Speziesbildung bei Salmoniden durch Chromosomenmutationen (verändert, nach May, 1980).

sich hier keine genauen 2:1 Verhältnisse. Schmidtke et al. (1976) konnten ebenfalls zeigen, daß der DNA- und RNA-Gehalt bei den Tetraploiden etwas mehr als doppelt so hoch liegt wie in vergleichbaren Diploiden. Eine ganze Anzahl von Hinweisen auf die phylogenetische Tetraploidie der Salmoniden ergibt sich aus Untersuchungen mit Hilfe von Markergenen. Wolf et al. (1970) berichten über eine Koexistenz von disomen und tetrasomen Loci der Isocitratdehydrogenase bei Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* bzw. *Salmo irideus*). Engel et al. (1970) fanden eine diploid-tetraploid-Beziehung innerhalb der Ordnung Isospondyli. Sie berichten, daß beim Hering (*Clupea harengus*; 2n) nur ein Sorbitdehydrogenaselocus exprimiert wird, während bei der Bachforelle (*Salmo trutta*, 4n) zwei disome Loci zu finden sind und Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri* 4n) und Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*, 4n) tetrasome Phänotypen zeigen. Allendorf et al. (1975) untersuchten 19 biochemische Systeme bei der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*). Davon waren acht klare Beispiele für duplizierte Genloci. Lim und Bailey (1977) wiesen die Duplizierung eines Laktatdehydrogenaselocus bei der Bachforelle (*Salmo trutta*) nach, einem Enzym, für das in Salmoniden mindestens fünf Loci codieren (Hochachka, 1966). Bailey et al. (1969) konnten die Duplizierung der Loci für die Malatdehydrogenase zeigen. May (1980) nennt folgende Loci, die durch elektrophoretische Analysen in *Salvelinus* als dupliziert nachgewiesen wurden: Aspartataminotransferase, Creatinkinase, Isocitratdehydrogenase, Lactatdehydrogenase, Malatdehydrogenase (NAD-abhängig), Malatdehydrogenase (NADP-abhängig). Eine interessante Frage, die sich für solche potentiell Tetraploiden stellt, ist die nach dem Mechanismus der „Stillegung“ eines Locus, was offensichtlich bei verschiedenen Genen stattgefunden hat (May, 1980). Bailey et al. (1978) haben ein Modell entworfen, das solche „Stillelegungen“ mit der Fixierung eines der duplizierten Loci für O-Allele erklärt. Ergänzend soll darauf hingewiesen werden, daß ein Locus nicht als tetrasom oder dupliziert erkannt werden kann, wenn er homozygot für ein Allel ist.

4.3.2.2 Ableitungen zur Analyse duplizierter Loci, die polymorph für jeweils identische Allele sind

4.3.2.2.1 Genfrequenzschätzung

A priori bieten tetrasome oder duplizierte disome Loci keine größeren Probleme als singuläre disome Loci. Es tritt jedoch bei Salmoniden häufig der Fall ein, daß nicht zwischen einem tetrasomen und zwei disomen Loci unterschieden werden kann (siehe Malatdehydrogenase 9.11), wenn zwei Allelpaare mit jeweils identischer elektrophoretischer Mobilität an den beiden Loci segregieren. Eine Klärung des Vererbungsmodus ist nur durch Familienanalysen möglich. Bei der Schätzung von Genfrequenzen an duplizierten Loci mit der genannten Allelkonstellation ergibt sich die Schwierigkeit, daß nicht zwischen den beiden Loci unterschieden werden kann und deshalb Genfrequenzen am Einzellocus als nicht schätzbar gelten (Kornfield et al., 1981). Kornfield et al. (1981) wandten deshalb eine Methode von Imhof et al. (1980) an, die darin besteht, die Gametenfrequenzen aus den gepoolten Loci zu schätzen und Populationsvergleiche auf der Basis von Gametenfrequenzen durchzuführen. Imhof et al. (1980) geben dafür ein detailliertes Maximum-Likelihood-Schätzverfahren an. Hier soll gezeigt werden, daß auch bei Unterstellung des 2-Locus-Modells Genfrequenzen

an den Einzelloci geschätzt werden können. Wendet man das tetrasome Modell an, obwohl das 2-Locus-Modell unterstellt wird, so ergibt sich der im folgenden dargestellte Zusammenhang zwischen den Frequenzen eines elektrophoretisch identischen Allels an den Einzelloci und der unter dem tetrasomen Modell geschätzten Frequenz dieses Allels, wenn an jedem Locus eine 2-Allel-Situation vorliegt. Es wird unterstellt, daß zwischen den beiden Loci keine Kopplung vorliegt. In Tab. 4 sind die nötigen Definitionen und Ableitungen für beide Modelle unter Hardy-Weinberg-Bedingungen angegeben. Die Schätzung der Genfrequenz p an einem tetrasomen Locus mit zwei Allelen erfolgt nach der Genzählmethode aus den Phänotypenfrequenzen:

Tab. 4: Definitionen und Ableitungen zum tetrasomen und zum 2-Locus-Modell.

		Tetrasomer Locus	2 disome Loci	
			Locus I	Locus II
Frequenz des Allels A	p		p_1	p_2
Frequenz des Allels B	$q = 1 - p$		$q_1 = 1 - p_1$	$q_2 = 1 - p_2$
Erwartete	AAAA	p^4	$p_1^2 p_2^2$	
Genotypen-	AAAB	$4p^3 q$	$2p_1^2 p_2^2 q_2 + 2p_1 p_2^2 q_1$	
frequenzen	AABB	$6p^2 q^2$	$p_1^2 q_2^2 + p_2^2 q_1^2 + 4p_1 p_2 q_1 q_2$	
	ABBB	$4p q^3$	$2p_1 q_1 q_2^2 + 2p_2 q_1^2 q_2$	
	BBBB	q^4	$q_1^2 q_2^2$	
	AA/AA		$p_1^2 p_2^2$	
	AA/AB		$2p_1^2 p_2^2 q_2$	
	AB/AA		$2p_1 p_2^2 q_1$	
	AA/BB		$p_1^2 q_2^2$	
	AB/AB		$4p_1 p_2 q_1 q_2$	
	BB/AA		$p_2^2 q_1^2$	
	AB/BB		$2p_1 q_1 q_2^2$	
Erwartete	AAAA	p^4	$p_1^2 p_2^2$	
Phäno-	AAAB	$4p^3 q$	$2p_1^2 p_2^2 q_2 + 2p_1 p_2^2 q_1$	
typfre-	AABB	$6p^2 q^2$	$p_1^2 q_2^2 + p_2^2 q_1^2 + 4p_1 p_2 q_1 q_2$	
quenzen	ABBB	$4p q^3$	$2p_1 q_1 q_2^2 + 2p_2 q_1^2 q_2$	
	BBBB	q^4	$q_1^2 q_2^2$	

$$p = [4 f(AAAA) + 3 f(AAAB) + 2 f(AABB) + f(ABBB)] / 4$$

Wird nun das tetrasome Modell angewendet, obwohl es sich um zwei disome Loci handelt, so ergibt sich folgender Zusammenhang zwischen p , p_1 und p_2 :

$$p = [4p_1^2 p_2^2 + 3(2p_1^2 p_2^2 q_2 + 2p_1 p_2^2 q_1) + 2(p_1^2 p_2^2 + p_2^2 p_1^2 + 4p_1 p_2 q_1 q_2) + 2p_1 q_1 q_2^2 + 2p_2 q_1^2 q_2] / 4 = 0.5(p_1 + p_2) \quad (1)$$

Aus der Beziehung $F(AAAA) = p_1^2 \cdot p_2^2 (2)$, (siehe Tab. 23) gewinnt man eine zweite Schätzgleichung für p_1 bzw. p_2 , so daß nun zwei Gleichungen für zwei Unbekannte vorliegen. Es ergibt sich:

$$p_1 = 2p - p_2, \text{ aus (1)}$$

$$p_2 = \frac{\sqrt{F(AAAA)}}{p_1}, \text{ aus (2) und damit}$$

$$p_1 = 2p - \frac{\sqrt{F(AAAA)}}{p_1}$$

$$p_1^2 = 2pp_1 - \sqrt{F(AAAA)}, \text{ oder}$$

$$p_1^2 - 2pp_1 + \sqrt{F(AAAA)} = 0.$$

Aus dieser quadratischen Gleichung ergeben sich zwei Lösungen für p_1 und damit für p_2 . Diese Lösungen sind „symmetrisch“, weil zwischen den beiden Loci ja nicht unterschieden werden kann. Dies ist in Abb. 5 illustriert. Wie man leicht sieht, ist diese einfache Schätzung nur bei Vorliegen von Hardy-Weinberg-Gleichgewicht möglich. Um eine Schätzung bei beliebigen Phänotyphäufigkeiten durchführen zu können, wird einer Anregung von Dempfle (pers. Mitt.) folgend ein Maximum-Likelihood-Verfahren vorgeschlagen. Das Verfahren wird unter Verwendung der Scores-Methode von Fisher (beschrieben von Cavalli-Sforza und Bodmer, 1971) dargestellt. Die Definitionen sind wieder Tab. 23 zu entnehmen. Die beobachteten Phänotyphäufigkeiten werden mit a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 für AAAA, AAAB, AABB, ABBB, BBBB bezeichnet; die Stichprobengröße mit n . Damit lautet die Likelihoodfunktion:

$$L = \frac{n!}{a_1! a_2! a_3! a_4! a_5!} (p_1^2 p_2^2)^{a_1} (2p_1^2 p_2 q_2 + 2p_1 p_2^2 q_1)^{a_2} (p_1^2 q_2^2 + p_2^2 q_1^2 + 4p_1 p_2 q_1 q_2)^{a_3} (2p_1 q_1 q_2 + 2p_2 q_1^2 q_2)^{a_4} (q_1^2 q_2^2)^{a_5}$$

Fisher's Scores sind definiert als

$$s(p_1) = \frac{dL}{dp_1} = \frac{dE_1}{dp_1} \text{ und } s(p_2) = \frac{dL}{dp_2} = \frac{E_1}{E_1} \cdot \frac{dE_1}{dp_2},$$

wobei f_i die beobachtete Frequenz der Phänotypen ist. Die Ableitungen sind in Tab. 5 zusammengestellt.

Das weitere Vorgehen ist eine Iteration. Dafür werden mit Hilfe von vorgeschätzten Werten p_{10} und p_{20} die Score sowie die Informationsmatrix I berechnet. Die Elemente dieser Matrix sind:

$$I_{11} = n \cdot \sum_i \frac{1}{E_i} \frac{dE_i^2}{dp_1^2}$$

$$I_{12} = n \cdot \sum_i \frac{1}{E_i} \frac{dE_i}{dp_1} \frac{dE_i}{dp_2}$$

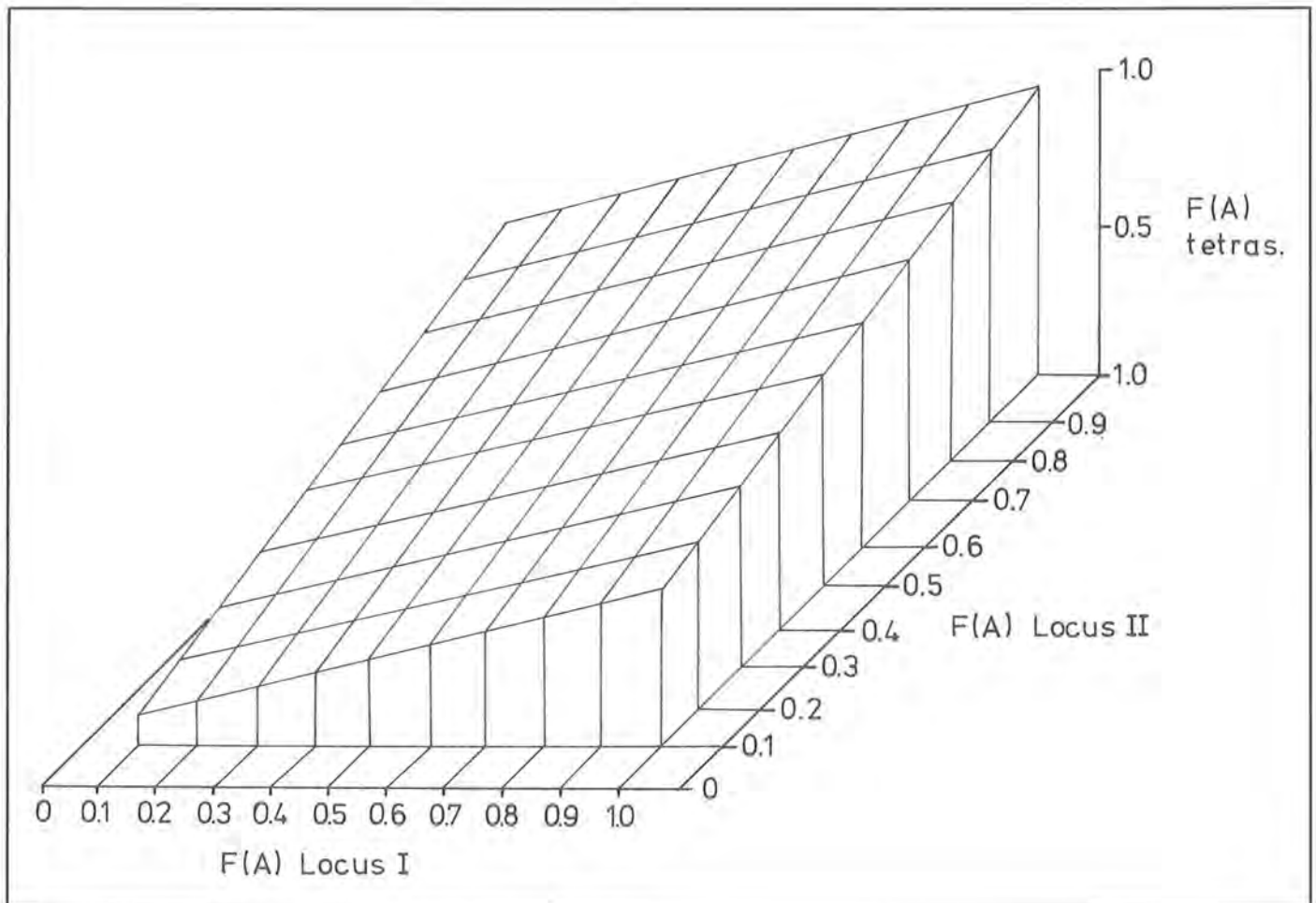


Abb. 5: Zusammenhang zwischen tetrasomen und disomem 2-Locus-Modell.

$$I_{22} = n \cdot \sum_i \frac{1}{E_i} \frac{dE_i}{dp_2}$$

$$I_{21} = I_{12}$$

Die Inverse dieser Matrix soll mit V bezeichnet werden. Damit ergibt sich eine Korrektur der vorgeschätzten Werte p_{10} und p_{20} im ersten Iterationsschnitt:

$$\Delta p_{10} = S(p_1) \cdot V_{11} + S(p_2) \cdot V_{12}$$

$$\Delta p_{20} = S(p_1) \cdot V_{12} + S(p_2) \cdot V_{22}$$

Es ergeben sich die neuen Werte:

$$p_{11} = p_{10} + \Delta p_{10} \text{ und}$$

$$p_{21} = p_{20} + \Delta p_{20}$$

Mit diesen kann ein neuer Iterationsschritt durchgeführt werden. Dieses Verfahren wird solange wiederholt, bis die Scores beliebig nahe 0 sind, oder ein anderes geeignetes Kriterium erfüllt ist. Die probeweise Durchführung der Iteration erfolgte mit einem APL-Programm (Aumann, unveröffentlicht).

4.3.2.2.2 Schätzung des Heterozyotiegrades

Der Heterozyotiegrad H an einem einzelnen Locus ist definiert als

$$H = 1 - \frac{\sum_i p_i^2}{n}$$

wobei p_i = Frequenz des Allels i ,

n = Anzahl der Allele am Locus.

Im 2-Allel-Fall kann das zu $H = 2p - 2p^2$ bei einem disomen Locus umformuliert werden und $H = 4p - 6p^2 + 4p^3 - 2p^4$, bei einem tetrasomen Locus, an dem nicht zwischen den Heterozyotenarten unterschieden wird (Seyfert, 1960). Betrachtet man das im vorigen Abschnitt entwickelte 2-Locus-Modell, so ergibt sich hier das Problem, daß aus neun Genotypklassen nur fünf Phänotypen entstehen und nicht zwischen doppelt Homozygoten und doppelt Heterozyoten unterschieden werden kann.

Deshalb kann am Einzellocus der Heterozyotiegrad nur aus den Genfrequenzen geschätzt werden. Es kann hier natürlich zwischen formalem und funktionellem Heterozyotiegrad unterschieden werden. Der funktionelle Heterozyotiegrad entspräche dann aber dem, der unter einem tetrasomen Modell geschätzt wird, was auch biologisch dann sinnvoll ist, wenn die Genprodukte der beiden Loci sich funktionell nicht unterscheiden, also funktionell gesehen ja auch nur ein Locus existiert.

Tab. 5: Überblick über die Scoring-Methode.

Phänotyp- klassen	Beob. Frequenz (f_i)	Erwartete Frequenz (E_i)	$\frac{dE_i}{dp_1}$	$\frac{dE_i}{dp_2}$
AAAA	f_1	$p_1^2 p_2^2$	$2p_1 p_2^2$	$2p_1^2 p_2$
AAAB	f_2	$2p_1^2 p_2(1-p_2) + 2p_1 p_2^2(1-p_1)$	$4p_1 p_2 - 8p_1 p_2^2 + 2p_2^2$	$2p_1^2 - 8p_1^2 p_2 + 4p_1 p_2$
AABB	f_3	$p_1^2(1-p_2)^2 + p_2^2(1-p_1)^2 + 4p_1 p_2(1-p_1)(1-p_2)$	$2p_2 - 12p_1 p_2 + 4p_2^2 + 12p_1 p_2^2 - 6p_2^2$	$2p_2^2 - 12p_1 p_2^2 + 12p_1^2 p_2 + 4p_1 - 6p_1^2$
ABBB	f_4	$2p_1(1-p_1)(1-p_2)^2 + 2p_2(1-p_1)^2(1-p_2)$	$2 - 8p_2 - 4p_1 + 12p_1 p_2 + 6p_2^2 - 8p_1 p_2^2$	$2 - 8p_1 - 4p_2 + 6p_1^2 + 12p_1 p_2 - 8p_1^2 p_2$
BBBB	f_5	$(1-p_1)^2(1-p_2)^2$	$-2 + 4p_2 - 2p_2^2 + 2p_1 - 4p_1 p_2 + 2p_1 p_2^2$	$-2 + 2p_2^2 + 4p_1 - 4p_1 p_2 - 2p_1^2 + 2p_1^2 p_2$

5 Wissenschaftlich-methodische Durchführung

5.1 Erhebung morphometrischer und fischbiologischer Merkmale

Die untersuchten Seesaiblinge stammen aus den Jahren 1982 und 1983. Zum überwiegenden Teil wurden sie aus den Versuchsfängen, die die Bayerische Landesanstalt für Fischerei durchführte, zur Verfügung gestellt. Ein kleinerer Teil stammt vom Berufsfischer am Königssee, Herrn Fischzuchtmeister Amort. Abbildung 6 zeigt die Anzahl Tiere, die zum jeweiligen Befischungstermin aus den drei Seen zur Untersuchung gelangten. Die Tiere wurden in St. Bartholomä abgeholt und lebend nach Weihenstephan gebracht, wo sie nach möglichst kurzer Hälterung verarbeitet wurden. Die Fische wurden getötet, anschließend auf einem Meßbrett fotografiert und gewogen. Für die Altersbestimmung wurden die Operculae entfernt, anschließend gekocht und nach dem Trocknen in Pergamenttütchen aufbewahrt. Zum Ablesen wurden sie in Diarahmen geklemmt und anhand der Projektion ausgewertet. Nach Eröffnen der Bauchhöhle, Abtrennen des Kopfes und Entfernen von Innereien und Haut wurde das verbleibende Muskelfleisch in Probengefäßen bei -25°C eingefroren. Bei einer kleineren Anzahl von Tieren wurde der Branchialkorb herauspräpariert und das Kiemenreusendornen des ersten linken Kiemenbogens nach Aufspannen auf Styropor unter einem Binocular (16 x) gezählt. Dabei wurden analog zur Zählweise von Doerfel (1974) die Ansätze der nicht voll ausgebildeten Reusendornen mitgezählt. Um einen Anhaltspunkt für die Genauigkeit

der Altersbestimmung anhand der Operculae zu gewinnen, wurden einigen Tieren die Sagittae entnommen, die durch Eröffnen der Schädelbasis in Höhe des ersten Wirbels leicht zugänglich waren. Für die Altersbestimmung an Otolithen beim Seesaibling sind in der Literatur verschiedene Methoden beschrieben (Nielsen, 1961; Nordeng, 1961; Grainger, 1953). Hier wurde die Methode Otolithen in Propylenglycoll zu klären (Fillipson, 1967) angewendet, die zwar nicht bei allen Exemplaren erfolgreich war, aber eine ausreichende Anzahl gut lesbarer Otolithen für den Vergleich lieferte (siehe Abb. 7). Die Schuppen erwiesen sich als ungeeignet für die Altersbestimmung (siehe Abb. 7). Die Erhebung von Körpermaßen erfolgte anhand der Photos.

Die folgende Tabelle 6 gibt an, welche Merkmale mit welchem Meßgerät erhoben wurden. Die Meßpunkte bzw. Meßstrecken der morphologischen Merkmale gehen aus Abbildung 8 hervor.

5.2 Chromosomenanalyse

5.2.1 Prinzip der Chromosomenpräparation

Die lichtmikroskopische Darstellung des chromosomalen Materials einer Zelle ist nur dann möglich, wenn sich die Fadenstruktur des Chromatins mit einem ungefähren Durchmesser von 10 – 200 nm so stark kontrahiert, daß Strukturen entstehen, die eine Größenordnung von ca. 0.1 μm und mehr erreichen. Dieser Kontraktionsvorgang, genannt Chromatinkondensation, findet bei jeder Zellteilung statt. Er erfolgt mit einer sehr großen Präzision und führt zu der schon erwähnten speziesspezifischen Chromosomenmorphologie. Mit der Chromosomenanalyse wird diese typische Chromosomenmorphologie erfaßt. Damit lassen sich

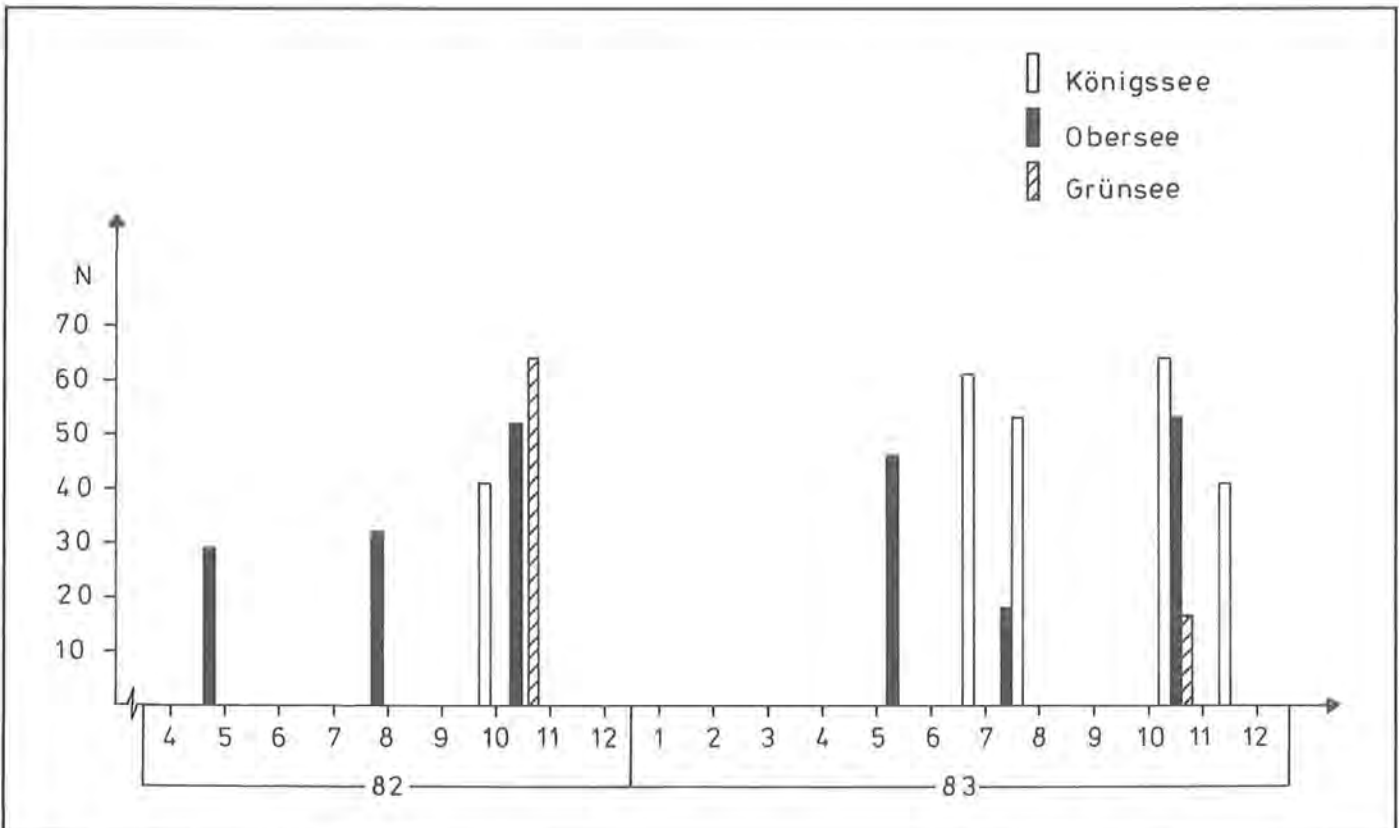


Abb. 6: Verteilung der Fische auf einzelne Fänge.

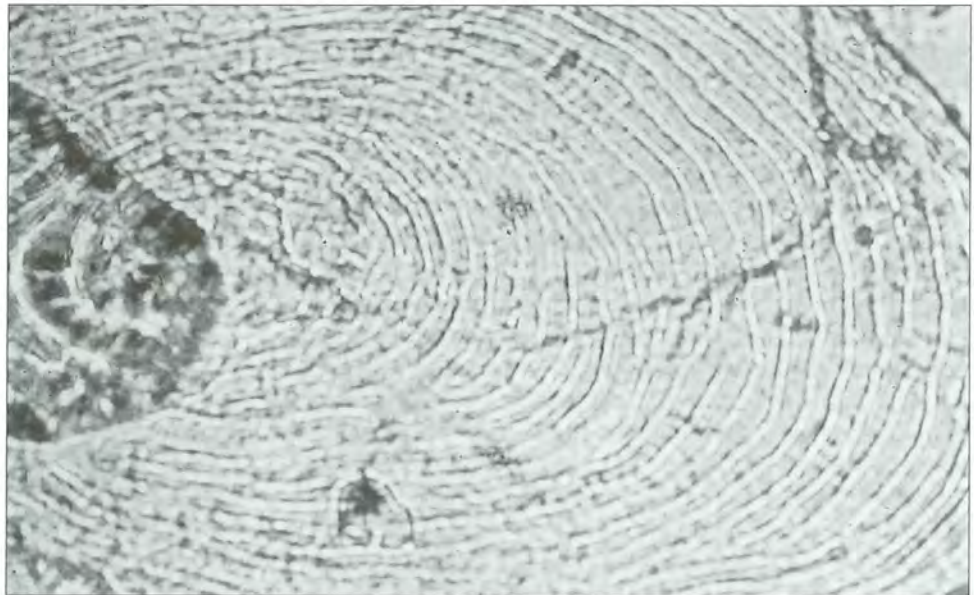
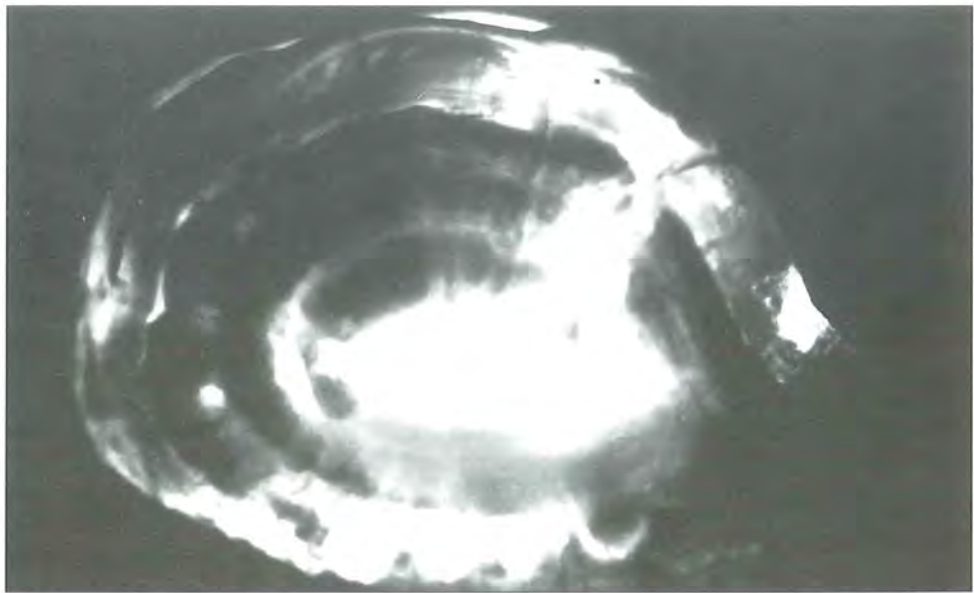


Abb. 7:
Microaufnahmen eines
Seesaiblingsotolithen
und einer Schuppe.

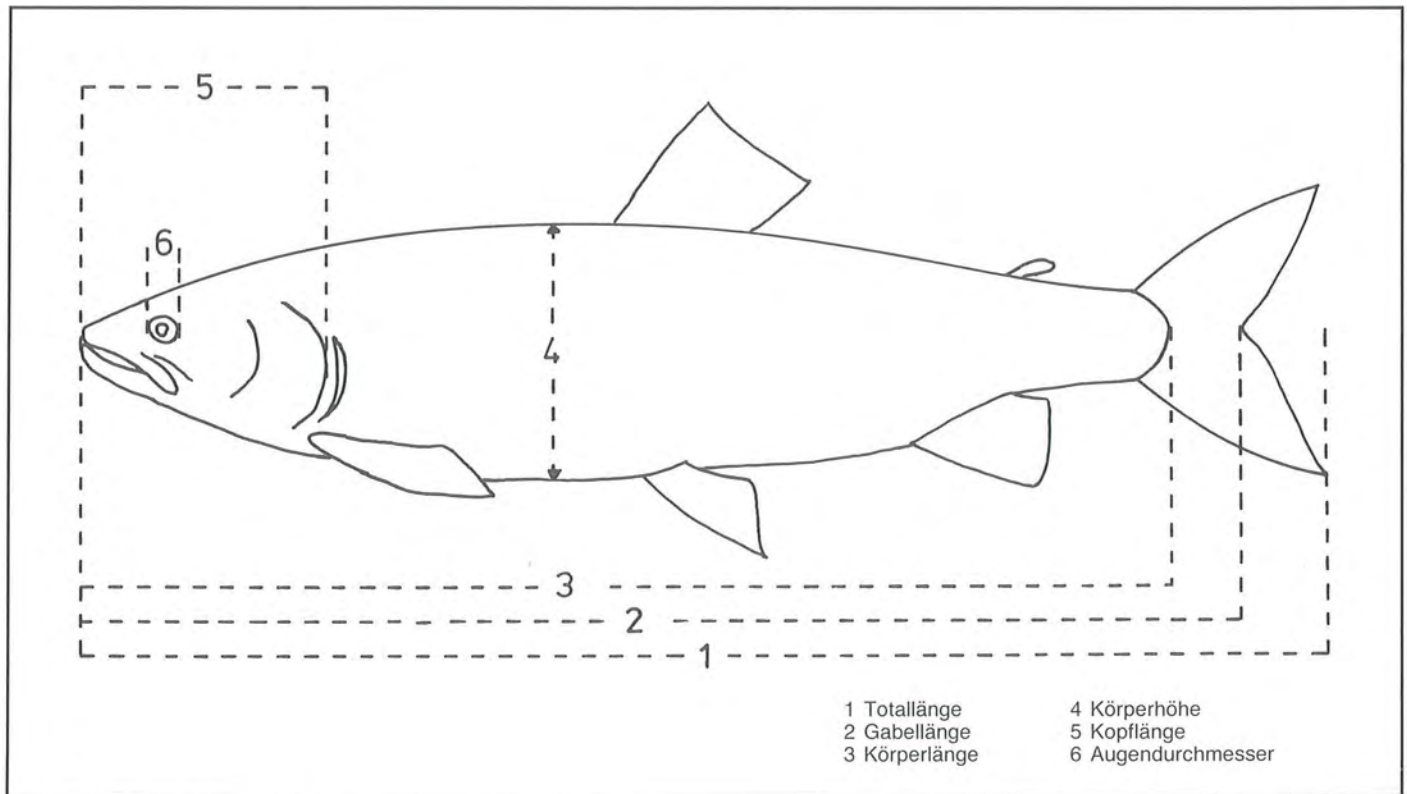


Abb. 8: Meßpunkte und -strecken.

Chromosomen nur aus zellteilungsaktivem Gewebematerial präparieren. Für Populationsuntersuchungen werden in der Regel mitotische Zellteilungen ausgenutzt. Für die lichtmikroskopische Analyse sind besonders die Metaphasechromosomen geeignet. Mit Hilfe mitosehemmender Substanzen, wie beispielsweise Colchicin oder Colcemid kann eine Zellteilung in der Metaphase arretiert werden. Dies nutzt man bei der Chromosomenpräparation in der Weise aus, daß man diese Substanzen einige Stunden vor der eigentlichen Präparation dem teilungsaktiven Probematerial zugibt, und somit sich der Anteil der Zellen, die in der Metaphase sind, erhöhen läßt. Für die Chromosomenpräparation ist als nächster Schritt erforderlich, den Gewebeverband möglichst stark in seine Einzelzellen zu dispergieren und diese Zellen dann so zu behandeln, daß man aus den Zellkernen der Metaphasezellen die Chromosomen darstellen kann.

5.2.2 Präparationsmethode

Seesaiblinge, die aus den drei Seen angelandet und lebend bis nach Weißenstephan transportiert werden konnten, wurde maximal 1 Woche in Weißenstephan gehältert und in Partien zu 8 – 12 Tieren aufgearbeitet. Sechzehn Stunden vor der Präparation wurde den Fischen eine Colchicininlösung (500 mg/ml. aq. dest.) intra muskulär injiziert, wobei 0.2 ml. dieser Lösung pro 100 g Lebendgewicht verabreicht werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Tiere getötet, möglichst schnell die Bauchhöhle eröffnet und die Niere vollständig herausgeschabt. Das Nierengewebe wird in Petrischalen mit wenigen Millilitern Hank's Salzlösung aufgefangen und dort rasch mit einer Schere möglichst stark zerkleinert. Die dabei entstehende Suspension aus kleinen Gewebestücken und Salzlösung wird in Zentrifugengläser überführt und für 25 min. bei 1800 U/min zentrifugiert. Der entstehende Überstand wird verworfen, das Zellsediment aufgeschüttelt und tropfenweise in rascher Folge wird hypotone Lösung (1 Teil MEM-Medium + 4 Teile aq. dest.), die auf 37°C vorgewärmt wurde, zugegeben. Die Einwirkungszeit dieser hypotonen Behandlung soll insgesamt 45 Minuten dauern und bei Raumtemperatur erfolgen. Nach abermaligem Zentrifugieren (15 min bei 1800 U/min) wird der Überstand verworfen, das Zellsediment aufgeschüttelt und vorsichtig vorgekühlte Fixierlösung (1 Teil Essigsäure + 3 Teile Methanol) zugegeben. Nach intensiver Durchmischung wird das Material mindestens zwei Stunden bei -20°C aufbewahrt, dann wieder zentrifugiert und noch zweimal mit Fixierlösung gewaschen. Danach wird die richtige Zelldichte in der Suspension eingestellt und das Material auf vorgereinigte Objektträger abgetropft. Am Folgetag können die luftgetrockneten Präparate gefärbt und der mikroskopischen Analyse zugeführt werden.

5.2.3 Auswertungsverfahren

Die Objektträger werden 15 Minuten mit einer 5 % Giemsa-Lösung gefärbt und dann eingedeckt. Die Auswertung erfolgte im Mikroskop bei einer 800 – 1200 fachen Vergrößerung durch die Erfassung der Chromosomenzahl und der Anzahl meta- und submetazentrischer Chromosomen. Mit der Erhebung dieser beiden Merkmale ist es möglich, die chromosomale Variabilität in der untersuchten Stichprobe zu beschreiben.

5.3 Elektrophoretische Untersuchungen

5.3.1 Genetische und biochemische Grundlagen von elektrophoretisch unterscheidbaren Enzymvarianten

5.3.1.1 Definition von Isoenzymen

Markert und Moller (1959) haben vorgeschlagen, den Ausdruck Isoenzym zu verwenden, um die verschiedenen molekularen Formen von Proteinen zu beschreiben, die gleiche katalytische Aktivität haben. Harris und Hopkinson (1976) erweiterten diese Definition, indem sie sie auf Molekülformen anwendeten, die entweder im selben Organismus (Organspezifität) auftreten, oder in verschiedenen Mitgliedern derselben Spezies (Polymorphismus). Der Ausdruck Isoenzym impliziert nur, daß unterscheidbare (z.B. durch physikalisch-chemische Methoden, wie Zonenelektrophorese) Molekülformen auftreten, er gibt noch keine Hinweise auf die strukturelle Beziehung zwischen ihnen (Harris, 1980). Im Rahmen dieser Arbeit sind vor allem Isoenzyme von Interesse, die in Populationen polymorph sind. Eine Definition für genetischen Polymorphismus stammt von Ford (1940). Sie lautet im Original: „Genetic polymorphism is a type of variation in which individuals with sharply distinct qualities coexist as normal members of a population. The condition is defined as the occurrence together in the same habitat of two or more discontinuous forms, or „phases“, of a species in such proportions that the rarest of them cannot be maintained merely by recurrent mutation.“

5.3.1.2 Ursachen für die Existenz von Isoenzymen

Rider und Taylor (1980) nennen zwei Kategorien von Ursachen für Isoenzyme. Diese sind zum einen genetisch (oder primäre), zum anderen posttranslationale (oder sekundäre) Ursachen. Die genetischen Ursachen können unterteilt werden in

- a) multiple Allelie an einem genetischen Locus und
- b) mehrere Loci codieren katalytisch ähnliche oder identische Polypeptide (Harris, 1980).

Nichtgenetische (oder sekundäre) Ursachen für die Bildung von Isoenzymen sind chemische Modifikationen. Bei diesen kann es sich um Abbauprozesse handeln, bei denen durch die Spezifität von Peptidasen Bruchstücke entstehen, die katalytisch noch aktiv, strukturell aber soweit verändert sind, daß die elektrophoretische Mobilität beeinflusst wird. Auch durch sogenannte Konformationsisomere kann es zur Bildung von Isoenzymen kommen. Das heißt, ein Makromolekül kann verschiedene Raumstrukturen einnehmen, die sich in einem thermodynamisch bedingten Gleichgewichtszustand befinden (Epstein und Schechter, 1968). Durch Extraktion und Lagerung von Enzymsuspensionen können Artefakte entstehen, die die Gefahr von Fehlinterpretationen in sich bergen (Haider, 1969). Enzyme, die Cosubstrate für ihre Funktionsfähigkeit benötigen (Dehydrogenasen), können in unterschiedlichem Maße mit ihrem Cosubstrat gesättigt sein, so daß mehrere Elektrophoresebanden nur unterschiedliche Sättigungsgrade widerspiegeln (Harris und Hopkinson, 1976). Schließlich kann durch Wechselwirkungen zwischen Proteinen und Pufferbestandteilen mehr als eine Bande aus einem primären Polypeptid gebildet werden (Cann und Goad, 1968).

5.3.1.3 Mechanismus der elektrophoretischen Trennung von Isoenzymen

5.3.1.3.1 Prinzip der Elektrophorese

Als Elektrophorese wird die Wanderung elektrisch geladener Teilchen unter dem Einfluß eines äußeren elektrischen Feldes in einer flüssigen, meist wässrigen Phase bezeichnet. Grundlage der elektrophoretischen Trennung ist die unterschiedliche Wanderungsgeschwindigkeit der Teilchen (Helbig, 1980). Bei Makromolekülen mit amphoteren Eigenschaften ist die Beweglichkeit abhängig von der mittleren Ladung, die wiederum eine Funktion des pH-Wertes des umgebenden Mediums ist, sowie der Molekülgröße und dem Reibungswiderstand im Medium, der seinerseits von der Viskosität abhängt (Helbig, 1980). Das läßt sich durch folgende Formel beschreiben:

$$u = \frac{Q}{6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta} \quad , \text{ wobei}$$

u = Beweglichkeit des Moleküls ($\frac{\text{cm}^2}{\text{V} \cdot \text{s}}$)

Q = Ladung (in Abhängigkeit vom pH-Wert; C)

r = Teilchenradius (als kugelförmig angenommen; cm)

η = Viskosität (Pas)

Die tatsächliche Wanderungsgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Produkt von Feldstärke und Beweglichkeit:

$V = u E$, wobei

V = Wanderungsgeschwindigkeit ($\frac{\text{cm}}{\text{s}}$)

E = Feldstärke ($\frac{\text{V}}{\text{cm}}$)

Von der Versuchsanstellung her gibt es also nur zwei Größen, die beeinflußt werden können: die Ladung der Moleküle durch Wahl eines geeigneten pH-Wertes sowie die Feldstärke durch Anlegung unterschiedlicher Spannungen.

5.3.1.3.2 Ladungsdifferenzen zwischen Molekülformen

Die Nettoladung eines Polypeptids ist abhängig vom pH-Wert des umgebenden Mediums (s.o.) und den pK-Werten der dissoziablen Gruppen des Moleküls. Da fast alle Polypeptide bei Vertebraten aus den bekannten 20 Aminosäuren aufgebaut sind, sind Unterschiede in der Nettoladung zweier Moleküle durch Art und Umfang der in den Molekülen vorhandenen Aminosäuren mit ionisierbaren Seitenketten bedingt. Als solche sind zu nennen die basischen Aminosäuren Lysin, Arginin und Histidin, sowie die sauren Aminosäuren Asparaginsäure und Glutaminsäure. Bei Aminosäuren mit stark polaren Seitenketten neigen außerdem Cystein und Tyrosin dazu, bei extremen pH-Werten Protonen abzugeben, sie können dann ebenfalls eine Ladung tragen (Lehninger, 1979).

5.3.1.3.3 Basensequenz der DNA und Nettoladung eines Proteins

Im vorigen Abschnitt wurde beschrieben, wie die Nettoladung eines Proteins von seiner Aminosäuresequenz abhängt. Die Aminosäuresequenz ihrerseits hängt über den Mechanismus der Proteinbiosynthese direkt von der Basensequenz der DNA ab (siehe z.B. Karlson, 1980). Dieser Zusammenhang zwischen Basensequenz und Aminosäuresequenz ist bekannt unter der Bezeichnung 'Ein-Gen-ein-Enzym' bzw. 'Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese' von Beadle, Tatum und Horowitz (Bresch und Hausmann, 1972).

5.3.1.3.4 Genetische Variation und ihre elektrophoretische Darstellbarkeit

Aus dem bereits Beschriebenen geht hervor, daß nur solche Änderungen der Basensequenz elektrophoretisch darstellbar sind, die zu einer Änderung der Nettoladung eines Proteins führen. Marshall und Brown (1975) haben unter vereinfachenden Modellannahmen abgeschätzt, wieviele Einzelbasenmutationen zu einer Ladungsänderung führen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß etwa 33% aller Aminosäuresubstitutionen Ladungsänderung nach sich ziehen. Wegen der Degeneration des genetischen Codes führen aber nur 77% aller Einzelbasenmutationen zu Aminosäuresequenzänderungen und folglich nur etwa 25% zu einer Änderung der Ladung. King (1973) hat auf den Umstand hingewiesen, daß bei Proteinen, die sich an mehreren Stellen ihrer Sequenz in ladungstragenden Aminosäuren unterscheiden, unter Umständen gleiche elektrophoretische Beweglichkeit vorliegt, weil sich Ladungsunterschiede im Gesamtmolekül kompensieren. King errechnete die Wahrscheinlichkeit für elektrophoretische Identität von Proteinen, bei unterschiedlichen Anzahlen von Sequenzunterschieden. Das Ergebnis ist in Tab. 7 dargestellt. Die bisher genannten Modelle (charge-state-models) unterstellen, daß beim Austausch einer geladenen Aminosäure gegen eine ungeladene oder umgekehrt die Nettoladung um eine Ladungseinheit geändert wird. Johnson (1974 a) legte dar, daß Ladungsänderungen nicht zu diskreten Ladungsklassen führen, sondern daß es zu einem Kontinuum von Ladungsverteilungen kommt (charge-continuum-model), da die pK-Werte der sauren und basischen Aminosäuren im Molekül nicht konstant sind, sondern durch intramolekulare Wechselwirkungen (z.B. Wasserstoffbrückenbindungen) verändert werden, so daß sich keine konstanten Ladungsänderungen in Höhe einer Einheitsladung ergeben (eine Einheitsladung entspricht in diesem Fall der Ladung eines Elektrons). Righetti (1979) konnte zeigen, daß beide Arten von Ladungsänderungen vorkommen können, weil es von der Beschaffenheit des Gesamtmoleküls abhängt, in welchem Umfang sich die Nettoladung ändert. Bei der Beurteilung des Auflösungsvermögens von elektrophoretischen Methoden müssen diese Überlegungen in Betracht gezogen werden.

Nachdem bei der Zonenelektrophorese, wie sie hier verwendet wird, Diffusionsvorgänge eine große Rolle spielen, ist unter gegebenen Bedingungen eine Mindestladungsdifferenz zwischen zwei Molekülformen zu deren Trennung nötig, um die durch Diffusion bedingte Verminderung des Auflösungsvermögens zu kompensieren. Der tatsächlich

Tab. 7: Wahrscheinlichkeit für elektrophoretische Identität von Proteinen (nach King, 1973).

n	J
1	0,700
2	0,535
3	0,438
4	0,375
5	0,333
6	0,302
7	0,279
8	0,260
9	0,248
10	0,232

n = Anzahl Differenzen in Aminosäuresequenz

J = Wahrscheinlichkeit elektrophoretischer Identität

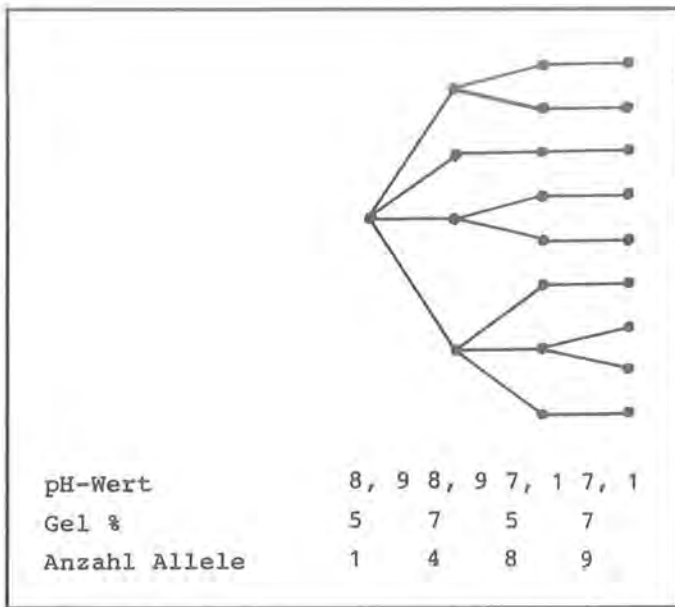


Abb. 9: Einfluß der Elektrophoresebedingungen auf die Anzahl gefundener Allele (aus Jones, 1980).

entdeckte Anteil von Enzymvarianten dürfte aus den genannten Gründen unter 25% abfallen. Jones (1980) berichtet, daß bei der elektrophoretischen Analyse einer *Drosophila pseudobscura* Population (N = 146) zunächst nur 6 Allele für das Enzym Xanthindehydrogenase entdeckt wurden. Durch entsprechende Modifikationen der Versuchsbedingungen ergab sich jedoch eine Anzahl von 37 Allelen. Bei der dort angewendeten Technik (Polyacrylamidgel) spielten auch Molekularsiebeffekte eine Rolle, aber aus Abb. 9 ist ersichtlich, daß allein eine pH-Wert-Änderung entscheidenden Einfluß auf die Anzahl entdeckter Allele hatte.

Das muß bei Populationsvergleichen beachtet werden, wenn für verschiedene Populationen dieselben Enzyme mit unterschiedlichen Elektrophoresebedingungen bearbeitet werden.

5.3.1.4 Quartärstruktur und Isoenzymmuster

Das elektrophoretisch analysierbare Isoenzymmuster hängt in charakteristischer Weise von der Quartärstruktur, das heißt von der Anzahl Untereinheiten, durch deren Kombination das funktionsfähige Enzym entsteht, ab; dadurch bilden sich definierte Gruppierungen von Isoenzymen (Rider und Taylor, 1980). In Abb. 10 sind die zu erwartenden Bandenmuster für verschiedene Quartärstrukturen, Locuskonstellationen und Vererbungsmodi dargestellt. Daraus wird deutlich, daß im Falle polymerer Enzyme Homopolymere und Heteropolymere (Hybridformen) gebildet werden. Die Homopolymere sind Assoziationen jeweils nur eines Allelproduktes, die Heteropolymere entstehen aus der Kombination der diversen Untereinheiten. Besteht kein Unterschied in der katalytischen Aktivität der Homopolymere und kombinieren die Untereinheiten frei, dann ist ihr histochemisch sichtbares Mengenverhältnis durch die binomische Verteilung gegeben. Allgemein kann die Anzahl Isoenzyme durch folgende Formel errechnet werden.

$$i = \frac{(s + n - 1)!}{n! (s - n)!} \quad (\text{Shaw, 1964}), \text{ wobei}$$

i = Anzahl Isoenzyme
 n = Anzahl Untereinheiten pro Enzymmolekül,
 s = Anzahl der verfügbaren unterschiedlichen Untereinheiten.

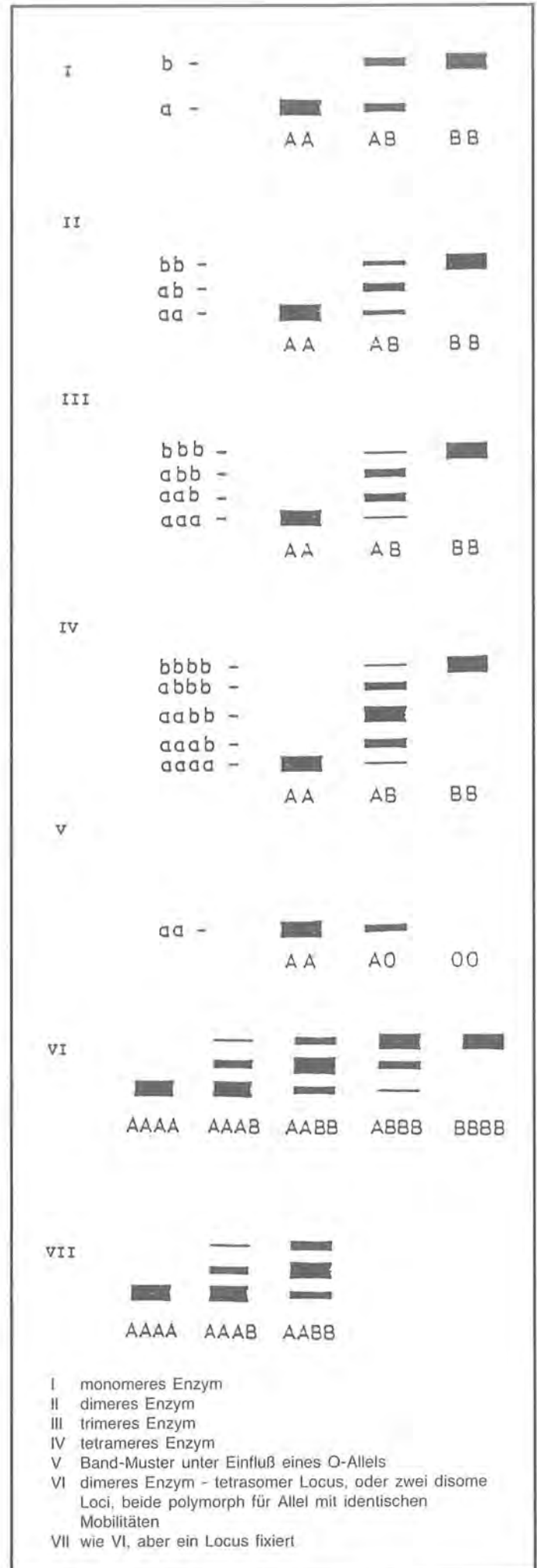


Abb. 10: Genetische Konstellation, Quartärstruktur und Banden-Muster.

Es sei darauf hingewiesen, daß nicht in jedem Fall alle zu erwartenden Hybridformen gebildet werden, weil zum Beispiel nicht alle Loci gleichzeitig exprimiert werden oder nicht alle vorhandenen Untereinheiten in gleichem Maß assoziieren können oder eine zeitliche oder räumliche Trennung bei ihrer Synthese besteht. Ein spezieller Fall kann bei geschlechtsgekoppelten polymeren Enzymen im homogametischen Organismus auftreten, wenn wie bei Säuger in jeder Zelle zufällig ein Geschlechtschromosom inaktiviert wird. Ist der fragliche Locus heterozygot, so kommt es in jeder Zelle trotzdem nur zur Bildung eines Homopolymers. Dadurch entsteht elektrophoretisch das Bild eines Monomers (Harris und Hopkinson, 1976).

5.3.1.5 Prinzip der histochemischen Enzymfärbungen

Die Sichtbarmachung der getrennten Proteinfractionen auf dem Gel erfolgt im Falle der Enzyme durch Ausnützung ihrer spezifischen katalytischen Funktionen. Dazu wird eine Lösung, die neben Substrat und Cofaktoren einen Farbstoff (MTT) enthält, auf das Gel aufgebracht. Durch eine oder mehrere gekoppelte Reaktionen wird dieser Farbstoff von einer löslichen, gelblichen Form in eine unlösliche blauviolette Form überführt. Dadurch werden alle Stellen mit entsprechender Enzymaktivität lokalisiert. In Abb. 11 ist der Reaktionsweg am Beispiel der Laktatdehydrogenase dargestellt. Andere Färbeverfahren beruhen auf der Umsetzung von synthetischen Substraten, die durch die enzymatisch katalysierte Reaktion in eine fluoreszierende Form übergehen, was durch Bestrahlung des Gels mit UV-Licht sichtbar wird.

5.3.2 Durchführung der Elektrophorese

5.3.2.1 Lysatherstellung

Die bei -25°C tiefgefrierengelagerten Muskelproben wurden aufgetaut, 2-g-Stücke mit einem Ultra-turrax (Janke und Kunkel) homogenisiert und mit 2 ml Lysispuffer versetzt. Der Lysispuffer hatte folgende Zusammensetzung (Meera Khan, 1971; modifiziert nach Grzeschik, pers. Mitt.):

5×10^{-3} M	Phosphatpuffer, pH 6.4
1×10^{-3} M	Na_2 EDTA
1×10^{-3} M	β -Mercaptoethanol
1×10^{-4} M	ϵ -Aminocapronsäure
2×10^{-5} M	NADP

Die Mischung von Homogenat und Puffer wurde 3 Gefrier-Tau-Zyklen von je 10 min. in flüssigem Stickstoff ausgesetzt, anschließend mit einigen Tropfen Tetrachlorkohlenstoff versetzt und bei 20 000 g 35 min. lang zentrifugiert. Der so erhaltene Überstand wurde für die Elektrophorese verwendet.

5.3.2.2 Apparatur und Trägermaterial

Die Elektrophoresekammern wurden nach Maßen von Grzeschik (pers. Mitt.) aus Plexiglas selbst hergestellt (siehe Abb. 12). Das Trägermaterial ist Celluloseacetatgel (Chemtron, Mailand), nach Kohn, mit einer Stärke von $500 \mu\text{m}$.

Die Gele wurden zweimal 10 Min. in den jeweiligen Laufpuffer eingelegt und vor dem Auftrag der Proben 10 Min. unter Spannung äquilibriert. Die Handhabung der Gele und das Auftragen der Proben ist in Abb. 12 dargestellt. Es wurden spannungsstabilisierte Netzgeräte mit einem Spannungsbereich von 0 — 300 V verwendet. Die Durchführung der Elektrophoresen erfolgte bei 220 V, maximal aber 20 mA.

5.3.2.3 Elektrophoresebedingungen und histochemische Färbungen der untersuchten Enzyme

Die Rezepturen stammen von Meera Khan (1971), van Someren et al. (1974) und von Grzeschik (pers. Mitt.) Für die Anwendung beim Seesaibling wurden sie teilweise modifiziert. Die Einzelheiten sind in den folgenden Tabellen (8 — 10) enthalten. Bei einigen Enzymen wurde zur Steigerung der Färbeintensität die Färbelösung in Agar Agar (0.5 g/45 ml. Lösung) eingebettet. Diese Technik des Agar-Overlay wurde von Brewer (1970) beschrieben.

L-Laktat: Substrat (siehe Abb. 11).

NAD: Oxidiertes Coenzym (Cosubstrat) Nicotinadenin dinucleotid

PMS: Katalysiert die gekoppelte Reaktion, in der NADH wieder zu NAD oxidiert wird und gleichzeitig MTT zum farbigen Formazan reduziert (Phenazinmethosulfat)

MTT: Lösliche Form des Farbstoffs (Di-Methylthiazoldiphenyltetrazolium), häufig wird stattdessen auch NBT (Nitrobluetetrazolium) verwendet

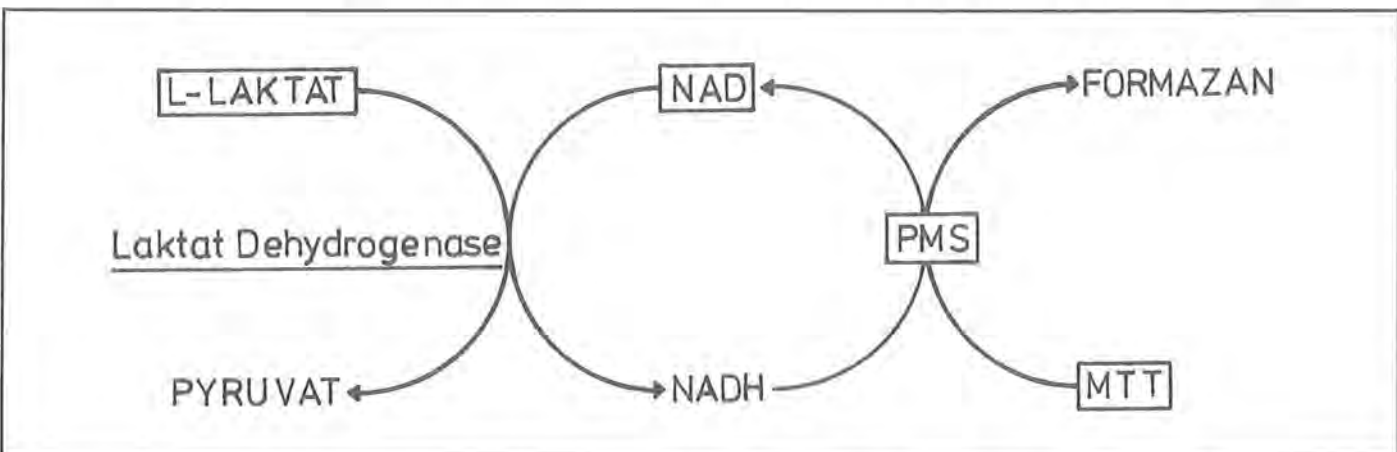
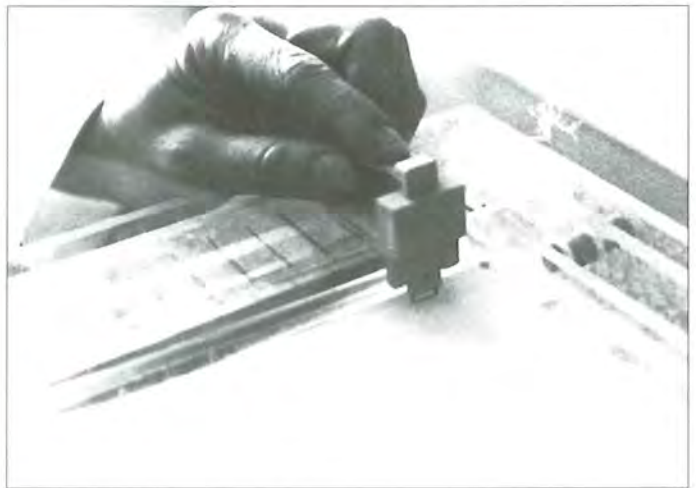
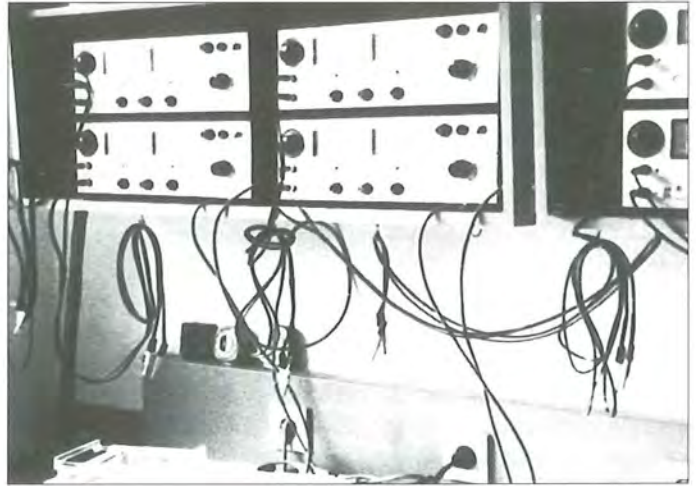
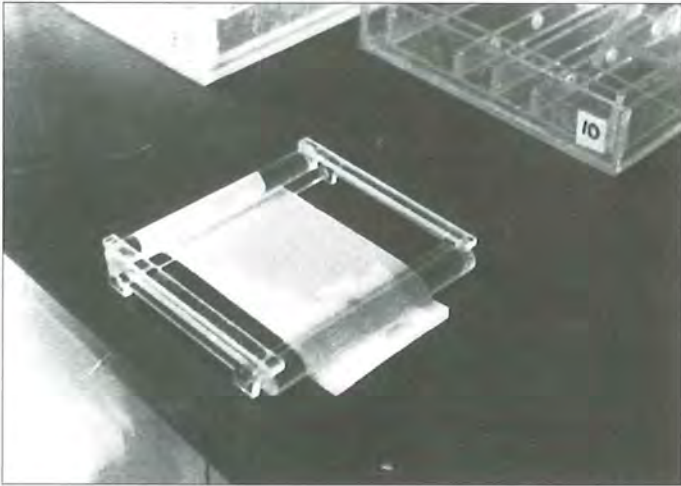
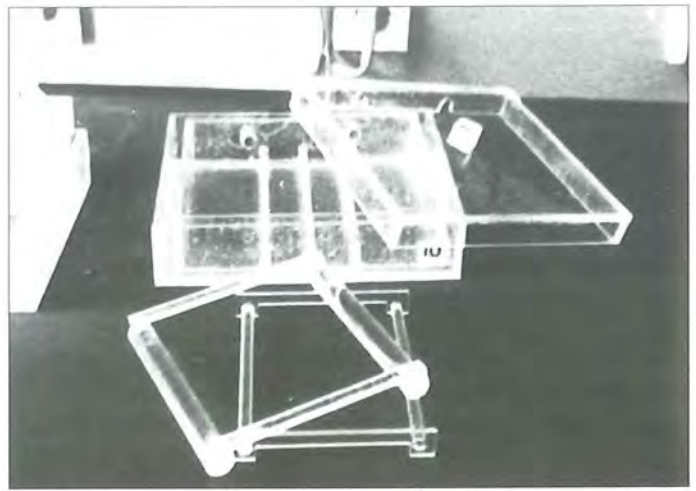
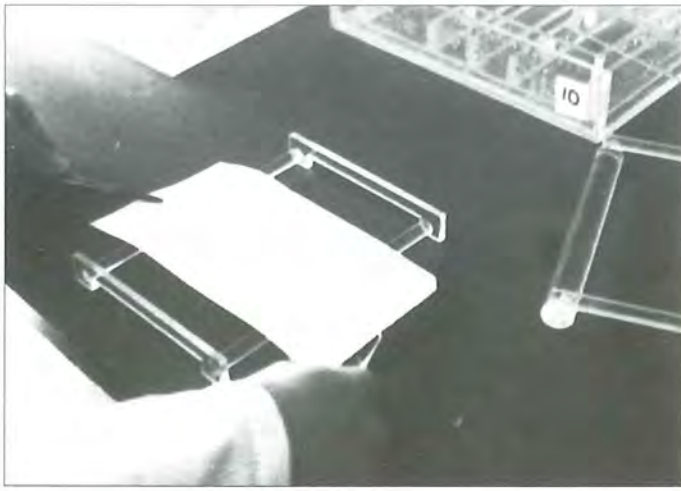


Abb. 11: Färbepinzips am Beispiel der Laktatdehydrogenase (verändert, nach Harris und Hopkinson, 1976).



Links oben: Auflegen des Gels auf die Brücke
 links mitte: Spannen
 links unten: Brücke in Kammer eingelegt

rechts oben: Kammer und Brücke
 rechts mitte: Netzgeräte
 rechts unten: Auftragen der Proben mit Hilfe eines Auftragstempels

Abb. 12: Verwendete Apparatur und ihre Handhabung.

5.3.3 Interpretation der beobachteten Band-Muster

5.3.3.1 Isoenzymnomenklatur

Die Nomenklatur für Isoenzymmuster ist recht uneinheitlich. Da ein Vergleich zwischen verschiedenen Untersuchungen

bisher wegen des Fehlens eines geeigneten Standards nur eingeschränkt möglich ist, werden hier Bezeichnungen verwendet, die innerhalb der Arbeit ein geschlossenes System bilden, aber nicht mit anderen Bezeichnungsarten übereinstimmen (siehe z.B. Allendorf und Utter, 1979). Die Tabelle 11 enthält die notwendigen Angaben zur Nomenklatur.

Tab. 8: Laufpuffer.

Lösung I		Lösung II		pH	Endvolumen	
L 1	Tris	0.02 M	24,2 g	$C_6H_8O_7$ Konz.	7.50	10 000 ml
L 2	Veronal	0.04 M	82,5 g	-	10.50	10 000 ml
L 3	Tris	0.025 M	30,285 g	$C_6H_8O_7$ Konz.	6.00	10 000 ml
L 4	$Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$	0.01 M	17,8 g	$C_6H_8O_7$ Konz.	7.00	10 000 ml
L 5	Bernsteinsre. $C_4H_6O_4$	0.053 M	18,9 g	di-Natriumtetraborat $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ 61,02 g/l l	6.00	3 000 ml
L 6	Tris	0.04 M	48,4 g	$C_6H_8O_7$ Konz.	6.00	10 000 ml
L 7	Veronal	0.02 M	41,26 g	-	10.50	10 000 ml
L 8	Tris	0.02 M	24,2 g	$C_6H_8O_7$ Konz.	6.00	10 000 ml
L 9	Tris	0.032 M	38,8 g	$C_6H_8O_7 \cdot x H_2O$ 18,48 g/2 l	6.10	10 000 ml
	EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$)	0.0032 M	9,4 g	Na_2 EDTA 3,0 g ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot x 2 H_2O$)		
L 10	$Na_2HPO_4 \cdot 2 H_2O$	0.01 M	17,8 g	$NaH_2PO_4 \cdot x H_2O$ 13,8 g/500 ml	7.50	10 000 ml
L 11	Tris	0.06 M	72,8 g	$C_6H_8O_7 \cdot x H_2O$ 63,0 g/1 l	7.50	10 000 ml
	EDTA	0.0032 M	9,4 g	6,0 g Na_2 EDTA $\cdot x 2 H_2O$		
L 12	Tris	0.016 M	19,4 g	$C_6H_8O_7 \cdot x H_2O$ 4,2 g/2 l	7.00	10 000 ml
	EDTA	0.0032 M	9,4 g	1,5 g Na_2 EDTA $\cdot x 2 H_2O$		
L 13	Veronal	0.013 M	27,5 g	-	10.50	10 000 ml
L 14	Tris	0.06 M	72,8 g	$C_6H_8O_7 \cdot x H_2O$ 31,52 g/2 l	7.50	10 000 ml
	EDTA	0.0032 M	9,4 g	3,0 g Na_2 EDTA $\cdot x 2 H_2O$		

Tab. 9: Färbepuffer.

Lösung I		Lösung II		pH	Endvolumen		
F 1	Tris (C ₄ H ₁₁ NO ₃)	0,36 M	4,36 g HCl	1 N	8,0	100 ml	
F 2	Tris Na ₂ EDTA x 2 H ₂ O	1,0 M 0,004 M	12,11 g 0,149 g	HCl 1 N	8,6	100 ml	
F 3	Tris	0,5 M	6,057 g	HCl	1 N	7,8	100 ml
F 4	Tris	2 M	24,22 g	HCl	1 N	8,0	100 ml
F 5	Tris	0,1 M	1,21 g	HCL	1 N	9,0	100 ml
F 6	Tris	0,5 M	6,057 g	HCl	1 N	7,5	100 ml
F 8	Na ₂ HPO ₄ x 2 H ₂ O	0,25 M	4,45 g	KH ₂ PO ₄	3,4 g/50 ml	7,5	100 ml
F 9	Na ₂ HPO ₄ x 2 H ₂ O	0,02 M	0,356 g	NaH ₂ PO ₄ x H ₂ O	0,104 g/30 ml	7,5	100 ml
F 10	KH ₂ PO ₄	0,05 M	0,68 g	Na ₂ HPO ₄	0,89 g/50 ml	6,5	100 ml
F 11	Natriumacetat (CH ₃ COONa)	0,25 M	2,05 g	Essigsäure (96 %)	0,150 g/50 ml	5,2	100 ml
F 12	Natriumacetat (CH ₃ COONa)	0,5 M	4,1 g	Essigsäure (96 %)	3 g/50 ml	5,0	100 ml
F 13	Natriumcar- bonat (Na ₂ CO ₃)	0,25 M		Na-hydrogencarbonat NaHCO ₃	4,2 g/25 ml	10,0	100 ml
F 14	Veronal	0,04 M	0,825 g	-		10,0	100 ml

Tab. 10: Spezifische Färbeverfahren und Elektrophoresebedingungen.

Adenylat Kinase	AK	E.C. 2.7.4.3	
Auftrageort: K ¹⁾	Laufpuffer: L 1	Laufzeit: 3 h	
Färbepuffer: F 1	2 ml	Inkubationszeit: 30 min.	
Färbelösung:			
D-Glucose		30 mg/ml	0,2 ml
MgLC ₂ x 6 H ₂ O		0,4 M	0,2 ml
Adenosin 5'-diphosphat			14 mg
β-nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat		4 mg/ml	0,4 ml
MTT		2 mg/ml	0,4 ml
Phenazin-Methosulfat		0,4 mg/ml	0,4 ml
Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase		1 mg/ml	0,01 ml
Hexokinase		2 mg/ml	1,01 ml
Enolase	Eno	E.C. 4.2.1.11	
Auftrageort: K 1/3	Laufpuffer: L 2	Laufzeit: 3 h	
Färbepuffer: I F 6	3 ml	Inkubationszeit: 5 min.	
	II F 1	1 ml	
Färbelösung:			
I. Glycerat-2-Phosphat		10 mg/ml	0,4 ml
MgCl ₂ x 6 H ₂ O		0,1 M	0,4 ml
Adenosin-5'-diphosphat		10 mg/ml	0,4 ml
Pyruvat-Kinase		2 mg/ml	0,04 ml
Lactat-Dehydrogenase		5 mg/ml	0,04 ml
NADH		10 mg/ml	0,4 ml
II. Phenazin Methosulfat		0,4 mg/ml	1 ml
MTT		2 mg/ml	1 ml

Das Gel bleibt solange in Färbelösung I, bis unter UV das Band-Muster erkennbar wird, dann kann mit Färbelösung II gegengefärbt werden.

1) Die Symbole für die Auftragsorte bedeuten:
K = kathodenseitig, K/3 = 1/3 der maximalen Laufstrecke von der Kathode entfernt.

Esterase	Es-D	E.C.	
Auftrageort: K	Laufpuffer: L 3	Laufzeit: 1 1/2 h	
Färbepuffer: F 11	7 ml	Inkubationszeit 10 min.	
Färbelösung:			
Methyl-Umbelliferyl-Acetat			10 mg
Aceton CH ₃ COCH			3 ml
Fumarase	FH	E.C. 4.2.1.2	
Auftrageort: K	Laufpuffer: L 4	Laufzeit: 1 3/4 h	
Färbepuffer: F 9	2 ml	Inkubationszeit: 30 min.	
Färbelösung:			
β-Nicotinamid-Adenin-Dunucleotid		10 mg/ml	0,4 ml
MTT		2 mg/ml	0,8 ml
Phenazin-Methosulfate		0,4 mg/ml	0,8 ml
Na ₂ -Fumarat			32 mg
Malatdehydrogenase		5 mg/ml	20 μl
α-Galactosidase	α-Gal	E.C. 3.2.1.22	
Auftrageort: K	Laufpuffer: L 5	Laufzeit: 3 1/2 h	
Färbepuffer: I F 12	2 ml	Inkubationszeit: 30 min.	
Färbelösung:			
I 4-Methylumbelliferyl- α-D-Galactosid			4 mg
H ₂ O dest.			2 ml
II Alkalisierung mit Färbepuffer F 13			
am Ende der Inkubationszeit			
Glutamat-Oxalacetat- Transaminase	GOT	E.C. 2.6.1.1	
Auftrageort: K	Laufpuffer: L 4	Laufzeit: 1 3/4 h	
Färbepuffer: F 2	3 ml	Inkubationszeit: 30 min.	
Färbelösung:			
Ketoglutar Säure		15 mg/ml	0,4 ml
L-Asparat		30 mg/ml	0,4 ml
Pyridoxal-5-Phosphat		0,5 mg/15 ml	0,6 ml
Fast Blue BB Salt			8 mg

Fortsetzung nächste Seite

Tab. 10: Fortsetzung.

Glyoxalase	GLO	E.C. 4.4.1.5
Auftrageort: K Laufpuffer: L 7 Laufzeit: 2 h		
Färbepuffer: I F 10 3,2 ml Inkubationszeit: 30 min.		
I F 14		
III F 5 3,6 ml		
Färbelösung:		
I Methylglyoxal CH ₃ COCHO	50 % in H ₂ O	0,2 ml
L-Glutathion reduziert		24 mg
MTT	2 mg/ml	0,8 ml
Dauer 5 min.		
II In Färbepuffer F 14 wenden		
III 2,6-Dichlorphenolindophenol-Natriumsalz	2 mg/ml	0,4 ml
Hexosaminidase	Hex	E.C. 3.2.1.30
Auftrageort: K Laufpuffer: L 6 Laufzeit: 3		
Färbepuffer: I F 12 2 ml Inkubationszeit: 30 min.		
II F 13		
I 4-Methylumbelliferyl-2-acetamido-2-deoxy-β-D-galactopyranoside		4 mg
H ₂ O dest.		2 ml
II Alkalisierung mit Färbepuffer F 13 (am Ende der Inkubationszeit)		
Lactatdehydrogenase	LDH	1.1.1.27
Auftrageort: K 1/3 Laufpuffer: L 2 Laufzeit: 5 1/2 h		
Färbepuffer: F 2 2 ml Inkubationszeit: 5 min.		
Färbelösung:		
DL-Lactat	4,484 g	2 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid	10 mg/1 ml	0,8 ml
MTT	2 mg/1 ml	0,8 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/1 ml	0,8 ml
Malat-Dehydrogenase „Malic Enzyme“	ME	E.C. 1.1.1.40
Auftrageort: K Laufpuffer: L 8 Laufzeit: 1 1/2 h		
Färbepuffer: F 1 2 ml Inkubationszeit: 30 min.		
Färbelösung:		
L-Malat	2,68 g/10 ml	0,4 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat	4 mg/1 ml	0,8 ml
MTT	2 mg/1 ml	0,4 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/1 ml	0,4 ml
MgCl ₂	0,1 M	0,4 ml
Malat-Dehydrogenase	MDH	E.C. 1.1.1.37
Auftrageort: K Laufpuffer: L 9 Laufzeit: 3 h		
Färbepuffer: F 2 2 ml Inkubationszeit: 30 min.		
Färbelösung:		
L-Malat	2,68 g/10 ml	0,4 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid	10 mg/1 ml	0,4 ml
MTT	2 mg/1 ml	0,8 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/ml	0,8 ml
Nucleosid-Phosphorylase	NP	E.C. 2.4.2.1
Auftrageort: K Laufpuffer: L 10 Laufzeit: 1 1/4 h		
Färbepuffer: F 8 4,0 ml Inkubationszeit: 30 min.		
Färbelösung:		
Inosin	10 mg/ml	0,4 ml
Xanthin-Oxidase	10 mg/ml	0,04 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/1 ml	0,4 ml
MTT	2 mg/1 ml	0,4 ml
6-Phosphogluconat-Dehydrogenase	6-PGD	E.C. 1.1.1.44
Auftrageort: K Laufpuffer: L 11 Laufzeit: 3 h		
Färbepuffer: F 2 Inkubationszeit: 20 min.		
Färbelösung:		
MgCl ₂	0,1 M	0,4 ml

β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat	4 mg/1 ml	0,4 ml
Gluconat-6-phosphat	10 mg/1 ml	0,4 ml
MTT	2 mg/1 ml	0,4 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/1 ml	0,4 ml

3-Phosphoglycerat-Kinase	PGK	E.C. 2.7.2.3
Auftrageort: K Laufpuffer: L 12 Laufzeit: 2 h		
Färbepuffer: I F 1 2 ml Inkubationszeit: I 10 min.		
II F 1 1 ml		
Färbelösung:		
I MgCl ₂	0,1 M	0,4 ml
Na ₂ EDTA x 2 H ₂ O	0,054 M	0,4 ml
NADH	10 mg/ml	0,4 ml
Adenosin-5'-triphosphat	35 mg/ml	0,4 ml
Glycerat-3-phosphat	30 mg/ml	0,4 ml
Glycerinaldehyd-3-phosphat-Dehydrogenase	10 mg/1 ml	0,01 ml
II Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/ml	1 ml
MTT	2 mg/ml	1 ml

Phosphoglucomutase	PGM	E.C. 2.7.5.1
Auftrageort: K Laufpuffer: L 4 Laufzeit: 3 h		
Färbepuffer: F 1 1,6 ml Inkubationszeit: 30 min.		
Färbelösung:		
MgCl ₂	0,1 M	0,4 ml
Na ₂ EDTA x 2 H ₂ O	0,054 M	0,4 ml
KCN	0,003 M	0,4 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat	4 mg/1 ml	0,4 ml
Glucose-1.6-diphosphat	1 mg/6 ml	0,4 ml
α-D-Glucose-1-Phosphat	16 mg/ml	0,8 ml
Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase	1 mg/1 ml	0,4 ml
MTT	2 mg/ml	0,4 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/ml	0,4 ml

Phosphomannose-Isomerase	PMJ	E.C. 5.3.1.8
Auftrageort: K Laufpuffer: L 13 Laufzeit: 3 h		
Färbepuffer: F 1 3,6 ml Inkubationszeit: 1 h		
Färbelösung:		
D-Mannose-6-phosphat	30 mg/ml	4,0 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat	6 mg/1 ml	1 ml
Phosphoglucomutase	2 mg/1 ml	0,04 ml
Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase	1 mg/1 ml	0,04 ml
MTT	2 mg/ml	0,4 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/ml	0,4 ml
MgCl ₂	0,1 M	0,4 ml

Glucosephosphat-Isomerase	GPJ =	E.C. 5.3.1.9
Phosphohexose-Isomerase	PHJ	
Auftrageort: K Laufpuffer: L 4 Laufzeit: 2 h		
Färbepuffer: F 9 3,6 ml Inkubationszeit: 10 min.		
Färbelösung:		
MgCl ₂	0,41 M	0,8 ml
D-Fructose-6-Phosphat	15 mg/ml	0,4 ml
β-Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat	4 mg/ml	1 ml
Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase	1 mg/ml	0,04 ml
Phenazin-Methosulfat	0,4 mg/ml	0,4 ml
MTT	2 mg/ml	0,4 ml

Superoxid-dismutase	SOD	E.C. 1.15.1.1
Auftrageort: K Laufpuffer: L 14 Laufzeit: 3 h		
Färbepuffer: F 2 4 ml Inkubationszeit: 2 h		
Färbelösung:		
Nitro Blue Tetrazolium	5 mg/ml	1 ml
Phenazin-Methosulfat	4 mg/ml	0,4 ml

Tab. 11: Isoenzymnomenklatur.

Bezeichnete Größe	Art der Bezeichnung	Beispiel
Enzym (Polypeptid)	Großbuchstaben (2 oder mehr)	PGM
Locus	Kleinbuchstaben, Buchstabenfolge identisch; bei mehreren Loci für 1 Enzym werden Ziffern nachgestellt	pqm
Allel	Großbuchstaben, an einem Locus entsprechend abnehmender Mobilität in alphabetischer Reihenfolge	(pqm-1)-A ¹)
Genotyp	Kombination der Allelbezeichnungen	(pqm-1)-AA
Proteinuntereinheiten	Kleinbuchstaben, die auf das entsprechende Allel bezogen sind; bei sekundär bedingten Isoenzymen: x, y, z	(pqm-1)-aa (pqm-1)-ab x, y, z
Phänotyp	Bei eindeutiger Zuordnung identisch mit Genotypbezeichnung, sonst entsprechend den Phänotypklassen mit Kombination von Allelbezeichnungen	(pqm-1)-AB mdh — AAB

1) Geht aus dem Zusammenhang klar hervor, um welchen Locus es sich handelt, wird die Locusbezeichnung weggelassen.

Ist es nötig, zwischen mitochondrialen und cytoplasmatischen Formen zu unterscheiden, so geschieht dies durch Vorsetzen eines m oder s (soluble) vor die Bezeichnung des Enzyms oder des Locus.

5.3.3.2 Adenylatkinase

Dieses Enzym zeigte keine Varianten. Das 3-Band-Muster (siehe Abb. 13) entspricht nicht der Erwartung für ein monomeres Enzym. Deshalb bleibt ungeklärt, welchen Ursprungs diese Banden sind. Es kann lediglich vermutet werden, daß es sich bei den Banden x und y um sekundäre Isoenzyme oder um Aktivitäten anderer Enzyme handelt. Solche Restaktivitäten sind immer möglich, weil im Rohextrakt ja auch gewisse Konzentrationen an Substraten für andere Enzyme enthalten sind. Die Bande Z könnte das primäre Genprodukt darstellen: Die Interpretation lautet deshalb: Es handelt sich um einen Locus ak, der in der Stichprobe keine elektrophoretisch analysierbare Variation zeigt. Allendorf et al. (1977) fanden bei *Salmo trutta* ebenfalls ein invariantes 3-Band-Muster. Sie nehmen die Existenz von 3 Loci an. Diese Interpretation wurde von Andersson et al. (1983) für den Seesaibling übernommen. Im Sinne einer konservativen Schätzung (d.h. Schätzung der Mindestanzahl Loci) kann diese Interpretation nicht übernommen werden. Auch Harris und Hopkinson (1976) nehmen für ein invariantes 3-Band-Muster dieses Enzyms beim Menschen nur einen Locus an.

5.3.3.3 Enolase

Das 3-Band-Muster (siehe Abb. 14) dieses Enzyms läßt aufgrund seiner dimeren Quartärstruktur zwei Deutungen zu. Es kann sich hier wie bei der Adenylatkinase um 3 Isoenzyme handeln, von denen nur eines primär ist, während die anderen beiden durch posttranslationale Mechanismen entstehen. Es kann sich aber auch um ein Band-Muster handeln, das dadurch zustande kommt, daß zwei Loci für verschiedene Allele fixiert sind. Für diese Interpretation spricht die Tatsache, daß beim Menschen, wie bei anderen Säugern, 3 Loci für Enolase codieren, von denen im Muskel nur

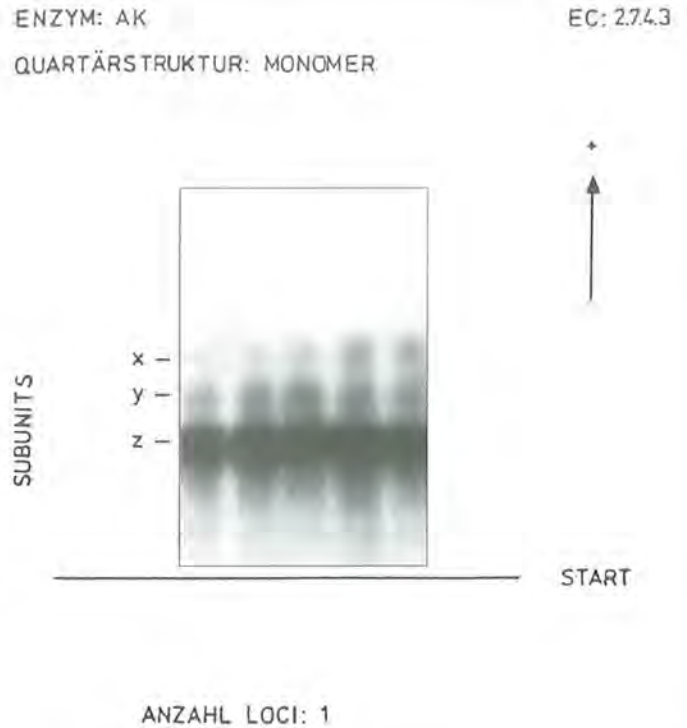


Abb. 13.

einer exprimiert wird (Rider und Taylor, 1980), so daß sich in Elektropherogrammen nur eine Bande findet. Aufgrund der umfangreichen Duplizierung von Loci in Salmoniden kann es durchaus zur Expressierung von 2 Loci im Muskel kommen. Cory und Wold (1966) fanden im Forellenmuskel (*Salmo gairdneri*) 3 Isoenzyme, die in ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften sehr ähnlich waren. Da auch Bailey et al. (1969) wegen des 3-Band-Musters und der Ergebnisse von Cory und Wold (1966) 2 Loci annehmen, soll diese Interpretation auch hier angewendet werden.

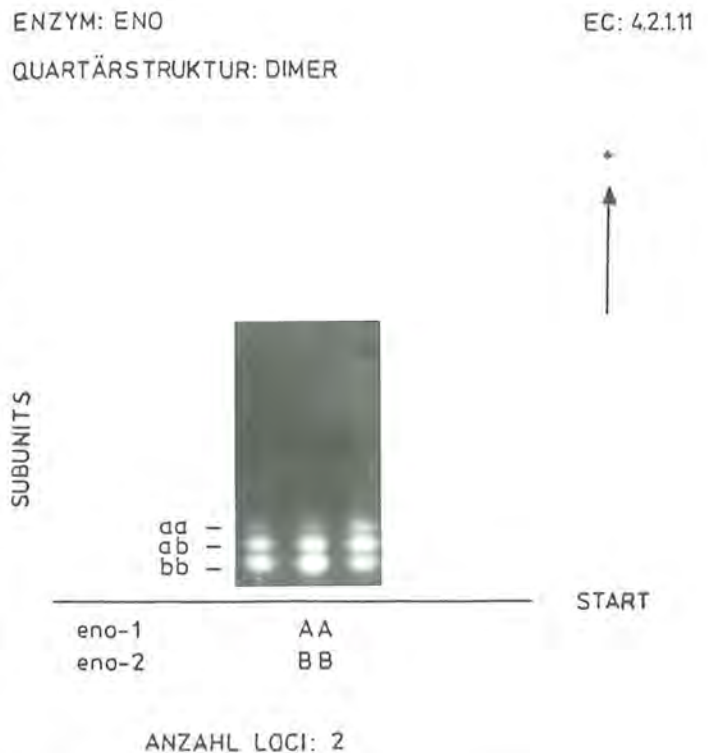
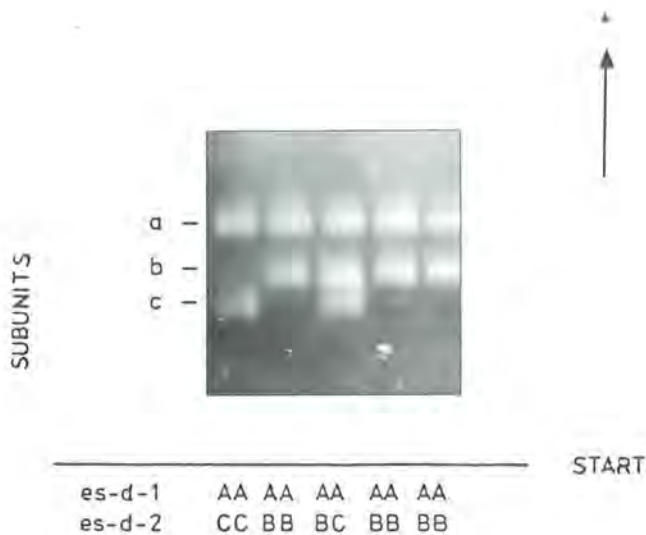


Abb. 14.

ENZYM: ES-D

EC: 3.1.1.1

QUARTÄRSTRUKTUR: MONOMER



ANZAHL LOCI: 2

Abb. 15.

5.3.3.4 Esterase-D

Hopkinson et al. (1973) entdeckten einen Esterasetyp, der im Gegensatz zu anderen Esterasen nicht mit Naphtylsubstraten reagiert, sondern mit 4-Methyl-Umbelliferylestern. Die Bezeichnung Esterase-D stammt aus der Humangenetik (Harris und Hopkinson, 1976). Hier charakterisiert der Ausdruck lediglich die Substratspezifität des untersuchten Enzyms. Das beobachtete Band-Muster läßt sich unter der Annahme zweier Loci erklären (siehe Abb. 15). Der Locus *es-d-2* ist polymorph für 2 Allele (B und C). Esterasen wurden bei Fischen sehr häufig untersucht (Mangaly und Jamieson, 1978; Utter et al., 1970; Simonarsen und Watts, 1963; Ridgway et al., 1970; Khanna et al., 1975 b; Grossman, 1977; Allendorf et al., 1977). Der von Nyman (1965, 1967) entdeckte Esterasepolymorphismus bei Salmoniden ist hier von besonderem Interesse. Es muß aber festgestellt werden, daß Nyman mit Naphtylsubstraten gearbeitet hat; das heißt, der hier gefundene Polymorphismus ist nicht mit denen nach Nymans Methode erarbeiteten vergleichbar.

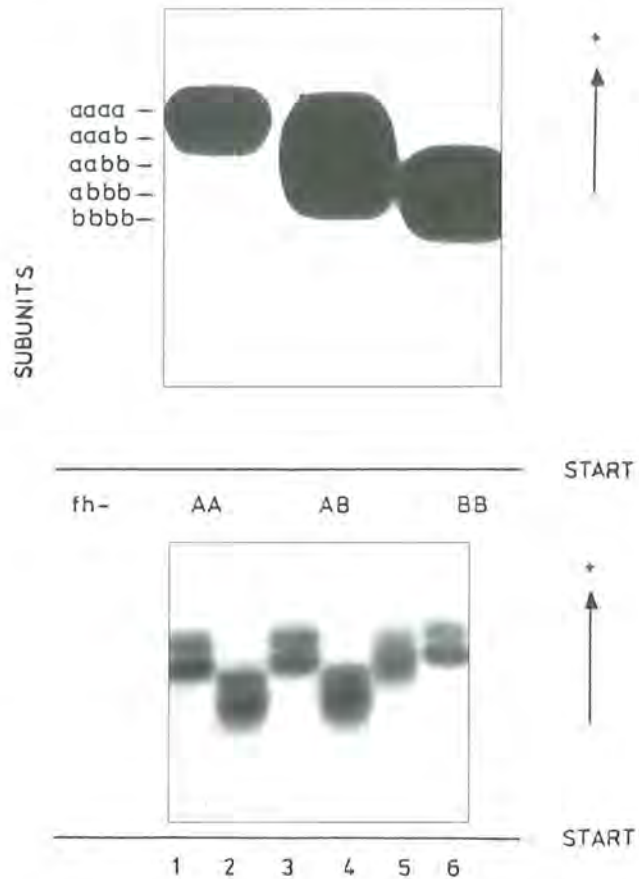
5.3.3.5 Fumarase

Hier handelt es sich um ein schwer zu analysierendes Enzym. Darnall und Glotz (1972) und Harris und Hopkinson (1976) bezeichnen das Enzym als tetramer, ausgehend von Untersuchungen an Schwein und Mensch, Draig et al. (1976) bestätigen dies für somatische Zellkulturen von Mensch und Hamster, berichten aber weiter, daß dieses Enzym in einer mitochondrialen und einer cytoplasmatischen Form existiert. Es kann sich dabei um die Genprodukte zweier Loci handeln. Graig et al. (1976) halten es aber

ENZYM: FH

EC: 4.2.1.2

QUARTÄRSTRUKTUR: TETRAMER



S. fontinalis 1,3,5,6
S. namaycush 2,4

1 LOCUS

Abb. 16.

für wahrscheinlicher, daß eine der beiden Formen durch sekundäre Modifikation aus der anderen entsteht, also nur ein genetischer Strukturlocus existiert. Vor diesem Hintergrund wird die Interpretation des Band-Musters beim Seesaibling (siehe Abb. 16) erheblich erschwert. Zunächst läßt dieses Muster auf einen 2-Allele-1-Locus-Polymorphismus schließen. Die Quartärstruktur ist nicht erkennbar, weil die Mobilitätsunterschiede der beiden primären Isoenzyme so gering bzw. die Diffusion auf dem Gel so stark ist, daß keine ausreichende Trennung der verschiedenen Heteropolymere erfolgt. Zusätzlich erschwert wird die Interpretation durch die oben erwähnten mitochondrialen Formen. Es kann wiederum nur vermutet werden, daß die Banden der Homozygoten bei besserer Trennmöglichkeit in zwei Zonen fallen würden, wobei es sich um die cytoplasmatischen und die mitochondrialen Formen handeln würde. Einen Hinweis dafür gibt das Zymogramm der Fumarase vom Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) in Abb. 16, bei dem deutlich zwei getrennte Banden auftreten. Vuorinen et al. (1981) fanden zwei polymorphe Loci bei *Coregonus albula*. Sie geben aber keine Interpretation für diese Polymorphismen; das Zymogramm ist nicht in der Veröffentlichung enthalten. Allendorf et al. (1977) fanden bei *Salmo trutta* ein 2-Band-Muster ohne Varianten und nehmen zwei Loci als genetische Basis an. Aufgrund der o.g. Interpretation von Craig et al. (1976)

wird die beobachtete Variation im Sinne von zwei Allelen an einem Locus erklärt. Es wird angenommen, daß die mitochondriale Form zeitlich oder räumlich getrennt aus der cytoplasmatischen Form entsteht.

5.3.3.6 α -Galactosidase

Dieses Enzym zeigte keine Variation, alle Zymogramme zeigen nur eine Bande (siehe Abb. 17). Unabhängig von der Quartärstruktur lautet die Interpretation bei einer einzelnen invarianten Bande: Es handelt sich um die Exprimierung mindestens eines Locus mit einem Allel (Allendorf und Utter, 1979).

5.3.3.7 Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Dieses Enzym wird auch als Aspartat-Amino-Transferase bezeichnet. Es besitzt eine dimere Quartärstruktur (Harris und Hopkinson, 1976); Darnall und Klotz, 1972; Wright et al., 1980). Eine Bestätigung dafür sind die heterozygoten Phänotypen der s-GOT beim Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) in Abb. 18. Beim Seesaibling traten keine Varianten auf, er besitzt nur das Allel B. Die beiden schwächer wandernden Banden werden als Formen der m-Got interpretiert. Lynch und Vyse (1979) fanden für m-Got ein ähnliches Bandenmuster bei der Äschenart (*Thymallus arcticus*). Sie glauben, daß zwei Loci dafür codieren. Es fällt allerdings auf, daß die entsprechenden Hybridbanden fehlen. Aus den bereits dargelegten Gründen wird als Mindestanzahl Loci für m-GOT nur einer angenommen. Für verschiedene Salmoniden wurde nachgewiesen, daß sie duplizierte Loci für s-GOT besitzen (Allendorf und Utter, 1976: *Salmo clarki*; Allendorf et al., 1975: *Salmo gairdneri*; Wright et al., 1980: *Salvelinus fontinalis*; Kornfield et al., 1981: *Salvelinus alpinus*). Die

ENZYM: α -Gal

EC: 3.2.1.22

QUARTÄRSTRUKTUR: DIMER



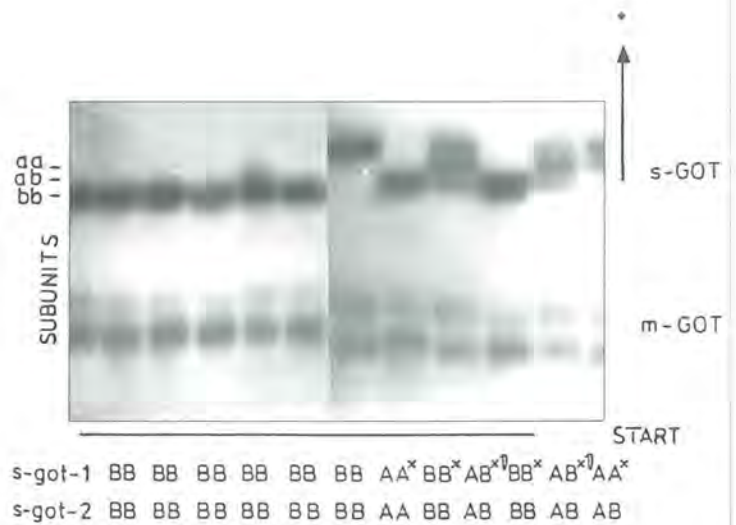
ANZAHL LOCI: 1

Abb. 17.

ENZYM: GOT

EC: 2.6.1.1

QUARTÄRSTRUKTUR: DIMER



s-got-1 BB BB BB BB BB BB AA* BB* AB* BB* AB* AA*
s-got-2 BB BB BB BB BB BB AA BB AB BB AB AB

ANZAHL LOCI: 3

* = *S. fontinalis*

1) oder AA
BB

Abb. 18.

Variation in der Intensität der heterozygoten Bachsaiblinge (*Salvelinus fontinalis*) spricht ebenfalls für diesen Befund. Die untersuchten Seesaiblinge müßten dann als monomorph für das Allel B an beiden Loci interpretiert werden. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß einer der Loci homozygot für ein O-Allel ist, der zweie homozygot für das Allel B. Als genetische Basis werden zwei Loci für s-GOT und ein Locus für m-GOT angenommen.

5.3.3.8 Glyoxalase

In allen Gelen zeigte dieses Enzym nur eine invariante Bande. Auch bei den zum Vergleich untersuchten Salmoniden (*Salmo gairdneri*, *Salvelinus namaycush*, *Salvelinus fontinalis*, *Coregonus albula*) zeigten sich keine Varianten. Das Zymogramm ist in Abb. 19 dargestellt.

5.3.3.9 Hexosaminidase

Bei *Coregonus wartmanni* (eigene Uters. unveröffentl.) zeigt dieses Enzym einen Polymorphismus, der auf einen Locus mit zwei Allelen bei monomerer Quartärstruktur schließen läßt. Bei *Salmo gairdneri* zeigte sich eine Bande mit deutlich unterschiedlicher Mobilität (s. Abb. 20). Beim Seesaibling trat keine Variation auf.

5.3.3.10 Laktatdehydrogenase

In höheren Vertebraten existieren in somatischen Zellen mindestens zwei Loci für das Enzym Laktatdehydrogenase,

die als LDH-M (Muskel) und LDH-H (Herz) bzw. LDH-A und LDH-B bezeichnet werden (Rider und Taylor, 1980). Zusätzlich wird in postpubertärem Hodengewebe und im Sperma ein Locus LDH-x (Harris, 1980), auch als LDH-c bezeichnet (Rider und Taylor, 1980) exprimiert. Aufgrund der tetrameren Struktur bildet sich in Homozygoten ein typisches 5-Band-Muster aus den Polypeptiden, die von LDH-M und

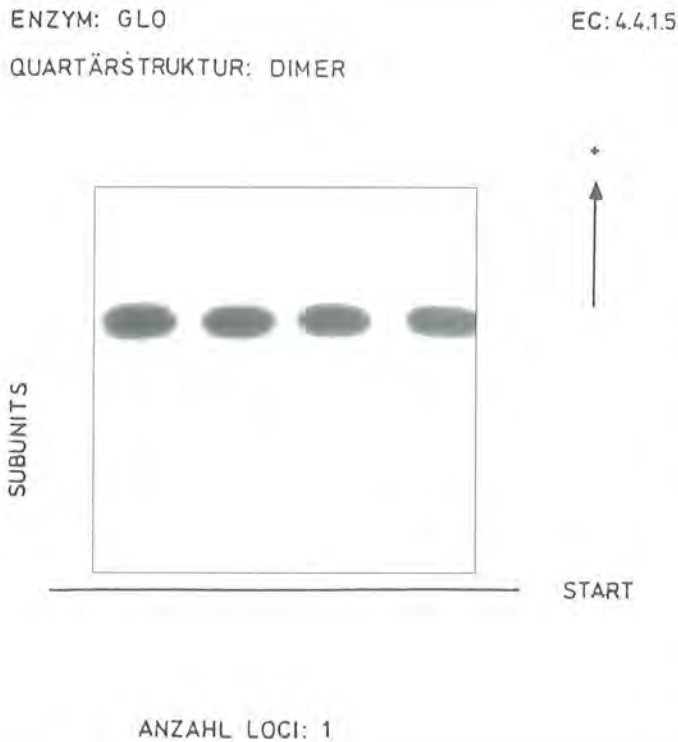


Abb. 19.

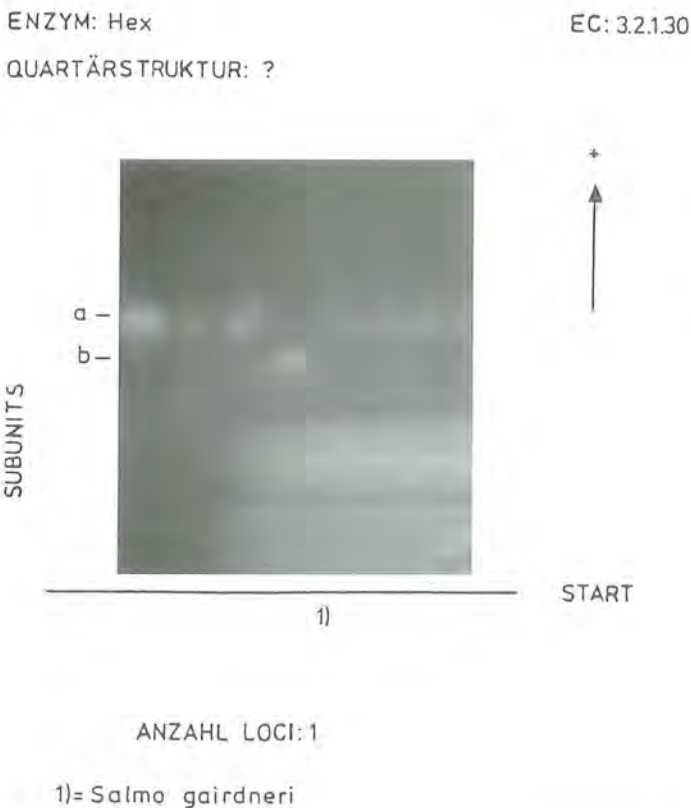


Abb. 20.

LDH-H codiert werden. Diese fünf Banden werden mit abnehmender Mobilität als Isoenzyme LDH 1 bis LDH 5 bezeichnet (Harris, 1980). In verschiedenen Geweben wird die Expressierung dieser Loci unterschiedlich reguliert, so daß ein gewebespezifisches Muster entsteht (LDH 1 dominiert in Herz und Niere, LDH 5 in Leber und Muskel; Harris, 1980). Bei Salmoniden wurde in mehreren Untersuchungen die Existenz von vier Loci anstelle der zwei in anderen Vertebraten nachgewiesen (Lim et al., 1975; Morrisson und Wright, 1966; Clayton und Franzin, 1970). Zusätzlich wird im Auge ein fünfter Locus exprimiert, der meist als LDH-e bezeichnet wird (Hochachka, 1966; Bailey et al., 1976). Es entsprechen je ein Paar dieser duplizierten Loci den beiden oben beschriebenen LDH-Loci in anderen Vertebraten (Bailey und Wilson, 1968). Abb 21 zeigt das Zymogramm der Laktatdehydrogenase aus mehreren Geweben von *Salvelinus namaycush*. Die hier als LDH-1 und LDH-2 bezeichneten Loci sind homolog dem LDH-H-Locus anderer Vertebraten, LDH-3 und LDH-4 dem LDH-M-Locus. Heteropolymere werden nur zwischen den duplizierten LDH-1 und LDH-2 sowie zwischen LDH-3 und LDH-4 gebildet (Kirpichnikov, 1981). Zwei Loci (LDH-1 und LDH-2) sind in unterschiedlicher Intensitätsverteilung in allen untersuchten Geweben zu beobachten, LDH-3 und LDH-4 werden nur im Muskel exprimiert. Beim Seesaibling zeigte sich im Muskel das in Abb. 22 dargestellte Band-Muster. Durch die geringen Unterschiede in der Mobilität der Homopolymere cccc und dddd ist hier keine bessere Auftrennung zu erreichen. Diese Beobachtung machte auch Child (1977) an Seesaiblingen aus Wales.

ENZYM: LDH EC: 1.1.1.27

QUARTÄRSTRUKTUR: TETRAMER

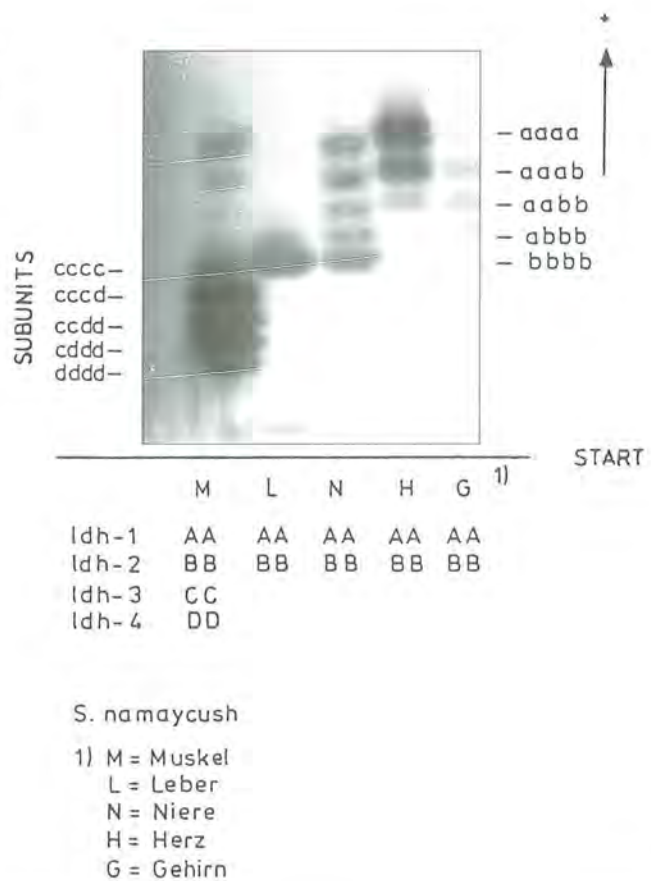


Abb. 21.

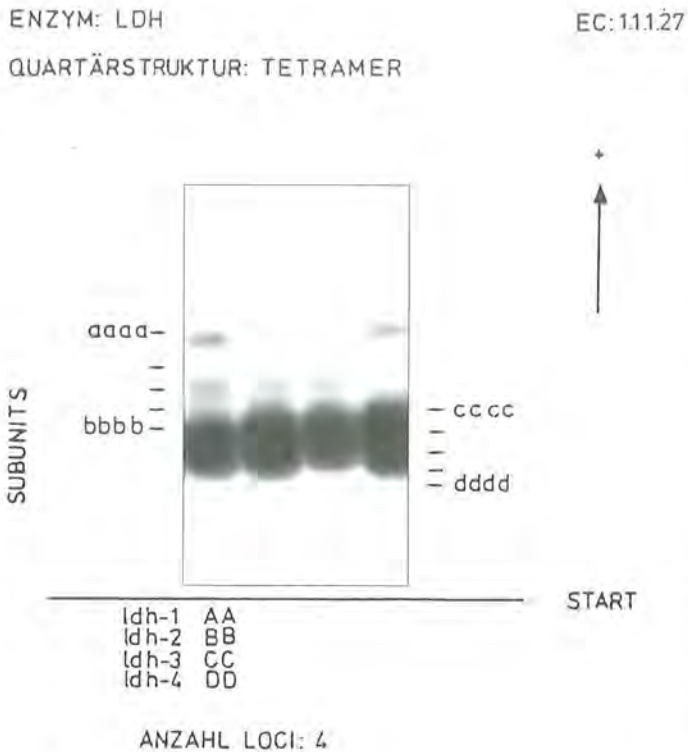


Abb. 22.

Es traten bei keinem der untersuchten Fische Varianten auf. Dasselbe berichten Child (1977) für wallische Seesaiblinge, Ferguson (1980) für irisches Material, Honsig-Erlenburg (1980) für den Seesaibling des Hallstätter Sees, Clayton und Ihssen (1980) sowie Kornfield et al. (1980) für nordamerikanische Populationen. Lediglich Andersson et al. (1983) konnten ein heterozygoten Tier mit zwei Allelen am LDH-2-Locus beschreiben (in ihrer Nomenklatur LDH-3). Über Varianten am hier nicht untersuchten augenspezifischen Locus bei *Salvelinus alpinus* berichten Clayton und Ihssen (1980) und Kornfield et al. (1980). In den untersuchten Populationen erwiesen sich also alle vier betrachteten Loci als monomorph.

5.3.3.11 Malatdehydrogenase (NADH-abhängig)

Bailey et al. (1970) haben durch ausführliche biochemische, immunologische und genetische Untersuchungen an Lachs (*Salmo salar*), Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*) und Bachforelle (*Salmo trutta*) nachgewiesen, daß in diesen Tieren vier Loci für die cytoplasmatische Form der Malatdehydrogenase codieren, die sie als jeweils duplizierte A bzw. B Loci bezeichneten. Zusätzlich tritt mindestens ein Locus für die mitochondriale Form auf. Es wird weiter berichtet, daß das Auftreten der a- und b-Untereinheiten gewebespezifisch sei; im Muskel tritt praktisch nur die b-Form auf. Das beim Seesaibling beobachtete Band-Muster (s. Abb. 23) kann mit zwei Modellen erklärt werden. Da nur Muskelgewebe untersucht wurde, handelt es sich um die Expression der von Bailey et al. (1970 als b-Loci bezeichneten Genorte. Ohne Prüfung des Vererbungsmodus kann a priori nicht entschieden werden, ob es sich um zwei disom vererbte Loci oder um einen tetrasomen Locus handelt, da die erwarteten Band-Muster für beide Modelle identisch sind, wenn man die Existenz von zwei Allelen annimmt, wobei im

Fall des 2-Locus-Modells beide Loci polymorph für beide Allele wären. Unter beiden Modellen erwartet man drei Klassen von Heterozygoten, wobei in Abhängigkeit von der Gendosis Intensitätsverhältnisse von 9 : 6 : 1 für den Phänotyp AAAB, 1 : 2 : 1 für AABB und 1 : 6 : 9 für ABBB zu erwarten sind. Leider konnte diese Verteilung nicht quantitativ überprüft werden (Densitometer); es werden aber diese Verhältnisse aufgrund der subjektiven Beurteilung der Bandmuster unterstellt (s. Abb. 23). Das Zustandekommen solcher Muster in Abhängigkeit von der Gendosis wurde von Danzmann und Bogart (1982) durch Untersuchung von MDH-Phänotypen in diploiden und tetraploiden heterozygoten Laubfröschen (Genus *Hyla*) nachgewiesen. Das gefundene Band-Muster tritt auch bei anderen Salmoniden auf und wurde mit dem 2-Locus-Modell erklärt (May et al., 1979; May, 1980). Die Auflösung zusätzlicher Banden, die als mitochondriale Form interpretiert werden, war zu schwach, um eine Auswertung vornehmen zu können. Als genetische Basis muß das tetrasome wie das 2-Locus-Modell diskutiert werden. Honsig-Erlenburg (1980) fand beim Seesaibling des Hallstätter Sees drei verschiedene Phänotypen für s-MDH in Herzgewebe. Er interpretiert dieses Band-Muster als durch zwei Loci verursacht und nimmt eine Ausfallmutante an einem der beiden Loci an, um seine Zymogramme erklären zu können (s. Abb. 24, Interpretation I). Eine alternative Interpretation liegt darin, einen Locus als fixiert für das Allel A zu betrachten und am zweiten einen Polymorphismus mit den Allelen A und B anzunehmen. Dann sind drei Phänotypen zu erwarten, AAAA, AAAB und AABB und damit die beobachteten Band-Muster (siehe Abb. 24, Interpretation II). Andersson et al. (1983) beschrieben in schwedischem Material einen MDH-Polymorphismus, der dem hier beschriebenen gleicht. Wenn die elektrophoretische Beweglichkeit der Allele identisch wäre, könnte hier ein direkter Vergleich stattfinden; das läßt sich aber aus dem beschriebenen Zymogramm nicht ableiten.

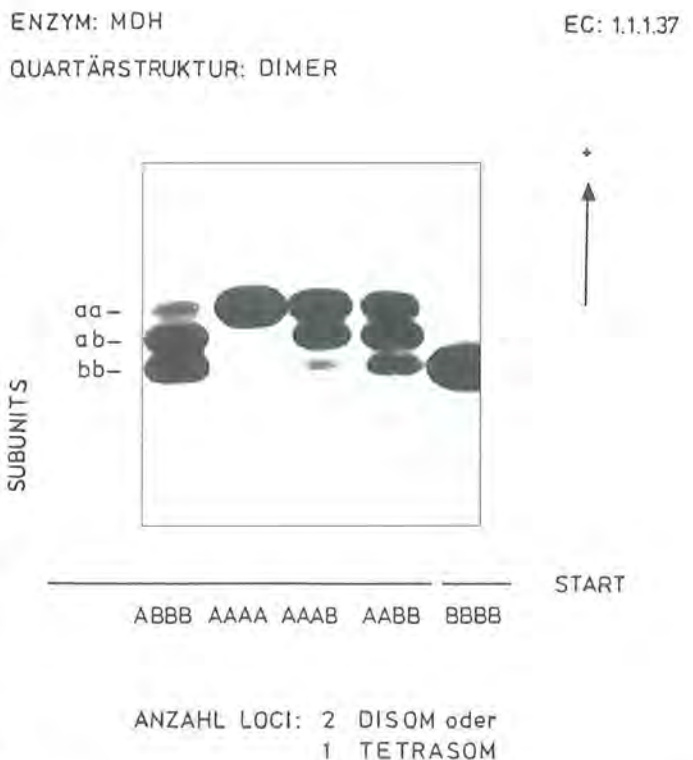


Abb. 23.

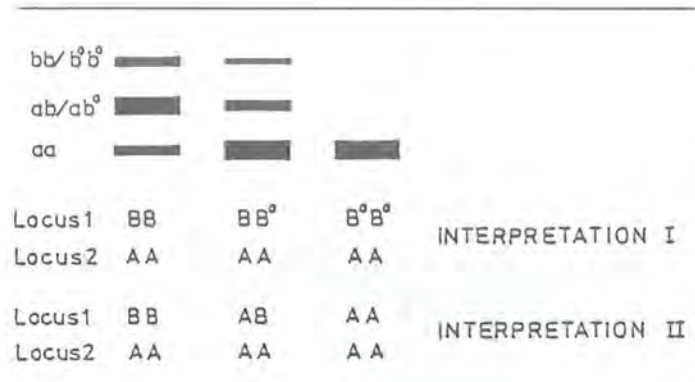
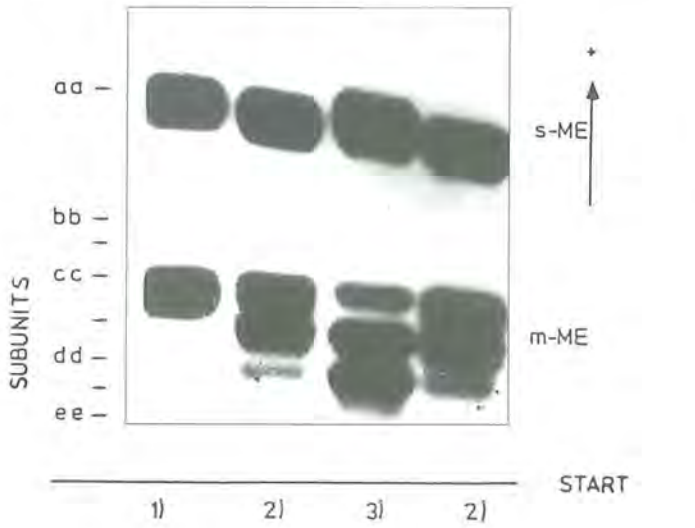


Abb. 24: MDH-Polyorphism — Gegenüberstellung zweier alternativer Interpretationen.

5.3.3.12 Malatdehydrogenase (NADP-abhängig; ME)

Bei allen untersuchten Salmoniden zeigen sich zwei Zonen enzymatischer Aktivität nach Trennung der ME-Isoenzyme. Die stärker anodal wandern Isoenzyme werden als s-ME, die weniger mobilen Formen als m-ME beschrieben (May, 1980). Cross et al. (1979) haben gezeigt, daß beim Lachs (*Salmo salar*) zwei Loci für m-ME codieren und das m-ME eine tetramere Quartärstruktur besitzt. Stoneking et al. (1979) haben klar die tetramere Struktur für m-ME beim

ENZYM: ME EC: 1.1.1.40
 QUARTÄRSTRUKTUR: TETRAMER



ANZAHL LOCI: 3

s-me	AA	AA	AA	AA
m-me-1	CC	CC	DD	CC
m-me-2	CC	EE	BB	EE

- 1) = *S. alpinus*
- 2) = *S. fontinalis*
- 3) = *S. namaycush*

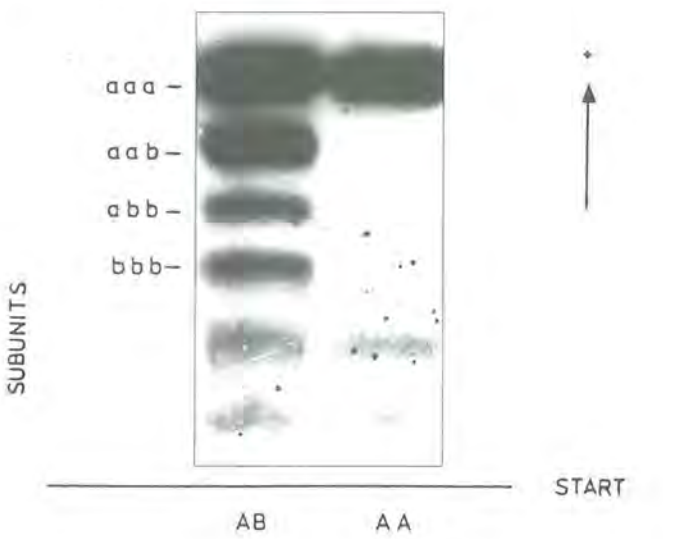
Abb. 25.

Bachsaiibling (*Salvelinus fontinalis*) und beim amerikanischen Seesaibling (*Salvelinus namaycush*) sowie deren Kreuzung nachgewiesen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß zwei Loci für m-ME in diesen Tieren codieren. Aufgrund bisher fehlender Varianten für s-ME nehmen sie dort einen Locus an. Beim Seesaibling des Königssees waren weder für s-ME noch für m-ME Varianten zu beobachten. Die zum Vergleich herangezogenen *Salvelinus fontinalis* und *Salvelinus namaycush* waren an m-ME-1 und m-ME-2 jeweils für unterschiedliche Allele fixiert, sie illustrieren aber deutlich die Existenz von 2 Loci (siehe Abb. 25). Nach Stoneking et al. (1979) ist die Asymmetrie der Band-Muster in diesem Fall nicht auf unterschiedliche Anzahl von Untereinheiten zurückzuführen, sondern auf unterschiedliche Regulation der beiden Loci. Es ergeben sich daraus drei monomorphe Loci beim Seesaibling aus den untersuchten Gewässern.

5.3.3.13 Nukleosidphosphorylase

Die Nukleosidphosphorylase ist eines der seltenen Beispiele für ein trimeres Enzym (Harris und Hopkinson, 1976). Darnall und Klotz (1972) bezeichnen dieses Enzym im Gegensatz dazu als dimer. Das gefundene Band-Muster (siehe Abb. 26) spricht eindeutig für eine trimere Quartärstruktur dieses Enzyms bei den untersuchten Seesaiblingen. Die Anzahl der als heterozygot eingestuft Phänotypen war allerdings so gering, daß sie aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen wurden (N = 3). die beiden schwach färbenden Banden mit geringer Mobilität wurden ebenfalls nicht berücksichtigt, da die Möglichkeit besteht, daß es sich um HPRT-Aktivitäten (E.C. 2.4.2.8) handelt.

ENZYM: NP EC: 2.4.2.1
 QUARTÄRSTRUKTUR: TRIMER



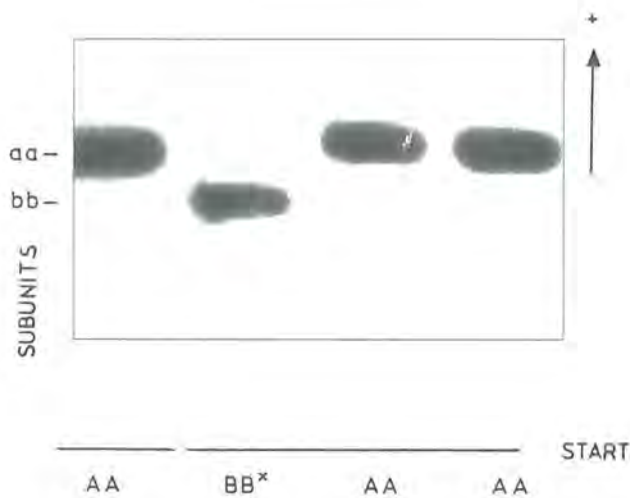
ANZAHL LOCI: 1

Abb. 26.

ENZYM: PGD

EC: 1.1.1.44

QUARTÄRSTRUKTUR: DIMER



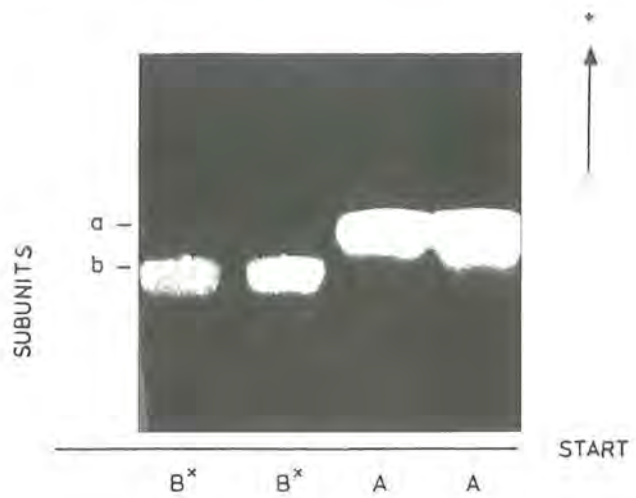
ANZAHL LOCI: 1

x = *Salmo gairdneri*

ENZYM: PGK

EC: 2.7.2.3

QUARTÄRSTRUKTUR: MONOMER



ANZAHL LOCI: 1

x = *Salmo gairdneri*

Abb. 27.

Abb. 28.

5.3.3.14 6-Phosphogluconatdehydrogenase

Stoneking et al. (1981) haben Varianten beim Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) beschrieben, die für eine dimere Struktur sprechen, wie sie auch bei anderen Arten bekannt ist. Für eine Duplizierung dieses Locus gibt es keine Anhaltspunkte. Die untersuchten Seesaiblinge zeigten keinerlei Varianten. Das in Abb. 27 mit enthaltene Isoenzym einer Regenbogenforelle zeigt speziesspezifische Unterschiede, was zu detaillierteren Untersuchungen dieses Enzyms genutzt werden kann.

5.3.3.15 Phosphoglyceratkinase

May (1980) hat durch Analyse von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*) die monomere Struktur dieses Enzyms bei Salmoniden bestätigen können. Die untersuchten Seesaiblinge zeigten keine Varianten; es konnten aber Speziesunterschiede beobachtet werden (siehe Abb. 28).

5.3.3.16 Phosphoglucomutase

Bis zu drei Loci für Phosphoglucomutase wurden bei *Salmo gairdneri* beschrieben (Roberts et al., 1969). Op't Hof et al. (1982) sowie Diebig et al. (1979) entdeckten einen Locus mit zwei Allelen, ebenfalls bei *Salmo gairdneri*. Dawson und Jaeger (1970) haben mehrere Vertebraten und Invertebraten verglichen und fanden ebenfalls bis zu drei genetische Loci. Das in den eigenen Untersuchungen beobachtete Band-Muster beim Seesaibling und der Forelle (*Salmo*

gairdneri) erlaubt die Interpretation von zwei Loci (siehe Abb. 29). Die Variante bei der Regenbogenforelle zeigt die monomere Struktur und stützt die Annahme zweier Loci. Beim Seesaibling konnten keine Varianten festgestellt werden. Honsig-Erlenburg (1980), Ferguson (1981) und Andersson et al. (1983) berichten übereinstimmend, daß in ihren Untersuchungen an Seesaiblingen ebenfalls keine Varianten auftraten, während Kornfield et al. (1981) zwei heterozygote Exemplare in nordamerikanischen Seesaiblingspopulationen fanden.

5.3.3.17 Mannosephosphatisomerase

Dieses Enzym zeigt ein klares 3-Band-Muster (siehe Abb. 29), das sich wie bei der Adenylatkinase wegen der monomeren Struktur nicht durch Allelvariation an einem Locus erklären läßt. Ryman et al. (1979) fanden bei *Salmo trutta* ein 2-Band-Muster und nehmen zwei Loci an. Ferguson (1981) und Andersson et al. (1983) berichten über monomorphe Loci in irischen und schwedischen Seesaiblingspopulationen. Beide führen nur einen Locus als genetische Basis an. Diese Interpretation wird übernommen.

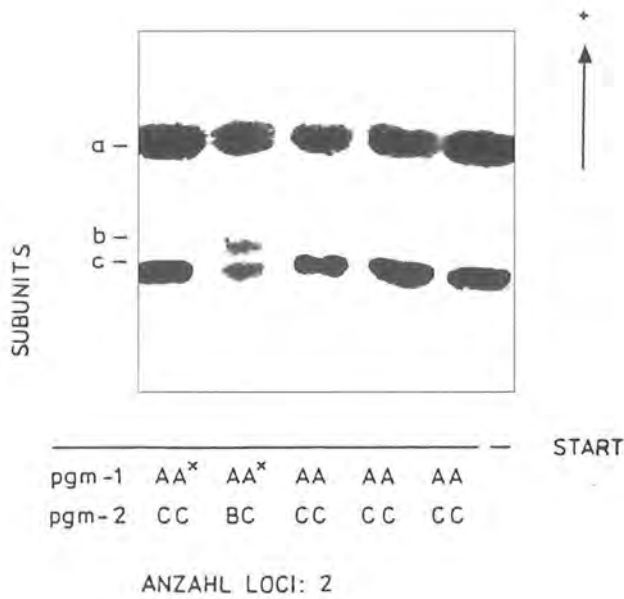
5.3.3.18 Phosphohexoseisomerase

May (1980) berichtet, daß bei allen bisher untersuchten Salmoniden ein typisches 6-Band-Muster auftritt, das durch drei homozygote Loci bei einem dimeren Enzym zu erklären ist. Das kann für die untersuchten Seesaiblinge bestätigt werden. Ihr Zymogramm erlaubt diese Interpretation (siehe Abb. 30) und entspricht dem von Child (1977) an wallisischem Material gefundenen Bild.

ENZYM: PGM

EC: 2.7.5.1

QUARTÄRSTRUKTUR: MONOMER



* = *Salmo gairdneri*

Abb. 29.

5.3.3.19 Superoxiddismutase

Nach Harris und Hopkinson (1976) ist ein Synonym für dieses Enzym der Ausdruck Tetrazoliumoxidase. May (1980) berichtet von einem Locus in Leberextrakten verschiedener Salmoniden sowie von zusätzlichen Loci in anderen Gewe-

ENZYM: PHI

EC: 5.3.1.9

QUARTÄRSTRUKTUR: DIMER

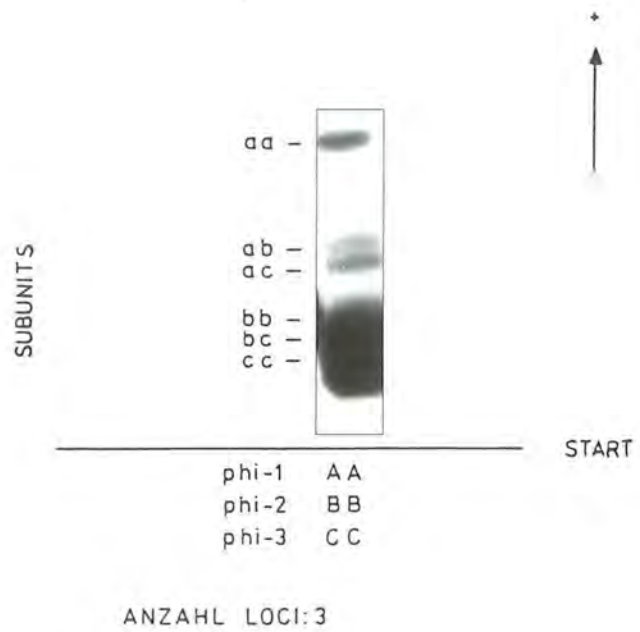


Abb. 31.

ben, die nicht als duplizierte Loci zu betrachten sind. Vuorinen et al. (1981) fanden zwei monomorphe Loci bei *Coregonus albula*. Lynch und Vyse (1979) entdeckten einen polymorphen Locus in *Thymallus thymallus* und schließen aus dem Band-Muster auf ein dimeres Enzym. Ryman et al. (1979) fanden einen polymorphen Locus in *Salmo trutta*.

ENZYM: PMI

EC: 5.3.1.8

QUARTÄRSTRUKTUR: MONOMER

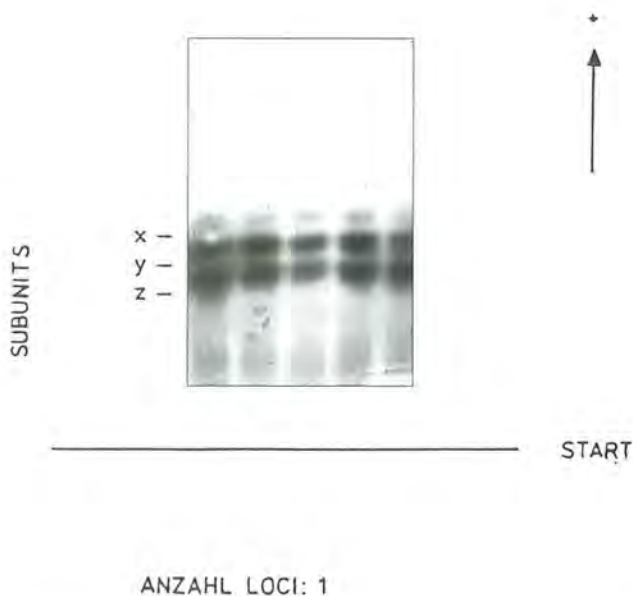


Abb. 30.

ENZYM: SOD

EC: 1.15.1.1

QUARTÄRSTRUKTUR: DIMER/TETRAMER

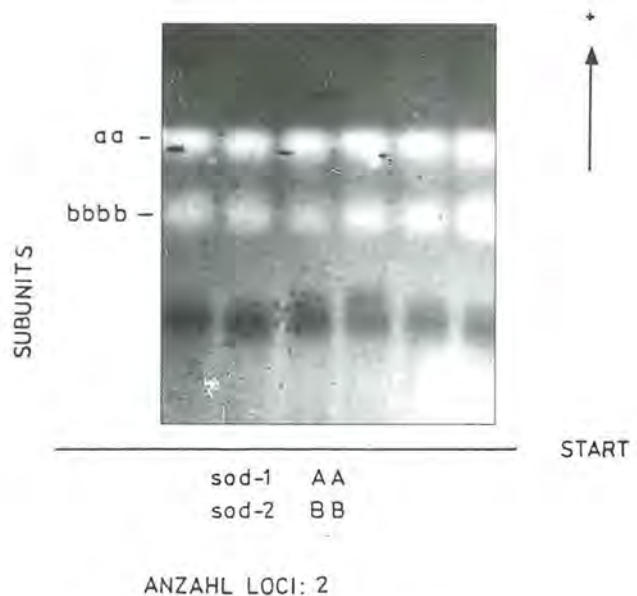


Abb. 32.

Das beim Seesaibling gefundene invariante 2-Band-Muster (siehe Abb. 31) wird als auf zwei monomorphen Loci basierend interpretiert, nicht zuletzt deshalb, weil bei einem zum Vergleich herangezogenen *Salvelinus namaycush* ein 4-Band-Muster auftrat, das sich leicht durch zwei Loci erklären läßt, wobei ein Locus heterozygot für ein dimeres Enzym ist. Arbeiten beim Menschen belegen, daß es dort zwei Loci gibt (als SOD-A und SOD-B bezeichnet). Die am A-Locus

codierten Polypeptide bilden Dimere, die am B-Locus Tetramere (Priscu und Sichitin, 1975). Dieser Unterschied in der Quartärstruktur könnte die Ursache dafür sein, daß keine Heteropolymere zwischen den Genprodukten der beiden Loci gebildet werden. Beim Menschen wurden die Gene für die beiden Enzyme außerdem auf verschiedenen Chromosomen lokalisiert (Harris und Hopkinson, 1976).

6 Erzielte Ergebnisse

6.1 Chromosomenstatus

6.1.1 Artspezifische Chromosomenzahlen

Wie im Abschnitt 4.3.1 bereits ausführlich dargestellt, lassen sich durch eine Chromosomenanalyse die einzelnen Salvelinusarten voneinander unterscheiden (siehe Tabelle 2). Das hier erarbeitete Ergebnis beruht auf einer Chromosomenanalyse von insgesamt 254 Tieren. Davon stammen 151 Tiere aus dem Königssee, 66 Tiere aus dem Obersee und 37 aus dem Grünsee. Um die schon erwähnte Variabilität bezüglich der Chromosomenzahl und -morphologie auch innerhalb von Tieren berücksichtigen zu können, wurden pro Tier 3 Metaphaseplatten im Mikroskop ausgezählt.

Als erste und sehr wichtige Untersuchung wurde die Zahl und Morphologie der Chromosomen im Hinblick auf die Artzugehörigkeit analysiert. Bei der Chromosomenzahl sollten nicht mehr als 80 Chromosomen auftreten, wenn es sich um den Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) handelt. In diesem Falle würden ebenfalls bis zu 20 meta- und submetazentrische Chromosomen und maximal 60 akro- bis telozentrische Chromosomen erwartet werden. In der Tabelle 12 ist das entsprechende Ergebnis nach Seen aufgliedert dargestellt. Für jeden See sind je ein a, b und c Wert angegeben. Diese Werte bedeuten a = Gesamtchromosomenzahl, b = Zahl akro- bis telozentrischer Chromosomen, c = Zahl meta- bis submetazentrischer Chromosomen.

In diesen Werten läßt sich eindeutig erkennen, daß die untersuchten Tiere zweifelsfrei Seesaiblinge sind und nicht etwa Kreuzungstiere zwischen dem Bachsaibling, der auch im Königssee vorkommt, und dem Seesaibling, sind.

Tab. 12: Anzahl der Chromosomen und Chromosomentypen der Seesaiblingspopulationen im Königs-, Ober- und Grünsee.

		Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient
Königssee 151	a	79.53	1.00	1.25
	b	59.73	0.77	1.24
	c	19.81	0.39	1.95
Obersee 66	a	79.62	1.17	1.47
	b	59.73	0.96	1.60
	c	19.89	0.37	1.86
Grünsee 37	a	79.70	0.86	1.07
	b	59.82	0.73	1.22
	c	19.87	0.28	1.38

6.1.2 Chromosomale Variabilität

Das vergleichsweise sehr umfangreiche Material aus den vorgenommenen Chromosomenanalysen bietet die Möglichkeit der Frage nachzugehen, ob es in den untersuchten Seesaiblingspopulationen eine chromosomale Variabilität gibt. Wenn sich dies zeigen sollte, wär die Frage zu beantworten, ob sich auf Grund dieser Chromosomenvariationen die Populationen aus den drei Seen unterscheiden lassen. In der Tabelle 13 wird die Variation der Chromosomenzahlen in absoluten Werten dargestellt.

Tab. 13: Variation der Chromosomenzahlen der Seesaiblingspopulationen im Königs-, Ober- und Grünsee.

	Königssee	Obersee	Grünsee
Chromosomenzahl	67-81/79.33	65-82/79.62	70-82/79.70
meta- u. submetz.	16-21/19.81	46-62/59.73	51-62/59.82
akro- u. teloz.	51-61/59.73	17-22/19.89	18-20/19.87

Zur Klärung der Frage, welche Faktoren für die Variation der Chromosomenzahl von Bedeutung sind, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. In diesem Fall war die hierarchische Form zu verwenden, da Tiere innerhalb See und ausgezählte Metaphasen innerhalb Tier genestet sind. Das Ergebnis ist als Tafel der Varianzanalyse in Tabelle 14 dargestellt.

Tab. 14: Varianzanalyse für die Chromosomenzahl.

Varianzursache	FG	Summenquadrat	F-Wert	P ₁
See	2	3.099	1.10	0.332
Tier (See)	251	797.568	2.26	0.000
Rest	510	1516.1269		
R ₂ = 0.53				

Die Restvarianz kann hier als weitgehend methodisch bedingt gelten, sie stellt ja die Variation in der Anzahl Chromosomen zwischen den Metaphasen innerhalb Tier dar. Der Einflußfaktor Tier ist statistisch hoch signifikant. Das bedeutet, daß echte Unterschiede zwischen Tieren vorhanden sind. Mit diesem Ergebnis wurde also gezeigt, daß in den untersuchten Populationen eine chromosomale Variabilität vorhanden ist. Der Einflußfaktor See erweist sich jedoch als unbedeutend. Es sind also keine Unterschiede zwischen den Populationen aus den drei Seen festzustellen, die Rückschlüsse auf eine Differenzierung zulassen würden. Dies wird auch aus der Gegenüberstellung der Mittelwerte der Chromosomenzahlen in Tabelle 12 deutlich. Damit kann mit der am Untersuchungsmaterial festgestellten chromosomalen Variabilität keine Differenzierung zwischen den Seesaiblingspopulationen aus Königs-, Ober- und Grünsee vorgenommen werden.

6.2 Auswertung morphologischer und fischbiologischer Merkmale

Dieses Kapitel kann nur bedingt als Beschreibung der untersuchten Populationen aufgefaßt werden. Die Ursache dafür liegt einerseits in der Fangmethodik, von der bekannt ist, daß sie grundsätzlich selektiert und damit zu Verzerrungen fischbiologischer Parameter führen kann, was an unserem Material nicht geprüft werden kann, weil Maschenweiten und Netzart beim Fang nicht registriert wurden.

Andererseits müssen einzelnen Ergebnisse aufgrund kleiner Stichprobengrößen kritisch betrachtet werden. Aus diesen Gründen sollen die folgenden Abschnitte (6.2.1 bis 6.2.8) als Beschreibung der jeweiligen Stichprobe verstanden werden.

6.2.1 Ergebnisse der Längen- und Gewichtserhebungen

Die Darstellung dieser Ergebnisse erfolgt in Tab. 15. Daraus ist ersichtlich, daß die Unterschiede in den Durchschnittswerten zwischen den Seen sehr deutlich sind. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind nur bedingt relevant, da sie teilweise auf sehr unterschiedlichen Stichprobengrößen beruhen.

Tab. 15: Ergebnisse der Längen- und Gewichtserhebungen (Durchschnittswerte).

	Länge (mm)	N	Gewicht (g)
Königssee total	199.78	261	53.06
Rogner	199.43	691	49.27
Milchner	199.36	166	54.58
Obersee total	211.03	222	75.84
Rogner	216.72	43	96.33
Milchner	211.95	125	73.72
Grünsee total	229.08	80	101.69
Rogner	232.00	19	110.74
Milchner	229.80	60	100.25

6.2.2 Konditionsfaktor

Längen und Gewichte sind bei Fischen im allgemeinen hoch korreliert. Für die untersuchten Populationen betragen die Korrelationen 0.87 (Königssee); 0.89 (Obersee) und 0.91 (Grünsee). Zur Beurteilung des Wachstums können verschiedene Merkmale verwendet werden. Gewöhnlich wird die Länge gemessen und auf das Gewicht transformiert (Bagenal und Tesch, 1978). Dies kann durch die Beziehung $w = a \cdot l^b$ (w = Gewicht; l = Länge; a, b = Konstanten) erfolgen (Bagenal und Tesch, 1978). Die Konstante b hat meist Werte zwischen 2 und 4. Bei einem Wert von 3 liegt isometrisches Wachstum vor. Als eine Form der Längen-Gewichts-Beziehung kann der Konditionsfaktor $K = \frac{100 \cdot w}{l^3}$

(Weatherly u. Rogers, 1978) herangezogen werden, um Unterschiede zwischen Geschlechtern, Jahreszeiten oder Populationen einer Art in verschiedenen Biotopen zu vergleichen. Für Salmoniden gelten Konditionsfaktoren um 1 als zufriedenstellend (Brenner, 1978). Zieht man den oligotrophen Charakter der untersuchten Seen in Betracht, so sind die gefundenen Werte nicht überraschend und durchaus denen anderer stationärer Saiblingspopulationen im Alpengebiet vergleichbar (siehe z.B. Hosing-Erlenburg, 1980). Beim Vergleich der Werte (s. Tab. 16) nimmt der Königssee den untersten Rang ein, zwischen den Geschlechtern bestehen nur geringfügige Unterschiede. Die Entwicklung der Konditionsfaktoren im Jahreslauf entspricht der Erwartung, die durch den saisonalen Verlauf von Nahrungsangebot und Gonadenreife gegeben ist. Die Vergleichbarkeit der Population aus dem Grünsee ist durch eine starke Bestandsverminderung eingeschränkt, die vom Fischer, Herrn Amort, vor einigen Jahren durchgeführt wurde. Infolge dieser extremen Bestandsreduzierung kann die Populationsdichte soweit abgesunken sein, daß die Nahrungsbedingungen für die seit dieser Maßnahme gewachsenen Fische wesentlich günstiger waren, als sie es unter Gleichgewichtsbedingungen zwischen Reproduktion und natürlicher Mortalität gewesen wären.

Tab. 16: Konditionsfaktoren (K).

	K	N
Königssee total	0.61	2.61
Rogner	0.61	31
Milchner	0.61	166
Obersee total	0.75	222
Rogner	0.79	43
Milchner	0.75	125
Grünsee total	0.81	80
Rogner	0.87	19
Milchner	0.79	60

Tab. 17: Konditionsfaktoren in Abhängigkeit vom Fangtermin.

		0.61	0.56	0.57	0.68	0.64
Königssee	N	41	61	53	65	41
Obersee	N	24	29	52	46	18
Grünsee	N			63		17
		4/82	7/82	9/82	10/82	5/83
					6/83	7/83
						10/83
						11/83

6.2.3 Alter-Längen-Beziehung

Für eine Analyse des Wachstums sind Markierungsversuche oder Rückberechnungen anhand der Altersbestimmung an Hartteilen nötig. Beides ist am vorliegenden Material aus zeitlichen Gründen nicht möglich. Für den Vergleich der Population mögen aber einfache Alters-Längen-Beziehungen genügen. In Abb. 33a ist der Verlauf der Fischlängen mit dem Alter für Königssee, Obersee und Grünsee angegeben.

Aus dieser Abbildung müssen zwei Schlußfolgerungen gezogen werden. Erstes erlaubt der Umfang der Stichproben nicht, die Mittelwerte einzelner Altersklassen als repräsentativ zu betrachten. Hier kommt hinzu, daß die Altersbestimmung anhand der Operculae qualitativ hinter der Otolithenmethode zurückbleibt. Ein Vergleich der beiden Methoden an 40 Tieren ergab eine Rangkorrelation von 0.84. Ungenaue Altersbestimmungen wirken sich bei kleinen Stichproben aber gravierend aus. Zweitens geht aus der Abb. 33a aber klar hervor, daß die sehr großen Tiere immer

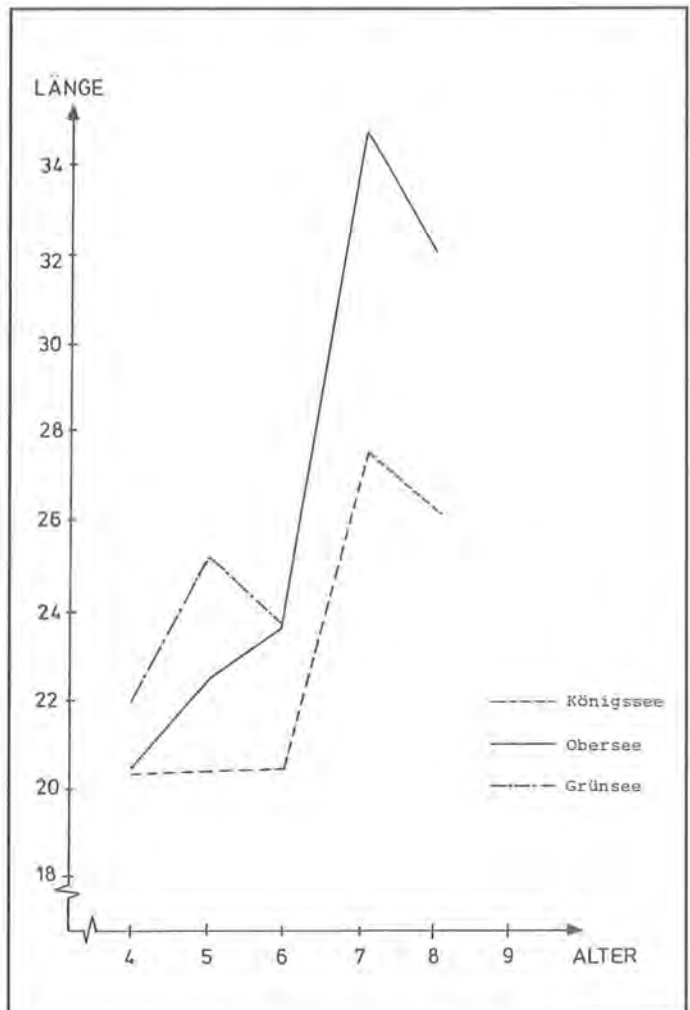


Abb. 33 a: Verlauf der Längenmittelwerte (cm) mit dem Alter.

auch die ältesten sind. Im Hinblick auf das Saiblingsproblem deckt sich dies mit der Auffassung von Schindler (1950), daß die großen Tiere, also die Wildfangsaiblinge, die hohen Altersklassen der Population darstellen.

Außergewöhnlich scheint der starke Anstieg der Kurve zwischen 6. und 7. Lebensjahr zu sein, wie er sich in Königssee und Obersee zeigt. Dieser Verlauf muß als atypisch bezeichnet werden. Er kann dahingehend gedeutet werden, daß die Fische in diesem Alter noch einen Wachstumsschub erfahren. Eine Erklärung dafür könnte die Umstellung auf räuberische Lebensweise sein, die den Tieren, die die Umstellung vollziehen, eine wesentlich bessere Nahrungsgrundlage bietet. Eine andere Erklärung könnte die Existenz zweier Populationen sein, die genetisch bedingt einen unterschiedlichen Wachstumsverlauf haben. Es kann sich dabei um zwei völlig getrennte Gruppen handeln, es kann sich aber auch um frühreife und spätreife Tiere einer Population handeln, wie das von Pechlaner (1969) vorgeschlagen wurde. Dies ist als Modell in Abb. 33b erläutert.

6.2.4 Geschlechterverhältnis

Das Verhältnis der Geschlechter weicht in der Gesamtstichprobe stark vom theoretisch erwarteten 1:1 Verhältnis ab und beträgt 2.3 (m : w). Es sind mehrere Ursachen dafür denkbar. Die Bewegungsaktivität kann bei den Geschlechtern unterschiedlich sein und dadurch ihre Fängigkeit im Netz variieren (Klein, pers. Mitt.). Wären die Geschlechter in ihrem Wachstumsverlauf deutlich unterschieden, so könnte die Netzselektion zu unterschiedlichen Fanganteilen

führen. Von Bedeutung ist sicher auch, daß sich die Geschlechter während der Laichzeit mehr oder weniger stark trennen, so daß sich zu den entsprechenden Zeiten an den Laichplätzen mehr weibliche Tiere, im Freiwasser aber mehr männliche Tiere aufhalten. In Tab. 18 sind die Geschlechterverhältnisse in den drei Seen getrennt für alle Fangtermine angegeben. Es fällt auf, daß von wenigen Ausnahmen abgesehen die Geschlechterverhältnisse signifikant von der theoretisch erwarteten 1:1-Relation abweichen. Weiterhin ist beachtenswert, daß alle extremen Abweichungen durch einen Überschuß an Milchnern zustandekommen, was auf eine systematische Ursache schließen läßt.

Tab. 18: Geschlechterverhältnisse zu den jeweiligen Fangterminen (männlich : weiblich).

Fangtermin	Anzahl Obersee	Anzahl Königssee	Anzahl Grünsee
9/82		37	0.85
10/82	52	3.7*	63
5/83	45	2.2*	
6/83		61	1.1
7/83	18	3.5*	53
10/83	53	2.8*	17
11/83		41	1.9*

* signifikante Abweichung vom 1 : 1 Verhältnis (χ^2 , $\alpha = 0.05$, FG = 1)

6.2.5 Parasitenstatus

Die Seesaiblinge des Königssees, wie auch des Obersees zeigen in der Leber einen erheblichen Befall mit Plerocercoiden.

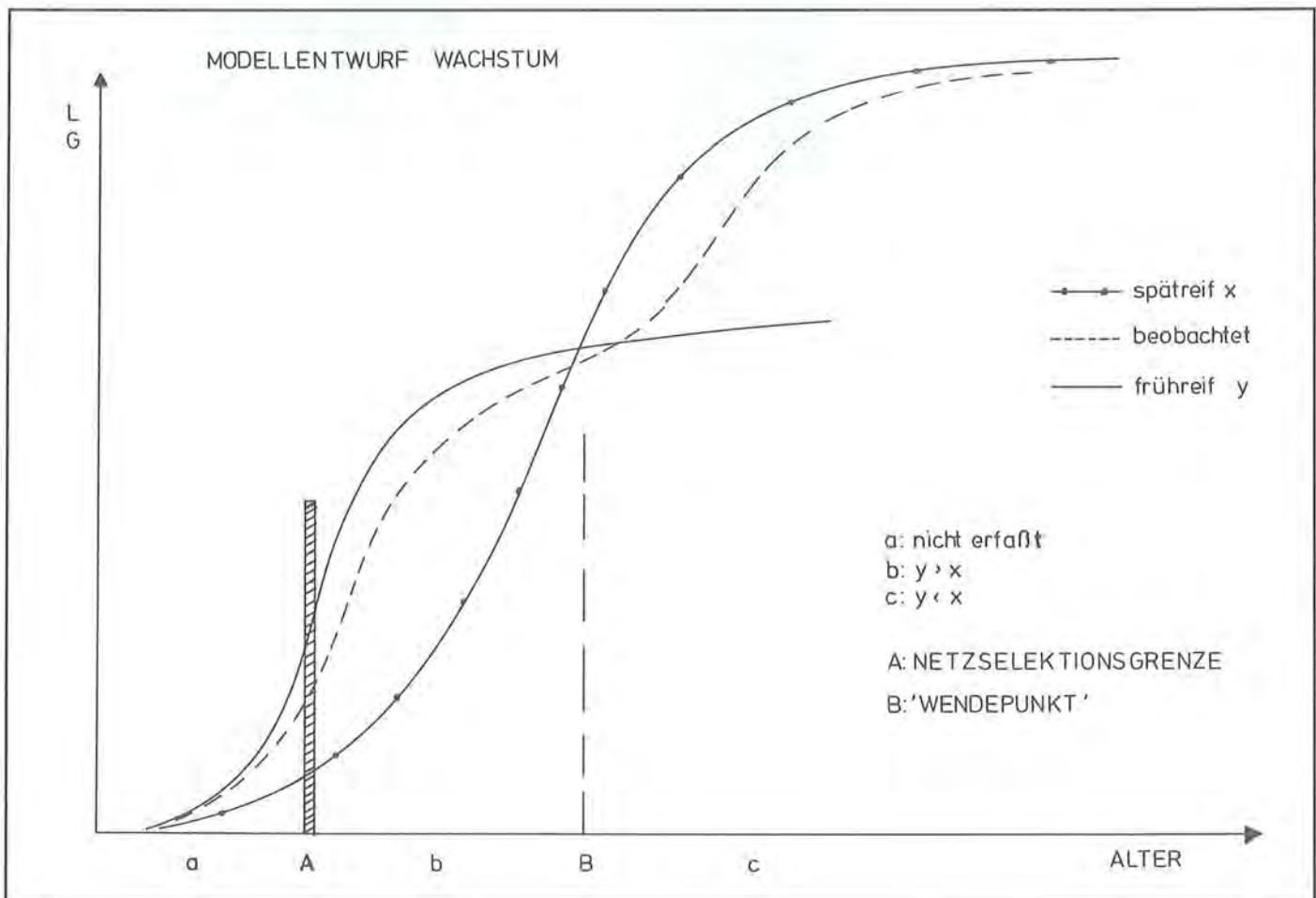


Abb. 33 b.

den des Hechtbandwurmes (*Triaenophorus nodulosus*). Abb. 34a zeigt eine stark mit Zysten besetzte Leber, Vergleich eine Leber ohne Befall (Abb. 34b). In einigen Fällen sind auch Muskelzysten (Abb. 34c) zu beobachten, die ebenfalls vom Hechtbandwurm stammen (Hofmann, pers. Mitt., zit. nach Siebeck, 1982). Abb. 34 d zeigt außerdem den Kopf eines *Triaenophorus nodulosus*, wie er im Plerocercoid vorliegt. Der auffallend starke Befall wurde von Schindler (1940; 1950) als mögliche Ursache für ein reduziertes Wachstum der Königsseesaiblinge angeführt. Die Auswertung der vorliegenden Daten mittels Varianzanalysen ergab jedoch, daß der Befall weder auf Längen-, noch auf Gewichtsvorstellungen einen signifikanten Einfluß ausübt. Die Befallsrate zeigt mit steigendem Alter eine ansteigende Tendenz (siehe Tab. 19). Das entspricht der Erwartung bei einem epidemiologischen Prozess. Damit muß der Befall mit *Triaenophorus nodulosus* als mögliche Ursache für die Differenzierung von Saiblingen nach Größe unter den gegebenen Verhältnissen ausgeschlossen werden.

Die Tiere, die aus dem Grünsee stammen, zeigen keine Infektion mit *Triaenophorus nodulosus*, weil es im Grünsee keine Hechte und damit keinen Endwirt gibt.

Tab. 19: Befallsraten in Abhängigkeit vom Alter (%).

Altersklasse	N	Königssee	N	Obersee
3	7	86	7	57
4	13	69	35	54
5	36	81	74	78
6	13	85	33	85
7	1	100	3	100
8	1	100	1	100

Tab. 20: Relative Körpermaße ¹⁾.

	N	Totallänge Augendurchm.	Totallänge Kopflänge	Totallänge Körperhöhe
Obersee	m ²⁾ 53	28.6	5.3	6.1
	w 17	29.6	5.8	5.8
Königssee	m 115	30.5	5.3	7.0
	w 42	30.1	5.5	6.9
Grünsee	m 9	36.1	4.8	5.7
	w 8	34.1	5.4	5.6

¹⁾ Es wurde das Verhältnis der größeren zur kleineren Strecke gewählt, weil die Maßzahlen dann leichter zu handhaben sind.

²⁾ m = männlich, w = weiblich.



a) starker Befall der Leber



b) ohne Befall

Abb. 34: Darstellung des Befalls von Seesaiblingen mit *Triaenophorus nodulosus*.

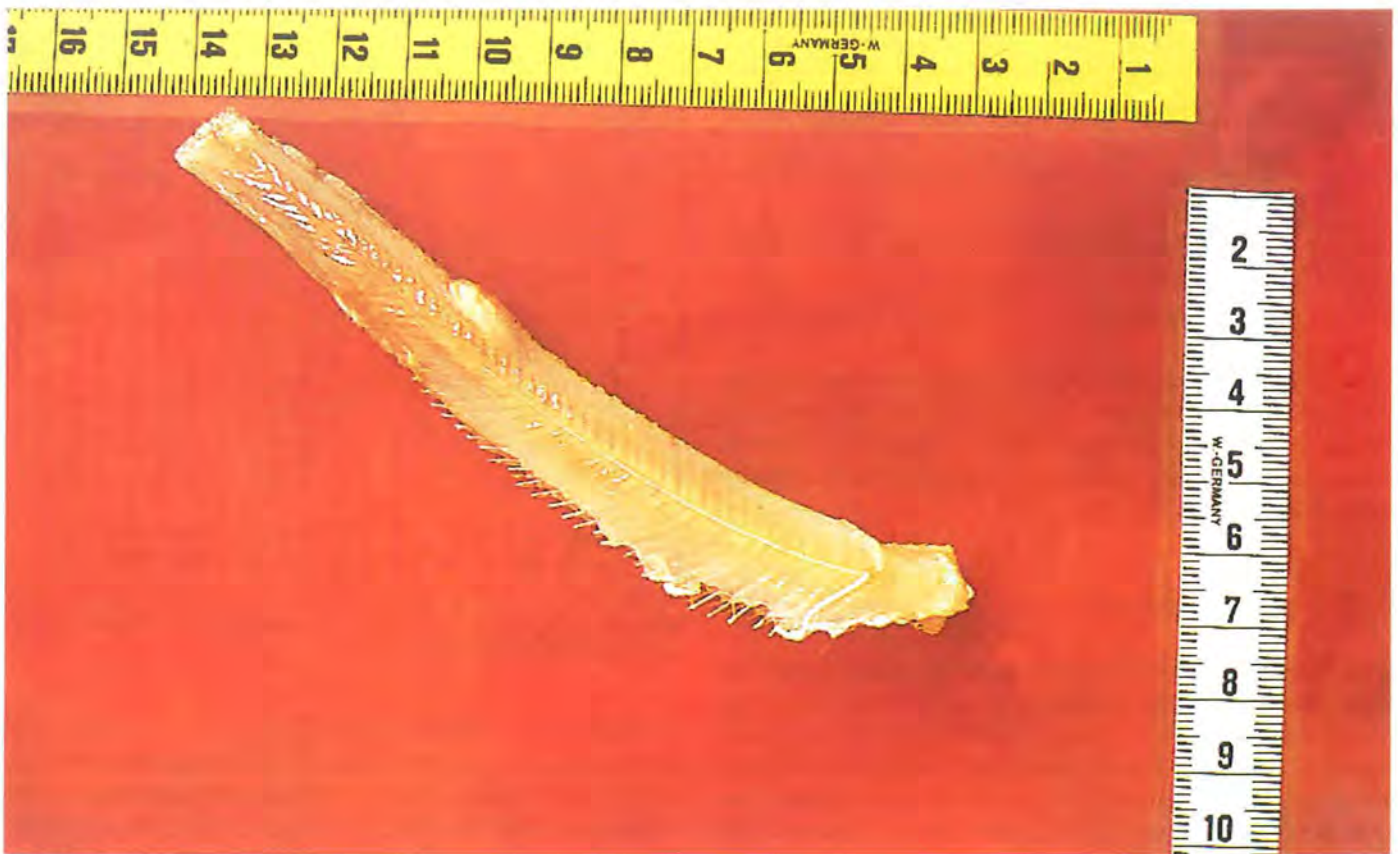


Abb. 34: Fortsetzung. c) Muskelzyste.



Abb. 34: Fortsetzung. d) Kopf eines *T. nodulosus* aus den Plerocercoid (Präparation: J. Hoch; Inst. f. Tierwiss., Angew. Zoologie, Entomologie, Fischbiologie u. Parasitologie der TU München-Weihenstephan).

6.2.6 Relative Körpermaße

Für taxonomische Vergleiche sind einerseits die Größe eines Organismus, andererseits seine Form von großer Bedeutung. Die Längen- und Gewichtserhebungen können als Beschreibung der Größe angesehen werden. Um Formmerkmale zu erhalten, wurden die relativen Anteile des Augendurchmessers, der Kopflänge und der Körperhöhe an der Totallänge berechnet (Das Verhältnis wurde umgekehrt gebildet, um leichter handhabbare Zahlen zu erhalten).

Die Relativwerte für Augendurchmesser und Kopflänge können als Proportionsmerkmale verstanden werden. Die Körperhöhe ist nur eingeschränkt aussagefähig, weil sie stark von der Ernährungssituation und von der Gonadenreife abhängt. Aus Tab. 20 geht hervor, daß beim Anteil des Augendurchmessers an der Gesamtlänge kein großer Unterschied in den Durchschnittswerten der Geschlechter besteht. In jedem Fall sind Unterschiede zwischen den Populationen aus verschiedenen Seen bedeutender, als die zwischen den Geschlechtern. Eine Erklärung dafür wäre einerseits, daß die Maße bei unterschiedlichen Längen gelten (die Durchschnittslängen der Tiere aus den 3 Seen sind ja verschieden), dann sollten aber die Tiere aus dem Königssee relativ die größten Augen haben. Das läßt jedoch noch nicht auf einen echten Unterschied schließen, da diese Werte auf Stichproben basieren, die aus unterschiedlichen Anteilen von Tieren verschiedener Altersklassen zusammengesetzt sind. Der Alterseinfluß wird aus Tab. 21 deutlich. Der relative Anteil des Augendurchmessers an der Gesamtlänge nimmt mit steigendem Alter ab. Eine Betrachtung der Verhältnisse in unterschiedlichen Altersklassen innerhalb Geschlecht scheidet wegen der dann sehr kleinen Stichprobengrößen aus. Beim relativen Kopfanteil ist in dem betrachteten Bereich keine Veränderung mit dem Alter zu erkennen. Deshalb ist hier die Aussage möglich, daß die Milchner in allen Populationen relativ größere Köpfe haben.

Tab. 21: Relative Körpermaße in Abhängigkeit vom Alter (Obersee, Gesamtstichprobe N = 69).

Alter	3	4	5	6
<u>Totallänge</u>				
Augendurchmesser	25.0	26.8	29.6	30.8
<u>Totallänge</u>				
Kopflänge	5.2	5.4	5.5	5.4
<u>Totallänge</u>				
Höhe	6.1	6.0	6.1	5.8

Eine Differenzierung zwischen Population verschiedener Seen ist hier auch nicht sicherzustellen. Die Körperhöhe ist zur Vervollständigung mit angeführt; es lassen sich vermutlich wegen der starken Abhängigkeit von der Kondition keine Schlußfolgerungen ziehen.

6.2.7 Farbe und Zeichnung

Diese Merkmale wurden nicht quantitativ ausgewertet. Es kann jedoch mitgeteilt werden, daß keine Seesaiblinge mit der für den Tiefseesaibling typischen fahlen Färbung beobachtet wurden. Die Hauptmasse der Tiere entspricht dem von Schindler (1940) als Schwarzreuter beschriebenen Typ. Das Beibehalten der Jugendzeichnung ist jedoch nicht durchgängig. In Abb. 3 ist zu sehen, daß auch Tiere vorkommen, die dem Schwarzreutertyp entsprechen, aber keine Jugendzeichnung aufweisen, während andererseits auch bei großen Exemplaren, die in Anlehnung an Schindler als Wildfangsaibling bezeichnet werden sollen, noch Reste der Jugendzeichnung zu erkennen sind. Ein Geschlechtsdimorphismus wird bei der Laichfärbung vermutet. Rogner zeigen keine oder nur eine leichte Laichfärbung. Bei den Milchnern zeigen sie vor allem die Wildfangsaiblinge sehr stark.

4.2.8 Kiemenreusendornen

Die Anzahl der Kiemenreusendornen wurde auf dem ersten linken Kiemenbogen bestimmt. Sie stellen in vielen Fällen ein geeignetes Klassifikationskriterium dar. In Abb. 35 ist die Verteilung der Tiere mit den jeweiligen Anzahlen an Kiemenreusendornen aufgezeichnet. Es ergibt sich kein Anhaltspunkt für eine Gruppentrennung. Die Zahl der untersuchten Tiere beträgt 40, davon 26 Milchner und 14 Rogner, die Mittelwerte betragen 28.2 und 28.5, bei einer Gesamtspannweite von 25 - 32. Da die angewandte Zahlweise derjenigen von Doerfel (1974) entspricht, muß das Ergebnis als Hinweis dafür gewertet werden, daß im Königssee nicht mit dem Vorkommen des Tiefseesaiblings zu rechnen ist.

6.2.9 Versuch einer Klassifizierung von Saiblingsformen

Aus Ergebnissen über Nahrungsbiologie (Gerstmeier, pers. Mitt.) und Laichzeiten sowie Fangtiefen (Klein, pers. Mitt.) sowie den eigenen Beobachtungen sind drei Anhaltspunkte für eine mögliche Klassifizierung von Saiblingsformen im Nationalpark Berchtesgaden abzuleiten. Diese sind Ernährung, bevorzugter Aufenthaltsort (Fangtiefe) und Hauptlaichzeit. Dementsprechend werden in Anlehnung an die Arbeiten Schindlers (1940, 1950) Schwarzreuter und Wild-

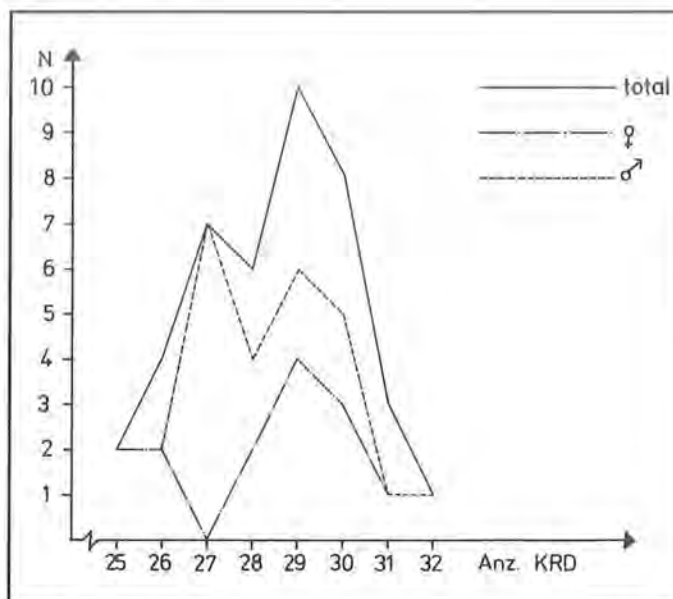


Abb. 35: Verteilung der Fische mit unterschiedlichen Anzahlen an Kiemenreusendornen (Königssee, N = 40).

fangsaibling unterschieden. Die Schwarzreuter sind gekennzeichnet durch ihren Hauptnahrungsbestandteil, das Plankton; ihre Hauptlaichzeit liegt im Spätherbst und sie kommen in allen Tiefenschichten vor. Zum überwiegenden Teil zeigen sie die typische Jugendzeichnung der Salmoniden. Für Wildfangsaiblinge ist typisch die rein räuberische Lebensweise, sie laichen bereits im Juli und werden in der Regel nur in Bodennetzen gefangen, halten sich also in den größeren Tiefen auf. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß diese Klassifizierung keine Begründung von Rassen oder sonstigen systematischen Kategorien darstellt. Sie besagt lediglich, wenn überhaupt „Saiblingsformen“ klassifiziert werden sollen, dann bieten sich diese Kriterien an. Alle anderen angeführten Merkmale zeigen klar, daß die so vorgenommene Einteilung vor allem altersabhängig ist. Es besteht aber durchaus die Möglichkeit, daß es sich um zwei getrennte Populationen handelt. Die Frage, ob ein Seesaibling zum Wildfangsaibling heranwächst, kann ja ohne weiteres eine genetische Basis haben. Die Tatsache, daß junge Wildfangsaiblinge nicht von Schwarzreutern zu unterscheiden sind, spricht a priori keinesfalls dagegen. Dies ist ein Ansatzpunkt für die weitere Analyse, die versucht, mit biochemisch-genetischen Methoden auch diesen Sachverhalt einer Klärung näherzubringen.

6.3 Populationsgenetische Auswertung und Diskussion der elektrophoretischen Ergebnisse

6.3.1 Anteil polymorpher Loci

Die Mindestanzahl Loci, die nötig ist, um die gefundenen Band-Muster zu interpretieren, beträgt 32 disome oder 30 disome und ein tetrasomer Locus. Auf der Basis disomer Loci beträgt der Anteil polymorpher Loci $P = 0.125$. Vergleichswerte sind in Tab. 22 angegeben. Dieses Ergebnis ist ein erster Anhaltspunkt dafür, daß die mit Markerloci meßbare genetische Variabilität relativ gering ist. Bei der Beurteilung und dem Vergleich von P-Werten muß die Herkunft und die Salmonidenart beachtet werden. Stähli (1983) fand beim Lachs (*Salmo salar*), daß Zuchtpopulationen eine geringere genetische Variation innerhalb, aber auch zwischen Populationen aufwiesen, als natürliche Populationen.

Tab. 22: Anteil polymorpher Loci in Salvelinusarten.

Art	Anzahl Loci	p	Untersucher
S. fontinalis	13	0.38	Wright und Atherton (1970)
S. leucomaenis	38	0.08	Salmenkova und Volokhonskaja (1973)
S. malma	?	0.13 - 0.15	Salmenkova und Omelchenkol (1978)
S. alpinus	34	0.11	Salmenkova und Volokhonskaja (1973)
S. alpinus	27	0.04	Ferguson (1981)
S. alpinus	37	0-0.054	Andersson et al. (1983)
S. alpinus	26	0.08-0.15	Kornfield et al. (1981)

Tab. 23: Populationsgenetische Untersuchungen an Salvelinus alpinus mit Hilfe biochemischer Marker.

Untersuchte Enzyme/ Proteine	polymorph (Anzahl Allele)	Untersucher (Herkunft der Populationen)
monomorph		
AK, ADH, ENO, G-6PD, GA3PD, G-3PDH, LDH, MDH, PMI, PGM, PGI, SDH, PEP, XDH, allgemeine Proteinfärbung	ES (2)	Ferguson (1980, 1981) (Irland)
	Tf (2)	Child (1980) (England)
	ES (2)	Gydemo (1980) (Schweden)
	ES (2)	Klemetsen (1980) (Norwegen)
LDH, PHI	Tf (2)	Child (1977) (Wales)
	ES (2)	
CK, GPT, JDH, MDH, ME, PEP, PGM, PGI, SOD	AAT (2) ES (2) Loci, je 2 Allele) LDH (2) PGM (3) PGI (3)	Kornfield et al. (1981) (Nordamerika)
Untersuchte Enzyme/ Proteine		Untersucher (Herkunft der Populationen)
	ES (2)	Nyman (1965, 1967, 1972), Henricson und Nyman (1976) (Schweden)
α-GPD, PGM, LDH, Tf	MDH (2)	Honsig-Erlenburg (1980) (Österreich)
Myogene, Hämoglobin, Serumproteine		Tsuyuki et al. (1965) (Kanada)
Myogene, LDH	ES (2) Augenlin- senpro- teine (?)	Saunders und McKenzie (1971) (USA)
	Augenlin- senpro- teine (?)	Ruhlé (1976) (Schweiz)
MDHG, IDH, 6-3PDH	LDH (2)	Clayton u. Ihssen (1980) (USA)
ADA, AK, ADH, ALD, AAT, CPK, DIA, FDP, FUM, G6PDH, GUS, GDH, MDH (2) GPT, GAPDH, GLYDH, AGP, HK, IDH, LAP, ME, MP, PEP, PGM, 6P6DH, PGI, PMI, SDH, SUCDH, SOD, XDH, Myogene	ES (2) LDH (2) MDH (2)	Andersson et al. (1983) (Schweden)

Im Gegensatz dazu wurden bei der Regenbogenforelle extrem hohe P-Werte bis 0,50 gefunden (Allendorf und Utter, 1979). Die Ursache dafür kann in der vermehrten Kreuzungszucht bei *Salmo gairdneri* liegen, aber auch daran, daß dieser Salmonide als Artbastard zwischen *Salmo shasta* und *Salmo irideus* entstanden ist (Brohmer, 1982).

6.3.2 Polymorphe Loci

Wie aus den Interpretationen der Zymogramme hervorgeht, sind die Loci für Fumarase, Esterase und die beiden Loci für NAD-abhängige Malatdehydrogenase polymorph. Jeder dieser Loci wies einen 2-Allel-Polymorphismus auf. Zusätzlich konnte ein seltenes Allel in drei Exemplaren am Nucleosidphosphorylase locus entdeckt werden. Soweit bekannt ist, wird der Fumarasepolymorphismus bei *Salvelinus alpinus* das erste Mal beschrieben. Esterase-Polymorphismen sind sehr häufig beschrieben, wenn auch nicht Esterase-D. Auch bei der NAD-abhängigen Malatdehydrogenase wurde ein Polymorphismus beschrieben, der vergleichbare Phänotypen zeigte, wie der hier gefundene. Die folgende Tabelle verzeichnet entsprechende Untersuchungen an *Salvelinus alpinus*. Daraus sind alle Loci zu entnehmen, an denen bisher Varianten gefunden und beschrieben wurden.

Betrachtet man die bisher beschriebenen Enzyme, so zeigt sich, daß von 37 (Transferrin eingeschlossen, andere nicht enzymatische Proteine nicht berücksichtigt) Enzymen 11 elektrophoretische Varianten zeigten, was in etwa auf 30 % polymorphe Loci schließen läßt. Das heißt, daß die Spezies als ganzes nicht so monomorph ist, wie einzelne Populationen, oder Gruppen von Populationen in einzelnen Ländern vermuten lassen.

6.3.3 Genfrequenzen an den polymorphen Loci

Die Genfrequenzen an den polymorphen Loci sind in Tab. 24 aufgeführt. Beim MDH-Locus wurden die Genfrequenzen nach dem tetrasomen und dem 2-Locus-Modell geschätzt. Nachdem sich gezeigt hatte, daß der Erfolg der Maximum-Likelihood-Iteration von den vorgeschätzten Werten abhing, wurde zur Vorschätzung ein eigenes Simulationsprogramm entwickelt, welches Genfrequenzen an beiden Loci von 0.01 bis 0.99 rotieren ließ und für jede Kombination die erwarteten Phänotypenfrequenzen sowie den χ^2 -Wert für die Abweichung der gefundenen von den erwarteten Werten berechnete. So konnte die Genfrequenzkombination gefunden werden, die die beste Anpassung an die Beobachtungswerte ergab. Diese Werte konnten mit dem genannten Maximum-Likelihood-Verfahren bestätigt werden, wenn die Genauigkeit nicht größer als 0.01 sein sollte. Betrachtet man den Verlauf der Allelfrequenzen für ES und FH in den einzelnen Fängen, so ergeben sich beträchtliche Schwankungen (siehe Abb. 36 und 37). Das spricht gegen das Poolen der

Tab. 24: Genfrequenzen an den polymorphen Loci (Werte sind Frequenzen des Allels A).

	N	MDH (tetrasom)				
		ES-D	FH	MDH-1	MDH-2	
Königssee	257	0.25	0.51	0.40	0.20	0.60
Obersee	229	0.73	0.58	0.51	0.15	0.87
Grünsee	81	0.49	0.48	0.45	0.09	0.81

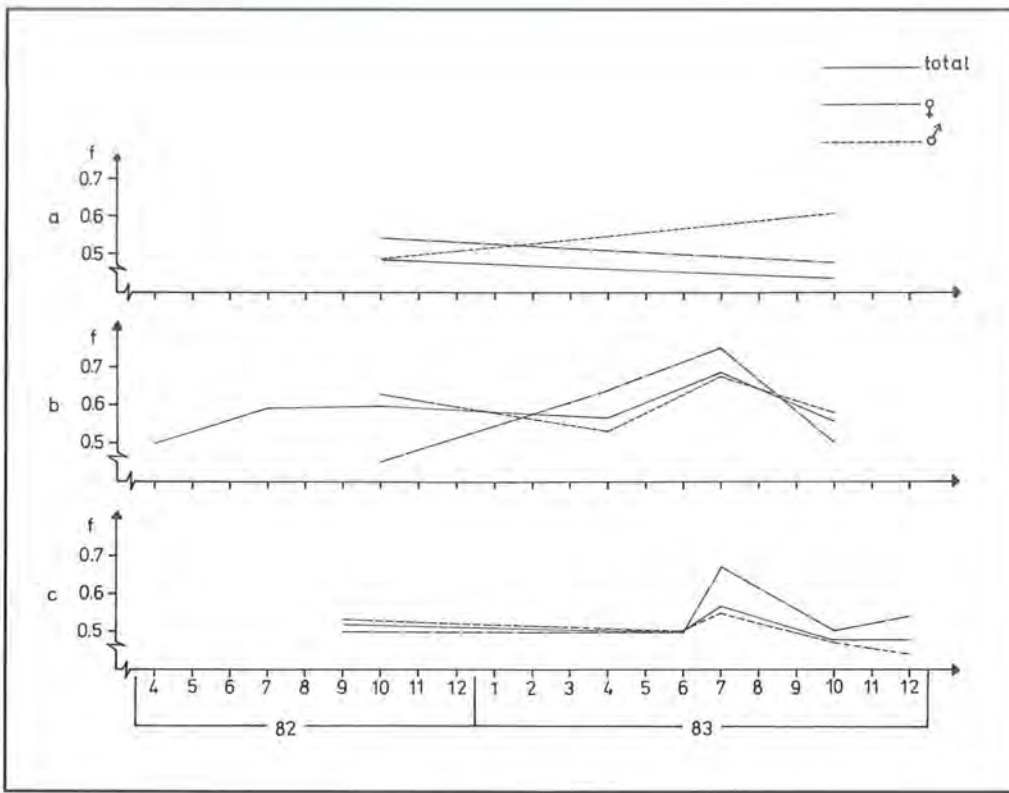


Abb. 36:
Verlauf der Allelfrequenzen
für FH-A mit Fangterminen
(a = Grünsee, b = Obersee,
c = Königssee).

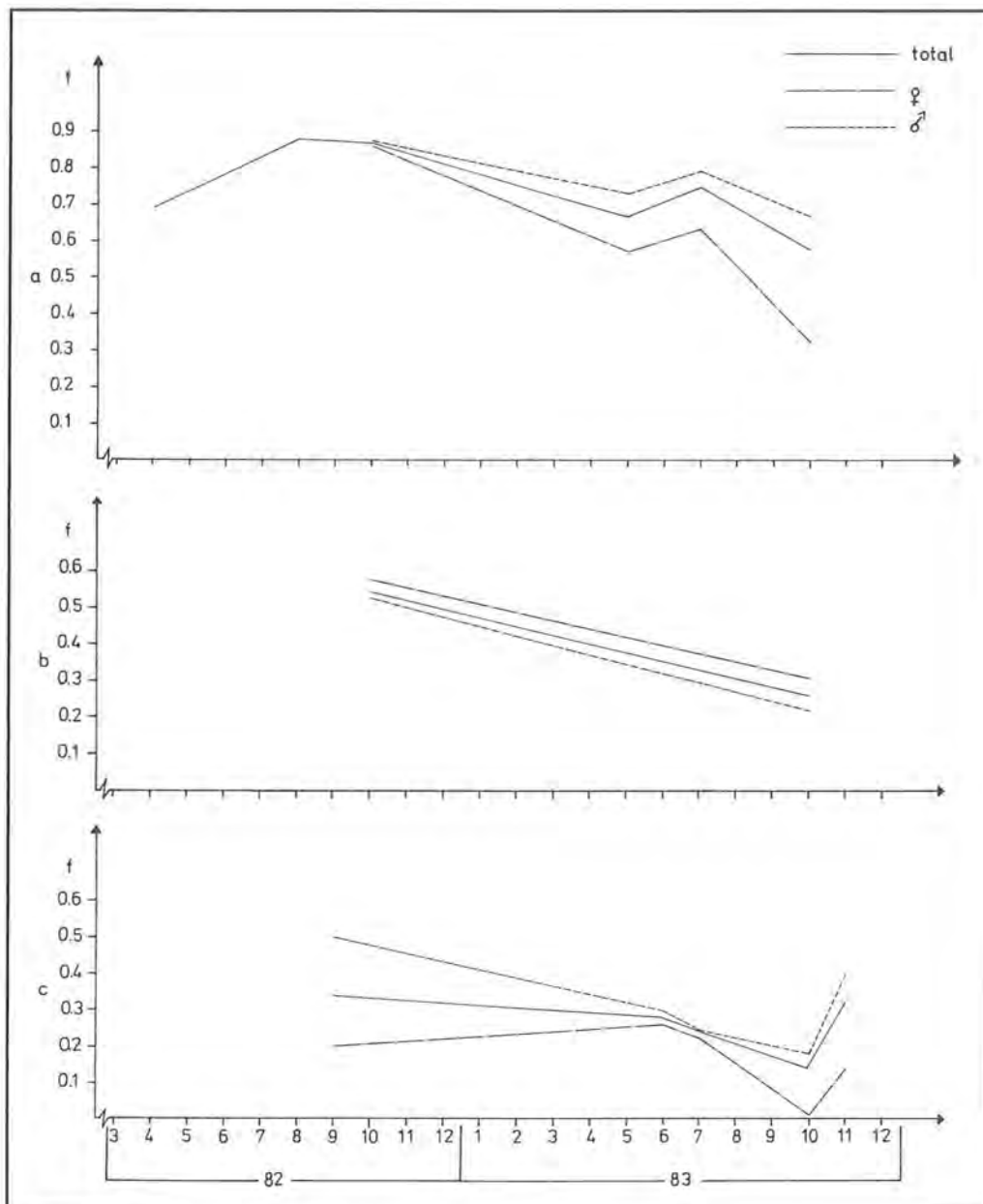


Abb. 37:
Verlauf der Allelfrequenz
für ES-D-A mit Fangterminen
(a = Obersee, b = Grünsee,
c = Königssee).

Fänge, andererseits werden die Stichprobengrößen bei der separaten Behandlung der Einzelfänge wesentlich kleiner, dadurch die Schätzfehler natürlich größer.

Auch der Vergleich zwischen Jahren erweist sich als ungünstig, weil zum Teil sehr unterschiedliche Anzahlen an Fängen und Tieren in den beiden Jahren enthalten sind. Weil außerdem eine Berücksichtigung des Fangortes ausscheidet, was eine eventuelle Abschätzung von Subpopulationen ermöglichen würde, wird auf eine Teilung der Gesamtstichproben verzichtet, zumal sich die Reihung der Populationen nach den ES-D-A-Frequenzen nicht verschiebt. Auffallend ist, daß die Frequenz des ES-D-A Allels bei den Rognern aus dem Königssee und dem Obersee in allen Fängen niedriger ist als bei den Milchneern. Im Grünsee verhält es sich umgekehrt. Eine stichhaltige Interpretation dieser Beobachtung kann nicht gegeben werden.

6.3.4 Phänotypverteilungen — Prüfung auf Hardy-Weinberg-Gleichgewicht und mögliche Ursachen für Abweichungen

Befindet sich eine Population an einem Locus im genetischen Gleichgewicht, so wird erwartet, daß die Genotypfrequenzen mit den nach der Polynomverteilung (im Falle zweier Allele: Binomialverteilung) aus den Allelfrequenzen entwickelten Werten übereinstimmen. Für einen disomen Locus lautet der Ausdruck

$$(p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_i + \dots + p_n)^2,$$

für einen tetrasomen entsprechend

$$(p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_i + \dots + p_n)^4, \text{ wobei}$$

p_i = Frequenz des Allels i ,
 n = Anzahl der Allele am Locus

Tab. 25: Phänotypverteilungen an den polymorphen Loci.

N	ES-D				FH				MDH ¹⁾						
	AA	AB	BB	χ^2	AA	AB	BB	χ^2	AAAA	AAAB	AABB	ABBB	BBBB	χ^2	
257	Königssee	Beob.	31	68	158	61	139	57		0	36	120	64	37	(25.12)
	total	Erw.	16.4	97.1	143.4	66.3	128.5	62.3	1.73	2.57	33.41	100.23	95.52	25.70	
88	Königssee	Beob.	4	24	60	29	34	25		0	14	35	23	16	(6.38)
	weiblich	Erw.	2.9	26.2	58.9	24.0	43.9	20.0	4.48	1.76	12.32	30.8	31.68	11.44	
165	Königssee	Beob.	26	43	96	30	104	31		0	22	83	40	20	(20.62)
	männlich	Erw.	13.7	67.7	83.7	40.8	82.5	41.8	11.21	1.65	21.95	70.95	57.75	13.2	
229	Obersee	Beob.	147	41	41	65	134	30		3	45	141	37	3	(62.87)
	total	Erw.	122.5	90	16.5	76.1	111.8	41.1	9.0	4.58	45.8	137.4	38.93	2.29	
43	Obersee	Beob.	18	13	12	12	24	7		0	10	22	9	2	(5.43)
	weiblich	Erw.	14.0	21.1	8.0	13.4	21.2	8.4	0.74	1.29	9.03	21.07	10.32	1.29	
124	Obersee	Beob.	84	21	19	35	78	11		0	27	80	16	1	(44.98)
	männlich	Erw.	72.0	45.0	7.0	44.2	59.7	20.2	11.69	2.48	24.8	79.36	17.36	1.24	
81	Grünsee	Beob.	29	21	31	20	38	23		0	9	51	17	4	(25.40)
	total	Erw.	19.3	40.5	21.3	18.8	40.4	21.8	0.30	0.81	10.53	53.46	15.39	0.81	
20	Grünsee	Beob.	7	5	8	3	11	6		0	2	13	3	2	(7.76)
	weiblich	Erw.	4.5	10	5.5	3.6	9.8	6.6	0.31	0.0	2.0	10.6	6.4	1.0	
60	Grünsee	Beob.	21	16	23	17	27	16		0	7	37	14	2	(17.68)
	männlich	Erw.	14.0	30.0	16.0	15.5	30.0	14.5	0.60	0.60	6.6	36.6	15.0	1.8	

1) Die Werte in Klammern beziehen sich auf das tetrasome Modell
 χ^2 - Tabellenwerte $\chi^2_{0.05,1} = 3.84$ $\chi^2_{0.05,3} = 7.81$

Darstellung der von Hardy (1908) und Weinberg (1909) entwickelten Grundlagen finden sich unter anderem bei Pirchner (1979) oder Hartl (1980). Mit Hilfe der Genzählmethode wurden die Genfrequenzen an den polymorphen Loci geschätzt (siehe 6.3.3) und an Hand der oben genannten Zusammenhänge die Übereinstimmung der gefundenen mit den erwarteten Werten verglichen (siehe Tab. 25).

Es ist festzustellen, daß sich keine der untersuchten Populationen an allen polymorphen Loci im genetischen Gleichgewicht befindet. Am Esteraselocus fällt auf, daß in allen Populationen weniger Heterozygote beobachtet wurde, als bei Vorliegen von Hardy-Weinberg-Gleichgewicht zu erwarten wäre. Dieses Ergebnis legt zunächst die Vermutung nahe, daß ein Wahlundeffekt (Hattermer, 1982), vorliegt. Das heißt, die gesteigerte Homozygotenfrequenz wäre auf die Existenz von Subpopulationen mit unterschiedlichen Genfrequenzen zurückzuführen. Hier muß aber beachtet werden, daß der Kontingenztest eigentlich zwei Hypothesen vermengt testet. Er testet nämlich einmal, ob das genetische Modell, das für diesen Locus unterstellt wird, zutrifft, er testet aber gleichzeitig bei Unterstellung der Richtigkeit des Modells, ob die gefundene Phänotypenverteilung der unter diesem Modell erwarteten entspricht. Muß die O-Hypothese, wie in diesem Fall, abgelehnt werden, so kann das bedeuten, daß die Population sich nicht panmiktisch verhält, es kann aber auch bedeuten, daß das verwendete genetische Modell nicht zutrifft. Die Ursache dafür kann die Existenz eines O-Allels sein (Fairbairn und Roff, 1980). O-Allele, die entweder überhaupt kein Protein oder katalytisch inaktive Proteine codieren, sind vor allem bei Esterasen mehrfach gefunden worden (Furst und Nymann, 1969; Harris, 1975).

Die Auswirkungen der Segregation eines O-Allels zusätzlich zu zwei funktionell normalen Allelen an einem Locus sind in Tab. 26 dargestellt.

Man sieht, daß bei dieser Konstellation die Frequenz der Homozygoten AA und aa erhöht, die der Heterozygoten Aa vermindert wird. Entdeckt man keine Homozygoten OO, weil diese eine sehr niedrige Frequenz haben oder weil gegen sie selektiert wird, so wird man ein 2-Allel-Modell unterstellen, das die geschilderten Konsequenzen hat, wenn AA und AO nicht unterschieden werden können. Entdeckt man keinen Homozygoten für das O-Allel, so wird für A eine Genfrequenz von $p' = p(p+q+2r)$ geschätzt, die in einem Fall, in dem $r > 0$, größer als p ist.

Am Fumaraselocus wird bei getrennter Betrachtung der Geschlechter offenbar, daß der Stichprobenfehler sich erheblich auswirken kann. Hier scheint z.B. im Königssee

die 0-Hypothese nicht abgelehnt werden zu können. Dieses Ergebnis in der Gesamtpopulation kommt aber nur dadurch zustande, daß die Milchner einen erheblichen Überschuß an Homozygoten aufweisen, während die Rogner ein Defizit haben, was sich beim Poolen weitgehend aufhebt. Diese Beobachtung wirft nun die Frage nach der Repräsentativität der Stichproben überhaupt auf. Eine mögliche Erklärung für oben genannten Sachverhalt liegt nämlich in der Passivität des Fanggerätes. Es können nur solche Tiere gefangen werden, die aufgrund ihrer Aktivität den Raum passieren wollen, in dem das Netz gesetzt ist. Existieren tatsächlich Subpopulationen, so muß davon ausgegangen werden, daß unterschiedliche Anteile dieser Populationen im Netz bleiben und somit ein unterschiedliches Mischungsverhältnis in beiden Geschlechtern vorliegt.

Da die verwendeten Netze immer mehrere Stunden im See bleiben, ist außerdem die fangbedingte Mortalität bei den früher gefangenen Tieren höher als bei den später gefangenen. Nachdem nur Tiere analysiert wurden, die sowohl den Fang als auch den Transport lebend überstanden hatten, kann auch aus diesem Gründen eine Verzerrung nicht ausgeschlossen werden. Allerdings kann aus diesem Überlegungen ein Hinweis auf eine Subpopulationsstruktur abgeleitet werden, da die Grünseepopulation sich diesbezüglich wesentlich homogener verhält als die des Königssees und Obersees. Es erscheint zumindest unwahrscheinlich, daß es bei der geringen Größe des Grünsees noch zur Bildung von Subpopulationen kommt. Die Interpretation des MDH-Locus erfordert zusätzliche Überlegungen. Unterstellt man das tetrasome Modell, so besteht in allen Populationen und Teilpopulationen (wenn man die Geschlechter als solche auffaßt) ein erheblicher überschuß an Heterozygoten. Das ist beim 2-Locus-Modell, wie es in Abschnitt 6.3.3 beschrieben wurde, nicht in diesem Ausmaß der Fall. Mit Ausnahme des Königssees existieren in allen Populationen Genfrequenzkombinationen, die eine bessere Anpassung ergeben als das tetrasome Modell. Das wird als Indiz für das 2-Locus-Modell gewertet; die Beobachtung, daß im Königssee auch das 2-Locus-Modell keine wesentlich bessere Anpassung erbringt, kann wieder als Hinweis auf eine Substrukturierung gewertet werden. Eine alternative Erklärung für den Überschuß von AABB-Heterozygoten an solchen potentiell tetrasomen Loci haben Engel et al. (1970) vorgeschlagen. Sie meinen, daß es durch eine Vorzugspaarung für Chromosomen mit identischen Allelen in der Meiose zu solch einem Überschuß kommen kann. Um die Auswirkung dieses Vorschlags an einem tetrasomen Locus zu testen, wurde eine Simulation durchgeführt, deren Ablauf in Tab. 27 dargestellt ist. In der Ausgangsgeneration wurden Genfrequenzen von je 0.5 und Hardy-Weinberg-Gleichgewicht unterstellt und es wurde angenommen, daß der Heterozygote AABB keine AB-Gameten bildet. Das Ergebnis zeigt, daß unter diesen Annahmen zwar eine Zunahme der AABB-Heterozygoten zustande kommt, daß aber in wesentlich stärkerem Ausmaß die Homozygoten zunehmen. Dies trifft auch für andere Genfrequenzen zu. Es wird vorgeschlagen, dieses Modell nicht als Erklärung für die beobachteten Phänotypenverteilungen heranzuziehen. Abweichungen der Phänotypenverteilung von den erwarteten Werten kann auch durch unterschiedliche Fitness der Genotypen und spezielle Paarungssysteme (positiv assortative Paarung) zustande kommen (Workman, 1969). Das bedeutet, daß die beobachteten Abweichungen unterschiedliche Ursachen haben können, zwischen denen bei der vorliegenden Datenstruktur nicht

Tab. 26: Auswirkungen eines O-Allels auf die Phänotypverteilung (nach Fairbairn und Roff, 1980).

Allele	A	a	O			
Frequenz	P	q	r			
Genotypen	AA	Aa	aa	A0	a0	00
Frequenz	p^2	$2pq$	q^2	$2pr$	$2qr$	r^2
Beobachtete Phänotypen	AA	Aa	aa		00	
Frequenz	$p^2 + 2pr$	$2pq$	$q^2 + 2qr$		r^2	

Tab.: 27: Simulation Vorzugspaarung.

Generation	Genfrequenz		Genotypenfrequenz					Gametenfrequenz		
	A	B	AAAA	AAAB	AABB	ABBB	BBBB	AA	AB	BB
0	0.5	0.5	0.06	0.25	0.38	0.25	0.06	0.375	0.25	0.375
5	0.5	0.5	0.20	0.10	0.40	0.10	0.20	0.45	0.10	0.45
10	0.5	0.5	0.22	0.06	0.44	0.06	0.22	0.47	0.06	0.47
50	0.5	0.5	0.24	0.02	0.48	0.02	0.24	0.49	0.02	0.49
Grenzwert			0.25	0	0.50	0	0.25			



Erscheinungsbild eines disomen Erbganges

Annahme: Genotyp AABB bildet Gameten AA : AB : BB nicht wie
 1 : 4 : 1 sondern wie
 1 : 0 : 1

unterschieden werden kann. Es wird festgestellt, daß die gefundenen Phänotypenverteilung signifikant von denen bei den unterstellten genetischen Modellen erwarteten abweichen. Insbesondere der Wahlundeffekt (Königssee, Obersee), die Segregation eines nicht entdeckten Nullallels (Esterase) und möglicher Einfluß auf Fitness (siehe 6.3.8) müssen als Erklärungen in Betracht gezogen werden.

6.3.5 Heterozygotiegrad

Die Schätzung des Heterozygotiegrades erfolgte unter zwei Modellannahmen. Das wurde aus den bereits genannten Gründen wegen der Allelkonstellation am MDH-Locus nötig.

Die Schätzung erfolgt nach der Formel

$$\bar{H} = \frac{1}{N \cdot L} \sum_i H_i \text{ wobei}$$

\bar{H} = Durchschnittlicher Heterozygotiegrad eines Individuums/Locus

H_i = Anzahl Heterozygoter am Locus i

L = Anzahl Loci

N = Anzahl Tiere

Das Ergebnis ist in Tab. 28 enthalten.

Die gefundenen Werte für die Heterozygotiegrade liegen für Vertebraten in einem unteren Bereich. Der durchschnittliche Heterozygotiegrad für Vertebraten liegt bei etwa 0.06 (Tracey und Ayala, 1974). Selander (1976) gibt für Fische einen durchschnittlichen Wert von 0.078 an. Die geschätzten Werte unter Annahme des disomen Modells liegen nur etwa halb so hoch, damit aber in einem Bereich, der bei Salmoniden durch mehrere Untersucher bestätigt wird. Tab. 29 führt Werte für *Salvelinus alpinus* an. Diese relativ niedrigen

Tab. 28: Heterozygotiegrade der untersuchten Populationen (Anzahl Loci 31/32).

See	N	Geschlecht	\bar{H} (MDH tetrasom)	\bar{H} (MDH 2 Loci disom)
Königssee	257	gepoolt	0.054	0.047
	88	weiblich	0.048	0.047
	165	männlich	0.057	0.047
Obersee	229	gepoolt	0.056	0.039
	43	weiblich	0.059	0.048
	124	männlich	0.058	0.039
Grünsee	81	gepoolt	0.054	0.036
	20	weiblich	0.055	0.037
	60	männlich	0.054	0.036

Werte bei Salomiden können durch die Lebensweise (Anadromie) bedingt sein, die besonders ausgeprägt bei *Oncorhynchus gorbusha* beobachtet werden kann. Diese Fische kehren im Alter von 2 Jahren aus dem Meer in die Flußläufe zurück, in denen sie geboren wurden, laichen ab und sterben dann. Auf diese Weise gibt es zwei gut getrennte Populationen, eine der geradzahigen Jahre und eine der ungeradzahigen. Dies konnte von Aspinwall (1974) für Populationen, eine der geradzahigen Jahre und eine der ungeradzahigen. Dies konnte von Aspinwall (1974) für Populationen in Alaska mit Hilfe biochemischer Marker gezeigt werden. Wenn auch nicht in dieser Strenge, so gelten solche Isolationsmechanismen auch für andere anadrome Salmo-

Tab. 29: Heterozygotiegrade einiger *Salvelinus-alpinus*-Populationen.

Spezies/Populationen	Anzahl Loci	\bar{H}	Untersucher
<i>S. alpinus</i>	34	0.036	Salmenkova und Volokhonskaja (1973)
<i>S. alpinus</i>	37	0	— 0.024 Andersson et al. (1983)
<i>S. alpinus</i> USA	26	0.005 — 0.069	Kornfield et al. (1973)

niden, mit Einschränkung auch für süßwasserstabile Populationen, z.B. für Herbst- und Frühjahrslaicher in Windermere (Frost, 1965). Durch diesen Mechanismus wird eine reproduktive Isolation zwischen verschiedenen Populationen aufrecht erhalten. Kleine Werte für die genetische Variabilität der süßwasserstabilen Populationen des See-saiblings in alpinen Seen können auch durch Foundereffekte bei der postglazialen Besiedlung zustande gekommen sein. Unabhängig von solchen Mechanismen scheinen tetraploide Organismen niedrigere Heterozygotiegrade aufzuweisen als diploide. Bhatia et al. (1968) fanden bei Getreide, daß elektrophoretisch differenzierbare genetische Enzymvarianten in diploiden Sorten wesentlich häufiger waren als in polyploiden. Salmenkova und Omelchenko (1978) verglichen diploide und phylogenetisch tetraploide Fische und fanden die in Tab. 30 angegebenen Werte.

Tab. 30: Heterozygotiegrad diploider und phylogenetisch tetraploider Fischarten (nach Salmenkova und Omelchenko, 1978).

Fischart	Floidy-status	H
Buckellachs (<i>Oncorhynchus gorbis</i> ha)	4 m	0.029 — 0.033
Blaurückenlachs (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	4 n	0.046 — 0.052
Hering (<i>Clupea harengus</i>)	2 n	0.105 — 0.128
Stint (<i>Osmerus eperlanus</i>)	2 n	0.077 — 0.093

6.3.6 Genetische Distanzen

Die Schätzung von genetischen Distanzen auf der Basis von Genfrequenzunterschieden an einer Stichprobe von einigen Loci mehrerer Populationen führt bei der mehrfach genannten Situation zweier Loci, die beide polymorph sind für jeweils zwei elektrophoretisch nicht unterscheidbare Allele, zu einem im Rahmen von Populationsstudien unlösbaren Problem. Es kann nämlich nicht unterschieden werden, ob die Allelkonstellation der Loci so ist, daß jeweils die Loci mit höherer oder niedriger Allelfrequenz für eines der Allele homolog sind, oder ob sie diametral homolog sind. Für dieses Problem gibt es noch keine Lösung, es können aber getrennt Distanzen für beide Annahmen geschätzt werden. Im vorliegenden Fall wird mit bis zu drei Modellen gerechnet. Modell I beruht auf der Annahme, daß es sich beim gefundenen MDH-Polymorphismus um eine 2-Allel-Situation an einem tetrasomen Locus handelt. Modell II unterstellt die Existenz zweier disomer Loci, die gleichsinnig homolog sind (Loci mit höherer Frequenz des Allels A homolog). Modell III entspricht Modell II bei gegensinniger Homologie. Als Maß für die genetische Distanz zwischen Populationen wird zunächst der genetische Abstand D nach Rogers (1972) berechnet.

Die Formel lautet:

$$D = \frac{1}{L} \cdot \sum_i \left[\frac{1}{2} \sum_j^{A_i} (P_{ijx} - P_{ijy})^2 \right]^{1/2}, \text{ wobei}$$

- L = Anzahl Loci
- A_i = Anzahl Allele am Locus i
- P_{ijx} = Frequenz des Allels j am Locus i in Population x
- P_{ijy} = Frequenz des Allels j am Locus i in Population y

Auf Homogenität der Allelverteilung an einem Locus zwischen zwei Populationen kann mittels χ^2 -Test geprüft werden (Nei und Roychoudhury, 1974).

$$\chi^2 = n_x \cdot n_y \cdot \sum_i \frac{(x_i - y_i)^2}{x_i \cdot n_x + y_i \cdot n_y}, \text{ wobei}$$

- n_x = Stichprobenumfang der Population x
- n_y = Stichprobenumfang der Population y
- x_i = Allelfrequenz des Allels i in Population x
- y_i = Allelfrequenz des Allels i in Population y

Die Anzahl der Freiheitsgrade ist dabei um eins kleiner als die Anzahl Allele am Locus. Um Distanzen auf der Basis mehrerer Loci zu testen, wird über alle Loci summiert. In Tab. 31 sind die Distanzen zwischen den untersuchten Populationen angegeben.

Die Anzahl Freiheitsgrade für den Tabellenwert errechnet sich aus der Summe der Freiheitsgrade an den einzelnen Loci (Ferguson, 1980 a). Es ergeben sich drei Freiheitsgrade für Modell I und vier für die Modelle II und III, wenn die Allele am zweiten MDH-Locus als zusätzliche Allele gezählt werden. Die 0-Hypothese (Allelverteilungen sind homogen) muß in allen Fällen abgelehnt werden. Aus Abb. 37 geht hervor, wie die absoluten Werte der Distanzen in Abhängigkeit vom verwendeten Modell steigen. Abb 38 zeigt, daß auch die Reihung der Populationen in Abhängigkeit vom Modell wechselt.

Tab. 31: Distanzen zwischen den Populationen aus Königssee, Obersee und Grünsee (Genetischer Abstand D nach Rogers, 1972).

Vergleich	Modell I (tetrasom)	χ^2	Modell II (2 Loci, gleichsinnig homolog)	χ^2	Modell III (2 Loci, gegensinnig homolog)	χ^2
Königssee — Obersee	0.021	120.17	0.027	160.83	0.052	435.18
Königssee — Grünsee	0.010	17.52	0.018	34.01	0.043	182.33
Obersee — Grünsee	0.013	18.80	0.014	21.52	0.056	300.94

Tabellenwerte $\bar{\chi}^2 = 7.81, \chi^2 = 9.49$
0.05,3 0.05,4

In einer Vielzahl von Arbeiten wird als Maß für die genetische Distanz der genetische Abstand von Nei (1972, 1973 a) verwendet. Ungeachtet gewisser Nachteile (beim Vergleich

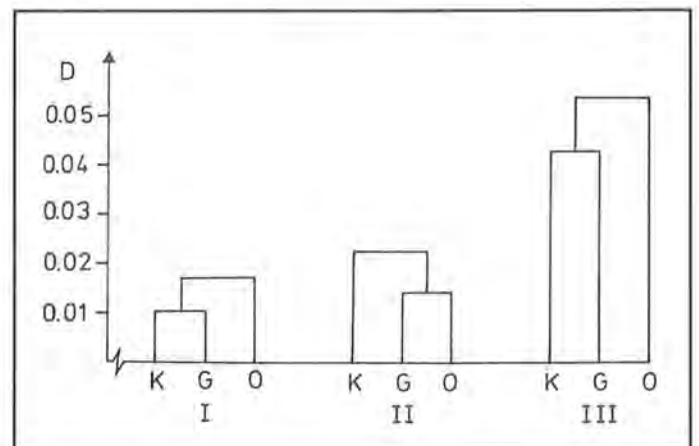


Abb. 37: Dendrogramme in Abhängigkeit vom verwendeten Modell (Genet. Abstand D nach Rogers, 1972; Dendrogrammkonstruktion nach Kirpichnikov, 1981).

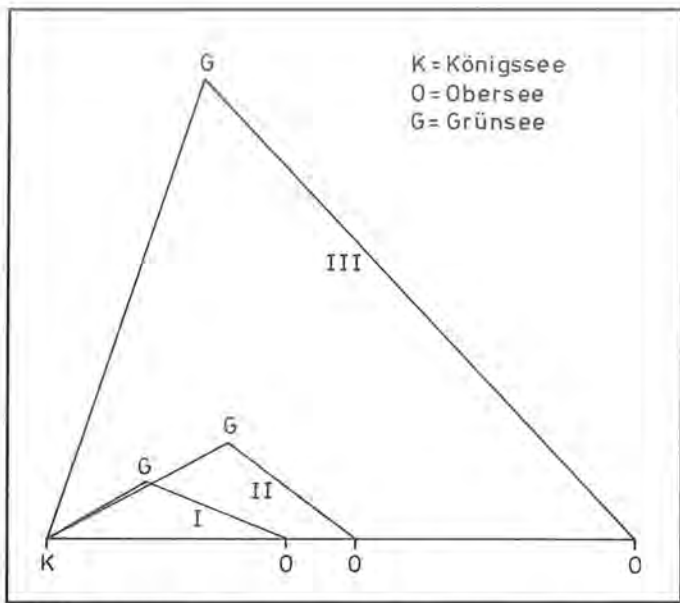


Abb. 38: Genetische Distanzen in Abhängigkeit vom verwendeten Modell (Genet. Distanz D nach Rogers, 1972; 1 cm entspricht einer Distanz von 0.004).

mehrerer Populationen erfüllt dieses Maß z.B. nicht die Dreiecksungleichung), die von Gregorius (1974) dargelegt wurden, soll er auch hier angewandt werden, vor allem, weil dadurch Vergleichsmöglichkeiten geschaffen werden. Der genetische Abstand D nach Nei (1972) ist definiert als

$$D = -\ln J_N$$

J_N wird als normalisierte Genidentität bezeichnet und ergibt sich aus dem Ausdruck $J_N = J_{xy} / J_x J_y$, wobei J_{xy} , J_x und J_y die arithmetischen Mittel über alle Loci der Größen j_{xy} , j_x , j_y sind, die sich an jedem Locus als Summe der quadrierten Allelfrequenzen (j_x , j_y) innerhalb Population bzw. als Summe der Allelfrequenzprodukte (j_{xy}) zwischen den Populationen ergeben. Nei (1972) interpretiert die Größe D als Nettocodondifferenz pro Locus zwischen Populationen, Nettocodondifferenz deswegen, weil D auf der Basis elektrophoretischer Varianten nicht Basensequenzunterschiede, sondern Aminosäuresequenzunterschiede mißt. In Tab. 32 sind die genetischen Distanzen und normalisierte Genidentitäten nach Nei für die drei paarweisen Populationsvergleiche aufgeführt.

Tab. 32: Genetische Distanz D und normalisierte Genidentität J_N nach Nei (1972), für die drei paarweisen Populationsvergleiche¹⁾.

Modell I			
	Königssee	Obersee	Grünsee
Königssee	—	0.9917	0.9980
Obersee	0.0084	—	0.9974
Grünsee	0.0020	0.0026	—
Modell II			
	Königssee	Obersee	Grünsee
Königssee	—	0.9898	0.9963
Obersee	0.0103	—	0.9976
Grünsee	0.0037	0.0027	—
Modell III			
	Königssee	Obersee	Grünsee
Königssee	—	0.9709	0.9773
Obersee	0.0296	—	0.9637
Grünsee	0.0229	0.0370	—

1) Oberhalb der Diagonale J_N
Unterhalb der Diagonale D

Tab. 33: J_N - und D-Werte für Geschlechter und Saiblingsformen innerhalb See.

	Königssee		Obersee		Grünsee		
	m (N = 165)	w (N = 88)	m (N = 124)	w (N = 43)	m (N = 60)	w (N = 20)	
Königssee	m —	0.9979					
	W	0.0021					
Obersee	m		—	0.9981			
	w		0.0019	—			
Grünsee	m				—	0.9993	
	w				0.0007	—	
		D	J_N	D	J_N	D	J_N

	Königssee		Obersee		
	SWR (N = 245)	Wildf. (N = 11)	SWR (N = 210)	Wildf. (N = 19)	
Königssee	SWR —	0.9950			
	Wildf.	0.0050			
Obersee	SWR		—	0.9904	
	Wildf.		0.0096	—	
		D	J_N	D	J_N

Die Spannweite der normalisierten Genidentität reicht von ca. 0.96 bis etwa 1. Damit liegen die J_N -Werte in einem Bereich, in dem verschiedene Populationen der gleichen Subspezies auch in anderen Genera liegen (siehe Tab. 34). Stoneking et al. (1981) untersuchten acht Bachsaiblingspopulationen (*Salvelinus fontinalis*) als Repräsentanten für Nord- und Südpopulationen der USA, für die aufgrund von morphologischen Unterschieden Subspezies- oder Speziesrang diskutiert wurde (Lennon, 1967; zit. nach Stoneking et al., 1981). Sie fanden innerhalb der Süd- und Nordpopulationen Werte für J_N von 0.9420 bis 0.9930, zwischen Populationen von 0.8520 bis 0.9520, der mittlere Wert zwischen beiden Gruppen betrug 0.8900, was von den Autoren als Indiz für Subspeziesrang der Nord- und Südgruppe gewertet wird. Beim Vergleich mit dem Ergebnis und denen der Tab. 34 kann im Falle der untersuchten Seesaiblinge keinesfalls von genetischen Unterschieden zwischen Populationen verschiedener Seen gesprochen werden, die zu einer taxonomischen Einstufung in verschiedene Subspezies berechtigen würden.

Um die Verhältnisse innerhalb der Population eines Sees abschätzen zu können, wurden die Nei'schen Ähnlichkeits- (J_N) bzw. Distanzmaße (D) zum einen für Geschlechter innerhalb See berechnet, zum anderen für „Schwarzreuter“ und „Wildfangsaibling“ in Königssee und Obersee. Die Tren-

Tab. 34: J_N -Werte für verschiedene Taxa (verändert, nach Nei, 1975).

Art des Vergleichs/ Spezies	J_N	Autor
Lokalrassen		
Mäuse (<i>Mus musculus</i>)	0.9917 — 0.9802	Selander et al. (1969)
<i>Drosophila pseudobscura</i>	0.9975 — 0.9917	Prakasti et al. (1969)
Subspezies		
Mäuse	0.85	Selander et al. (1969)
<i>Astyanax mexicanus</i>	0.9496 — 0.8338	Awise und Selander (1972)
Spezies		
Frösche	0.7984 — 0.6216	Hedgecock und Ayala (1974)
Teleostier	0.7406 — 0.6481	Siciliano et al. (1973)
Genera		
Fische (<i>Sciaenidae</i>)	0.3990 — 0.0968	Shaw (1970)

nung dieser Gruppen erfolgte nach Fischlänge (Trenngrenze 25 cm) und subjektiver Einschätzung des Farb- und Zeichnungsphänotyps. Bei den Geschlechtern wurde Modell II angewandt, bei den Saiblingsformen Modell I, weil dort die Aussagefähigkeit aufgrund der Stichprobengröße der Wildfangsaiblinge sehr begrenzt ist. Die Ergebnisse sind in Tab. 33 dargestellt. Es wird festgestellt, daß die Distanzen zwischen Geschlechtern durchwegs kleiner sind als die Distanzen zwischen Seen (unter Modell II) und daß die Distanzen zwischen Saiblingsformen nicht wesentlich höher liegen als die zwischen Seen (unter Modell I). Wegen der geringen Stichprobengröße muß auf eine Wertung der letzten Aussage allerdings verzichtet werden.

Werden alle 3 Populationen gepoolt, so läßt sich die gesamte genetische Variation in eine innerhalb und in eine zwischen Populationen aufteilen (Nei, 1973 b). Nei (1973 b) definiert die gesamte genetische Variation.

als $H_T = H_S + D_{ST}$, wobei

$H_S = 1 - J_S$ mit J_S als durchschnittlicher normalisierter Genidentität innerhalb Populationen;

D_{ST} = durchschnittliche genetische Distanz zwischen Populationen.

So kann $G_{ST} = \frac{D_{ST}}{H_T}$ als Maß für den relativen Anteil der genetischen Varianz zwischen Populationen betrachtet werden (Nei, 1973 b). Sowohl unter Modell I als auch unter Modell II beträgt G_{ST} etwa 0.054, also sind nur etwa 5,5 % der gesamten genetischen Varianz auf Unterschiede zwischen Populationen zurückzuführen. Vergleicht man die von Andersson et al. (1983) in Schweden, Ferguson (1981) in Irland und die hier untersuchten Populationen, soweit dies durch die Beschreibung der Elektrophoresemuster möglich ist, so ergibt sich auf der Basis von 13 Loci ein G_{ST} von etwa 0.3, das heißt also, daß zwischen diesen geographisch weit entfernten Populationen der Anteil der genetischen Variabilität zwischen Populationen an der gesamten genetischen Varianz etwa 5mal so hoch ist als zwischen den untersuchten Populationen (eigene Berechnung, vorläufiges Ergebnis, unveröffentlicht).

Eine stärkere Differenzierung der Populationen des Königssees, Obersees und Grünsees aufgrund von Mutation und Wahlundeffekt ist nicht zu erwarten, wenn die Besiedelung durch genetisch homogene Gruppen erfolgte. Nach Nei (1975) läßt sich die normalisierte Genidentität J_N zum Zeitpunkt t folgendermaßen berechnen:

$$J_{N(t)} = J_0 \cdot e^{-2 \cdot c \cdot \alpha \cdot t}, \text{ wobei}$$

$J_{N(t)}$ = Normalisierte Genidentität zum Zeitpunkt t

J_0 = Normalisierte Genidentität zum Zeitpunkt 0 (hier = 1)

C = Anteil der Codondifferenzen, der durch die verwendete Methode entdeckt wird (hier 0.25)

α = Mutationsrate/Locus und Jahr (hier $7 \cdot 10^{-6}$ nach Neel, 1983)

Wenn α pro Generation gemessen ist, muß t in Jahren noch durch das Generationsintervall dividiert werden, welches hier mit 4 Jahren angenommen wird. Als Zeitraum werden 10 000 Jahre angenommen. Damit ergibt sich

$$J_N(10\,000) = e^{\frac{-2 \cdot 0.25 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{4}}$$

$$J_N(10\,000) = 0.9927.$$

Das entspricht einer Distanz von etwa 0.0073. Es wird daraus gefolgert, daß Mutation in Zusammenhang mit Isolation zwischen Populationen unter den getroffenen Annahmen keine größeren Distanzen erwarten lassen würde.

Andererseits können genetische Unterschiede, die durch Foundereffekte bei der Besiedelung vorhanden waren, durch Migrationsprozesse vermindert worden sein. Migrationsprozesse erhöhen die Ähnlichkeit zwischen Populationen (Nei, 1975). Migration in Form von Besatzmaßnahmen spielte für die untersuchten Populationen mit Sicherheit eine bedeutende Rolle. Verschiedentlicher Besatz, der nahezu auf einen Genaustausch zwischen allen drei Populationen sowie auf Einführung von genetischem Material aus Fremdpopulationen schließen läßt, sind teilweise gut dokumentiert, teilweise durch den Fischer am Königssee, Herrn Amort, überliefert. Folgende Besatzmaßnahmen sind bekannt:

- Besatz des Königssees mit Fuschlseesaiblings im Zeitraum von 1881 bis 1900 (Bayerischer Landesfischereiverein, Starnberg, 1964),
- Besatz des Königssees mit Oberseesaiblings in den 30er Jahren (Schindler, 1936)
- Besatz des Obersees mit Königsseesaiblings (Schindler, 1950)
- Besatz des Königssee mit Grundlseesaiblings, wahrscheinlich in den 60er Jahren (mündlicher Bericht von Herrn Amort)
- Besatz des Grünsees mit Seesaiblings aus Königssee oder Obersee oder aus beiden Seen (mündlicher Bericht von Herrn Amort), genauer Zeitpunkt unbekannt.

6.3.7 Prüfung auf Zusammenhänge zwischen Markergenotypen und Fischlänge

Reinitz (1977) untersuchte mehrere Populationen von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*) auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Genotypen von Markerloci und Zuwachs. Er fand keine Beziehung zwischen LDH-Genotypen und Wachstum, aber einen signifikanten Zusammenhang zwischen Transferringenotyp und Zuwachs. Diese Frage sollte auch für das vorliegende Material getestet werden, weil dadurch ein Hinweis auf den genetischen Hintergrund der Differenzierung von Saiblingsformen möglich ist. Zu diesem Zweck wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, wobei die Fischlängen als abhängige Variable, die Enzymgenotypen der polymorphen Loci neben den Faktoren See, Fang, Alter und Geschlecht als unabhängige Variable berücksichtigt wurden. Das Modell und das Tableau der Varianzanalyse sind in Tab. 35 enthalten.

Das Ergebnis zeigt klar, daß die Markergenotypen keinen signifikanten Einfluß auf die Variable Länge haben. Entscheidend sind die ökologischen Faktoren und das Alter. Dies läßt verschiedene Interpretationen zu. Einmal können die einzelnen Enzymgenotypen funktionell gleichwertig sein (Neutralitätstheorie des Proteinpolymorphismus, King und Jukes, 1969), dann können sie sich selbst nicht auf das quantitative Merkmal Länge auswirken, also sind sie nicht geeignet, genetische Unterschiede zwischen Tieren unterschiedlicher Längenentwicklung zu markieren. Das wäre nur denkbar bei einer engen Kopplung zwischen Markergen und anderen Loci, die für das Wachstum entscheidende Bedeutung haben. Das heißt aber, es können quantitativ genetische Unterschiede zwischen Tieren unterschiedlicher Län-

Tab. 35: Varianzanalyse zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen Markergenotypen und Fischlänge.

Modell: $y = \mu + S + F + A + G + es + fh + mdh + e$, wobei y = Fischlänge, μ = Mittelwert, S = See, F = Fang, A = Alter, G = Geschlecht, es = Esterase, fh = Fumarase, mdh = Malatdehydrogenase, e = Rest; $N = 235$

Varianz- ursache	FG	Mittelquadrat	F-Wert	P <
See	2	8122	9.58	0.000
Fang	2	3169	3.74	0.025
Geschlecht	1	1721	2.03	0.155
Alter	5	7522	8.87	0.000
es	2	1488	1.75	0.175
fh	2	1453	1.71	0.182
mdh	3	1000	1.18	0.318
Rest	217	848		

$R^2 = 0.36$

genentwicklung vorhanden sein, die mit der verwendeten Methode nicht erfaßt werden können. Aber selbst bei Vorliegen einer entsprechenden Kopplung kann dies unentdeckt bleiben, wenn die Populationsdichte so hoch ist, daß über das Wachstum eines Tieres praktisch nur das verfügbare Nahrungsangebot, nicht aber das Wachstumspotential entscheidet, das unter den gegebenen Bedingungen nie ausgeschöpft wird. Als Ergebnis kann formuliert werden: Ein Zusammenhang zwischen Markergenotypen und Längenwachstum kann nicht festgestellt werden.

6.3.8 Versuch der Prüfung auf Neutralität der Marker-Allele

Wegen der im allgemeinen geringen Selektionskoeffizienten können Abweichungen vom genetischen Gleichgewicht, die durch Selektion bedingt sind, nur schwer festgestellt werden

(Kirpichnikov, 1981). Eine Möglichkeit der Analyse besteht jedoch darin, verschiedene Altersklassen zu vergleichen. In Tab. 36 sind die Allelfrequenzen (des Allels A) in den Altersklassen 3 — 6 für Königssee und Obersee dargestellt. Die MDH-Loci wurden hier ausgeklammert.

Im Falle des ES-D-Allels scheint im Königsseematerial eine abnehmende Tendenz zu bestehen, ebenso beim FH-A-Allel im Obersee. Berücksichtigt man jedoch die Unterschiede zwischen den Seen und die Stichprobengröße, die teilweise sehr klein sind sowie die Tatsache, daß diese Tendenz auch durch wechselnde Geschlechterverhältnisse bei Genfrequenzunterschieden zwischen den Geschlechtern in den Stichproben verursacht sein können, dann muß die Frage nach der Beziehung von Markerallelen zu Fitness als mit diesem Material nicht beantwortbar angesehen werden.

Tab 36: Frequenz des ES-D-A- und FH-4-Allels in Abhängigkeit vom Alter.

Alter	Königssee			Obersee		
	ES-D-A	FH-A	N	ES-D-A	FH-A	N
3	0.48	0.58	6	0.57	0.79	7
4	0.30	0.63	32	0.81	0.69	13
5	0.20	0.47	74	0.61	0.60	35
6	0.20	0.48	33	0.58	0.38	13

Auch aus der Phänotypverteilung (im Gesamtmaterial) mit steigendem Alter (siehe Abb. 39) lassen sich keine Rückschlüsse ziehen, weil die Zahl der auftretenden Phänotypen im Verhältnis zur Tierzahl pro Altersklasse sehr groß ist. Damit scheidet ein Homogenitätstest aus, weil mehr als 20% der Zellen eine Besetzung von weniger als 5 haben.

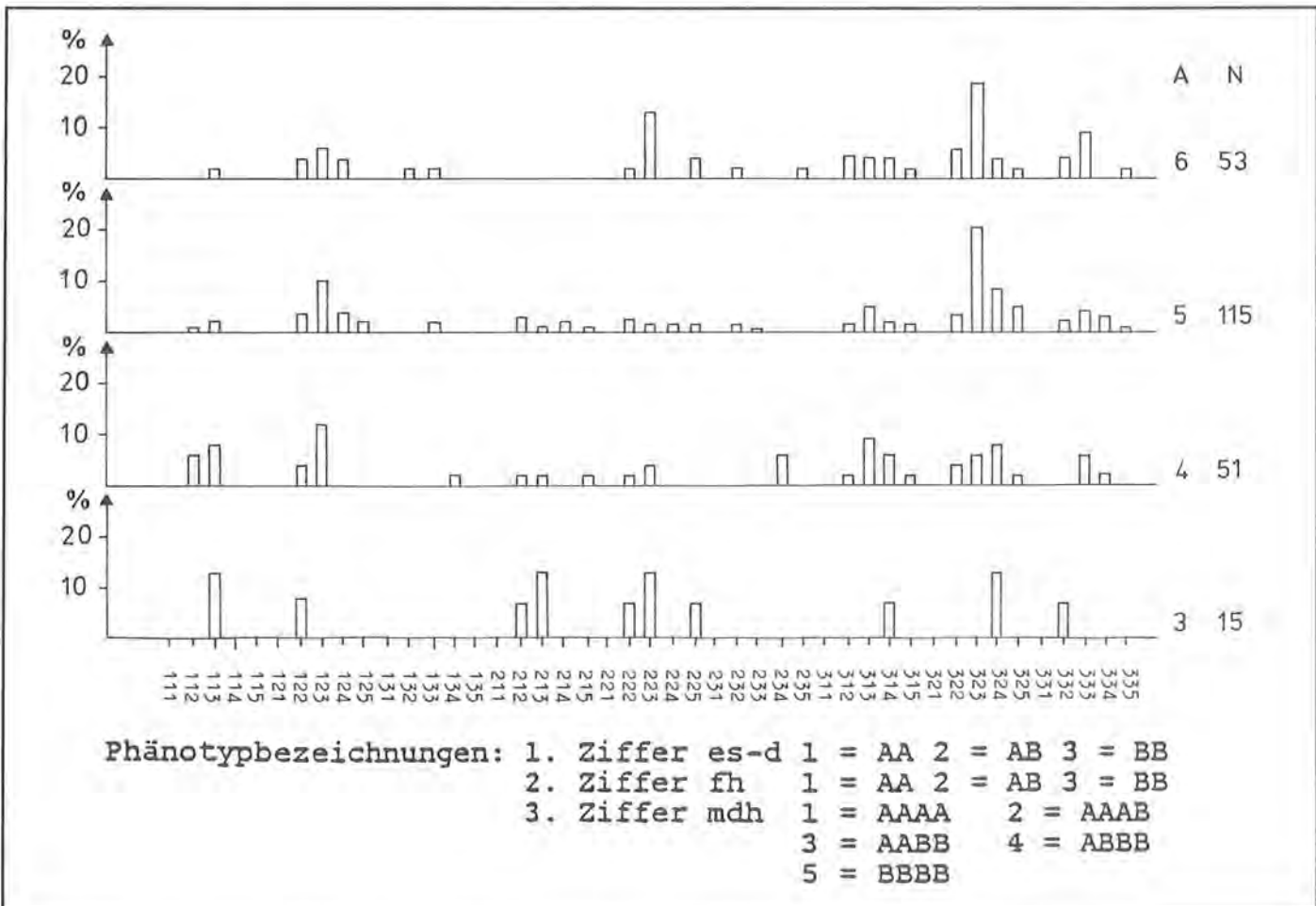


Abb. 34: Phänotypverteilungen in den Altersklassen (A) (Gesamtmaterial).

7 Schlußfolgerungen

7.1 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

7.1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit besteht darin die Seesaiblingspopulationen des Königs-, Ober- und Grünsees anhand chromosomaler und biochemischer Untersuchungen populationsgenetisch zu beschreiben und wenn möglich einen Beitrag zum Saiblingsproblem zu liefern.

7.1.2 Probenmaterial

Insgesamt wurden 576 Seesaiblinge untersucht, davon 257 aus dem Königssee, 229 aus dem Obersee und 81 aus dem Grünsee.

Enzymelektrophoretische Untersuchungen wurden an allen Tieren durchgeführt; Chromosomale Untersuchungen an insgesamt 255 Tieren (Königssee: 152, Obersee: 166, Grünsee: 37). An wechselnd großen Stichproben wurden fischbiologische Merkmale (Länge, Gewicht, Körperhöhe, Kopflänge, Augendurchmesser, Parasitenstatus in der Leber, Anzahl Kiemenreusendornen, Geschlecht, Alter) erhoben.

7.1.3 Versuchsdurchführung

Die Erhebung der fischbiologischen Merkmale erfolgte in der üblichen Weise.

Die Durchführung der elektrophoretischen Analysen beruht auf dem Verfahren nach Kohn mit Celluloseacetat als Trägermaterial sowie entsprechend modifizierten histochemischen Färbeverfahren.

Als Probenmaterial wurde für die Reihenuntersuchung ausschließlich weißes Muskelfleisch verwendet. Die Chromosomenpräparate wurden als Direktpräparationen aus Nierengewebe hergestellt.

7.1.4 Ergebnisse

7.1.4.1 Elektrophoretische Untersuchungen

Es wurden insgesamt 18 Enzymsysteme elektrophoretisch analysiert (AK, ENO, Es-D, FH, α -Gal, GOT, GLO, HEX, LDH, MDH, ME, NP, GPGD, PGK, PGM, MPI, PHI, SOD). Dies entspricht einer Anzahl von 32 genetischen Coci. Von diesen erwiesen sich 4 als polymorph. (Dies entspricht einem Anteil von $p = 1/8$). Es sind dies die Loci ES-d-2, FH und MDH-1,2. Die spezielle Problematik der MDH-Loci, an

denen im vorliegenden Material a-priori nicht zwischen einem tetrasomen und zwei disomen Loci unterschieden werden kann, wird ausführlich dargestellt. Der durchschnittliche Heterozygotiegrad der Populationen liegt zwischen 0.036 und 0.047 bei disomer Vererbung.

Die aus den Genfrequenzen ermittelten genetischen Distanzen zwischen den 3 Populationen nehmen Werte zwischen 0.0024 und 0.037 an (Genet. Abstand D nach Nei, disome Vererbung). Die Unterschiede zwischen Seen sind signifikant. Bezüglich der „Saiblingsformen“ ergibt sich kein Anhaltspunkt dafür, daß sie unterschiedlichen Genpools angehören.

Es konnten auch keine Beziehungen zwischen den Genotypen und Fischlänge gefunden werden.

In allen 3 Populationen ist an mindestens einem polym. Genort eine signifikante Abweichung vom genetischen Gleichgewicht festzustellen. Mögliche Ursachen dafür werden diskutiert. Eine dieser möglichen Ursachen ist die Existenz einer Subpopulationsstruktur im Königssee. Die Klärung dieser Frage mußte aber unterbleiben, weil dafür notwendige Angaben über Fangort und Fangtiefe nicht zur Verfügung standen.

7.1.4.2 Chromosomale Untersuchungen

Es kann gezeigt werden, daß die Chromosomenausstattung der untersuchten Tiere der reiner Seesaiblinge und nicht etwa der von Hybriden mit Bachsaiblingen entspricht. Es zeigt sich auch eine eindeutige Variabilität in der Chromosomenzahl zwischen einzelnen Tieren, nicht jedoch zwischen den Seesaiblingspopulationen der drei Seen. Damit können diese drei Seesaiblingsbestände mit den verwendeten chromosomalen Merkmalen nicht voneinander differenziert werden.

7.1.4.3 Auswertung der fischbiologischen Merkmale

Es kann mitgeteilt werden, daß durchgängig eine steigende Tendenz für die Durchschnittswerte für Fischlänge, Fischgewicht und daraus folgend für den Konditionsfaktor in der Reihenfolge Königssee-Obersee-Grünsee besteht. Die durchschnittliche Länge beträgt ca. 20, 21 bzw. 23 cm bei Gewichten von 50, 75 und 100 g.

Der Verlauf der Längenkurve mit dem Alter muß als atypisch bezeichnet werden, da sie zwischen 6. und 7. Lebensjahr einen Wendepunkt aufweist, der den theoretischen Erwartungen widerspricht.

Das Geschlechterverhältnis weicht in der Gesamtstichprobe signifikant vom Erwartungswert ab. Dabei ist in nahezu allen Fällen ein deutlicher Überschuß an Milchnern zu beobachten.

Der Befall der Lebern mit Zysten des *Triaenophorus nodulosus* wirkt sich in der Stichprobe nicht signifikant auf die

Fischlänge aus. Damit scheidet dieser Faktor als Ursache für die Differenzierung von Saiblingsformen aus. Die Befallsrate zeigt mit dem Alter eine steigende Tendenz.

Bei den relativen Körpermaßen ist festzustellen, daß der relative Augendurchmesser $\left[\frac{\text{Augendurchmesser}}{\text{Gesamtlänge}} \right]$ mit

steigendem Alter abnimmt, es bestehen keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Die Milchner haben in allen drei Populationen relativ größere Köpfe als die Rogner.

Die Anzahl Kiemenreusendornen liegt bei den Königssee-saiblings zwischen 25 und 32, bei einem Mittelwert von etwa 28. Das wird in Zusammenhang mit der Färbung der Seesaiblinge, die zum überwiegenden Teil dem Typ des „Schwarzreiters“ entsprechen, als Indiz dafür gewertet, daß der „Tiefseesaibling“ im Königssee nicht vorkommt bzw. in den Stichproben nicht vorhanden war. Eine Unterscheidung zwischen „Schwarzreiter“ und „Wildfangsaibling“ ist analog zu den Arbeiten Schindlers möglich. Es muß jedoch klar betont werden, daß diese Unterscheidung in jedem Fall altersabhängig und damit taxonomisch nur wenig relevant ist.

7.2 Konsequenzen für die Bewirtschaftung der Seesaiblingsbestände im Königs-, Ober- und Grünsee aus genetischer Sicht

Die vorliegende Analyse hat ergeben, daß sich bei den untersuchten Populationen innerhalb der Seen mit großer Wahrscheinlichkeit um jeweils einen Genpool handelt. Die beobachtete Variation im Phänotyp muß als im wesentlichen umweltbedingt betrachtet werden. Damit ergibt sich keine Notwendigkeit einer differenzierten Bewirtschaftung einzelner „Saiblingsformen“.

Anders verhält es sich bezüglich eventueller Besatzmaßnahmen. Diese bedeuten genetisch gesehen immer Eingriffe, die den Genpool der Population eines Sees entscheidend verändern, wenn mit Fremdmaterial besetzt wird. Die geringen genetischen Distanzen zwischen den Seen sind zu einem Teil auf Besatzmaßnahmen zurückzuführen, die in der Vergangenheit, teilweise schon im vorigen Jahrhundert, erfolgten. Als Begründung für solche Besatzmaßnahmen wird zuweilen von einer Degeneration der Populationen gesprochen, entstehend durch einen zunehmenden Inzuchtgrad, welche für das vergleichsweise schlechte Wachstum verantwortlich sein soll. Auf Grund der hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse muß diese Argumentation abgelehnt werden. Die geschätzten Heterozygotiegrade sind im Vergleich mit anderen natürlichen Populationen des Seesaiblings oder anderer Salmoniden als typisch zu bezeichnen, so daß nicht von einer genetischen „Verarmung“ gesprochen werden kann und Forderungen nach einer „Blutauffrischung“ gegenstandslos sind. Möglicherweise gehören die hier beschriebenen Seesaiblingspopulationen mit zu den letzten noch in Bayern lebenden Seesaiblingsbeständen, in die nicht bereits oder nicht in nennenswertem Umfang Seesaiblingsmaterial eingeführt

wurde, das von außerhalb des östlichen Alpenraumes stammt. Dieser vielleicht einzigartige Zustand sollte unbedingt gesichert werden und keinesfalls durch irgendwelche Besatzmaßnahmen mit Seesaiblings aus anderen Seen in Frage gestellt werden. Dabei ist es sogar wünschenswert einen Austausch von Tiermaterial zwischen Königs-, Ober- und Grünsee zu vermeiden.

Da es sich um genetisch stabile Populationen handelt spricht aus genetischer Sicht nichts gegen eine Befrischung des Seesaiblings im Königssee, wenn sichergestellt werden kann, daß nicht einzelne Seesaiblingsformen, wie etwa Wildfangsaiblinge, bevorzugt, etwa durch Angelfischerei, gefangen werden und die Befischungintensität beim Seesaibling nicht stark erhöht wird. Eine Befischung der Seesaiblinge im Obersee sollte möglichst unterbleiben. Im Grünsee liegt ein einmaliges Isolat vor, das von Befischungen für einen längeren Zeitraum unbedingt freigehalten werden sollte. Auch Versuchsbefischungen sind im Grünsee nur in soweit zuzulassen, als es zur Überprüfung des Vorhandenseins dieser Fischart in diesem See notwendig ist. Im Grünsee gefangene Fische sollten unbedingt so schonend gefangen werden, daß sie ausnahmslos wieder in den See zurückgebracht werden können. Keinesfalls sollte diese Population durch Versuchsbefischungen zahlenmäßig reduziert werden.

Unter diesen Umständen böte sich die sicher auch für einen Nationalpark einmalige Möglichkeit drei verschiedene Seesaiblingspopulationen nebeneinander zu beobachten, von denen eine jede anderen Faktoren unterworfen ist, die sich auf die genetische Populationsstruktur auswirken können. Die Königsseepopulation wäre dem anthropogenen Einflußfaktor „Befischung“ ausgesetzt. Als Vergleichspopulation dazu, sicherlich mit einer Reihe von Einschränkungen, weil ein anderer See, könnten die Seesaiblinge im Obersee dienen. Und als einzigartige Abrundung dieses Studiums naturnaher Selektionsbedingungen beim Seesaibling kann die vergleichsweise sehr kleine Seesaiblingspopulation im Grünsee mit seinen natürlichen extremeren Standortbedingungen genutzt werden. Es bietet sich damit die großartige Möglichkeit, diese Bestände einer bedrohten Tierart unter sehr unterschiedlichen naturnahen bis natürlichen Selektionsbedingungen auf sehr engem Raum nebeneinander zu studieren. Es kann nicht nachdrücklich genug auf die Einmaligkeit dieser Situation hingewiesen werden. Besatzmaßnahmen mit anderen Fischarten im Königssee sollten dann kritisch geprüft werden, wenn es sich um starke Nahrungskonkurrenten des Seesaiblings handelt. Solche Maßnahmen bedeuten keinen direkten Eingriff in den Genpool des Seesaiblings, sie können aber langfristig die natürlichen Selektionsbedingungen im See verändern und bedürfen somit einer ständigen fachkompetenten Überwachung vor Ort. Um dieser sehr komplexen und dringenden Aufgabe angewandten Umweltschutzes wirkungsvoll gerecht werden zu können, wird es auch unumgänglich sein, die behördlichen Kompetenzen vor Ort unter dem Gesichtspunkt einer ausreichenden Fachkompetenz und des vorrangigen Umweltschutzes neu zu verteilen. Andernfalls muß bezweifelt werden, daß die natürlichen Selektionsbedingungen für diese in Bayern einmaligen Seesaiblingsbestände langfristig erhalten werden, weil die Durchführung dieser Aufgabe ohne biologisch-ökologische Fachkompetenz in einem Land, das sich so kompetent und nachhaltig für den Umweltschutz einsetzt, unvorstellbar ist.

8 Literaturverzeichnis

- ABE, S.; J.I. MURAMOTO (1974): Differential staining of chromosomes of two Salmonid species, *Salvelinus leucomaenis* (Pallas) and *Salvelinus malma* (Walbaum). *Proc. Jap. Acad. Sci.* 50, 7: 507 — 511.
- ALLENDORF, F.W.; F.M. UTTER; B.P. MAY (1975): Gene duplication within the family Salmonidae: II. Detection and determination of the genetic control of duplicate loci through inheritance studies and the examination of populations. *Isoenzymes IV: Genetics and Evolution*, Ed. C.L. Markert, Acad. Press, New York, 415 — 432.
- ALLENDORF, F.W.; S.R. PHELPS (1981): Isoenzymes and the preservation of genetic variation in salmonid fishes. *Fish Gene Pools* (ed. N. Ryman) *Ecol. Bull. (Stockholm)* 34: 37 — 52.
- ALLENDORF, F.W.; M. UTTER (1976): Gene duplication in the family Salmonidae: III. Linkage between two duplicated loci coding for aspartate aminotransferase in cutthroat trout (*Salmo clarki*). *Hereditas* 82: 19 — 24.
- ALLENDORF, F.W.; F.M. UTTER (1979): Population genetics. *Fish Physiology* (ed. W.S. Haar, D.J. Randall, J.R. Brett) Vol. VIII. *Bioenergetics and Growth*. Academic Press N.Y., San Francisco London.
- ALLENDORF, F.W.; N. MITCHELL; N. RYMAN; G. STAHL (1977): Isozyme loci in brown trout (*Salmo trutta* L.): detection and interpretation from population data. *Hereditas*, 86: 179 — 190.
- ALLENDORF, F.W.; F.M. UTTER (1973): Gene duplication within the family Salmonidae: disomic inheritance of two loci reported to be tetrasomic in rainbow trout. *Genetics* 74: 647 — 654.
- ALLENDORF, F.W.; N. RYMAN; A. STENNEK; G. STAHL (1973): Genetic variation in Scandinavian brown trout (*Salmo trutta* L.): evidence of distinct sympatric populations. *Hereditas* 83: 73 — 82.
- ANDERSSON, L.; N. RYMAN; G. STAHL (1983): Protein loci in the Arctic char, *Salvelinus alpinus* L.: electrophoretic expression and genetic variability patterns. *J. Fish Biol.* 23, 75 — 74.
- ASPINWAAL, N. (1974): Genetic analysis of North American populations of the pink salmon *Oncorhynchus gorbusha*, possible evidence for the neutral mutation-random drift hypothesis.
- AVISE, J.C.; SELANDER, R.K.; (1972), Evolutionary genetics of cave-dwelling fishes of the genus *Astyanax*. *Evolution* 26, 1 — 19.
- BAGENAL, T.B.; F.W. TESCH (1978): Age and Growth. In: *IBP Handbook No. 3, Methods for Assessment of Fish production in fresh waters.* (ed. T. Bagenal) Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BAILEY, G.S.; A.C. WILSON (1968): Homologies between isoenzymes of fishes and those of higher vertebrates: evidence for multiple H lactate dehydrogenase in trout. *J. Biol. Chem.* 243, 5843 — 5853.
- BAILEY, G.S.; R.T. POULTER; P.A. STOCKWELL (1978): Gene duplication in tetraploid fish: Model for gene silencing at unlinked duplicated loci. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75, 11: 5575 — 5579.
- BAILEY, G.S.; G.T. COCKS; A.C. WILSON (1969): Gene duplication in fishes: malate dehydrogenase of salmon and trout. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 34: 605 — 612.
- BAILEY, G.S.; A.C. WILSON; J.E. HALVER, C.L. JOHNSON (1970): Multiple forms of supernatant malate dehydrogenase in salmonid fishes. *J. Biol. Chem.* 245, 22: 5927 — 5940.
- BAILEY, G.S.; H. TSUYUKI; A.C. WILSON (1976): The number of genes for lactate dehydrogenase in salmonid fishes. *J. Fish. Board Canada* 33: 760 — 767.
- BEHNKE, R.J. (1972): The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes. *Fish. Res. Bd. Canada* 29: 639 — 671.
- BEHNKE, R.J. (1980): A systematic review of the genus *Salvelinus*. In: *Charrs, Salmonid Fishes of the Genus Salvelinus* (ed. Balon, E.K.), 441 — 479.
- BERG, L.S. (1932): Übersicht über die Verbreitung der Süßwasserfische Europas. *Zoogeografica* 50: 107 — 208.
- BHATIA, C. R.; R.K. MITRA; D.R. JAGANATHA (1968): Polyploidy and isoenzymes. *Genetics* 60: 162.
- BRENNER, T. (1978): Zur Biologie des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.) im Attersee. *Diss. Wien*.
- BRESCH, C.; R. HAUSMANN (1972): *Klassische und molekulare Genetik*. Springer, 3. Aufl. Berlin Heidelberg New York.
- BREWER, G.J. (1970): *An introduction to isozyme techniques*. Academic Press, N.Y., San Francisco, London.
- BROHMER, P. (1982): *Fauna von Deutschland*. 15. Auflage, Heidelberg.
- CAMPBELL, R.N. (1979): Ferox Trout *Salmo trutta* L. and char *Salvelinus alpinus* L. in Scottish Lochs. *J. Fish. Biol.* 14, 1 — 29.
- CANN, J.R.; W.B. GOAD (1968): Two or more electrophoretic zones from a single macromolecule. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 151. In: *Multiple Molecular forms of enzymes* (ed. E.S. Vesell) 639 — 649.
- CATAUDELLA, S.; M.V. VICITELLI; E. CAPANNA (1973): The chromosomes of some mediterranean teleosts: Scorpaenidae, Serranidae, Labridae, Blenniidae, Gobiidae (Pisces — Scorpaeniformes, Perciformes). *Boll. Zool.* 40: 385 — 389.
- CAVALLI-SFORZA, L.L.; W.F. Bodmer (1971): *The Genetics of Human Populations*. Freeman and Company. San Francisco.
- CHERNENKO, E.V.; R.M. VICTOROVSKY (1971): Chromosomal complements of the cherry salmon, the East Siberian char and the dolly varden char. *Sci. Rep. Inst. of Mar. Biol. (Vladivostok)* 2: 232 — 235.
- CHILD, A.R. (1977): Biochemical polymorphism in char (*Salvelinus alpinus* L.) from Llynall Peris, Padarn, Cwellyn and Bodlyn. *Heredity*, 38, 3: 359 — 365.
- CHILD, A.R. (1980): Electrophoretic analysis of the Arctic char of Cumbrian Lakes. In: *Proceedings of the First ISACF workshop on Arctic char*. 1980. *Int. Soc. of Arctic char Fanatics, Inf. Ser.* 1,3 — 4.
- CLAYTON, J.W.; W.G. FRANZIN (1970): Genetics of multiple lactate dehydrogenase isozymes in muscle tissue of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *J. Fish. Board Can* 27, 6: 1115 — 1121.
- CLAYTON, J.W.; P.E. IHSEN (1980): Dehydrogenase isoenzymes in *Salvelinus*: genetics and interspecific phenotypic comparisons. In: *Charrs, Fish of the Genus Salvelinus*. (ed. E.K. Balon). Dr. W. Junk Publishers. The Hague.
- CORY, R.P.; WOLD (1966): Isolation and characterization of enolase from rainbow trout (*Salmo gairdnerii* gairdnerii). *Biochemistry* 5, 10: 3131 — 3137.
- CRAIG, I.; E. TOLLEY; M. BOBROW (1976): Mitochondrial and cytoplasmic forms of fumarate hydratase assigned to chromosome 1. *Cytogenetics and Cell Genetics* 16: 118 — 121.
- CROSS, T.F.; R.D. WARD; A. ABREU-GROBOIS (1979): Duplicate loci and allelic variation for mitochondrial malic enzyme in Atlantic salmon. *Salmo salar* L. *Comp. Biochem. Physiol.* 62 B: 403 — 406.
- DANZMANN, R.G.; J.P. BOGART (1982): Gene dosage effects on MDH isozyme expression in diploid, triploid and tetraploid treefrogs of the genus *Hyla*. *The Journal of Heredity* 73: 277 — 280.
- DARNALL, D.W.; I.M. KLOTZ (1972): *Protein subunits: A table (Revised Edition)*. *Arch. Biochem. Biophys.* 149: 1 — 14.

- DAVISSON, M.T.; J.E. WRIGHT; L.M. ATHERTON (1972): Centric fusion and trisomy for the LDH-B locus in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Science* 178: 992 — 994.
- DAVISSON, M.T.; J.E. WRIGHT; L.M. ATHERTON (1973): Cytogenetic analysis of pseudolinkage of LDH loci in the teleost genus *Salvelinus*. *Genetics* 73: 645 — 658.
- DAWSON, D.M.; S. JAEGER (1970): Heterogeneity of phosphoglucosylase. *Biochemical Genetics* 4: 1 — 9.
- DIEBIG, E.; J.-N. MEYER; P. GLODEK (1979): Biochemical polymorphism in muscle and liver extracts and in the serum of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Anim Blood Grps biochem. Genet.* 10: 165 — 174.
- DOERFEL, H.J. (1974): Untersuchung zur Problematik der Saiblingspopulationen (*Salvelinus alpinus* L.) im Überlinger See (Bodensee). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 47, 1: 80 — 105.
- DOLJAN, E. (1920): Der Seesaibling (*Salmo salvelinus*) und seine wirtschaftliche Bedeutung. *Österr. Fischerei Ztg.* 17.
- EKLUND, J.; G.E. BRADFORD (1977): Longevity and lifetime body weight in mice selected for rapid growth. *Nature* 265: 48 — 49.
- ENGEL, W.; J. OP'T HOF; U. WOLF (1970): Genduplikation durch polyploide Evolution: die Isoenzyme der Sorbitdehydrogenase bei herings- und lachsartigen Fischen (Isospondyli). *Humangenetik* 9, 2: 157 — 163.
- ENGEL, W.; J. SCHMIDTKE; U. WOLF (1971): Genetic variation of oc-Glycerophate - dehydrogenase isoenzymes in clupeoid and salmonoid fish. *Experientia* 27: 1489 — 1491.
- EPSTEIN, C.J.; A.N. SCHECHTER (1968): An approach to the problem of conformational isozymes. *Am. N.Y. Acad. Sci.* 151: 85 —
- FAIRBAIRN, D.J.; D.A. ROFF (1980): Testing genetic models of isozyme variability without breeding data. Can we depend on the χ^2 ? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1149 — 1159.
- FERGUSON, A. (1980): Electrophoretic analysis of tissue proteins of Irish charr. In: Proceedings of the first ISACF workshop on Arctic char. *Int. Soc. of Arctic char Fanatics, Inf. Ser.* 1, 12 — 13.
- FERGUSON, A. (1981): Systematics of Irish Charr as Indicated by Electrophoretic Analysis of Tissue Proteins. *Biochem. Syst. Ecol.* 9, 2/3, 225 — 232.
- FERGUSON, A. (1980a): *Biochemical Systematics and Evolution*. John Wiley and Sons. New York — Toronto. *Sci. USA* 75, 11: 5575 — 5579.
- FERRIS, S.D.; WHITT, G.S., 1977, Duplicate gene expression in diploid and tetraploid loaches (Cypriniformes, Cobitidae). *Biochem. Genet.* 15: 1097 — 1112.
- FILIPSSON, O. (1967): Älderbestämning av röding med hjälp av otoliter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 1 — 11.
- FORD, E.B. (1940): Polymorphism and Taxonomy. In: *The new systematics* (ed. Julian Huxley) Clarendon press, Oxford.
- FROST, W.E. (1965): Breeding habits of Windermere charr, *Salvelinus willughbii* (Günther), and their bearing on speciation of these fish. *Proc. Roy. Soc. (B)* 163: 232 — 283.
- FURST, M.; L. NYMAN (1969): Isoenzyme polymorphism in *Mysis relicta* Loven. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 49: 44 — 48.
- GERSTMEIER, R. (1884): Untersuchungen zur Ernährungsbiologie von *Salvelinus alpinus*. In Vorbereitung.
- GILLESPIE, J.H.; K.I. KOJIMA (1968): The degree of polymorphism in enzyme involved in energy production compared to that in nonspecific enzymes in two *Drosophila ananassae* populations. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 61, 582 — 585.
- GOLD, J.R.; G.A. GALL (1975): Chromosome cytology and polymorphism in California High Sierra Golden trout (*Salmo aguabonita*). *Can. J. Cytol.* 17: 41 — 53.
- GRAINGER, E.H. (1953): On the age, growth, migration, reproductive potential and feeding habits of the arctic char (*Salvelinus alpinus*) of Frobisher Bay, Baffin, Island, Canada. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 10: 326 — 370.
- GREGORIUS, H.K. (1974): Genetischer Abstand zwischen Populationen. I. Zur Konzeption der genetischen Abstandsmessung. *Silvae Genetica* 23: 1 — 3.
- GROSSMANN, D.G. (1977): Polymorphism of plasma esterases in rainbow trout. *Progr. Fish-Culturist* 39, 1: 35 — 36.
- GYDEMO, R. (1980): Electrophoretic Studies on Arctic char in the country of Västerbotten, northern Sweden and Iceland: A survey of the distribution of the Arctic char species. In: Proceedings of the first ISACF workshop on Arctic char. *Int. Soc. of Arctic char Fanatics, Inf. Ser.*, 1, 15 — 17.
- HAEMPEL, O. (1924): Über den Seesaibling der österreichischen Alpseen. *Österreichische Fischerei-Zeitung* XXI, 3, 4: 9 — 11.
- HAIDER, G. (1969): Die Wirkung unterschiedlicher Lagerung auf die papierelektrophoretische Eiweißuntersuchung von Regenbogenforellenserum. *Z. Fischerei NF Bd.* 17, 5 — 7: 547 — 558.
- HARDY, G.H. (1908): Mendelian proportions in a mixed population. *Science* 28: 41 — 50.
- HARRIS, H. (1980): *The principles of human biochemical genetics*. Elsevier North Holland Biochemical Press, Amsterdam, New York, Oxford, 3. Aufl.
- HARRIS, H.; D.A. HOPKINSON (1976): *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. North Holland Publishing Co. Amsterdam. Oxford. American Elsevier Publishing Company, Inc. New York.
- HARRIS, H. (1975): *The principles of human biochemical genetics*. 2nd ed. North Holland Publishing Co. Oxford, Amsterdam.
- HARTL, D.L. (1980): *Principles of population genetics*. Sinauer Associates Inc. Sunderland, Massachusetts.
- HATTEMER, H.H. (1982): Genetic distance between populations. Part 3: Wahlund's principle as related to genetic distance and an application. *Theor. Appl. Genet.* 62: 219 — 223.
- HEDGCOCK, D., AYALA, F.J., 1974, Evolutionary divergence in the genus *Taricha* (salamandridae), *Copeia*, No 3, Oct 18, 738 — 747.
- HELBIG, H.-J. (1980): Elektrophorese einschl. isoelektrischer Fokussierung und Isotachophorese. *Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie*. Vlg. Chemie Weinheim, Band V. 217 — 233.
- HENRICSON, J.; NYMAN (1976): The ecological and genetical segregation of two sympatric species of dwarfed char (*Salvelinus alpinus* L., species complex). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 55, 15 — 37.
- HOCHACHKA, P.W. (1966). Lactate dehydrogenase in poikilotherms: definition of a complex isozyme system. *Comp. Biochem. Physiol.* 18: 261 — 269.
- HODGINS, H.O.; W.E. AMES; F.M. UTTER (1969): Variants of lactate dehydrogenase isozyme in sera of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fisheries Res. Board Canada* 26: 15 — 19.
- HONSIG-ERLENBURG, W. (1980): Die Variation morphometrischer und biochemischer Merkmale des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.) im Hallstätter See. *Diss. Wien*.
- HOPKINSON, D. A.; M.A. MESTRINER; I. CORTNER; H. HARRIS (1973): Esterase-D: a new human polymorphism. *Am. Hum. Genet.* 37: 119 — 137.
- IMHOF, M.; LEARY; H.E. BOOKE (1980): Population or stock structure of the Lake Whitefish, *Coregonus clupeaformis*, in Southern Lake Michigan as assessed by Isozyme Electrophoresis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, 783 — 793.
- JOBLING, M.; A. WANDSVIK (1983): Effect of social interactions on growth rates and conversion efficiency of Arctic char, *Salvelinus alpinus* L., *J. Fish. Biol.* 22, 5, 577 — 584.
- JOHNSON, G.B. (1974 a): On the estimation of effective number of alleles from electrophoretic data. *Genetics* 78, 771 — 776.

- JOHNSON, G.B. (1974 b): Enzyme polymorphism and metabolism. *Science*, 184, 28 — 37.
- JOHNSON, L. (1980): The arctic char *Salvelinus alpinus*. In: *Charrs, Fishes of the Genus Salvelinus*. 15 — 98. (ed. E.K. Balon) Dr.W. Junk. The Hague.
- JONES, J.S. (1980): How much genetic variation? *Nature*, 288, 10 — 11.
- KARBE, L. (1970): Die Lachsfische. In: *Enzyklopädie des Tierreiches*, Band IV, 12. Kapitel, 217 — 252. hg. v.B. Grzimek, Zürich.
- KARLSON, P. (1980): *Kurzes Lehrbuch der Biochemie*. Georg Thieme, 11. Aufl., Stuttgart, New York.
- KHANNA, N.D.; R.K. JUNEJA; B. LARSON; B. GHANE (1975 a): Electrophoretic studies on proteins and enzymes in the Atlantic salmon, *Salmo salar* L., Swed. *J. Agr. Res.* 5, 185 — 192.
- KHANNA, N.D.; R.K. JUNEJA; B. LARSON; B. GAHNE (1975 b): Electrophoretic studies on Esterases in the Atlantic Salmon, *Salmo salar*, L. Swed. *J. Agric. Res.* 5, 193 — 197.
- KIMURA, M.; T. OHTA (1971): *Theoretical aspects of population genetics*. Princetown, New Jersey, Princetown University Press.
- KING, J.L.; T.H. JUKES (1969): Non-Darwinian evolution: Random fixation of selectively neutral mutations. *Science* 164, 788 — 798.
- KING, J.L. (1973): The probability of electrophoretic identity of proteins as a function of amino acid divergence. *J. Mol. Evol.* 2, 317 — 322.
- KIPLING, Ch. (1957): The effect of gill-net selection on the estimation of weight-length relationships. *J. Cons.* 23, 51 — 63.
- KIRPICHNIKOV, V.S. (1981): *Genetic Bases of Fish Selection*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- KLEMETSEN, A. (1980): The arctic charr of north Norway, including Bear Island. In: *Proceedings of the First ISAFC workshop on Arctic charr*. *Int. Soc. of Arctic charr Fanatics. Inf. Ser.* 1, 33 — 36.
- KONDA, M. (1966): Studies on the optimum mesh of Salmon gill net. *Memoria of the Faculty of Fisheries. Hokkaido University*, 14, 1/21 — 88.
- KORNFELD, J.; K.F. BELAND; J.R. MORING; F.W. KIRCHEIS (1981): Genetic similarity of endemic arctic char (*Salvelinus alpinus*) and implications for their management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 32 — 39.
- LADIGES, W.; D. VOGT (1979): *Die Süßwasserfische Europas*. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 2. Aufl.
- LAGLER, K.F. (1978): Capture, Sampling and Examination of Fishes. In: *IBP Handbook No. 3 Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. (ed. T. Bagenall), 7 — 47. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. 3. Aufl.
- LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN (1964): *Die Fischzuchtanstalt des Bayerischen Landesfischereivereins zu den 7 Quellen in Starnberg. Von der Gründung im Jahre 1881 bis zum 31. Dezember 1900*. Hg. v. Landesfischereiverband Bayern. Auszug aus dem Original.
- LEHNINGER, A. (1979): *Biochemie*. Vgl. Chemie Weinheim, New York, 2. Aufl.
- LIM, S.T.; G.S. BAILEY (1977): Gene duplication in Salmonid Fishes: Evidence for duplicated but catalytically equivalent A₄ Lactate Dehydrogenase. *Biochem. Genet.*, 15, 7/8, 707 — 721.
- LIM, S.T.; R.M. KAY; G.S. BAILEY (1975): Lactate Dehydrogenase Isozymes of Salmonid Fish. *J. Biol. Chem.* 250, 5, 1790 — 1800.
- LYNCH, J.C.; E.R. VYSE (1979): Genetic Variability and Divergence in Grayling *Thymallus arcticus*. *Genetics*, 92, 263 — 278.
- MANGALY, G.; A. Jamieson (1978): Genetic tags applied to the European hake, *Merluccius merluccius* (L.). *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 9, 39 — 48.
- MARSHALL, D.R.; A.H.D. BROWN (1975): The charge-state model of protein polymorphism in natural populations. *J. Mol. Evol.*, 6, 149 — 163.
- MARKERT, C.L.; F. MOLLER (1959): Multiple forms of enzymes: tissue, ontogenetic and species specific patterns. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 45, 753 — 763.
- MASARO, E.J. (1972): Isozyme patterns of coregonine fishes. Evidence for multiple cistrons for lactate and malate dehydrogenases and achromatic bands in tissues of *Prosopium cylindraceum* (Pallas) and *P. coulteri* (Eigenmann a. Eigenmann) *J. Exper. Zool.* 179 (2), 247 — 262.
- MAY, B.P. (1980): *The Salmonid Genom: Evolutionary restructuring following a tetraploid event*. Ph.D. Thesis, Pennsylvania State University.
- MAY, B.P.; J.E. WRIGHT; M. STONEKING (1979): Joint segregation of biochemical loci in Salmonidae: results from experiments with *Salvelinus* and review of the literature on other species. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 36, 1114 — 1128.
- MAYR, E. (1942): *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York.
- MC COMBIE, A.M.; A.H. BERST (1969): Some effects of shape and structure of fish on selectivity of gillnets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 26, 2681 — 2689.
- MC PHAIL, J.D. (1961): A systematic study of the *Salvelinus alpinus* complex in North America. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 18, 5, 793 — 816.
- MEERA KHAN, P. (1971): Enzyme electrophoresis on cellulose acetate gel: zymogramm patterns in man mouse and man-chinese-hamster somatic cell hybrids. *Biochem. Biophys.* 145, 470 — 483.
- MICHELMANN, H.W.; H. SCHNIEDEWIND (1983): *Chromosomenuntersuchungen an Bach- und Wandersaiblingen*. *Fischer und Teichwirt*, 34, 4, 106 — 108.
- MORRISON, W.J.; J.E. WRIGHT (1966): Genetic analysis of three lactate dehydrogenase isozyme systems in trout: Evidence for linkage of genes coding subunits A and B. *J. Exp. Zool.* 163, 259 — 270.
- MURAMOTO, J.; J. AZUMI; H. FUKUOKA (1974): Karyotypes of nine species of Salmonidae. *Chrom. Inf. Serr.*, 17, 20 — 23.
- NEE, J.V. (1983): Frequency of spontaneous and induced „point“ mutations in higher eucaryotes. *J. Heredity*, 74, 2 — 15.
- NEI, M. (1973 a): A new measure of genetic distance. In: *Genetic distance* (ed. J.F. Crow) Plenum Press, New York.
- NEI, M. (1973 b): Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 70, 3321 — 3323.
- NEI, M. (1972): Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, 106, 283 — 292.
- NEI, M.; A.K. ROYCHOUDHURY (1974): Sampling Variances of Heterozygosity and Genetic Distance. *Genetics*, 76, 379 — 390.
- NEI, M. (1975): *Molecular Population Genetics and Evolution*. *Frontiers of Biology*, Vol. 40 (ed. Neuberger, Tatum). North Holland Publishing Company. Amsterdam. Oxford.
- NERESHEIMER, E. (1941): Die Lachsartigen (Salmonidae). s. 341 — 343. In: *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*. Teil I. 3A (7). Schweizerbark'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- NIELSEN, J. (1961): Contributions to the biology of Salmonidae in Greenland. IV. Age and Growth of the freshwater stage of anadromous char, *Salvelinus alpinus* (L.) *Medd. (Gronl.)*, 159, 49 — 75.
- NIKOLSKI, G.W. (1957): *Spezielle Fischkunde*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- NORDENG, H. (1983): Solution to the „char problem“ based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.*, 40, 9, 1372 — 1387.

- NORDENG, H. (1961): On the biology of char (*Salvelinus alpinus* L.) in Salangen, North Norway. *Mytt. Magasin for Zoologi*, 10, 67 — 123.
- NÜMANN, W. (1939): Untersuchungen über die Biologie einiger Bodenseefische in der Uferregion und den Randgebieten des freien Sees. *Zeitschr. f. Fischerei und deren Hilfswissenschaften*, XXXVII, 637 — 688.
- NYMAN, L. (1965): Variation of proteins in hybrids and parental species of fishes. *Rep. Swed. Salmon Res. Inst.*, 13.
- NYMAN, L. (1967): Protein variations in Salmonidae. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottingholm*, 47, 5 — 38.
- NYMAN, L. (1971): Plasma esterases of some marine and anadromous teleosts and their application in biochemical systematics. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottingholm*, 51, 109 — 123.
- NYMAN, L. (1972): A new approach to the taxonomy of the „*Salvelinus alpinus* species complex“. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottingholm*, 52, 103 — 131.
- NYMAN, L.; J. HAMMER; R. GYDEMO (1981): The systematics and biology of landlocked populations of Arctic char from Northern Europe. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottingholm*, 59, 128 — 141.
- OHNE, S. (1970): *Evolution by Gene Duplication*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- OHNO, S.; U. WOLF; N. ATKIN (1968): Evolution from fish to mammals by gene duplication. *Hereditas* 59, 6, 169 — 187.
- OHNO, S.; C. STENIUS; E. FAISST; M.T. ZENZES (1965): Post-Zygotic Chromosomal Rearrangements in Rainbow Trout (*Salmo irideus* Gibbons). *Cytogenetics*, 4, 117 — 126.
- OPT HOF, J.; S.M. SCHOEMAN, L. DE GRANGE; D.R. OSTERHOFF (1982): Biochemical polymorphism in South African freshwater fish. Isozyme patterns in fish of the families cyprinidae and Salmonidae. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.* 13, 1 — 9.
- PECHLANER, R. (1969): Hochgebirgsseen als Lebensraum für Salmoniden *Zool. Anz. Suppl.*, 32, 750 — 757.
- PECHLANER, R. (1966): Salmonideneinsätze in Hochgebirgsseen und -tümpel der Ostalpen. *Verh. Intert. Verein Limnol.* 16, 1182 — 1191.
- PESTA, O. (1948): Namen, Verbreitung und Verhalten des Saiblings. *Österreichs Fischerei*, Heft 5/6, 114.
- PIRCHNER, F. (1979): *Populationsgenetik in der Tierzucht*. Parey, 2. Aufl., Hamburg, Berlin.
- PRAKASH, S., 1969, Genetic variation in a natural population of *Drosophila persimilis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 62, 778 — 784.
- PRISCU, R.; S. SICHITIU (1975): Types of Enzymatic Overdosing in Trisomy 21: Erythrocytic Superoxide Dismutase-AJ and Phosphoglucomutase. *Humangenetik* 29, 79 — 83.
- REINITZ, G.L. (1977): Tests for association of transferrin and lactate dehydrogenase phenotypes with weight gain in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 34, 12, 2333 — 2337.
- REISINGER, E. (1953): Zum Saiblingsproblem: *Carinthia* II, 63, 2, 74 — 102.
- RIDER, C.C.; C.B. TAYLOR (1980): *Isoenzymes. Outline Studies in Biology*. Chapman and Hall, London, New York.
- RIDGEWAY, G.J.; S.W. SHERBURNE; R.D. LEWIS (1970): Polymorphism in the esterases of Atlantic herring. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99, 147 — 151.
- RIGHETTI, P.G. (1979): Charge-State and Charge-Continuum Models in Electrophoresis and Isoelectric Focussing of Genetic Variants. *J. Chrom.* 173, 1 — 5.
- ROBERTS, F.L.; J.F. WOLMUS; S. OHNO (1969). Phosphoglucomutase polymorphism in the rainbow trout, *Salmo Gairdneri*. *Experientia*, 25, 1109 — 1110.
- ROBERTS, J.S. (1972): Measures of genetic similarity and genetic distance. *Studies in genetics VII. Univ. of Texas Publ.* 7213, 145 — 153.
- RUHLE, CH. (1976): Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus*, L.) im Zugersee. *Diss. ETH Zürich*, 5809.
- RYMAN, N.; F.W. ALLENDORF; G. STAHL (1979): Reproductive isolation with little genetic divergence in sympatric populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Genetics*, 92, 247 — 262.
- RYMAN, N. (1983): Patterns of distribution of biochemical genetic variation in salmonids: differences between species. *Aquaculture*, 33, 1 — 4, 1 — 21.
- SALMENKOVA, E.A.; L.G. VOLOKHONSKAYA (1973): Biochemical polymorphism in populations of diploid and tetraploid fish species. *Biochem. Genet. Fish. Inst. Cytol. Scad. Sci. ISSR, Leningrad*, 54 — 61.
- SALMENKOVA, E.A.; V.T. OMELCHENKO (1978): Protein polymorphism in populations of diploid and tetraploid fish species. *Biol. Morja*, 4: 67 — 71.
- SAUNDERS, L.H.; J.A. Mc Kenzie (1971): Comparative Electrophoresis of Arctic Char. *Comp. biochem. Physiol.*, 38 B, 487 — 492.
- SAVVAITOVA, K.A. (1980): Taxonomy and Biogeography of charrs in the Palearctic. In: *Charrs, Salmonid fishes of the genus Salvelinus* (ed. Balon, E.K.) Dr. W. Junk, The Hague, 281 — 294.
- SELANDER, R.K. (1976): Genetic variation in natural populations. *Molecular Evolution*, Ed.F.J. Ayala, Sinauer Associates, Mass, 21 — 45.
- SELANDER, R.K. HUNT, W.G., YOUNG, S.Y. 1969, Protein polymorphism and genic heterozygosity in two European subspecies of the house mouse. *Evolution* 23, 379 — 390.
- SEYFFERT, W. (1960): Theoretische Untersuchungen über die Zusammensetzung tetrasomer Populationen. I. Panmixie. *Biometrische Zeitschrift*, 2, 1: 1 — 44.
- SHAW, C.R. (1964): *Brookhaven Natn. Lab. Symp. Rept.* 117 — 130.
- SHAW, C.R., (1970): How many genes evolve? *Biochem. genet.* 4, 275 — 283.
- SCHILLINGER, A. (1901): Der Tiefseesaibling. *Allg. Fischerei-Ztg.* 26: 149 — 151.
- SICILIANO, M.J., WRIGHT, D.A., GEORGE, S.L., SHAW L.R., 1973, Inter- and intraspecific genetic distances among teleosts. *Proc. 17th Int. Cong. Zool. Theme No 5, 1 — 84, Monte Carlo*
- SIEBECK, O. (1982): Der Königssee. Eine limnologische Projektstudie. *Nationalpark Berchtesgaden. Forschungsberichte* 5.
- SIMONARSEN, B.; D.C. WATTS (1963): Some fish muscle esterases and their variation in stocks of the herring (*Clupea harengus* L.). The Nature of esterase variation. *Comp. Biochem. Physiol.* 31: 309 — 318.
- VAN SOMEREN, H.; H. Beijersbergen van Henegouwen; L. Los; E. Wurzer-Figurelle; B. Doppert; M. Vervleot; P.M. Khan (1974): Enzyme electrophoresis on cellulose acetate gel. II. Zymogram patterns in man-chinese hamster somatic cell hybrids. *Humangenetik* 25: 189 — 201.
- SVÄRDSON, G. (1945): *Chromosome studies on Salmonidae*. Stockholm.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1979): *Fischkrankheiten. Teil II. Akademie-Verlag, Berlin*.
- SCHINDLER, O. (1940): Die Saiblinge des Königssees. *Int. Rev.d. ges. Hydrobiol. und Hydrogeo.* 39: 600 — 627.
- SCHINDLER, O. (1936): Zur Frage der Saiblingsfischerei im Königssee. *Allg. Fischerei Ztg.* 14, Jg. 61: 210 — 216.
- SCHINDLER, O. (1950): Der Königssee als Lebensraum. *Veröff. Zool. Staats. München, Band 1: 97 — 129*.
- SCHMIDTKE, J.; N.B. ATKIN; W. ENGEL (1975): Gene action in fish of tetraploid origin. II. Cellular and biochemical parameters in clupeoid and salmonoid fish. *Biochem. Genet.* 13: 301 — 309.
- SCHMIDTKE, J.; B. SCHULTE; P. KUHL; W. ENGEL (1976): Gene Action in Fish of Tetraploid Origin. V. Cellular RNA and Protein Content and Enzyme Activities in Cyprinid Clupeoid and Salmonid Species. *Biochem. Genet.* 14, 11/12, 975 — 980.

- SCHOLL, A.; W. GEIGER (1976): Zum Artproblem bei See- und Bachforellen: ein biochemisch genetischer Beitrag. *Revue Suisse Zool.* 83: 976 — 980.
- STÄHL, G. (1983): Differences in the amount and distribution of genetic variation between natural populations and hatchery stocks of Atlantic salmon. *Aquaculture*, ee, 1 — 4: 23 — 32.
- STEGEMAN, J.J.; E. GOLDBERG (1972): Inheritance of hexose 1-phosphate dehydrogenase polymorphism in brook trout. *Biochem. Genet.* 7: 279 — 288.
- STEINER, V. (1972): Die Temperaturtoleranz des Seesaiblings. *Diss. Innsbruck*.
- STEINMANN, P. (1945): Frühreife und Zwergwuchs bei Salmoniden. *Rev. Suisse Zool* 52: 414 — 415.
- STEINMANN, P. (1942): Experimentelle Untersuchungen über die Wüchsigkeit der Seesaiblinge (Rötel). *Schweizerische Fischerei-Zeitung* 50, 9, 1 — 8.
- STEINMANN, P. (1952): Polytypie und intraspezifische Evolution bei Süßwassertieren. *Hydrol.* XIV: 313 — 332.
- STONEKING, M.; D.J. WAGNER; A.C. HILDEBRAND (1981): Genetic evidence suggesting subspecific differences between Northern and Southern populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Copeia* (Washington) 4: 810 — 819.
- STONEKING, M.; B. MAY; J.E. WRIGHT (1979): Genetic variation, inheritance, and quaternary structure of malic enzyme in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Biochemical Genetics* 17, 7/8, 599 — 619.
- THORGAARD, G.H. (1976): Robertsonian polymorphism and constitutive heterochromatin distribution in chromosomes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Cytogenet. Cell Genet.* 17: 174 — 184.
- TRACEY, M.L.; F.J. AYALA (1974): Genetic load in natural populations: Is it compatible with the hypothesis that many polymorphisms are maintained by natural selection? *Genetics* 77: 569 — 589.
- TSUYUKI, H.; J.F. UHTE; E. ROBERTS; L.W. CLARKE (1966): Comparative Electropherograms of *Coregonus clupeaformis*, *Salvelinus namaycush*, *S. alpinus*, *S. malma*, and *S. fontinalis* from the Family Salmonidae. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23, 10, 1599 — 1601.
- UTTER, F.M.; F.W. ALLENDORF; H.O. HODGINS (1973): Genetic variability and relationships in Pacific salmon and related trout based on protein variations. *Syst. Zool.* 22: 257 — 270.
- UTTER, F.M.; F.W. ALLENDORF; B. MAY (1979): Genetic basis of creatine kinase isozymes in skeletal muscle of salmonid fishes. *Biochemical Genetics* 17, 11/12: 1079 — 1091.
- UTTER, F.M.; C.J. STORMONT; H.O. HODGINS (1970): Esterase polymorphism in vitreous fluid of Pacific hake, *Merluccius productus*. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.* 1: 69 — 82.
- UTTER, F.M.; H.O. HODGINS (1970): Phosphoglucosylase polymorphism in sockeye salmon. *Comp. Biochem. Physiol.* 36: 195 — 199.
- VICTOROVSKY, R.M. (1975 a) Chromosomal complements of the east siberian char *Salvelinus leucomaenis* and salmon trout *S. malma* (Salmoniformes, Salmonidae). *Zool. Zb* 54 (5), 787 — 789.
- VICTOROVSKY, R.M.; (1975 b), Chromosome sets of the endemic chars in lake Kronotskoye. *Tsitologiya* (17 (4), 464 — 466.
- VICTOROVSKY, R.M. (1978): The evolution of karyotypes in chars of the genus *salvelinus*. *Tsitologiya* 20, 7: 833 — 838.
- VUORINEN, J.; M.K.-J. Himberg; P. Lankinen (1981): Genetic differentiation in *Coregonus albula* (L.) (Salmonidae) populations in Finland. *Hereditas* 94: 113 — 121.
- VUORINEN, J. (1982): Little genetic variation in the Finnish Lake salmon, *Salmo salar* sebago (Girard). *Hereditas* 97, 2: 189 — 192.
- WAHL, R.W. (1960): Chromosome morphology in lake trout *Salvelinus namaycush*. *Copeia* 1: 16 — 19.
- WEATHERLY, A.H.; S. ROGERS (1978): Some aspects of age and growth. In: *Ecology of freshwater fish production* (ed Gerking, S.D.) John Wiley, New York, Toronto.
- WEINBERG, W. (1909): Über Vererbungsgesetze beim Menschen. *Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 1: 377 — 444, 2: 276 — 330.
- WILKINS, N.P. (1971): Biochemical and serological studies on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Rapp. Proc.-Verb. Reun.* 161: 91 — 95.
- WOLF, U.; W. ENGEL; J. FAUST (1970): Zum Mechanismus der Diploidisierung in der Wirbeltierrevolution: Koexistenz von tetrasomen und disomen Genloci der Isocitrat-Dehydrogenase bei der Regenbogenforelle (*Salmo irideus*). *Humangenetik* 9, 2: 150 — 156.
- WORKMAN, P.L. (1969): The analysis of simple genetic polymorphisms. *Hum. Biol.* 41: 97 — 114.
- WRIGHT, J.E.; B. MAY; M. STONEKING; G.M. LEE (1980): Pseudolinkage of the duplicated loci für supernatant aspartate aminotransferase in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *J. Hered.* 71: 223 — 228.
- WRIGHT, J.E.; L.M. ATHERTON (1980): Polymorphism for LDH and transferrin loci in brook trout populations. *Trans Amer. Fish. Soc.* 99, 1, 179 — 192.

Danksagung

Für die finanzielle, organisatorische und inhaltliche Unterstützung wird allen beteiligten Mitarbeitern des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, sowie der Staatlichen Schifffahrtsverwaltung Königssee gedankt. Herrn Dr. M. Klein (Bayerische Landesanstalt für Fischerei,

Starnberg) danken wir für die Beteiligung an der Versuchsfischerei und darüberhinaus für die sehr gute und kollegiale Zusammenarbeit während des gesamten Projektes. Herrn Fischermeister Amort danken wir für sein jederzeitiges Entgegenkommen, sowie für die Überlassung von Probenmaterial.

Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische im Königssee

Rudolf Hoffmann, Peter Scheinert

1 Problemstellung

Der Königssee ist ein weitgehend naturnahes Seenbiotop, das durch Oligotrophie gekennzeichnet ist. Da derartige Gewässer infolge zivilisatorischer Veränderungen extrem selten geworden sind, andererseits in den heute üblicherweise eutrophierten Gewässern Fischkrankheiten eine zunehmende Rolle spielen, schien es wertvoll zu untersuchen, inwieweit Fischkrankheiten insbesondere durch Erreger (Viren, Bakterien, Parasiten) in einem naturnahen See eine Rolle spielen. Dies war auch unter dem Aspekt einer bereits vor mehr als 100 Jahren (v. Siebold, 1856) dokumentierten Parasitose, dem *Triclaenophorus*-befall, von besonderer Relevanz, da diesem seit dem 20er Jahren unseres

Jahrhunderts negative Einflüsse auf den Hauptnutzfisch des Königssees, den Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) zugeschrieben werden. Weiterhin war von Interesse, ob sich die verlängerte Winterperiode unter den alpinen Bedingungen mit langanhaltender Vereisung auf die jahreszeitabhängigen zyklischen Abläufe insbesondere der Sexualorgane auswirken.

Bei der fischereilichen Grundstruktur des Königssees mußte davon ausgegangen werden, daß die Fischfauna nicht rein ursprünglich ist, sondern daß zumindest im 20. Jahrhundert durch Besatzmaßnahmen (Hecht, Seesaibling (?), Seeforelle und mit Sicherheit nicht autochthone Coregonen) durch den Menschen eingegriffen wurde im Sinne eines besseren fischereilichen Ertrags. Dies kann auch auf die gesamte Ichthyofauna inklusive ihrer belebten Krankheitserreger nicht ohne Rückwirkung bleiben.

2 Methoden

Fische aller verfügbaren Spezies wurden entweder vom Fischer, Herrn R. Amort, bei Netz- und E-Abfischungen durch die Landesanstalt für Fischerei oder in eigenen Tauchaktionen gefangen. Die Fischarten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1.

Fischart	Untersuchte Fische	Zahl
Seesaibling	(<i>Salvelinus alpinus</i>)	387
Renke	(v.a. <i>Coregonus makrophthalmus</i>)	99
Bachsaiibling	(<i>Salvelinus fontinalis</i>)	12
Bachforelle	(<i>Salmo trutta</i>)	2
Hecht	(<i>Esox lucius</i>)	45
Elritze	(<i>Phoxinus phoxinus</i>)	137
Aitel	(<i>Leuciscus cephalus</i>)	2
Brachse	(<i>Abramis brama</i>)	1
Schleie	(<i>Tinca tinca</i>)	1
Barsch	(<i>Perca fluviatilis</i>)	152
Rutte	(<i>Lota lota</i>)	51
Mühlkoppe	(<i>Cottus gobio</i>)	87

Von den Fischen wurde nach Betäubung (vorwiegend MS222^{2R}, teilweise Kopfschlag) Blut mittels Herzpunktion nach Standardmethoden aufgearbeitet (Hoffmann, Lommel, Riedl, 1982). Weiterhin wurde nach Wiegen und Vermessen von allen Organen Proben für die Histologie entnommen und routinemäßig nach Paraffineinbettung folgende Färbungen durchgeführt: HE, Giemsa, Methyleneblau, Berliner Blau sowie nach Bedarf Azan, Kossa, Ladewig. Zur Beurteilung des Triaenophorusproblems wurden

zusätzliche klinischchemische Enzymuntersuchungen durchgeführt. Weiterhin wurde versucht für Infektionsversuche Barschbrut aus dem Königssee aufzuziehen.

Für die mikrobiologischen Untersuchungen wurden stichprobenweise Organe bakteriologisch oder virologisch angezüchtet oder Serumproben auf Antikörper gegen bekannter Erreger, insbesondere gegen VHS, IPN, SVC (Viruskrankheiten) und BKD (erst 1984) getestet.

Für die Virologie wurden folgende Verfahren eingesetzt:

1. Virologische Untersuchungen nach Standardmethoden unter Verwendung von gepoolten Proben (Leber, Niere, Milz, Eier, Sperma) und FHM, PG und RTG-2-Zellen.
2. Serumneutralisationsteste nach dem Mikrotiterverfahren mit konstanten Virusmengen (100KID₅₀) und abgestuften Serumverdünnungen in 2er Potenzen ab 1:4. Als Antigene wurden VHS-F₁, IPNV-Sp sowie vereinzelt PFR und SVCV verwendet.

Außer den Wissenschaftlern aus der Landesanstalt für Wasserforschung (Wielenbach) waren aus dem Institut folgende Mitarbeiter an Teilaspekten während der Laufzeit beteiligt:

Ahne, W., Prof. Dr. (Virologie)
Lommel, R., Dr. (Blutuntersuchungen)
Meeder, D., Dr. (Gonadenuntersuchungen)
Meeder-Schöttler, J., Dr. (Triaenophorus)
Osterkorn, K., Prof. Dr. (Statistik)
Pfeil-Putzien, C., Dr. (Bakteriologie)
Popp, W., Dr. (Bakteriologie)
Schäfer, W., Dr. (allg. Fischuntersuchung)
Scheinert, P., Dr. (Triaenophorus, Apatemon, allg. Fischuntersuchung).

3 Ergebnisse

3.1 Gonadenuntersuchungen

Die Gonaden von Teleostern durchlaufen in den gemäßigten Zonen jahreszyklische Veränderungen, deren Endpunkt das Stadium des Ablachens ist. Dies trifft auch auf die Fische des Königssees zu, unter denen die Arten Seesaibling (n = 213), Barsch (n = 134), Elritze (n = 92), Renke (n = 80), Rutte (n = 46) und Hechte (n = 40) in genügender Zahl zur Verfügung standen, um fundierte Aussagen treffen zu können. Derzeit laufen noch Untersuchungen an Koppen, die nur mittels Tauchens in genügender Zahl gefangen werden können. Daten dieser Spezies stehen daher nur für Herbst 1984 zur Verfügung. Die Aufteilung der Fische auf die einzelnen Fangmonate ist in Tabelle 2 enthalten.

Tab. 2: Anzahl der Fische pro Fangmonat und Geschlecht, für Saibling und Barsch nach Fangjahren getrennt.

	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Saibling ♂	-	-	-	-	-	8	9	15	12	12	81
	-	10	-	1	10	5	4	11	9	-	82
	-	6	1	12	19	-	-	-	-	-	83
	-	-	-	-	-	9	3	7	1	8	81
Saibling ♀	-	5	-	1	3	6	8	4	1	-	62
	-	4	-	3	6	-	-	-	-	-	63
	-	-	-	-	-	5	-	2	-	1	81
	-	3	3	-	6	4	-	1	-	-	82
Barsch ♂	-	1	4	5	8	-	-	-	-	-	83
	-	-	-	-	-	3	-	11	4	-	81
	-	11	11	-	5	7	-	5	-	-	82
	-	2	16	3	9	-	-	-	-	-	83
Renke ♂	-	-	1	-	5	9	3	6	-	1	
	7	1	5	-	10	15	9	6	-	2	
Elritze ♂	-	-	8	2	1	-	-	1	-	-	
	-	12	25	9	21	-	-	13	-	-	
Rutte ♂	-	-	7	10	3	-	-	7	1	-	
	1	1	5	2	4	-	-	5	-	-	
Hecht ♂	3	11	1	1	1	-	-	7	-	-	
	-	5	-	-	4	-	-	7	-	-	

Bei allen Fischen wurden getrennt nach Geschlechtern Längen und Gewichtsverteilung sowie der gonadosomatische Index (GSI) bestimmt, die in den folgenden Tabellen und Ablichtungen aufgeführt sind.

Tab. 3: Längen- und Gewichtsverteilung der Seesaiblinge (n = 213).

	\bar{x}	s	min	max	Modalwert	Medianwert
Länge in cm	20,72	3,90	12,00	56,00	20,00	20,03
Gewicht in g	64,40	90,39	13,20	1040,00	49,00	49,04

Tab. 4: Durchschnittliche Meßwerte der Gonaden pro Monat, Seesaiblinge.

Monat:	Apr.	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
männliche Tiere (n)	13	11	27	9	13	25	17	11
Gonadenlänge li	7,74	7,10	6,38	5,92	7,06	7,80	5,91	5,69
absolut re	8,13	7,03	6,18	6,06	7,29	8,63	5,78	5,48
Gonadenlänge li	33,56	34,07	32,68	30,80	33,57	32,04	30,42	28,48
relativ re	35,72	33,07	31,69	30,75	34,52	35,61	30,09	27,51
Gonadengewicht li	0,33	0,76	0,46	0,88	0,81	2,41	0,43	0,27
re	0,38	0,81	0,55	0,95	1,04	2,74	0,41	0,31

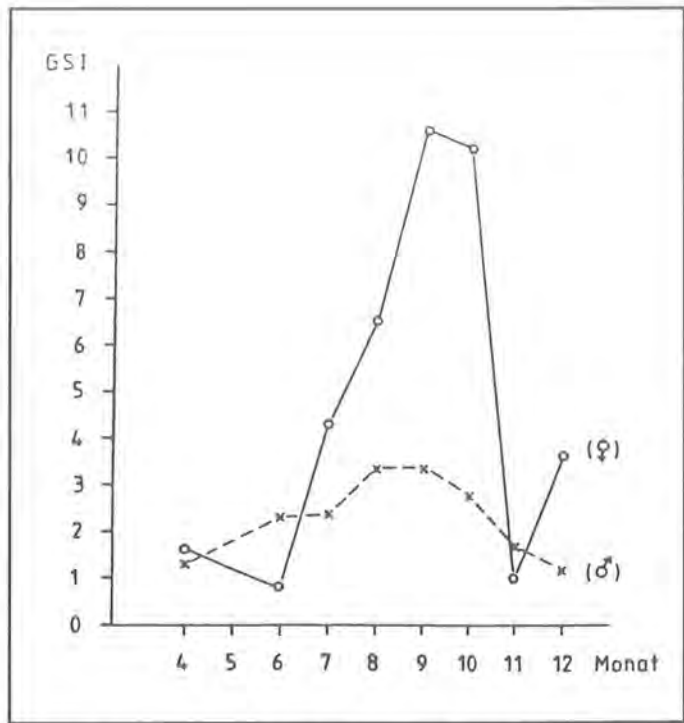


Abb. 1: Entwicklung des GSI im Jahresverlauf, Seesaiblinge.

Tab. 4: Fortsetzung.

Monat:	Apr.	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
weibliche Tiere (n)	9	4	9	16	11	10	2	7
Gonadenlänge li	5,11	3,80	5,49	5,91	6,14	6,90	3,40	5,13
absolut re	4,92	3,25	5,43	6,16	6,77	5,80	2,80	5,17
Gonadenlänge li	23,00	19,52	27,32	30,02	31,17	34,57	19,87	26,79
relativ re	22,15	16,64	27,04	31,26	34,58	29,08	16,22	27,12
Gonadengewicht li	0,45	0,23	1,12	1,74	2,24	3,40	0,18	0,84
re	0,41	0,21	1,12	1,70	2,58	2,43	0,19	0,83

Tab. 5: Durchschnittliche GSI-Werte pro Monat und Jahr, Seesaiblinge.

Jahr	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Apr	Juni	Juli	Jahr
♂ β GSI (n)	81 (4)	3,97 (9)	2,99 (13)	1,60 (8)	1,21 (11)	1,90 (7)	1,59 (1)	2,92 (9)	82
♀ β GSI (n)	82 (5)	2,97 (3)	1,72 (11)	2,64 (9)	1,75 (0)	0,67 (6)	2,38 (10)	2,24 (18)	83
♂ β GSI (n)	81 (9)	7,15 (3)	7,03 (7)	9,50 (1)	1,11 (7)	3,60 (5)	1,55 (1)	4,45 (3)	82
♀ β GSI (n)	82 (6)	5,72 (8)	11,89 (4)	11,47 (1)	1,02 (0)	- (4)	1,64 (3)	0,73 (6)	83

Tab. 6: Längen- und Gewichtsverteilung der Renken (n = 80).

	\bar{x}	s	min.	max.
Länge in cm	32,4	5,1	26,0	65,0
Gewicht in g	264,88	97,85	165,0	785,0

Tab. 7: Durchschnittliche Meßwerte der Gonaden pro Monat, Renken.

Monat:	Mai	Juli	Aug	Sep	Okt	Dez
männliche Tiere (n)	1	5	8	3	6	1
Gonadenlänge li	10,0	5,5	5,9	9,2	9,6	10,0
absolut re	11,5	6,2	5,0	9,2	10,4	9,0
Gonadenlänge li	35,1	17,8	20,5	26,7	30,2	32,3
relativ re	40,4	19,9	17,6	26,7	32,9	29,0
Gonadengewicht li	1,00	0,98	0,73	3,86	3,21	4,80
re	1,00	0,94	0,64	3,33	3,36	4,00

Tab. 7: Fortsetzung.

		Mai	Juli	Aug	Sep	Okt	Dez
weibliche Tiere(n)		4	10	14	9	6	1
Gonadenlänge	li	7,8	7,4	7,7	13,4	10,8	7,0
	re	7,0	7,0	7,1	13,5	11,2	6,0
Gonadenlänge	li	24,2	24,1	25,3	37,2	33,7	17,3
	re	21,8	22,7	23,3	37,8	35,0	14,8
Gonadengewicht	li	2,16	2,46	5,22	15,44	13,36	4,8
	re	2,03	2,00	3,53	16,05	13,86	7,9

Tab. 8: Durchschnittliche GSI-Werte pro Monat, Renken.

		Mai	Juli	Aug	Sep	Okt	Dez
ϕ GSI σ^7		-	0,72	0,59	2,45	2,77	3,32
	(n)	(0)	(5)	(8)	(3)	(5)	(1)
ϕ GSI ϕ		1,40	1,76	3,42	7,29	10,75	2,51
	(n)	(4)	(10)	(15)	(9)	(6)	(1)

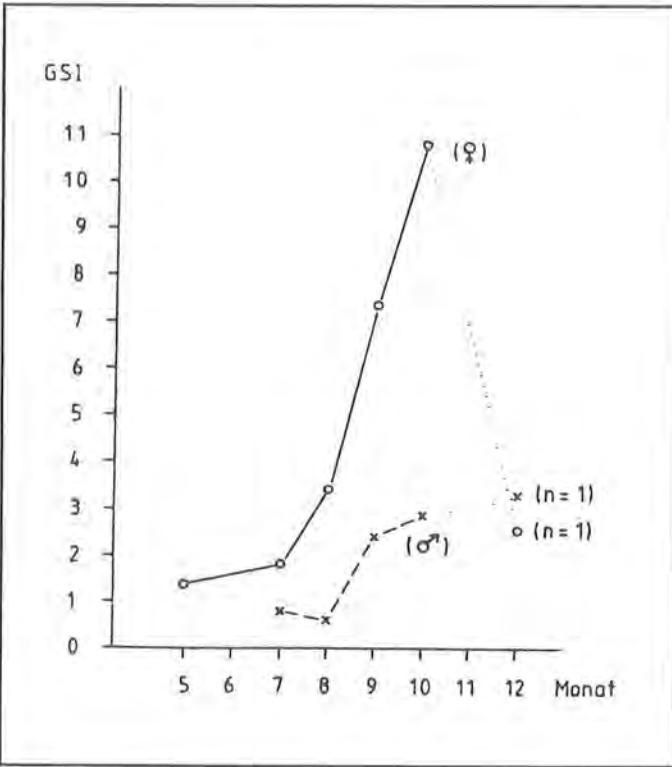


Abb. 2: Entwicklung des GSI im Jahresverlauf, Renken.

Tab. 9: Körper- und Gonadenlänge und -gewicht der Hechte sowie relative Gonadenlänge und GSI.

a. männliche Tiere

Monat	Länge in cm	Gewicht in g	Gonadenlänge absolut in cm		Gonadenlänge relativ %		Gonadengewicht absolut in g		GSI
			li	re	li	re	li	re	
März	61,0	2290,0	18,0	19,0	29,5	31,1	-	-	-
	55,0	2280,0	13,0	13,0	23,6	23,6	-	-	-
	44,0	540,0	10,0	10,0	22,7	22,7	-	-	-
\bar{x}			13,7	14,0	25,3	25,8			
April	67,0	2210,0	29,0	25,0	43,3	37,3	29,0	29,5	2,64
Mai	37,0	260,0	11,0	10,7	29,7	28,9	0,53	0,7	0,58
Juni	37,5	320,0	12,8	15,5	34,1	36,6	1,32	1,22	0,79
Juli	44,0	425,0	12,5	12,5	28,4	28,4	1,2	1,15	0,55
Okt.	15,0	14,0	4,5	4,5	30,0	30,0	-	-	-
	15,3	14,8	5,0	5,0	32,7	32,7	0,02	0,02	0,20
	41,5	370,0	15,0	15,0	36,1	36,1	3,75	3,2	1,88
	72,0	2370,0	26,0	26,0	36,1	36,1	20,0	29,3	2,08
	67,0	2026,0	23,0	24,0	34,3	35,8	24,2	24,9	2,42
	28,5	127,4	10,0	9,0	35,1	31,6	0,1	0,3	0,31
\bar{x}			13,9	13,9	34,6	34,3	8,64	10,25	1,46

Tab. 9: Fortsetzung:

b. weibliche Tiere

Monat	Länge in cm	Gewicht in g	Gonadenlänge absolut in cm		Gonadenlänge relativ %		Gonadengewicht absolut in g		GSI
			li	re	li	re	li	re	
Juli	52,0	785,0	16,0	17,0	30,8	32,7	1,9	1,95	0,49
	55,0	860,0	11,0	11,0	20,0	20,0	3,33	3,18	0,77
	62,0	1490,0	21,0	19,0	33,9	30,6	4,6	3,52	0,54
\bar{x}			16,0	15,7	28,2	27,8	3,27	2,88	0,6
Okt.	67,0	1925,0	23,0	22,0	34,3	32,8	57,0	55,8	5,86
	67,0	2000,0	25,0	25,5	37,3	38,1	38,2	44,2	4,12
	26,2	99,5	9,5	9,0	36,3	34,3	0,1	0,1	0,2
	18,7	33,7	8,0	8,0	42,8	42,8	-	-	-
	42,0	392,0	13,0	14,0	31,0	33,3	4,1	4,0	2,07
	12,0	8,0	4,5	4,5	37,5	37,5	-	-	-
	51,0	830,0	21,0	21,0	41,2	41,2	11,32	15,13	2,95
\bar{x}			14,9	14,9	37,2	37,2	15,81	17,03	3,75

Tab. 10: Längen- und Gewichtsverteilung der Elritzen (n = 92).

	\bar{x}	s	min	max
Länge in cm	7,5	0,9	4,9	10,5
Gewicht in g	3,30	1,30	0,70	8,44

Tab. 11: Gonadenlänge und -gewicht der Elritzen (absolut).

	weibliche Tiere (n = 33)				männliche	
	April	Mai	Juni	Juli	Mai/Juni	
Anzahl (n)	12	9	9	3	6	
Gonadenlänge	li	2,36	2,19	2,07	-	1,78
	re	2,46	2,28	2,16	-	1,76
Gonadengewicht	li	0,25	0,19	0,27	0,09	0,04
	re	0,25	0,20	0,25	0,09	0,05

Tab. 12: GSI-Werte der weiblichen Elritzen.

	April	Mai	Juni	Juli
ϕ GSI	14,04	17,40	15,80	7,83
max. GSI	20,69	20,69	20,00	13,86
(n)	(12)	(9)	(9)	(3)

Tab. 13: Längen- und Gewichtsverteilung der Barsche (n = 134).

	\bar{x}	s	min	max
Länge in cm	18,55	4,21	10	29
Gewicht in g	92,45	71,18	12,2	333

Tab. 14: Durchschnittliche Meßwerte der Gonaden pro Monat, Barsche.

	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Okt	Nov	Dez
männliche Tiere (n)	6	7	5	14	9	3	0	1
Gonadenlänge absolut	4,5	4,3	4,3	2,5	3,0	6,3	-	-
Gonadenlänge relativ	22,6	24,5	24,0	16,4	20,3	29,1	-	-
Gonadengewicht	7,65	7,42	3,41	0,66	0,38	17,67	-	12,4
weibliche Tiere (n)	13	27	4	13	10	16	4	0
Gonadenlänge absolut	6,1	5,5	2,9	1,7	2,4	4,2	3,4	-
Gonadenlänge relativ	26,6	29,3	14,6	11,6	14,8	18,7	14,8	-
Gonadengewicht	30,08	22,41	3,09	0,75	0,68	8,83	5,68	-

Tab. 15: Durchschnittliche GSI-Werte pro Monat, Barsche.

	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Okt	Nov	Dez
ϕ GSI σ^7	7,43	9,1	5,84	2,47	2,17	12,20	-	9,92
(n)	(6)	(7)	(5)	(14)	(4)	(3)	(0)	(1)
ϕ GSI ϕ	17,49	20,64	3,32	1,92	2,63	6,43	3,90	-
(n)	(12)	(27)	(4)	(13)	(7)	(16)	(4)	(0)

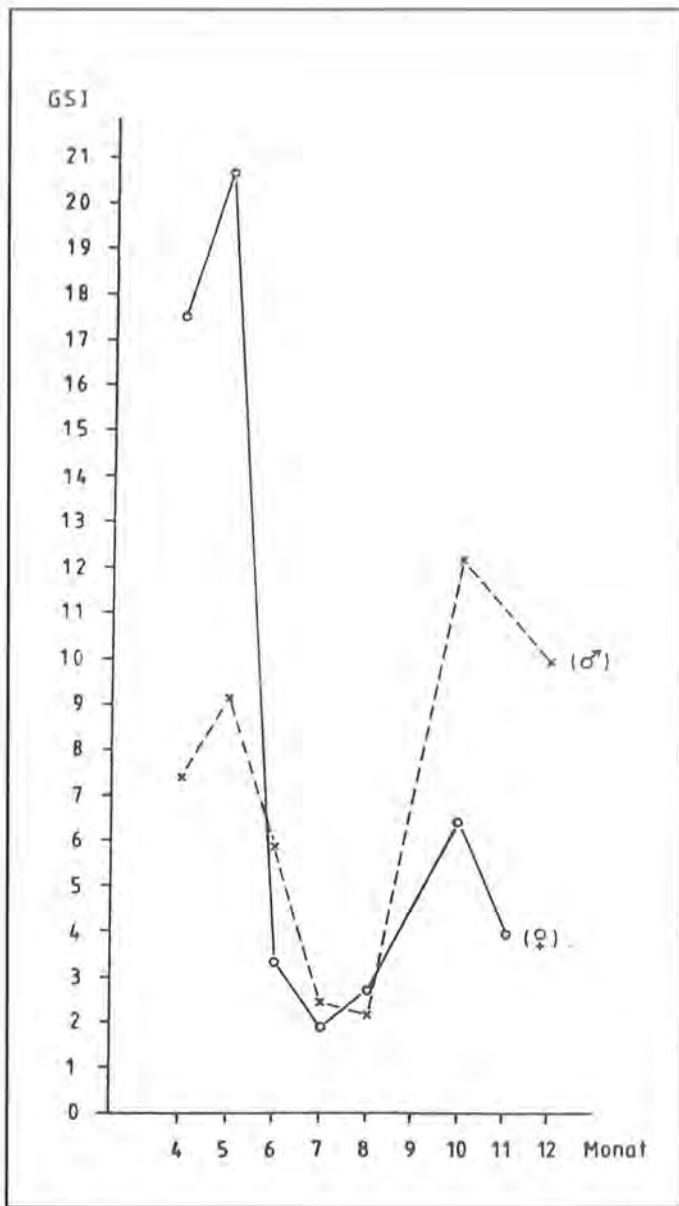


Abb. 3: Entwicklung des GSI im Jahresverlauf, Barsche.

Tab. 16: Längen- und Gewichtsverteilung der Rutten (n = 46).

	\bar{x}	s	min	max
Länge in cm	34,4	5,3	24	44
Gewicht in g	270,8	163,0	70,0	735,0

Tab. 17: Durchschnittliche Meßwerte der Gonaden pro Monat, Rutten.

	Apr	Mai	Juni	Juli	Okt	Nov
männliche Tiere (n)	-	6	8	3	8	1
Gonadenlänge li	-	2,9	3,6	3,5	4,6	10,0
absolut re	-	3,5	3,9	3,3	5,3	9,5
Gonadenlänge li	-	8,7	10,4	9,5	14,4	28,6
relativ re	-	10,3	11,4	9,1	16,3	27,1
Gonadengewicht li	-	1,03	1,37	0,67	4,64	32,50
re	-	1,19	1,33	0,59	5,13	30,40
weibliche Tiere (n)	1	4	2	4	5	-
Gonadenlänge li	-	3,8	2,9	2,7	3,8	-
absolut re	-	4,4	3,8	2,8	3,5	-
Gonadenlänge li	-	10,1	9,3	7,7	12,5	-
relativ re	-	12,0	12,3	7,9	11,7	-
Gonadengewicht li	2,08	2,90	1,92	2,50	4,68	-
re	2,08	3,50	2,81	1,59	3,84	-

Tab. 18: Durchschnittliche GSI-Werte pro Monat, Rutten.

	Apr	Mai	Juni	Juli	Okt	Nov
durchschnittliche GSI ♂	-	0,85	0,72	0,41	4,27	22,87
(n)	-	(5)	(8)	(3)	(8)	(1)
durchschnittliche GSI ♀	0,79	1,77	3,11	1,72	4,79	-
(n)	(1)	(4)	(2)	(4)	(5)	-

Die makroskopische und histologische Untersuchung zeigt im Prinzip dieselben jahreszeitlichen Schwankungen, die sich in den Meßwerten der Tabelle widerspiegeln. Dabei sind zwei Grundtypen von Gonaden zu finden:

1. Langgestreckte, freie Gonaden bei Seesaiblinge, Renke, Hecht und Elritze, beiderseits getrennt über fast die gesamte Länge der Leibeshöhle seitlich der Schwimmblase verlaufend.
2. Kurze, rundliche Gonaden, die im kaudalen Teil der Leibeshöhle liegen und im posterioren Teil miteinander verwachsen sind bei Barsch und Rutte.

Das Gonadengewicht wird bei weiblichen Tieren absolut und relativ größer als bei männlichen, der GSI-Wert ist i.d.R. kurz vor der Laichzeit am höchsten (Ausnahme Barsch männlich).

Entsprechend den beiden makroskopischen Gruppen variiert auch der histologische Aufbau. Zwar ist bei allen Vertretern die Gonade von einer Bindegewebskapsel umgeben. Beim Hoden des Barsches ist jedoch eine radiäre Anordnung der Tubuli im Querschnitt zu sehen, wogegen bei den anderen Arten diese unregelmäßig gewunden sind. Lediglich die Rutte nimmt hierin eine Mittelstellung ein.

Bei den Ovarien entspringen aus der Wand das Keimepithel enthaltene Lamellen — bei Barsch und Rutte aus der gesamten Zirkumferenz, bei den übrigen Arten nur aus bestimmten Partien. Die Bindegewebskapsel ist bei Barsch, Rutte und Hecht nicht jedoch bei den übrigen Arten mit glatten Muskelfasern verstärkt.

Die jahreszyklischen Veränderungen sind bei beiden Geschlechtern entsprechend dem System von Hoffmann, Wondrak und Groth (1980) in 4 Stadien gliederbar:

1. Ruhestadium: Im Stadium I findet man bei männlichen Tieren nur Spermatogonien und Sertolizellen in den Hodentubuli. Bei weiblichen Tieren sind Oogonien und praevitellogene Oozyten zu sehen.
2. Anbildungsstadium: Im II. Stadium kann man bei männlichen Tieren eine rege Spermatogenese, bei weiblichen Tieren Oozytenwachstum und Dotterbildung beobachten.
3. Reifestadium: Im Stadium III sind die Gonaden mit reifen Spermien bzw. Eizellen befüllt.
4. Nachlaichstadium: Im Stadium IV sind die reifen Geschlechtsprodukte zum großen Teil ausgeschieden, Restspermien bzw. atretische Eizellen werden allmählich resorbiert.

Die Verteilung der Einzelstadien auf die verschiedenen Jahreszeiten geht aus den folgenden Abbildungen hervor.

Eine repräsentative Auswahl der verschiedenen Stadien im histologischen Schnitt ist auf den dann folgenden Seiten wiedergegeben.

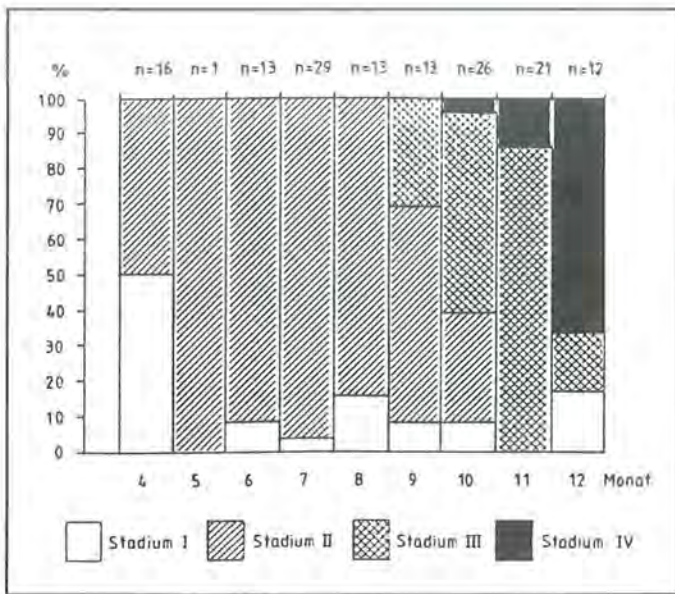


Abb. 4: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Seesaiblingen. ♂

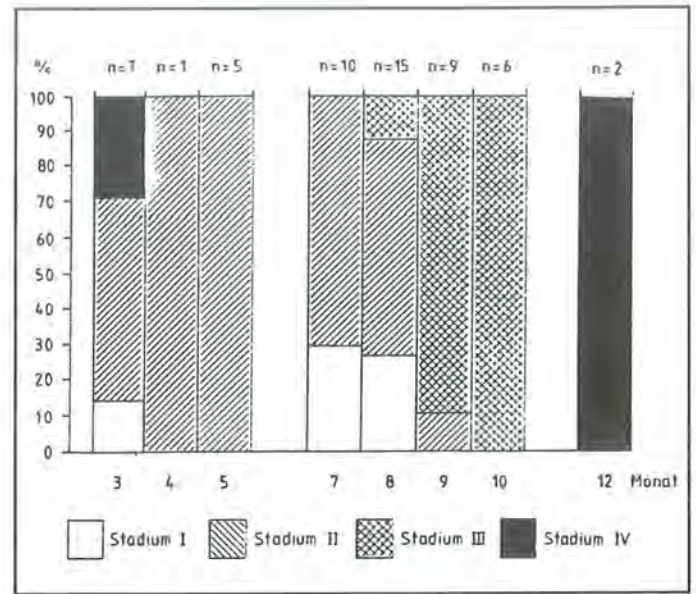


Abb. 7: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Renken. ♀

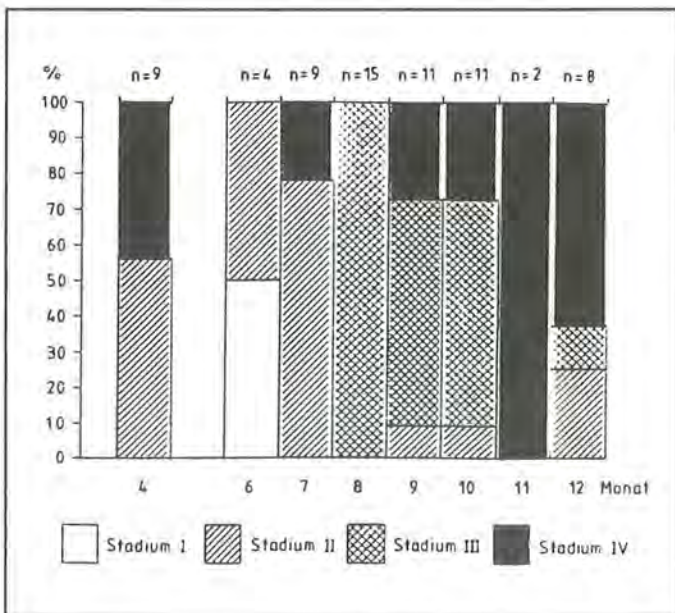


Abb. 5: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Seesaiblingen. ♀

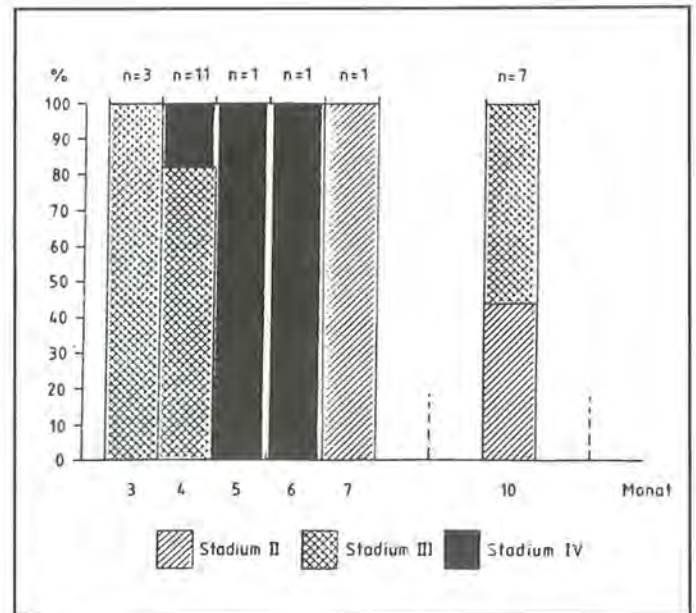


Abb. 8: Anteil (%) der Stadien II-IV pro Monat bei Hechten. ♂

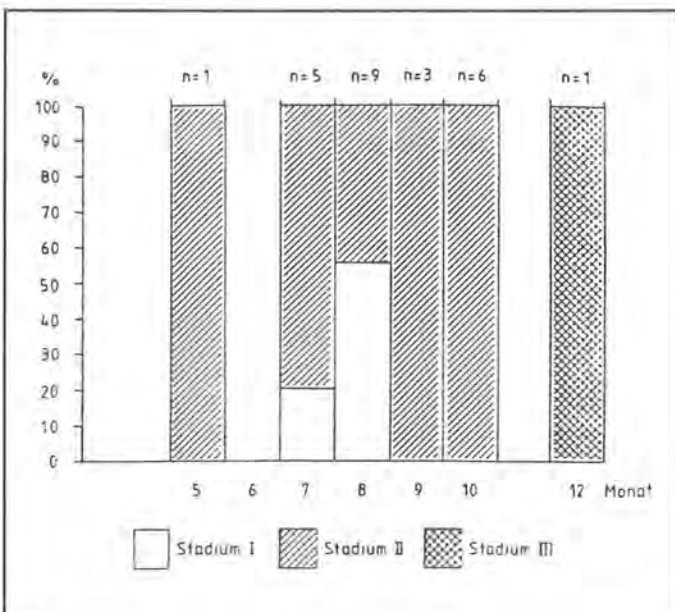


Abb. 6: Anteil (%) der Stadien I-III pro Monat bei Renken. ♂

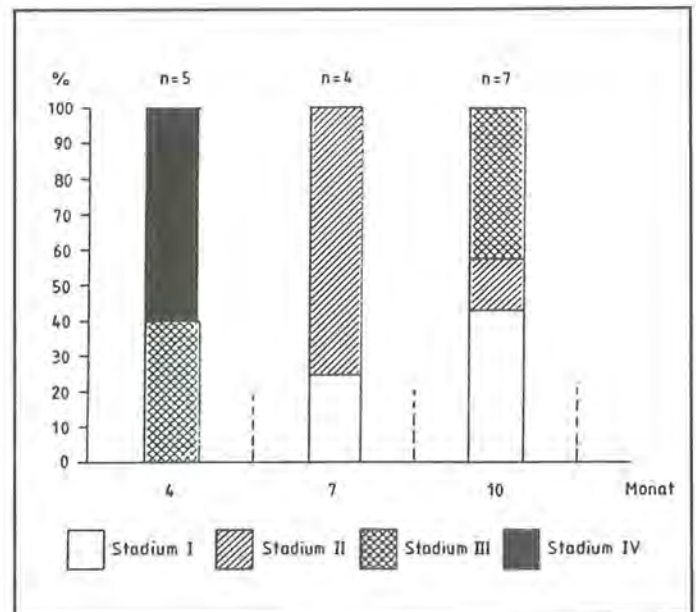


Abb. 9: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Hechten. ♀

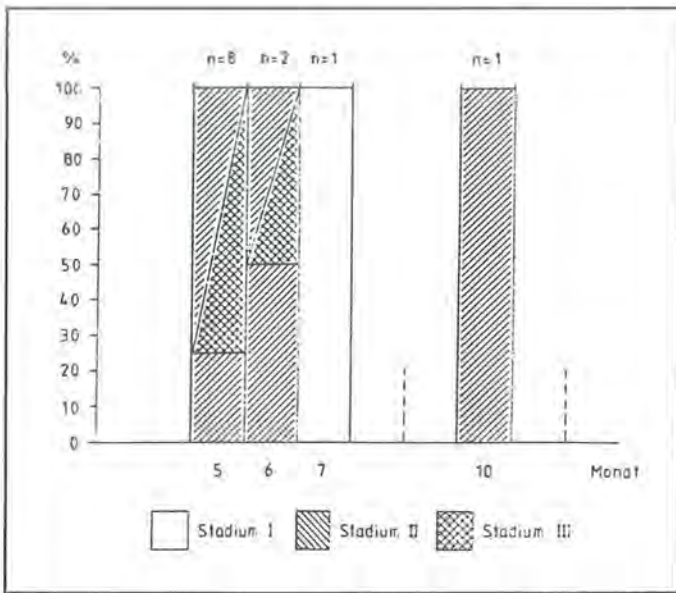


Abb. 10: Anteil (%) der Stadien I-III pro Monat bei Elritzen ♂

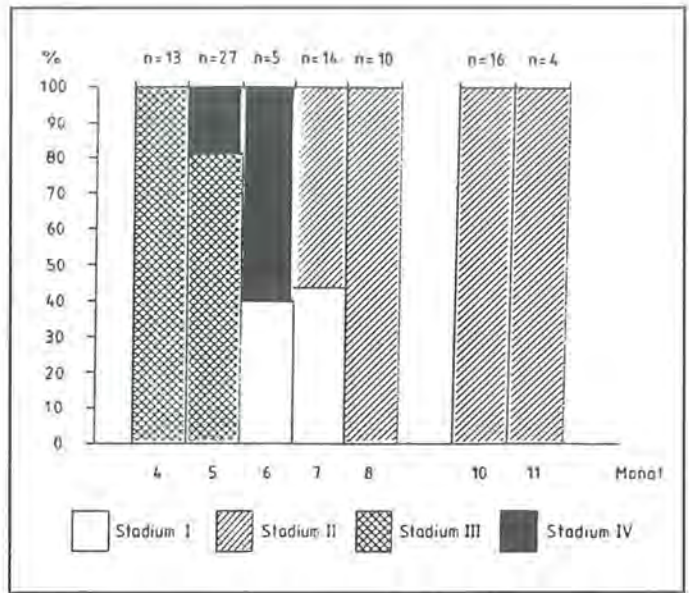


Abb. 13: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Barschen ♀

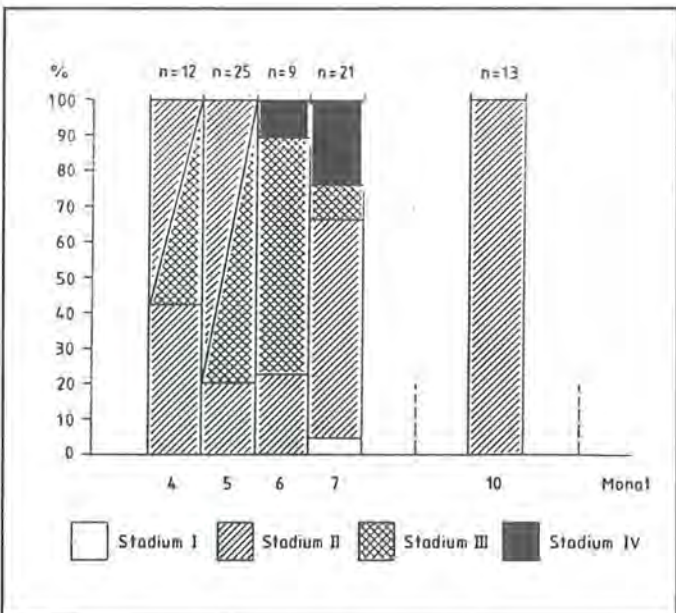


Abb. 11: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Elritzen ♀

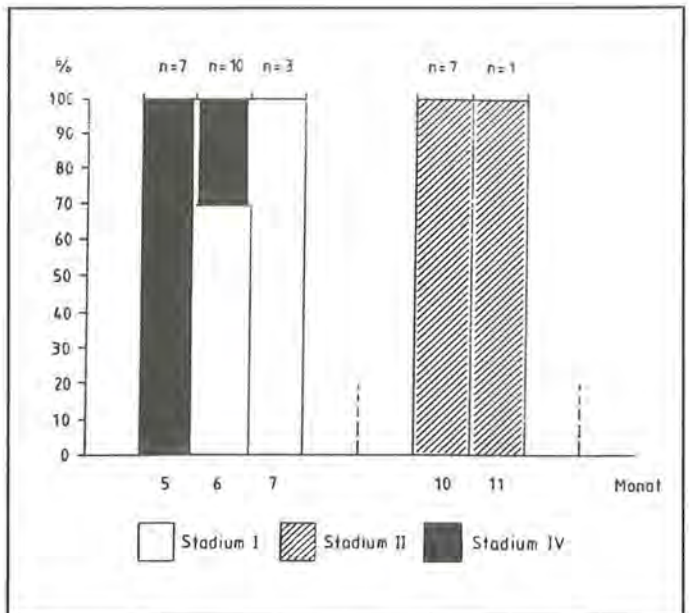


Abb. 14: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Rutten ♂

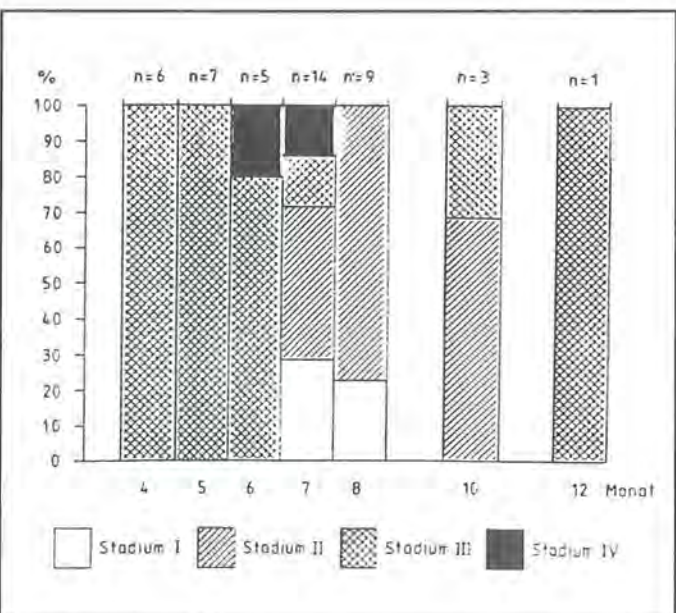


Abb. 12: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Barschen ♂

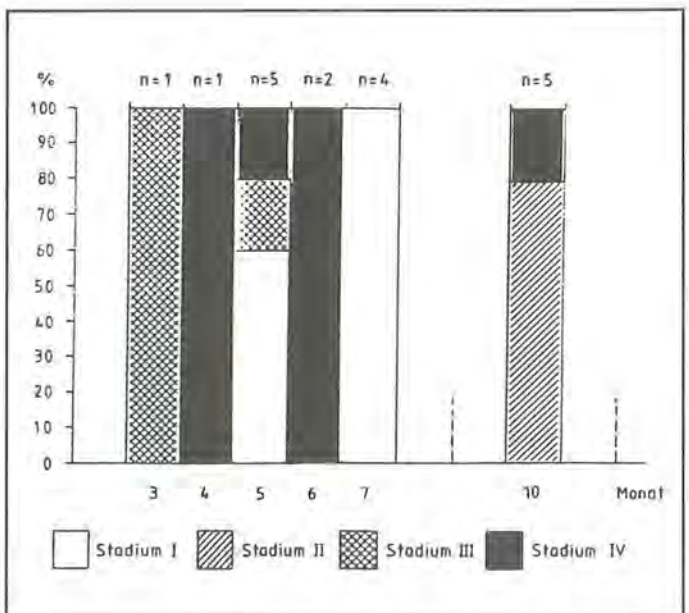


Abb. 15: Anteil (%) der Stadien I-IV pro Monat bei Rutten ♀

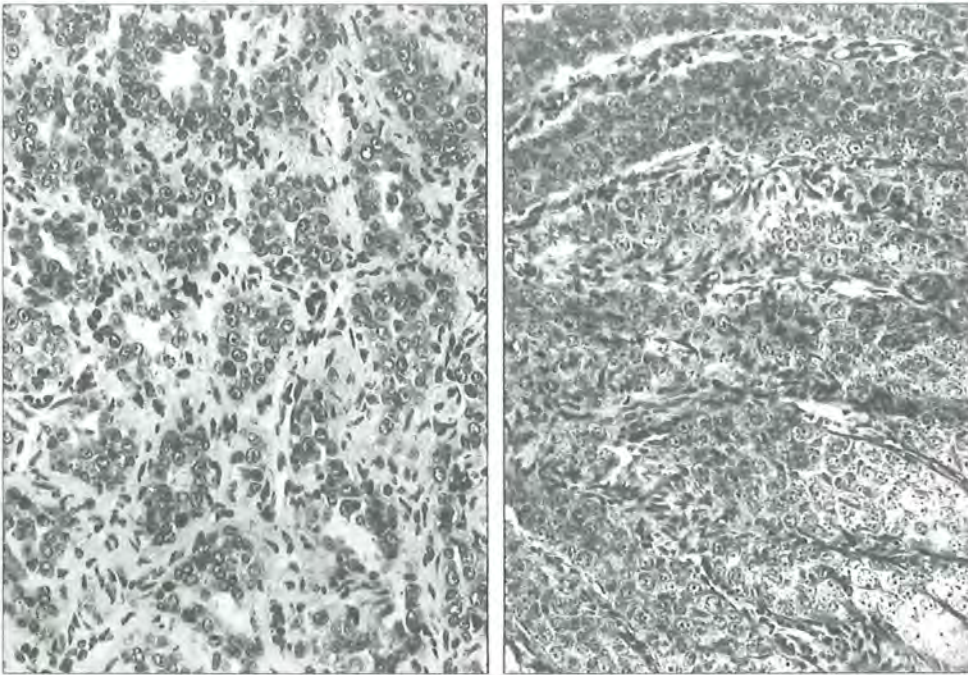


Abb. 16 a und b:
 Hodenstadium I
 li: Seesaibling, unregelmäßiger
 Verlauf der Tubuli
 re: Barsch, deutliche Radiärstruktur
 Bouin-Fix., H.E. x225

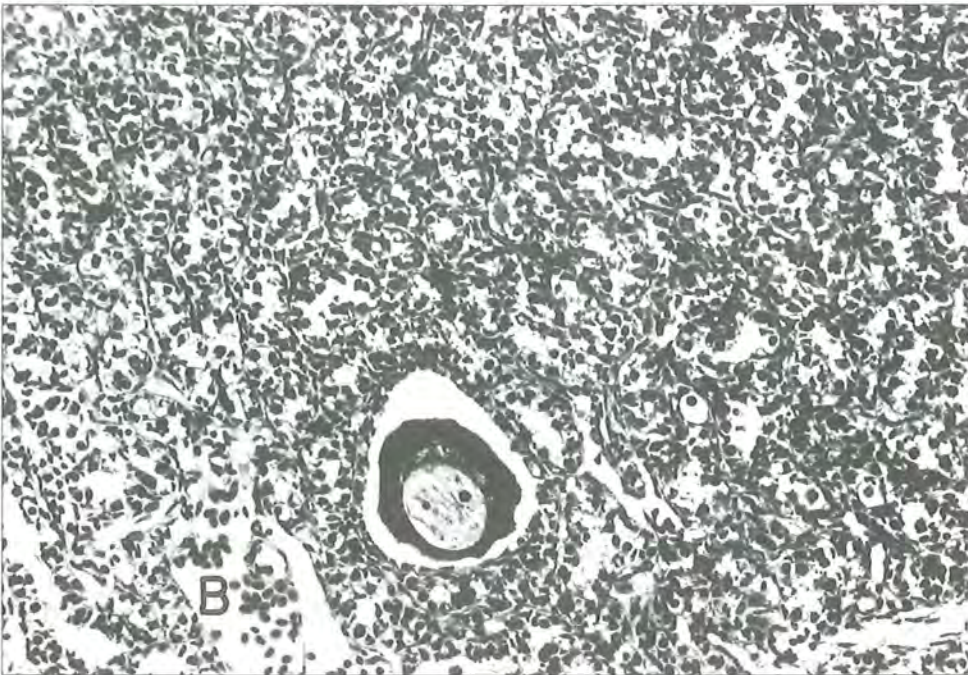


Abb 17:
 Renke, ♂
 Gonadenanomalie:
 praevitellogene
 Oozyte im Hodenparenchym
 (Stadium I)
 Blutgefäß B
 Formalin-Fix., H.E. x225

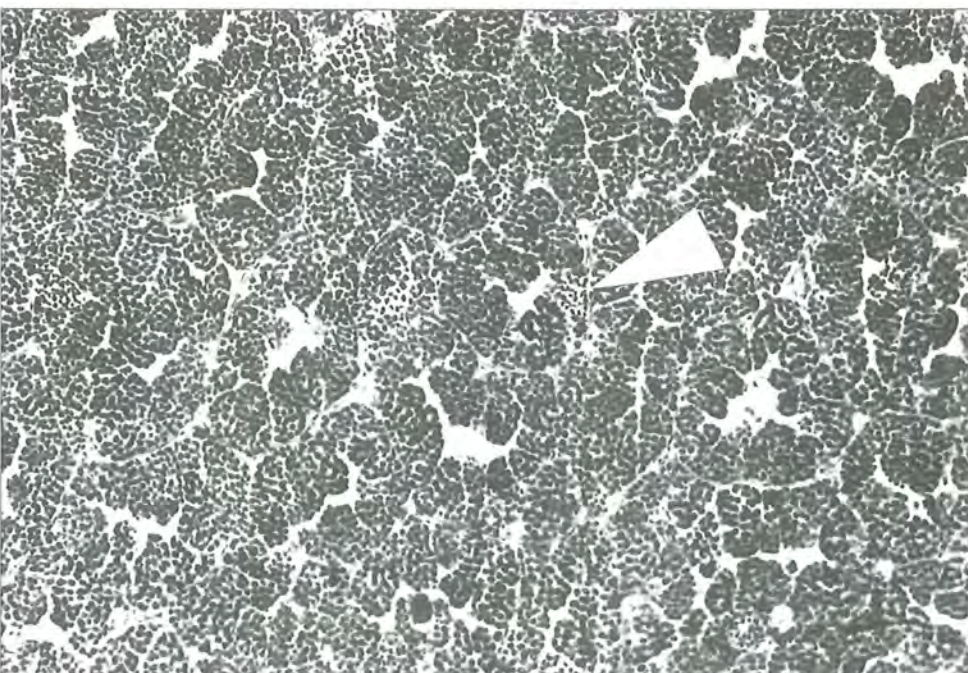


Abb. 18:
 Rutte, ♂
 Stadium II, früh:
 überwiegend Spermatozyten I,
 vereinzelt Spermatozyten II Δ
 Bouin-Fix., H.E. x225

Abb. 19:
 Elritze ♂
 Stadium II:
 Spermatogonien ▲
 Spermatozyten I
 Spermatozyten II
 Spermiden ↑
 Spermien S
 Bouin-Fix., H.E. x225

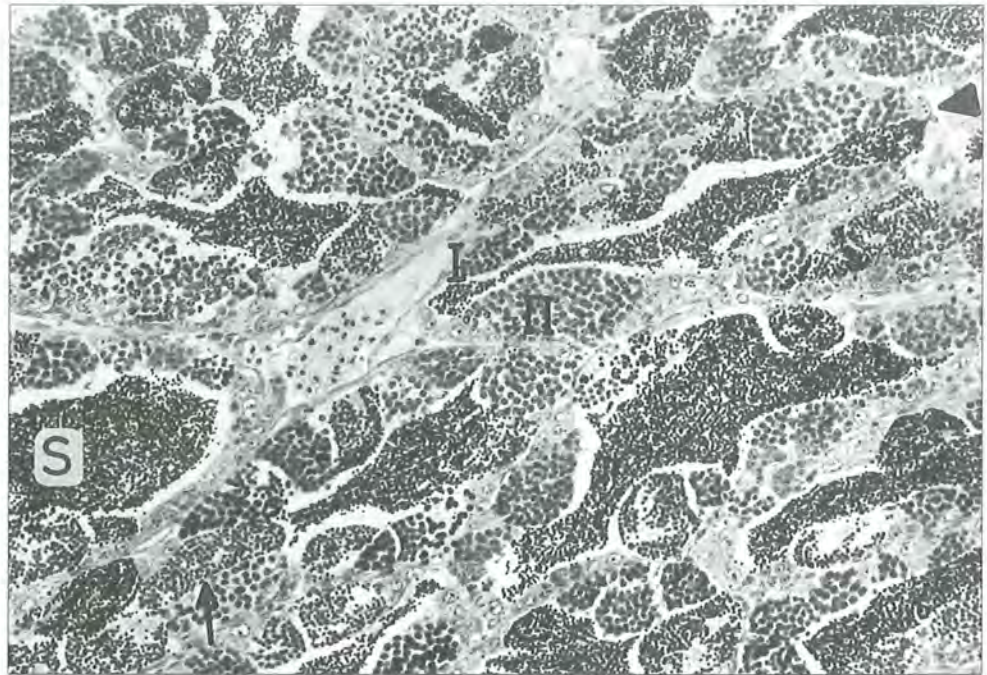
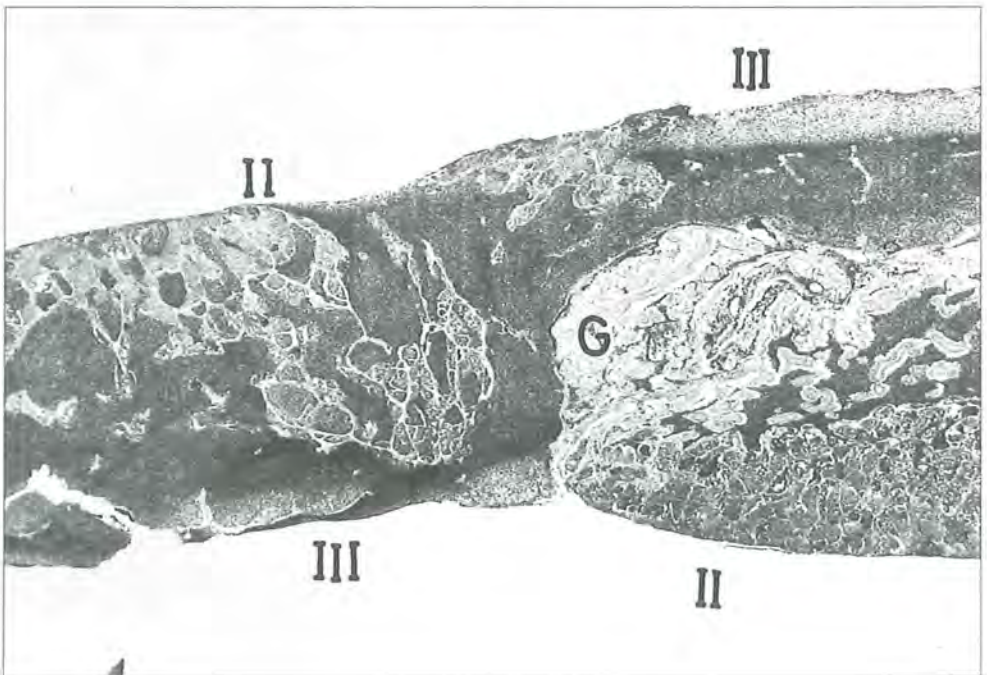


Abb. 20:
 Seesaibling ♂
 Stadium III
 Bouin-Fix., H.E. x225



Abb. 21:
 Elritze ♂
 Hoden längsgeschnitten:
 Hodenbezirke im Stadium II
 bzw. III Gangsystem G
 Bouin-Fix., H.E. x36



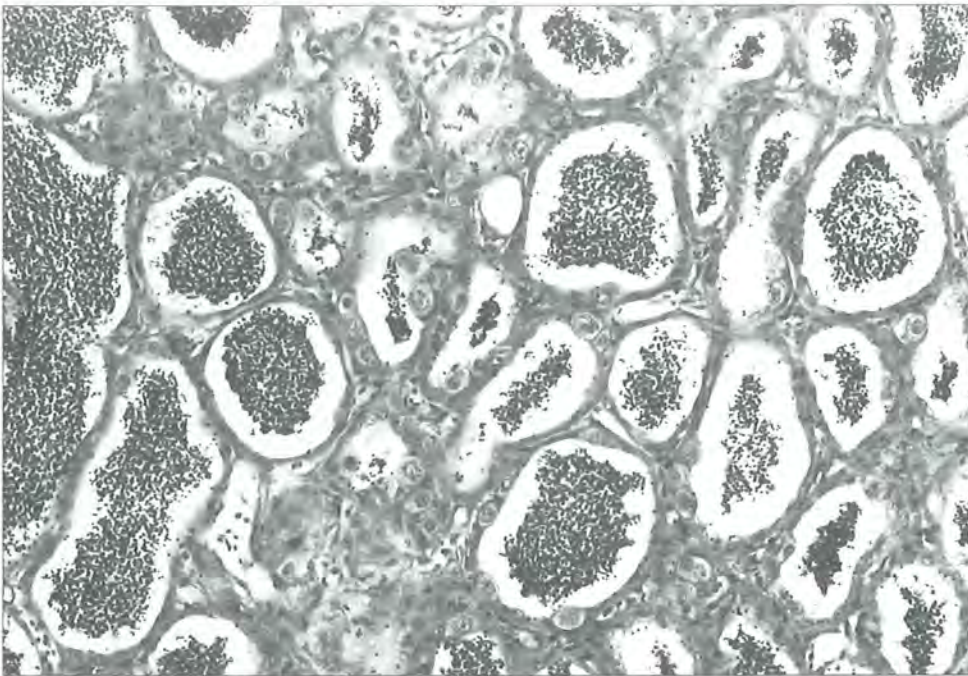


Abb. 22:
Hecht, ♂
Stadium IV:
Restspermien in den Tubuli,
beginnende Spermatogonien-
vermehrung
Bouin-Fix.,
H.E. x225

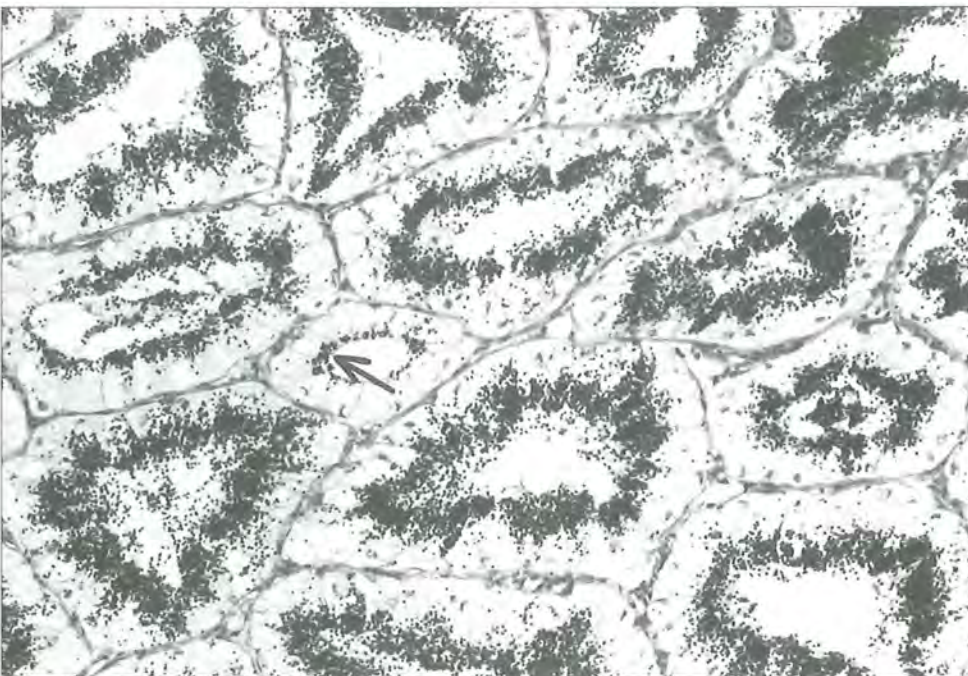


Abb. 23:
Barsch, ♂
Stadium IV:
blasige Sertolizellen mit
phagozytierten
Restspermien ↑
weitere Spermien im Tubuluslumen
Formalin-Fix., H.E. x225

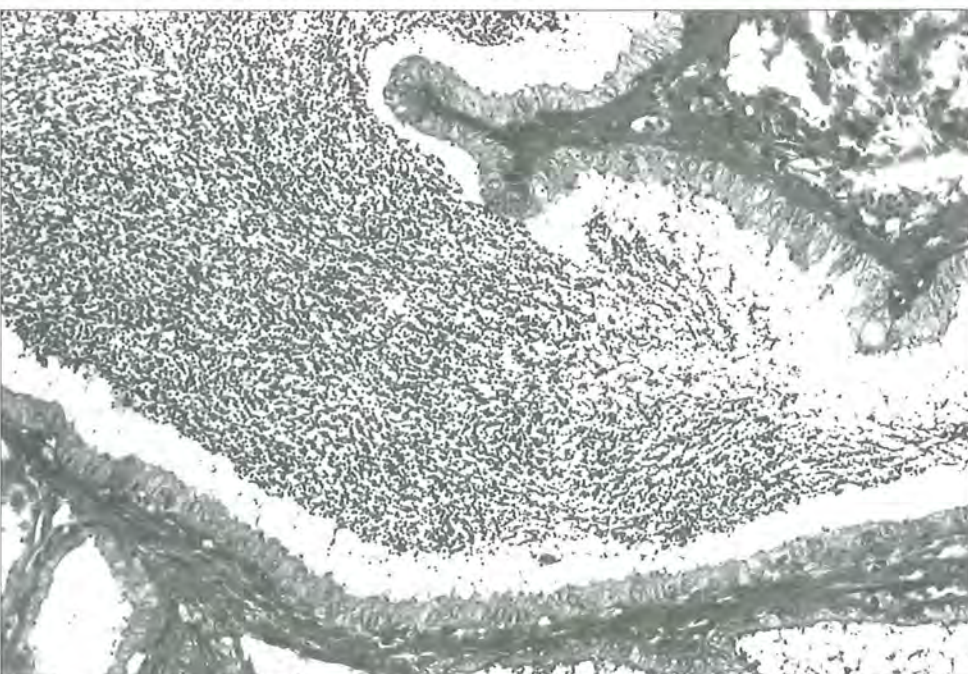


Abb. 24:
Hecht, ♂
Ductus semiferus, hochprismatisches
Epithel mit Protoplasmfortsätzen
Bouin-Fix., H.E. x225

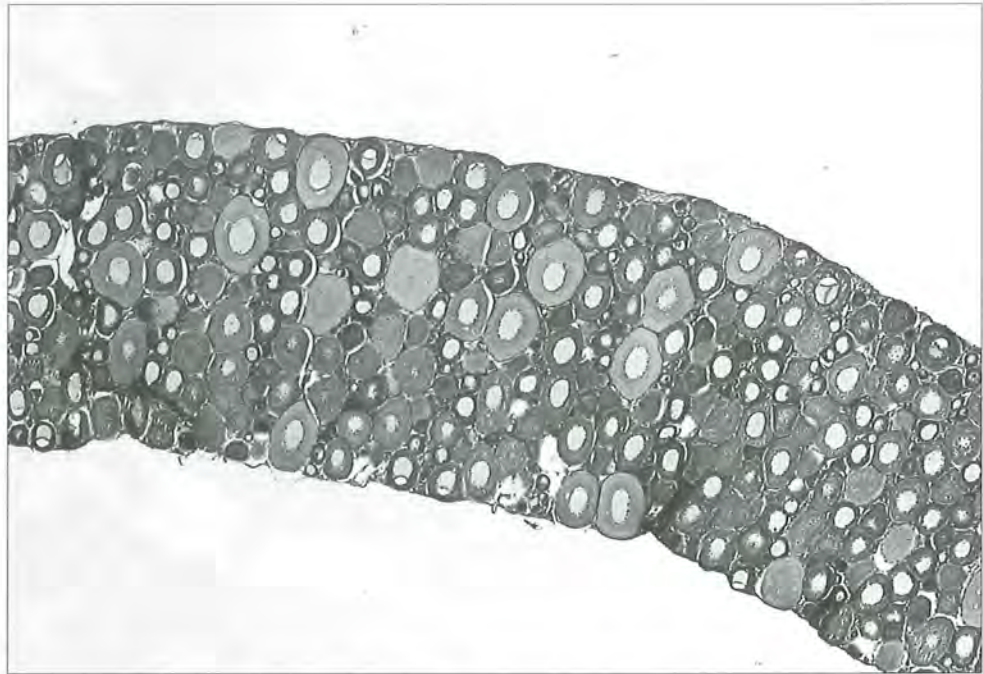


Abb. 25:
Renke, ♀
Stadium I
Bouin-Fix., H.E. x45

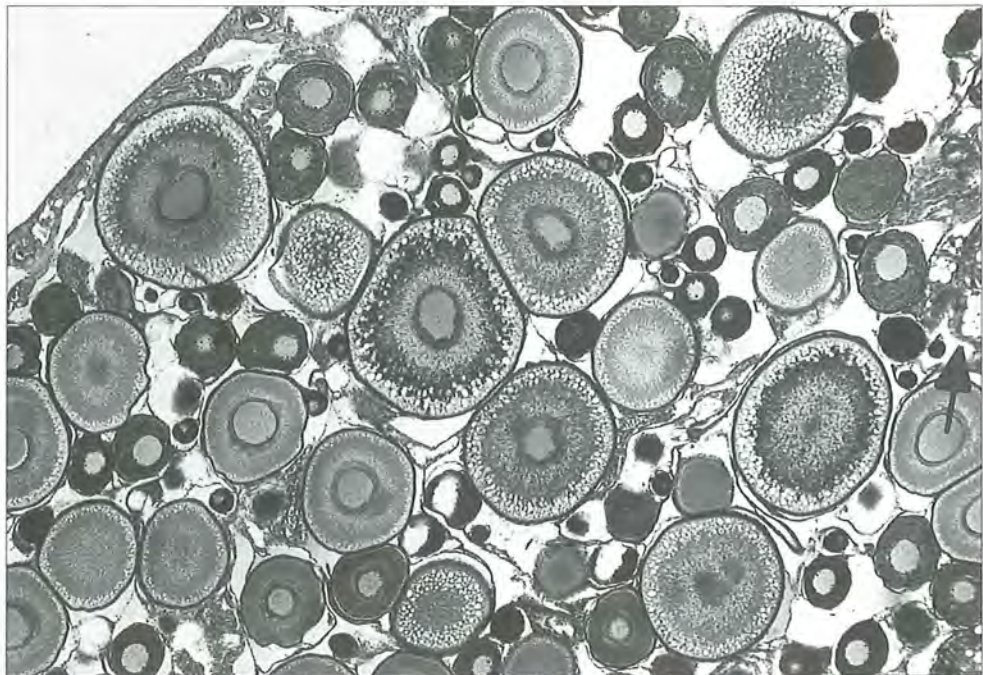


Abb. 26:
Renke, ♀
Stadium II:
atretische Eizelle, weitgehend
resorbiert ↑
Bouin-Fix., H.E. x45

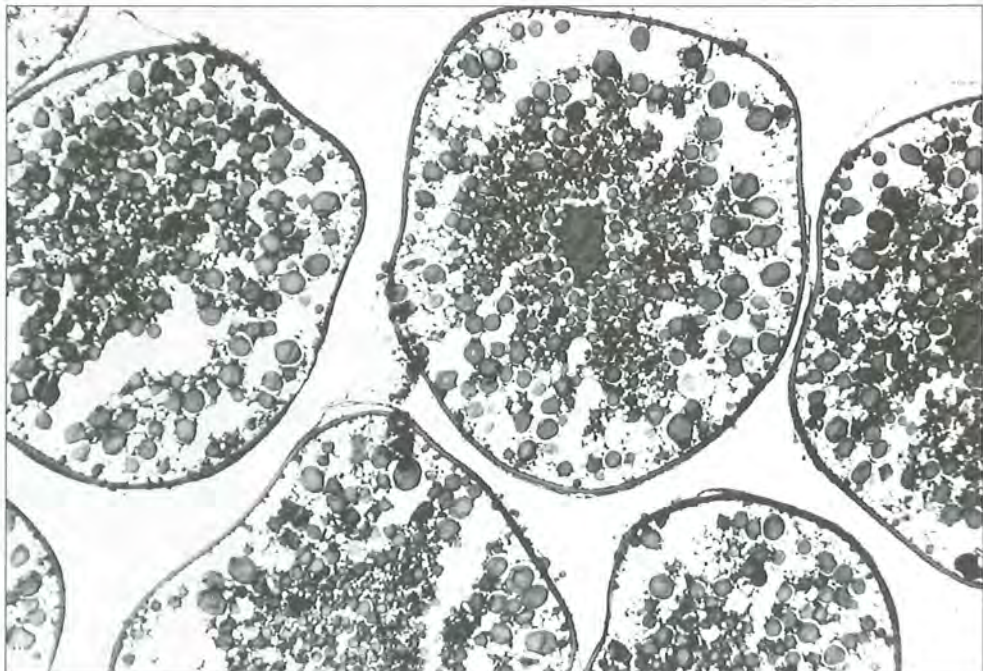


Abb. 27:
Renke, ♀
Stadium III
Formalin-Fix., H.E. x45

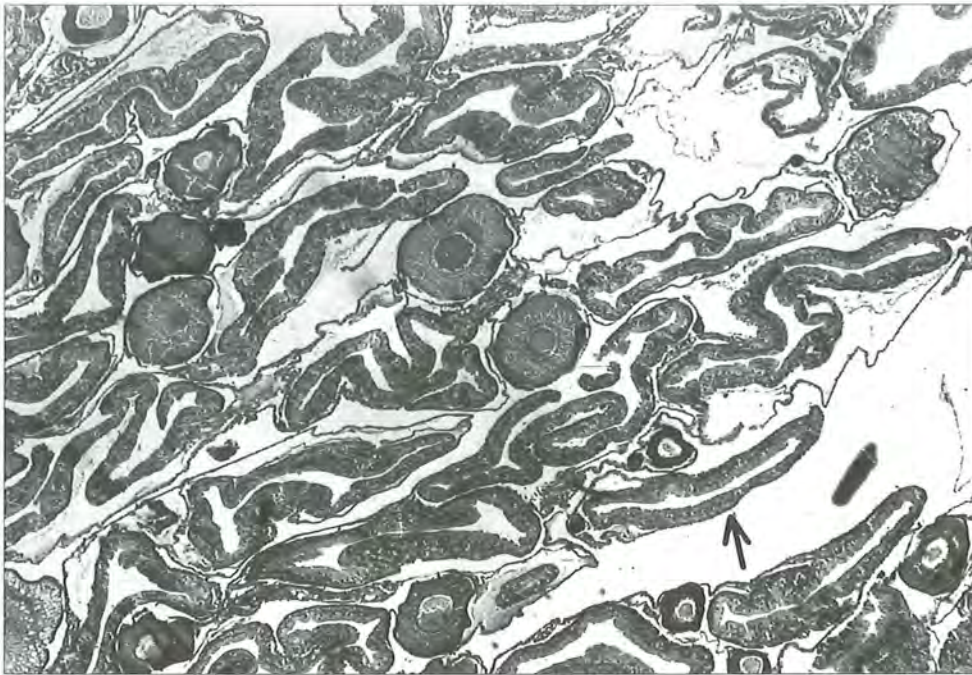


Abb. 28:
Renke ♀
Stadium IV:
postovulatorische Follikel ↑
Formalin-Fix., H.E. x45

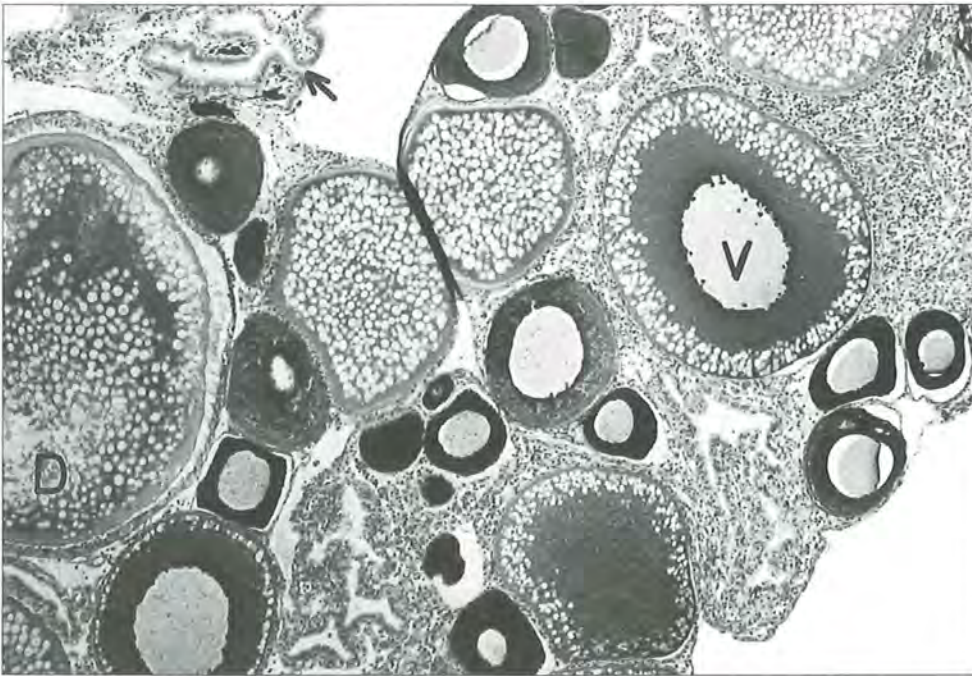


Abb. 29:
Elritze ♀
Stadium II + IV:
postovulatorische Follikel ↑
vitellogene Oozyte V,
degenerierende Eizelle D
Bouin-Fix., H.E. x90



Abb. 30:
Barsch, ♀
pathologisch verändertes Ovar:
li: Ovarwand
re: degeneriertes Ovarzentrum,
dazwischen Eizellen in unter-
schiedlichen Resorptionsstadien
Formalin-Fix., H.E. x14

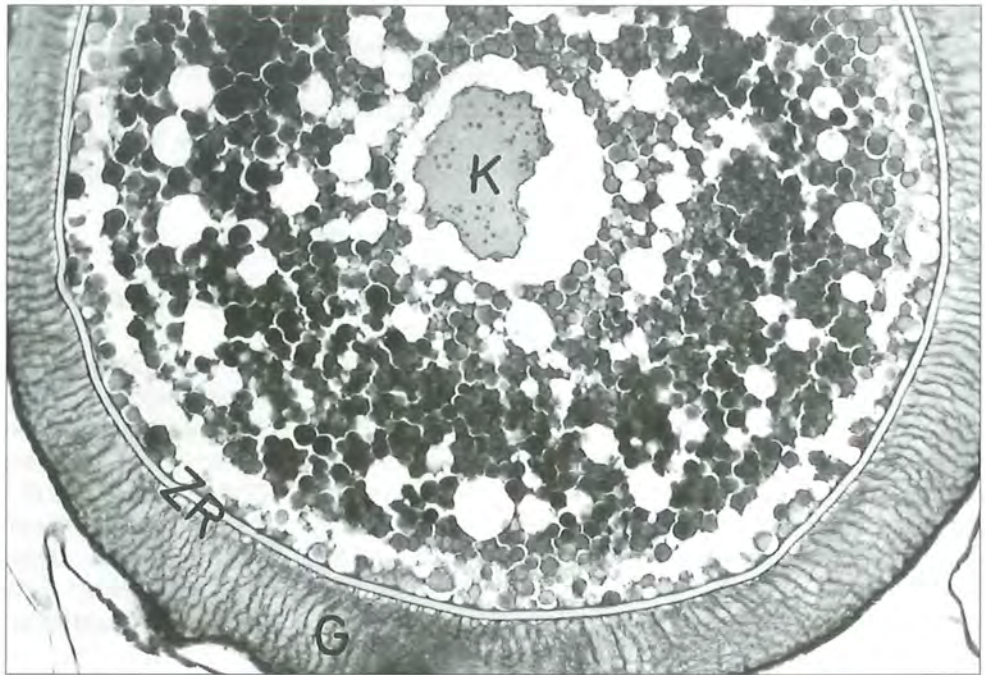


Abb. 31:
 Barsch, ♀
 Stadium III:
 Gelatineschicht G,
 Zona radiata ZR,
 Kern K
 Formalin-Fix., Giemsa x120

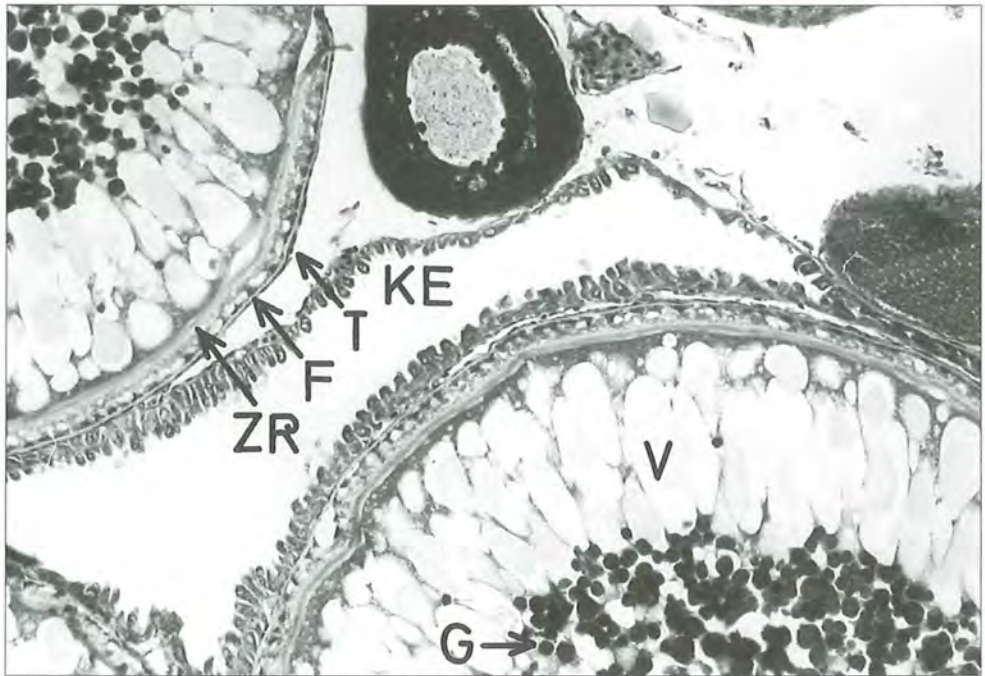


Abb. 32:
 Barsch, ♀
 Stadium II:
 Zottenartiges Keimepithel KE,
 Thekazellen T, Follikelzellen F,
 Zona radiata ZR,
 Dottervakuolen V und -granula G
 Formalin-Fix., H.E. x225

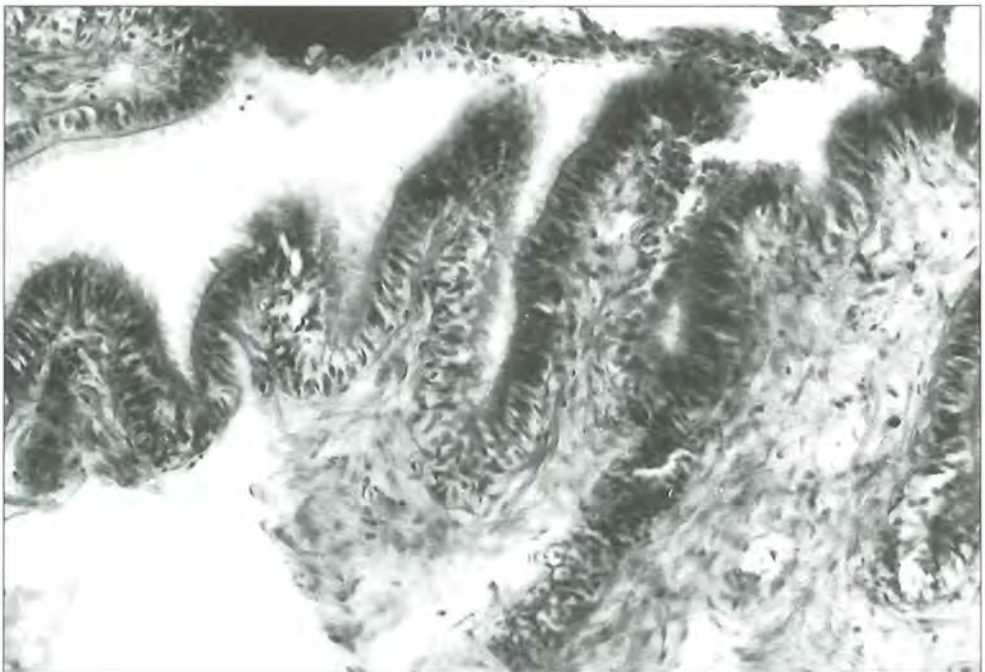


Abb. 33:
 Hecht, ♀
 Eileiterepithel mit Flimmerhärchen
 Formalin-Fix., H.E. x225

Jahreszyklisch fällt auf, daß die Weibchen meist früher laichreif als Männchen sind (Seesaibling, Renke, Barsch). Auch bei Mühlkopfen scheint dies nach vorläufigen Befunden der Fall zu sein. Für die Elritze kann eindeutig belegt werden, daß ein mehrmaliges Ablaichen beider Geschlechter von April bis Juni/Juli auftritt, entgegen der Ansicht einiger anderer Autoren. Bei dem sehr zugunsten der weiblichen Tiere verschobenen Geschlechterverhältnis der Elritzen, könnte ein teilweise als „Laichdummheit“ (Tack, 1940) bezeichnetes Verhalten der männlichen Tiere mit mangelnden Fluchtreflexen diese leichter die Beute von Räubern werden lassen. Bei Barsch und Rutte waren wegen der Eisbedeckung des Sees im Winter keine exakten Angaben zum genauen Eintritt der Laichreife zu gewinnen. In der Gesamtschau zeigt sich aber, daß die Winter- und Fröhsommerlaicher im Königssee hinsichtlich ihrer Laichzeit weitgehend mit Artgenossen anderer Biotope übereinstimmen, wobei bei Hecht und Barsch (Fröhsommerlaicher) eine leichte Verschiebung in Richtung spätes Fröhsommer zu beobachten ist.

In pathologischen Befunden waren bei männlichen, teilweise sehr jungen Tieren (1 Renke, 2 Rutten, 3 Hechte) im unveränderten Hodengewebe Eizellen zu finden (Hermaphroditismus verus). Bei weiblichen Barschen und insbesondere Rutten können häufig Granulome aufgrund nicht abgegebener, degenerierter Eizellen gefunden werden.

3.2 Blutuntersuchungen

Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen (Hämatokrit, Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Hämoglobingehalt sowie Thrombozytenzahl) sind in den folgenden Abbildungen für Seesaibling, Bachsaibling, Bachforellen, Renke, Hecht, Elritze, Barsch und Rutte festgehalten. Die Werte liegen im Bereich der zu erwartenden Schwankungen. Eindeutige Bezüge zu Alter, Geschlecht und Jahreszeit konnten nicht gesichert werden. Einflüsse von Krankheiten werden unter C1 und C2 besprochen.

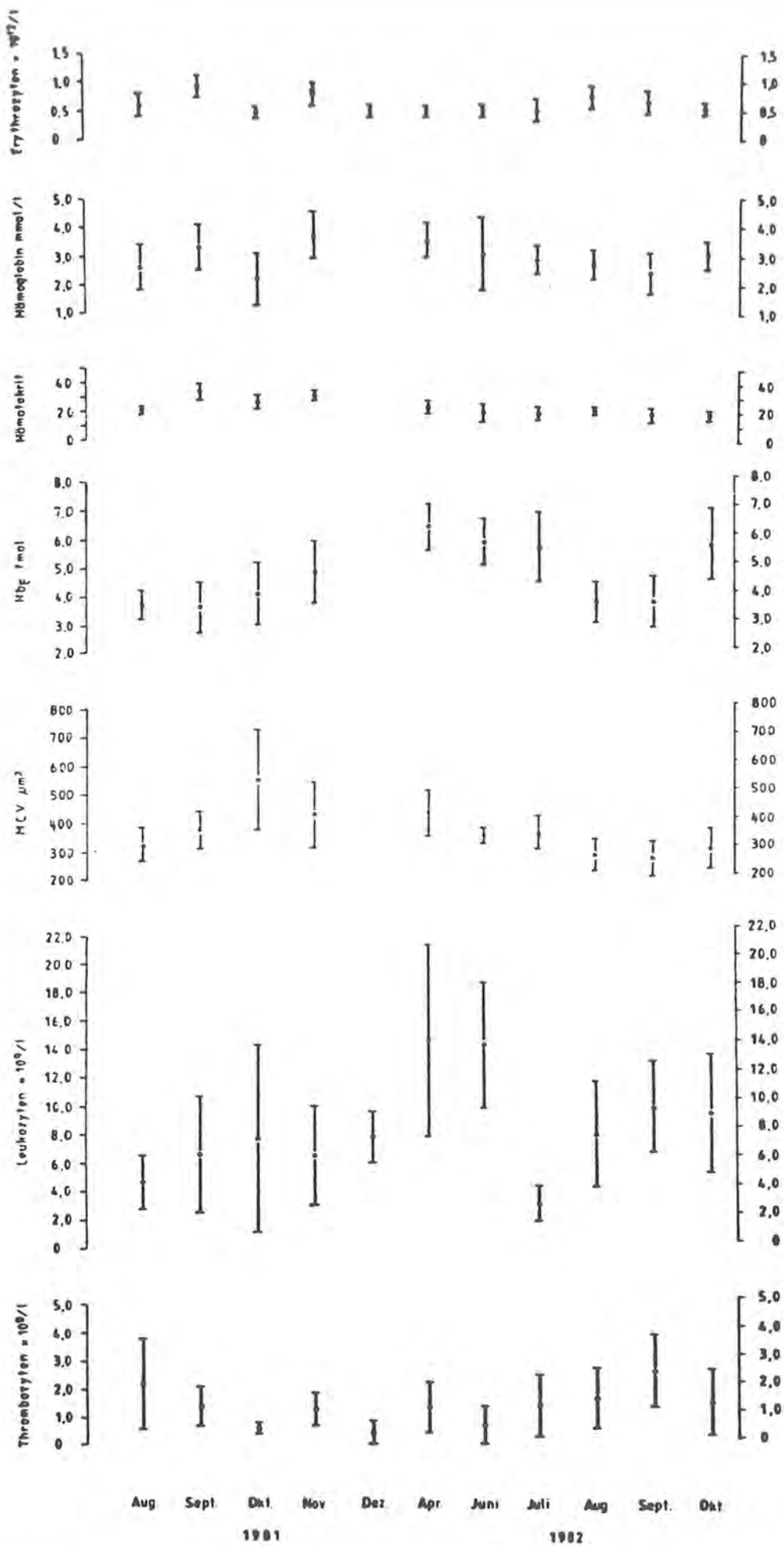


Abb. 34: Blutwerte Seesaibling (Königssee).

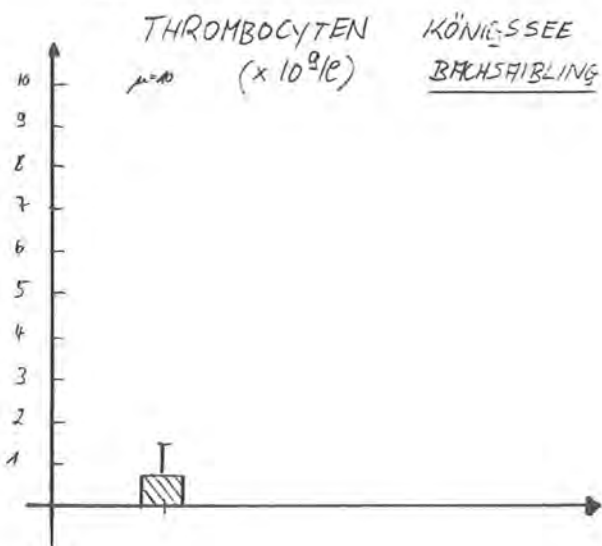
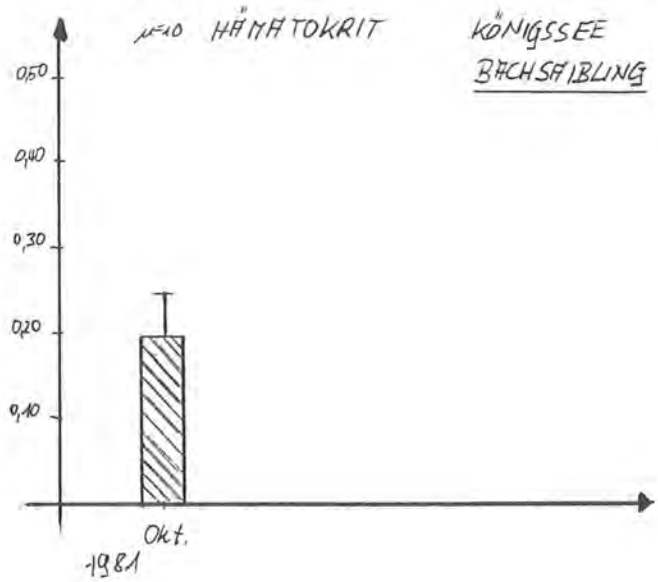
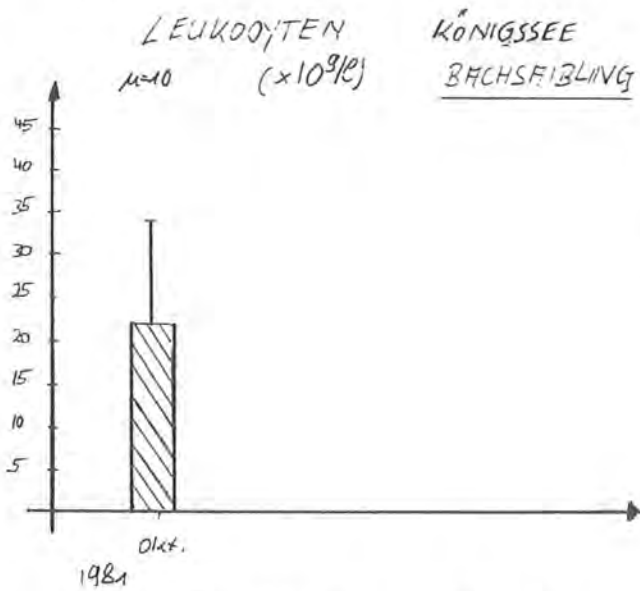
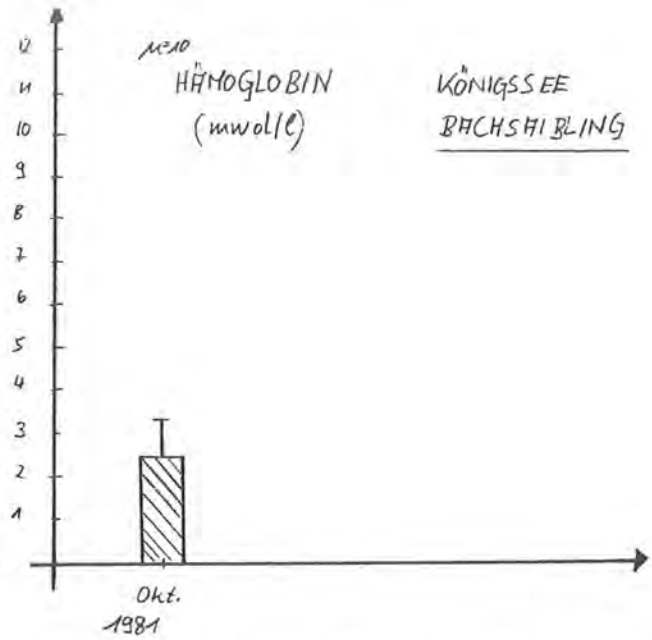
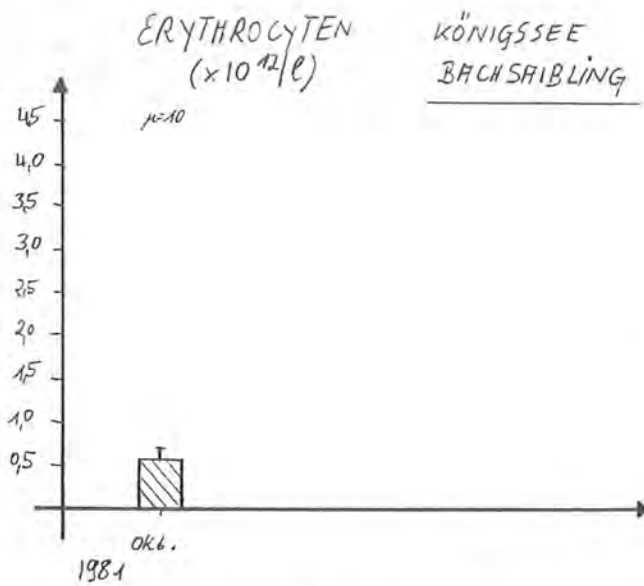


Abb. 35: Blutwerte Bachsaibling (Königssee).

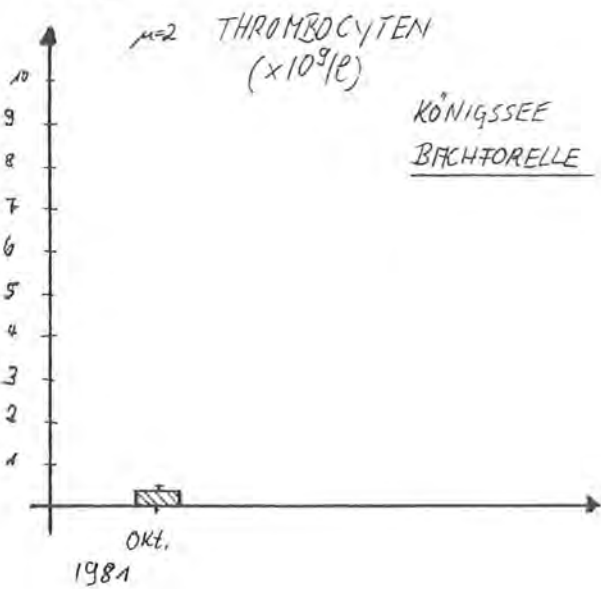
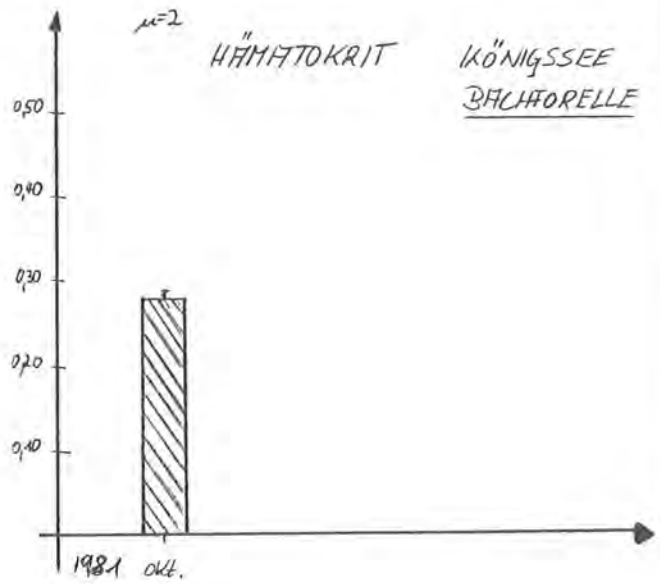
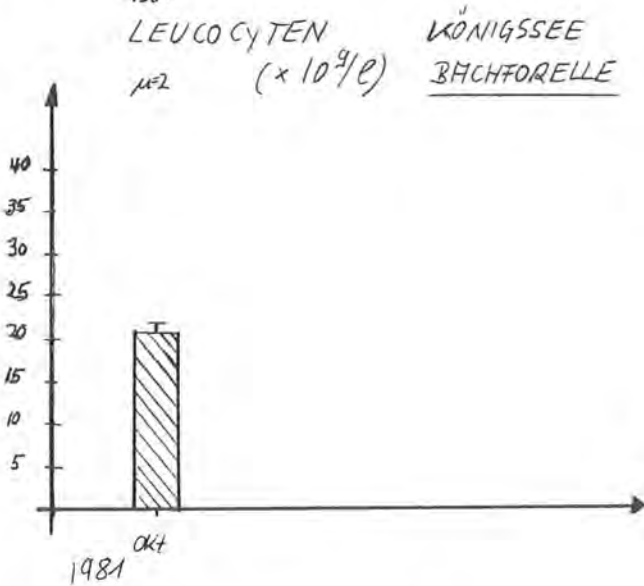
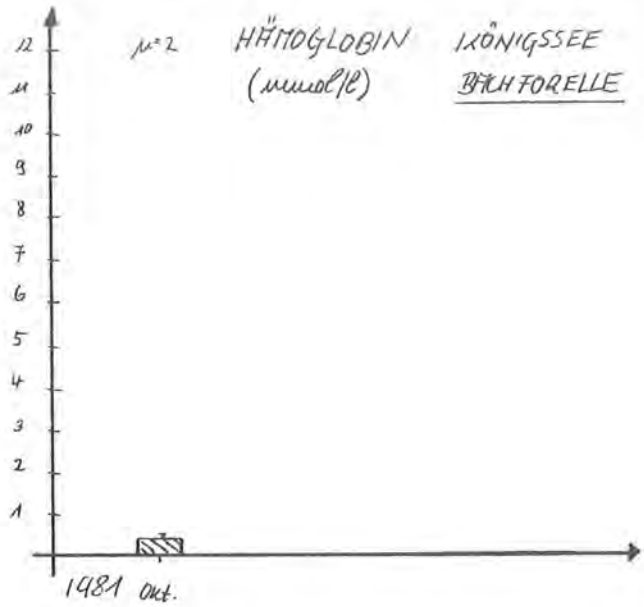
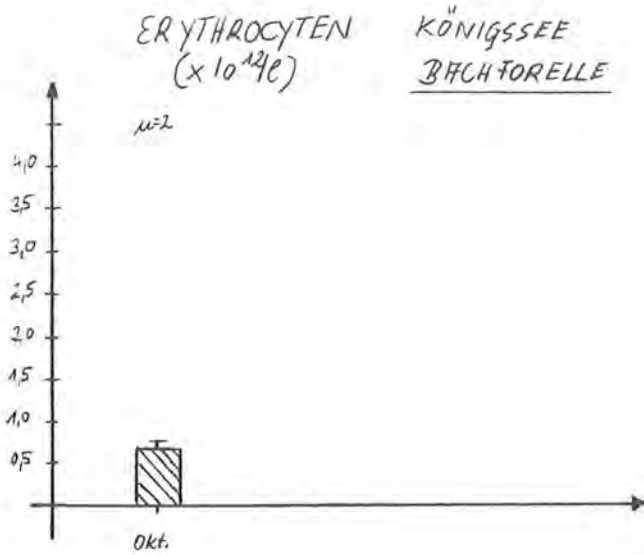


Abb. 36: Blutwerte Bachforelle (Königssee).

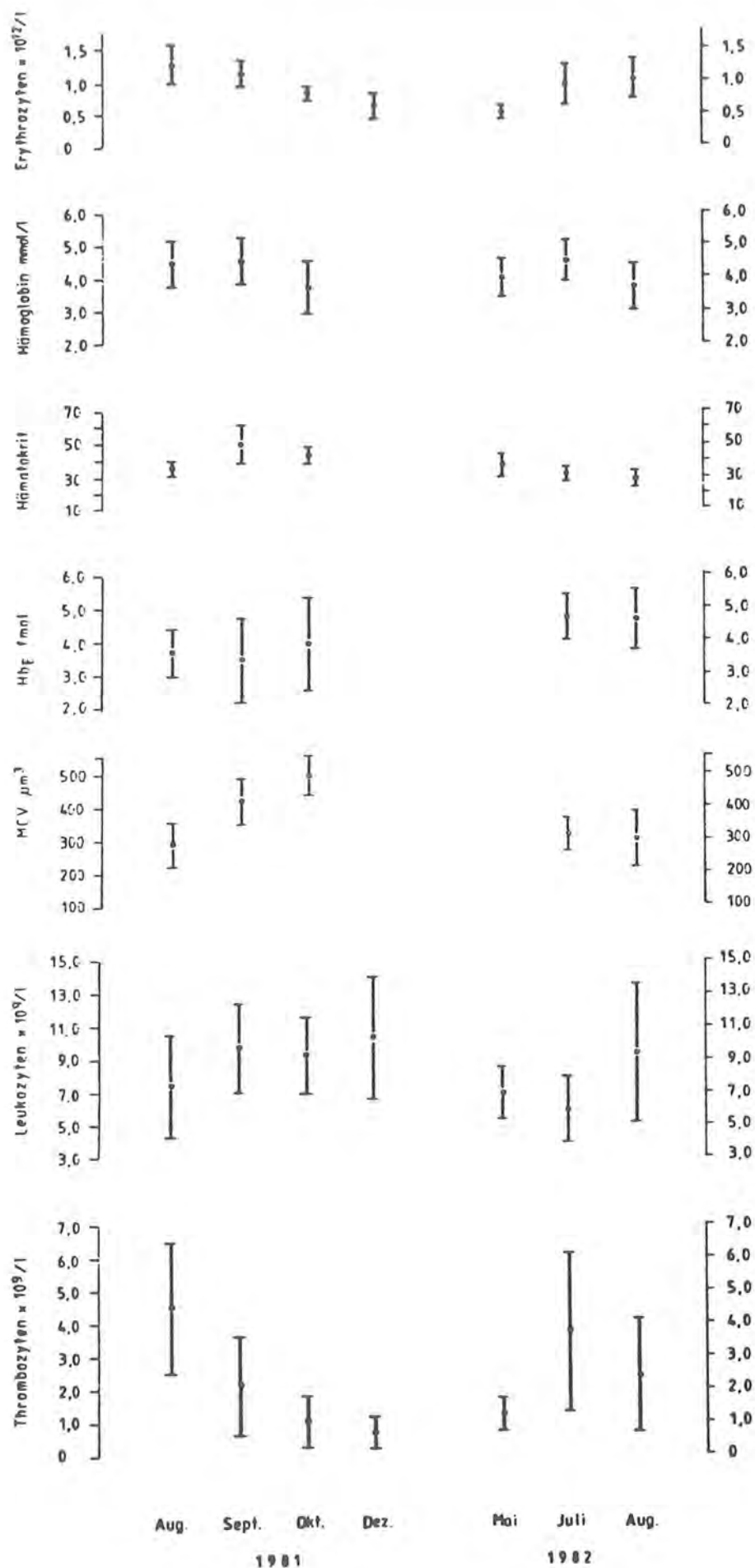
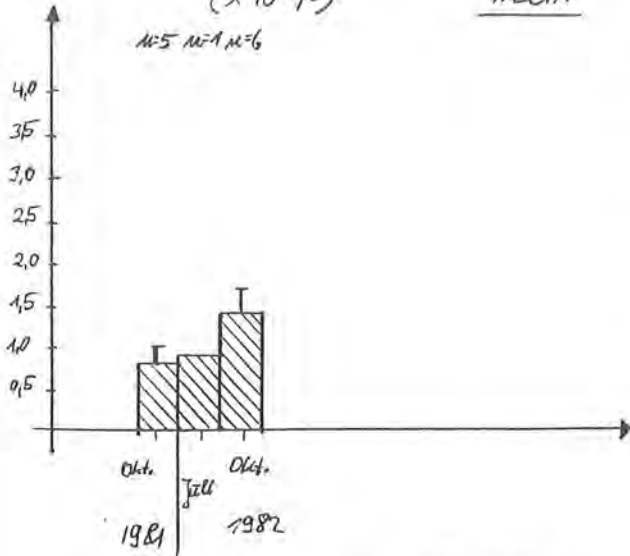


Abb. 37: Blutwerte Renken (Königssee).

ERYTHROCYTEN
($\times 10^{12}/l$)

KÖNIGSSEE
HECHT

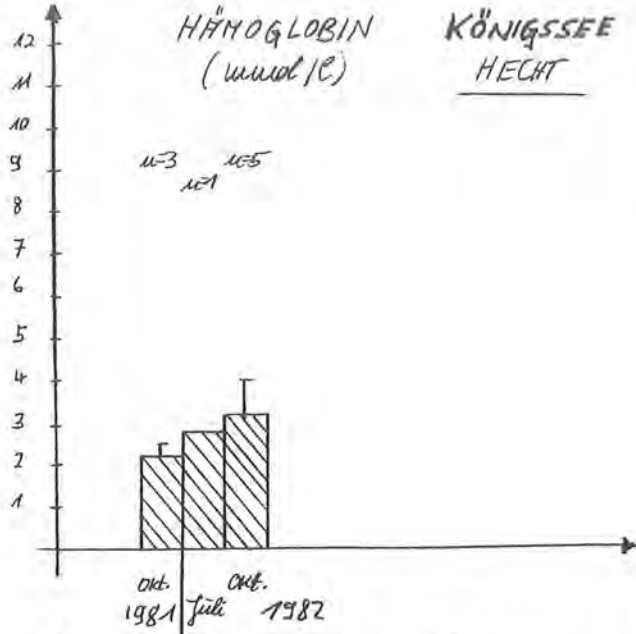
$n=5$ $n=1$ $n=6$



HÄMOGLOBIN
($mmol/l$)

KÖNIGSSEE
HECHT

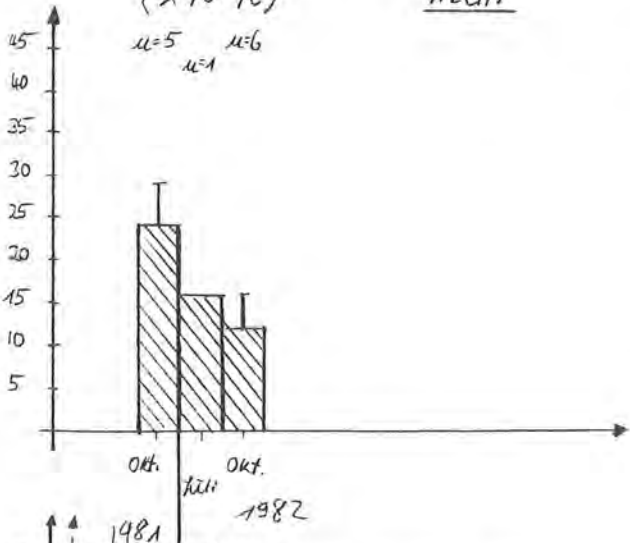
$n=3$ $n=5$
 $n=1$



LEUCOZYTEN
($\times 10^9/l$)

KÖNIGSSEE
HECHT

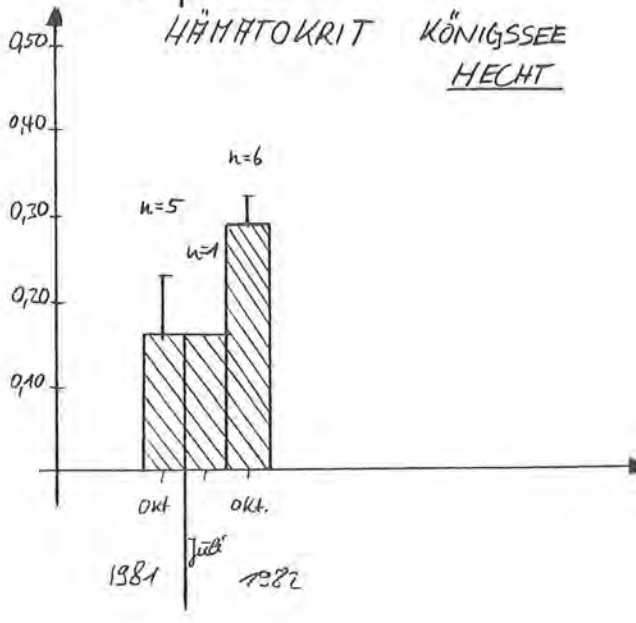
$n=5$ $n=6$
 $n=1$



HÄMATOKRIT

KÖNIGSSEE
HECHT

$n=5$ $n=6$
 $n=1$



THROMBOCYTEN
($\times 10^9/l$)

KÖNIGSSEE
HECHT

1981

1982

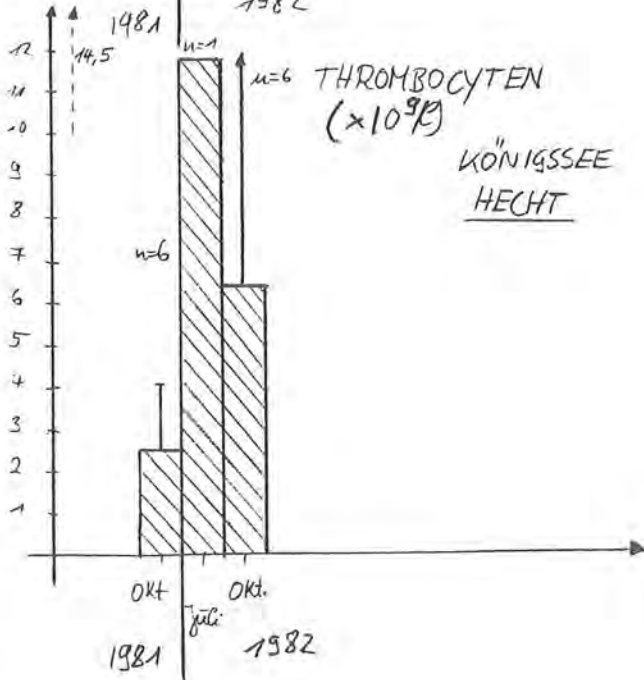


Abb. 38: Blutwerte Hecht (Königssee).

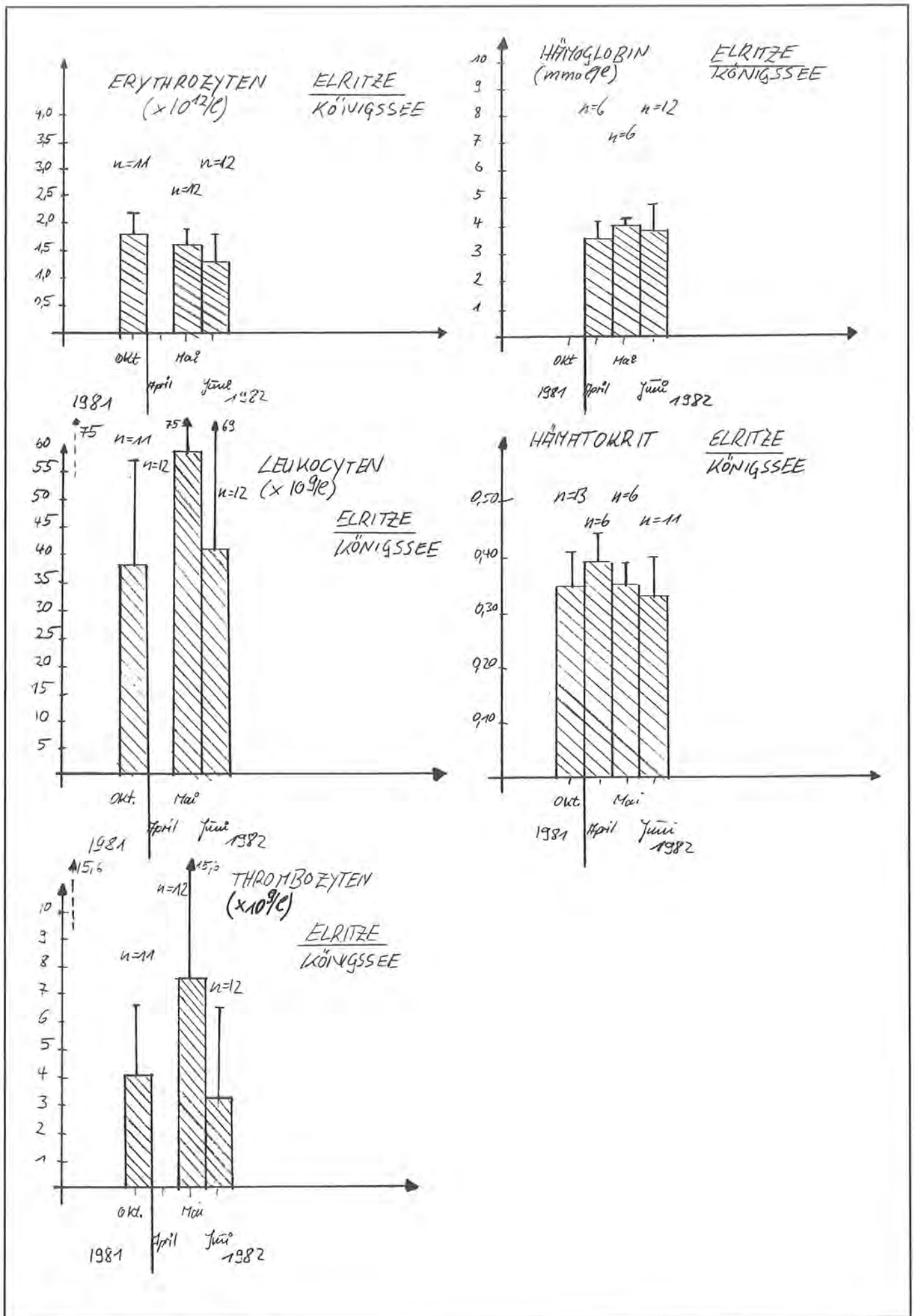
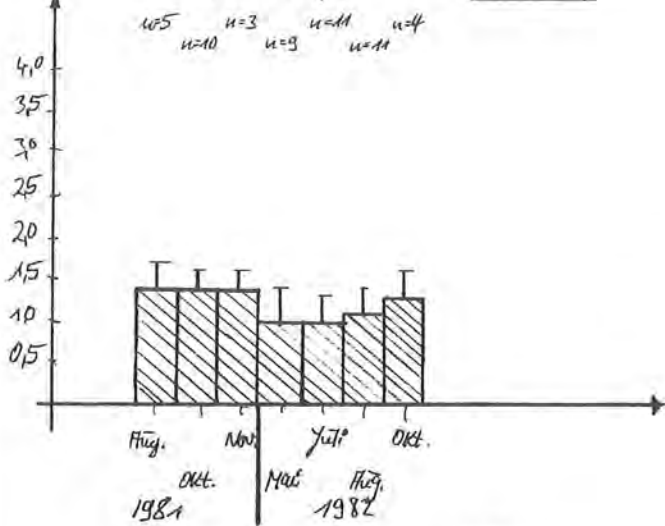
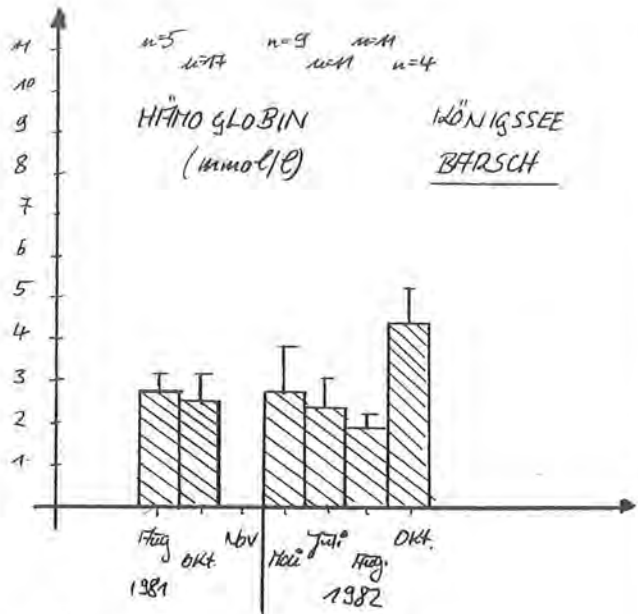


Abb. 39: Blutwerte Elritze (Königssee).

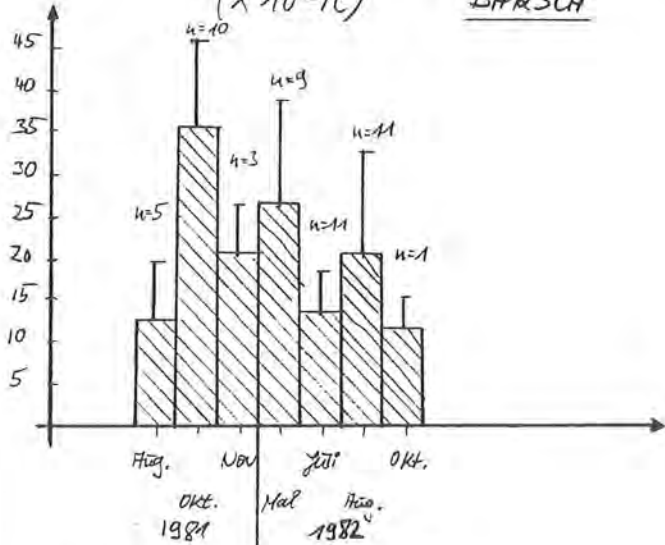
ERYTHROCYTEN KÖNIGSSEE
($\times 10^{12}/l$) BARSCH



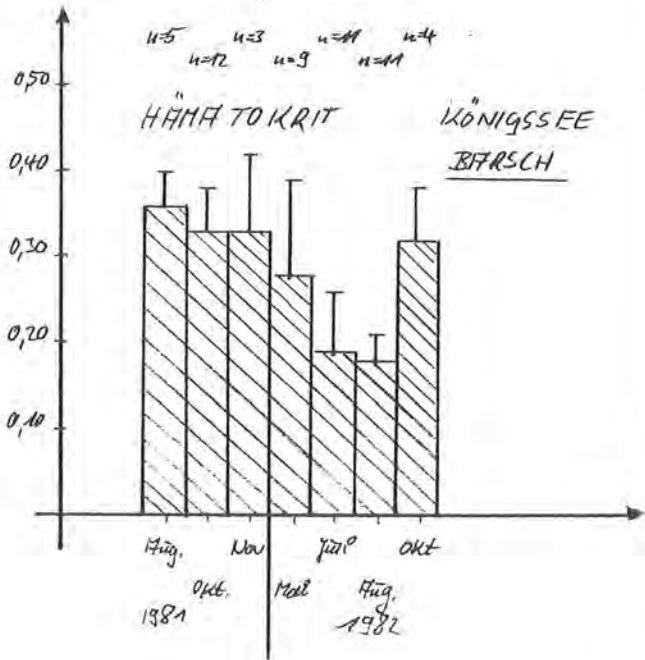
HÄMOGLOBIN KÖNIGSSEE
(mmol/l) BARSCH



LEUCOCYTEN KÖNIGSSEE
($\times 10^9/l$) BARSCH



HÄMATOKRIT KÖNIGSSEE
BARSCH



THROMBOCYTEN KÖNIGSSEE
($\times 10^9/l$) BARSCH

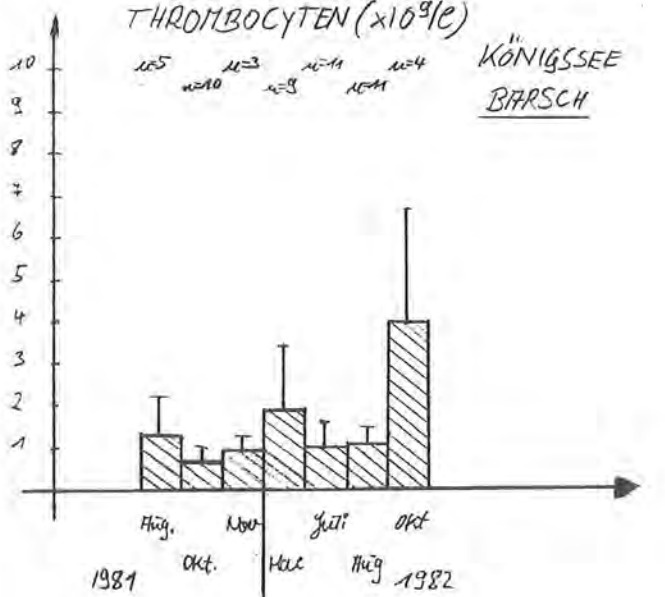


Abb. 40: Blutwerte Barsch (Königssee).

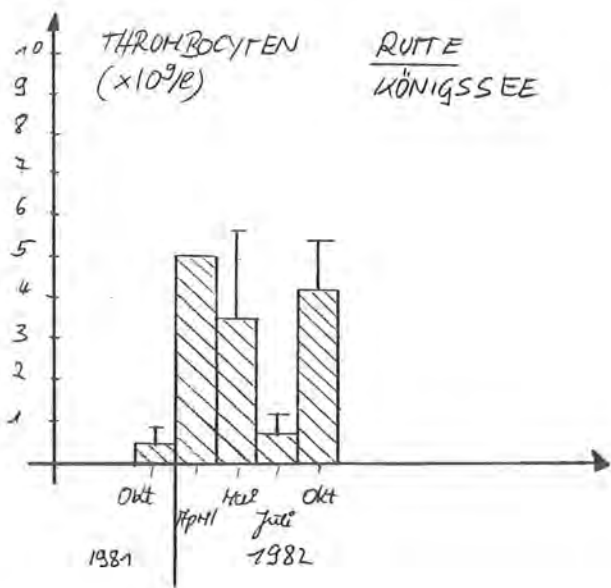
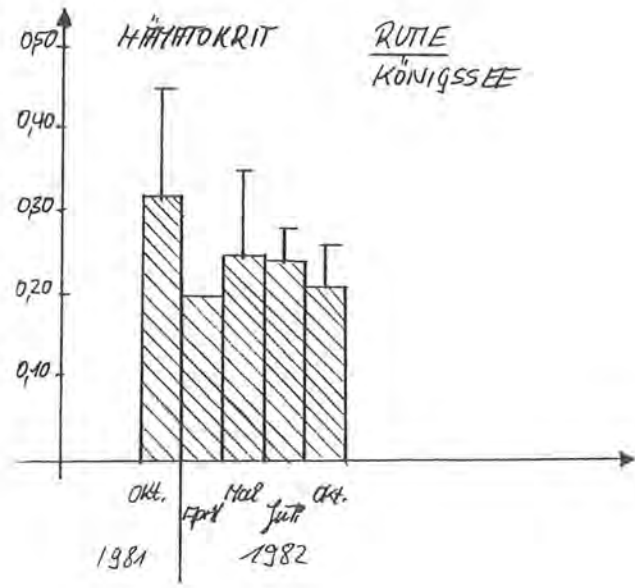
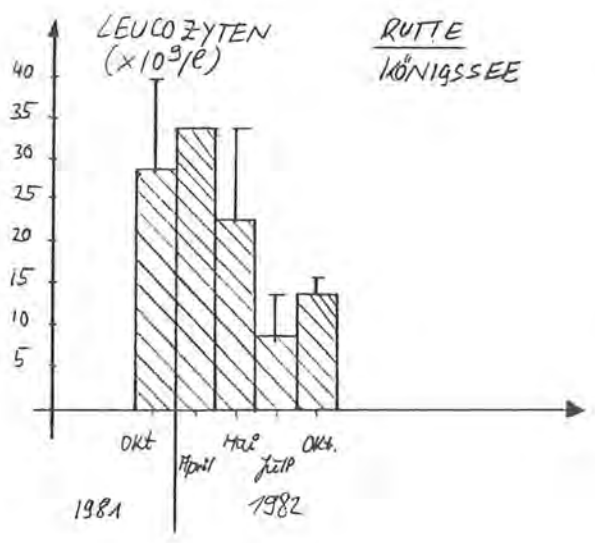
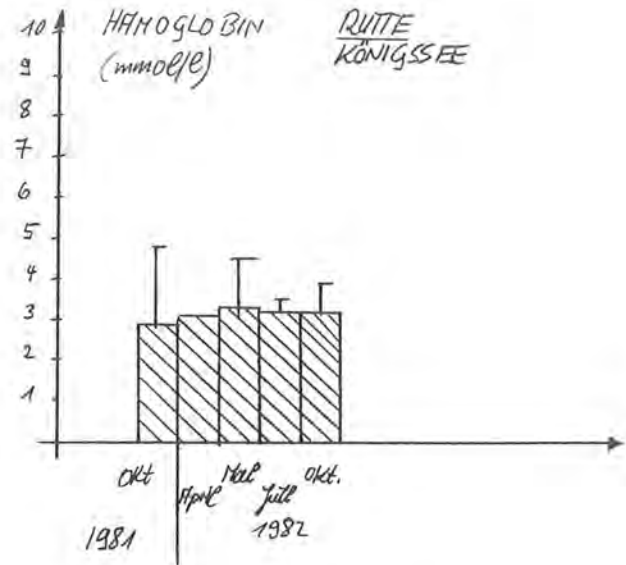
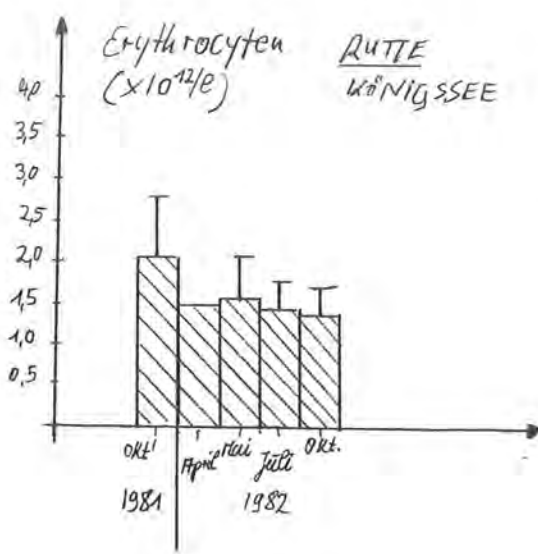


Abb. 41: Blutwerte Rutte (Königssee).

3.3 Pathologische Befunde bei Königsseefischen

Eine Vielzahl meist einzelbeobachteter pathologischer Veränderungen kann, wie in der Ichthyopathologie üblich, auch bei Königsseefischen gefunden werden. Darunter sind jedoch nur relativ wenige, kausal eindeutig zuzuordnende Krankheitsbilder, die alle auf Parasitosen beruhen. Die wichtigsten von ihnen sollen daher, da sie z.T. auch artübergreifend sind, im Zusammenhang unter dem Aspekt des Parasiten und seiner Interaktion mit dem Wirt beschrieben werden, die übrigen werden unter „Verschiedenes“ nach Tierarten aufgelistet. Auf die weiteren, regelmäßig vor allem im Magen-Darmtrakt, Harnblase sowie auf Haut und Kiemen nachgewiesenen Parasiten wird im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen, da sie detailliert Inhalt der Arbeit der Gruppe Negele, LA für Wasserforschung und für die befalle- nen Fische insgesamt unter den herrschenden Bedingungen ohne größere pathologische Bedeutung sind.

3.3.1 *Triaenophorus nodulosus*

T. nodulosus ist ein Cestode (Bandwurm) der nördlichen Hemisphäre mit Endwirt Hecht, 1. Zwischenwirt Copepoden und 2. Zwischenwirt Fisch. Hierfür kommen ca. 60 Arten in Frage, bei denen der Parasit vorwiegend in der Leber parasitiert.

Im Königssee ist dieser Parasit erstmals von v. Siebold 1854 als weitverbreitet dokumentiert. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen interessierten besonders eventuelle Schädigungen auf die Fischarten des Königssees. Hierzu wurden 727 Fische aus 12 Spezies überprüft. Neben den

Tab. 19: Untersuchte Fischarten, Zahlen pro Monat, Gesamtzahl:

Fischart	Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ges.
Seesaibling (<i>Salvelinus alpinus saliv.L.</i>)		-	-	10	26	55	10	34	40	32	52	23	20	302
Barsch (<i>Perca fluviatilis L.</i>)		-	-	-	17	28	8	25	19	-	29	4	-	130
Elritze (<i>Phoxinus phox.L.</i>)		-	-	-	12	45	36	-	-	-	15	-	-	108
Rutte (<i>Lota lota L.</i>)		-	-	1	1	12	12	7	-	-	13	1	-	47
Hecht (<i>Esox lucius L.</i>)		-	-	4	17	1	1	4	-	-	16	-	-	43
Renke (<i>Coregonus macrophthalmus</i>)		-	-	-	1	9	-	15	24	12	12	-	3	76
Bachsaibling (<i>Salvelinus font. (Mitch.)</i>)		-	-	-	-	-	2	-	-	-	10	-	-	12
Bachforelle (<i>Salmo trutta fario L.</i>)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Mühlkoppe (<i>Cottus gobio L.</i>)		-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	3
Döbel, Aitel (<i>Leuciscus cephalus L.</i>)		-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2
Brachse (<i>Abramis brama L.</i>)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Schleie (<i>Tinca tinca L.</i>)		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1

makroskopischen und mikroskopischen Veränderungen durch den Parasiten wurden Gewicht, Länge, Einfluß der Jahreszeit, Blutbild sowie Serumenzyme überprüft. Die Verteilung der Fische auf Arten und Jahreszeit ist in Tabelle 19 aufgeführt.

Der Befall mit *T.n.*-Plerocercoiden konnte bei Seesaibling, Elritze, Barsch und Rutte dokumentiert werden, Häufigkeit und Verteilung der Zysten Zahlen ist Abb. 43 zu entnehmen.

Der Befallsgrad ist am stärksten beim Seesaibling gefolgt von Barsch, Rutte und Elritze.

Beim **Seesaibling** sind außer der Leber vereinzelt auch andere Organe befallen (Tab. 20)

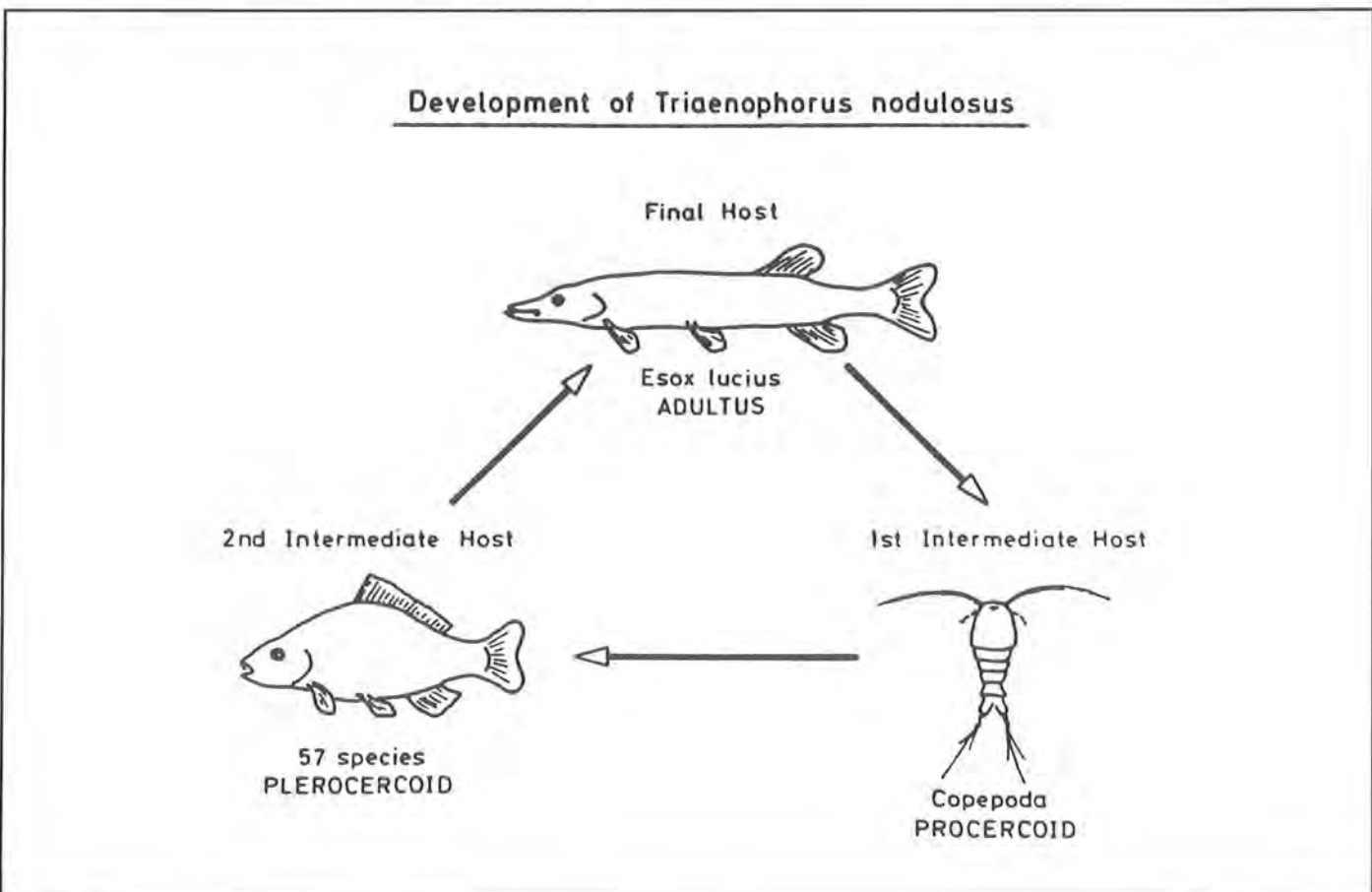


Abb. 42: Entwicklungszyklen von *Triaenophorus nodulosus*.

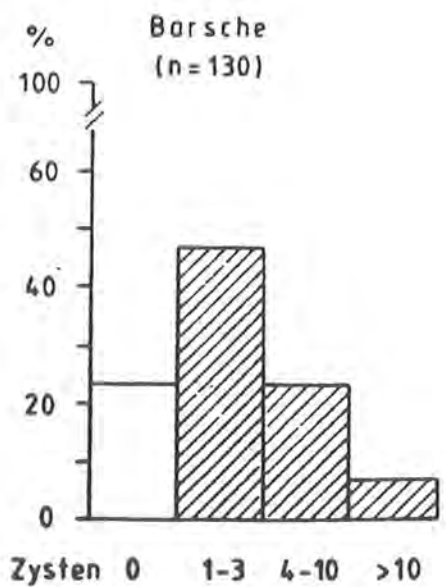
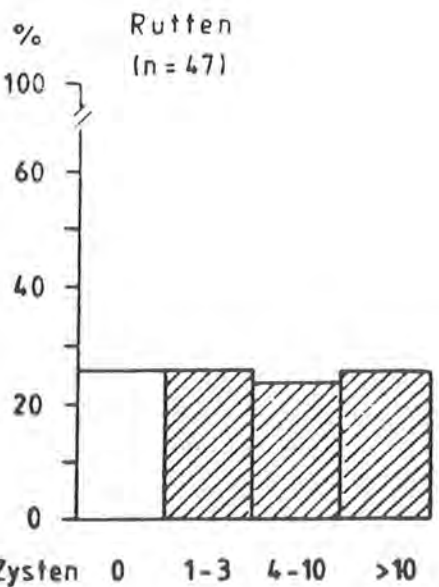
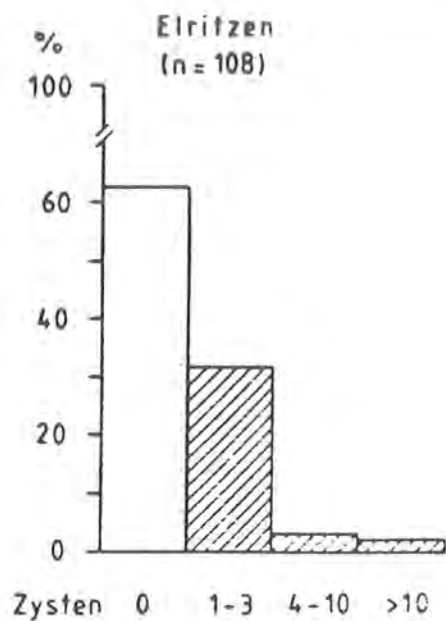
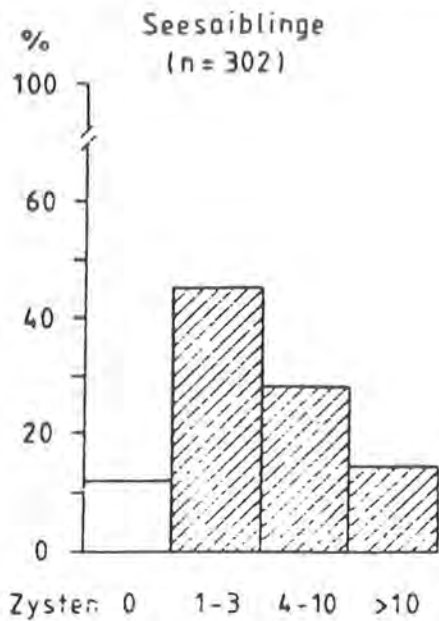


Abb. 43.

Tab. 20: Trienophoruszysten außerhalb der Leber bei Seesaiblingen.

Lokalisation	n	Zysten pro Fisch	Zystendurchmesser
Gekröse	11	bis 5	bis 15 mm
Bauchwand, subserös	6	bis 2	bis 12 mm
Darm/Oesophagus, subserös	4	bis 3	3 mm
Niere	4	bis 3	bis 10 mm
Gonaden	4	bis 2	bis 4 mm
Schwimmblasenwand	1	1	4 mm

Körpergewicht, -länge und Korpulenzfaktor sind in Tab. 21 aufgeführt, absolute und relative Lebergewichte in Abb. 44

Tab. 21: Körpergewicht, -länge und Korpulenzfaktoren (K) in Abhängigkeit von der Zystenanzahl bei Seesaiblingen.

Gruppe	Zystenanzahl	n (f)	Gewicht (g) $\bar{x} \pm s$	Länge (cm) $\bar{x} \pm s$	K* $\bar{x} \pm s$	K _{netto} ** $\bar{x} \pm s$
a	0	36 (11,9)	45,3 ± 17,2	18,7 ± 2,1	0,67 ± 0,12	0,63 ± 0,11
b	1-3	136 (45,0)	61,4 ± 57,2	20,6 ± 2,7	0,64 ± 0,13	0,59 ± 0,10
c	4-10	85 (28,2)	65,4 ± 108,1	21,1 ± 4,2	0,60 ± 0,10	0,53 ± 0,08
d	>10	45 (14,9)	95,6 ± 155,5	22,0 ± 6,4	0,65 ± 0,13	0,60 ± 0,12
Gesamt		302 (100)	65,7 ± 92,1	20,7 ± 3,9	0,63 ± 0,12	0,58 ± 0,11

* K = Gewicht · 100 / Länge³

** K_{netto} = (Gewicht - Gonadengew. - Lebergew.) · 100 / Länge³

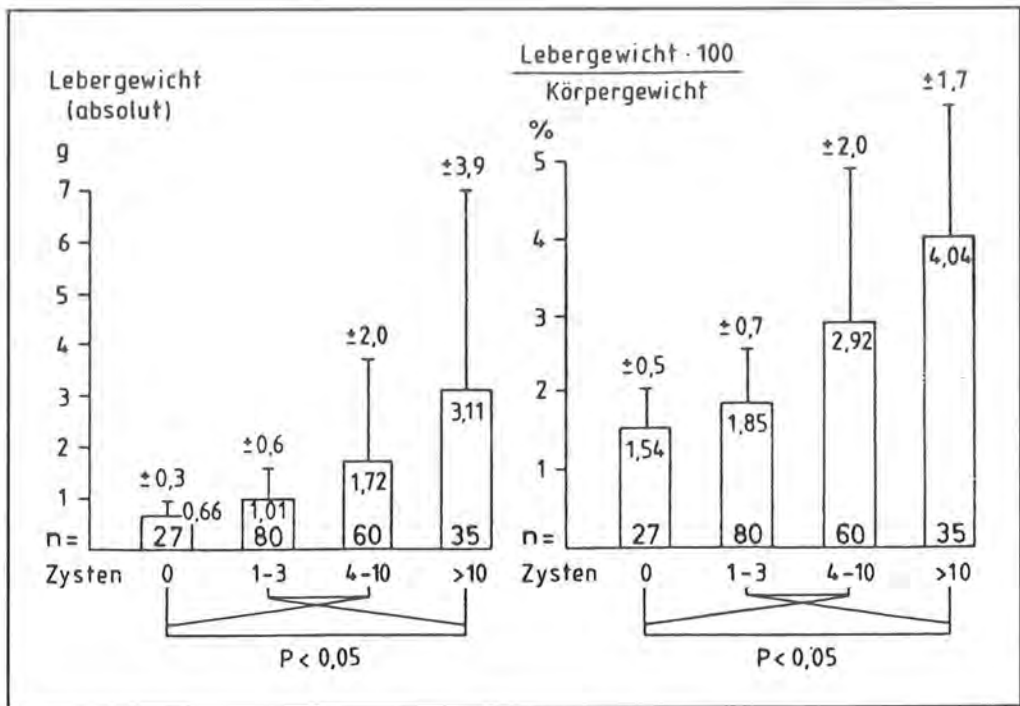


Abb. 44:
Absolutes und relatives
Lebergewicht in Relation
zum Befall mit
T. nodulosus-Zysten
bei Seesäblingen.

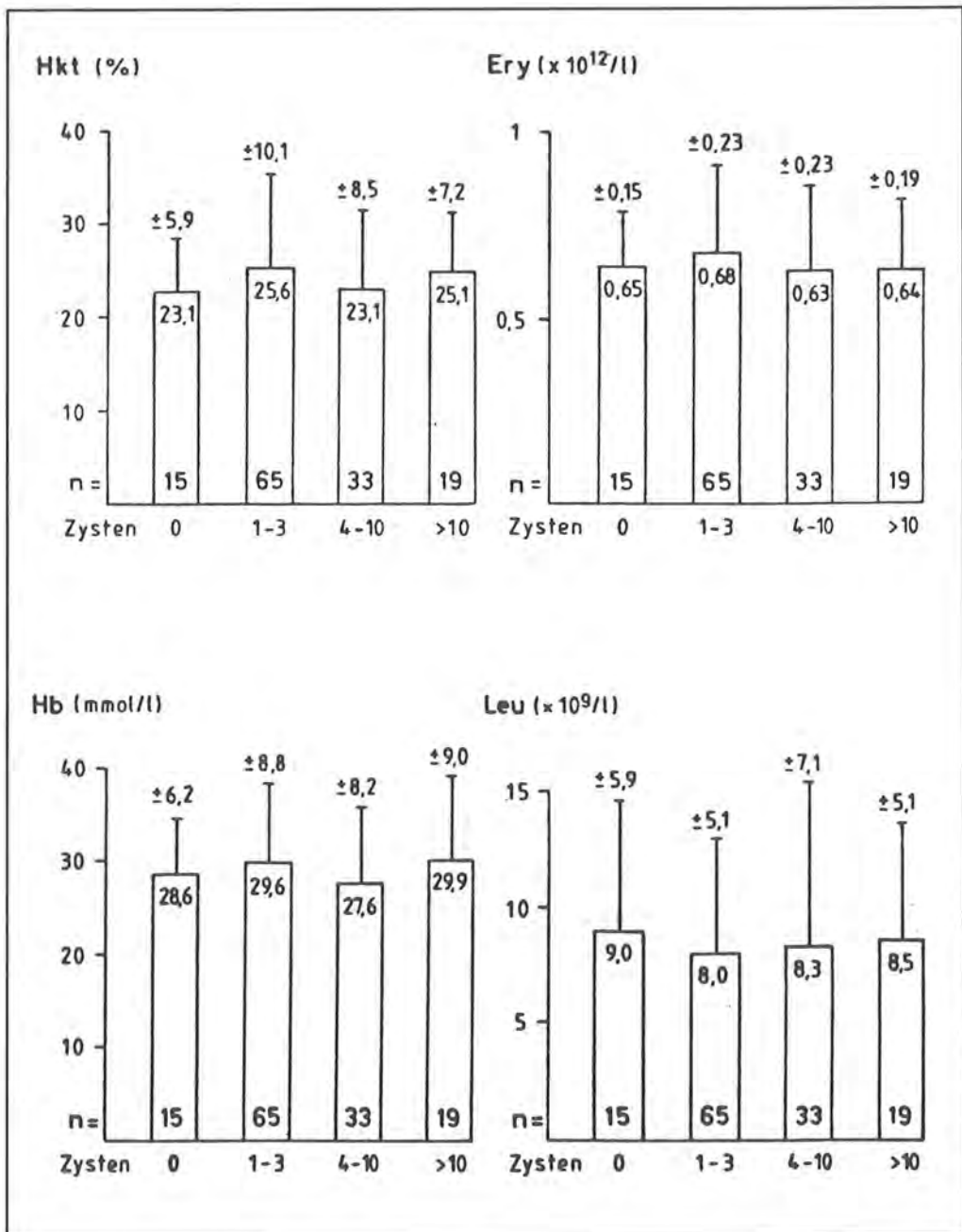


Abb. 45:
Hämatokrit (Hkt), Erythrozytenzahl
(Ery), Hämoglobin (Hb) und
Leukozytenzahl (Leu)
in Relation zur Zystenanzahl
bei Seesäblingen.

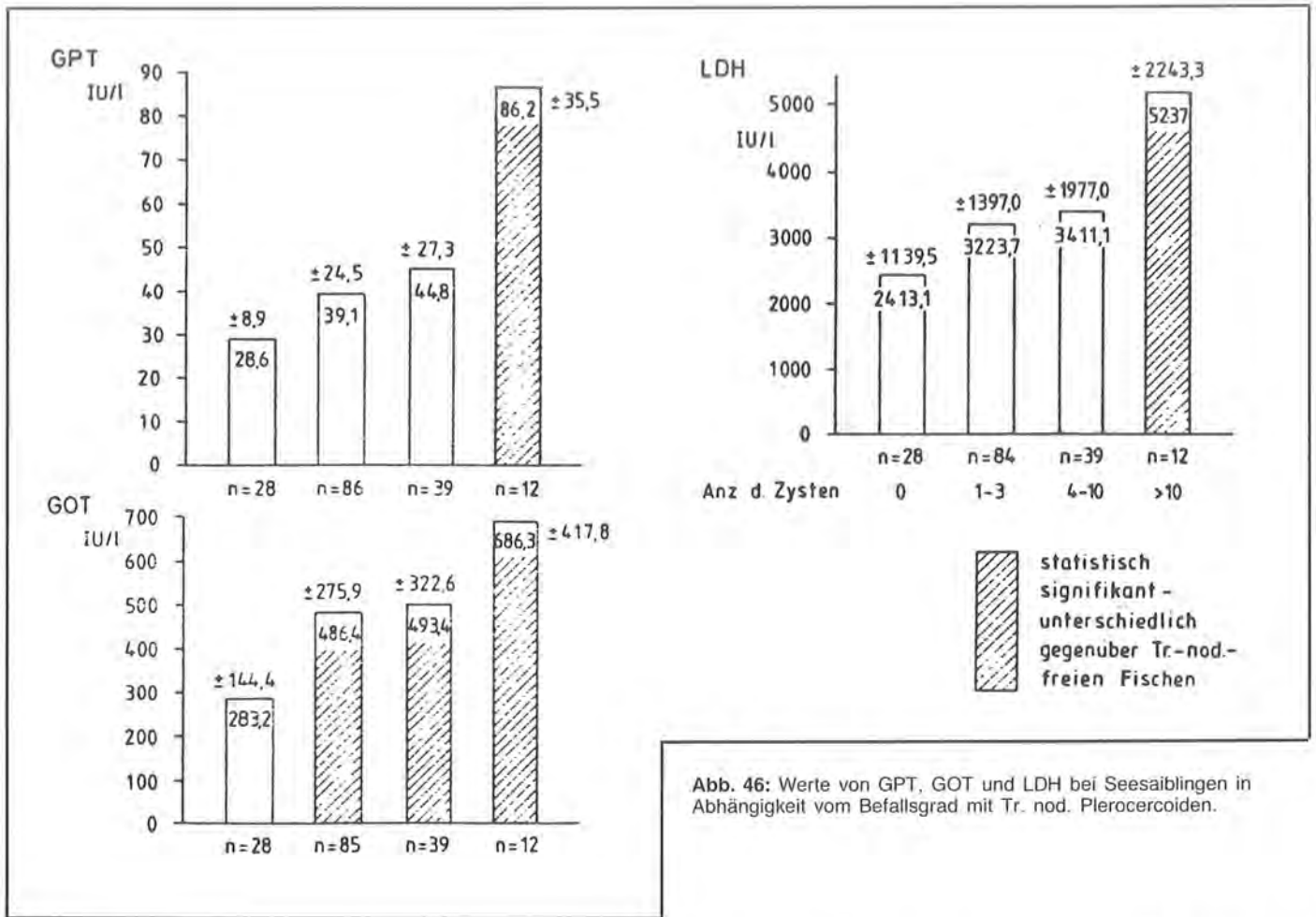


Abb. 46: Werte von GPT, GOT und LDH bei Seesäblingen in Abhängigkeit vom Befallsgrad mit Tr. nod. Plerocercoiden.

Es ergibt sich kein nachweisbarer Einfluß auf diese Parameter durch T. nodulosus (Abb. 44).

Bei hämatologischen Untersuchungen ergibt sich keine Relation zum Befall mit T. nodulosus (Abb. 45)

Dagegen ist ein deutlicher Anstieg der „Leberenzyme“ GPT, GOT und LDH parallel zum höheren Befall mit T. nodulosus nachweisbar.

Die histologischen Befunde sind gekennzeichnet durch massive Umbauvorgänge mit Granulationsgewebe, Eisenablagerung und Vernarbung im Bereich von Bohrgängen

sowie durch Zysten mit Parasitenlarven, die stets als „lebend“ eingestuft werden können. Dabei kann eine Wanderung auf natürlichem Weg durch Gallengänge mit deren Umwandlung zu Zysten erstmals bewiesen werden. Jahreszeitliche Einflüsse sind nicht erkennbar mit Ausnahmen des Leberglykogengehaltes. Die Leberzellflächen sinken mit zunehmendem Parasitenbefall (Tab. 22)

Tab. 22: Ergebnisse der Leberzellmessungen bei Seesäblingen.

Zysten-zahl	n	Kernfläche (µm ²) x̄ ± s	Plasmafläche (µm ²) x̄ ± s	Kern-Plasma-Rel. x̄ ± s
0	10	26,01 ± 3,9	94,28 ± 21,1	0,28 ± 0,036
>10	11	23,78 ± 2,6	74,35 ± 16,6	0,33 ± 0,046

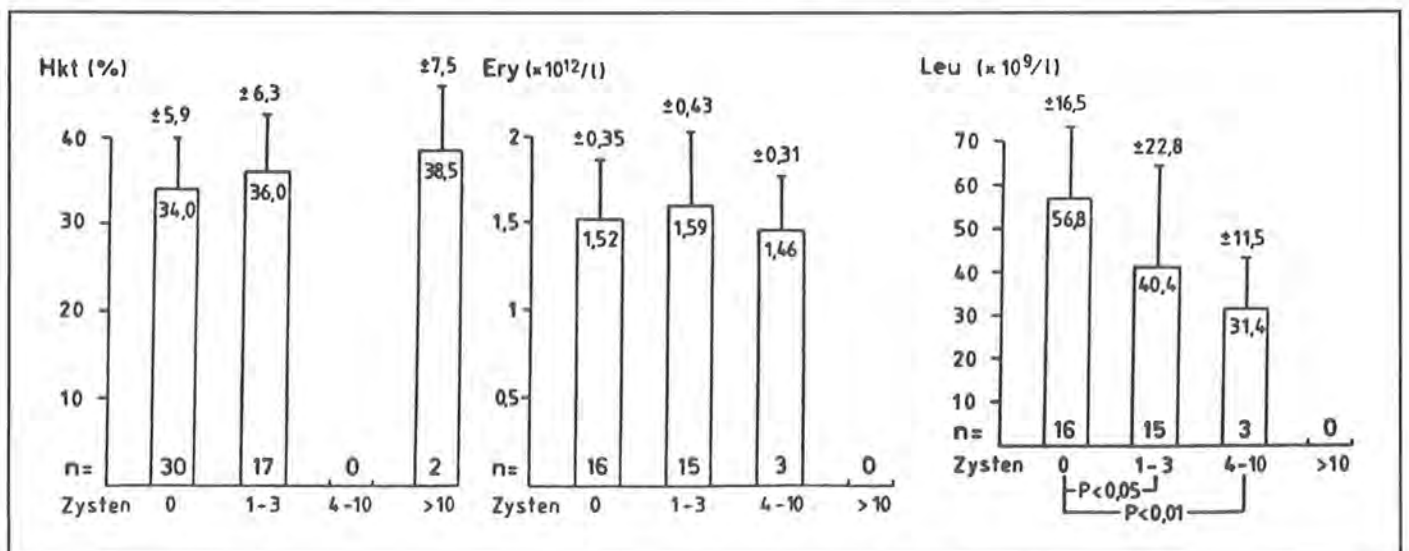


Abb. 47: Hämatokrit (Hkt), Erythrozyten-(Ery) und Leukozytenzahl (Leu) in Relation zur Zystenanzahl bei Eilritzen.

Bei **Elritzen** kann ebenfalls kein Einfluß auf Länge, Gewicht und Korpulenzfaktoren gefunden werden, jedoch scheinen die Leukozytenwerte negativ beeinflußt zu werden.

Tab. 23: Befall mit *T. nodulosus*-Zysten bei Elritzen.

Zysten-zahl	n (%)	♂ (%)	♀ (%)	Körperlänge (cm) $\bar{x} \pm s$ (nur ♀)
0	68 (63)	14 (60,9)	55 (64,7)	$7,5 \pm 0,9$
1-3	35 (32,4)	7 (30,4)	27 (31,8)] $P < 0,05$
4-10	3 (2,75)	0 (0)	3 (3,5)	
>10	2 (1,85)	2 (8,7)	0 (0)	

Histologisch stimmen die Veränderungen mit denen beim Saibling überein, sind jedoch wesentlich schwächer ausgeprägt.

Bei der **Rutte** steigt die Zahl der Zysten eindeutig mit der Länge (= Alter) ohne Beeinflußung vom Korpulenzfaktor oder relativem Lebergewicht, unabhängig von Jahreszeit und Geschlecht.

Tab. 24: Korpulenzfaktoren relatives Lebergewicht und Körperlängen in Relation zur Zysten-zahl bei Rutten.

Zysten-zahl	n (%)	K $\bar{x} \pm s$	Lebergew. $\times 100$ Körpergewicht	Körperlänge (cm)
			$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
0	12 (25,5)	$0,60 \pm 0,17$	$6,3 \pm 2,8$	$30,3 \pm 4,4$
1-3	12 (25,5)	$0,58 \pm 0,13$	$7,7 \pm 5,4$	$33,4 \pm 4,5$
4-10	11 (23,5)	$0,62 \pm 0,07$	$7,5 \pm 3,8$	$37,4 \pm 4,7$
>10	12 (25,5)	$0,59 \pm 0,09$	$7,2 \pm 3,0$	$37,5 \pm 4,8$
gesamt	47 (100)	$0,60 \pm 0,12$	$7,2 \pm 3,8$	$34,5 \pm 5,4$

Hämatologisch sind keine eindeutigen Tendenzen nachweisbar, die Hb-Werte scheinen abzusinken.

Histologisch sind neben dem üblichen Bild von Bohrgängen und Zysten bei einer Vielzahl von Fischen tote Larven erkennbar, sowie Parasitenspuren in Gekröse und Milz.

Bei **Barschen** sankte der Befallsgrad mit dem Alter (= Länge), die Korpulenzfaktoren sind unbeeinflußt ohne jahreszeitliche oder geschlechtsspezifische Unterschiede.

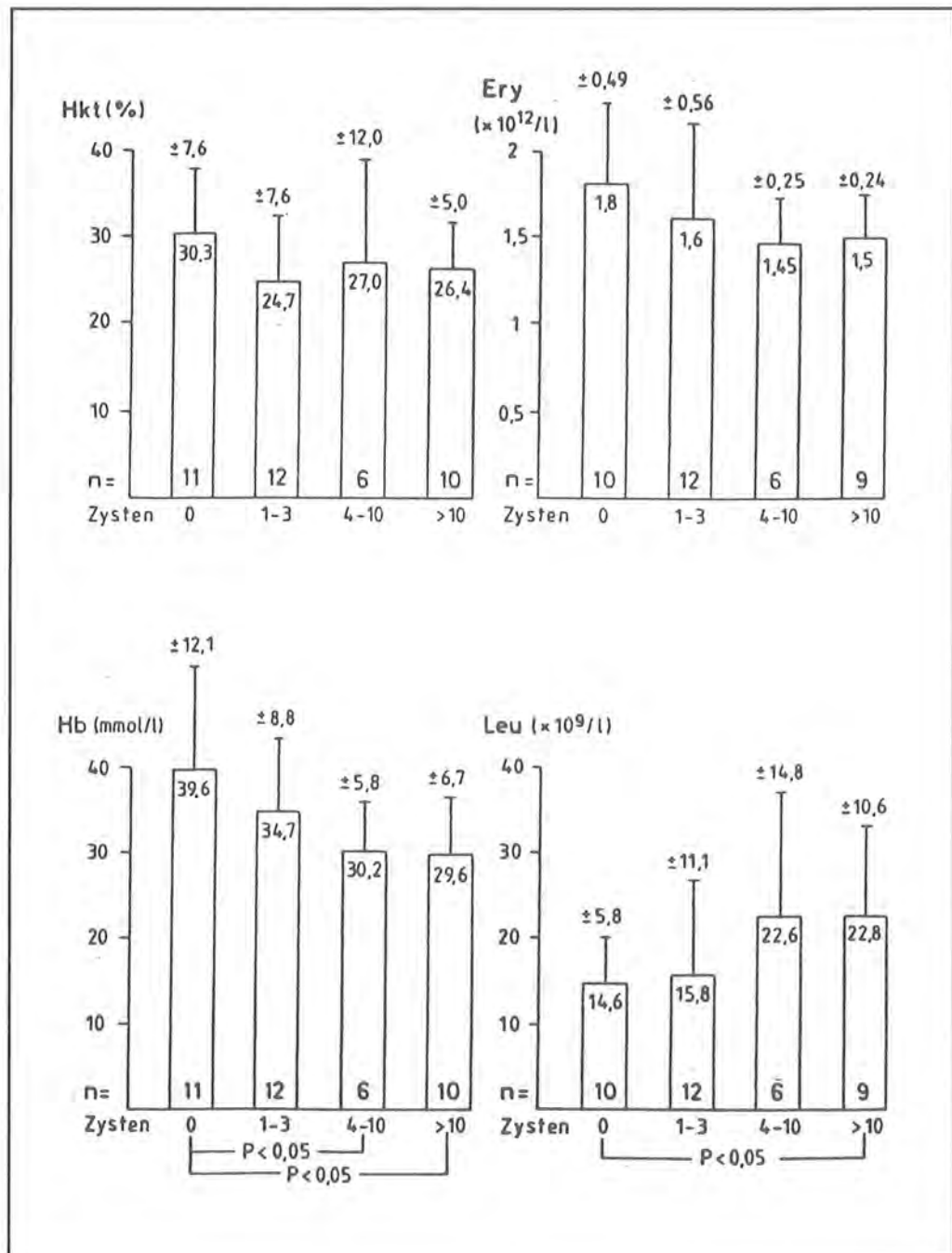


Abb. 48: Hämatokrit (Hkt), Erythrozytenzahl (Ery), Hämoglobin (Hb) und Leukozytenzahl (Leu) in Relation zur Zysten-zahl bei Rutten.

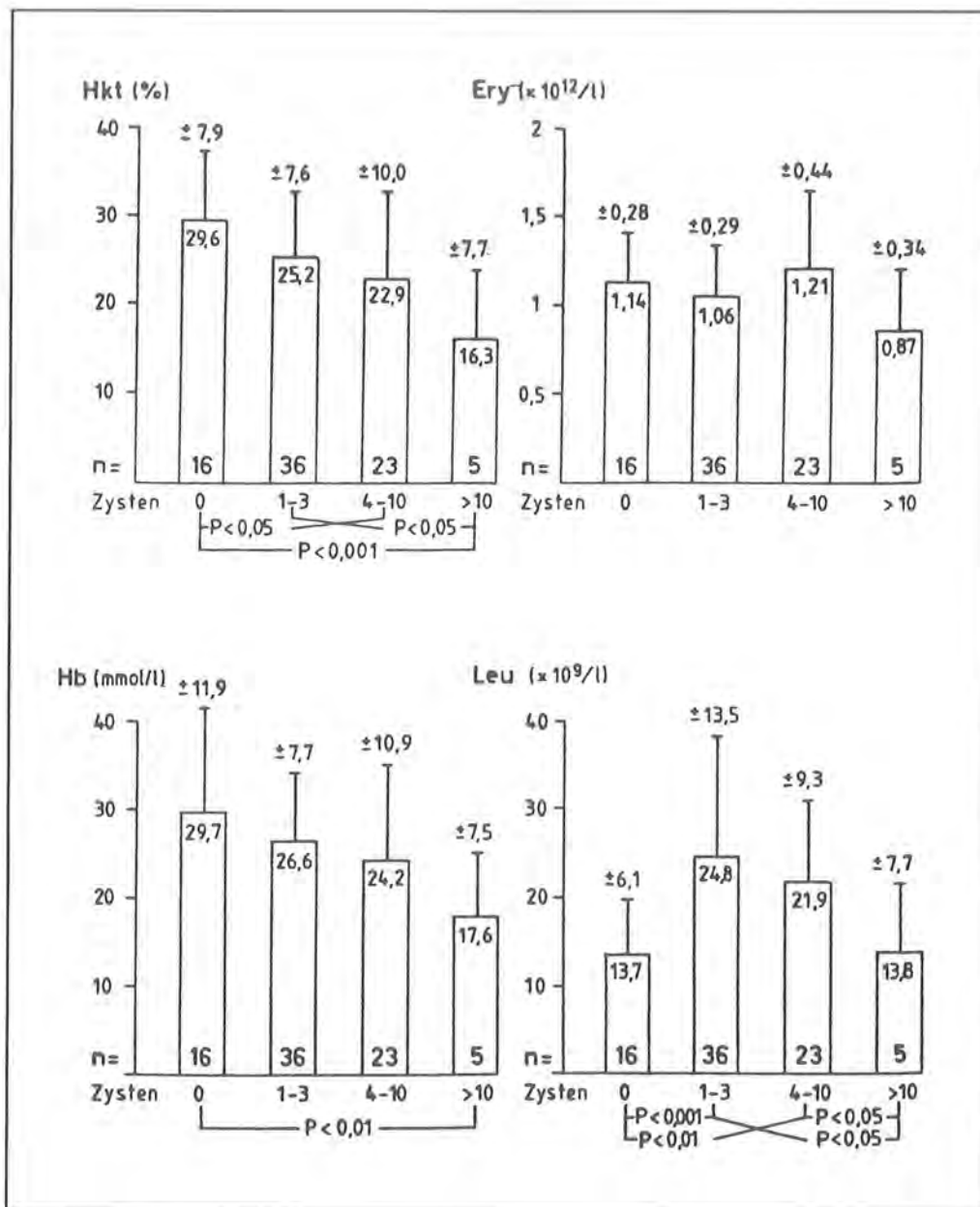


Abb. 49: Hämatokrit (Hkt), Erythrozytenzahl (Ery), Hämoglobin (Hb) und Leukozytenzahl (Leu) in Relation zur Zystenanzahl bei Barschen.

Tab. 25: Körperlänge, -gewicht, Korpulenzfaktoren und relatives Lebergewicht der Barsche in Relation zur Zystenanzahl.

Zysten- zahl	n	%	Länge (cm)		Gewicht (g)	
			$\bar{x} \pm s$	Extremwerte Min. Max.	$\bar{x} \pm s$	Extremwerte Min. Max.
0	30	23	20,8 ± 4,8	13,5 - 29,0	130,0 ± 88,2	19,5 - 333,0
1-3	61	47	18,9 ± 3,7	11,5 - 26,2	96,6 ± 68,2	12,7 - 277,0
4-10	30	23	16,6 ± 2,6	12,5 - 23,1	56,7 ± 39,8	16,5 - 192,0
>10	9	7	13,5 ± 2,9	10,0 - 17,5	32,8 ± 23,2	12,2 - 68,0
gesamt	130	100	18,5 ± 4,2	10,0 - 29,0	90,7 ± 71,9	12,2 - 333,0

Zysten- zahl	K $\bar{x} \pm s$	K _{netto} $\bar{x} \pm s$	rel. Lebergew. (%) $\bar{x} \pm s$	Extremwerte	
				Min.	Max.
0	1,23 ± 0,23	1,03 ± 0,18	1,60 ± 0,50	0,86	2,66
1-3	1,19 ± 0,28	1,04 ± 0,23	1,62 ± 0,50	0,58	3,33
4-10	1,07 ± 0,25	0,94 ± 0,16	1,76 ± 0,47	1,00	2,65
>10	1,16 ± 0,24	0,97 ± 0,14	5,01 ± 4,76	1,90	16,39
gesamt	1,17 ± 0,27	1,01 ± 0,20	1,90 ± 1,58	0,58	16,39

Die Hämatologie zeigt mit zunehmendem Parasitenbefall abnehmende Hk und Hb Werte nicht jedoch Erythrozytenzahlen. Dabei ist jedoch ein Zusammenhang mit dem Alter (= Länge) aufgrund der Korrelationsanalyse nicht ausschließbar, so daß die Tendenz nicht eindeutig ist (Korrelation zwischen Hk und Länge = 0,44 zwischen Hb und Länge = 0,36; jeweils $p < 0,001$)

Die histologischen Befunde sind von deutlichen Abwehrmaßnahmen mit Abtötung des Parasiten und Vernarbung und nur relativ wenig frischen und lebenden Larven gekennzeichnet.

Faßt man die Ergebnisse zusammen, ergibt sich, daß entgegen allgemein verbreiteter Ansicht *Triaenophorus nodulosus* keinen Einfluß auf die Entwicklung des Seesaiblings hat und keinesfalls für dessen Verzerrung (Schwarzreuther) verantwortlich ist. Dies ist auch bei den allgemeinen Schlußfolgerungen (vgl. Teil D) in Betracht zu ziehen.

Ansonsten zeigt die *Triaenophorose* interessante Aspekte, die noch weiter bearbeitet werden müssen. Der Vergleich der Tierarten zeigt, daß bei Barsch und Rutte effektive Abwehrmöglichkeiten seitens des Wirtes bestehen (Abb. 50).

Dies ist sowohl von der Phylogenese interessant und bedarf weiterer Arbeiten, welche Faktoren (humorale-zelluläre) an dieser Abstoßung beteiligt sind. Im Vergleich mit anderen Autoren insbesondere mit Chubb (1964) fällt jedoch auf, daß die Barsche des Königssees (oligotroph-Saiblingssee) offensichtlich besser in der Lage sind *T. nodulosus* abzutö-

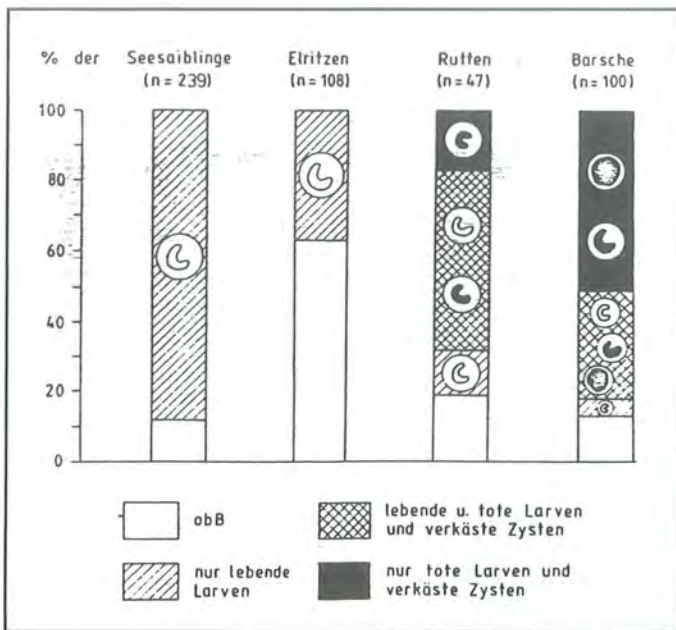


Abb. 50: Verteilung lebender und toter Plerocercoiden von *T. nodulosus* bei Seesaiblingen, Elritzen, Ruffen und Barschen anhand der histologischen Befunde.

ten als die anderen Gewässer (meso- bis eutroph). Die Frage ist, ob dies am Biotop liegt, in dem der Seesaibling den Hauptzwischenwirt stellt, an einer Spezialisierung des Parasiten, der dazu neigt, Lokalformen zu bilden oder am lokalen Barsch, der unbeeinflusst von anderen Populationen auf eine Residenz selektiert worden sein könnte. Der Ansatz zu einer Lösung dieser Frage liegt in der Infektion von Barschen verschiedener Herkunft mit Procercoiden. Erste Versuche 1984 scheiterten an der bisher nicht gelösten Frage der Aufzucht von Barschbrut im Labor. Nach Möglichkeit sollen diese Versuche fortgesetzt werden.

Repräsentative Abbildungen der durch *T. nodulosus* verursachten Veränderungen sind auf den folgenden Seiten wiedergegeben.

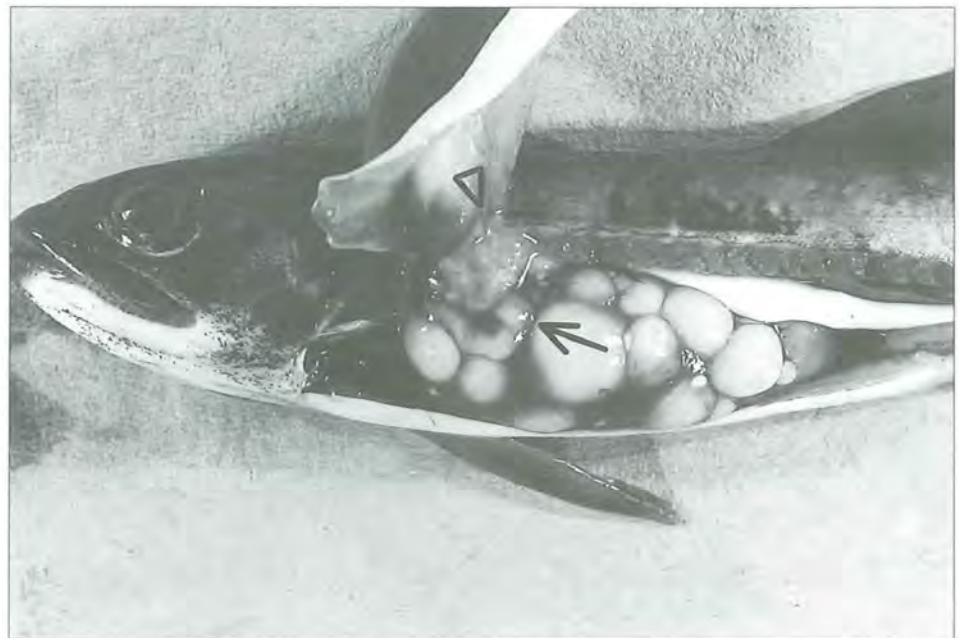


Abb. 51: Seesaibling mit mehr als 10 Leberzysten, Verwachsung m.d. Bauchwand (\blacktriangleright), Hirnwindungsähnliche „Zyste“ (\rightarrow) (natürl. Größe)



Abb. 52: Vorderende von *T. nodulosus*-Plerocercoid (Dunkelfeld, x36)

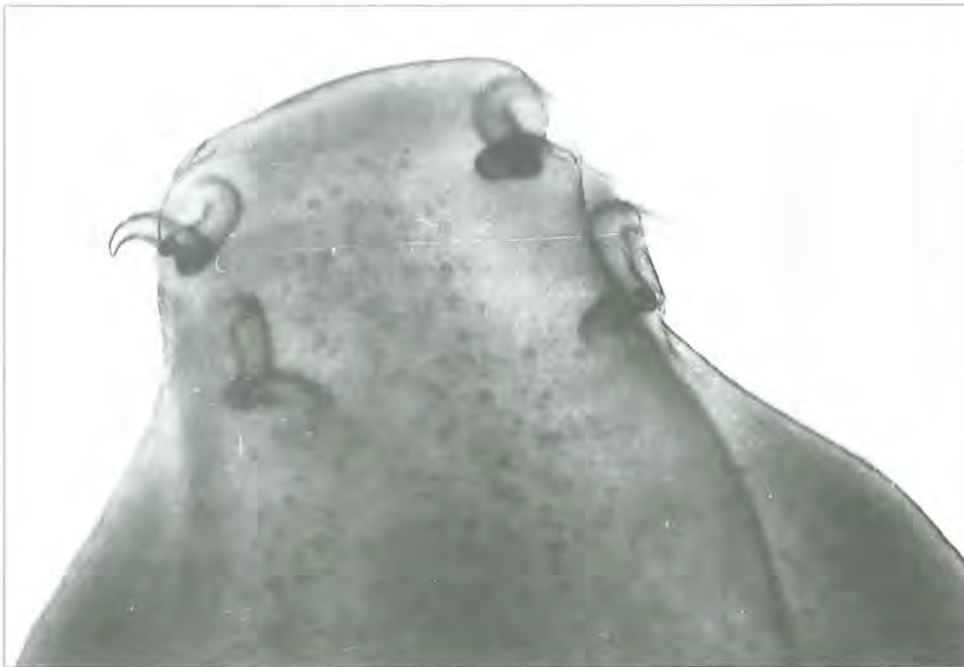


Abb. 53:
Scolex von *T. nodulosus*-
Plerocercoid,
4 Haken (nativ x90)

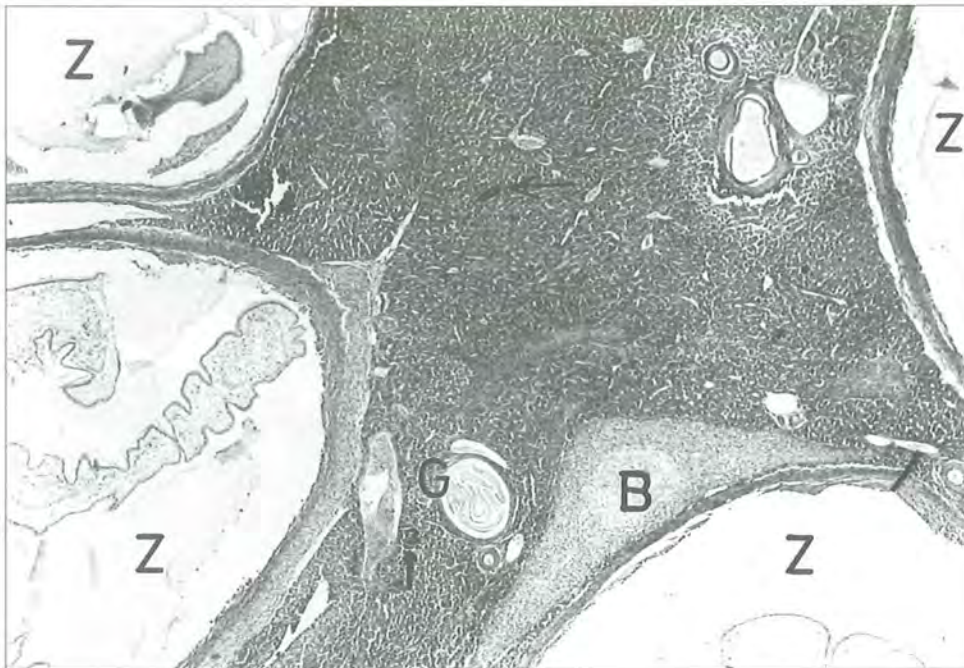


Abb. 54:
Seesaibling,
Leber: Zysten (Z),
alter Bohrgang (B),
Gallengang (G) m. dünner Larve,
Hämosiderinablagerungen (→)
(H.E. x20)

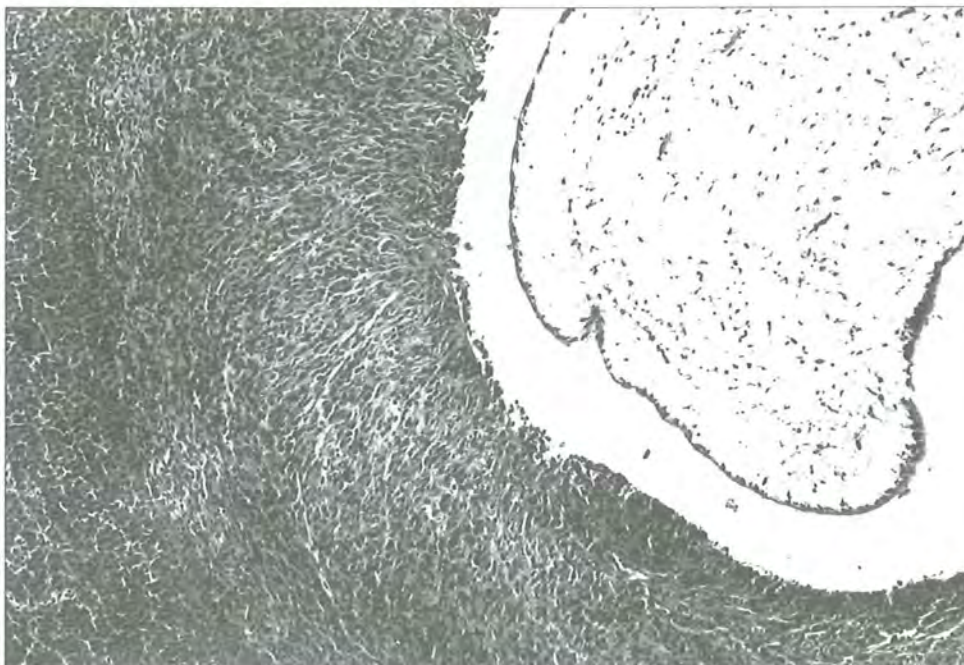


Abb. 55:
Seesaibling,
Leber, Dickwandige Zyste,
Hinterende eines Plerocercoids
(H.E. x90)



Abb. 56:
Seesaibling,
Leber: Dünnwandige Zyste,
Scolex (→) eines
Plerocercoids
(H.E. x45)

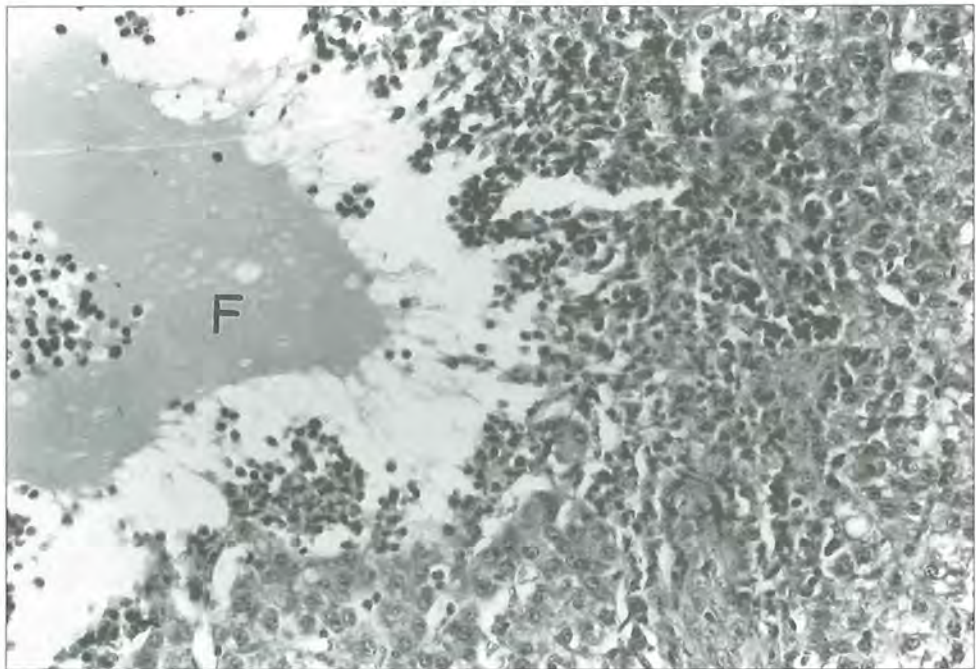


Abb. 57:
Seesaibling,
Leber: frischer Bohrgang mit
Fibrin (F)
(H.E. x225)

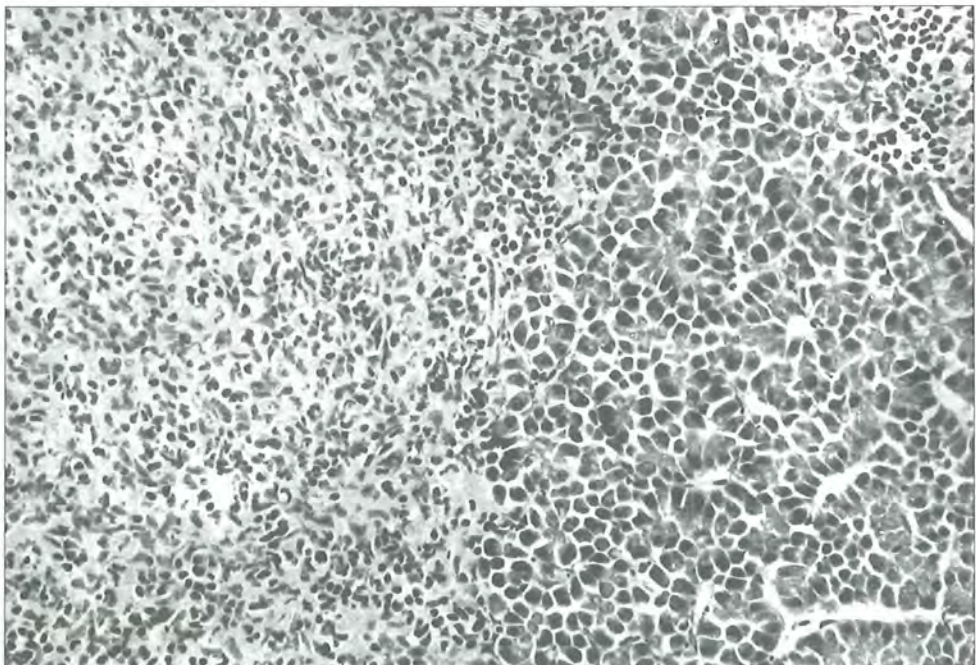


Abb. 58:
Seesaibling,
Leber: Älterer Bohrgang mit
Makrophagen und Fibroblasten,
intaktes Lebergewebe (rechts)
(H.E. x225)

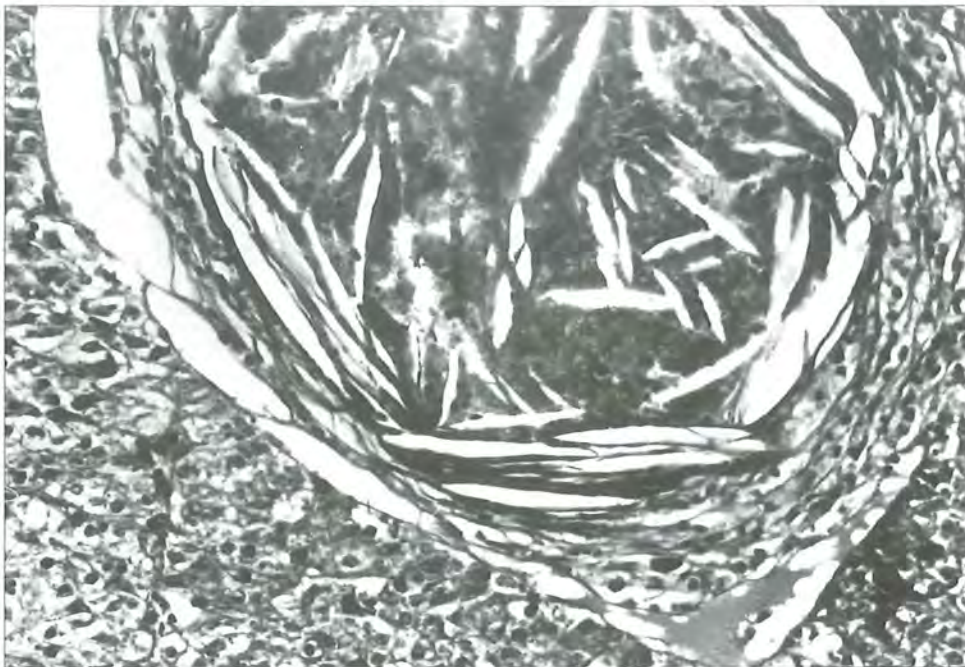


Abb 59:
Seesaibling,
Leber: Bohrgang mit Cholesterin-
spalten
(Azan x225)

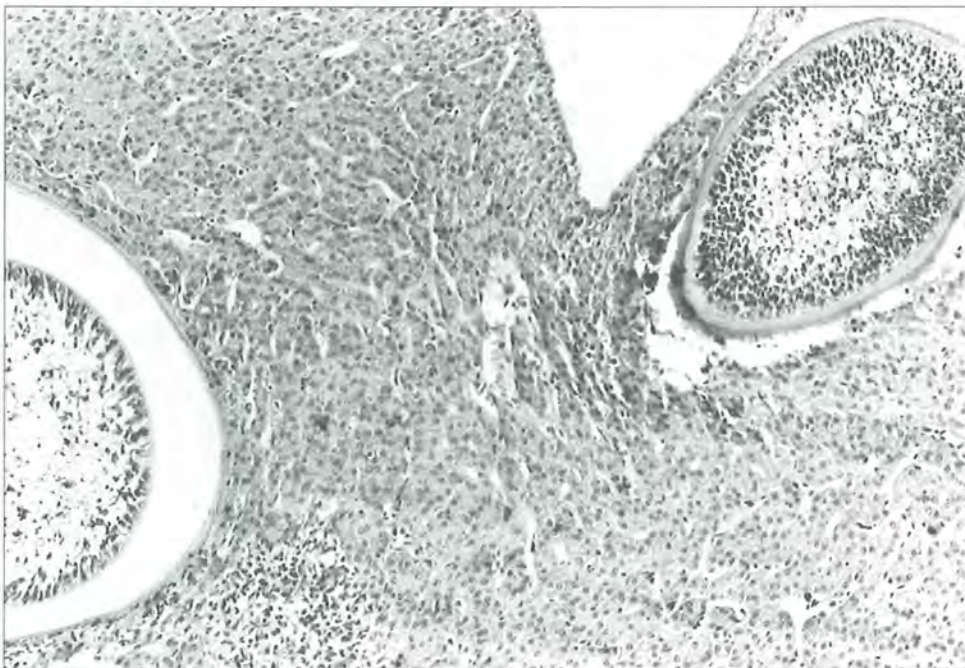


Abb 60:
Seesaibling, Leber:
Bohrendes Plerocercoid,
rechts vorderer Abschnitt,
links „Schwanzanhang“
und beginnende Abkapselung
(H.E. x115)

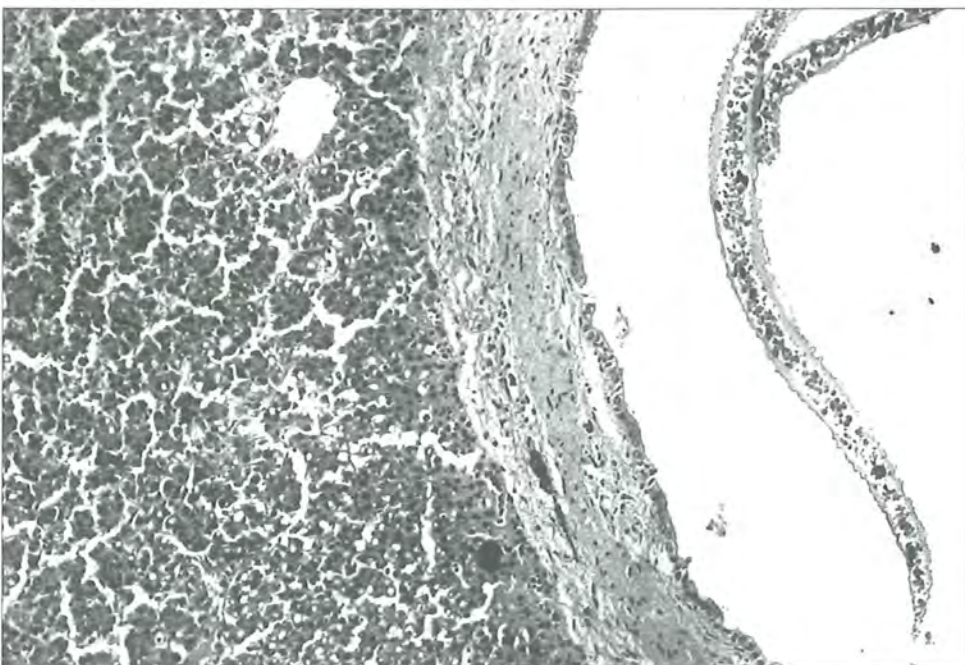


Abb 61:
Seesaibling, Leber:
Gallengang mit sehr junger
Larve, Cuticula mit „Zotten“
(H.E. x90)

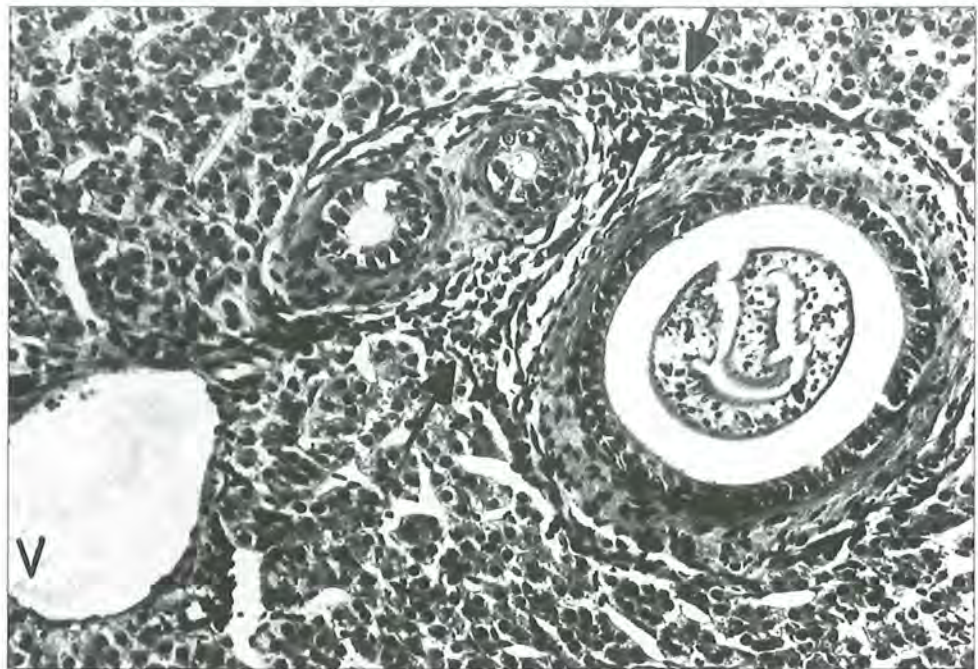


Abb. 62:
Seesaibling, Leber: Plerocercoid
im Gallengang,
Ceroidmakrophagen
(→), Vene (V)
(H.E. x225)

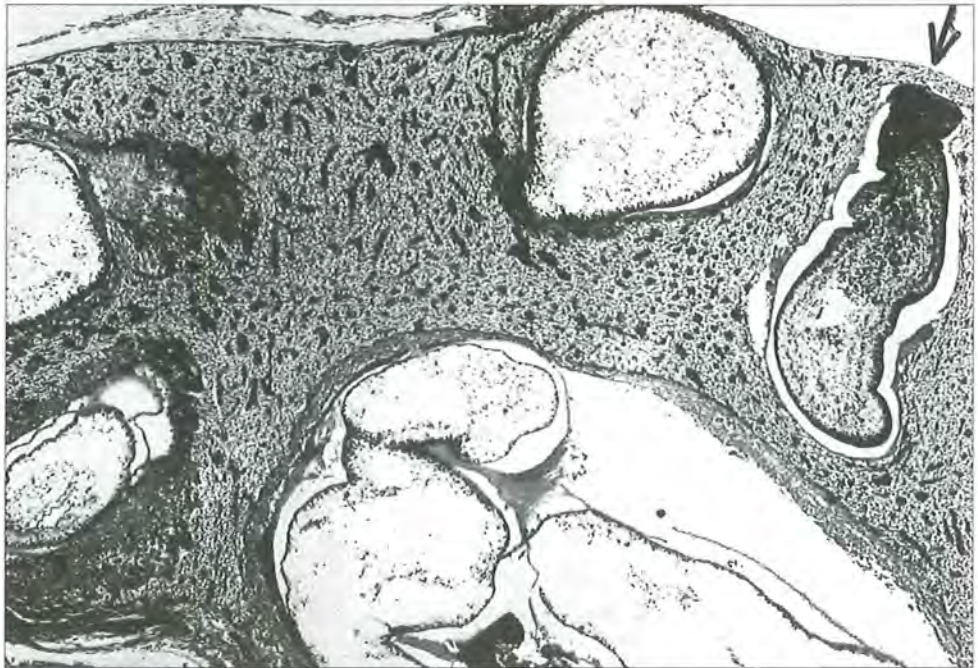


Abb. 63:
Rutte, Leber: Bohrendes Plerocercoid,
Vorderende (→), Hyperämie der
Leber
(H.E. x36)

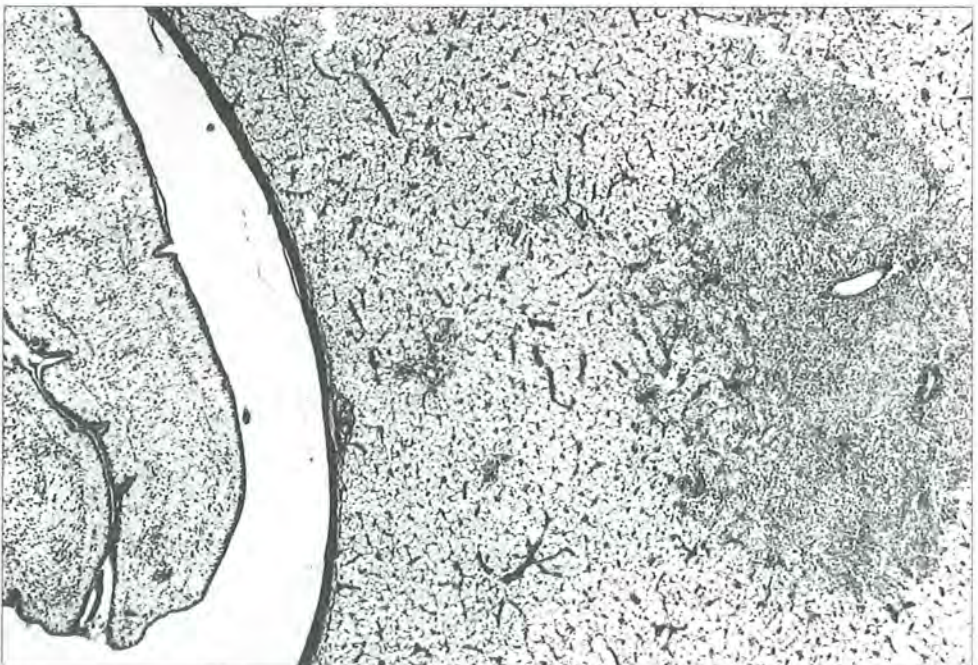


Abb. 64:
Rute, Leber: Epitheloidzellgranulom
(rechts), Zyste mit Plerocercoid
(links)
(H.E. x36)



Abb 65:
Rutte, Milz:
Epitheloidzellgranulome
(H.E. x90)



Abb. 66:
Barsch, Leber: „Frische Zyste“
mit lebendem Plerocercoid
(H.E. x90)

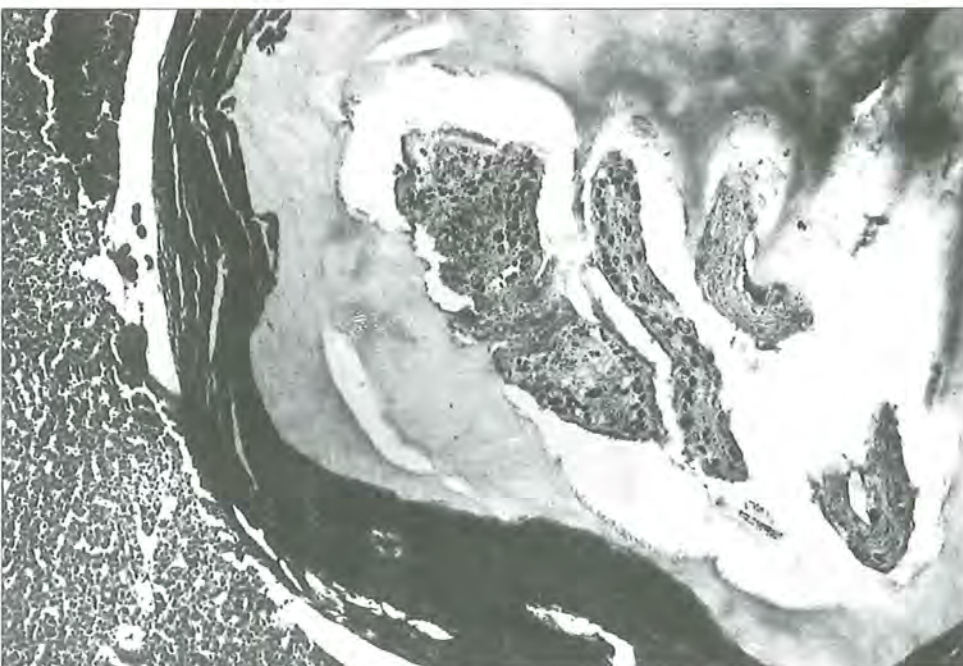


Abb. 67:
Barsch, Leber: Ältere Zyste mit
Larvenresten
(H.E. x90)



Abb. 68:
Barsch, Leber: Verkäste Zyste
mit Verkalkungszonen (schwarz)
(Kossa x36)

3.3.2 Eubothrium salvelini* und Seesaiblinge

Eubothrium salvelini, ein anderer Cestode, parasitiert im Darm von Saiblingen als Adultus. In Königsseesaiblingen ist er in einer Kollektion von 171 3-6-jährigen Fischen bei 54,4 % nachgewiesen worden, wobei Einflüsse von Geschlecht und Jahreszeit statistisch ausgeschlossen werden konnten. Allerdings war der mit steigendem Alter (= Länge) höher.

Der Vergleich der Korpulenzfaktoren nicht infizierter und befallener Fische zeigten eine negative statistisch signifikante Relation.

Tab. 26: Korpulenzfaktoren (K, K_{netto}) von Seesaiblingen in Beziehung zum Befall mit Eubothrium salvelini (n = 171).

Gruppe	Zahl der Cestoden	n (%)	K	Extremwerte		K _{netto}	Extremwerte	
			$\bar{x} \pm s$	Min.	Max.	$\bar{x} \pm s$	Min.	Max.
a	0	78 (45,6)	0,64 ± 0,12	0,41	1,01	0,61 ± 0,11	0,39	0,89
b	1-3	36 (21,1)	0,63 ± 0,10	0,40	0,92	0,60 ± 0,09	0,38	0,77
c	4-6	43 (25,1)	0,58 ± 0,11	0,25	0,79	0,54 ± 0,10	0,25	0,75
d	>6	14 (8,2)	0,60 ± 0,06	0,48	0,69	0,56 ± 0,06	0,45	0,66

Desgleichen konnten negative Beziehungen zwischen Befallsgrad und rotem Blutbild und ein Anstieg der Leukozyten mit zunehmendem Befall gesichert werden, die auch in der Korrelationsanalyse eindeutige Trends geben.

Tab. 27: Hämatokrit (Hkt), Erythrozytenzahl (Ery), Hämoglobin (Hb) und Leukozytenzahl (Leu) bei 90 Seesaiblingen in Beziehung zum Befall mit Eubothrium salvelini.

Zahl der Cestoden	n	Hkt (%)	Ery (x10 ¹² /l)	Hb (mmol/l)	Leu (x10 ⁹ /l) (Extremw.)
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
0	37	29,3 ± 7,5	0,78 ± 0,23	34,5 ± 9,3	7,5 ± 4,4 (2,0 - 19,5)
1-3	18	27,9 ± 8,4	0,64 ± 0,19	27,4 ± 8,4	8,2 ± 6,3 (2,5 - 26,5)
4-6	27	23,7 ± 8,7	0,62 ± 0,22	27,1 ± 7,2	8,7 ± 6,4 (2,0 - 28,5)
>6	8	29,4 ± 7,4	0,61 ± 0,26	28,0 ± 10,5	11,4 ± 12,3 (4,3 - 41,0)

* Die Identifikation des Spezies E. salvelini wurde von C.W. Kennedy, Exeter, UK, dankenswerterweise durchgeführt.

Tab. 28: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Eubothriumbefall (Parasitenzahl) und Blutwerten bei 90 Seesaiblingen.

Korrelation: Parasitenzahl zu:	Hämatokrit	Erythrozytenzahl	Hämoglobin	Leukozytenzahl
r =	-0,21	-0,34	-0,32	+0,19
P	<0,05	<0,001	<0,01	<0,05

Bei der histologischen Untersuchung ergab sich ein deutlicher Bezug zwischen pathologischer Eisenablagerung in der Milz (Hämosiderose) und Parasitenbefall.

Die Ergebnisse zeigen, daß unter den Bedingungen des Königssees, E. salvelini zu einer meßbaren Beeinträchtigung des Wirtes führt. Diese besteht in einer schlechten Kondition sowie in einem pathologisch vermehrten Blutabbau der möglicherweise durch toxische Stoffwechselprodukte des Parasiten bedingt ist. Dieser negative Effekt ist erstmalig beobachtet und bedarf zusätzlicher Vergleichsuntersuchungen in anderen Biotopen. Es besteht zum einen die Möglichkeit, daß der Parasit den Wirt nur schädigt, da dieser in einer Situation der Mangelernährung lebt infolge der Oligotrophie. Andererseits ist zu diskutieren, daß E. salvelini aufgrund der Isolierung im Königssee eine besondere Lokalrasse ausgebildet hat, die eine höhere Pathogenität aufweist. Gerade bei E. salvelini ist diese Bildung von Lokalvarianten gut bekannt. Diese Frage der Ökoparasitologie sollte daher auch Eingang in die Beurteilung der Bewirtschaftung des Nationalparks finden, da hier einzigartige, wissenschaftlich hochinteressante Fragestellungen sich auftun (vgl. Part D und E).

3.3.3 Trematodenbefall (Apatemon cobitidis) bei Mühlkoppen

Zyklus

Trematoden gehören auch bei der Mühlkoppe (*C. gobio* L.) zur Parasitenfauna. Im Königssee lagen erstmalig im Jahr 1984 Hinweise auf eine derartige Parasiteninvasion vor, als

bei einer fischereibiologischen Untersuchung ein massives Auftreten von Zysten auf den seriösen Überzügen verschiedener Organe der Bauchhöhle gefunden wurde, bei denen es sich offensichtlich um aus dem Königssee bisher noch nicht beschriebene Parasitenstadien handelte.

Der Parasit konnte als *A. cobitidis* bestimmt werden. Der ausgewachsene Wurm (Abb. 1) schmarotzt im Dünndarm von Stockenten (*Anas platyrhynchos* L.). Seine Eier (Abb. 2) werden mit dem Kot des Wirtes ins Wasser abgegeben. Aus den Eiern schlüpfen nach 3 Wochen (abhängig von der Wassertemperatur) Wimperlarven (Miracidien) (Abb. 3), die zur Weiterentwicklung als 1. Zwischenwirt eine Wasserschnecke (*R. ovata*) benötigen.

In deren Mitteldarmdrüse wächst die Wimperlarve zu einer Muttersporocyste (Abb. 4) heran, in welcher temperaturabhängig binnen ca. 3 Wochen durch Jungfernzeugung (Parthenogenesis) sogenannte Tochtorsporocysten entstehen. In diesen Stadien entwickeln sich nach weiteren 21 Tagen die Gabelschwanzcercarien (Abb. 5), die die Schnecke verlassen und freischwimmend eine Mühlkoppe aufsuchen.

Sie durchbohren die Haut, werfen ihren charakteristischen Gabelschwanz ab, (Abb. 6) und wandern in die Bauchhöhle, seltener auch in die Muskulatur, die Augen und das Gehirn ein. In der Koppe wird der Parasit mit einer Kapsel umhüllt. Dieses Stadium, als Metacercarie bezeichnet, erscheint bei der Sektion des Fisches als stecknadelkopfgroße weiße Zyste (Abb. 7), die ein für den Endwirt infektiöses Dauerstadium darstellt. Durch die Parasitenschädigung wird die Koppe eine leichte Beute für die Stockente.

Durch die Verdauungsfermente des Endwirtes werden die Hüllen des Parasiten zerstört, der im Dünndarm der Ente zum adulten Wurm heranwächst. Der Zyklus ist geschlossen.

Zoogeographie

Für die Verbreitung von *Apatemon cobitidis* sind das gleichzeitige Vorkommen des Endwirtes und der beiden Zwischenwirte sowie geologische und hydrologische Faktoren von Bedeutung, wobei diese Faktoren z.T. stark ineinandergreifen und zusammenwirken können. (Abb. 8, Abb. 9)

Der zweite Zwischenwirt, die Koppe ist in St. Bartholomä, Königssee, am Christlieger und am Reitlgraben am häufigsten. Für sein Vorkommen sind Substrat und Bodenrelief von großer Bedeutung. An den genannten Orten ist ein ideales

Biotop für Koppen zu finden, da sowohl Flachwasser und Versteckmöglichkeiten als auch ein aufgrund des warmen Wassers reichhaltiges Nahrungsangebot vorhanden sind. Im Malerwinkel, im Kessel und an der Schrainbachmündung sowie an den Steilufern vor Salet dagegen ist das Boden-substrat zwar geeignet, der Seegrund fällt jedoch viel steiler ab, so daß Lebensraum und Nahrungsangebot aufgrund des in der Tiefe kälteren Wassers stark eingeschränkt sind. An den Anlegestellen von Königssee und am ganzen Süden des Sees ist der Grund zwar flach, aber weichschlammig und vegetationslos, so daß sie hier auch weitgehend fehlen.

Das verstärkte Vorkommen des Endwirtes, der Stockente, an den Anlegestellen von St. Bartholomä, Königssee und Salet ist auf gute Nahrungsquellen (flaches Wasser, Fütterung durch Touristen) und Nistplätze (besonders Reitlgraben) zurückzuführen. Somit ist dafür gesorgt, daß in diesen Gebieten reichlich infektiöses Material ins Wasser gelangen kann. Hier können sich auch die Enten durch Aufnahme befallener Koppen infizieren.

Für die unterschiedliche Verteilung des Parasiten im Königssee sind aber auch hydrobiologische Faktoren wie Wasserfälle mit Strömungen oder die Einmündung von Zuflüssen von Bedeutung. Eine Weiterentwicklung der Eier zum Miracidium und zur Gabelschwanzcercarie ist nur unter bestimmten Bedingungen (ruhiges Wasser und Wassertemperaturen über 16°C) möglich. Besteht eine starke Strömung (Wasserfälle, Einmündung von Zuflüssen) wie das am Malerwinkel (Königsbach), Kesselbach- und Schrainbach-einmündung der Fall ist, werden die Eier, eventuell sich entwickelnde Miracidien und die auf aktive Invadierung eines Fisches angewiesenen Cercarien so in die Tiefe abgeschwemmt, daß eine Schneckeninfektion unwahrscheinlich wird. Diese aus den Hochlagen des Nationalparks kommenden Zuflüsse führen zudem das ganze Jahr über Schmelzwasser mit einer Temperatur von nur 6 — 7°C, so daß eine Sonnenerwärmung des Wassers an diesen Stellen über 15°C auch im Sommer nicht stattfindet. Das verlangsamt die Entwicklung zum Miracidium und zur Cercarie sehr stark, oder sie kommt zum Stillstand (unter 10°C). Tatsächlich fand sich auch nur eine einzige infizierte Schnecke in diesen Gebieten. Wasserfälle und Schmelzwasserbäche können somit als eine natürliche Barriere für die Verbreitung des Parasiten angesehen werden.

Die Uferregionen um St. Bartholomä, Königssee, den Christlieger und eingeschränkt (steileres Ufer) den Reitlgraben mit ihrem flachen, im Sommer über 20°C warmen Wasser und ihren reichen Koppen- und Stockentenvorkommen bieten dem Parasiten jedoch optimale Lebensbedingungen.

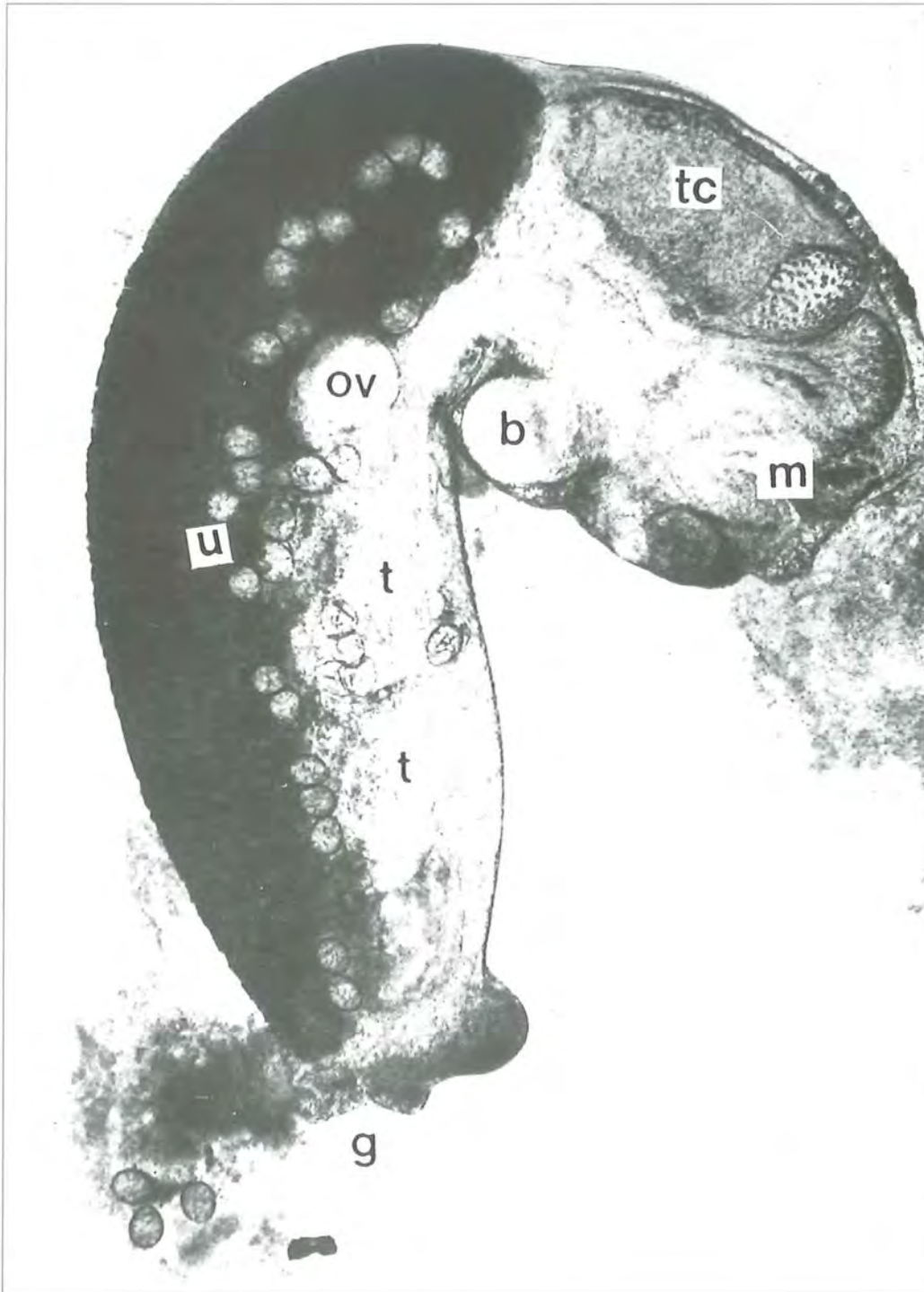


Abb. 1:
Adulter *Apatemon cobitidis* aus dem
Darm einer Stockente;
Nativpräparat, 2000 x
m Mundsaugnapf
b Bauchsaugnapf
tc tribozytisches Organ
ov Ovarium
t Testes
u Uterus mit Eiern
g Genitalatrium

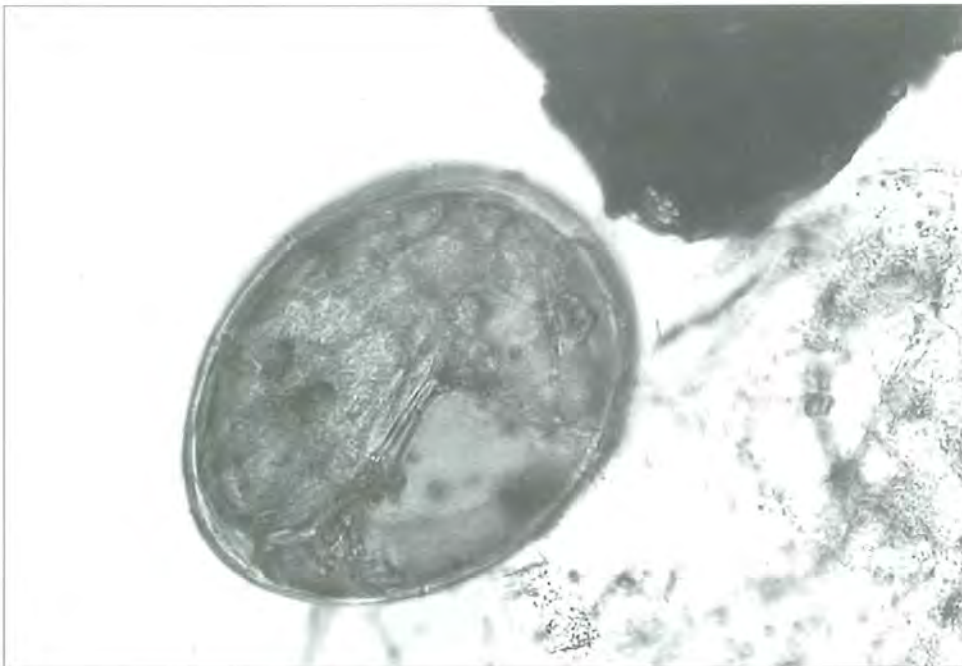


Abb. 2:
Embryoniertes Ei von
Apatemon cobitidis,
15. Tag p.i., Nativ-
präparat, 600 x
Augenflecke (→) des
entstehenden Miraci-
diums bereits deutlich
erkennbar.

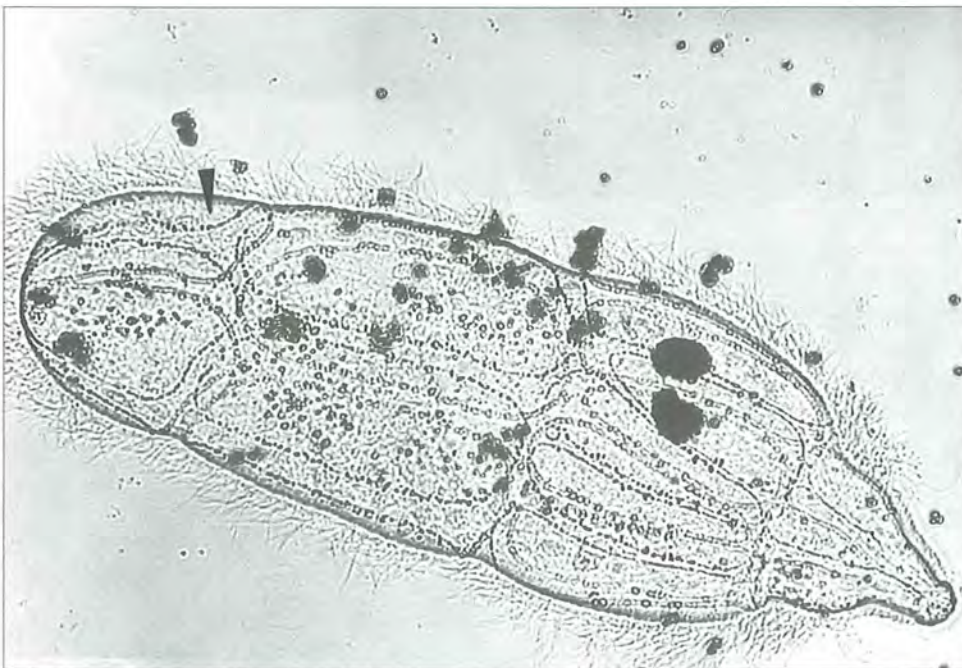


Abb. 3:
Miracidium von *Apatemon*
cobitidis (mit AgNO_2 -
Lösung imprägniert);
750 x
(→) Zellgrenzen der
Flimmerepithelzellen



Abb. 4:
Muttersporocyste aus dem
Hepatopankreas von *Radix*
ovata mit innenliegenden
Keimballen;
formalinfixiert,
angefärbt, 95 x

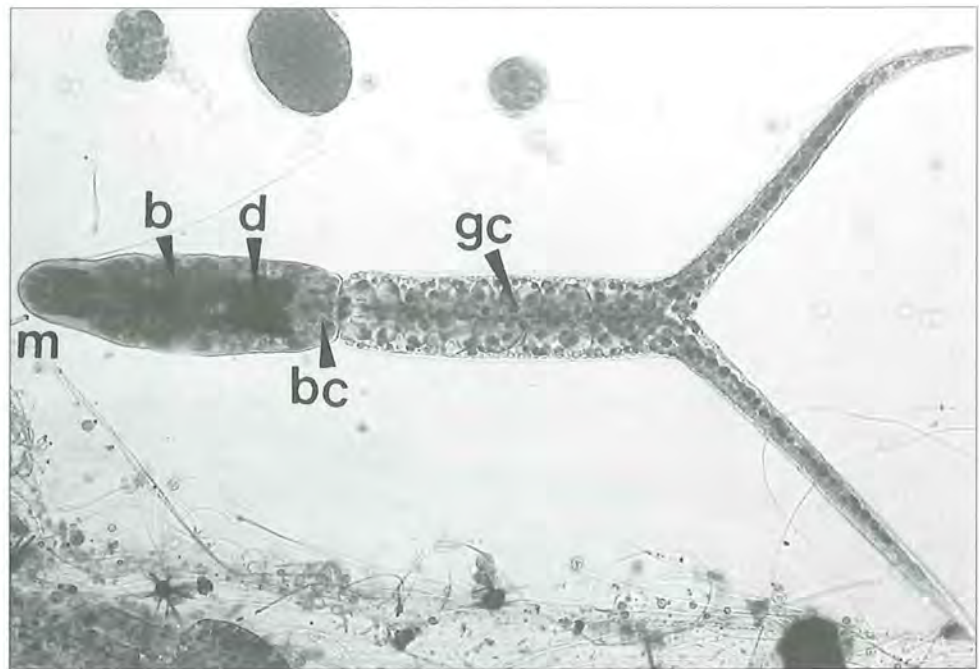


Abb. 5:
Cercarie von *Apatemon cobitidis*;
Neutralrot, 375 x
m Mundsaugnapf
b Bauchsaugnapf
bc Bohrdrüsenzellen
gc Glykogenzellen
d Darmanlage

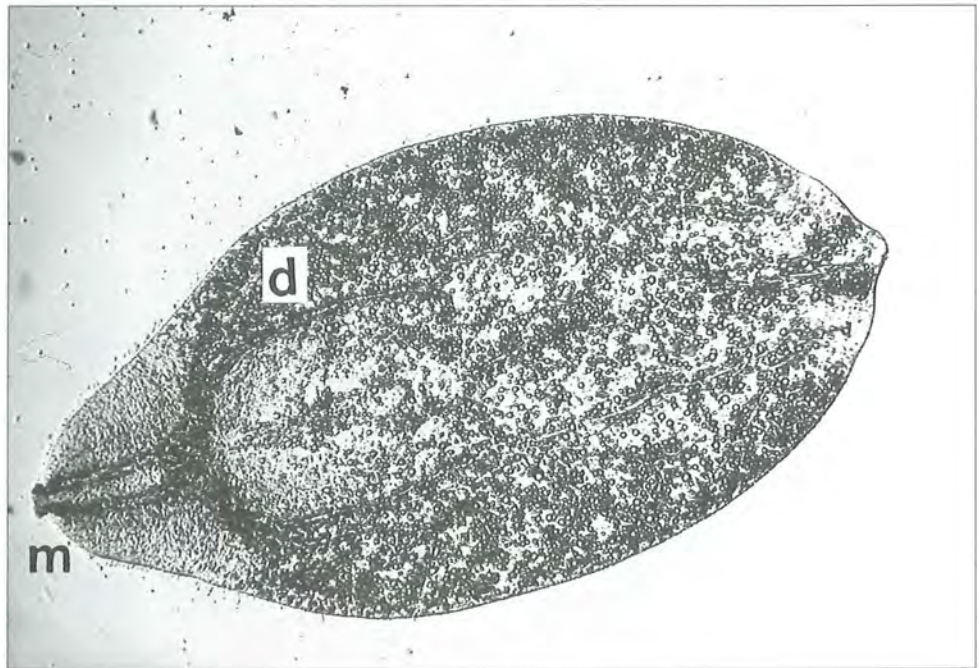
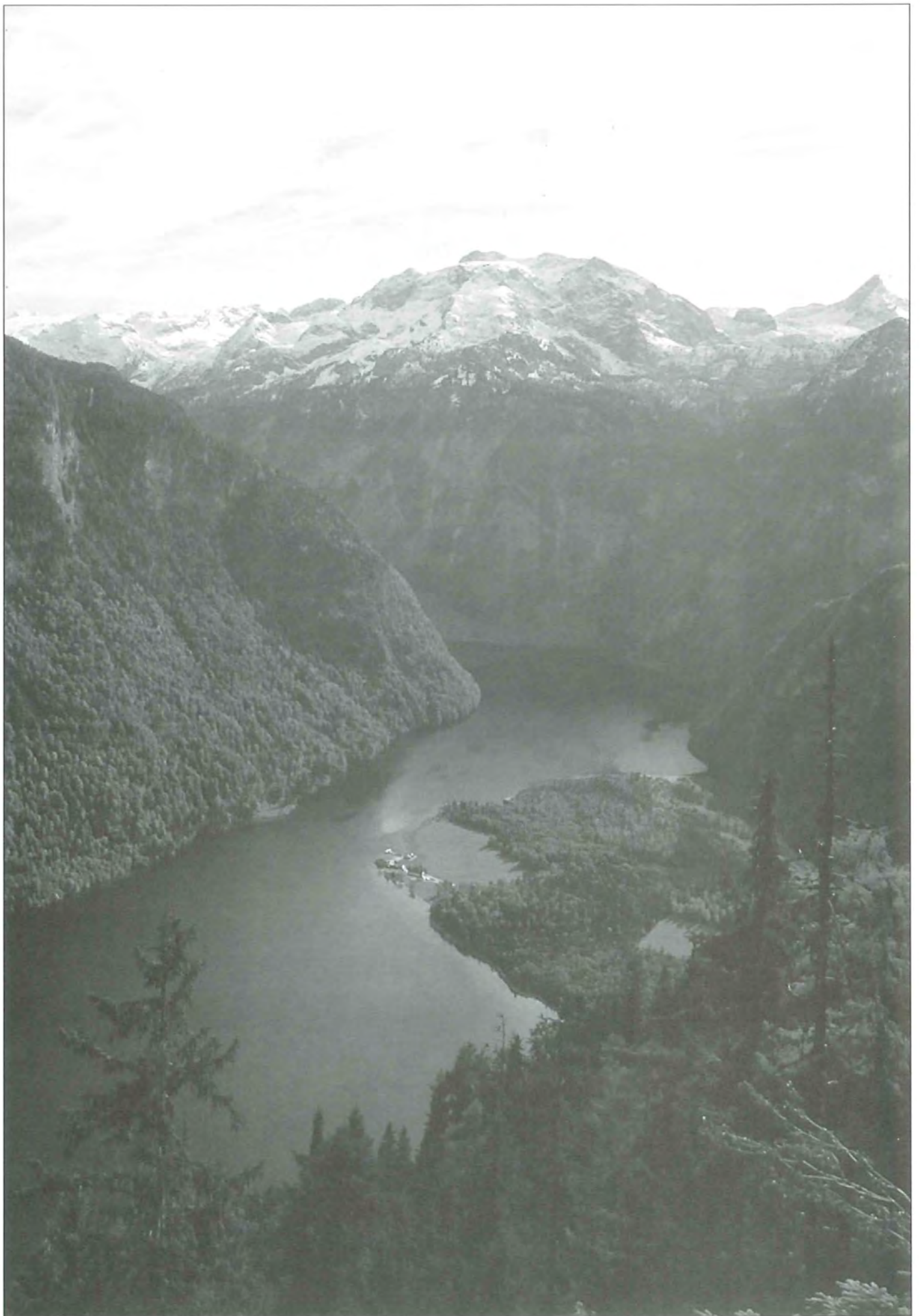


Abb. 6:
Wandernde
Metacercarie aus der
Leibeshöhle einer
Wildfangkoppe;
Essigsäuresublimat,
60 x
m Mundsaugnapf
d Darmschenkel



Abb. 7:
Zysten und wandernde
Metacercarien
in der Leibeshöhle
einer Koppe;
ca. 5 x nat. Größe



Blick von der Archenkanzel auf den Königssee und St. Bartholomä.

- ▲ sehr starker Befall (> 100 Zysten)
- ▲ starker Befall (51 - 100 Zysten)
- ▲ mäßiger Befall (11 - 50 Zysten)

- ▲ geringer Befall (1 - 10 Zysten)
- △ kein Befall

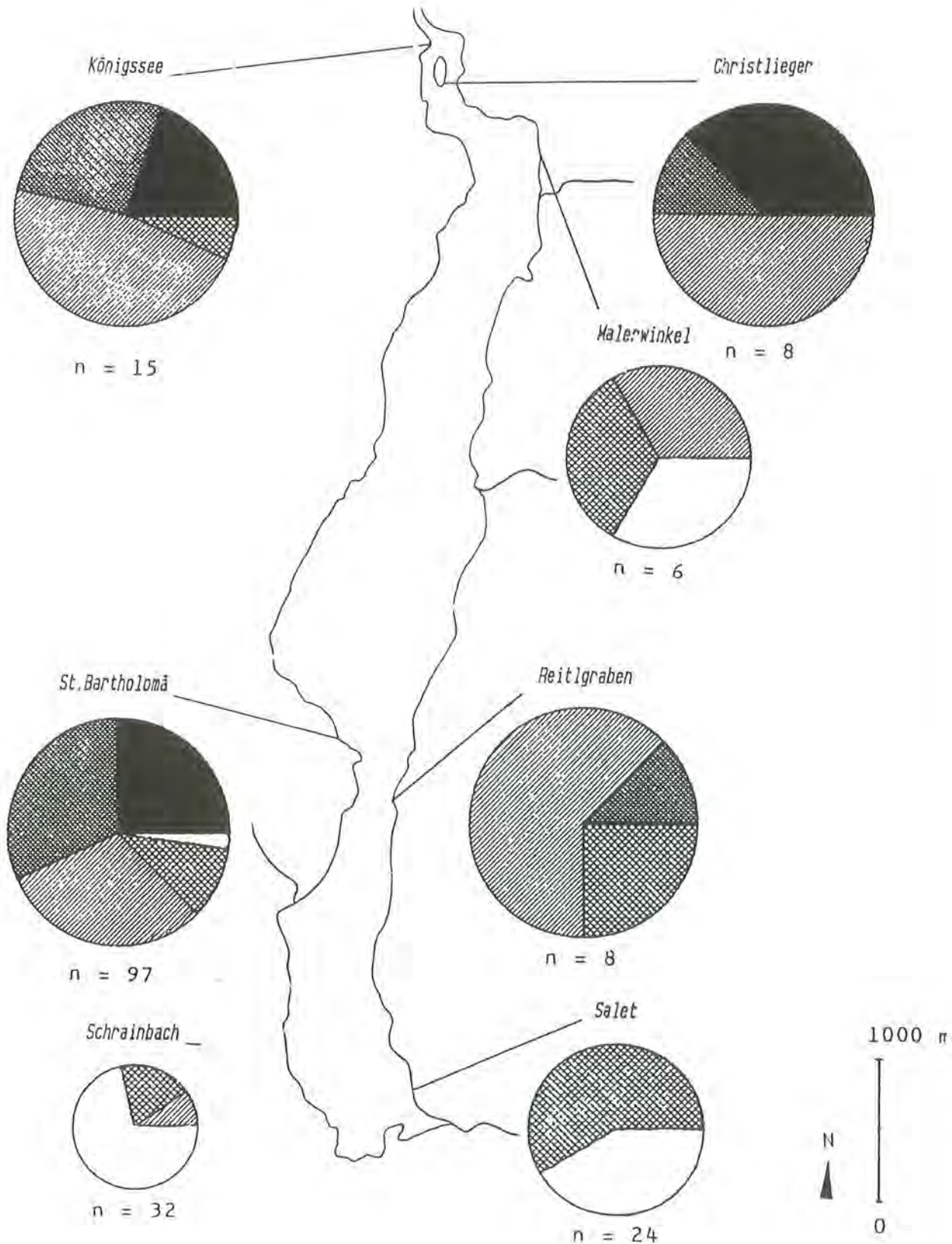


Abb. 8: Befallsintensität mit *Apatemon cobitidis* an verschiedenen Lokalisationen im Königssee.

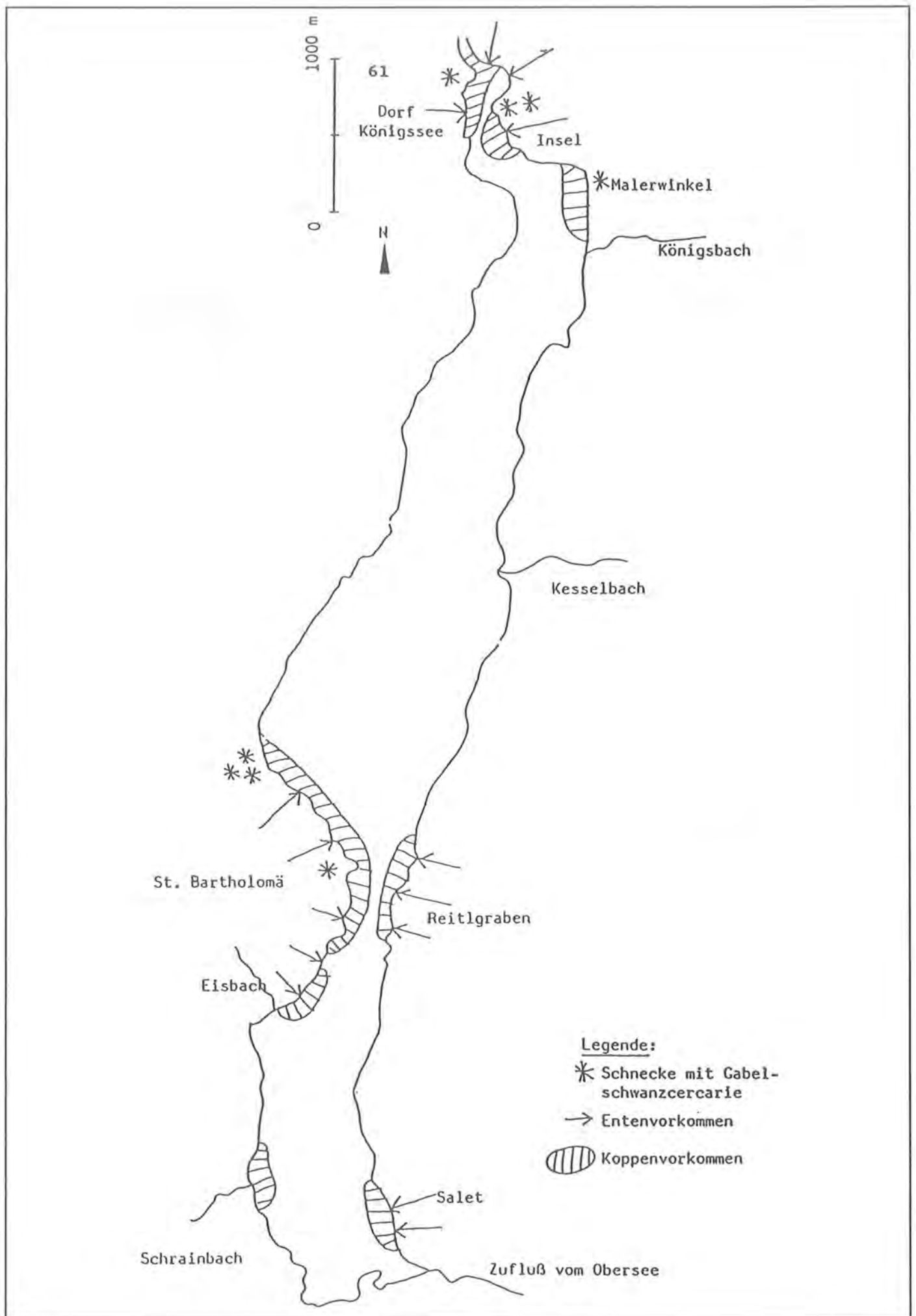


Abb. 9: Vorkommen der Wirte von *Apatemon cobitidis* im Königssee.

3.3.4 Myxosporidien bei verschiedenen Fischen

Myxosporidien sind weitverbreitete parasitäre Protozoen, die allerdings nur in wenigen Arten oder unter ungünstigen Umweltbedingungen pathogen werden. Dabei ist im histologischen Schnitt meist keine eindeutige Artbestimmung möglich, so daß man sich mit dem Genus begnügen muß. Derzeit sind Versuche im Gang, in Kenntnis der Fischart und der Lokalisation der Protozoen Rückschlüsse auf die Spezies zu ziehen. In entsprechenden Bemühungen, die unter Leitung von Jiri Lóm in Budweis (Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften) laufen, soll auch das Material aus dem Königssee eingeschlossen werden.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen folgende Verteilung:

Tab. 29.

Fischart	Myxosporidium	Lokalisation	Häufigkeit
Seesaibling	Myxobolus spp.	Leber, Niere Darmepithel	häufig
	Zshokkella spp.	Leber, Triaenophorus- zysten, Nieren, Kiemen	häufig
	Chloromyxum spp. Henneguay zshokkei	Gallengänge Muskulatur	selten selten
Elritzen	Myxobolus versch. spp.	Leber, Niere, Darm, Mund- schleimhaut, Kie- men, Harnleiter, Gallengänge	häufig
	Myxobolus dispar M.pseudo dispar	Darm, Niere, Darm, Kiemen	selten z.T. massenhaft
	Chloromyxum spp. Myxidium giardi	Gallengänge Niere	selten selten
	Myxidium	Niere	selten
Hecht	Myxobolus spp.	Kiemen	mittelgradig
Rutte	Myxobolus spp.	Kiemen	selten
	Myxidium	Niere	häufig massenhaft
Mühlkoppe	Myxobolus spp.	Muskulatur	
Renke	keine Myxosporidien nachweisbar.		

Die Befunde zeigen, daß unter dem derzeitigen Befallsgrad keine Auswirkungen auf den Wirt vorliegen. Dies stimmt mit Befunden am Routinediagnostikmaterial überein. Entzündliche Reaktionen fehlen in der Regel mit Ausnahme von Myxoboliden, die gelegentlich in Makrophagenzentren lokalisiert sind. Myxosporidien in den Kiemen sind meist in einer Zyste gelegen, entzündliche Reaktionen oder Epithelproliferationen in der Nachbarschaft fehlen.

Andererseits ist aber bekannt, daß unter negativen Umweltbedingungen auch bisher als nichtpathogen angesehene Arten Schädigungen durch Massenvermehrung im geschwächten Wirt entfalten können, d.h. daß latente Gefährdungen vorliegen, wenn das Ökosystem verändert werden sollte oder die Fischpopulation etwa durch unkontrollierte Vermehrung verbuttert. Ein derartiges Ereignis wurde in unserem Institut im Jahr 1982 beobachtet als ein Massensterben von Weißfischen im eutrophierten Main auftrat (Hoffmann, Schäfer, Braun, 1984).

Auffällig ist, daß die exogenen Spezies der Coregonen trotz großer Tierzahlen keine Myxosporidien aufweisen. Sie stellen auch in dieser Hinsicht einen Fremdkörper im See dar.

Beim Barsch sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

3.3.5 Paratrichodina

Bei Elritzen und Barschen können mit hoher Regelmäßigkeit (ca. 30 – 40%) in den harnableitenden Wegen (Sammelkanälchen, Harnleiter), oft in großen Massen, z.T. vergesellschaftet mit Myxoboliden oder Trematodenlarven Trichodinen gefunden werden. Diese werden nach Lóm* als Paratrichodina phoxini eingeordnet. Dabei treten deutliche Speziesunterschiede auf. Während bei den Elritzen keinerlei Affektionen des Epithel vorliegen, sind bei befallenen Barschen regelmäßig deutliche lymphohistiozytäre Infiltrate in der Submukosa zu finden. Insgesamt ins allerdings eine Beeinträchtigung des Wirtes nicht nachweisbar. Vom phylogenetischen Standpunkt ist es dabei von hohem Interesse, daß offensichtlich der Barsch Immunreaktionen zeigt, nicht jedoch die Elritze. Dies ist ähnlich dem Befall mit Triaenophorus (vgl. Cl.). Als Erklärung kann dienen, daß Paratrichodina im Barsch einen nicht adäquaten Wirt findet oder daß das Immunsystem des Barsches besser entwickelt ist. Diese Gesichtspunkte sollten bei weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden und auch bei IV.E nochmal diskutiert werden.

3.3.6 Verschiedenes

Bei relativ wenigen Fischen wurden für die Beurteilung unwesentliche pathologische Zufallsbefunde erhoben.

Elritze:

Mehrere kleine Granulome in der Leber (1 x)
Herdförmige Nekrosen in der Leber (1 x)
Spitzenentzündung und ein Granulom in Kiemen (1 x)
Herdförmige Nekrosen in Milz (1 x)

Seesaibling:

Hodenruptur (1 x)

Barsch:

Makrophagenzentren in der Milz (10 x)
Spitzenentzündung an den Kiemen (3 x)
Granulom in der Niere (1 x)
Herdförmige Verkalkung in der Niere (1 x)
Glomerulonephritis und Ablagerungen in den Tubuli (1 x)
Glomerulonephritis mit Verkäsung der Glomerula (1 x)

Hecht:

Blutstau in Niere und Milz (1 x)

Die übrigen Fische waren unverändert.

* Die Speziesbeurteilung wurde dankenswerterweise durch Dr. J. Lóm, Prag, durchgeführt.

3.4 Mikrobiologische Befunde

3.4.1 Virologische Ergebnisse

64 Proben wurden angezchtet, von 118 Antikörpertests angesetzt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen wiedergegeben.

Die Ergebnisse zeigen, daß 2 virale Erreger bei Fischen des Sees vorkommen. Dabei konnte bei einer Renke ds VHS-Virus isoliert werden. Es lag jedoch bei diesem Tier keine klinisch manifeste Infektion vor, sondern nur ein Carrier-Fisch. Beim Barsch wurde dagegen nur indirekt durch das Vorliegen von Antikörpern das IPN-Virus gefunden. Beide Viren

verursachten somit keine Krankheit i.e.S., sie sind jedoch offensichtlich im See vorhanden und vermögen eine latente Gefahr bei Schädigung der Fische durch andere (Umwelt-) faktoren darstellen.

3.4.2 Bakteriologische Ergebnisse

Die Anzchtungen auf verschiedenen Nährböden ergaben keine pathogenen Bakterien. Nachweisverfahren für spezifische Antikörper gegen BKD sind derzeit in Entwicklung. Die bisherigen Teste sind negativ, jedoch sollten weitere Untersuchungen mit verbessertem Verfahren 1985 gemacht werden.

Tab. 30: Ergebnisse der Virusisolierung.

Nr.	Datum	Fischart	Proben	FHM	PG	RTG-2
ohne Nr.	16.09.1981	Seesaibling	10	-	-	-
	04.10.1981	Seesaibling	7	-	-	-
	08.10.1981	Barsche	6	-	-	-
	09.11.1981	Barsche	4	-	-	-
	09.11.1981	Rutte	1	-	-	-
	15.11.1981	Eier von Seesaiblingen	1	-	-	-
	15.11.1981	Seesaibling	6	-	-	-
	15.11.1981	Renke	1	-	-	-
V 33/82	29.04.1982	Rutte	1	-	-	-
146/11-14	06.05.1982	Rutte	4	-	-	-
147/56-62	07.05.1982	Barsch	7	-	-	-
V 70/82	29.07.1982	Renke	1	-	-	-
V 98/82	25.10.1982	Seesaibling	1	-	-	-
V 101/82	11.11.1982	Seesaibling	2	-	-	-
V 102/82	11.11.1982	Seesaibling	2	-	-	-
V 103/82	11.11.1982	Eier von Seesaiblingen	1	-	-	-
V 104/82	11.11.1982	Milch von Seesaiblingen	1	-	-	-
V 142/82	20.04.1983	Hecht	1	-	-	-
V 210/83	21.10.1983	Seesaibling	5	-	-	-
V 14/84	02.05.1984	Renke	1	VHS	VHS	VHS
V 23/84	18.05.1984	Renke	1	-	-	-

Tab. 31: Ergebnisse der Serumneutralisationstests.

Nr.	Datum	Fischart	Proben	Antikörper gegen			
				WHSV	IPNV	PFR	SVCV
ohne Nr.	16.09.1981	Seesaibling	10	-	-	n.u.	n.u.
	04.10.1981	Seesaibling	7	-	-	n.u.	n.u.
	08.10.1981	Barsch	6	-	1:128	n.u.	n.u.
	09.10.1981	Barsch	4	-	-	n.u.	n.u.
	09.11.1981	Rutte	1	-	-	n.u.	n.u.
	15.11.1981	Seesaibling	6	-	-	n.u.	n.u.
	29.04.1982	Rutte	1	-	-	n.u.	n.u.
146/11-14	06.04.1982	Rutte	4	-	-	n.u.	n.u.
147/56-62	07.05.1982	Barsch	7	-	-	n.u.	n.u.
191/82	21.6.1982	Seesaibling	1	-	-	n.u.	-
176/116-117	07.07.1982	Seesaibling	1	-	-	n.u.	-
174/82	07.07.1982	Rutte	1	-	-	n.u.	-
146/11-14	07.07.1982	Rutte	4	-	-	n.u.	-
147/56-62	07.07.1982	Barsch	7	-	-	n.u.	-
211/49-53	27.07.1982	Renke	5	-	-	n.u.	n.u.
211/54-55	27.07.1982	Renke	5	-	-	n.u.	n.u.
211/59	27.07.1982	Renke	5	-	-	n.u.	n.u.
212/13	27.07.1982	Hecht	1	-	-	n.u.	n.u.
214/71-73	27.07.1982	Barsch	3	-	-	n.u.	n.u.
216/61-64	27.07.1982	Renke	4	-	-	n.u.	n.u.
218/19-20	27.07.1982	Rutte	2	-	-	n.u.	n.u.
218/21-22	27.07.1982	Rutte	2	-	-	n.u.	n.u.
218/23	27.07.1982	Rutte	1	-	-	n.u.	n.u.
V 70/82	29.07.1982	Renke	1	-	-	n.u.	-
323/19	18.10.1982	Hecht	1	-	-	n.u.	-
324/25	18.10.1982	Rutte	1	-	-	n.u.	-
324/26-28	18.10.1982	Rutte	3	-	-	n.u.	-
325/6-10	18.10.1982	Bachsaibling	5	-	-	n.u.	-
V 98/82	25.10.1982	Seesaibling	5	-	-	n.u.	-
V 142/82	20.04.1983	Hecht	1	-	-	-	-
V 145/82	25.04.1983	Barsch	1	-	-	-	-
V 151/83	05.05.1983	Barsch	1	-	-	-	-
V 152/83	05.05.1983	Rutte	1	-	-	-	-
V 153/83	05.05.1983	Hecht	1	-	-	-	-
V 154/83	05.05.1983	Seesaibling	1	-	-	-	-
V 161/83	01.06.1983	Rutte	1	-	-	-	-
V 167/83	21.06.1983	Rutte	1	-	-	-	-
V 168/83	21.06.1983	Aitel	1	-	-	-	-
V 210/83	21.06.1983	Seesaibling	5	-	-	-	-

4 Schlußfolgerungen

4.1 Fischartenspektrum

Die Untersuchungen im eigenen Rahmen sowie die der anderen Gruppen (v.a. Landesanstalt für Fischerei) zeigen, daß im Königssee neben den ursprünglich vorhandenen Fischarten etliche nur durch anthropogene Einflüsse den See besiedelt haben. Zu den nicht autochthonen Arten zählen die Coregonen, Bachsaibling, Aitel, Brachse, Schleie und Aal, vermutlich auch die Bachforelle. Auf gezielten Besatz sind dabei mit Sicherheit nur die Coregonen zurückzuführen. Sie wurden in den letzten Dezennien zur Verbesserung der fischereiwirtschaftlichen Nutzung in den See eingebracht. Die Untersuchungen an den Gonaden zeigen dabei, da sie in diesem Biotop in der Lage sind sich fortzupflanzen und damit auch die Population insgesamt zu erhalten. Für die anderen o.a. Arten ist theoretisch ein Aufstieg aus dem Seeabfluß nicht ganz ausschließbar. Lediglich für die Brachse und Schleie sowie weitgehend für den Aitel ist dieser Weg wegen mangelnder Anschlußbiotope eindeutig zu verneinen. Ein Einbringen von Brut über Wassergeflügel ist gerade am Königssee mit der geringen Wasservogeldichte und den relativ weit entfernten Seegebieten nicht sehr naheliegend. Daher spricht vieles dafür, daß die Cypriniden (mit Ausnahme der Elritze) ungewollt mit Besatzfischen eingebracht werden. Ein Mischbesatz bei Coregonensetzlingen, die in Teichen aufgezogen wurden, ist als Herkunftsquelle üblich und auch im vorliegenden Fall wahrscheinlich. Dabei ist eine Vermehrung und Aufrechterhaltung dieser Arten weitgehend aufgrund des Biotops ausschließbar.

Der Hecht schließlich, dessen anthropogene Einführung immer wieder diskutiert worden ist, dürfte nach der älteren Literatur (v. Siebold, 1854) mit bereits damals voll entwickeltem *Triaenophorus*-Zyklus inklusive des Seesaiblings autochthon sein oder zumindest schon sehr früh etwa unter den Fürstpröbsten eingesetzt worden sein. Sicher ließen sich hierzu durch die Aufarbeitung alter Akten aus Berchtesgaden und Salzburg wertvolle Aufschlüsse finden, die fischereihistorisch und möglicherweise medizinhistorisch wegen der guten historischen Quellenlage und der Überschaubarkeit heutiger Einflüsse im süddeutschen Raum einmalig sind.

Die bisherigen Ergebnisse lassen jedoch m.E. keine endgültigen Aussagen über die gesamte Fischfauna zu. Die zur Verfügung stehenden Mittel (2–3 Großabfischaktionen mittels Netz- und E-Fischerei durch die LA für Fischerei, Fischentnahme durch den Berufsfischer) können nicht den gesamten Seebiotop abdecken. Dies wird zum einen deutlich am Ergebnis des Koppfenfangs, die erst durch gezielte Taucherkundigungen im Lithoral in größerer Menge zugänglich waren. Zum anderen sind die Seetiefen nicht erfaßt; aus der Sicht der Fischpathologie könnten diese jedoch, wie die von Prof. Fricke beobachteten „Friedhöfe“ zeigen, besonders interessant sein. So ist m.E. auch das Problem Restbestände der Seeforelle wegen der begrenzten Fangmöglichkeiten nicht eindeutig beantwortbar.

4.2 Krankheiten der Fische im Königssee

Insgesamt gesehen bestehen bei den Fischpopulationen des Königssees derzeit, d.h. unter den gegebenen oligotrophen Verhältnissen, keine schweren Probleme. Es sind zwar zahlreiche belebte Krankheitserreger im See. Diese umfassen in erster Linie Parasiten der verschiedensten Gruppen, daneben Viren, deren Vorkommen nur indirekt anhand von Antikörpern belegt wurde. Pathogene Bakterien wurden dagegen nicht gefunden. Die Betonung muß jedoch auf „**derzeit**“ liegen. Die Erreger befinden sich mit den (potentiellen) Wirten in einem Gleichgewicht, das beiden Teilen das Überleben sichert. Es besteht jedoch die Gefahr, daß das Verschieben dieses Gleichgewichts durch Negativeinflüsse anderer Art auf den Wirt zu schwerwiegenden Folgen mit verlustreichen Krankheitsausbrüchen und u.U. zum Verschwinden einer Spezies führen kann. Derartige Faktoren sind in erster Linie negative Veränderungen der Wasserqualität, z.B. durch Abwässer mit der Folge einer Eutrophierung, Besatz mit Fischen aus Fremdkünften mit bisher im See noch nicht vorhandenem Erregerreservoir und einseitige Förderung bestimmter Arten mit Vordrängung anderer im gleichen oder übergreifenden Biotop. Dies trifft insbesondere für die Saiblinge zu. Dabei ist derzeit (noch) ein Gleichgewicht zwischen Parasit *Triaenophorus* und Wirt *Salvelinus* gewahrt (vgl. IV. C.). Trotzdem ist ein Bereich dieser Fischart eine stete Abwärtsentwicklung hinsichtlich Größenzustand und soweit aus der Literatur erschließbar auch des Korpulenzfaktors. Hier besteht real die Gefahr, daß in nicht vorausberechenbarer Zeit ein Krankheitsausbruch mit Zusammenbruch weiter Teile der Population erfolgen könnte durch bereits endogene Erreger. Dies wäre dann als Schwächeparasitose zu interpretieren. Auch die Auseinandersetzung mit neuen Erregern könnte speziell für diese, in hoher Dichte vorhandene Fischart fatal werden. Dabei ist u.a. an die Bacterial Kidney Disease zu denken, eine Infektion durch das *Renibacterium salmophilum*. Dieses Bakterium ist ursprünglich in Nordamerika endemisch und breitet sich z.Z. auch in Mitteleuropa aus. Besonders gefährdet sind geschwächte Fische (zu hohe Populationsdichten, Laichstress), Seesaiblinge scheinen zudem hoch empfänglich zu sein. Aus diesen Gründen (vgl. IV. D) ist ein besonderer Schutz sicherzustellen. Hierzu ist es nötig, keinen Besatz mit potentiellen Überträgern, also Salmoniden durchzuführen.

Für die übrigen Fischarten zeichnen sich derzeit keine derartigen Gefahrenmomente ab. Prinzipiell besteht jedoch auch für sie die Gefahr „neuer“ Erreger in gleichem Maße.

Von besonderem wissenschaftlichen Interesse (vgl. V.) sind die zahlreich gefundenen Protozoen, die in ihren Eigenschaften wie etwa den Entwicklungszyklen noch weitgehend unbekannt sind. Diesen kommt (Ausnahme *Paratrichodina* bei Barschen) lediglich die Bedeutung von Kommensalen zu. Die meisten von ihnen sind aber bei entsprechender Ausgangslage des Wirtes in der Lage fakultativ pathogen zu werden.

4.3 Das „Saiblingsproblem“

Die Königsseesaiblinge sind seit langem als Zwergformen, sog. „Schwarzreuther“ bekannt. Seit den Zwanzigerjahren wird hierfür durch Scheuring der Befall mit *Triaenophorus*

nodulosus verantwortlich gemacht. Diese auf den ersten Blick einleuchtende Erklärung wurde von späteren Autoren übernommen. Die vorliegenden Ergebnisse widerlegen diese Ansicht jedoch eindeutig und zeigen, daß *T. nodulosus* ohne negativen Einfluß auf die Entwicklung von *S. alpinus* ist. Dagegen erwies sich überraschenderweise *Eubothrium salvelini* als Negativfaktor auf die Entwicklung des Seesaiblings. Aber auch diesem Parasiten ist die Verzweigung nicht direkt anlastbar, vielmehr erhebt sich die Frage, ob nicht die schlechte Kondition des Wirtes die Voraussetzung für die festgestellte Negativentwicklung sein kann (vgl. V.). Eindeutig abzulehnen ist daher die Forderung einer verstärkten Hechtbekämpfung, um die Triaenophorose des Seesaiblings zu bekämpfen und damit dessen Entwicklung zu fördern. Andere pathogene Organismen zur Erklärung der Verzweigung konnten nicht gefunden werden. Damit erhebt sich die Frage nach anderen Ursachen. Vergleicht man die Seesaiblingspopulation des Königssees mit anderen aus ähnlich oligotrophen Biotopen etwa in Skandinavien, so zeigt sich eine durchaus vergleichbare Situation mit z.T. extremen Zwergformen (Übersicht bei Balon, 1980). In diesen Gewässern fehlt durchgehend *T. nodulosus*. Ohne die Ergebnisse der anderen Forschungsgruppen vorwegzunehmen (LA f. Fischerei, LA f. Wasserforschung, Staatsammlung, Inst. f. Tierzucht), weisen die in dieser Studie vorliegenden Daten darauf hin, daß die Verzweigung in Analogie zu den Verhältnissen in vergleichbaren Biotopen in umweltbedingten Faktoren, wie etwa dem Nahrungsangebot, zu suchen sind. Ein zusätzlicher Besatz mit „wachstumsfreudigen“ Seesaiblingen würde daher für den Bestand eher Nachteile bringen und die autochthone Population nur verfälschen. Dagegen erscheint eine zunehmende Vermehrung seit Beginn des Jahrhunderts abgesichert. Wenn nun die Ursache nicht erreggerbedingt ist, sondern auf Umweltfaktoren beruht, ist nach diesen zu fragen. Nachdem im aquatischen System offensichtlich keine gravierenden Verschiebungen vorliegen, könnte der Konkurrenzdruck durch andere Fische mit gleichem Nahrungsspektrum ein wesentlicher Faktor sein. Hierfür kämen die Coregonen in Betracht. Die Frage läßt sich nur nach Vorliegen aller Ergebnisse des Königsseeprojektes aus einer Gesamtschau entscheiden, der der Autor nicht vorgreifen möchte.

Die Aufspaltung der Seesaiblinge in verschiedene Populationen (Frohwüchser = Wildform, Schwarzreuther = Zwergform) ist ebenfalls sicher nicht parasitenabhängig, da die Belastung für beide Gruppen gleich ist. Lassen sich die gut dokumentierten Untersuchungen aus anderen Biotopen mit vergleichbarer Trophie und Aufspaltung der Saiblinge übertragen, so dürfte auch kein genetischer Unterschied bestehen. Vielmehr erfolgt die Auftrennung als Folge von unterschiedlichen Fraß- und Revierverhalten. Wodurch dies ausgelöst wird, ist noch nicht bekannt.

Da wie erwähnt, bei der steten Abwärtsentwicklung der Saiblingskondition, die allen Zeichen nach durch das knappe Nahrungsangebot bedingt ist, der Zusammenbruch der Population durch fakultativ pathogene Faktoren in absehbarer Zeit nicht auszuschließen ist, sollen drei denkbare Lösungsmöglichkeiten andiskutiert werden: 1. Kein Eingriff mit dem Risiko des Zusammenbruchs der Population und der Folge langfristigem fischereilichem Ausfall des Seesaiblings als Wirtschaftsfisch, 2. Reduzierung des Nahrungskonkurrenten Coregone als „Fremdfisch“ im Ökosy-

stem Königssee unter dem Aspekt Wiederherstellung ursprünglicher Verhältnisse. Nach der Etablierung der Coregonenpopulation ist dabei sicher keine vollständige Entfernung dieser exogenen Spezies möglich. Gleichzeitig wäre dabei eine behutsame Reduzierung der Saiblingspopulation wünschenswert. 3. Starke Reduzierung des Seesaiblings zugunsten der wirtschaftlich wertvolleren Coregonen und Beschränkung auf eine sich erhaltende, jedoch kontrolliert kurz gehaltene Saiblingspopulation. Die Entscheidung, welcher Möglichkeit der Vorzug gegeben wird, ist letztendlich von der Zielsetzung abhängig, wobei Vorschlag 2 sicher dem Gedanken eines Nationalparks am nächsten kommt.

4.4 Fischbesatz und fischereiliche Bewirtschaftung

Wenngleich dies nicht direkt das Thema der Untersuchungen des Autors ist, muß aus fischereibiologischer und ichthyopathologischer Sicht trotzdem darauf eingegangen werden. Dabei soll keine Wertung auch der letztlich politischen Zielsetzung einer Fischereiwirtschaft im Nationalpark getroffen werden, sondern nur auf hygienische und gesundheitliche Aspekte eingegangen werden. Der Königssee stellt trotz mannigfaltiger menschlicher Beeinflussung das letzte größere Gewässer Bayerns bzw. Deutschlands in zumindest naturnahem Zustand dar. Dies trifft, wenngleich in schwächerem Maße, auch für die Fischpopulationen zu. Damit kommt diesem Biotop auch aus wissenschaftlicher Sicht eine Sonderstellung zu, deren Erhaltung höchste Priorität verdient.

Unter diesem Aspekt ist ein Besatz mit Fischen fremder, d.h. nicht aus dem Königssee selbst nachgezogener Brut unter keinen Umständen vertretbar. Die Gefahr der Einschleppung nicht vorhandener Erreger ist auch durch Kontrolluntersuchungen in einem eventuellen Brutbetrieb nicht vollständig auszuschließen. Dies trifft insbesondere auf die Coregonen zu, deren Krankheit wissenschaftlich noch weitgehend unbearbeitet sind, aber auch auf Salmoniden wie Seesaibling oder Seeforelle. Für diese beiden Arten besteht insbesondere die Gefahr der Einschleppung der BKD, die nach Untersuchungen an unserem Institut auch bereits in Freigewässern Bayerns bei diesen Arten nachgewiesen wurde. Die derzeitige Situation der Fischseuchenüberwachung sowohl bei Importen aus dem Ausland als auch den heimischen Produktionen kann keine derartig hohe Sicherheit bieten, wie sie m.E. für den Königssee erforderlich wäre. Aus diesen infektionshygienischen Gesichtspunkten ist zu fordern, daß etwaige Besatzmaßnahmen, auf deren Zweckmäßigkeit hier bewußt nicht eingegangen werden soll, nur mit am Königssee selbst aufgezogener Brut bzw. Setzlingen erfolgen darf, wobei selbstverständlich auch die Elterntiere aus dem See stammen müssen. Da hierfür in erster Linie nur Salmoniden (Seesaibling, Seeforelle) und Coregonen in Frage kommen, erfordert die Erbrütung selbst keine allzu großen arbeitstechnischen sowie apparativen Aufwendungen. Zudem wäre hierdurch eine Sicherung des seeigenen genetischen Materials sichergestellt.

Mit in diesem Zusammenhang zu sehen ist die potentielle Einbringung von Erregern aus anderen als fischereibetrieblichen Herkünften. Dazu zählen Fischhälterungen im Rahmen der Gastronomie z.B. im Ort Königssee oder in St. Bartholomä mit Wasserdurchfluß und Verbindung zum

Seekörper. Das Gleiche würde für eine Wiedezulassung der Angelfischerei im See gelten. Hierfür kommt in erster Linie der Hecht in Frage, der in dem klaren See wohl effektiv nur mit Köderfischen zu fangen ist. Ein Verbot der Verwendung nicht aus dem See selbst stammender Köderfische (v.a. Elritzen) wäre nicht effektiv überwacht und damit wirkungslos. Dies träfe vor allem für Gastfischer etwa im Bereich des Fremdenverkehrs zu, die bei einer Öffnung der Angelfischerei nicht ausschließbar wären. Somit ist anzustreben, Hälterungen von lebenden Fischen für Speisezwecke im Wassereinzugsgebiet, die nicht aus dem Königssee selbst stammen, zu unterbinden und die Angelfischerei nicht wieder zuzulassen.

4.5 Wissenschaftliche Untersuchungen an Fischen des Königssees

Das einzigartige Biotop Königssee sollte auch zukünftig Forschungen auf ichthyologischem bzw. ichthyopathologischem Feld erhalten bleiben (vgl. V.) Eine Reihe von Problemen läßt sich optimal in diesem abgeschlossenen und relativ artenarmen, somit übersichtlichen Biotop erschließen. Hierzu sollten jedoch einige Verbesserungen vorgeschlagen werden. Zunächst möchte ich mich jedoch bei allen am Projekt Beteiligten, insbesondere auch bei Herrn Fischereimeister Amort bedanken, für die Zusammenarbeit, die erst die Ergebnisse ermöglichte. Dabei wurden aber auch die Grenzen der Aussagen deutlich. So wäre eine kontinuierliche Erfassung, d.h. Befischung zusätzlicher Lebensräume wünschenswert, um etwa größere Tiefen oder die Entwicklung der Fische in Brut- und früheren Lebensstadien zu erfassen. Das vorliegende Fischmaterial beginnt bei

nahezu allen Arten erst bei etwa 2—3jährigen Tieren, bedingt durch die Gegebenheiten der üblichen Erwerbsfischerei. Aussagen über jüngere Fische, insbesondere Brutlinge sind nicht möglich. Nichtwirtschaftsfische, wie am Beispiel der Koppe gezeigt, waren teilweise gar nicht erfaßt. Aus wissenschaftlicher Sicht wäre es daher wünschenswert, diese Lücken zu schließen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Sammlung der Fische unmittelbar vor Ort jederzeit erfolgen kann, da terminierte Aktionen stets Unwägbarkeiten vor allem durch die Witterung unterworfen sind. Diese Aktionen, erweitert etwa durch Tauchereinsatz, stellen ein wertvolles Arbeitsgerüst dar, dessen Lücken auszufüllen sind. Als konkreten Vorschlag sei es daher dem Autor erlaubt, aus den Arbeitserfahrungen den Vorschlag zu bringen, den ortsansässigen Fischer in ein derartiges Konzept einzubeziehen, um gezielte wissenschaftliche Untersuchungen an bisher nicht genutzten Seeteilen, die aus der Sicht der Erwerbsfischerei uninteressant sind, zu gewährleisten. Die Durchführung der Fischerei müßte dabei nach den Erfordernissen der wissenschaftlichen Fragestellung hinsichtlich Fangort, verwendetem Fischereigerät und Fangzeit erfolgen, und nicht, wie bisher, die Entnahme von Fischen für wissenschaftliche Zwecke nur als „Abfallprodukt“ der Erwerbsfischerei und deren Belangen untergeordnet sein. Dies könnte z.B. in einer — auch finanziellen — Einbindung des Fischers in den Rahmen des Nationalparks in Form einer (Teil-)Anstellung erfolgen. Dies dürfte auch den finanziell günstigsten Weg darstellen, einerseits die Existenz des Berufsfischers langfristig zu sichern und andererseits wissenschaftliche Belange optimal zu wahren. Zudem erseint eine Fortschreibung bzw. Überprüfung der Entwicklung der Fischpopulation nach längeren Intervallen wissenschaftlich notwendig und sinnvoll.

5 Ausblicke

Die erhaltenen und diskutierten Ergebnisse eröffnen eine Reihe weiterer, z.T. neuer Fragestellungen, denen unbedingt nachgegangen werden sollte. Sie werden im Folgenden kurz anskizziert, um die Problematik aufzuzeigen. Dabei sollte auch „Schädlingen“ wie Fischparasiten ein fester Platz innerhalb des Ökosystems Nationalpark Berchtesgaden zugestanden werden und auch sie als ursprünglicher Bestandteil der Fauna geschützt werden.

5.1 Triaenophorose

Die Ergebnisse zeigen, daß unter den Bedingungen des Königssees sich z.T. von anderen Gewässern abweichende Befallsmuster abzeichnen. Dies betrifft in erster Linie die Immunreaktion der befallenen Wirte. Zwei Spezies fallen dabei besonders auf, der Seesaibling ohne erkennbare Abwehrreaktion, wobei Regelmechanismen gegen einen zu extremen Befall nicht ausschließbar, ja sogar wahrscheinlich sind und der Barsch als Gegenstück, mit weitaus über die in der Literatur bekannten Reaktion hinausgehenden Abstoßungen. Dabei soll zunächst geklärt werden, welcher Natur diese Immunreaktionen sind, zum anderen der Frage nachgegangen werden, ob die Barsche des Königssees etwa aufgrund ihrer Separation von anderen Biotopen auf besser ausgebildete Reaktionsmöglichkeiten hin ausselektiert worden sind. Ein erster Ansatz zur Lösung dieser Frage in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe der Bayer. LA für Wasserforschung scheiterte an dem mißglückten Versuch, Barsche verschiedener Herkunft unter Laborbedingungen zu erbrüten bzw. über das erste Larvenstadium hinauszubringen. Diese Versuche sollen 1985 wiederholt werden.

5.2 *Eubothrium salvelini*

Da keine vergleichbaren Daten über die Beeinflussung von Seesaiblingen in mesotrophen Gewässern durch *E. salvelini* vorliegen, ist der Befund an Fischen des Königssees insgesamt nicht voll zu interpretieren. *E. salvelini* wird nämlich im allgemeinen als Parasit betrachtet, der den Wirt kaum beeinflußt. Es soll daher versucht werden, Saiblinge aus anderen Seen mit *E. salvelini*-Befall mit gleichen Parametern zu untersuchen. Je nach Ergebnis könnte erst damit der reale Einfluß dieses Cestoden beurteilt werden.

5.3 Protozoenbefall

Hinsichtlich der Invasion mit *Paratrichodina* gilt ähnlich wie bei Triaenophorose bezüglich der Immunreaktion des Wirtes Barsch im Vergleich zur Elritze. Auch hierzu sollten noch Wirtsreaktionen näher untersucht werden.

Die Myxosporidien insgesamt bedürfen näherer Untersuchungen auf Entwicklungszyklen, die teilweise noch gänzlich unbekannt sind. Dabei wäre an eine Kooperation mit auf diese Parasiten spezialisierten Wissenschaftler zu denken, da deren Untersuchungen sowie das Erkennen und Einordnen von Zwischenstadien für den Nichtspezialisten nahezu unmöglich ist. Andererseits bietet die unbelastete Lage und die Kontaktarmut mit anderen Fischpopulationen geradezu ideale Bedingungen, die wegen ihrer Seltenheit nicht ungenutzt bleiben sollten.

5.4 Zukünftige Kontrollen

Nach Erhebung des Status quo erscheint es aus wissenschaftlichem Interesse unerlässlich, weitere stichprobenartige Untersuchungen in größeren Zeitabschnitten durchzuführen, um eine eventuelle Weiterentwicklung verfolgen zu können. Die Einmaligkeit des Königsseebiotops erlaubt hieraus wertvolle Rückschlüsse auf Interaktionen von Erregern mit verschiedenen Fischarten unter oligotrophen Bedingungen und unter weitgehend anthropogen ungestörten Verhältnissen wie kein anderes Seensystem.

6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Untersucht wurden Fische der Spezies Seesaibling, Renke, Bachsaibling, Bachforelle, Hecht, Elritze, Aitel, Brachse, Schleie, Barsch, Rutte und Mühlkoppe.
2. Die morphologische jahreszyklische Entwicklung der Gonaden entspricht den Verhältnissen anderer Biotope. Bei den Frühjahrslaichern (Barsch, Hecht) treten leichte zeitliche Verschiebungen ein. Die Elritze laicht mehrmals über einen längeren Zeitraum ab und nicht, wie bisher vorwiegend angenommen, nur einmal.
3. Die Blutuntersuchungen ergaben Schwankungsbreiten, die in den Normalbereichen liegen.
4. Als schwerwiegendster pathologischer Befund wurde die Triaenophorose bei den Zwischenwirten Seesaibling, Elritze, Rutte und Barsch beobachtet. Je nach Spezies waren unterschiedlich große Leberbezirke betroffen. Für den Seesaibling konnte der Wanderweg der Plerocercocoe über die Gallengänge nachgewiesen werden. Während bei Seesaibling und Elritze keine Abwehrreaktionen vorliegen, sind Rutte und vor allem Barsch in der Lage den eingedrungenen Parasiten abzustößten.

Entgegen bisheriger Auffassung kann jedoch keine negative Beeinflussung von Wachstum und Kondition bei allen 4 Fischarten, insbesondere jedoch beim Seesaibling festgestellt werden. Die Verhältnisse insbesondere beim Barsch unterschieden sich von denen in anderen Biotopen. Die Immunreaktionen bedürfen noch weiterer Aufklärung.

5. Der Cestode *Eubothrium salvelini* führt beim Seesaibling zu reduzierten Korpulenzfaktoren und zu Blutbildveränderungen (Anämie, verstärkter Erythrozytenabbau). Dabei ist unklar, ob dieser Befund verallgemeinert werden kann oder ob er in Zusammenhang mit dem Minderwuchs der Seesaiblinge infolge des nahrungsarmen Biotops zu sehen ist.
6. Bei Mühlkoppfen liegt weitverbreitet eine Invasion mit Strigeiden-Metacercarien (*Apatemon cobitidis*) vor, die jedoch noch weiterer Aufklärung bedarf.
7. Weitverbreitet bei allen Fischarten sind Myxosporidieninvasionen der inneren Organe, der Muskulatur und der

Kiemen. Unter den gegenwärtigen Bedingungen ist ihnen keine pathologische Bedeutung zuzumessen, sie sind als Kommensalen anzusehen.

8. Bei Elritzen und Barschen liegen Infektionen der ableitenden Harnwege mit Trichodinien vor. Während bei Elritzen keine Reaktion zu finden ist, zeigen Barsche Entzündungen der Harnleiter.
9. Daneben wurden verzeinzelt, meist nicht gravierende Organveränderungen als Zufalls-Nebenbefund bei einigen Vertretern der untersuchten Fischarten gefunden.
10. Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigen einmal das Virus des VHS bei Renken, sowie Antikörper gegen IPN bei Barschen. Pathogene Bakterien konnten dagegen nicht angezüchtet werden. Hinweise für akute virale oder bakterielle Infektionen liegen nicht vor.
11. Ein Besatz mit Fischen, die nicht von Elterntieren aus dem Königssee und im See selbst erbrütet worden sind ist aus folgenden Gründen abzulehnen.
 - a) Mit teichgezogenen Fischen besteht die Gefahr des Einbringens zusätzlicher Fischarten, die im Königssee weder autochthon noch für den Biotop geeignet sind.
 - b) Die Einschleppung neuer belebter Krankheitserreger ist nicht kontrollierbar und kann das einmalige Königsseesystem auf's Höchste gefährden.
 - c) Dazu zählen auch Fischhälterungen im Bereich der Gastronomie sofern das Halterungswasser mit dem Wasserkörper des Königssees in Verbindung steht.
12. Eine Bekämpfung des Hechtes, um die Triaenophorose des Seesaiblings zu reduzieren, ist nicht notwendig, wenig sinnvoll und würde sich gegen eine autochthone Fischart richten.
13. Für die Spezies Seesaibling besteht die Gefahr, daß infolge des mangelnden Nahrungsangebots bei Konkurrenz durch Coregonen fakultativ pathogene Erreger zu Einbrüchen in der Population führen können. Mögliche Lösungsstrategien werden diskutiert.
14. Die bisherigen Methoden der Fischerei zur Erfassung und Beurteilung der Fischfauna sollten durch zusätzliche Methoden ergänzt werden. Erst dann ist eine Aussage für alle Spezies möglich. Die Einbindung des Berufsfischers in ein derartiges Konzept erscheint nötig und sinnvoll, um wissenschaftliche Fragestellungen exakt und kostengünstig bearbeiten zu können.
15. Zusätzliche Untersuchungen zur Immunologie der Triaenophorose, zu der *Eubothrium*-Invasion sowie des Strigeiden-Befall bei Mühlkoppfen und den Protozoosen erscheinen im Vergleich Königssee zu anderen Gewässern notwendig.

7 Addendum

Nach Schreiben des Berichtes war eine Tauchfahrt (P. Scheinert) mit dem U-Boot von Prof. Fricke möglich. Als erstaunlichsten Befund wurden dabei Mühlkuppen in ca.

190 m Seetiefe in großer Zahl gefunden. Dieser allgemein als Bewohner der flachen Uferregionen in reinen Seen sowie Fließgewässern beschriebene Kleinfisch hat also offensichtlich die bisher nicht allgemein bekannte Möglichkeit, tiefe Regionen zu besiedeln. Sein Auffinden am Königssee-Grund ist ein klarer Beweis für die hohe Wasserqualität des Sees, da die Mühlkuppen hohe Ansprüche an Reinheit und Sauerstoffgehalt stellen.

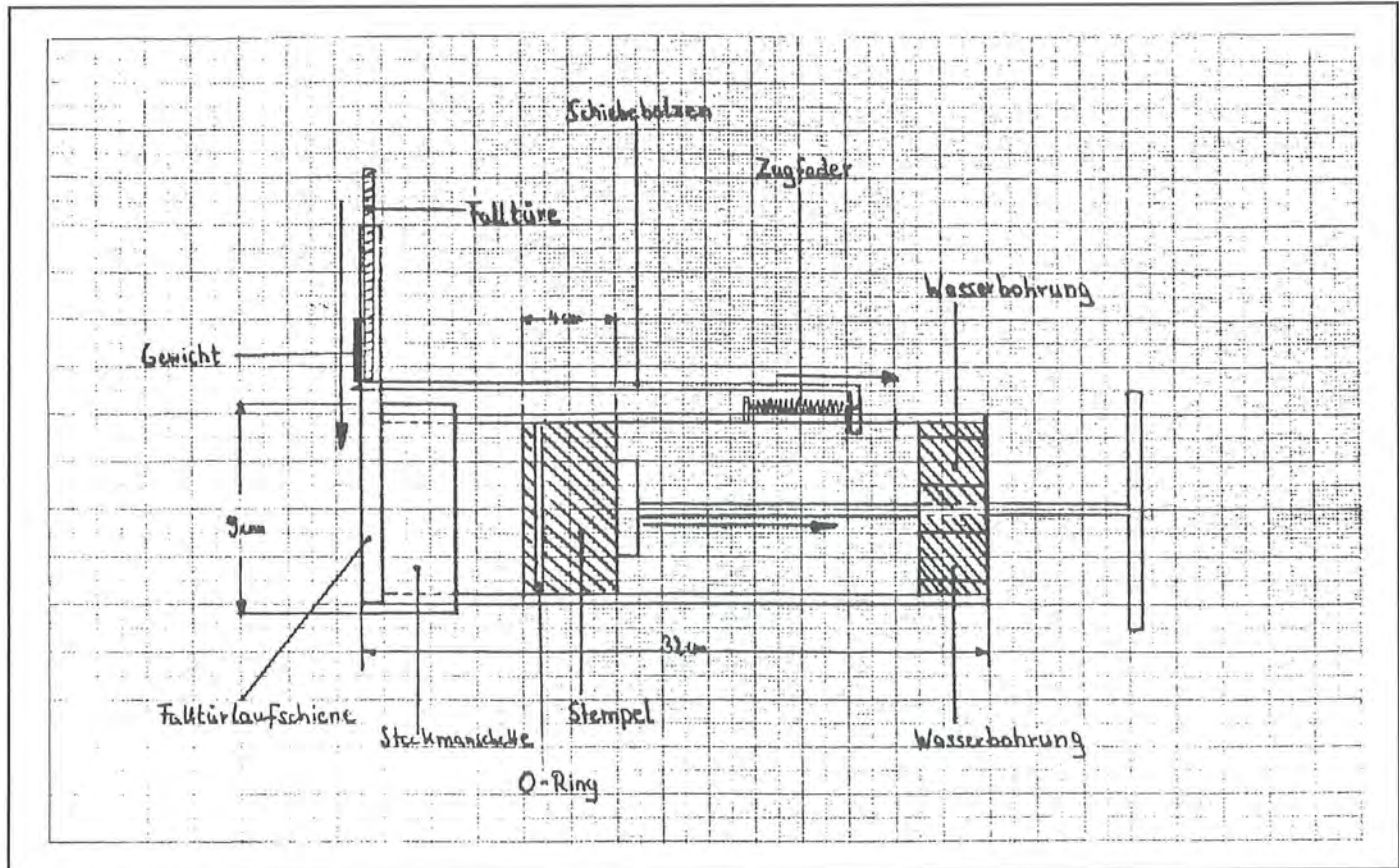


Abb. 69: Zeichnung des Sauggeräts zum Koppfang.

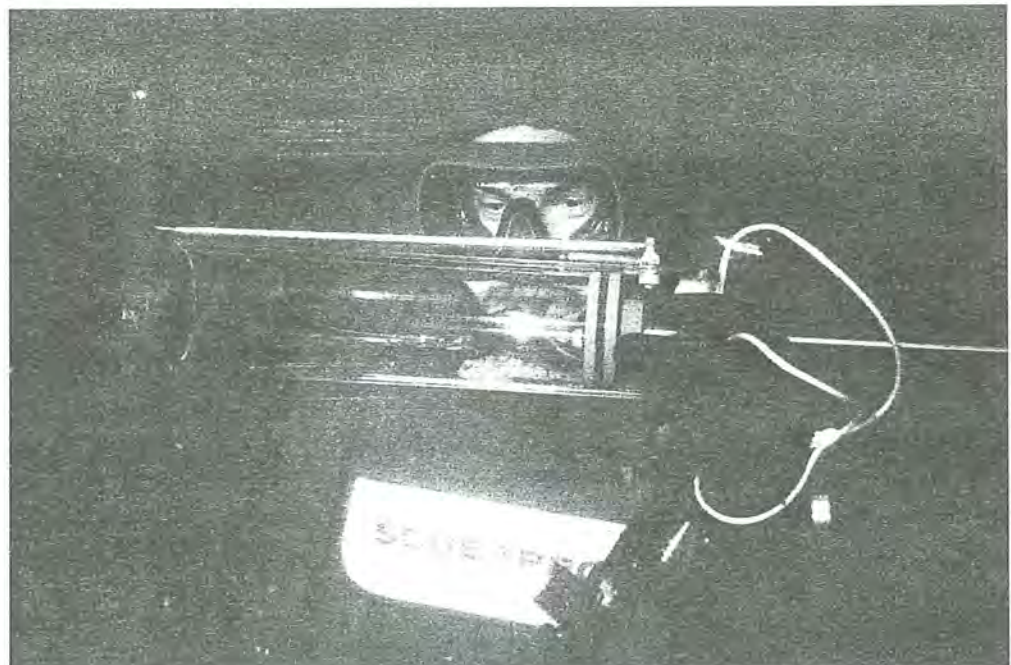


Abb. 70: Sauggerät im Einsatz.

8 Literaturverzeichnis

- R. HOFFMANN, C.R. KENNEDY and J. MEDER: Effects of *Eubothrium salvelini* on arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in an alpine lake. *J. Fish Dis.* 9, 153 — 157, 1986.
- R. HOFFMANN, J. MEDER, M. KLEIN, K. OSTERKORN and R.D. NEGELE: Studies on lesions caused by plerocercoids of *Triaenophorus nodulosus* in some fish of an alpine lake, the Königssee. *J. Fish Biol.* 28, 701 — 712, 1986.
- P. SCHEINERT und R. HOFFMANN: Enzymserologische Untersuchungen an durch *Triaenophorus nodulosus* befallenen Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus* L.) des Königssees. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 99, 383 — 386, 1986.
- J. BIBELRIETHER, P. SCHEINERT und R. HOFFMANN: Entwicklungszyklus und Zoogeographie von *Apatemon cobitidis* (Trematoda) im Königssee. In *Deutsche Vet.Med.Ges. (Hrsg.): Tagung der Fachgruppe Fischkrankheiten*, S. 91 — 97, 1987.
- M. EL-MATBOULI und R. HOFFMANN: Verbreitung von Myxosporidien unter freilebenden Fischen in Bayern. In *Deutsche Vet.Med.Ges. (Hrsg) Tagung der Fachgruppe Fischkrankheiten* S. 63 — 71, 1987.
- M. EL-MATBOULI und R. HOFFMANN: Eine neue *Myxobolus*-Art (Myxozoa, Myxobolidae) in Zentralnervensystem der Koppe (*Cottus gobio*). *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, 80. Jahresversammlung. G. Fischer-Verl. Stuttgart, S. 1991, 1987.
- R. HOFFMANN und D. MEDER: Morphologische Untersuchungen an den Gonaden von Fischen aus einem alpinen See (Königssee) im Jahreszyklus. *Arch. f. Hydrobiol.* 113, 61 — 91, 1988.
- M. EL-MATBOULI, Th. FISCHER-SCHERL and R.W. HOFFMANN: Light and electron microscopic studies on *Myxobolus cotti* EL-Matbouli and Hoffmann, 1987, infecting the central nervous system of the bullhead (*Cottus gobio*). *Parasitol. Res.* 76, 219 — 227, 1990.
- R. HOFFMANN, P. SCHEINERT and J. BIBELRIETHER: Histological studies on the effects of *Apatemon cobitidis* in its second intermediate host, the bullhead (*Cottus gobio*). *Angew. Parasitol.* 32, 27 — 32, 1991.

Dissertationen:

Peter Scheinert

Klinisch-chemische Untersuchungen an durch *Triaenophorus nodulosus* befallenen Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus* L.) des Königssees. 1984.

Dorothea Meder

Morphologische Untersuchungen an den Gonaden der wichtigsten Fischarten im Königssee. 1984.

Josef Schöttler

Untersuchungen zum Verhalten von Plerocercoiden des Fischbandwurms *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda, Pseudophyllidea) in verschiedenen Fischarten des Königssees. 1984.

Johanna Bibelriether

Untersuchungen zum Wirtszyklus von *Apatemon Cobitidis* v. Linstow 1890 (Trematoda) mit besonderer Berücksichtigung des zweiten Zwischenwirtes, *Cottus gobio* L. 1988.

Die Entwicklung der Fischfauna im Königssee

Helga Rettenbeck

1 Einleitung

Der Königssee liegt im Nationalpark Berchtesgaden und nimmt somit eine besondere Stellung unter den fischereilich genutzten Seen Bayerns ein.

Um den heutigen Fischbestand des Königssees besser beurteilen zu können, soll durch Quellen- und Literaturstudien die historische Entwicklung und Nutzung der autochthonen Fischarten sowie anthropogene Einflüsse aufgezeigt werden. Hierbei wurde hauptsächlich auf die Schilderung der Hecht-, Seesaiblings- und Seeforellenbestände Wert gelegt. Das Wissen um die historische Entwicklung des Fischbestandes am Königssee sollte bei künftigen fischereilichen Maßnahmen als Entscheidungshilfe dienen.

2 Material und Methodik

Auf der Suche nach erforderlichem Quellenmaterial und Literatur wurde mit den folgenden Stellen hauptsächlich persönlich, aber auch schriftlich Kontakt aufgenommen:

- Bayer. Staatsbibliothek und deren Handschriftenabteilung, München;
- Bayer. Hauptstaatsarchiv und dessen Amtsbücherei, München;
- Bibliothek des Instituts für Zoologie und Hydrobiologie der Universität München;
- Bibliothek der tierärztlichen Fakultät der Universität München;
- Bibliothek des Instituts für bayer. Geschichte, München;
- Bibliothek des Instituts für Volkskunde, München;
- Erzbischöfliches Ordinariatsarchiv München und Freising, München;
- Staatsarchiv München;

- Universitätsbibliothek München;
- Zoologische Staatssammlung München;
- Bayer. Landesanstalt für Fischerei in Starnberg;
- Bildungsstätte des Bayerischen Bauernverbandes, Herrsching;
- Pfarrarchiv St. Andreas, Berchtesgaden;
- Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg;
- Österreichisches Staatsarchiv; Wiener Haus Hof- und Staatsarchiv;
- Österreichisches Staatsarchiv; Finanz- und Hofkammerarchiv Wien;
- Salzburger Landesarchiv.

Die Interpretation von speziellen Abkürzungen und Schriftzeichen in ungedruckten Quellen wurde mir von Herrn Bachmann (Angestellter des bayer. Hauptstaatsarchiv) und Herrn Prälat Dr. Brugger (Berchtesgaden) nahegebracht. Unverständliche und alte Begriffe aus den Akten, soweit sie nicht direkt erklärt werden, finden sich beiden Worterläuterungen. Die Erklärungen wurden v. BOSE (1810) und HÖFLING (1987) entnommen, außerdem den Lexika von ZEDLER (1733), MEYER (1896) und dem bayerischen Wörterbuch von SCHMELLER (1985).

3 Der Königssee

3.1 Geomorphologie und ökologische Grundzüge

Der Königssee ist ein bayerischer Gebirgssee im Nationalpark Berchtesgaden. Er liegt als alpiner Randsee zwischen dem Watzmannmassiv und dem Jenner (HAEMPEL, 1930). Vermutlich im ausgehenden Jura (vor ca. 140 Millionen Jahren) als Grabenbruch, der bis in das Pleistozän aktiv war, im Dachsteinkalk angelegt, bekam der Königssee seine endgültige Trogform in der Würmeiszeit. Sein Wasser erhält er aus fünf Zuflußgebieten: Schrainbach, Obersee, Kesselbach, Eisgraben und Königsbach. Der Abfluß erfolgt über die Königsseer Ache. Der Obersee, von dem der Königssee durch eine Wallmoräne getrennt ist, kommuniziert über den sehr kleinen Mittersee mit dem **Bartholomäsee**, wie ein alter Name des Königssees lautet (SIEBECK, 1982).

Nach THIENEMANN (1920, 1924) handelt es sich beim Königssee um einen subalpinen Klarwassersee, der nährstoffarm (oligothroph), sauerstoffreich, tief und kalt ist und schmale Ufer besitzt.

Für den ausgesprochen oligotrophen Charakter sprechen unter anderem die blaugrüne Eigenfarbe des Sees, die geringe phytoplanktische Biomasse und zahlreiche Indikatororganismen wie Seesaiblinge und Koppen. Sein besonderes Kennzeichen ist seine Tiefe im Bezug zur Seeoberfläche. Mit den steilen Uferwänden gleicht er einem sehr windgeschütztem Fjordsee. Das bedeutet, daß er weder im Herbst noch im Frühjahr in allen Schichten durchmischt wird. Die Sonneneinstrahlung und die Erwärmung ist gering (SIEBECK, 1982).

Im folgenden sind die wichtigsten Daten über den Königssee aufgliedert:

Lage: 603 m über NN;

Länge: 7,7 km;

maximale Breite: 1,2 km;

mittlere Tiefe: 98 m (maximal 190 m);

höchstes Monatsmittel der Temperatur:

Seeoberfläche: +16° C,

in 5 m Tiefe: +12° C,

in 10 m Tiefe: +8° C,

in 75-100 m Tiefe besteht ab +4,2° C Temperaturinversion:

Temperaturanstieg auf +4,4 – +4,5 ° C bis zum Grund

(SIEBECK, 1982).

Die Umweltbelastung des Königssees ist durch die geringe Besiedlungsmöglichkeit im Umfeld relativ niedrig. Nur bei St. Bartholomä, als Touristenanziehungspunkt, und Sallet zeigen sich größere Belastungen (SIEBECK, 1982). Die große Anzahl der täglichen Besucher kann trotz der ausschließlichen Verwendung von Elektrobooten nicht ohne Wirkung auf den See sein. Die Belastung durch Abwasser aus St. Bartholomä wurde mittlerweile durch eine Abwasserleitung nach Königssee deutlich reduziert.

Der Königssee befindet sich im Spannungsfeld verschiedener Interessen. Er liegt im Zentrum des Nationalparks Berchtesgaden, wird aber fischereilich genutzt und dient zugleich Er-

holungs- und Bildungszwecken (LAWA, 1985) und ist dadurch ein wichtiger regionaler Wirtschaftsfaktor.

3.2 Zoogeographische Einteilung

Die geographisch geologische und ökologische Situation eines Gewässers ist entscheidend für das Vorkommen der jeweiligen Fischarten. Das bedeutet, daß der Königssee als Lebensraum von Anfang an nur bestimmte Fischarten besitzen konnte. Es handelt sich dabei um eine glaziale Mischfauna, die einerseits aus kaltstenohermen Fischen, wie den Winterlaichern Seesaibling und Quappe, und andererseits aus eurythermen Fischen, wie Hecht, Flußbarsch, Elritze und Koppe besteht. Die ursprünglichen Hauptfische der Seen des bayerischen Alpengebietes sind Seesaiblinge (THIENEMANN, 1962), deshalb werden diese Seen zur Charakterisierung als Saiblingsseen bezeichnet (BAUCH, 1953; JENS 1980). Zu dieser Kategorie gehört auch der Königssee.

Den Saiblingssee findet man nur im Gebirge. Er ist tief, hat steile Ufer, ist nährstoffarm und sehr klar, hat wenig Uferpflanzen und reichlich Sauerstoff. Die Indikatorfische, die dort leben sind Seesaibling, Bachforelle, Mairenke, Perlfisch, Elritze und Koppe. Auch nach LIEBMANN (1960), der die Seen fischereilich beurteilt hat, ist der Königssee ein Saiblingssee.

3.3 Fischarten des Königssees

3.3.1 Systematik der Fischarten

SIEBECK (1982) führt in seiner Studie über den Nationalpark die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Fischarten als im Königssee vorkommend auf. Er betont dabei, daß die in geringer Zahl gefangenen Brachsen, Aitel und Aale im Königssee keineswegs optimale Lebensbedingungen und vor allem zu wenig Nahrung finden.

Tab. 1 (SIEBECK, 1982).

Salmonidae	
Salvelinus alpinus salvelinus (Linné 1758)	Seesaibling
Salmo trutta forma fario (Linné 1758)	Bachforelle*
Salmo trutta forma lacustris (Linné 1758)	Seeforelle*
Salvelinus fontinalis (Mitchill 1815)	Bachsaibling
Coregonus macrophthalmus	Renke
Coregonus albula	kleine Maräne*
Esocidae	
Esox lucius (Linné 1758)	Hecht
Cottidae	
Cottus gobio (Linné 1758)	Mühlkoppe
Percidae	
Perca fluviatilis (Linné 1758)	Flußbarsch
Cyprinidae	
Abramis brama (Linné 1758)	Brachsen*
Phoxinus phoxinus (Linné 1758)	Elritze
Leuciscus cephalus (Linné 1758)	Aitel*
Anguillidae	
Anguilla anguilla (Linné 1758)	Aal*
Gadidae	
Lota lota (Linné 1758)	Rutte

* nur vereinzelt nachgewiesen

3.3.2 Beschreibung der wichtigsten Fischarten des Königssees

Der **SEESAIBLING** (*Salvelinus alpinus salvelinus*) ist eine stationäre Salmonidenart und kommt im Königssee überwie-

gend in einer Zwergform, dem sogenannten Schwarzreuter vor. Nur gelegentlich finden sich größere Exemplare, die Wildfangaiblinge.

Allgemeine Verbreitung: Der Seesaibling ist streng an kaltes Wasser gebunden; in Deutschland nur im Alpen- und Voralpengebiet vorkommend. Er lebt in tiefen Seen, mit reinem, klarem Wasser und hohem Sauerstoffgehalt bis in tiefe Schichten (SCHINDLER, 1953 c).

Die Laichzeit kann sich bei geeigneter Temperatur das ganze Jahr hinziehen (NERESHEIMER, 1941); im Königssee erstreckt sie sich hauptsächlich von September bis Dezember. Der Laichuntergrund besteht aus Kies und Sand (MEDER, 1984).

Beim Seesaibling gibt es zahlreiche Lokalformen mit wechselnden Farben, je nach Alter und Standort (SCHINDLER, 1953 c). Die taxonomische Einordnung bereitet aufgrund dieser Variationsbreite Schwierigkeiten (GERSTMEIER, 1985).

So werden nach MUUS/DAHLSTRÖM (1978) vier „Seesaiblingsformen“ unterschieden, wobei fließende Übergänge zwischen den einzelnen Formen existieren.

- der **Wildfangaibling**, ein Raubfisch;
- der **Normalsaibling**, ernährt sich von Planktonkrebsen und Bodentieren;
- der **Schwarzreuter**, eine Zwergform (meist unter 100 g und unter 25 cm). Die Ernährung besteht überwiegend aus Plankton;
- der **Tiefsee- oder Hungersaibling**.

Der Tiefseesaibling soll jedoch nicht im Königssee vorkommen (HECHT, 1984).

Die „Formen“ sind jedoch nicht genetisch bedingt, es handelt sich vielmehr um biotop- und nahrungsbedingte Varianten (BALON, 1980).

Der Seesaibling ist ein wertvoller Speise- und Nutzfisch.

Zum erstenmal wird er von v. Paula SCHRANK im Jahre 1785 als im Königssee vorkommend beschrieben.

Die **SEEOFELLE** (*Salmo trutta forma lacustris*), ein geschätzter Speisefisch, kommt nur vereinzelt im Königssee vor (SIEBECK, 1982). Lebensraum sind hauptsächlich tiefe, klare Seen des Alpen- und Voralpengebietes bis zu 1800 m Höhe.

Zur Laichzeit von September bis Dezember wandern sie meist in die Zuflüsse der Seen. Die älteren Fische (Grundforellen) leben in größeren Tiefen der Seen, die jüngeren (Schwebforellen) in höheren Wasserschichten, nahe dem Ufer. Die Jungen ernähren sich von Kleintieren, die Adulten von Fischen (SCHINDLER, 1953 c).

Bereits vor der Jahrhundertwende wurden Besatzmaßnahmen durchgeführt. Vermutlich ist die reine Wildform nicht mehr vorhanden (KUSSMAUL, 1986).

Die Seeforelle wird von v. Paula SCHRANK (1785) als Lachsforelle (*Salmo trutta* Bloch), im Königssee ansässig, beschrieben.

Die **RENKEN** (*Coregonus* spp.) leben in klaren, tiefen und sauerstoffreichen größeren Seen (SCHINDLER, 1953 c). Die Renke ist der „Brotfisch der bayerischen Seenfischerei“. Ihr Fleisch ist ausgezeichnet.

Die große Vielfalt der *Coregonus*-arten macht die Differenzierung nach äußeren Merkmalen auch für Fachleute schwierig (MUUS/DAHLSTRÖM, 1978). Hinzu kommt, daß vielfach Kreuzungen als Folge von Besatzmaßnahmen entstanden sind (KÖLBING, 1974).

Nach SIEBECK (1982) handelt es sich bei den Renken im Königssee um *C. macrophthalmus*, den Gangfisch, seltener um *C. albula*, die kleine Maräne.

Im Königssee laicht die Renke von November bis Dezember über Sand- oder Geröllgrund (MEDER, 1984).

Sie ernährt sich in der Freiwasserzone vom Plankton.

WEBER (1851) findet die Renke im Königssee. Franz v. Paula SCHRANK (1785) beschreibt sie in seinen Reisebeschreibungen vom Königssee nicht.

Der **HECHT** (*Esox lucius*), in Europa weit verbreitet, ist ein wichtiger Nutzfisch. Er lebt als Standfisch sowohl in Fließgewässern, als auch in Seen. Seine Anforderungen an den Lebensraum sind nicht so groß wie bei den Salmoniden. Neben der Seeforelle und dem Wildfangaibling ist er der einzige große Raubfisch im Königssee (KUSSMAUL, 1986).

Seine Laichzeit erstreckt sich von Februar bis Mai. Er benützt seichte verkrautete Uferstellen (LADIGES/VOGT, 1979).

Franz v. Paula SCHRANK (1785) beschreibt ihn als im Königssee ansässig.

Der Grundfisch **RUTTE** oder **QUAPPE** (*Lota lota*), ist der einzige Süßwasserfisch aus der Familie der Dorsche. Die räuberische Rutte bevorzugt kühle, klare, stehende oder langsam fließende Gewässer (MUUS/DAHLSTRÖM, 1978). Gegen Sauerstoffarmut ist sie sehr widerstandsfähig. Sie vermag sogar in schwach brackigem Wasser zu leben (SCHINDLER, 1953 c).

Die Rutte laicht von November bis März. Der Laich wird an Steinen oder Wasserpflanzen abgelegt. Die Jungtiere leben meist im flachen Wasser und ernähren sich von Würmern, Insekten und Kleintieren. Die Adulten suchen tiefe Stellen auf und leben von Fischen und Laich (LADIGES/VOGT, 1979). Ihre Schädlichkeit als Laichräuber ist umstritten.

Die Rutte ist ein beliebter Speisefisch, besonders die Leber wird gerne gegessen.

Franz v. Paula SCHRANK (1785) beschreibt sie als heimisch für den Königssee.

Der **FLUSSBARSCH** (*Perca fluviatilis*) ist ein häufiger Standfisch in stehenden und fließenden Gewässern. Er kommt sowohl im Brackwasser als auch in Gewässern bis 1000 m Höhe vor.

In der Jugend, wo er in Schwärmen auftritt, frißt er kleine Wassertiere. Die Adulten, meist Einzelgänger, ernähren sich als Raubfisch und Laichräuber (MUUS/DAHLSTRÖM, 1978).

Die Laichzeit im Königssee liegt nach MEDER (1984) relativ spät von April bis Juni.

Franz v. Paula SCHRANK schildert den Flußbarsch erstmalig 1785 als „Anpaß“ für den Königssee.

Die **MÜHLKOPPE** (*Cottus gobio*) ist ein häufiger Grundfisch des Königssees, sie hat aber keine direkte wirtschaftliche Bedeutung. Die Koppe ist jedoch als Nahrung für Raubfische wertvoll und gleichzeitig ein wichtiger Indikator für die Wasserqualität. Sie lebt stationär in rasch fließenden, klaren Gewässern und in Alpenseen bis 2 200 m ü. NN (LADIGES/VOGT, 1979). Die Laichzeit erstreckt sich je nach Wohngewässer von Februar bis Mai. Die Koppe ernährt sich von Bodentieren, Fischlaich und -brut (MUUS/DAHLSTRÖM, 1978).

Eine frühere Beschreibung für den Königssee ist, aufgrund ihrer geringen Bedeutung als Speisefisch, nicht zu finden. JÄCKEL (1864) bezeichnet sie als fast in allen bayerischen Seen ansässig.

Die **PFRILLE** oder **ELRITZE** (*Phoxinus phoxinus*), gehört zu den Cypriniden, ist ein kleiner, gesellig lebender Oberflächenfisch. Sie liebt klare, sauerstoffreiche Gewässer, ist aber trotzdem sehr anpassungsfähig (TEROFAL, 1977).

Wirtschaftlich ist die Elritze ohne Bedeutung. Sie laicht von

April bis Juni in seichtem Wasser mit kiesigem Untergrund. Ihre Ernährung besteht hauptsächlich aus Kleintieren (SCHINDLER, 1953 c).

Von WEBER wird sie im Jahre 1851 für den Königssee beschrieben.

4 Überblick über die Geschichte des Berchtesgadener Landes

Die ersten Streufunde von Fischern, Jägern und Bauern im Berchtesgadener Land werden in die Bronzezeit nach 2000 vor Christus datiert. Berchtesgaden selbst wurde erst spät gerodet und besiedelt, da es sich um sehr unwirtliches Bergland handelte. Erst zwischen 1102 und 1105, das genaue Jahr ist unbekannt, wurde das Augustiner Chorherrenstift Berchtesgaden unter Propst Eberwin durch das Reformkloster Rottenbuch gegründet. Es stand als zinspflichtiges päpstliches Eigenkloster direkt unter dem Schutz des Papstes Paschalis II. Durch Landschenkungen in den folgenden Jahren wurden weitere Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Aus- und Aufbau des Klosters geschaffen (BRUGGER, 1988).

Entscheidend für die weitere wechselhafte Geschichte Berchtesgadens war die Ausstellung der Goldenen Bulle durch Kaiser Friedrich Barbarossa im Jahre 1156. Ritter v. KOCH-STERNFELD (1815), der sich als erster eingehend mit der Geschichte Berchtesgadens beschäftigte, hob sie besonders hervor. Diese Urkunde bestätigte dem Stift sehr wichtige Regalien wie Jagd-, Fischerei-, Forst- und Weiderecht (BRUGGER, 1988). Diese Rechte waren wichtig für das Kloster Berchtesgaden, da es nur dadurch seine Stellung zwischen zwei rivalisierenden politischen Territorialstaaten, dem weltlichen Herzogtum Bayern und dem geistlichen Erzstift Salzburg, behaupten konnte (BOSL/FEHN, 1973).

1194 verlieh Kaiser Heinrich VI. dem Kloster die niedere Gerichtsbarkeit und bestätigte eine frühere, gefälschte Urkunde mit Salz-, Bergbau- und Bodenregalien. Dies war ein weiterer Schritt für die wirtschaftliche Entwicklung des Stifts. Es kam, nach den Salzfinden, immer wieder zu Querelen mit den Nachbarn Salzburg und Reichenhall. Durch die Bestätigung der Regalien durch Kaiser Heinrich VI. im Jahre 1194 konnte sich das Stift zumindest rechtlich seiner Kontrahenten erwehren. Trotzdem gab es immer wieder Schwierigkeiten mit Salzburg und Bayern wegen Jagd-, Forst- und Weidegrenzen und natürlich wegen des Salzabbaus, der große wirtschaftliche Macht bedeutete (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

Berchtesgaden mußte, um überhaupt sein Salz vermarkten zu können, Kompromisse mit seinen Nachbarn eingehen (KOLLER, 1987).

Im Jahre 1294 erhielt Berchtesgaden den Blutbann und damit die Reichsunmittelbarkeit. Das Stift stand seit dem Spätmittelalter nur dem Adel offen (WILD, 1988). So konnte Berchtesgaden Anfang des 15. Jahrhundert zur Fürstpropstei aufstei-

gen. Sowohl geistliche, als auch weltliche Macht lagen in einer Hand.

Die Chorherren, meist sechs bis zwölf Personen, hatten einen sehr aufwendigen Lebensstil, obwohl sie das Armutsgelübde abgelegt hatten (LINSENMAYER, 1903).

Der Lebensstil und die Mißwirtschaft verursachten so große Schulden, daß das Stift 1393 von Salzburg inkorporiert wurde. Diese Annektion mißfiel Bayern, das in Rom vorsprach und erreichte, daß im Jahre 1404 die Inkorporation durch Salzburg endete. Aufgrund der Schulden waren jedoch Teile und Rechte Berchtesgadens immer wieder an Salzburg verpfändet (SCHÖNAU, 1956).

Von 1594 bis 1723 stellten Wittelsbacher (Kurfürsten und Erzbischöfe von Köln) die Koadjutoren und damit die Fürstpropste von Berchtesgaden. Bayern übernahm die Rolle einer Schutzmacht. So konnte die Fürstpropstei die Salzburger Annektionsgelüste in Grenzen halten (KOLLER, 1987). Nachdem Salzburg 167 Jahre in Berchtesgaden dominiert hatte, verschob sich das Machtverhältnis ab 1594 zugunsten Baierns. Die Verwaltung aus der Ferne löste aber nicht die Geldprobleme, sondern vergrößerte die Schulden.

Trotz massivem Drängens durch Bayern, wählte das Kapitel seine Propste ab dem Jahre 1723 wieder aus den eigenen Reihen.

Im Jahre 1803 erfolgte die Säkularisation des Stifts.

Berchtesgaden fiel durch den Reichsdeputationshauptschluß an den Erzherzog von Toskana und wurde dem neugeschaffenen Kurfürstentum Salzburg angegliedert. 1805 erhielt Österreich im Preßburger Frieden Salzburg und damit Berchtesgaden (SPINDLER, 1969). 1810 erfolgte die Besitznahme Salzburgs und Berchtesgadens durch das Königreich Bayern. Salzburg kam 1816, nach dem Wiener Frieden, wieder an Österreich zurück (ZAISBERGER, 1986). Berchtesgaden blieb bei Bayern und wurde zum Königlich Bayerischen Jagdrevier erklärt.

Im 19. Jahrhundert wurde das Gebiet um den Königssee beliebtes Ziel von Künstlern, Gelehrten, Naturforschern und Bergsteigern. Die Schönheit der Bergwelt wurde entdeckt.

Von 1886 bis 1912 war die Königsseegegend ein bevorzugter Jagdaufenthalt des Prinzregenten Luitpold von Bayern. 1910 wurden die südöstlichen Berge um den Königssee zum Pflanzenschutzgebiet erklärt. Im Jahre 1920 wurde das Königsseegebiet zum Naturschutzgebiet Königssee (SIEGHART, 1949 a).

Im Dritten Reich war Berchtesgaden als Jagdgebiet sehr beliebt. Tourismus und Alpinismus gewannen im 20. Jahrhundert immer mehr an Bedeutung. Der Fremdenverkehr wurde zur Haupteinnahmequelle des Berchtesgadener Landes.

1978 erfolgte die Ernennung des Königsseegebietes zum Nationalpark Berchtesgaden, womit langfristig diese bedeutende Kultur- und Alpenlandschaft bewahrt werden soll (ZIERL, 1981).



Laxferch.



Silberlachs.

5 Die Geschichte des Fischbestandes des Königssees im Laufe der Jahrhunderte

5.1 Grundlagen der Fischerei des Stiftes Berchtesgaden

5.1.1 Das Fischregal

In früher Zeit galt das Recht auf freien Fischfang, das zwischen dem 12. und 13. Jahrhundert zum Fürsten- und Hoheitsrecht wurde (MAYR, 1901).

Für das neugegründete Kloster Berchtesgaden war die Verleihung der Regalien (Rechte) für Forstwesen, Jägerei, Weidenutzung und Fischerei durch Kaiser Friedrich Barbarossa im Jahre 1156 wirtschaftlich lebensnotwendig. Das Kloster hatte nun das Fischfangmonopol im Königssee und in den anderen Seen ihres Territoriums.

„Das Fischereirecht war ein Ausdruck des Grundeigentums“ (FREUDLSPERGER, 1936).

5.1.3 Fischerei und Klosterleben

Nach v. KOCH-STERNFELD (1863) war an die Gründung eines Klosters ohne Zuweisung einer Fischerei nicht zu denken. Der Grund für die große Bedeutung der klösterlichen Fischwirtschaft war, daß im Kloster insgesamt 150 Fast- und Abstinenztage beachtet werden mußten: „40tägiges Fasten vom Aschermittwoch an, Quatembertage*, Vigiltage*, alle Freitage und Samstage“ (ZIEGLTRUM, 1984).

Ein Verbrauch von ungefähr drei Pfund Fisch pro Person und Tag müssen für die damalige Zeit angenommen werden (FREUDLSPERGER, 1937). Wenn man dies auf das Augustiner Chorherrenstift bezieht, kommt man allein für die Fast- und Abstinenztage bei acht Chorherren auf 3600 Pfund Fisch pro Jahr. Außerdem hatte die Fischerei in Berchtesgaden große Mengen an Fisch, in diesem Fall an Saibling, für Geschenksendungen und Deputate zu liefern.

5.1.3 Die Organisation des Fischfangs

5.1.3.1 Der Fischmeister

Jedes Kloster hatte seine sogenannte Hofkuchenseen, an denen Fischer angestellt wurden und Fisch gegen Fanggeld an die Hofküche geliefert werden mußte (CAHN, 1956).

Im Falle Berchtesgaden hatte am Königssee ein Fischmeister das Fangrecht. Seit 1508 weiß man, daß ein Fischmeister, vom Stift bestellt, mit jeweils zwei Fischerknechten am Königssee tätig war (ZIEGLTRUM, 1984). Die erhaltene Gnade des Fischereirechts konnte jederzeit, wenn nicht der Seeordnung entsprochen wurde, entzogen werden (FREUDLSPERGER, 1937). Der Fischmeister stand als oberster Bediensteter über den Hoffischern (MAYR, 1901), die hauptsächlich an anderen

Seen als dem Königssee Fischfang betrieben. Auch diese Hoffischer lieferten Fische gegen Fanggeld an die hochfürstliche Hofküche.

5.1.3.2 Die Fischerfamilien am Königssee vom 16. – 18. Jahrhundert

Der Fischmeister vom Königssee wohnte mit Familie und Fischerknechten in St. Bartholomä (ZIEGLTRUM, 1984).

Der erste Fischmeister, der namentlich bekannt ist und dessen Grabstein in der Pfarrkirche St. Andreas noch heute zu bewundern ist, war Peter Engerreich, gestorben 1554 (MARTIN, 1923). Ein weiterer Fischmeister war laut Bestallung aus dem Jahre 1580 Urban Viechtmillner (BHSA, FB 34 fol. 51). Außer um das Jahr 1675, als Urban Fürstmüller der Fischmeister war (REINDL, 1982), hatte bis zum Ende des 18. Jahrhunderts die Fischerfamilie Duxner das Fischmeisteramt inne.

So waren als Fischmeister am Königssee angestellt, von ca. 1650 – 1670 Hans (Michael) Duxner, von ca. 1678 – 1718 Christoph Duxner und dann Joseph Duxner und wahrscheinlich dessen Sohn Joseph bis ca. 1776 (Hofmeistereiamtsrechnungen; BHSA, FB 314–459).

Das Fischmeisteramt selbst war anscheinend nicht vererbbar, sondern wurde nach dem Tode des vorherigen Fischmeisters neu vergeben. Trotzdem blieb es vorwiegend in der Familie.

So existiert aus dem Jahre 1703 eine Bittschrift des Fischmeisters Joseph Duxner. Er bat darum, daß seine Söhne Joseph und Ignaz Duxner als seine Nachfolger für das Fischmeisteramt am Königssee bestimmt würden, da er selbst sein Amt fleißig und treu ausgeübt habe und seinen Söhnen das Fischhandwerk beibringen wolle (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (21/1) –7).

Aus der Dynastie Duxner wurden auch Hoffischer und Fischerknechte rekrutiert. So war (Johann) Michael Duxner um das Jahr 1763 Hoffischer und Matthias Duxner Ende des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts Fischerknecht (BHSA, FB 314–459).

Generationen von Hoffischern brachten die Familien Premb und Landaller im 17. und 18. Jahrhundert hervor (BHSA, FB 314–459). Auch der Name Modderegger wird bei den Hoffischern erwähnt. Die Familie Modderegger stellte jahrhundertlang die See- und Schifführer des Königssees.

5.1.4 Fische und Gewässer

Der Seesaibling, der im Königssee gefangen wurde, galt gesotten wie geräuchert als besondere Delikatesse. Diese Spezialität wurde gerne in der Diplomatie eingesetzt. In Salzburg z.B. waren die abgesottene Berchtesgadener Saiblinge oder geräucherten Saiblinge „so man schwarze Reuter heißt“ sehr beliebt. Wegen ihrer besonderen Güte wurden sie viele Meilen an die verschiedenen Höfe geschickt (FREUDLSPERGER, 1937).

In den Berchtesgadener Akten tauchen auch verschiedene Synonyme für den lebenden Seesaibling auf, wie Salbling, Sälbling, Salmbling und Salmbling. Geselcht oder geräuchert wird er Schwarzreiter genannt. Andere Bezeichnungen sind: Schwarzreither, Schwarzreiterl, Schwarzreitter, Schwarzreitll, Schwarzräucherl, Schwarzreucherl, Schwarzreuter oder Schwarzreutter (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (20) –6). Der ca. 20 cm

* siehe Worterläuferungen

große Fisch wurde ausgenommen und gesalzen, dann wurden beide Bauchseiten auseinandergespannt und der Länge nach auf ein Holzstäbchen gesteckt. Sozusagen reitender Weise wurden sie dann in den Rauchfang gehängt (SIEGHART, 1949 a).

Weiterhin erscheinen in den Akten Hechte als „Höchten“, Rutten als „Ruthen“ und Seeforellen als „Laxferchen“, „Laxe“ oder „Laxforellen“.

Der Königssee war nicht das einzige Fischgewässer des Stifts. Da gab es noch den Obersee, Grünsee, Funtensee, Hintersee, Taubensee, zwei Böcklweiher, zwei Rostweiher (Aschauerweiher), Klausweiher (in Ramsau bei Klauslehen, trockengelegt 1850), Schorn- und Modereggerweiher in Schönau, die Struberlacke, Semmlerweiher auf der Strub (1855 trockengelegt), Weiherl beim Etzerschlößl und die Ache. In der „Achen“ kamen hauptsächlich Äschen, Forellen und Koppen vor, in den Seen Saiblinge, Hechte und Rutten, in den Weihern Hechte und Karpfen (ATTENKOFER, 1931). Die „Achen“ beginnt am Zusammenfluß der Königsseer- und Ramsauer Achen (STAM, KATAS. B 2343).

5.2 Fischerei in Klosterquellen

5.2.1 12. Jahrhundert bis 15. Jahrhundert

Im Jahre 1160 gelangten die Fische des Königssees zum ersten Mal nachweisbar in diplomatischen Einsatz. Dem Kaiser Friedrich Barbarossa wurden durch Propst Heinrich von Berchtesgaden (1151 – 1174), neben Käse und Geld, zwei Fuder Fische als Rüstungsanteil in das italienische Lager nach Pavia geschickt (v. KOCH-STERNFELD, 1815). Ritter v. KOCH-STERNFELD (1815) hielt die Fische dieser Sendung für geräucherte Saiblinge, die die edelsten Süßwasserfische dieser Zeit und damit auch eine erwähnenswerte Delikatesse waren. Im Jahre 1362 überbrachte ein Abgeordneter des Stiftes Berchtesgaden dem Propst vom Kloster Allerheiligen in Wien 48 Spießl Schwarzreiter zu je 30 Stück. Es wurde vereinbart dies alljährlich zu wiederholen (SIEGHART, 1949 b).

Aus dem 12. bis 15. Jahrhundert existieren leider keine Akten die Fischerei am Königssee betreffend. Da der Fischmeister vom Kloster angestellt war, findet man keine Angaben über Fischabgaben in den Stiftsbüchern (Heberegistern) über Geld und Naturalien aus dem 15. Jahrhundert. Interessant ist, daß der Königssee in den Heberegistern als „Chunysee“ oder „Kunysee“ erscheint (BHSA, FB 643). Man nimmt an, daß dieser Name von Kuno dem Jüngeren von Horburg, dem Mitstifter des Klosters Berchtesgaden, stammt, da keinerlei Begründungen für das Wort „König“ vorhanden sind. Auch der alte Name der Kirche auf St. Bartholomä „Basilica Chunigesse“, von dem in einer Stiftungsurkunde aus dem Jahre 1134 die Rede ist, deutet darauf hin (BRUGGER, 1984). Das Fischmeisterhaus auf St. Bartholomä wird 1382 zum erstenmal urkundlich erwähnt (ZIEGLTRUM, 1984).

5.2.2 16. Jahrhundert

Seit dem 16. Jahrhundert wurde der Königssee auch St. Bartholomä See genannt (SIEGHART, 1949 a). Diese Umbenennung könnte mit der Änderung des Namens der „Basilica Chunigesse“ in Bartholomäuskapelle zusammenhängen (BRUGGER, 1984). Auch v. Paula SCHRANK (1785) war der Meinung, daß der Name des Sees von der Kirche St. Bartholomä herrühre.

5.2.2.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts

In der Korrespondenz, aus den Jahren 1536 bis 1595, zwischen den Herzögen von Bayern und dem Stift Berchtesgaden werden Salmlinge (Saiblinge) erwähnt (BHSA, KL B 183). Die Pröpste von Berchtesgaden schickten den Herzögen von Bayern Saiblinge, diese wiederum Wildbret als Gegenleistung. Die Saiblinge wurden durch den Fischmeister nach München geliefert.

Empfänger der meist lebendigen Edelfische waren Wilhelm der Vierte (1508–1550); Albrecht, der Vierte, genannt der Großmütige (1550–1579) und Wilhelm der Fünfte, genannt der Fromme (1579–1597). Dabei handelte es sich meist um ca. 600 Stück lebendige Salmlinge. Die Absender waren die Pröpste Wolfgang I. Lenberger (1523–1541), Wolfgang II. Griesstätter (1541–1567) und Jacob II. Püttrich (1567–1594). Die Pröpste wollten durch Lieferungen der sehr begehrten Saiblinge die Bayern für Berchtesgaden gewinnen.

5.2.2.2 Der Fischmeister als Angestellter

Das Bestallungsbuch aus dem 16. Jahrhundert bietet eine gute Grundlage für die Untersuchung der Fischerei am Königssee (BHSA, FB 34 fol. 51).

Der Fischmeister als Bediensteter des Stiftes wird unter dem Abschnitt „Vischmaister bey St. Bertlme, Bestallung“ aufgeführt.

In dieser Bestallung aus dem Jahre 1580 wird Urban Viechtmillner von dem Fürstpropst Jakob II. wieder zum Fischmeister von St. Bartholomä ernannt und ermahnt seine Pflicht zu erfüllen, nämlich keine Verwahrlosung der Fischerei vorkommen zu lassen und fleißig zu sein, sonst würde er bestraft und als Fischmeister abberufen. Der Fischmeister solle den „fischfang mit gueten Sögen, reischen und ander fischzeug“ vornehmen und für alles bei Zeiten vorsorgen. Er ist für die Fischkalter verantwortlich, die gut mit Brunnenwasser gefüllt sein sollen. Die Fische werden dort für die Fastenzeit aufbewahrt. Eine weitere Aufgabe ist die Aufsicht über die Fischknechte. Um die Stelle als Fischmeister zu erhalten, benötigt er Bürgen. Als Besoldung erhält er 24 Gulden und an Naturalien Käse und Getreide. Außerdem soll er für besondere Dienste z.B. Botengänge einen Extralohn erhalten.

Schließlich wird der Fischmeister davor gewarnt für seinen eigenen Nutzen Wild zu jagen.

Die Bestallung zeigt die Rechte und Pflichten des Fischmeisters auf und droht bei Nichtbeachtung mit Strafe.

Insgesamt sollte der Fischmeister dafür sorgen, daß die Fischerei am Königssee und damit die Versorgung des Stiftes mit Fisch möglichst reibungslos funktionierte.

5.2.2.3 Hofmeistereiamtsrechnungen

Seit 1594 standen Wittelsbacher dem Stift als Administratoren vor. Herzog Ferdinand von Bayern ist der erste bayerische Administrator (1594–1650). Die Wirtschaft Berchtesgadens wurde von weltlichen Beamten verwaltet. Das Stift litt sehr unter der Mißwirtschaft und Willkür der Beamten. Doch den Nachteilen standen auch Vorteile gegenüber. Der Absatz von Salz und Holz war gesichert und die Organisation des Stifts wurde verbessert. Außerdem hatte Berchtesgaden, da es sich in der Obhut der Wittelsbacher befand, Schutz vor dem mächtigen Nachbarn Salzburg (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

So ist es dem Einfluß des Fürstpropstes Ferdinand zu verdanken, daß im Jahre 1595 zum erstenmal eine Hofmeisteriamtsrechnung für Berchtesgaden erstellt wurde. Dabei handelt es sich um ein zentrales Einnahmen- und Ausgabenbuch der Fürstpropstei.

Im Jahre 1596 wurden unter der Rubrik „Ausgab aufs Jägerrecht“, außer für Wild, auch sporadisch Ausgaben für abgelieferte Fische aufgezeigt. Leider wird weder erklärt, woher die Fische kamen, noch welche Fischarten es waren. Der Fischmeister vom Königssee (ohne Nennung des Namens) wird auch erwähnt, doch nicht was er an Fischen abgegeben hatte, sondern nur was er an Jagdwild erlegt hatte, nämlich Enten, Gamsen und Hasen (BHSA, FB 315).

Eine spezielle Fischereirubrik gibt es auch in den folgenden Jahren leider noch nicht.

5.2.3 17. Jahrhundert

Das ganze 17. Jahrhundert hatten bayerische Herzöge, die in Personalunion Kurfürsten und Erzbischöfe von Köln waren, auch das Koadjutorenamt in Berchtesgaden inne. Dies waren die Wittelsbacher Ferdinand (1594 – 1650), Maximilian Heinrich (1650 – 1688) und Joseph Clemens (1688 – 1723) (BRUGGER, 1988).

5.2.3.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts

Die Saiblinge wurden sowohl als diplomatisches Lockmittel als auch für Bezahlungen und als Ansporn verwendet. Die Kapitulare (= Kanoniker oder Chorherren) des Stifts bekamen pro Jahr eine bestimmte Menge an Fischen zugeteilt. Es gab folgende Zulagen für die Chorherren, wenn sie den Wittelsbacher Joseph Clemens als Nachfolger für die Koadjutorstelle wählen würden, was sie dann auch taten: Je einen Eimer Wein und Bier und 50 Stück geräucherte Saiblinge vom Königssee. Das ganze Kapitel erhielt einen Zentner Hechte (v. KOCHSTERNFELD, 1815).

Im Jahr 1653 wurde dem Leonhard Krempon in München, der sich um die Erbschaft des Stiftsherren Carl Raphael von Hirschau annehmen sollte, zwölf Spießl Schwarzreiterl geschickt, ebenso 1654 und 1656. Im Jahre 1655 bekam er sogar insgesamt 20 Spießl für seine Bemühungen (SCHWARZ, 1935).

Weitere Quellen aus den Jahren 1610 – 1666, die die Bedeutung der Schwarzreuter für das Stift belegen, bietet der Schriftwechsel Herzog Albrechts, genannt der Leuchtenberger (1584-1666) und seiner Söhne Maximilian Heinrich und Albrecht Sigmund mit Berchtesgaden, betreff Lieferung von Fischen, Federwild und Schellenberger Salz etc. (BHSA, KL B 97). Ein Brief aus dieser Korrespondenz lautet wie folgt:

Anrede:

„Durchleuchtigster Fürst unnd Herr, Eur fürstliche Durchlaucht sein Unnser Diemütig Gebeth Unnd Undterthenigster Dienst Yeder Zeit müglich, unnd Schuldigüstes Weiß Zuvor.

Genedigster Herr, Eur fürstliche Durchlaucht

Überschickhen in Namen der Churfürstlichen Durchlaucht/ Unser genedigsten Herrn/Unnd dero heigen Stüffts Weegen, wür hiemit 200 stuckh Lebendiger Sälbmling/

Undterthenigst Bittundt/ Dieselben genedigst Zuempfangen/ Unnd Beneben Wolermeltem Stüfft/unnd Unnß in Beharlichen genedigsten Bevelch Zuhalten.

Datum Berchtergaden denn 20. December Anno 1621

Eur fürstliche Durchlaucht

Undterthenigiste und Gehorsamiste

E. unnd U: Dechant, Canzler, Hofmeister Amtsverwalter unnd Reth, darselbst"

Dieser Schriftwechsel beweist, daß der Herzog Albrecht und seine Söhne mehrmals pro Jahr Lieferungen geräucherter oder lebender Saiblinge aus Berchtesgaden im Namen des Kurfürsten Ferdinands erhalten haben. Anfangs geht es noch um 100 Stück, später steigert sich die Zahl auf 200 bis 300 Stück pro Lieferung. So wollte sich Berchtesgaden das Wohlwollen des Leuchtenbergers sichern.

Vom Jahre 1606 bis 1657 sind Begleitschreiben aus Berchtesgaden für an Kurfürst Maximilian geschenkte Fische vorhanden. Es handelt sich um ungefähr 600 Saiblinge pro Jahr (BHSA, KL B 97).

Es fällt auf, daß nur immer von Saiblingen als Edelfischen die Rede ist. Andere Fischarten, wie Hechte, werden in diesen Unterlagen nicht erwähnt, da sie nicht als besondere Leckerbissen gewertet wurden.

Edelfische waren nach dem damaligen Geschmack: Saiblinge, „Lachse“ (wahrscheinlich Seeforellen), Forellen, Äschen, Rutton und Reinanken (Renke oder Seeforelle, SMOLIAN, 1920) (FREUDLSPERGER, 1937).

5.2.3.2 Das Instruktionsbuch

Es handelt sich hierbei um Vorschriften und Belehrungen für die vom Stift Bestallten. Der Titel des Buches lautet: „Das Instruktions und Aydtbuech des fürstlichen Stiftes Berchtesgaden, Hoch- und Niderer Officiers und Bediensteten auch deren Unterthanen“.

Auf fol. 130 erhält der Fischmeister im Jahre 1639 seine Anweisungen:

„ORDNUNG

Wie es bey St. Bartlme auch hindersee iß Khönfftig Zu halten.

Diweiln bisher bey den Seen sonderlich bey St. Bärtlme See, allerhandt Mißbrauch und Unordnung verführt, die Sälbmling andere Visch maistens Unnuglicher weiß auch durch allerhandt gesindl Sein verstört und verschwendt worden.

Solches aber, Ihr Churfürstliche Durchlaucht lennger Zugedulden nit gemaint, Also ist der gnedigster doch ernstlicher will und mainung, daß folgende Ordnung hinfüro observirt, und gehalten werde, darauf den hoffmaister Sein fleissiger obsicht haben soll.

Erstlichen wan Vischmaister willen bey dem See zu Vischen, soll Er solches dem hoffmaister lassen bedeiten, auf daß Er yemandt dar Zue ordne; welcher dem Vischen bey wohnen, und auf mörckhe, wie stark der Fang.

könde es aber sobalt nit sein sonder, man der Zeit halber Vischen muesse, soll der Vischmaister einen Van Zeitlichen hoffmaister benennnen, oder bestöllte glaubhafte person dar Zue ziehen, welche nach dem Vischen, den Fang, dem hoffmaister, bey seinen Pflichten getreulich anzaigen möge.

Von diesen Sälbmling, würde den Religiosis Ihr deputat alß 2000 Stuckh nach Und nach gegeben.

Dan sollen herrn Dechant, so lang er zu Berchtesgaden ist, Jährlich 150 Stuckh erfolgen.

Herrn Commissario Generali zu St. Zeno gleich Sovil.

Canzlern wie auch Hofmaistern jedem 100 Stuckh.

Waß Jährlich dem Fürsten nachen München geschickht werden, dabey hat es noch sein bewendten.

Den Überrest aber, waß sowohl im Barthlme alß hindersee, ohn Sälbmling, und andere fischen gefangen wirdt, soll Man dem Pfundt nach, so hoch man kan, wie auch die Schwarzreitter, dem Spiß nach Verkhauffen.

Gleiche mainung hat es auch mit den frembten, so etwas hindern See raisen, denen mag der Vischmeister gleichwohl die Visch, umb die bezallung lassen erfolgen.

Daß gelt wie auch die Anzahl der Sälbmling verzeichnet der Vischmeister, und überliefert die rechnung, sambt dem gelt, von 14 Tagen zu 14 Tagen, dem Hofmeister, welcher den Ertrag in seiner haubtrechnung hat einzubringen.

Da Pater Superior oder die Rätthe über Ihr an Zahl wollten etwas von Sälbmling khauffen, sollen Sie das Pfundt 6 Kreuzer ringer, alß die frembten bezallen.

Wirdt etwas großes und Schönes von Laxferchen gefangen, soll es dem P. Superiori Zugestölt, oder ahn endt und orth verehrt werden, wo man es widerumb Zugenießen verhofft.

Sollte der Vischmeister aber, oder die khnecht dieser ordnung nicht nachkommen, die Visch Verunthreuen, und anderworg in Ihren neuz Verwenden, auf welches hoffmeister sein vleisige obacht zu haben, sollen die Verbrecher mit ernstlicher straff, abschaffung vom dienst, auch nach beschaffenheit des Verbrechens, mit einer Leibsstraff, angesehen werden.

Signatum bonn den 20. Oktober Anno 1639

Nota Bene

Man soll Unser hinfüran den winther über, wan sye wol fortzubringen, mit den Schwarzreitern Zu oftmal gedenckhen, und nit der fastenzeit erwarten, dan Ihr wisset, daß sye alzeit wol schmökhen.

Je öfter sye khommen, mit der ordinari und wan man guete sichere gelegenheit hat.

Je lieber sie Unß sein werden welches Gebot wol in achtung Zenommen.

Ferdinand Churfürst"

(BHSA, FB 36).

Die Instruktion kann in gewissen Sinne zu den Fischereiordnungen gezählt werden. Diese Ordnungen entstanden Ende des 15. Jahrhunderts und Anfang des 16. Jahrhunderts (MAYR, 1901).

Fischereiordnungen wurden damals erlassen, weil ein Rückgang bei den Fangergebnissen eingetreten war (FREUDLSPERGER, 1937). Man wollte eine bessere Kontrolle über die Fischer haben, und es sollten Regeln bestehen, nach denen sich die Fischer zu richten hatten und, wenn sie diese nicht einhielten, bestraft wurden.

Um die Fischerei am Königssee schien es schlecht bestellt zu sein. Es wurde entweder nicht mehr genug gefangen oder viel gestohlen. Auch kann man annehmen, daß die Fischer den gefangenen Fisch lieber auf dem freien Markt verkauft haben, als ihn gegen ein geringeres Fanggeld an die Hofküche

zu liefern. Auf jeden Fall wurde viel Mißbrauch betrieben. Deshalb sollte auch der Hofmeister kontrollieren, wann und wieviel gefangen wurde.

Dies zeigt auch eine Stelle in der Hofmeisterinstruktion von 1662 unter Punkt sieben (BHSA, FB 36 fol. 143):

„Die aus dem Bärtlmesee und sonstn gefangene Fisch, sowol Hechten, Rutten und dergleichen, als auch Säbling; so dann, das Wildpreth und geschlachte Rindvieh, auch Kelber etc. fürtherhin auch in empfang Zunehmen und wieder in ausgab Zubringen“.

An die Reformversuche von 1635 und 1639 durch den Fürstpropst Ferdinand, die eine Rückkehr zur klösterlichen Ordnung bringen sollten, knüpften sich auch wirtschaftliche Neuordnungen für die Chorherren. Den Fischverbrauch betreffend wurde alles in dieser Instruktion festgesetzt.

Für die Kanoniker (= Chorherren oder Kapitulare), zu dieser Zeit waren es acht Personen, mußten die weltlichen Beamten des Stifts ein bestimmtes Deputat an Saiblingen bestimmen, das durch das fürstliche Rentamt bezahlt wurde. Teils wurden die Saiblinge frisch geschickt, teils gesotten im Fischmeisterhaus verzehrt. Selbst bei Ausflügen an den Königssee, mußten die Stiftsherren, die übrigens dazu auch gerne die Frauen der weltlichen Beamten einluden, die verzehrten Fische bezahlen (LINSENMEYER, 1903). Fürstpropst Ferdinand wollte, daß sich die Chorrherren beim Fischverbrauch einschränkten.

Jährlich wurden 2 000 Saiblinge und eine „Laxferche“, falls eine gefangen wurde (LINSENMEYER, 1903), wie in der „Ordnung“ vorgeschrieben unentgeltlich an die Stiftsküche abgegeben. In der Ordnung wird ebenfalls geregelt, was mit den Fischen passiert, die nicht vom Kloster benötigt werden.

Die Saiblinge sollen pfundweise verkauft werden und die Abrechnung darüber dem Hofmeister alle 14 Tage vorgelegt werden. Bestand bei den Chorherren ein größerer Bedarf an Seesaiblingen, so mußte hierfür Zahlung geleistet werden, doch gab man ihnen eine Preismäßigung von sechs Kreuzern pro Pfund.

Hier zeigt sich, daß mit der Reformierung des Stifts durch den Fürstpropst Ferdinand eine Grundlage für die wirtschaftliche Buchführung geschaffen wurde. Diese Abrechnungen über den Fischverkauf finden einen Niederschlag in den Hofmeistereiamtsrechnungen. Dies alles führt erfreulicherweise auch zu einer Verbesserung der Quellenlage bezüglich des Fischfanges am Königssee.

Laxferchen werden in der Fischmeisterordnung besonders erwähnt. Dies zeigt, daß im Königssee zu dieser Zeit Seeforellen, vorallem große und schöne, nicht sehr häufig waren. Allgemein gab es damals eine geringe Abgabe an Seeforellen, auch am Salzburger Hof. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß entweder kein großer Bestand vorhanden war (FREUDLSPERGER, 1937) oder das Fischereihandwerk noch nicht so ausgereift war.

Zu guter Letzt wird der Schwarzreiter wieder sehr gelobt. Ferdinand von Bayern, der Fürstpropst, möchte ihn öfters genießen, nicht nur zur Fastenzeit.

5.2.3.3 Hofmeistereiamtsrechnungen

Die Hofmeistereiamtsrechnungen aus dem 17. Jahrhundert (BHSA, FB 319–358) weisen leider große Lücken auf. Von 1606 – 1669 fehlen alle Rechnungen, außer aus den Jahren

1626 und 1652. Ab 1669 sind die Rechnungen exakt geführt. Jedes einzelne Ressort ist gesondert gekennzeichnet und nach Einnahmen und Ausgaben unterteilt.

Einnahmen

Die Einnahmen aus der Fischerei werden betitelt: „Empfang umb Verkhauffte fisch, als Sälbling, Hechten und Rutten“.

Nach dem Kirchenkalender werden kleinere Mengen verkaufter Hechte und Rutten aufgezeichnet. Es wird aber nicht differenziert, wo sie gefangen wurden.

Wieviel der Fischmeister von St. Bartholomä für verkaufte Fische eingenommen und an das Hofmeisteramt abgegeben hat, steht am Ende der Abrechnung der Einnahmen.

Dabei werden z.B. für das Jahr 1672 aufgezählt:

203 Pfund Saiblinge zu 24 Kreuzer,

141 Pfund Saiblinge zu 30 Kreuzer und

8 Pfund Hechte zu 12 Kreuzer auf das Pfund (BHSA, FB 330).

In den Jahren von 1669 bis 1688 (bis zum Ende der Administration durch Maximilian Heinrich) wurden durchschnittlich 349 Pfund Saiblinge pro Jahr vom Fischmeister verkauft (BHSA, FB 327_346). Die kleinste Menge an Seesaiblingen beträgt im Jahre 1670: 199 Pfund, die größte im Jahre 1685: 478 Pfund.

Es verwundert, daß die Saiblinge in Pfund gerechnet werden, weil in anderen Akten immer die Stückzahl erwähnt wird. Doch in der „Ordnung“ aus dem Jahre 1639 ist es so vorgeschrieben, wohl um die Genauigkeit der Abrechnung zu erhöhen.

Wenn man davon ausgeht, daß auf ein Pfund (Das Pfund erstreckte sich damals regional unterschiedlich von 467,6–561,9 g) ungefähr sieben Saiblinge gehen (SCHULTES, 1804), dann entspricht das ca. 2 443 Königsseesaiblingen, die im Jahresdurchschnitt von 1669 – 1688 verkauft wurden.

Nach der Instruktion aus dem Jahre 1639 waren es nur die Chorherren, die den Saibling um sechs Kreuzer billiger, also um 24 Kreuzer das Pfund, erstehen konnten. Der Fischverbrauch des Chorherrenstifts war enorm, wenn man bedenkt, daß die Kapitulare außer ihrem Deputat von 2 000 Stück im Jahr durchschnittlich 243 Pfund Saibling (ca. 1701 Stück oder zwei Drittel der verkauften Saiblinge) vom Königssee zukaufen; das entspricht insgesamt 3 701 Saiblingen pro Jahr (BHSA, FB 327–346).

Man muß, wie aus späteren Quellen zu ersehen ist, davon ausgehen, daß es sich hier nur um einen Bruchteil des Fanges handelt. Diese Daten zeigen aber, daß im Königssee mehr Seesaiblinge gefangen wurden, als das Kloster benötigte.

Wichtig bei diesen Auflistungen ist, daß auch andere Fischarten genannt werden. Interessant sind die Angaben über die verkauften Hechte. Das Gesamtgewicht der Hechte, die vom Fischmeister verkauft werden, ist relativ gering. Sie wird 1672 mit acht Pfund angegeben.

In den Akten über die Einnahmen aus der Fischerei in dieser Zeit gibt es jedoch immer wieder Vermerke, daß die „Herren Capitulares“ oder der Dechant Hechte gekauft haben, die sie der Hofmeisterei mit 10 Kreuzer das Pfund vergütet haben.

Im Jahre 1679 wird der Fangort der Hechte erläutert:

„die Herren Capitulares zahlen 194 Pfundt Barthlmeee hechten, je zu 10 Kreuzer“ (BHSA, FB 337).

Dies läßt die Vermutung zu, daß auch die anderen von den Chorherren bezahlten Hechte im Königssee gefangen wurden.

Dafür spricht auch der Preis. Denn normalerweise kostete das Pfund Hecht zwölf Kreuzer, die Chorherren aber mußten nur zehn Kreuzer pro Pfund für die Hechte vom Königssee bezahlen.

Im Zeitraum von 1669 – 1688, wobei bei einigen Jahren die Daten über den Hechtverkauf an die Kanoniker fehlen, wurden im Jahresdurchschnitt insgesamt 194 Pfund Hecht verkauft. Es handelt sich um wenigstens 113 Pfund im Jahre 1670 bis höchstens 261 Pfund Hecht im Jahre 1673.

Es werden auch hin und wieder Ruttenverkäufe vom Königssee erwähnt, leider nur sporadisch und auch nur kleinere Mengen, wie im Jahre 1678, als zwei Pfund Rutte zu 15 Kreuzer verkauft wurden (BHSA, FB 336).

Bei den sonstigen Angaben über Fischverkäufe ist die Herkunft der verkauften Hechte und Rutten recht unklar. Nur selten wird erwähnt, daß ein paar Pfund Hecht und Rutte vom Obersee verkauft worden sind. Beim Saibling wird der Fangort genauer beschrieben z.B. Obersee- oder Hinterseesaibling. Doch gibt es auch Angaben, die nur von verkauftem Saibling sprechen.

Die Seesaiblinge sind außer im Königssee noch in einer Reihe von Seen im Berchtesgadener Land heimisch wie Obersee, Hintersee und Grünsee (KLEIN, 1988). Man kann also nicht von vornherein davon ausgehen, daß bei den Saiblingen immer der Königssee-Saibling gemeint war.

Genauso ist es bei Hecht und Rutte, diese können auch in anderen Seen und Weihern Berchtesgadens (siehe S.122) vorgekommen sein.

Ausgaben (in den Hofmeistereiamtsrechnungen)

„Ausgab auf die Hoffischerei und was derselben anhengig“ Dabei handelt es sich meistens um die Kosten für die Haltung von Schiffen, den Schiffshüttenbau, das Holzschlagen, die Reparatur von Netzen, das Fanggeld für den Fischmeister, das Auslegen von Segen und Reusen, und die Instandhaltung des „Fischzeugs“; also Kosten für Zwirn und Hanf, Sailer und Spinner.

5.2.3.4 Haushaltsakten

Im Pfarrarchiv St. Andreas Berchtesgaden gibt es weitere Quellen für die Fischerei am Königssee.

Bei den **Akten der Haushaltsführung** von 1641 – 1646 (PASA, K 54) wird bei dem Kapitel „Umb fisch“ nicht zwischen den verschiedenen Seen des Berchtesgadener Territoriums differenziert.

Bei den Fischen handelt es sich um geselchte Karpfen, Schwarzreiter, Saiblinge, Hechte, Rutten, Ferchen usw. Nur die erwähnten Schwarzreiter sind höchstwahrscheinlich vom Königssee, da der Name Schwarzreiter nur für die geräuchernden Saiblinge aus dem Königssee gebräuchlich war (SCHMELLER, 1985).

Die Rechnungen zeigen die Kosten für die Ablieferung von Fischen an das Kloster auf, meist aber werden die Kosten der Fischerei aufgeführt z. B. Schiffsbau, Reparatur von Netzen etc.

Fischimport

Die Fischerzeugung in Berchtesgaden genügte für den enormen Bedarf der Chorherren nicht:

Von fremden Fischern vom „Ciembsee“ (Chiemsee) wurden „Höchten“, geselchte „Höchten“, geselchte „Rainankhen“, „Kärpfen“, Laxferchen und sogar Karpfen aus Böhmen verkauft. Stockfisch (getrockneter Fisch ohne Artangabe) und „Häring“ wurden über Salzburg, Krebse vom Zellersee und Mattsee angeliefert (PASA, K 54; ATTENKOFER, 1931).

Der Stockfisch, Hering und weitere Meeresfische waren wichtig für die Jahreszeiten, in denen nicht genügend Fisch aus eigener Produktion geliefert werden konnte (FREUDLSPERGER, 1937).

Für den Zeitraum von 1654–1688 existieren weitere Haushaltsakten (PASA, K 54). Das Vicedechant (Haushaltsamt) des Klosters wurde damals von Georg Leoprechtinger geführt.

Unter dem Kapitel „Ausgab umb Fisch, und anderes zur Fischerey gehörig – Raittung“ findet leider keine Spezifizierung der Fänge statt. Es werden oft nur kleine Fangerträge notiert. Als Lieferanten werden die „hiesigen Fischer“ genannt (PASA, K 54 1654).

Fisch- und Fischereikosten

Die „Ausgab umb Fisch und zur Fischerei gehöriges“ betrug von 1640 – 1655 im Durchschnitt 270 Gulden pro Jahr. Im Jahr 1651 wurde mit 194 Gulden am wenigsten ausgegeben und im Jahr 1654 mit 468 Gulden am meisten. Leider gibt es keine entsprechenden Angaben über die Einnahmen aus diesem Zeitraum (PASA, K 54).

Die „Ausgab umb Schlachtvieh“ im Vergleich, betrugen im Jahresdurchschnitt zwischen 300 und 500 Gulden (LINSENMAYER, 1903).

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts liegen die Ausgaben für Fischerei laut Hofmeistereiamtsrechnungen im Jahresdurchschnitt bei 220 Gulden. Dies hält sich im Gleichgewicht mit den Einnahmen.

Fisch war teuer, ungefähr 10 bis 30 Kreuzer (60 Kreuzer = 1 Gulden) pro Pfund. Der Preis pro Pfund Edelfisch war höher als der von Fleisch (FREUDLSPERGER, 1937).

Fisch erschien bei den Bürgern und den oberen Ständen, hier besonders bei den Geistlichen, regelmäßig nicht nur zur Fastenzeit auf der Tafel. Das Volk war wohl am wenigsten am Konsum beteiligt, da Fische in der Regel, wie schon in der Antike, überwiegend zu den teuren Speisen gehörten (HÖFLING, 1987).

Durch den enormen Fischverbrauch und die hohen Preise nahmen die Ausgaben für die Fischerei einen wichtigen Platz im Budget des Stifts ein (LINSENMAYER, 1903).

Chorherrendeputat

In den Akten des Jahres 1676 findet sich eine Auflistung über das Saiblingsdeputat für die Chorherren (PASA, K 56).

„Deputat Sälbling, Jährlich 2 000 Stuckh von St. Bärthlme

Am 23. Dezembris ist mit dem Fischmaister Zusams gerechnet worden. Haben bisßher Empfangen 1 740 Stuckh, restiert muß 260.

N.B. durch Herrn Kuchlmaister 260 aber schon geholt worden. Haben also damit für dieß Jahr völliges Deputat Empfangen“.

Hier kann man die Auswirkungen der Instruktion aus dem Jahre 1639 erkennen. Das Saiblingsdeputat wurde im Laufe des Jahres abgeliefert. Dem Fischmeister wurde nichts erlassen. Er mußte genau die vereinbarte Menge abgeben.

Genau Fischerträge vom Königssee sind für das 17. Jahrhundert nicht bekannt. Seesaiblinge machten den größten Anteil des Fanges aus, dann erst kamen Hechte und Rutten. Wobei so viel gefangen wurde, daß ein Teil auch verkauft werden konnte. Seeforellen stellten im Fang eine Ausnahme dar. Fischimporte und eine organisierte Teichwirtschaft waren trotzdem nötig, um den Fischbedarf der Hofküche abzudecken.

Der hohe Fischpreis und die Importe werfen die Frage auf, ob der später so hochgepreisene Fischreichtum dieser Zeit vielleicht doch nicht so groß war (FREUDLSPERGER, 1937).

5.2.4 18. Jahrhundert

Historischer Exkurs

Bis zum Jahre 1723 stand das Berchtesgadener Stift unter der Obhut des Kölner Kurfürsten und Erzbischofs Joseph Clemens von Bayern. Dieser wollte als Fürstpropst von Berchtesgaden, wie vorher schon Ferdinand von Bayern, daß sich die Chorherren wieder auf die klösterliche Ordnung besännen. Er erließ 1715 ein Reformationsdekret, doch die Kapitularen wollten sich nicht von ihrer angenehmen Lebensweise trennen (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

Die Versorgung der adeligen Geistlichen, denen persönliche Entbehrungen unbekannt waren, stand auf einem hohen Niveau. Das Kapitel hatte sich dem Geiste des strengen Ordenslebens längst entfremdet. Das Kloster diente hauptsächlich als Lebensversorgung nicht in der Erbfolge berücksichtigter Adelliger.

Die Adelligen kauften sich nach den damaligen Statuten ins Kloster ein. Sie traten ab dem 22. Lebensjahr ein, waren ein Jahr Novize, dann Domizellar, zuletzt Kapitular und erhielten dann eine Jahresrente von 500 Gulden. Jedem Kanoniker standen außerdem jährlich 20 Pfund Edelfische zu oder dafür als Gegenwert 36 Kreuzer pro Pfund (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

Ab 1723 wählten die Chorherren ihren Propst wieder aus den eigenen Reihen. Nach 128 Jahren Verwaltung aus der Ferne durch die Wittelsbacher ging es dem Kloster Berchtesgaden wirtschaftlich immer schlechter, doch wurde die wirtschaftliche Misere zum großen Teil durch den aufwendigen Lebensstil der Chorherren verursacht.

Die Augustiner Chorherren wählten nach Julius Heinrich von Rehlingen (1724–1732) als nächsten Propst Cajetan von Nothaft (1732–1752), der den Fischfang und die Jagd im Sommer am Königssee sehr genoß (ZIEGLTRUM, 1984).

Als letzter der insgesamt 47 Pröpste von Berchtesgaden ist Joseph Conrad von Schroffenberg (1780–1803) zu nennen. Dieser zeigte sich um Berchtesgaden wegen der Schuldenlast sehr besorgt und wollte die Fürstpropstei sanieren. Er versuchte durch die Verpfändung von Salz- und Waldgebieten an Salzburg die wirtschaftliche Lage des Stifts zu verbessern, doch auch er scheiterte (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

5.2.4.1 Saiblinge in Unterlagen des Chorherrenstifts

Auch im 18. Jahrhundert wird der Seesaibling als diplomatisches Mittel eingesetzt.

1710 bekundete der Kaiser in Wien, daß ihm die „Bartlme Saiblinge“ wohlgeschmecket haben, daher sollten noch weitere gesendet werden (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

Designationen (Verzeichnisse über Abgabemengen) von 1688 – 1794 beschreiben die Lieferung von Schwarzreitern und lebenden Seesaiblingen an verschiedene Exzellenzen und hohe Angestellte, sowohl nach Bayern (München und Freising) als auch nach Köln. Beim Gehalt und den Pensionen der Beamten finden sich jährliche Zulagen von 50 – 100 Stück Saiblingen (SCHWARZ, 1935; BHSA, HL 6 V 18 F 13 N (20) –6). Der Kurfürst von Bayern erhielt meistens 600 Stück. Die Lieferung der Fische war übrigens eine Aufgabe der Fischer. Die Designationsakten sind leider nicht für jedes Jahr vorhanden. Es wurden im Jahresdurchschnitt zunächst 2000 und später bis zu 3000 Saiblinge verschickt.

Ab 1722 wird zwischen lebenden Saiblingen und Schwarzreitern auf Spieß unterschieden, wobei auf einem Spieß zwölf Stück Schwarzreiter sitzen. Ab 1727 sind dann nur noch vier Stück am Spieß, während es noch im Jahre 1362 bei Sendungen nach Wien 30 Stück pro Spieß waren (v. KOCH-STERNFELD, 1815; SIEGHART, 1949 b).

5.2.4.2 Fischereiverifikationen

Weitere Quellen, die die Fischerei betreffen findet man in den **Verifikationen** (Rechnungsbelege) für das Waldwesen, den Weingartenbau, den Getreideverkauf, die Jägerei und die Fischerei aus den Jahren 1776, 1779, 1786 und 1787 (BHSA, FB 468, 471, 493, 497). Die Rechnungsbelege, die die Fischerei betreffen, handeln hauptsächlich von Ausgaben für Garn, Hanf, Netze, Schiffsbau, Sailermeister, Holz usw. Teilweise werden auch Fangprämien für Fische erwähnt und die Kosten, die dem Fischer für die Lieferung von Fisch nach München entstanden waren. Diese Belege wurden auch bei der Aufstellung der Ausgaben für die Fischerei in den Hofmeistereiamtsrechnungen verwendet.

5.2.4.3 Kassieramtsrechnungen (BHSA, FB 359–459*)

Bis 1724 sind die Abrechnungen der Hofmeisterei ordentlich geführt. Dann wirkt sich das Ende der Herrschaft des Hauses Wittelsbach im Jahre 1723 aus. Es sind zwar für jedes Jahr **Kassieramtsrechnungen**, wie dann die Abrechnungen heißen, vorhanden, doch die einzelnen Ressorts sind nur lückenhaft ausgefüllt, so auch bei den Einnahmen der Fischerei. Allerdings ist nicht bekannt, ob überhaupt Fisch verkauft wurde. Ab dem Ende des 18. Jahrhunderts findet sich auch keine übersichtliche Einteilung der Bücher mehr, wie noch zu Wittelsbacher Zeiten. Das die Fischerei Betreffende wurde ungeordnet unter der Rubrik „Hofküchenamt“ eingetragen. In den Jahren 1730 – 1752 (BHSA, FB 389–411) wurden im Durchschnitt 127 Pfund Saibling, das entspricht ungefähr 900 Stück pro Jahr verkauft. Das Pfund wurde ab dem Jahre 1740 zu 40 Kreuzer verrechnet, wobei keine Differenzierung des Pfundpreises mehr vorhanden war. Wenn die Chorherren Saiblinge kauften, mußten sie nun den gleichen Preis wie alle anderen zahlen.

Im Verhältnis zu dem durchschnittlichen Gewicht von 349 Pfund des Saiblingsverkaufes in den Jahren 1669 – 1680 zeigt sich ein Rückgang um mehr als die Hälfte. Inwieweit dieser Verkaufsrückgang mit einem Fangrückgang an Seesaiblingen im Königssee gleichgesetzt werden kann, ist nur schwer zu be-

urteilen. Denn der Verkauf allein kann nicht als einziges Kriterium betrachtet werden. Es könnte sich auch um Buchführungsmängel handeln. In den Kassieramtsrechnungen wurde nur noch sporadisch der Verkauf von Hechten und wenn, dann in kleinen Mengen angegeben.

Die Einnahmen durch die Fischerei gingen im Verhältnis zu den Ausgaben stark zurück. Während in den Jahren 1669 bis 1688 das Verhältnis zwischen Einnahme und Ausgabe ausgeglichen war, herrscht von 1730 – 1752 ein großes Defizit. Im Durchschnitt betragen die jährlichen Einnahmen der Hoffischerei 80 Gulden bei 248 Gulden Ausgaben (BHSA, FB 389-411).

5.2.4.4 Kuchlrechnungen

Auch im Pfarrarchiv St. Andreas zu Berchtesgaden sind einige Akten aus dem 18. Jahrhundert erhalten, die Einblick in die Fischerei bieten.

In der **Abrechnung des Kapitalkontingents** 1705 findet sich eine Rubrik über Fischerei.

Unter „Ausgaben auf die Fischerei und dero Zuegehörigen“ werden, nach Monaten unterteilt, die Kosten aufgezählt, die durch Schiffsbau, Netzreparatur usw. verursacht wurden (PASA, K 56 1705). Die Informationen über den Fischfang und die Herkunft der Fische fallen ebenso gering aus wie bei den weiter oben erwähnten Verifikationen und den Hofmeistereiamtsrechnungen.

Bedauerlicherweise verhält es sich mit den Fischereiausgaben aus dem Jahre 1710/1711 genauso (PASA, K 56).

Bessere Auskunft über das Fischereiwesen geben die sogenannten **Kuchlrechnungen** aus dem ehemaligen Chorherrenstift Berchtesgaden.

Unter „Bartlmee fisch“ findet sich in der Kuchlrechnung aus dem Jahre 1737 (PASA, K 57) folgende Zusammenstellung:

„Ahn Sälbling ist dieses Jahr hindurch aufgangen	Stuckh
Auf Ihre Hochfürstl.gnaden genädigstes anschaffen	492
Zur hochfürstlichen Kuchl	2696
Was in dem zum aufgang auch hin = und widrum angeschafft worden	11287
auf die deputata	1684
Was verkauft worden	754
München Fisch sambt der schwarzreutter	2000
suma	18913

Was ferner von dem Bartlmeesee geliffert worden

Rutten	Pfundt 166
Höchten	Pfundt 284

macht das Fang recht gelt in allem zusammen 26 Gulden**

* gilt anscheinend nur für den Fang der Rutten und Hechte.

Dies ist die erste Akte, bei der man mit einiger Sicherheit davon ausgehen kann, daß die hier verzeichneten Saiblinge der Gesamtmenge des Fanges an Saiblingen aus dem Königssee entsprechen. Bei 18 913 Stück entspricht das ca. 2 702 Pfund gefangenem Saibling für das Jahr 1737, bei sieben Saiblingen pro Pfund.

Es wird hier exakt erläutert, was mit den Saiblingen des Königssees geschieht. Die einzelnen Punkte wurden übrigens

* es existieren bis 1801 Kassieramtsrechnungen

afu gabelbling j3
auffgangs		497
auf des Bochs für H: quadrs	J. J. J. J.	497
auffgangs		2696
aus S. Gochfürst: hieß		
etwas in der sein auffgang	afu	und
etwas in augrhaft	enordt	11207
auf die deputata		1604
etwas in haupt	enordt	754
Münster firs gabeld	schants	2000
Summa 10913: Stulif.		

etwas formos	afu	die	Banken:	R: a
ein greiffert	enordt			
Rüter			166	ff.
Scepter			204	ff.
ausst es lang	recht	gret	in	alsu
ein	gamm			26

Abb. 2: (PASA, K 57 1737, Ausschnitt).

	(Halbling	Sostn	Dicht
	Hilf	ff.	ff.

Von S. Barth...
 Kopier...
 Gott...
 auf...
 ganz...

	14723	192 175
--	-------	---------

By ob...
 nicht...
 was...
 sind...
 f...
 können...

Abb. 3: (PASA, K 57 1740, Ausschnitt).

schon in den anderen Unterlagen erwähnt wie z.B. in den Designationen, die wahrscheinlich den Angaben für „München fisch“ und für „Ihro Hochfürstl. gnaden“ zu zuordnen sind. Die verkauften Saiblinge müssten den in den Kassieramtsrechnungen aufgeführten Mengen entsprechen. Mit Deputata ist vermutlich die jährliche Chorherrenabgabe gemeint. Es fällt nur auf, daß die geforderte Zahl von 2 000 Saiblingen nicht erreicht wird (BHSA, FB 36; Instruktion 1639). Für die Saiblinge an die hochfürstliche Küche und für die „hin und widrum angeschaffte“ Lieferung an Saibling lassen sich leider keine anderen vergleichbaren Unterlagen finden. Beim letzteren handelt es sich vermutlich um die Saiblinge, die als Geschenke nach Salzburg und Wien geliefert wurden. Gerade dieser Bereich aber macht den größten Teil der jährlich vom Königssee gelieferten Saiblinge aus.

Leider gibt es gerade für das Jahr 1737 keine Daten für die Designationen und für die Fischverkäufe in den Kassieramtsrechnungen, so daß man keinen genauen Vergleich aufstellen kann. Das zeigt wieder, wie ungenau die Abrechnungen des Kassieramtes ausgeführt wurden. Es wurden zwar Saiblinge verkauft, aber in den Abrechnungen wurde nichts notiert. Das Gleiche trifft wahrscheinlich beim Hecht zu. Die Menge der abgelieferten Hechte vom Königssee ist in der Kuchlrechnung (1737) mit 284 Pfund recht hoch. Wieviel davon verkauft wurde, ist nicht zu klären, da gerade im 18. Jahrhundert in den Kassieramtsrechnungen keine Angaben mehr über verkaufte Hechte vom Königssee existieren.

Die Rutte ist bei allen früheren Aufzeichnungen nur sporadisch erwähnt worden. In der Kuchlrechnung aber zeigt sich, daß diese Fischart für den Königssees doch von wirtschaftlicher Bedeutung war.

Der Fischbedarf des Stiftes war groß, darum wurden auch von anderen Seen Fische gekauft, wie schon im 17. Jahrhundert. Vom „Ciembsee“ wurden 358 Pfund Hecht gekauft, sonst noch Karpfen, Schleien und „Praxen“ [Brachsen; HÖFLING, 1987] (PASA, K57 1737).

Eine weitere **Kuchlrechnung** aus dem Jahre 1740 (PASA, K 57):

„Von St. Bartlome seindt das verfllossene Jahr, zur hochfürstl. Hoffkuchl geliefert worden, auch ansonsten allenthalben aufgangen

Saibling/	Stuckh	14 733
Höchten	Pfundt	192
Rutten	Pfundt	175”

Hier werden die Saiblinge nur noch in der Gesamtzahl angegeben, die aber fast ein Viertel niedriger liegt als im Jahre 1737. Eine Aufgliederung wie im Jahre 1737 gibt es nicht mehr, dafür wird eine allgemeine Erklärung abgegeben:

„Bey ob bemelter Zahl der Sälbl. seindt auch darbey zu verstehen, was zu St. Bartlmeee verzöhrt und hin und wider auf das hochfürstl. Stüfft gerechnet und nacher München angeschafft worden“.

Unter „Kauffte Visch“ wurden gekaufte Fische aufgezeichnet: „Gekauffte Höchten von Bruggmayer und anderen 226 Pfund, Karpfen 1 057 Pfund, geselchte lax, Re(a)inancken [Renken oder Seeforellen], Waller, forellen aus Bischofswiesen, Praxen und unterschiedlichen Visch“.

Für das Jahr 1744 (PASA, K 57) gibt es auch eine **Kuchlrechnung**:

„Von S. Bartlome seindt Vorliecheres Jahr 1744, zur hochfürstl. Hoffkuchl geliefert worden.

Höchten	Pfundt	192
Saibling	Stuckh	1 560
Rutten	Pfund	93”

Die Zahl der abgelieferten Saiblinge ist sehr niedrig. Sie macht noch nicht einmal 10 Prozent des Fanges von 1737 aus. Es stellt sich hier die Frage, ob dies der ganze Fang war oder ob nicht alles aufgezeichnet worden ist. Hier wird aber weder auf St. Bartholomä verzehrte Saiblinge, noch auf sonstige abgelieferte oder nach München geschickte Saiblinge hingewiesen, sondern es heißt in der Überschrift nur „zur hochfürstl. Hoffkuchl geliefert worden“. Diese Zahl beinhaltet wohl nur die Saiblinge, die an die Hofküche geliefert worden sind. Denn es werden laut Kassieramtsrechnung immerhin 117 Pfund (819 Stück) Saibling verkauft und verkauft werden darf der Saibling erst laut der „Ordnung“ aus dem Jahre 1639, wenn die Deputate abgegolten worden sind. Trotzdem fällt die, im Vergleich zu der Kuchlrechnung von 1737, geringe Zahl der Saiblinge auf, die an die Hofküche geliefert wurden.

Die Menge der abgelieferten Hechte und Rutten fällt dagegen nicht so aus der Reihe wie die der Saiblinge.

In der **Kuchlrechnung** „pro anno 1746“ (PASA, K 57) wird dann wieder eine hohe Stückzahl an vom Königssee gelieferten Saiblingen angegeben. Doch eine weitere Differenzierung der Lieferung findet nicht statt.

„Von S. Bartlome seindt das Verfllossene Jahr geliefert worden

Höchten	Pfundt	487
Saibling	Stuckh	19 232
Rutten	Pfundt	144

Bey obrmelter geselchter Sälbling seindt auch begriffen, was an See verzöhrt und angeschafft, auch auf den hochfürstlichen Stüfft gerechnet und nacher Wien, München und anderen orten verschickht worden“.

Ein anderes Kapitel in der Kuchlrechnungen unter „Kauffte Visch“:

Von undterschiedlichen Gattungen sind an Fischen erkaufft worden

Kärpfen	701 Pfundt	a 14 Kreuzer
Höchten	9 Pfundt	a 20 Kreuzer”

Die letzte vorhandene **Kuchlrechnung** mit einem umfangreichen Fischereireisort nennt sich „Hof-Küchlarnts-Rechnung de anno 1752“ (PASA, K 57).

„Empfang an fischen – Von Bartlmeee See

Der fischmaister zu St. Bartlmeee lifert an fischen disß Jahr hindurch

an Höchten	Pfundt	368
an Saibling	Stuckh	2 754
an Rutten	Pfundt	189”

Die Stückzahl der Saiblinge ist wieder erstaunlich niedrig. Wahrscheinlich verhält es sich hier analog zum Jahre 1744. Besonderer Augenmerk wird in dieser Kuchlrechnung auf den Fang der Hoffischer gelegt.

„Empfang an fischen von denen Hoffischern.

Dieselben haben disß Jahr hindurch an undterschiedlichen

fischen geliefert:

Ferchen	Pfundt	572
Oberseesaibling	Stuckh	5 282
Rutten	Pfundt	64
Höchten	Pfundt	21
2 Viertel Koppen		
24 Viertel Pfrillen"		

Koppen und Pfrillen (Elritze) werden in dieser Zeit nach Vierteln bemessen (FREUDLSPERGER, 1937). Das entspricht einem Viertel von 100 Stück, also 25 Stück. Die heute so gering geachteten Koppen und Elritzen, die nur noch als Köderfische benutzt werden, hatten früher wirtschaftliche Bedeutung. Sie wurden gezielt gefangen und galten als Delikatesse (POPP, 1952).

„Ausgab auf die Hoffischer	Gulden	Kreuzer
572 Pfundt Forellen a 10 Kreuzer das Pfd.	95	20
5282 Stukh Obersee Saibling je 2 Kreuzer	44	1
64 Pfundt Rutten a 8 Kreuzer	8	24
21 Pfundt Höchten a 8 Kreuzer	2	48
an Koppen 2 Stuckh ad 16 Kreuze		32
an Pfrillen 24 Stuckh a 10 Kreuzer	4	
in suma	155 Gulden	5 Kreuzer

Ausgab auf das fangrecht von Bärtlme See	Gulden	Kreuzer
Der Fischmaister zu St. Bärtlme lifert an		
Höchten 368 Pfundt je 6 Kreuzer	36	48
89 Pfund Rutten a 6 Kreuzer das Pfundt	16	54
in suma	53 Gulden	42 Kreuzer

Bei den Ausgaben für die Hoffischer handelt es sich um Fangprämien, genauso wie für den Fischmeister von St. Bartholomä. Das „Fangrechtgeld“ ergibt sich aus der Fangmenge verschiedener Fischarten, die unterschiedlich prämiert werden. Die Edelfische bringen natürlich mehr Fanggeld ein. Der Fischmeister erhält außerdem einen Jahreslohn, da er Angestellter des Hofes ist. Den Fang der Saiblinge aus dem Königssee bekommt der Fischmeister anscheinend nicht vergütet.

„Ausgab umb erkaufte fisch	Gulden	Kreuzer
An Kärpfen ist dies Jahr hindurch erkaufft worden 8 Centner 47 Pfund je 12 Kreuzer	169 Gulden	24 Kreuzer
An Höchten 165 Pfund je 22 Kreuzer	60 Gulden	30 Kreuzer
Umb undterschiedlichen fisch ist ausgelegt worden	97 Gulden	20 Kreuzer
umb 184 Schildkröten	23 Gulden	
in suma	350 Gulden	14 Kreuzer"

350 Gulden allein die Ausgaben für den Kauf von Fisch ist ein enormer Betrag für die damalige Zeit. Doch der Fischbedarf war hoch, da Fisch wie schon erwähnt den Hauptbestandteil der Ernährung im Kloster ausmachte. Fische wurden vor allem vom Chiemsee und aus Salzburgs Umgebung (Zellersee und Mattsee in Oberösterreich) importiert.

Die Kuchlrechnungen aus Berchtesgaden zeigen am differenziertesten von allen Quellen, welche und wieviele Fische im Königssee und anderswo gefangen wurden. Leider existieren nur noch fünf Akten.

Doch da sie wenigstens aus dem Zeitraum von 1737 – 1752 vorhanden sind, kann man versuchen gewisse Rückschlüsse zu ziehen. Der Durchschnitt des Jahresfangergebnisses an Saiblingen aus drei Jahren (leider sind die Jahre 1744 und 1752 nicht zu verwenden, da die Angaben über Saiblinge unvollständig sind) beträgt 17 626 Stück, das entspricht ungefähr 2 518 Pfund Saibling.

Das Durchschnittsgewicht des Hechtfanges im Königssee beträgt auf fünf Jahre bezogen 304,6 Pfund, das der Rutten 152,8 Pfund.

Daraus kann man schließen, daß der wirtschaftliche Hauptfisch des Königssees der Seesaibling war. Dabei müssen wohl große Schwankungen im Fang aufgetreten sein; so wurden im Jahre 1740 14 733 Stück und im Jahr 1746 19 232 Stück gefangen. Doch dies genauer zu interpretieren, ist aufgrund der ungenügenden Quellenlage nicht möglich.

Als zweitwichtigster Fisch ist der Hecht zu nennen, wobei sein Fangergebnis im Durchschnitt fast 10 mal geringer ist als das der Saiblinge.

Das Schlußlicht der drei regelmäßig erwähnten Fischarten des Königssees ist die Rutte, die nur knapp die Hälfte des Hechtrages bringt.

5.2.4.5 Weitere die Fischerei betreffende Akten

Fisch- und Laichverluste durch Holzsturz

In einer Akte aus dem Jahr 1720 bitten die Hoffischer Jacob und Oswaldt Landaller um Fangentschädigung (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (21/10) – 17). Durch Holztriften und -sturz (Holz wurde in großen Mengen für die Salinen benötigt) kämen immer wieder Fische und Laich zu Schaden und deshalb würde der Fang an Hechten und Rutten gering ausfallen.

VIERTHALER (1816) beschreibt den sogenannten nassen Holzsturz am Königssee so:

„Die zwei größten Bäche, welche dem See ihre Wasser zuführen, der Schrey- und Königsbach werden um jene Zeit [Frühjahr] oft zu Holztriften benutzt. Man sperret da das Rinnsall der Bäche vermittelst hoher und starker Schleusen, und sobald sich eine Wassermasse gesammelt hat, hinreichend, die ungeheure Last [mehrere Ster aufgeschichtetes Holz] zu bewegen und fort zu wälzen, eröffnet man plötzlich die Schranken, und Tausende von Holzblöcken, Schutt und Felsentrümmer stürzen brausend und krachend herab in den Königssee, daß Luft und Wasser in Wirbeln sich drehen. Diese Holzstürze wurden von den alten Prälaten und Fürsten des Landes zu feierlichen Hofschauspielen erhoben“.

Der trockene Holzsturz fand an der westlichen Seeseite nahe des Schrainbaches statt. Das aufgestapelte Holz wurde über den steilen Felsenrand herabgestürzt (SIEGHART, 1949 a). Der nasse Holzsturz hat vermutlich eine größere Schädigung des Hecht- und Ruttenbestandes verursacht als der trockene. Denn gerade dort, wo die Laichgründe des Hechtes sind und sich vermehrt die Jungtiere der Rutten aufhalten, mündeten die damals aufgestauten Bäche in den Königssee.

Rückgang des Saiblingsfanges im Königssee

In einem Dekret aus dem Jahre 1737 wird dem Fischmeister Joseph Duxner von St. Bartholomä das Deputat an Saibling herabgesetzt. Der Fischmeister vom Königssee muß nur noch

150 Stück Saibling pro Kapitular des Stifts Berchtesgaden pro Jahr abgeben. Anscheinend hat sich der Fischmeister nicht an die Instruktion gehalten und der Saiblingsbestand ist durch sein Verschulden zurückgegangen (BHSA, HL 6 V 18 F13 (21/12) – 19).

Die Herabsetzung des Saiblingsdeputates beweist, daß ein Rückgang des Saiblingsertrages vom Königssee um 1737 stattgefunden hat. Ob etwa nur zu intensiver Fischfang und schlechte Fischwirtschaft oder andere Gründe dazu beitrugen, läßt sich durch die Akten leider nicht genauer klären.

5.3 Der Königssee im Königlich Bayerischen Jagdrevier von 1810 bis 1918

5.3.1 Berchtesgaden im Königreich Bayern

Historischer Exkurs

Am Anfang des 19. Jahrhunderts stand Berchtesgaden unter wechselhaften politischen Einflüssen. 1803 wurde das Kloster Berchtesgaden säkularisiert und gelangte mit Salzburg für kurze Zeit unter die Herrschaft des Großherzogs von Toskana. Im Preßburger Frieden, im Jahre 1805, wurden die Länder Salzburg und Berchtesgaden mit allen Eigentums- und Hoheitsrechten der österreichischen Monarchie einverleibt. Im Jahre 1810 schließlich nahm das Königreich Bayern, nach dem Frieden von Schönbrunn, Salzburg mitsamt Berchtesgaden in Besitz. Nach dem Wiener Frieden (1815) gelangte das Salzburger Gebiet wieder an Österreich, während Berchtesgaden bayerisch blieb (ALBRECHT, 1954). Das Königsseegebiet wurde zum königlichen Jagdrevier erklärt.

König Maximilian I. (1806–1825), König Ludwig I. (1825–1848) und König Max II (1848–1864) hielten sich gerne während der Sommerzeit am Königssee auf und veranstalteten Hofjagden. Ludwig II. (1864–1886) schätzte das Königsseegebiet nicht so sehr. Prinzregent Luitpold (1886–1913) verbrachte als begeisterter Jäger viel Zeit in Berchtesgaden, ebenso wie König Ludwig III. (1913–1918) (HÜTTL, 1980).

Im Jahre 1918 wurde das Königreich Bayern vom Freistaat Bayern abgelöst und das Königliche Jagdrevier in die Staatsverwaltung übernommen.

Entwicklung der Fischerei im Königreich Bayern

Gerade in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gab es große Fortschritte in der Fischerei. Die künstliche Fischerbrütung, von Stefan Ludwig Jacobi im Jahre 1763 entwickelt, war der Wegbereiter für umwälzende Veränderungen. Im Jahre 1853 wurde zum erstenmal die künstliche Erbrütung von Fischen in München durchgeführt. König Max II. von Bayern, ein Förderer der Naturwissenschaften, unterstützte Fischzucht und Fischerei. Es kam zur Gründung von Fischereivereinen, wie 1855 des Münchner Fischer-Clubs, der im Jahre 1872 in Bayerischer Fischerei-Verein umbenannt wurde. Eine Landesfischereiverordnung wurde 1884 erlassen. Sie bildet die Grundlage für das Fischereigesetz des Jahres 1908. Auch die Neugründung von fischereiwissenschaftlichen Instituten wurde durch den bayerischen Staat, unter Mitarbeit des Bayerischen Fischerei-Vereins, vorangetrieben. Im Jahre 1898 wurde an der tierärztlichen Hochschule in München eine Professur für Fischkunde und Zoologie errichtet (LANDESFISCHEREIVERBAND, 1980).

Zur Förderung der Fischerei erfolgte die Einführung fremder

Nutzfischarten wie dem Bachsaibling. Desweiteren wurde gegen sogenannte Fischfeinde, wie die Fischotter vorgegangen. Die Ausrottung der Fischotter wurde mit Prämien belohnt. Die letzten Fischotter des Berchtesgadener Landes wurden zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts erlegt (ZIRL, persönliche Mitteilung 1990).

5.3.2 Fischereiakten aus dem Staatsarchiv München

5.3.2.1 Die Verpachtung des Königssees

Ab dem Jahre 1828 ist erwiesenermaßen das Fischrecht vom Königssee an den königlichen Revierförster verpachtet worden. Eine Aktennotiz aus dem Jahre 1855 unter der Überschrift „Obersee“ lautet folgendermaßen:

„Infolge Regierungs EntschlieÙung vom 9. October 1828 Nr. 12.163 mit dem Königs oder Bartholomä See Katasternr. 277 im Forstbezirk Königssee um jährlich 112 Gulden an den königlichen Forstwart Simon Hochleitner zu St. Bartholomä verpachtet“ (STAM, KATAS. B 2343).

Die Wirtschaft in St. Bartholomä übte der jeweilige Schloßwart und königliche Revierförster aus, in diesem Fall Simon Hochleitner, der gleichzeitig das Fischrecht des Königs- und Obersees gepachtet hatte. Ob dies schon vom Jahre 1810 an so war, ist nach der Quellenlage nicht zu klären. Für das Jahr 1846 wird Simon Hochleitner in einer alten Speisekarte der Wirtschaft von St. Bartholomä als Gastwirt erwähnt (SCHWARZ, 1932).

Anscheinend wurde der Fischfang nur noch für die Gastwirtschaft betrieben. Aufzeichnungen über die Fangmenge sind aus dieser Zeit nicht vorhanden. Dies alles zeigt, daß die Bedeutung des Fischfanges am Königssee zurückging. Die Fischwirtschaft hatte seine ehemalige Funktion, nämlich die Versorgung des Klosters Berchtesgaden, verloren. Der königliche Förster war jetzt der Pächter des Königssees.

Die Pächter des Königssees von 1828 bis 1918 waren nacheinander:

Simon Hochleitner	(bis ca. 1859)
Johann Hochleitner	(" " 1877)
Josef Zeller	(" " 1892)
Johann Hohenadl	(" " 1919) (STAM, LRA 68.587).

Die Pächter wiederum hatten Fischer und Fischerknechte angestellt, die den Fischfang am Königssee ausübten. Um das Jahr 1861 war Anton Griska der Fischer des königlichen Forstwartes, wie auf dem Ölgemälde eines Silberlachs in St. Bartholomä angemerkt ist. Ab dem Jahre 1878 war Franz Höplinger (ANONYMUS, 1879) und später am Ende des 19. Jahrhunderts Matthias Stöckl der Fischmeister vom Königssee (ANONYMUS, 1940 a).

Im Jahre 1834 versuchte der Bayerische Staat vergeblich den ganzen Königssee samt Fischerei um 500 Gulden an Private zu verkaufen (SIEGHART, 1949 a).

Es finden sich immer wieder Unterlagen, die sich auf die Verpachtung des Königs- und Obersees an Simon Hochleitner beziehen. So auch in der Akte aus dem Jahre 1858, wo erwähnt wird, daß Simon Hochleitner den See auf Lebenszeit gepachtet hat (STAM, LRA B 68.585). Als nächster Pächter folgte Johann Hochleitner, wahrscheinlich der Sohn des Simon Hochleitner. In dem Pachtvertrag aus dem Jahre 1860 wird Johann

Hochleitner ermahnt, sich an die bayerische Fischordnung und die polizeilichen Vorschriften zu halten. Seine Hauptverpflichtung als Pächter des Sees bestand in der „Hebung der Fischzucht der Saiblinge“, die er auf keinen Fall unter einem Viertel Pfund und in der Laichzeit fangen sollte. Hechte, Rutten und „Bürschlinge“ durfte er zu jeder Zeit fangen. Er oder vielmehr sein Fischer sollte alle Möglichkeiten der Fischereikunst ausschöpfen, um deren Bestand zu mindern. Der Pächter stand unter der Aufsicht des königlichen Salinenforstamtes und des Rentamtes, die kontrollierten, ob er die Fischordnung einhielt. Mitglieder des Hofes durften am Königssee und Obersee mit der Angel fischen.

„Insoweit es dem Pächter nach dem gegenwärtigen Vertrag l.3 [bezieht sich auf die Schonung der Saiblinge bis ein Viertel Pfund] bemerkten Beschränkungen möglich sein wird, hat derselbe den K. Hof in Berchtesgaden vor Allem die K. Hofhaltung mit Edelfischen zu versehen und auf Bestellung und Kosten des K. Hofes thunlichst lebende Sälblinge in den Fischbehältern des K. Schlosses darselbst abzuliefern“ (STAM, LRA B 68.587).

Dieser Pachtvertrag erinnert sehr an die Instruktion für den Fischmeister von St. Bartholomä aus dem 17. Jahrhundert, besonders durch die Ermahnung, sich an die Fischordnung zu halten und durch die Auflage zur Lieferung von Saiblingen (die aber bezahlt wurden) an den Hof.

Es scheint, daß der Saiblingsbestand im Königssee niedrig war. Sonst wären wohl keine Fangbeschränkungen aufgestellt worden.

Ein weiterer Pachtvertrag stammt aus dem Jahre 1912. Der Königliche Förster und Gastwirt Johann Hohenadl zu St. Bartholomä pachtete von 1912 bis 1921 Königssee, Obersee, Funtensee, Grünsee, Mittersee und den Salletalpengraben. Die wichtigste Neuerung gegenüber dem Pachtvertrag aus dem Jahre 1860 ist die Angabe, daß jährlich 200 000 Stück Saiblingsbrut in den Königssee eingesetzt werden mußten und zwar nach den „Grundsätzen eines ordentlichen Fischbetriebs“ (STAM, LRA B 31.153).

5.3.2.2 Allgemeine amtliche Fischereiunterlagen

Allgemeine Angaben über die Fischerei in Berchtesgaden finden sich erstmals zu Beginn der zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts in Akten des Landgerichtes Berchtesgaden. Dort wird immer wieder über Fischdiebstahl und die Nichteinhaltung der Fischereiordnung geklagt. Auch Richtlinien für die Fischwirtschaft in Berchtesgaden aus dem Jahre 1855 sind vorhanden (STAM, LRA B 68.587) (siehe Anhang). Nachdem große Verluste für die bayerische Fischerei aufgetreten waren, war es notwendig geworden neue Rahmenbedingungen für die Fischerei zu schaffen. Interessant sind die Angaben über die Laichzeiten z.B. für Forellen und Saiblinge von Anfang Oktober bis Ende Dezember. Außerdem wurden Größe und Gewicht, ab denen ein Fisch gefangen werden durfte, bestimmt. So durfte der Saibling erst ab einem Viertel Pfund gefangen werden. Es wurden auch Richtlinien für den Fischverkauf und den Schutz der Fischgewässer aufgestellt. Besonders bedeutend ist, daß zur Hebung der Fischerei, die künstliche Fischzucht eingeführt werden sollte, um „edle Fischgattungen“ zu vermehren (STAM, LRA B 68.587).

Schon im Jahre 1857 findet sich eine neue Festsetzung der Laichzeit von Saiblingen auf November und Dezember, obwohl das Plädoyer eines Unbekannten (ohne Jahresangabe)

existiert, der sich dafür ausspricht, die Saiblinge nicht im Oktober zu fangen, denn die Saiblinge im Königssee seien so klein, daß sieben bis acht Stück auf ein Pfund gingen (STAM, LRA B 68.587).

Im Jahre 1859 findet man Unterlagen mit Klagen über die Fischerei am Königssee. Es sollen massenhaft kleinste Saiblinge ohne Beachtung der Fischordnung gefangen worden sein. 1860 erfolgte auch eine Mahnung an Johann Hochleitner, den königlichen Förster, die Fischordnung zu beachten (STAM, LRA B 68.587).

5.3.2.3 Die Fischwassersteuerfassung von 1855 (STAM, KATAS. B 2343)

Es handelt sich hierbei um Angaben über den Fischertrag der verpachteten ärarialischen (staatlichen) Gewässer des Bezirkes Berchtesgaden, damit diese Gewässer für die Steuer genauer bewertet werden könnten. Da keine Aufzeichnung der Fischerträge für die Pächter vorgeschrieben war, sollten sie den Jahresertrag „nach Erinnerung an abgelegten Eid“ schätzen.

Der Pächter Simon Hochleitner gab für den Königssee an:

Saibling	200 Pfund
Forellen	50 Pfund
Hechte	100 Pfund
Rutten	50 Pfund

Diese Angaben über den Fangertrag am Königssee sind niedrig, besonders wenn man den Ertrag an Seesaiblingen mit den Fangträgen des Fischmeisters aus dem 18. Jahrhundert vergleicht. Damals wurden jährlich um die 2 000 Pfund Saibling gefangen. Dies läßt die Schlußfolgerung zu, daß entweder der Saiblingsbestand am Königssee stark zurückgegangen war oder daß der Pächter nur soviel fangen ließ, wie er benötigte, oder aber daß es sich um eine falsche Angabe handelt.

5.3.2.4 Künstliche Zuchtverfahren am Königssee

Im Jahre 1868 bittet Johann Hochleitner in einem Protokoll um die Erlaubnis, 300 Saiblinge und 300 Seeforellen in der Laichzeit aus Königssee und Obersee zu fangen (STAM, LRA B 68.587). Den Laich dieser Fische benötigte er für die künstliche Fischerbrütung. Die Fische will er nur austreifen und dann wieder zurück in den See werfen. Dies ist der erste Beleg für die Aufnahme der künstlichen Fischerbrütung am Königssee. Die gleiche Anzahl an Saiblingen und Seeforellen forderte er auch in den nächsten Jahren, wobei die Protokolle aber nicht für jedes Jahr vorhanden sind. Ab dem Jahr 1877 war Josef Zeller der königliche Förster. Unter ihm und seinem besonders erwähnten Fischer Franz Höpflinger erhöhte sich die Anzahl der benötigten Saiblinge auf 500 – 800 Stück. Im Jahr 1891 sind es ca. 1000 Saiblinge und 20 – 30 Seeforellen. Im Jahr 1897, aus dem das letzte Protokoll stammt, handelte es sich, diesmal unter dem Förster Johann Hohenadl, um 2 000 Saiblinge, deren Laich für die künstliche Erbrütung von Saiblingen am Königssee benötigt wurde. Die Erbrütung der Saiblinge erfolgte höchstwahrscheinlich auf St. Bartholomä. In einer Aktennotiz aus dem Jahre 1876 ist vermerkt, daß die Bebrütung „in seinem [gemeint ist damit der Forstwart Johann Hochleitner] Weiher zu Bartholomä“ erfolgen sollte (STAM, LRA B 68.587). Auch im Jahre 1879 wurde beschrieben, daß die künstliche Fischzucht in St. Bartholomä stattfand (ANONYMUS, 1879).

Ritter v. KOCH-STERNFELD (1863) behandelt in seinem Buch „Das ius piscandi in Bayern und Österreich ob der Enns“ auch den Fischfang am Königssee. Er setzt sich vor allen Dingen mit PEETZ (Fischwart am Chiemsee) und dessen Buch „Die Fischwaide in oberbayerischen Seen“ (1862) auseinander. PEETZ (1862) trauerte der ehemaligen Größe der Saiblinge des Königssees nach. Er hebt außerdem hervor, daß der bayerische König Max sich dieser „köstlichsten Spezies der bayerischen Fischfauna“ angenommen habe und sie mit „rührender Schonung“ vor dem Untergang bewahre. PEETZ (1862) bezieht sich wahrscheinlich darauf, daß der Seesaibling nur noch außerhalb der Schonzeit und nur ab einem Viertel Pfund gefangen werden durfte. Der Behauptung von PEETZ (1862), daß der Königssee der Aufgabe des Züchtens von edlem Fischwerk ohne menschliches Zutun gerecht wird, widerspricht v. KOCH-STERNFELD (1863) energisch. Er schreibt, daß aus höher im Gebirge gelegenen Seen, vor allem vom Grünsee „alljährlich die Setzlinge mit großer Sorgfalt in den Königssee verpflanzt“ werden. In den amtlichen Akten über den Königssee sind leider keine Beweise für diese Saiblingssetzlinge aus dem Grünsee und anderen Seen zu finden.

In einem Artikel in der bayerischen Fischerei-Zeitung wird der unbefriedigende Saiblingsfang des Königssees der zurückliegenden Jahre angeprangert. Dies sollte sich durch den Wechsel des Fischers ändern. Der neue sachkundigere Fischer hieß Franz Höplinger (ANONYMUS, 1879). Um die schlechten Fischerträge, vor allem an Seesaiblingen, am Königssee zu erklären, sollte auf Veranlassung des Bayerischen Fischerei-Vereins im Jahre 1887 eine ichthyologische Untersuchung des Königssees durchgeführt werden (v. STAUDINGER, 1887). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind leider nicht bekannt.

Im Jahre 1890 wurde beklagt, daß es unmöglich wäre, Saiblinge nach dem Britlmaß [Maß für die Maschenweite der Fangnetze; synonym für das Schonmaß der Fische (BROD, 1980)] aus dem Königssee zu gewinnen. Als Gründe nahm man zu wenig Nahrung, Degeneration oder falsch betriebene Fischwirtschaft an (ANONYMUS, 1890).

Zur Verbesserung des schlechten Saiblingsbestandes wurden **Besatzmaßnahmen** durchgeführt. Es wurden in den Jahren 1895 und 1898 je 30 000 Seesaiblinge aus der Fischzuchtanstalt Starnberg eingesetzt (SCHILLINGER, 1896; ANONYMUS, 1899). Wahrscheinlich handelte es sich dabei um Nachwuchs von Seesaiblingen aus dem Fuschlsee (KLEIN, 1988).

Außerdem wurden im Jahre 1895 insgesamt 60000 Blaufelchen (*Coregonus wartmanni*) in den Königssee eingesetzt (SCHILLINGER, 1896). Mit der gleichen Anzahl an Blaufelchen wurden auch in den Jahren 1898, 1899 und 1904 Besatzmaßnahmen durchgeführt (ANONYMUS, 1951). Im Jahre 1904 wurden zusätzlich noch „30 000 Stück Nordsee-Schnäpelbrut“ (*Coregonus macrophthalmus*) in den Königssee eingesetzt (ANONYMUS, 1950).

5.4.1 Franz von Paula Schrank

Der Umgang mit der Natur und ihren Lebewesen war bis ins 18. Jahrhundert sehr von Aberglauben und Vorurteilen beeinflusst. Erst durch den Einfluß der Aufklärung fing man an, die Natur mit anderen Augen zu sehen (KOCH, 1925).

Als herausragender bayerischer Naturforscher und Gelehrter ist für diese Zeit Franz v. Paula SCHRANK zu nennen.

Kurzbiographie (nach ZIMMERMANN, 1981)

Franz v. Paula SCHRANK wurde am 21. 8. 1747 in Vornbach am Inn geboren und besuchte ab 1756 das Passauer Jesuitengymnasium. In Wien absolvierte er von 1762 bis 1764 das Noviziat, dann das ordensübliche Studium in Raab, Tyrnau und Wien. Im Jahre 1774 wurde er zum Priester geweiht.

Sein naturwissenschaftliches Interesse war groß. Schon 1776 veröffentlichte v. Paula SCHRANK die „Beyträge zur Naturgeschichte“. Seit 1778 war er Mitglied der Kurbayerischen Akademie der Wissenschaften. 1783 unternahm er eine Reise nach Berchtesgaden, deren Eindrücke er 1785 in den „Naturhistorischen Briefen“ schilderte. Durch seine Reisebeschreibungen wollte er der Vorstellung vom „barbarischen Süden“ entgegenreten.

Reiseschilderungen waren im 18. Jahrhundert sehr beliebt. Gegenstand der Betrachtungen waren Kunst, Geschichte, Topographie, Ökonomie, Naturgeschichte, Volkskunde und Sprache.

Franz v. Paula SCHRANK selbst war nach heutigen Sinne kein weitgereister Mann. Er kam kaum über seine engere bayerische Heimat hinaus. Doch war er ein scharfer Beobachter und kannte die von ihm bereisten Gegenden sehr genau.

Die Vielseitigkeit der Veröffentlichungen von Franz v. Paula SCHRANK ist groß. Es handelt sich um allgemeine naturgeschichtliche Schriften, Reisebeschreibungen, landwirtschaftliche, geologische, mineralogische, zoologische und botanische Schriften usw. Diese Vielfalt war möglich, weil die Wissenschaften damals noch enger zusammenhingen und erst am Anfang ihrer Differenzierung standen. Die Wissenschaft war in ihrer Gesamtheit noch überschaubar.

Franz v. Paula SCHRANK wichtigstes zoologisches Werk ist die *Fauna boica* (1798–1803). Er machte eine akademische Karriere an der Universität Ingolstadt und Landshut und war Mitglied verschiedenster wissenschaftlicher Gesellschaften. Als Naturforscher stand er zwischen Aufklärung und Romantik, in einer Zeit des tiefgreifenden Umbruchs. Trotz naturwissenschaftlicher Gelehrsamkeit, blieb er der Theologie verbunden. Er empfand die kirchliche Lehrmeinung nie als Hindernis für eine exakte Naturforschung. Besonders seine Aussagen, die den Tierschutz betreffen, erscheinen uns noch heute als sehr modern.

Sein Streben nach umfassenden Kenntnissen war groß. Was HERDER (1744–1803) über seinen Lehrer KANT (1724–1804) sagte, war auch für den Naturforscher v. Paula SCHRANK zutreffend: „Nichts Wissenswürdiges war ihm gleichgültig“.

Am 23.12.1835 starb Franz v. Paula SCHRANK in München (ZIMMERMANN, 1981).

Franz von Paula Schrank in Berchtesgaden

Franz v. Paula SCHRANK besaß gute Beziehungen zu Berchtesgaden. Joseph Konrad von Schroffenberg, der letzte Fürst-

propst, war fortschrittlich und aufgeklärt und erkannte als erster die Bedeutung des Fremdenverkehrs für Berchtesgaden. Als Freund und Gönner unterstützte von Schroffenberg die Studien von Franz v. Paula SCHRANK in Berchtesgaden. Im 18. Brief der Naturhistorischen Reisen (1785) beschrieb v. Paula SCHRANK den Königssee mit seinen Besonderheiten. Er erkundete neben dem Königssee auch den Ober- und Mittersee und nannte als Fische der drei Seen Saiblinge, Lachsforellen (Seeforelle), Hechte, Anpassen (Flußbarsch) und Truschen (Rutten).

Im 20. Brief unter „Thiere in Berchtesgaden“ erfolgt eine Beschreibung der im Königssee vorkommenden Fischarten:

- „Nr. 56. Die QUAPPE. (Ruthe) (*Gadus lota*. Bloch)
Zwo Rückenflossen; barfaden; die Kiefer gleich.
Wohnt im Königssee.
- Nr. 57. Der FLUSSBARSCH. (Anpaß) (*Perca fluviatilis*. Bloch)
Zwo abgesonderte Rückenflossen: am Ende der ersten ein schwarzer Fleck.
Wohnt im Königssee, wird aber nicht geachtet, und es ist jedem erlaubt ihn mit Angeln zu fischen. Es scheint bloß zur Nahrung der Saiblinge und Lachsforellen da zu seyn; er wird aber hier nicht groß; selten erreicht er ein Gewicht von einem halben Pfund, vermehrt sich aber außerordentlich stark und man findet an seichten Stellen ganze Heere dieser Fische.
- Nr. 58. Die LACHSFORELLE. (*Salmo trutta*. Bloch)
Schwarze Augenflecken mit einer helleren Einfassung; die Afterflosse mit elf Stralen. Wohnt im Königssee, und Obersee“.

Hier erfolgt eine Aufzählung verschiedener Lachsforellengemälde.

Die nächste beschriebene Fischart ist:

- „Nr.59. Der SALMLING. (*Salmo alpinus*. Linne)
An den Seiten rothe Flecken, die an den Rändern verwischt sind. die dicksten Stralen an den Brust-, Bauch- und Afterflossen weiß“.

Beim Saibling bezieht sich v. Paula SCHRANK (1781) auf eine frühere Beschreibung dieser Fischart durch ihn.

Dort beschreibt er zum erstenmal den Seesaibling des Königssees als „Schwarzreuterische Bergforelle“. Detailliert berichtet er über seine Untersuchungsergebnisse von zwei ihm zugeschickten toten Exemplaren, einem Männchen (Milchner) und einem Weibchen (Rogner). Die Farbe des Bauches des Milchners erklärt er folgendermaßen:

„Unter der Seitenlinie verliert sich die schwärzliche Farbe allmählich in ein helles Orangeroth, und enthält zerstreute verwischte Flecken, von einem gesättigten Orangeroth. Der Bauch ist vorne im Grunde weiß, aber ein blasses sehr angenehmes Roth, wie das von der Krebsbutter, überzieht dieses Weiß. Dieses Krebsbutterroth aber sehr gesättigt, ist auch die Farbe der Brust-, Bauch- und Afterflossen. Doch ist an allen diesen Flossen der äußerste Stral Milchweiß“.

Franz v. Paula SCHRANK hielt diesen Fisch für den *Salmo alpinus* des Linnäus. Der Schwarzreuter sei zwar dem „Salbling“ ähnlich und würde so von den Fischern genannt, doch sei er seiner Meinung nach mit diesem nicht identisch.

Die Klassifizierung des Seesaiblings bereitete Schwierigkeiten.

Als nächste Fischart folgt:

- „Nr. 60. Der HECHT. (*Esox lucius*. Linne)
Die Schnauze breit und gedrückt.

- Nr. 61. Die PFRILLE (*Cyprinus aphia*. Linne)
Neun Stralen in der Afterflosse; die Augenringe roth; der Körper durchscheinend.
Wohnt im Fundensee, Hintersee u.a. O.“ (v. Paula SCHRANK, 1785).

Zum erstenmal wurden fast alle (außer der Koppe) im Königssee heimischen Fischarten beschrieben; wobei auffällt, daß v. Paula SCHRANK die Pfrille (Elritze) nicht für den Königssee aufführt. Und: nicht der wirtschaftliche Aspekt zählte hierbei, sondern die wissenschaftliche Erfassung der Fische.

5.4.2 Die Fische des Königssees in Abbildungen und Forschungs- und Reiseberichten

Ende des 18. Jahrhunderts wurde die landschaftliche Schönheit des Königsseegebietes entdeckt. Mit dem weltoffenen Fürstpropst Joseph Konrad von Schroffenberg, der abgeschlossen gegenüber Fremden und der wissenschaftlichen Erschließung Berchtesgaden war, nahm alles seinen Anfang. Berühmte Persönlichkeiten, Künstler, Alpinisten, Naturforscher und gelehrte Reisende kamen zum Königssee (SIEGHART, 1949 a).

In vielen Reiseberichten, wie von HUEBNER (1792), v. SPAUR (1815) oder v. SCHMID (1860), wurde über die Fische des Königssees berichtet, vor allen Dingen über den berühmten und wohlschmeckenden Seesaibling aus dem Königssee.

Der frisch in Seewasser gesottene Saibling schmeckte v. SPAUR (1815), dem Domherr von Salzburg und Passau, noch viel besser als der geräucherte.

Im Jahre 1820 erwähnte v. OBERNBERG die Fische, die im Königssee vorkommen: Salmlinge, Lachsforellen, Hechte, Anpasse (Flußbarsche) Truschen (Rutten). Unter den stark geräucherten Fischen sollen nach seiner Meinung auch Lachsforellen sein, nicht nur Saiblinge.

Anfang des 19. Jahrhunderts besuchte SCHULTES (1804) den Königssee. Er beschrieb „Rianlen (Ruthen, *Gadus lota*) Hechte, Bürsteln (*Perca fluviatilis*), Lachsforellen, Aesche (*Salmo thymallus*) und Saiblinge (*Salmo salvelinus*)“ als im Königssee heimische Fischarten, dabei verwundert die Erwähnung der Äsche, als im Königssee ansäßig. SCHULTES (1804) beschäftigte sich besonders mit den Saiblingen. Seiner Meinung nach, befolgte man früher eine „vernünftigerer Fischwirtschaft“, jetzt würde man die Saiblinge zu jeder Zeit und mit jedem Gewicht fangen. Früher wären 20 000 Stück und mehr gefangen worden und diese wären viel größer und bis acht Pfund schwer gewesen. Nun gingen sieben Saiblinge auf ein Pfund und seien ungefähr 8 " (Zoll) lang (das entspricht, bezogen auf den Wiener Schuh, 21,1 cm).

In wissenschaftlichen Werken, die sich mit der Aufzeichnung der Fischarten Bayerns beschäftigten, wie bei SCHMID (1822), WAGNER (1846), WEBER (1851), HECKEL (1851, 1858), FAHRER (1860), v. SIEBOLD (1863), JÄCKEL (1864) und FAIST (1871), wird immer wieder auf den Schwarzreiter im Königssee verwiesen. Dabei wird auch Franz v. Paula SCHRANK als erste und wichtigste Quelle für deren wissenschaftliche Erfassung hervorgehoben.

Bei manchen Aufzeichnungen wundert man sich aber über die Angaben, welche Fische im Königssee vorhanden gewesen sein sollen. So gibt WEBER (1851), neben vielen anderen Fischarten, die Blauefelche und den Karpfen für den Königssee an.

Fischabbildungen im Jagdschloß St. Bartholomä

Das erstmal wurden diese Fischgemälde von v. Paula SCHRANK (1785) beschrieben. Dieser berichtete aber nur über die Bilder der Lachsforellen (Seeforelle), die im Königssee oder Obersee gefangen wurden. Über diese Abbildungen schieb er:

„Man hat verschiedene male sehr grosse Fische dieser Art gefangen; sie wurden zum Andenken abgebildet, aber diese Abbildungen sind nicht zum besten ausgefallen; man hat aber nicht vergessen dazu zu setzen, was es für ein Fisch sey, und welches Gewicht er gehabt habe. Hier sind die Resultate dieser Gemälde:

1676 den 20. Jun.	– 29. Pf. im Obersee
1714 den 10. Sept.	– 21. –
1717 den 8. Sept.	– 24. –
1717 den 12. Sept.	– 16. –
1718 den 13. Sept.	– 22. –
1718 den 1. Oktob.	– 23. –
1719 den 1. Decemb.	– 52. –
1725 den 12 Sept.	– 16,5.–“

SCHULTES (1804) erwähnte diese „zoologisch-culinarischen Tableaux“ auch. Er wollte damit „einen Beitrag zur Technologie und zur ichthyologischen Geschichte des Bartlmesees“ leisten. Im Gegensatz zu v. Paula SCHRANK (1785) erwähnte er 14 dieser „merkwürdigen Porträts“ von Laxferchen:

„im Jahre 1660	im Bartlmesees	ein Laxferch	5,5 Pfund.
am 20.6. 1676	im Obersee	“	29 “
am 9.7. 1676	im Bartlmesees	“	10 “
am 10.12.1714	“	“	21 “
am 8.9. 1717	“	“	24 “
am 12.9. 1717	“	“	16 “
am 15.9. 1718	“	“	22 “
am 1.10.1718	“	“	25 “
am 1.12.1719	“	“	52 “
am 5.7. 1723	“	“	8 “
am 28.8. 1725	“	“	19,5 “
am 7.9. 1789	“	“	11 “
am 6.8. 1792	“	“	8 “
am 5.7. 1797	im Obersee	“	29 ““

SCHULTES (1804) warf v. Paula SCHRANK (1785) Ungenauigkeit bei der Aufzählung der Ölgemälde vor. Es fallen auch einige Unterschiede auf. Doch SCHULTES (1804) ist leider einem Irrtum oder der eigenen Ungenauigkeit bei der Klassifizierung der Fische zum Opfer gefallen. Er sprach bei seinen Abbildungen nur von Laxferchen (Seeforellen), doch zählte er fälschlicherweise auch einige Saiblingsbilder dazu.

Zum Vergleich muß man v. SIEBOLD (1863) heranziehen, der genau zwischen Saiblings und Seeforellen differenzierte. Dabei erkennt man, daß die erwähnten Fischabbildungen bei SCHULTES (1804) aus dem Jahre 1660, 1676, 1723 und 1792 alle Saiblings darstellen, was SCHULTES (1804) eigentlich auch schon an der geringeren Gewichtsangabe hätte merken müssen.

Nach der Meinung von v. SIEBOLD (1863) sind in früheren Zeiten die Seen noch mit Schonung der jüngeren Fischgenerationen befischt worden, somit konnten die Saiblings noch zu bedeutender Größe heranwachsen. Diese wurden dann in Berchtesgaden als „Wildfang-Saiblings“ bezeichnet. Folgende Daten für die Ölgemälde von Saiblings hielt er fest:

aus dem Jahre 1660 ein weibl. Saibling mit 5,5 Pfund;
am 9.7.1676 ein Saibling mit 10 Pfund;
am 5.7.1723 ein Saibling mit 8 Pfund (dieses Gemälde sei vor ein Paar Jahren abhanden gekommen);
am 6.8.1792 ein weibl. Saibling mit 8 Pfund.
Auch im 19. Jahrhundert wurden solche Exemplare gefangen:
am 24.6.1849 ein männl. Saibling mit 11 Pfund;
im Jahre 1855 ein männl. Saibling mit 10 Pfund.

Die Daten, der im Königssee gefangenen Lachsferchen (Seeforellen), sind nach v. SIEBOLD (1863):

10. Sept.	1714	21 Pfund
8. Sept.	1717	24 Pfund
15. Sept.	1718	22 Pfund
11. Oct.	1718	23 Pfund
1. Dec.	1719	52 Pfund
28. Aug.	1725	19,5 Pfd.
13. Mai	1847	19 Pfund

PEETZ (1862) wiederum zählte sieben Seeforellenporträts auf:

„Am 5. Juli 1707	wurde eine Laxferche	gefangen	zu 20 Pfd.
“ 10. Sept. 1714	“ “ “	“ “	21 “
“ 15. “ 1718	“ “ “	“ “	22 “
“ 10. Okt. 1718	“ “ “	“ “	23 “
“ 8. Sept. 1717	“ “ “	“ “	24 “
“ 1. Dez 1719	“ “ “	“ “	52 “
Im Jahre 1797	noch	“ “ “	29 ““

Von den Saiblingsabbildungen erwähnte PEETZ (1862) nur die beiden Letzten aus den Jahren 1849 und 1855.

Auch JÄCKEL (1864) und FAIST (1871) beschrieben diese Fischgemälde aus dem Jagdschloß St. Bartholomä.

Die Differenzen bei der Beschreibung der Bilder können auf Flüchtigkeitsfehler zurückzuführen sein. Möglich ist auch, daß manche Bilder wechselweise aufgehängt wurden oder abhanden gekommen sind.

Zehn Bilder sind heutzutage im Gasthof St. Bartholomä, dem ehemaligen Jagdschloß aufgehängt und zwei im Amtsgebäude der Staatl. Seenverwaltung.

Die Seeforellenporträts aus den Jahren 1718 (Sept.), 1718 (Okt.), 1719, 1725, 1797 und 1847 sind noch vorhanden. Dazu kommen spätere Abbildungen, wie ein Silberlachs von 1862 mit 52,5 Pfund, vom 2. Okt. 1910 mit 43 Pfund und vom 26. Dez. 1910 mit 25 Pfund. Am Königssee verdrängte die Bezeichnung Silberlachs den Namen „Lachsferche“ ab Mitte des 19. Jahrhunderts (BROD, 1980).

Den Namen „Silberlachs“ verwendete v. SIEBOLD (1863) für die „sterile“ Form der Seeforelle.

Außer diesen Tafeln existieren noch drei Abbildungen neueren Datums Seeforellen darstellend, die in der Ache gefangen wurden. Diese Tafeln sind im Bauhof Berchtesgaden deponiert (ZIEGLTRUM, persönliche Mitteilung, 1990).

Die Inschriften dieser Abbildungen lauten:

„Diese Lachsforelle hat gewogen 40 Pfd. Wurde gefangen in der Ache beim Bergwerk im Oktober 1912.“

„Diese Lachsforelle wurde gefangen in der Ache, 52 Pfd. schwer, bei einer Länge von 1,18 mt. a. 30.11. 1913.“

„Diese Lachsforelle wurde in der hiesigen Ache gefangen am 4. Dez. 1913, war 1,14 mt. lang und 43 Pfd. schwer.“

Von den ehemals sechs Seesaiblingsbildern existieren leider nur noch zwei, nämlich die aus dem Jahre 1723 und 1855. Außerdem kam noch das Porträt eines Saiblings mit zwölf Pfund aus dem Jahre 1861 hinzu (BROD, 1980).

Das Gemälde aus dem Jahre 1723 zeigt einen imposanten Seesaibling mit der Aufschrift: „Dißer Seibling hat gewogen 8 Pfund, ist den 5. Julio 1723 Von / Joseph Duxner gefangen worden“.

Gerade hier sollte man auf das Topos eingehen, daß früher die Seesaiblinge und Seeforellen des Königssees allesamt große und schwere Exemplare waren. Als Beweise für diese Behauptung wurden, wie schon bei SCHULTES (1804), die Fischgemälde in St. Bartholomä genannt. Doch diese kann man nicht zum Vergleich heranziehen. Hier wurden nur, wie auch schon v. Paula SCHRANK (1785) erwähnte, außergewöhnliche Exemplare des Fischfanges am Königssee aufgezeigt. Wenn man immer acht pfündige Seesaiblinge, wobei es sich hier um Wildfangsaiblinge handelte, gefangen hätte, wären sie bestimmt nicht porträtiert worden. Die „kleineren“ Schwarzreuter gab es schon immer, wie aus den Akten (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (20)–6) zu ersehen ist. Wenn SCHULTES (1804) von sieben Saiblings pro Pfund (angenommen für 500g) ausgeht, kommt man auf ein Durchschnittsgewicht von 71,4 g. Im Vergleich dazu macht heute das Durchschnittsgewicht eines Königsseesaiblings 64,4 g aus. MEDER (1984) ermittelte als Durchschnittslänge 20,7 cm, bei SCHULTES (1804) betrug sie ungefähr 21 cm.

5.5 Die Entwicklung des Fischbestandes im Königssee seit dem Jahre 1918

5.5.1 Vom Jagdgebiet zum Nationalpark

Das ehemalige königliche Jagdgebiet Königssee wurde 1919 von der bayerischen Regierung übernommen und im Jahre 1921 zum Naturschutzgebiet erklärt.

Ein Pachtvertrag aus dem Jahre 1928 zeigt, daß das Fischrecht für Königssee und Obersee, wie schon im 19. Jahrhundert, zusammen mit der Wirtschaft St. Bartholomä verpachtet wurde. Die Pflichten des Pächters in Bezug auf die Fischerei waren folgende: jährlicher Einsatz von 200 000 Stück Saiblingsbrut aus der Fischzuchtanstalt Bartholomä in den Königssee, Instandhaltung der Fischbrutanlage und Hebung des Saiblingsfanges durch Reduzierung des Hechtbestandes. Außerdem wurde er verpflichtet über die Fangergebnisse Buch zu führen. Die Fischerei selbst wurde von einem angestellten Berufsfischer ausgeführt (STAM, LRA B 31.153, 31.816).

Auch nach dem Dritten Reich ist der Fischer vom Königssee weiterhin ein Angestellter des Pächters der Gastwirtschaft St. Bartholomä (SCHINDLER, 1956). Im Jahre 1978 wird das Königsseegebiet zum Nationalpark erklärt. Die Natur im Nationalpark soll sich selbst überlassen werden (ZIERL, 1981). Die Berufsfischerei ist, gemäß Paragraph 10 Abs. 5 der Nationalparkverordnung, nur noch für den Königssee erlaubt (NAP, 1978).

Zur Zeit wird die Fischerei am Königssee von Berufsfischer Amort betrieben, der einen Pachtvertrag über die Königsseefischerei mit der Staatl. Verwaltung der Schlösser, Gärten und Seen besitzt. Die Vermarktung des Fanges findet hauptsächlich in der Gaststätte, die das Vorkaufsrecht besitzt (AMORT, persönliche Mitteilung 1990), in Bartholomä statt und zu einem geringen Anteil im Fischerhaus.

5.2.2 Die Fangerträge des Königssees

5.5.2 Eine Fischertrags-Graphik von 1888 bis 1939 (SCHINDLER, 1940) (Abb. 4)

Ab dem Jahre 1888 wurden die Fangerträge des Königssees aufgezeichnet (SCHINDLER, 1940). Vermutlich enthalten die Angaben auch die Fangergebnisse des Obersees, da aufgrund der vermischten Buchführung keine Differenzierung zwischen Fängen aus dem Königssee (529 ha) und Obersee (57 ha) stattfand. Dies führte oft zu einer Überschätzung der Königsseefangerträge (KLEIN, 1988). Die Ertragszahlen des Obersees sollen ungefähr 10% des Gesamtfanges ausgemacht haben (SCHINDLER, 1936).

Die Graphik differenziert zwischen den Kilogramm-Erträgen von Saibling, Wildfangsaibling (siehe S. 117), Hecht und Seeforelle in den Jahren 1888 – 1939 (SCHINDLER, 1940). Mit Saibling ist der sogenannte Schwarzreuter gemeint. Da die Gewichtsangaben in 100 Kilogrammschritten dargestellt sind, ist das genaue Fangergebnis nicht durchgehend feststellbar.

Interpretation:

Der **Saiblingsfang** von 1888 – 1900 zeigt sich mit geringen Erträgen um 1 000 kg (ca. 600–1300 kg). Von 1900 – 1912 erfolgt ein Anstieg des Ertrages auf ungefähr 1700 kg. Es fand, nach Angaben des Fischers, kein intensiver Fischfang statt, da hauptsächlich im Herbst (Oktober) während der Hofjagden gefischt wurde (SCHINDLER, 1936). Ein starker Einbruch des Fangergebnisses auf 900 kg zeigt sich in den Jahren 1914 und 1915, der wahrscheinlich auf den Kriegseinbruch und dem damit verbundenen Mangel an Fischerknechten zurückzuführen ist.

Während des Ersten Weltkrieges fand ein sprunghaftes Anwachsen des Saiblingsfanges statt, mit Ergebnissen meist über 2 500 kg bis zur Höchstmarke von ca. 3 850 kg im Jahre 1920. Der Grund für den Anstieg dürfte in der starken Schonung der Fische am Anfang des Krieges und in der stärkeren Befischung danach liegen. Für den Rückgang im Jahre 1929 bis auf fast 1 000 kg macht SCHINDLER (1940) vor allem den Seeforelleneinsatz im Herbst 1925 verantwortlich. Der Raubfisch Seeforelle hätte „gründlich unter dem Saiblingsbestand aufgeräumt“.

Von 1930 bis 1936 zeigt sich wieder eine stetige Ertragssteigerung bei den Schwarzreutern bis auf 2200 kg im Jahre 1936. Dann fällt die Ertragskurve wieder auf ca. 1800 kg ab. Im Ganzen zeigt der Verlauf der Schwarzreuterfänge am Königssee große Schwankungen auf, die wohl hauptsächlich auf die unterschiedliche Befischungsintensität zurückzuführen sind.

Der **Wildfangsaiblingsertrag** spielt im Vergleich zum Schwarzreuter keine große Rolle. Die Fänge liegen fast gleichbleibend im Bereich von ca. 10 bis fast 100 kg.

Die Kurve der **Hechtfangergebnisse** verläuft von 1888 – 1912 fast parallel mit der des Schwarzreuters. Die Fänge waren sehr hoch, im Durchschnitt über 700 kg. Sie machten teilweise 75% des Saiblingsfanges aus. Ab 1910 kam es zu einem Rückgang des Ertrages. Nach Schwankungen blieb das Fangergebnis ab 1934 bei ca. 300 kg stehen. Im Jahre 1905 lag der Ertrag noch über 1100 kg. Allgemein wurde der Hecht für die Abnahme des Saiblingsfanges verantwortlich gemacht. SCHINDLER (1940) hielt es jedoch nach der Darstellung für unwahrscheinlich, daß der Hecht viel Schaden unter den Saiblings angerichtet habe und sah keine Veranlassung für eine

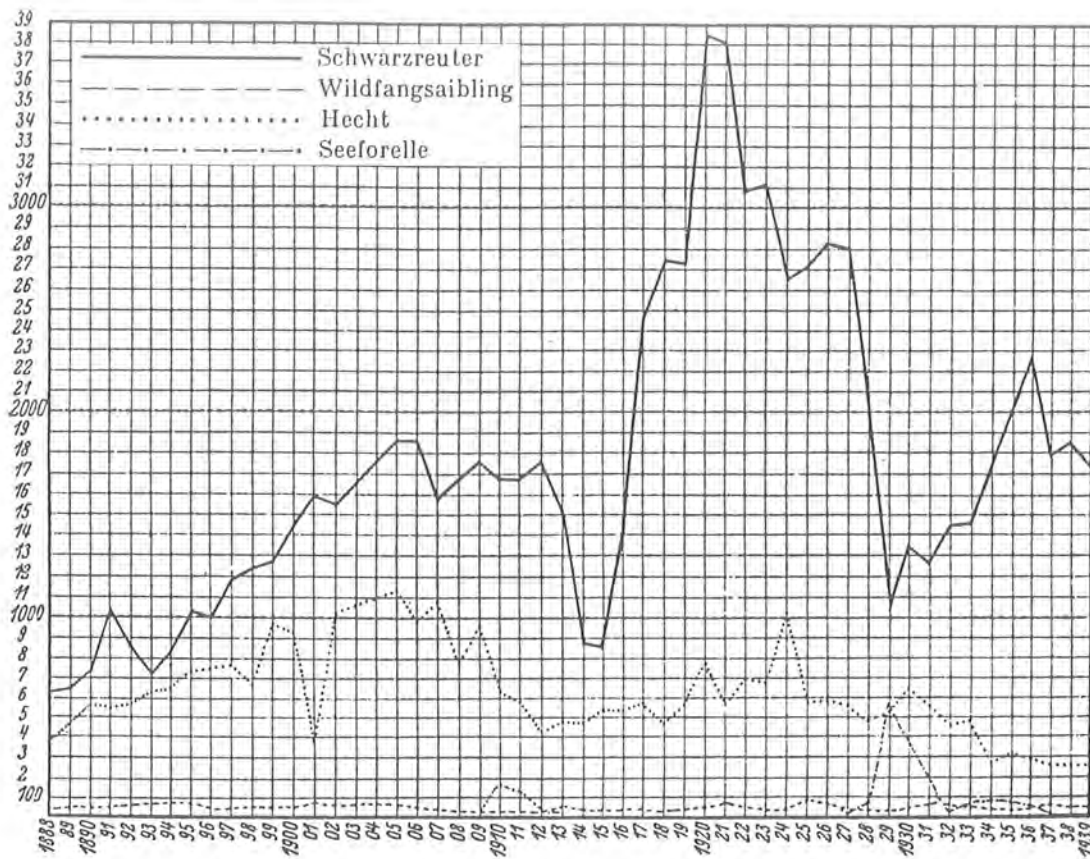


Abb. 4:
Fischfang im Königssee
in Kilogramm
(nach SCHINDLER, 1940).

Tab. 2: Fangergebnisse an Saiblingen und Seeforellen im Königssee und Obersee in den Jahren 1910-1935 (nach SCHINDLER, 1936).

Fang- jahr	Saiblinge			Wildfangsaiblinge		Seeforellen	
	Stückzahl	Gewicht in kg	Durchschnitts- gewicht pro Stück in g	Stückzahl	Gewicht in kg	Stückzahl	Gewicht in kg
1910	25 390	—	—	10	12	12	146,5
1911	25 449	—	—	25	18	7	119
1912	25 999	—	—	25	15,5	1	19
1913	23 076	—	—	41	39,5	3	60
1914	13 084	—	—	14	13	—	—
1915	12 772	—	—	48	41	—	—
1916	21 709	—	—	46	33,5	—	—
1917	35 372	—	—	29	31	—	—
1918	39 850	—	—	36	36	—	—
1919	39 545	—	—	28	22	—	—
1920	65 843	—	—	32	36,5	—	—
1921	63 345	—	—	43	58	—	—
1922	52 442	—	—	37	37,5	—	—
1923	53 336	—	—	31	24	—	—
1924	44 010	2560,5	58,2	37	27	—	—
1925	47 742	2613	54,7	87	71	—	—
1926	49 060	2725	55,6	91	67	—	—
1927	45 940	2700	58,8	56	26,5	4	7,5
1928	26 986	1813,5	67,2	46	36	25	70
1929	14 443	1024	70,9	22	21,8	87	562,75
1930	20 132	1359	67,5	48	33,25	40	332,25
1931	18 664	1249	66,9	140	78,5	12	177,5
1932	22 165	1425	64,3	105	62,25	2	22,75
1933	21 960	1450	66	90	67	3	30,5
1934	25 945	1725,5	66,5	44	22	5	52
1935	23 786	1732,5	72,8	37	23,5	6	50,5

Reduzierung des Hechtbestandes, um den Saiblingsbestand zu fördern. Er plädierte hingegen – zur Hebung des Bestandes – für die Einführung eines vernünftigen Schonmasses für den Schwarzreuter.

Der Ertrag an **Seeforellen** im Königssee war unbedeutend. SCHINDLER (1936, 1940) nahm an, daß sie aufgrund zu intensiver Befischung und Fanges zu junger Exemplare im Königssee ausgestorben seien. Später war er sogar der Meinung, daß die Seeforelle im Königssee nicht heimisch war (SCHINDLER, 1953 b). In der Graphik sind Fangergebnisse von 1909 – 1913 aufgezeigt. Wobei im Jahre 1910 der Fang mit ca. 150 kg am höchsten war. Erst ab 1927, nach dem Einsatz von Seeforellen im Jahre 1925, tauchen sie wieder bei den Erträgen auf. Die Höchstmarke erreicht der Seeforellenfang 1929 mit ungefähr 550 kg. Danach erfolgt wieder ein starker Abfall bis unter 100 kg. Im Jahre 1938 und 1939 wurde keine Seeforelle mehr gefangen. Da trotz Einsatzes später keine Seeforellen mehr gefangen wurden, nahm SCHINDLER (1949 b, 1953 a, b) an, daß sie sich aufgrund ungeeigneter Laichmöglichkeiten im Königssee nicht vermehren.

Der Jahresgesamtertrag (Saiblinge, Wildfangsaiblinge und Hechte) des Königssees (mit Obersee) beträgt, im Durchschnitt von 1888 – 1939, ca. 4 kg/ha (1,9 – 8 kg/ha).

5.5.2.2 Tabelle der Fangergebnisse von 1910 – 1935 SCHINDLER, 1936) (Tab. 2)

SCHINDLER (1936) erstellte diese Tabelle, nachdem er vom Landesfischereirat für Bayern und der Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen aufgefordert worden war, den Königssee fischereilich zu untersuchen, da eine starke Abnahme der **Saiblingsbestände** seit 1928 eingetreten sei. Die alten Fangbücher ab 1888 hatte er damals nicht vorliegen. In dieser Auflistung der jährlichen Fischfangerträge des Königssees und des Obersees findet eine Einteilung in Wildfang-, Seeforellen- und Saiblingserträge statt. Im Vergleich zur Graphik von 1888 – 1939 wird diesmal, außer den genauen Gewichten, auch die Anzahl der gefangenen Individuen der einzelnen Fischarten angegeben. Beim Schwarzreuter, dessen Fangertrag hier erst ab dem Jahre 1924 aufgezeichnet ist, wird auch das jeweilige Durchschnittsgewicht verzeichnet. Das mittlere Gewicht eines Saiblings macht von 1924 – 1935 64 g (54,7–72,8 g) aus. Der durchschnittliche Fangertrag von 1924 – 1935 beträgt 1865 kg bei ungefähr 30 000 Saiblingen.

Bedauerlich ist, daß gerade für die Jahre vor 1924 keine genauen Gewichtsangaben vorhanden sind. Doch kann man einen Vergleich mit den ungefähren Gewichtsangaben der Graphik SCHINDLERS (1940) vornehmen. So hatten die Saiblinge im Jahre 1920 bei der Rekordstückzahl von 65 843 und dem Fanggewicht von 3 850 kg ein mittleres Gewicht von 58,4 g. Im Jahre 1910 bei nur 25 390 Saiblingen mit dem Gewicht von 1 680 kg ergibt sich ein Durchschnittsgewicht von 66,2 g. Bei dem Vergleich der Stückzahl mit dem mittleren Gewicht ist also zu sehen, daß das Durchschnittsgewicht bei sinkenden Fangzahlen zugenommen hatte (KLEIN, 1988).

Als Gründe für den Rückgang des Saiblingsfanges und -bestandes sieht SCHINDLER (1936) vor allem die zu geringe Maschenweite der Stellnetze, die Fangzeit und den Einsatz von 2 000 Seeforellen im Jahre 1925 an. Außerdem hält er eine Erschöpfung des Fischresevoirs durch zu hohe Befischungintensität nach dem Ende des Ersten Weltkriegs für möglich. Im Zeitraum von 1910 – 1935 wurden im Durchschnitt 47 (von 10 – 140 Stück) **Wildfangsaiblinge** mit einem mittleren Gewicht von 0,8 kg (von 0,5 – 1,5 kg) gefangen.

Das genaue Gewicht des Rekordfanges an **Seeforellen** im Jahre 1929 beträgt 562,75 kg bei 87 Stück (Durchschnitt: 6,5 kg).

Für den Zeitraum von 1924 – 1935 errechnet sich ein durchschnittlicher Ertragswert für den Saibling von 3,2 kg/ha (2–5 kg/ha). Der Saibling war mit 89% des Gesamtfanges der Hauptnutzfisch des Königssees (SCHINDLER, 1936).

5.5.2.3 Fangerträge nach dem Zweiten Weltkrieg

Für die Zeit des Zweiten Weltkrieges sind keine Unterlagen auffindbar.

Von 1945 bis 1955

Der Jahresdurchschnitt für den Fang der ca. 20 cm langen Schwarzreuter betrug ungefähr 30 Zentner (2,6 kg/ha) (SCHINDLER, 1950 b). Der Gesamtfischertrag für den Königssee/Obersee seit 1945 machte jährlich durchschnittlich 40 Zentner aus (3,4 kg/ha) (SCHINDLER, 1956). WAGLER (1949) gab als genauen Fangertrag des Königssees für das Jahr 1948 insgesamt 345,4 kg/qkm (1978,5 kg oder 3,45 kg/ha) an, für den Hecht 80,4 kg/qkm (456 kg oder 0,8 kg/ha).

Die Anzahl der Hechte die in den Jahren 1951 – 1955 gefischt wurden, betrug:

„1951	182 Stück
1952	165 Stück
1953	139 Stück
1954	131 Stück
1955	101 Stück”

(SCHINDLER, 1956). Die Tendenz des Hechtertrages war abnehmend, obwohl vermehrt Jagd auf den Hecht als Überträger der Triäenophorose gemacht werden sollte und der Bestand im Königssee gut war. Es wurde sogar Sportfischern erlaubt, den Hecht im Königssee zu fangen.

Auch nach Besatzmaßnahmen um 1948 wurden nur hin und wieder einige Seeforellenexemplare gefangen, die schwerste Seeforelle mit 48 Pfund im Jahre 1952 (SCHINDLER, 1953 a).

Von 1956 bis 1980

Weitere Ertragszahlen des Königssees sind aus den Jahren 1956 – 1980 vorhanden. Diese Angaben beinhalten auch die Erträge des Obersees. Bei der Betrachtung des Gesamtertrages zeigt sich von 1959 – 1966 eine leicht abnehmende, von 1967 – 1979 eine leicht zunehmende Ertragsentwicklung. Durchschnittlich beträgt das Gesamtfangergebnis von 1956 – 1980 3 kg/ha (2–5 kg/ha) und spricht somit für den oligotrophen Charakter des Königssees (KLEIN, 1988).

Die Gewichtung der einzelnen Fischarten beim Fang veränderte sich von 1956 – 1980. Der Anteil des Saiblingsfanggewichts betrug anfangs noch 80%. 1980 machte er nur noch 20% des Gesamtertrages aus. Bei der Renke, die erst im Jahre 1949 erfolgreich eingebürgert wurde, verhält es sich genau umgekehrt. Erst hatte sie einen Anteil von 10%, der sich dann auf 75% steigerte. Der Anteil des Hechtes stieg von 10% auf 20%.

Die Graphik (Abb. 5) verdeutlicht, daß der **Seesaibling** als ehemaliger Brotfisch des Königssees (SCHINDLER, 1956) immer weniger gefangen wurde, obwohl der Bestand gut ist (KLEIN, 1988). Die Fangergebnisse sanken aufgrund der geringen

Befischungsintensität sogar teilweise auf das Niveau des Hechtfanges. Sie lagen im Jahre 1980, bei ca. 300 kg, obwohl sie noch 1956 über 1200 kg betragen.

Dagegen nahm die Bedeutung der **Renke** stetig zu. Sie ist seit 1976 der wichtigste Wirtschaftsfisch des Königssees. Im Jahre 1980 betrug ihr Fangergebnis ca. 700 kg (1979: ca. 1400 kg).

Der Jahresertrag an **Hecht** stieg von 100 kg im Jahre 1956 über den hohen Wert von ca. 500 kg (1978) auf ungefähr 250 kg im Jahre 1980. Dies ist vermutlich auf den relativ großen Fangdruck zurückzuführen.

Der Bestand an **Seeforellen** wird im Königssee als sehr gering betrachtet (KLEIN, 1988). Nach Besatzmaßnahmen im Jahre 1984 werden wieder vermehrt Seeforellen gefangen (AMORT, persönliche Mitteilung 1990).

Ruten werden im geringen Ausmaße gefangen.

Im Gegensatz zur Zeit vor und nach dem Zweiten Weltkrieg, wie auch schon früher (v. Paula SCHRANK, 1785), als die **Barsche** des Königssees von den sogenannten „Oabatzlern“ (Barschangler) gefangen wurden (SIEGHART, 1949 a), wird der Barsch nicht mehr gezielt befishet (KLEIN, 1988). Der Name „Oabatzl“ für den Barsch kommt wohl von dem gedrungenen, kurzen eiförmigen Leib (wie ein Batzl)“ (PONN, 1929). Der Fang der Barsche wurde damals gefördert, um den Saibling vor dem Laichräuber zu schützen. Die Sportangler mußten sich Erlaubniskarten für das „Oabatzln“ vom Pächter der Gastwirtschaft St. Bartholomä besorgen (STAM, LRA B 31.153).

5.5.3 Besatzmaßnahmen am Königssee

Trotz Einsatzes, seit 1912, von annähernd 200 000 Saiblingsbrütlingen jährlich in den Königssee (STAM, LRA 31.153), sank der Fangertrag an Saibling ab dem Jahre 1928. Außer der Erschöpfung des Saiblingsresevoirs im Königssee und anderen Gründen, gab es anscheinend Schwierigkeiten bei der künstlichen Aufzucht von Saiblings in der Brutanstalt St. Bartholomä (SCHINDLER, 1936). Vermutlich überlebte nur ein geringer Anteil der Brütlinge den Früheinsatz in den Königssee (SCHINDLER, 1956). Man versuchte, durch Besatzmaßnahmen auch mit nicht autochthonen Fischen, wie der Renke, die Ertragslage des Königssees zu verbessern.

Tab. 3: Einsatzzahlen in den Königssee seit 1945 (modifiziert nach SCHINDLER, 1956).

1. Renken		
1949	1 000	einsömmerige Setzlinge
1951	2 400	einsömmerige Setzlinge
1952	2 400	einsömmerige Setzlinge (SCHINDLER, 1952)
1954	7 000	Stück vorgestreckte Brut
1954	8 400	einsömmerige Setzlinge
2. Seesaiblinge		
1936	130 000	Stück Brut (SCHINDLER, 1936)
1953	8 000	Stück vorgestreckte Brut aus Österreich (Grundsee) in den Obersee eingesetzt.
1956	115 000	Brütlinge von Schwarzreutern des Königssees. Wie viele Brütlinge von Schwarzreutern von 1945 – 1954 jedes Jahr aus der Fischzuchtanstalt St. Bartholomä in den Königssee gelangten, ist nicht genau nachzuvollziehen, weil keine Zählung stattfand. Man kann aber davon ausgehen, daß von 1945 – 1955 jährlich 50 000 – 100 000 Brütlinge eingesetzt wurden.
3. Seeforellen		
1925	2 000	einsömmerige Setzlinge (SCHINDLER, 1936)
1948	600	einsömmerige Setzlinge
1950	600	einsömmerige Setzlinge
4. Bachsaiblinge		
1952	1 200	einsömmerige Setzlinge
1954	1 100	einsömmerige Setzlinge
1956	1 000	einsömmerige Setzlinge
5. Bachforellen		
1953	400	einsömmerige Setzlinge in den Obersee
6. Regenbogenforellen		
1953	2 500	einsömmerige Setzlinge

Tab. 4: Besatzmaßnahmen am Königssee* und Obersee (Stückzahl) seit 1956 (KLEIN, 1988)

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
Bachsaiibling, Setzlinge	1 700	1 000	2 700
Bachsaiibling, 2 sömmerig	1 870	1 500	3 370

* ca. 90% der Besatzfische sollen in den Königssee gelangt sein

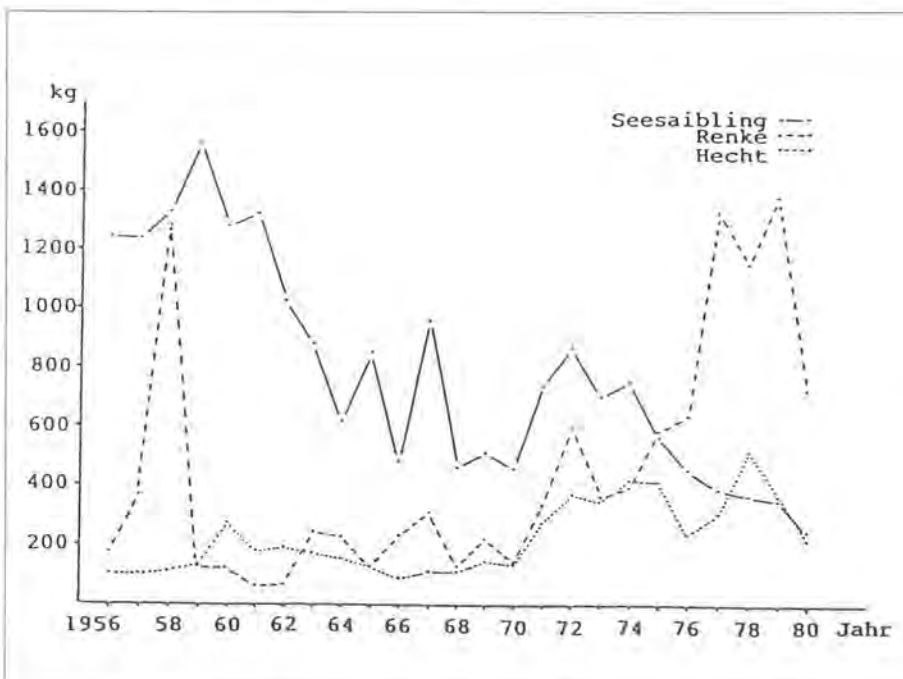


Abb. 5: Fangerträge (in kg) von Seesaibling, Renke und Hecht aus dem Königssee (1956–1980) (nach KLEIN, 1988).

Der **Bachsaibling** (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell 1815) war ursprünglich eine Fischart, die nur in Nordamerika vorkam. Sie wurde im Jahre 1879 nach Bayern eingeführt (HAUSHOFER, 1954). Der Bachsaibling lebt, ähnlich wie die Bachforelle, in Hochgebirgsbächen und kalten Bergseen (TEROFAL, 1980). Bachsaiblinge wurden im Oberseebach, der Bachverbindung zwischen Obersee und Königssee eingesetzt. Es wurde immer wieder berichtet, daß der Bachsaibling im Königssee hervorragend wachse (SCHINDLER, 1956; ANONYMUS; 1970 a,b) und, daß Exemplare bis zu drei Pfund gefangen würden (ANONYMUS, 1969). Auch in der Königsseer Ache kommen Bachsaiblinge vor (PETERSEN; 1977). Im Oberseebach hat sich eine selbsterhaltende Population etabliert. Vermutlich wandern die Bachsaiblinge zeitweise in den Königssee ein, da sie immer wieder dort gefangen werden (KLEIN, 1988).

Der Bestand an **Bachforellen** und **Regenbogenforellen** wurde im Jahre 1956 als niedrig eingeschätzt. Die eingesetzten Regenbogenforellen waren zum Großteil abgewandert (SCHINDLER, 1956).

Obwohl die meisten **Seeforellen** in den Obersee eingesetzt wurden, sind sie wahrscheinlich in den Königssee abgewandert, als die Schleuse repariert wurde, da hauptsächlich im Königssee Seeforellen gefangen wurden (SCHINDLER, 1953 a). Im April 1984 wurden erneut Besatzmaßnahmen mit 1 000 und im Oktober 1988 mit 1 465 zweijährigen Seeforellen durchgeführt (NEGELE, persönliche Mitteilung 1990).

Der **Renkeneinsatz** um die Jahrhundertwende war erfolglos geblieben. So kamen 1940 im Königssee keine Renken vor (ANONYMUS, 1940 b). Nach dem erfolgreichen Einsatz von Renken im Jahre 1949 wurde der Königssee auf den Weg zum Renkensee gesehen (ANONYMUS, 1956). REICHENBACH-KLINKE (1969) hielt den Renkeneinsatz im Königssee in fischereilicher Hinsicht für einen vollen Erfolg. Der Renkenbestand muß jedoch für eine lohnende Bewirtschaftung durch Besatzfische gestützt werden (KLEIN, 1988). Im Durchschnitt wurden 1956–1970 jährlich 3 200 Sömmerlinge (ca. 5–8 cm) und Setzlinge (ca. 10–15 cm) eingesetzt. 1972 erhöhte sich der jährliche Besatz auf 18 000 Stück. Das verursachte nach 1976 eine Erhöhung des Renkenenertrages. Im Jahre 1983 wurden sogar 21 000 und 1984 22 000 Renkensömmerlinge in den Königssee eingesetzt (KLEIN, 1988).

Seit Ende des Jahres 1987 verpflichtete sich Fischmeister Amort keine Renken mehr einzusetzen (ZIERL, persönliche Mitteilung 1990).

5.5.4 Der Königsseesaibling (Schwarzreuter)

Es tauchte immer wieder die Frage auf, ob es sich bei den Schwarzreutern und Wildfangsaiblingen des Königssees um verschiedene Arten oder nur um verschiedene Altersstufen handelt (SCHINDLER, 1940, 1950 c, o.J.). Diese Frage beschäftigte viele Wissenschaftler, wobei oft schon die Klassifizierung des Seesaiblings Schwierigkeiten machte.

Franz v. Paula SCHRANK (1781) beschrieb den Seesaibling des Königssees zum erstenmal als „schwarzreuterische Bergforelle“ und hielt sie für den *Salmo alpinus* („Bergforelle“) des Linné. In der *Fauna boica* (1798) klassifizierte er ihn als Saibling (*Salmo salvelinus*). HEPPE (1787) erklärte den Saibling des „Bartholomäussees“ als *Salmo salvelinus* mit dem Lokalnamen Schwarzreuterl. Doch unterschied sich nach dessen Meinung der *Salmo alpinus*, die Alpforelle, in nichts von dem *Salmo salvelinus* als durch die Farbe. HECKEL (1851) hielt den Königsseesaibling für eine eigene Art. Nach der Bezah-

nung der Vomerplatte nannte er ihn *Salmo monostichus*. Während v. SIEBOLD (1863) keine Unterschiede zwischen den einzelnen Formen erkennen konnte.

Mit der Saiblingsproblematik des Königssees beschäftigten sich weiterhin DOLJAN (1920), der den Schwarzreuter für eine Zwerggrasse des Saiblings hielt, und HAEMPEL (1924, 1930), der ihn als eine „biologische Varietät“ betrachtete. KOLLER (1949) faßte die verschiedenen Möglichkeiten der Entwicklung des kleinen Schwarzreuters, den er für einen Nachkommen des Wildfangsaiblings hielt, zusammen: Umwelt (z.B. niedrige Wassertemperatur), Nahrungsmangel (daraus resultierende Kümmerform als Modifikation), Spezialisierung auf planktonische Nahrung, der Hechtbandwurm, Degeneration und genetisch bedingter Kleinwuchs.

SCHINDLER (1940, 1948) konnte keinen anatomischen Unterschied zwischen dem Königsseesaibling und dem Wildfangsaibling feststellen und hielt die unterschiedlichen Größen des Saiblings für vermutlich altersbedingt. Auch durch wiederholte Aufzuchtversuche, die aus verschiedenen Gründen nicht gelangen, kam er zu keiner Lösung (SCHINDLER, 1956). Nach BALON (1980) sind die „Saiblingsformen“ nicht genetisch bedingt, es handelt sich vielmehr um biotop- und nahrungsbedingte Varianten. Bei Aufzuchtversuchen in der Landesanstalt für Wasserforschung in Wielenbach 1982 hat sich gezeigt, daß Nachkommen von „verzweigten“ Seesaiiblings-Elterntieren des Königssees bei günstigen Nahrungsbedingungen gute Wachstumsleistung bringen. Wahrscheinlich ist es auf soziale Verhaltensweisen zurückzuführen, daß das Wachstum der einzelnen Fische divergiert (KLEIN, 1988). Somit handelt es sich beim Schwarzreuter des Königssees um eine Variation im Phänotyp, die im wesentlichen umweltbedingt ist (HECHT, 1984). Auch KLEIN (1988) sieht das geringe Wachstum der Schwarzreuter durch Umweltbedingungen verursacht, wie die hohe Fischbestandsdichte, die niedrige Wassertemperatur und den oligotrophen Charakter des Königssees.

5.5.5 Der Hechtbandwurm und sein Einfluß auf den Saibling

Kurzgefaßter Entwicklungszyklus des *Triaenophorus nodulosus* Pallas 1781 (SCHÖTTLER, 1984):

Das Ei des Hechtbandwurmes, das mit den Fäzes des Hechtes ins Wasser gelangt, entwickelt sich dort zur Flimmerlarve (*Coracidium*) und wird von einem Copepoden als 1. Zwischenwirt aufgenommen. In dessen Coelom entwickelt sich das *Coracidium* zum *Proceroid*. Zooplanktonfresser wie der Saibling (2. Zwischenwirt) infizieren sich bei der Nahrungsaufnahme. Vor allem die Leber des 2. Zwischenwirtes wird von dem *Plerocercoid*, das sich aus dem *Proceroid* entwickelt, befallen. Mit der Aufnahme des 2. Zwischenwirtes durch den Hecht und der Entwicklung des Parasiten im Darm des Wirtes zum adulten Hechtbandwurm schließt sich der Kreislauf wieder.

Franz v. Paula SCHRANK berichtete schon im Jahre 1793 vom Befall der Saiblinge Berchtesgadens mit Eingeweidewürmern: „Dieser Fisch ist sehr stark einem Blasenwurme unterworfen, der gewöhnlich in der Leber, oft auch in der Aussenseite des Darmcanals in der Gegend des unteren Magenmundes, oder auch zwischen den kleinen Anhängseln, die den Eingeweiden

der Salmlinge wesentlich sind, seinen Sitz hat. Ich habe die Beobachtungen der Eingeweidewürmer in den Saiblingen zu Berchtesgaden gemacht selten sitzt hier [in der Saiblingsleber] eine einzelne Blase, ich fand ihrer oft zwei, drei, mehrere, oft die ganze Leber, aussen und inwendig mit Blasen besetzt ...". „... gar keine Leber [der Saiblinge] ohne Blasenwurm gefunden". So zeigt sich, daß schon damals ein hoher Prozentsatz der Königsseesaiblinge mit dem Hechtbandwurm infiziert war und die Leber des Saiblings von vielen Zysten durchsetzt war. Dies wurde von v. SIEBOLD im Jahre 1854 bestätigt.

HOFER (1896) schilderte auch das massenhafte Vorkommen des Hechtbandwurms im Königsseesaibling, dabei konnte er keine Abmagerung bei ihnen feststellen. Trotzdem sah er, außer anderen Gründen, einen möglichen Zusammenhang mit der sogenannten Verkümmern des Königsseesaiblings. Er fand bei allen untersuchten Fischen einen starken Befall der Leber mit 20 – 30 Triaenophorus-Zysten, die meist die Masse des Lebergewebes übertrafen. (HOFER, 1904). SCHEURING (1936) stellte eine Infektionsrate von 95 – 98% beim Königsseesaibling fest.

SCHINDLER (1936) hielt den Hecht für unschuldig am schlechten Wachstum des Schwarzreuters. Vielmehr sah er den Hecht

als günstig für Saiblingsseen an, da er den Bestand an Saiblingsbrutvertilgern wie den Barsch niedrig halte und kranke Fische vertilge (SCHINDLER, 1946). Ab dem Jahre 1948 war er jedoch der Meinung, daß der Hecht als Verursacher der Triaenophorose des Saiblings vermehrt gefangen werden müsse, um den Gesundheitszustand sowie auch Größe und Gewicht des einzelnen Saiblings des Königssees zu verbessern (SCHINDLER, 1948, 1949 a; 1950 a). SCHINDLER (1956) wunderte sich dennoch über die Tatsache, daß magere Saiblinge auch keine stärkere Infektion mit Triaenophorus nodulos aufwiesen, wie andere Saiblinge, deren Ernährungszustand gut war.

LIEBMANN (1964), der fälschlicherweise annahm, daß der Hecht erst in den zwanziger Jahren in den Königssee eingesetzt worden sei, um den Fischertrag zu heben, sah einen Zusammenhang zwischen der Triaenophorose und dem Zurückbleiben des Wachstums der Saiblinge, ebenso REICHENBACH-KLINKE (1969). Nach heutigen Erkenntnissen steht die sogenannte Verzweigung des Königsseesaiblings in keinem Zusammenhang mit dem Befall durch den Hechtbandwurm (SCHÖTTLER, 1984; HECHT, 1984; HOFFMANN et al., 1986; KLEIN, 1988).

6 Besprechung der Ergebnisse

Die vorhandenen Akten informieren, trotz vieler Lücken, über den jahrhundertelangen Fischfang am Königssee. Leider sind viele Quellen im Laufe der Jahrhunderte vernichtet worden oder verschwunden. So wurden z.B. Ende des 14. Jahrhunderts Urkunden und Akten während diverser Auseinandersetzungen des Stiftes mit seinen Nachbarn verschleppt und vernichtet (v. KOCH-STERNFELD, 1815).

Nach dem Reichsdeputationshauptschluß, im Jahre 1803, wurde das Berchtesgadener Archiv nach Salzburg, im Jahre 1806 zusammen mit dem Salzburger Archiv nach Wien gebracht. Nach dem Münchner Vertrag dauerte die Auslieferung der Archivalien nach Bayern von 1817 bis 1821. Das Berchtesgadener Archiv wurde fast vollständig nach Bayern überführt, außer den Archivalien, die sich auf die ehemaligen Berchtesgadener Besitzungen in Österreich und die österreichische Vogtei über Berchtesgaden beziehen (BITTNER, 1936). Bei diesen Überführungen aber ist bestimmt auch ein Teil der Akten vernichtet worden.

Das Gros der Akten und Urkunden liegt heute im Bayerischen Hauptstaatsarchiv München, ein kleiner Teil im Pfarrarchiv St. Andreas, Berchtesgaden. Die Akten ab dem 19. Jahrhundert, die die Fischerei am Königssee betreffen, befinden sich im Staatsarchiv München. Nach Anfrage liegen im Hofkammerarchiv Wien, im Wiener Haus-, Hof- und Staatsarchiv und im Landesarchiv Salzburg keine Akten mehr über die Fischerei am Königssee.

6.1. Die Entwicklung des Fischbestandes im Königssee

6.1.1 Der Saibling

6.1.1.1 Der Saiblingsbestand bis zum Ende des 18. Jahrhunderts

Der Seesaibling des Königssees war zu Zeiten der Fürstpropstei ein begehrter Edelfisch und gleichzeitig der Hauptertragsfisch des Königssees. Aufgrund der anfänglich schlechten Quellenlage sind erst ab dem 17. Jahrhundert zahlenmäßige Angaben über den Saiblingsertrag vorhanden. Doch leider existieren aus dieser Zeit immer noch keine genauen Fangergebnisse, sondern nur Daten über verkaufte Saiblinge. Von 1669 – 1688 wurden jährlich durchschnittlich 349 Pfund Saibling (BHSA, FB 327–346) verkauft. Nach der Instruktion von 1639 (BHSA, FB 36) durfte aber nur verkauft werden, wenn das Deputat von 2 000 Saiblingen und die anderen Abgaben, wie die Designationen für die hohen Angestellten (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (20)–6), schon abgegolten waren. Der Gesamtumfang der abgelieferten Saiblinge ist für das 17. Jahrhundert leider nicht bekannt. Somit ist auch eine Schätzung des gesamten Saiblingsfanges nicht möglich. Auf jeden Fall wurde genug gefangen, um die Verpflichtungen gegenüber dem Stift Berchtesgaden abzudecken und noch Saiblinge zu verkaufen. Genauere Daten über den Saiblingsfang am Königssee finden sich in den Kuchrechnungen aus den Jahren 1737, 1740, 1744, 1746 und 1752 (PASA, K 57). Der Durchschnitt des Jahresfangergebnisses an Saiblingen aus drei Jahren beträgt 17 626 Stück, das entspricht ungefähr 2 518 Pfund Saibling, wo-

bei davon ausgegangen wird, daß sieben Saiblinge auf ein Pfund gehen (SCHULTES, 1804). Leider sind die Unterlagen aus den Jahren 1744 und 1752 nicht verwendbar, da hier die Angaben über Saiblinge unvollständig sind.

Man kann annehmen, daß im 17. Jahrhundert die Fangergebnisse höher lagen. Da im Vergleich die Verkaufszahlen des 18. Jahrhunderts (1730–1752; BHSA, FB 389–411) im Jahresdurchschnitt nur 127 Pfund (900 Stück) Saiblinge gegen 349 Pfund ausmachten (1669–1688; BHSA, FB 327–346). Das bedeutet einen Verkaufsrückgang um mehr als die Hälfte. Inwieweit dieser Rückgang mit einem Fangrückgang und damit einem Bestandsrückgang des Seesaiblings im Königssee gleichgesetzt werden kann, ist schwierig zu beurteilen. Denn der Verkauf kann nicht als einziges Beurteilungskriterium betrachtet werden. Außerdem könnten auch Buchführungsmängel vorhanden sein. Es stellt sich auch die Frage, wie repräsentativ die vorhandenen Angaben sind, die nur einen begrenzten Ausschnitt des 18. Jahrhunderts aufzeigen. Aufgrund der ungünstigen Aktenlage ist dies leider nicht zu klären.

Als einziger Beweis, daß es in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts zu einem Rückgang oder zumindest zu Schwankungen beim Saiblingsbestand im Königssee gekommen war, ist das Dekret aus dem Jahre 1737 zu werten (BHSA, HL 6 V 18 F 13 (21/12)–19). Dort wird das Deputat an Saibling, aufgrund des Fischrückgangs im Königssee, herabgesetzt. Doch schien sich der Saiblingsertrag, wie aus der Kuchrechnung aus dem Jahre 1746 (PASA, K 57) zu ersehen ist, bald wieder erholt zu haben. Es traten also immer wieder große Unterschiede im Saiblingsfangergebnis auf, wie aus den Kuchrechnungen (PASA, K 57) und den Hofmeistereiamtsrechnungen (BHSA, FB 319–459) ersichtlich ist. Die Frage, wodurch diese Schwankungen verursacht wurden, ist aber letztlich nicht zu klären.

6.1.1.2 Der Saiblingsbestand bis 1939

Der Fischfang im Königssee, besonders der Saiblingsertrag, ging im 19. Jahrhundert stark zurück. Die Versorgung des Klosters Berchtesgaden mit großen Fischmengen war nicht mehr nötig. Somit verlor die Königsseefischerei ihre Hauptaufgabe. Die Fischerei wurde nur noch sehr extensiv betrieben, und die Hauptfänge der Seesaiblinge mit Stellnetzen wurden meistens zu Zeiten der Hofjagd (Oktober) durchgeführt (SCHINDLER, 1936). Ihre Funktion bestand hauptsächlich in der Versorgung der Gastwirtschaft St. Bartholomä und des königlichen Hofes zu Berchtesgaden. Doch erscheint die Angabe im Jahre 1855 mit 200 Pfund Saibling als jährlicher Fangertag des Königssees sehr unglaubwürdig (STAM, KATAS. B 2343). Zu einem Rückgang beim Saiblingsfang (ANONYMUS, 1879) muß es aber gekommen sein. Es wurden fischereiliche Maßnahmen, um den Fischbestand des Saiblings zu heben, eingeführt, wie die künstliche Erbrütung, Besatzmaßnahmen und Einführung des Schonmaßes. Von 1888 – 1900 wurde im Durchschnitt 1 000 kg Saibling jährlich erwirtschaftet, wobei im Jahre 1888 ein Minimalfang von nur ca. 600 kg eingebracht wurde (SCHINDLER, 1940). Trotz erheblicher Schwankungen ergibt sich von 1888 – 1939 ein Jahresdurchschnittsfang von ungefähr 1 800 kg (600 – 3850 kg), das entspricht ca. 25 200 Stück Saiblingen und 3 kg/ha Ertrag für Königssee und Obersee. Die Schwankungen lassen sich hauptsächlich durch die unterschiedliche Befischungintensität erklären. Vor dem Ersten Weltkrieg wurde extensiv gefischt und es fehlte in den er-

sten Kriegsjahren an Arbeitskräften für die Fischerei. Doch danach wurde intensive Fischwirtschaft betrieben, um den Nahrungsbedarf der Bevölkerung abzudecken, so daß enorme Mengen an Saibling gefangen wurden.

Möglich ist, daß die Fangertragssteigerung um 1920 auch durch die konsequenten Besatzmaßnahmen, mit 200000 Saiblingsbrütlingen jährlich seit spätestens 1912, unterstützt wurde (STAM, LRA B 68.585), obwohl SCHINDLER (1936; 1956) die künstliche Erbrütung am Königssee als nicht erfolgreich und die Überlebenschance der Brütlinge als gering einschätzte. Auf jeden Fall kam es um das Jahr 1930 zu einer Erschöpfung des Saiblingsbestandes, der sich erst wieder langsam erholte. Teilweise wurde auch der Seeforelleneinsatz, der als mögliche Ursache nicht von der Hand zu weisen ist, für den Rückgang des Saiblingsfanges verantwortlich gemacht (SCHINDLER, 1936).

Bei dem Vergleich des Durchschnittsertrages an Saiblingen von 1888 bis 1939 mit den Werten aus den Kuchlrechnungen (PASA, K 57), ist festzustellen, daß ungefähr 25 200 Stück gegen 17 600 Stück im 18. Jahrhundert stehen. Zu Zeiten des Chorherrenstifts wurde anscheinend eine geringere Anzahl von Saiblingen gefangen, doch galten die Fangergebnisse damals nur für den Königssee. Der Obersee aber macht immerhin 10% des Ertrages aus (SCHINDLER, 1936). Die Saiblingsstückzahlen liegen also nicht so weit auseinander und ob das Fanggewicht der Saiblinge insgesamt niedriger war, ist fraglich.

6.1.1.3 Der Saiblingsbestand bis 1980

Von 1956 – 1980 ist ein stetiges Absinken im Saiblingsfang am Königssee zu bemerken. Von anfänglich 1200 kg sinkt der Fang im Jahre 1980 auf fast 200 kg, das entspricht ungefähr dem Niveau des Hechtfanges und 20% des Gesamtertrages. Doch spiegelt dieses Fangergebnis wohl kaum die tatsächliche Bestandssituation im Königssee wider, sondern eher die unterschiedliche Attraktivität der einzelnen Fischarten und deren Befischungsintensität. Der kleine Seesaibling erfordert wesentlich mehr Arbeits- und Zeitaufwand in Bezug auf Fang und Vorbereitung für die Küche als die Renke. Sein Fang kann nicht die ganze Saison über betrieben werden, sondern eigentlich nur im Spätsommer und Herbst. Der Fang des Seesaiblings gestaltet sich, da sich der Fisch in tieferen Schichten des Königssees aufhält, schwieriger und materialintensiver als z.B. bei der Renke. Deshalb wird der Seesaibling im Königssee, obwohl sein Bestand als gut zu bezeichnen ist, in geringerem Ausmaße gefangen (KLEIN, 1988).

6.1.1.4 Die sogenannte Verzweigung des Schwarzreuters

Es taucht immer wieder die Frage nach dem Gewicht der damaligen Saiblinge auf. Da in den Kuchlrechnungen nur Stückangaben für den Fang verwendet wurden, tragen diese nicht zur Lösung dieses Problems bei. Es wurde immer behauptet, daß früher nur „stattliche Saiblinge“ gefangen worden wären (SCHULTES, 1804; v. STAUDINGER, 1887), wobei man auf die Fischgemälde von St. Bartholomä verwies.

Doch hierbei handelt es sich nur um besonders schöne Exemplare von Wildfangaiblingsen. Wie schwer der durchschnittliche Saibling bis Ende des 18. Jahrhunderts war, ist leider nicht feststellbar. Doch von SCHULTES wurde im Jahre 1804 angegeben, daß im Königssee sieben Saiblinge auf ein

Pfund gingen. Das Pfund war aber damals regional unterschiedlich und lag im Bereich von 560 g bis 467 g (HELLWIG, 1979). Das ergibt für die damalige Zeit ein Durchschnittsgewicht des Saiblings von ungefähr 80 g bis 67 g. Heute hat der Königsseesaibling ein mittleres Gewicht von 64,4 g (MEDER, 1984). Die Annahme einer Verkleinerung ist nicht von der Hand zu weisen. Doch muß man für diesen Vergleich auch die Bedingungen für den Saiblingsfang beachten, die sich im Laufe der Jahrhunderte wahrscheinlich geändert haben, wie die Maschenweite der Netze, die Einfluß auf die Größe der gefangenen Fische hat (SCHINDLER, 1936). Außerdem zeigt sich bei hoher Fangintensität, daß bei sinkenden Stückzahlen das Durchschnittsgewicht des Saiblings zunimmt (KLEIN, 1988), was wohl auf eine bessere Nahrungsversorgung, bei kleinerem Bestand, zurückzuführen ist. Die „langjährigen Fischer“ vom Königssee haben auch immer entschieden bestritten, daß der Saibling im Königssee, abgesehen vom seltenen Wildfangaibling, jemals größer war (ANONYMUS, 1951).

6.1.2 Die Renke

Die Renke ist im Königssee nicht autochthon. Sie wurde erst nach gezielten Besatzmaßnahmen im Jahre 1949 eingebürgert, nachdem Besatzmaßnahmen am Ende des 19. Jahrhunderts erfolglos geblieben waren. Sie soll sich inzwischen im Königssee als selbsterhaltende Fischart etabliert haben. Aufgrund ihrer hohen Attraktivität bei Fang und Vermarktung nahm die Bedeutung der Renke immer mehr zu. Sie war seit 1976 die wirtschaftlich wichtigste Fischart des Königssees. Trotzdem wurden jährlich Besatzmaßnahmen durchgeführt, weil man annahm, daß sonst aufgrund des großen Seesaiblingsbestandes kein lohnender Renkenfang mehr möglich wäre (KLEIN, 1988).

Besatzmaßnahmen, besonders aus wirtschaftlichen Gründen, sind für den Königssee abzulehnen, deshalb wurden seit Ende 1987 keine Einsätze mehr mit der nicht autochthonen Renke durchgeführt (ZIERL, persönliche Mitteilung 1990). Man kann bei der Fischerei auf den guten, eher zu hohen Seesaiblingsbestand zurückgreifen und durch Befischung die Bestandsdichte herabsetzen. Dadurch könnte das Nahrungsangebot im oligotrophen Königssee verbessert und somit das Durchschnittsgewicht der Saiblinge erhöht werden.

6.1.3 Der Hecht

In der Hofmeistereiamtsrechnung aus dem Jahre 1679 ist von „194 Pfundt Barthlme hechten“ die Rede, die an die Chorherren verkauft worden waren (BHSA, FB 337). Somit ist der Hecht erwiesenermaßen über 300 Jahre im Königssee heimisch. Er wurde nicht, wie fälschlicherweise angenommen, im 20. Jahrhundert in den Königssee eingesetzt (LIEBMANN, 1964), sondern ist eine dort autochthone Fischart. Leider sind im 17. Jahrhundert außer Verkaufszahlen keine weiteren Daten über den Hecht vorhanden.

So betrug von 1669 – 1688 der Jahresdurchschnittsverkauf 194 Pfund (BHSA, FB 327–346). Aus dem 18. Jahrhundert sind genaue Ertragszahlen vorhanden. Das Gewicht des Hechtfanges im Königssee betrug, bezogen auf die fünf Kuchlrechnungen von 1737 – 1752, 304,6 Pfund (192–487 Pfd.) (PASA, K 57). Der Hecht war damit der zweitwichtigste Wirtschaftsfisch im Königssee, wobei sein Ertrag ca. 10% des Saiblingsertrages ausmachte.

Ende des 19. Jahrhunderts lag sein jährliches Fangergebnis sehr hoch, bei ungefähr 700 kg. Der Hecht brachte es auf mehr als die Hälfte des Saiblingsertrages, der zur damaligen Zeit sehr gering war, beziehungsweise auf ein Drittel des Gesamtfangertrages des Königssees. Einer der Gründe, warum der Hechtertrag so stieg, könnte sein, daß er als scheinbarer Verursacher des Saiblingsrückganges vermehrt gefangen wurde (STAM, LRA 68.587). Um 1930 fiel der Fangertrag des Hechtes wieder unter 300 kg (SCHINDLER, 1940). Ab 1948 sollte der Hecht wiederum vermehrt gefangen werden, da man ihn, als Überträger der Triaenophorose, an der sogenannten Verzweigung des Schwarzreuters die Schuld gab (SCHINDLER, 1948).

Bis jetzt konnte keine negative Beeinflussung von Wachstum und Kondition beim Saibling und den anderen befallenen Fischarten des Königssees durch den Hechtbandwurm, entgegen bisheriger Auffassung, festgestellt werden. Durch mehrhundertjähriges Zusammenspiel von Parasiten und Wirtschaftsfischen erfolgte eine wechselseitige Anpassung. Der wirtschaftliche Schaden ist zu vernachlässigen, da durch die Plerocercoiden des Triaenophorus nodulosus hauptsächlich die Leber befallen wird und Kondition und Größe der befallenen Fische unbeeinflusst bleiben (SCHÖTTLER, 1984; HOFFMANN et al., 1986).

Zur weiteren Entwicklung des Fangertrages des Hechtes ist festzustellen, daß er 1956 bis auf fast 100 kg fiel, dann wieder langsam anstieg, bis auf ungefähr 250 kg im Jahre 1980. Dies entspricht 20% des Gesamtfangertrages des Königssees (KLEIN, 1988). Die Schwankungen des Hechtertrages zeigen vor allem einen deutlichen Zusammenhang mit der Befischungsintensität. Der Befischungsdruck auf den Königsseehecht ist groß, da man ihm vermehrt nachstellt, um den Gesundheitsstatus der übrigen Fischarten zu verbessern. Er wird, da für ihn die Schonzeit im Königssee aufgehoben wurde, auch während der Laichzeit im Frühjahr gefangen. Obwohl er eine autochthone Fischart des Königssees ist, soll er zugunsten der Seeforelle verdrängt werden. Es wird angenommen, daß er auch beim Rückgang der Seeforellenpopulation im Königssee eine Rolle gespielt haben könnte (KLEIN, 1988).

6.1.4 Die Seeforelle

Die Seeforelle wird zum erstenmal als „Laxferche“ in der Instruktion für den Fischmeister vom Königssee von 1639 (BHSA, FB 36) erwähnt. Sie wurde als seltener und begehrter Fang des Königssees bezeichnet. In den Kuchlrechnungen des Stifts (PASA, K 57) wird die Seeforelle nicht aufgeführt. Daraus ist zu schließen, daß sie im Königssee nie in großen Mengen vorgekommen ist. Franz v. Paula SCHRANK (1785) beschreibt sie für den Königssee und auch auf den Fischtafeln in St. Bartholomä sind besonders große Seeforellenexemplare abgebildet.

Erst von 1910 – 1914 wurden geringe Fangerträge gemeldet. Nach Einsätzen von einsömmerigen Seeforellen im Jahre 1925 – nachdem angenommen wurde, daß sie ausgestorben seien – wurden ab 1927 wieder vermehrt Seeforellen im Königssee gefangen (SCHINDLER, 1936). Doch nach 1937 tauchten nur noch vereinzelt Exemplare auf. Die Entwicklung verlief trotz weiterer Besatzmaßnahmen schlecht. SCHINDLER (1949 b; 1953 a, b) nahm an, daß die Seeforellen im Königssee keine Laichmöglichkeiten fänden oder aber zu jung herausgefischt würden.

Der Seeforellenbestand im Königssee ist als äußerst gering zu betrachten. So wurde im Zeitraum von 1980 – 1983 nur eine einzige Seeforelle vom Fischermeister Amort gefangen (KLEIN, 1988), deshalb wurden 1984 und 1988 Besatzmaßnahmen mit nicht von Königssee-Elterntieren stammenden Seeforellen durchgeführt (NEGELE, persönliche Mitteilung 1990). Die Bestandssituation scheint sich nun verbessert zu haben (AMORT, persönliche Mitteilung).

Doch gefährden diese Besatzmaßnahmen die autochthonen Fischarten im Königssee und sollten deshalb unterbleiben (HOFFMANN, 1984). Es sollte eher mit den schon eingesetzten Seeforellen weitergezüchtet werden.

6.1.5 Rutte, Barsch, Koppe und Elritze

Die Rutte war zu Zeiten der Fürstpropstei ein begehrter Edelfisch (FREUDLSPERGER, 1937) und wurde auch relativ häufig im Königssee gefangen. In den Kuchlrechnungen (PASA, K 57) erscheint sie nach dem Saibling und Hecht als dritte Fischart, die aus dem Königssee gewonnen wurde. Der jährliche Durchschnittsfang von 152,8 Pfund machte ungefähr die Hälfte des Hechtfanges aus. Im Jahre 1855 wurde ihr jährlicher Fang noch mit 50 Pfund angegeben (STAM, KATAS. B 2434). In den Fanglisten ab 1888 wird sie überhaupt nicht mehr erwähnt. Es wurde nur noch ihr Vorkommen beschrieben (SIEGHART, 1949 a). Der Fangertrag an Rutten im Königssee ist heutzutage gering, da die Attraktivität der Rutte nachgelassen hat. Der Bestand ist aber als gut anzusehen (KLEIN, 1988).

Barsche, die auch schon von v. Paula SCHRANK (1785) als im Königssee vorkommend schilderte, sind häufig im Königssee vertreten. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden sie noch von den sogenannten „Oabatzlern“ gefangen. Vom Berufsfischer werden sie wegen ihrer geringen Größe nicht gezielt befischt.

Die Bestände an Koppen und Elritzen sind im Königssee als gut zu bezeichnen (KLEIN, 1988). Koppen und Elritzen genossen früher wirtschaftliche Bedeutung und wurden vermehrt gefangen (POPP, 1952).

6.2 Der Königssee im Nationalpark

Der Königssee ist vermutlich der einzige größere See in Deutschland in dem der Seesaibling noch dominierende Fischart ist (KLEIN, 1988). Die Bestandsentwicklung des Saiblings in den übrigen bayerischen Gewässern ist in den letzten 20 Jahren rückläufig. Ohne Besatzmaßnahmen wäre dort die Bestandsgröße des gefährdeten Seesaiblings als kritisch anzusehen (ASEN et al., 1983). Der dortige Seesaibling ist durch Besatzmaßnahmen mit Besatzfischen aus Österreich, Kroatien und Schweden kaum noch als reine Wildform vorhanden (KUSSMAUL, 1986).

Am Königssee wurden nur am Ende des 19. Jahrhunderts geringe Besatzmaßnahmen mit Saiblingsen aus anderen Seen, wie dem Grünsee (v. KOCH-STERNFELD, 1863) und Fuschlsee (KLEIN, 1988) durchgeführt. Nach genetischen Untersuchungen von HECHT (1984) hat sich das fremde Saiblingsmaterial nicht durchgesetzt. Somit handelt es sich bei den Saiblingsen im Königssee um einen der letzten genetisch stabilen Saiblingsbestände in Bayern. Deshalb sollte die Ursprünglichkeit dieses Bestandes weiterhin gesichert werden. Es sollte sowohl auf Besatzmaßnahmen mit Saiblingsen aus anderen

Seen als auch mit konkurrierenden Fischarten verzichtet werden, die den Königsseesaibling verdrängen könnten (HECHT, 1984). Außerdem ist die Erhaltung der Oligotrophie des Königssees eine weitere wichtige Voraussetzung für das Weiterbestehen dieses einmaligen Saiblingsbestandes.

6.2.1 Mögliche Folgen fischereilicher Maßnahmen im Königssee

Besatzmaßnahmen

Durch den jährlichen Einsatz von Renkensetzlingen, die nicht von Königssee-Elterntieren stammen und außerdem eine für den Königssee nicht heimische Fischart sind, wurden die autochthonen Königsseefischarten, wie Seesaibling, Mühlkoppe, Rutte, Elritze, die übrigens als gefährdete Fischarten auf der roten Liste stehen (ASEN et al., 1983), in Gefahr gebracht. Ob die gleichfalls Zooplankton fressenden Renken durch interspezifische Nahrungskonkurrenz die Seesaiblinge im Wachstum negativ beeinflussen, ist nach heutigem Erkenntnisstand noch nicht geklärt (GERSTMEIER, 1985). Die niedrige phytoplanktische Biomasse schränkt auf jeden Fall die Zahl der Fische ein, die im oligotrophen Königssee leben kann (SIEBECK, 1982). Durch Besatzmaßnahmen wird die Ernährungslage im Königssee, der sowieso schon eine große Fischbestandsdichte aufweist, verschärft. Dies fördert die Gefahr von Krankheitseinbrüchen in der Saiblingspopulation durch fakultativ pathogene Erreger (HOFFMANN, 1984). Eine größere Anfälligkeit für Krankheiten ist als Antwort auf Überbelegung und anderen Streß zu sehen. Da der Renkenbestand, für eine lohnende Bewirtschaftung, durch Besatzfische gestützt werden mußte (KLEIN, 1988), bedeutete dies auch immer das Einbringen von neuen Krankheitserregern (Bakterien, Viren und Parasiten) (HOFFMANN, 1982). Auf jeden Fall ist es sinnvoller, nach Beendigung der Renkeneinsätze, den hohen Saiblingsbestand im Königssee fischereilich zu nutzen. Wie sich die Renkenpopulation im Königssee weiterentwickelt und ob die Renke auch ohne Besatzmaßnahmen der Hauptertragsfisch bleibt, ist abzuwarten.

Eine weitere Folge der Besatzmaßnahmen ist das Einbringen zusätzlicher Fischarten, die im Königssee weder autochthon noch für das Biotop geeignet sind (HOFFMANN, 1984). So sind kleine Maräne, Aitel, Brachse, Schleie und Aal vermutlich mit Renkensetzlingen oder als Köderfische von Sportfischern (bis 1978 am Königssee erlaubt) in den Königssee gelangt. Ein Aufsteigen dieser Fische über das Wehr am Auslauf des Königssees ist als unmöglich anzusehen (KLEIN, 1988).

Wenn Besatzmaßnahmen am Königssee durchgeführt werden, muß auf jeden Fall gefordert werden, daß die Besatzfische von Elterntieren aus dem Königssee stammen und im Königssee selbst erbrütet werden (HOFFMANN, 1984). Diese Forderung gilt auch für die Seeforelle, die nach Besatzmaßnahmen jetzt wieder zahlreicher im Königssee vorkommt.

Vermehrter Hechtfang

Ein weiterer schwerer Eingriff in die Biozönose des Königssees ist in der drastischen Reduzierung des Hechtbestandes zu sehen. Der Hecht soll zugunsten der Seeforelle und zur Verbesserung des Gesundheitsstatus der Königsseefische verdrängt werden (KLEIN, 1988), obwohl der Hecht nachweislich

eine autochthone Fischart des Königssee ist. Hier wird außer Acht gelassen, daß durch vermehrten Fangdruck die Reproduktion des Raubfisches möglicherweise erhöht wird. Außerdem sollte, als endgültig widerlegt, anerkannt werden, daß der Hecht über die Triäenophorose negative Auswirkungen auf den Saibling und die anderen Fische ausübt (HOFFMANN et al., 1986).

Abgesehen von den Argumenten gegen Besatzmaßnahmen und Bekämpfung des Hechtes ist nach Paragraph 9 Abs. 1 Ziff. 4 der Nationalparkverordnung (NAP, 1978) das Aussetzen von Tieren verboten und nach Paragraph 6 Abs. 1 schützt der Nationalpark die gesamte Natur. Keine Fischart soll besonders gefördert oder bekämpft werden.

6.2.2 Die Fischerei am Königssee

Die Fischerei am Königssee kann erwiesenermaßen auf eine jahrhundertelange Tradition zurückblicken. Da es sich um eine alte Kultur handelt, ist nach Paragraph 10 Abs. 5 (NAP, 1978) die Berufsfischerei im Königssee im bisherigen Umfang zulässig. Doch sollte sich nach der Gründung des Nationalparks die ursprüngliche Arbeit und Rolle des Fischers verändern. Der wirtschaftliche Aspekt kann nicht der ausschlaggebende Grund für fischereiliche Maßnahmen am Königssee sein. Im Nationalpark darf die Frage der Wirtschaftlichkeit gegenüber Wahrung der Lokalvarietäten nicht gelten (NAP, 1978 Paragraph. 6 Abs. 2).

Durch Besatzmaßnahmen findet eine laufende Gefährdung der autochthonen Fischbestände statt, auch wenn z.B. die Renken eine wenig genützte ökologische Nische (KLEIN, 1988) ausnützen. Da die Fischerei als extensiv einzuschätzen ist (KLEIN, 1988), kann sie sich auf das naturgegebene Produktionsmaterial beschränken, da die Bestandsdichte an Saibling und anderen Fischen im Königssee hoch ist. Es handelt sich im Königssee um eine genetisch stabile Saiblingspopulation. Darum ist die Befischung weiterhin möglich (HECHT, 1984).

6.3 Zusammenfassung der Besprechung

Soweit es aufgrund der Quellenlage möglich ist, wurde versucht die Bestandsentwicklung der einzelnen Fischarten des Königssees wiederzugeben.

Das Kloster Berchtesgaden benötigte jahrhundertlang eine gut gehende Fischwirtschaft am Königssee, um die Versorgung mit Fisch zu gewährleisten. Im 18. Jahrhundert betrug der jährliche Fischertrag ungefähr 2,5–3 kg/ha (Kuchlrechnungen, PASA K 57), das entspricht der Oligotrophie des Königssees und hat sich bis heute kaum verändert. Der Königsseesaibling war und ist auch weiterhin der Hauptfisch des Königssees, obwohl seine wirtschaftliche Vormachtstellung mittlerweile von der Renke eingenommen wurde. Der Hecht, der bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts der zweitwichtigste Fisch des Königssees war, ist eindeutig als autochthon zu beurteilen. Die Seeforellen im Königssee hingegen hatten schon immer eine niedrige Populationsdichte.

Auf keinen Fall aber sollten weitere Faunenverfälschungen, wie durch den Besatz mit Renken, stattfinden, die die Einmaligkeit des Fischbestandes im Königssee in Gefahr bringen könnten.

7 Zusammenfassung

Durch Sammlung und Interpretation von Quellen und Literatur wird versucht die historische Entwicklung des Fischbestandes im Königssee durch die Jahrhunderte darzustellen.

7.1 Naturwissenschaftliche und historische Einführung

1. Der Königssee und seine wichtigsten Fischarten werden beschrieben.
2. Die wechselhafte Geschichte Berchtesgadens wird geschildert.

7.2 Die Entwicklung des Fischbestandes durch die Jahrhunderte

1. Die Erteilung des Fischregals, im Jahre 1156, an das Kloster Berchtesgaden war die Voraussetzung für die Fischwirtschaft am Königssee. Der Hauptwirtschaftsfisch war der Seesaibling (Schwarzreuter; *Salvelinus alpinus salvelinus*), der als besondere Delikatesse galt.
2. Die Bedeutung des Schwarzreiters wird, durch seine vermehrte Verwendung durch die Fürstpröpste zu diplomatischen Zwecken, für die Zeit ab dem 16. Jahrhundert aufgezeigt. Der Fischmeister des Königssees ist als Angestellter des Stifts Berchtesgaden verpflichtet, die Fischerei zu überwachen und die ausreichende Versorgung des Klosters Berchtesgaden zu gewährleisten.
3. Der Fischfang im Königssee wurde im 17. Jahrhundert intensiv betrieben um den enormen Fischbedarf des Klosters zu decken. Eine Instruktion regelte den Fischfang, die Saiblingsabgabe an die Chorherren und die Vermarktung der Fische, die das Kloster Berchtesgaden nicht benötigte. Die wichtigsten Fischarten des Königssees waren der Saibling, der Hecht (*Esox lucius*) und die Rutte (*Lota lota*). Da der Hecht im Königssee

gefangen wurde, muß er als dort autochthon angesehen werden. Die Seeforelle (*Salmo trutta forma lacustris*) war ein seltener, aber sehr begehrter Fang im Königssee.

4. Aus dem 18. Jahrhundert existieren in den Kuchlrechnungen genaue Angaben über den Fischfang am Königssee. Der Seesaibling macht, in diesen Unterlagen, ungefähr 85%, der Hecht 10% und die Rutte 5% des Fanggewichts aus, wobei der jährliche Ertrag circa 2,5–3 kg/ha betrug. Es fallen Schwankungen bei den Jahreserträgen auf, deren Ursachen nicht geklärt werden können.

5. Ab dem Ende des 18. Jahrhunderts liegen exakte naturwissenschaftliche Beschreibungen vor. So von Franz von Paula Schrank, der die Fische des Königssees dokumentierte und den Schwarzreuter zu klassifizieren versuchte.

6. Im 19. Jahrhundert ging der Fischfang, besonders an Saiblings, stark zurück. Zur Abhilfe wurden Seesaiblinge, wahrscheinlich aus dem Grünsee und Fuschlsee, eingesetzt. Außerdem wurde die künstliche Fischerbrütung eingeführt und es wurden erstmalig Besatzmaßnahmen mit nicht autochthonen Fischarten wie den Renken (*Coregonus* spp.) im Königssee durchgeführt.

7. Im 20. Jahrhundert steht die Kleinwüchsigkeit des Schwarzreiters im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Die sogenannte Verzwegung wird jedoch nicht, wie vielfach angenommen, durch den Hechtbandwurmbefall verursacht, sondern durch die Oligotrophie, die niedrige Wassertemperatur und die hohe Fischbestandsdichte des Königssees. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts werden mehrere Besatzmaßnahmen mit der nicht autochthonen Renke durchgeführt. Die Renke ist jetzt aufgrund der höheren Befischung und ihrer größeren Attraktivität der Hauptertragsfisch des Königssees, obwohl der Saibling aufgrund seiner Bestandsdichte dominiert.

7.3 Schlußbetrachtung

Bei der Besprechung der Ergebnisse wird auf die Gefahren fischereilicher Maßnahmen am Königssee für die autochthonen Fischarten eingegangen, wobei besonders die Stellung des Saiblings und des Hechtes hervorgehoben wird. Es wird auf die besondere Situation des Königssees und seiner Fischwirtschaft im Nationalpark Berchtesgaden hingewiesen.

Summary

The Development of the Fish Stock in the Königssee (Bavaria).

It has been attempted to represent, by collection and interpretation of documents and authorities, the historical development of the different fish populations of the Königssee.

7.1 Scientific and historical introduction

1. Introducing the Königssee and its main fish species.
2. Reporting the changeable history of Berchtesgaden.

7.2 The development of the fish population over the centuries

1. The presupposition of professional fishing at the Königssee, was the bestowment of the fishing rights to the monastery of Berchtesgaden in the year 1156. The economically most important fish of this time was the arctic charr (Schwarzreuter; *Salvelinus alpinus salvelinus*), a fish having a very good reputation in Middle-Age.
2. The importance of the Schwarzreuter in his increasing application, by the sovereign prosts, for diplomatic meanings is shown for the time since the 16th century. The appointed fishmaster of the Königssee is obliged to control the fishery and to care for sufficient fish supply to the convent of Berchtesgaden.
3. The fishing at the Königssee is run intensively to meet the enormous demands of the chapter. An instruction from the 17th century shows the regulation of fishery, the deputation of arctic charr to the canons and the commercialization of surplus fish. The most important fish species of the Königssee were arctic charr, pike (*Esox lucius*) and burbot (*Lota lota*). Since pike is recorded to have been caught at this era in the Königs-

see, it has to be supposed, that pike is indigenous. The lake trout (*Salmo trutta forma lacustris*) was rare, but nevertheless in great demand.

4. In 18th centurys acts appear the "Kuchlrechnungen", in which exact statements about fishery can be found. The downhanded sulting weight of capture divides into 85% arctic charr, 10% pike and 5% burbot. The annual yield of the lake is approximately 2,5–3 kg/ha. Fluctuations of these annual yields have been realized, but their cause couldn't be explained.

5. Scientists visited the Königssee area since the beginning of the 18th century. Franz von Paula Schrank was the first to describe scientifically the fishes of the Königssee and to try to classify the Schwarzreuter.

6. In the 19th century the capture of fish, especially of arctic charr, was diminishing. To redress the situation, stocking asures, mainly with arctic charr probably from Grünsee and Fuschlsee, were taken. In addition, fish breeding was introduced and for the first time stocking measures with extraneous fish species, like whitefish (*Coregonus wartmanni*), were realized.

7. In the focus of scientific interest, in the 20th century, is the dwarfism of the Schwarzreuter. It is however not caused by infection with plerocercoids of *Triaenophorus nodulosus*, but is the result of oligotrophy, low water-temperature and the high density of the fish stock in the Königssee. Since the middle of the century stocking measures with the extraneous whitefish (*Coregonus spp.*) are carried out. The whitefish is now, since it is mostly persecuted and since it is economically more attractive, the main capture of the Königssee, though, by density of population, the arctic charr still is the dominant species.

7.3 Final record

Regarding the results of the inquiry, the dangers, for the indigenous species, of measures concerning the fish stock, are summarized, emphasizing the rank of arctic charr and pike. The special situation of the Königssee, with its professionally fishing on the one hand and its location in the Nationalpark Berchtesgaden on the other hand, is finally discussed.

8 Anhang

8.1 Transkription

STAM: LRA Berchtesgaden, Akte 68.587, S.1-7, Jahr 1855.

Im Namen seiner Majestät des Königs von Bayern

Es unterliegt nach den mehrfach gemachten Wahrnehmungen keinem Zweifel, daß die Fischzucht in Bayern eine bedeutende Abnahme erlitten hat und dieser sonst so blühende Culturzweig mit weiterem Verfall bedacht erscheint und muß indes manchen anderen Ursachen der Grund dieses Verfalles in dem regellosen unwirtschaftlichen Betriebe der Fischerei sowie in dem Umstande zu suchen sei, daß die bestehenden Vorschriften nicht entsprechend und nachdrücklich in Vollzug gebracht wurden.—

Die Distriktpolizei-Behörden werden dafür an folgende dießfalls bestrafende Gesetze und Verordnungen erinnert.

1. Fischordnung vom Jahr 1581 M.G.S. n.J. 1797 Bd. V S:690
2. " " " 1616 l.c. S:699
3. Landespolizei - Ordnung von 1616 Bd. IV Titl: IX
4. Cod. civ. Theil II cap.3 Paragr. 3 tannot. Ziffer 32-45
5. Mandat v. 8. April 1701 M.G.S.n.J. 1788 S.964 Paragr. XX
6. Gesetz vom 28 ten Mai 1852 Art: 58,97 und 101 „der Benützung des Wassers“ und zur strengeren Handhabung der darin gegebenen Vorschriften angewiesen und aufgefordert, dem unberechtigten Fischfang und unwirtschaftlichen Betrieb der Fischerei nach Thunlichkeit zu steuern, die Fischwasser gegen Beschädigungen zu schützen und überhaupt die Hebung der Fischzucht möglichst zu fördern.

Zu diesem Behufe werden nachstehende Normen besonders hervorgehoben;

I. Der Fischfang soll nur von dem Fischer und Fischerei Berechtigten ausgeübt werden, unberechtigtes Fischen ist daher, insoweit nicht die gesetzlichen Normen über den Diebstahl in Anwendung kommen, strengstens zu ahnden.

II. Die Fischerei jeglicher Art soll wirtschaftlich betrieben werden, es ist daher das Fischen zur Laich- und Streichzeit, zur Nachtzeit, sowie die Anwendung betäubender Köder und ähnlicher Mittel und der Gebrauch grober Instrumente verboten.—

Die **Laichzeit** der verschiedenen Fischgattungen richtet sich zwar nach den gegebenen Höhen und climatischen Verhältnissen und tritt auch je nach Beschaffenheit der Fischwasser in etwas verschiedenen Zeitpunkten ein, jedoch kann immerhin nach allgemeinen Erfahrungen zum Anhaltspunkte dienend als Laichzeit bezeichnet werden.

für Ruthen die Monate Jaener und Februar

“ Aschen, Amaul, Barschen, Huchen, Hechte die Monate März, April und Mai

“ Brachsen die Monate April und Mai

“ Schleichen die Monate April und Juni

“ Rothaugen der Monat Mai

“ Alten, Schied, Waller, Kärpfen, Barben, die Monate Mai und Juni und auch noch zuweilen Juli

“ für Weißfische der Monat Juli

“ Forellen und Saiblinge die Monate Oktober, November, Dezember

“ Renken die Monate November und Dezember

Desgleichen sollen auch die Speis- und Köder-Fische und Setzlinge, ausgenommen solche Fische, welche das nachbe-

zeichnete Maaß oder Gewicht nicht haben, nicht ausgefischt werden, und bestimmt die Landespolizei-Ordnung folgende Maaße und Gewichte:

Kärpfen	1 Schuh	1 Zoll
Hechten	1 “	1 “
Brachsen	1 “	0,5 “
Schind	1 “	0,5 “
Forellen	1 “	— “
Nörfling	— “	11 “
Aschen	— “	11 “
Huchen	— “	10,5“
Barben	— “	8 “
Alten	— “	6,5“
Krebse	— “	5 “

oder

Aschen	0,5 Pfd.	Nörflinge	0,25 Pfd.
Alten	0,25 “	Praxen	1 “
Amaul	1 “	Renken	6 Stück nicht unter 1 Pfd.
Barben	0,5 “	Rothaugen	0,25 Pfd.
Barschen	0,25 “	Ruthen	0,5 “
Hechten	0,5 “	Schind	1 “
Grundlinge	0,25 “	Schleichen	0,5 “
Huchen	1 “	Saiblinge	0,25 “
Karpfen	1 “	Waller	2 “
Forellen	a. Seelachs 1 Pfd.		
	b. Flußforelle 0,5 Pfd.		
	c. Bach- oder Steinforelle 0,25 Pfd.		

Als Instrumente, welche auf die Fischbrut und die Nachhaltigkeit des Fischbestandes zerstörend und nachtheilig einwirken, gelten besonders die sogenannten Legscheffel verbundene oder verdeckte Reussen, Halsreussen, Kleiderkörbe, Kräuterbürden, Wathen und Spreiten; die Anwendung solcher Geräthe gleichwie auch die Archenschläge sind fischordnungsmässig verboten.

Gleichermassen sind den Fischern nur solche Netze und Garne zum Betrieb ihrer Geschäfte gestattet, welche bezüglich ihrer Maschen nach dem Normal- oder Brüttelmaaß richtig angefertigt sind und wobei das kleinere Fischzeug unbeschädigt wieder entkommen kann.—

III. Der Vollzug der bereits bestehenden Fischmarkt-Ordnung ist fleißig und strenge zu überwachen und auch da, wo in Ermangelung von Fischmärkten der Hausverkauf bis jetzt üblich ist, muß darauf gesehen werden, daß kein den gegebenen Bestimmungen zuwiderlaufender Fischverkauf stattfindet.

Hierbei ist vorzüglich darauf Bedacht zu nehmen:

1. Daß in der Laiche befindliche Fische nicht zu Markte und zum Verkaufe kommen.
2. Daß die Fische insonderheit die edleren Gattungen die vorbezeichnete Normalgröße und Normalgewicht haben;
3. Daß die nicht maaß- und gewichthaltigen Fische weggenommen und sogleich in's Wasser geworfen werden;
4. Daß jeder Fischverkäufer als Fischwasser-Besitzer oder über den rechtmässigen Erwerb seiner Waare sich auszuweisen vermöge;
5. Daß dem Hausirhandel nachdrücklichst gesteuert werde;

IV. Gemeinde-Fischwasser sind unter Ausschluß des Afterpachtes an tüchtige Unternehmer zu verpachten, damit dieselben nicht regellos von jedem einzelnen Gemeinde – Gliede ausgebeutet werden und das Gemeindevermögen auf die möglichst nutzbringende Weise verwaltet werde.—

V. Die Fischwasser sind gegen Beschädigungen möglichst zu

schützen, es ist dafür das Schlämmen der Gewässer und Ausräumen von Schilf und anderen Wasserpflanzen, das Abmähen der Wassergräser an den Rinsalen zur Laichzeit unstatthaft, und darf in der Regel nur in den Monaten August und September vorgenommen werden. Dasselbe gilt auch von dem gänzlichen oder theilweisen Ablassen der Fischwasser zu diesen Zwecken und muß es vorher dem Fischerei-Berechtigten angezeigt werden.—

VI. Übertretungen gegen die vorstehenden Bestimmungen sind, insoferne nicht strafrechtliche Normen maßgebend erscheint, mit 1-50 Mark Geldstrafe oder entsprechenden Arrest zu bestrafen und hat Wegnahme der verbotenen Fischinstrumente und Confiskation der den gegebenen Bestimmungen zuwider gefangenen und ausgebotenen Fische einzutreten.—

VII. Die Überwachung der Fischerei zählt zur Obliegenheit der Gemeinde-Vorsteher, der Gerichtsdieners und ihrer Gehilfen und des gesamten Sicherheitspersonals und ist dem Forst- und Jagdpersonale dringend zu empfehlen.—

VIII. Zum Vollzuge vorstehender Vorschriften werden sämtliche Distrikts-Polizei-Behörden angewiesen durch geeignete Bekanntmachung für die möglichste Verbreitung gegenwärtiger Ausschreibung orge zu tragen; — insonderheit sind die Fischer und Fischerei-Berechtigten auf Vorrufen an die Beachtung dieser Vorschriften zu erinnern.—

Wo noch keine Fischmarkt-Ordnungen bestehen, werden die Distrikts-Polizei-Behörden angewiesen, solche nach Bedürfniß und auf Grund der Verordnung vom 24 ten Septbr. 1808 Paragr. 58. 59. 79. 90 und 91 und mit Bezug auf das revidierte Gemeinde-Edikt Paragr. 69 einzuführen.—

Zur leichteren Überwachung der Fischerei und Verminderung des Fischdiebstahls erscheint es zweckmäßig ein Verzeichnis der Fischer und Fischerei-Berechtigten des Bezirkes anzulegen und denselben Legitimationskarten, ähnlich den Jagdkarten, auf welchen besonders auch der Fischer und Rayon bezeichnet ist, auszustellen, welche dem sub Ziffer VII. genannten Schutzpersonal unweigerlich vorzuzeigen ist; da sich diese Einrichtung schon in mehreren Landgerichts-Bezirken namentlich Niederbayerns bewährt und keine Aufstände hierüber sich ergeben haben, so wird den Distrikts-Polizei-Behörden andurch empfohlen, je nach Bedürfniß oder auf Antrag der Beteiligten ähnliche Einrichtungen in ihrem Bezirke zu treffen. Wo gesonderte Fisch- und See-Ordnungen bestehen, wie dieß fast bei allen oberbayrischen Seen der Fall ist, hat es dabei sein Bewenden, nur ist Grund gegeben, die Beachtung solcher Ordnung den Fischern neuerdings und strenger einzuschärfen, nachdem sich auch bei diesen See-Fischern mancherlei Mißstände und Übergriffe eingeschlichen haben.

Als ein besonderes förderliches Mittel für die Hebung der Fischzucht insbesondere zur Vermehrung der edleren Fischgattungen und Verpflanzung neuer Gattungen hat sich die künstliche Fischzucht bewährt, wie sie von dem General Comite des landwirtschaftlichen Vereins in München neuerdings in's Leben gerufen wurde und daselbst wie auch an anderen Orten in Bayern mit Erfolg betrieben wurde.—

Die Distrikts-Polizei-Behörden werden daher aufgefordert, in Benehmen mit den landwirtschaftlichen Bezirks-Comites unter richtiger Würdigung des vorhandenen Bedürfnisses die künst-

liche Fischzucht möglichst in Aufnehmen zu bringen und in dieser Richtung auf die vom I. Sekretär des General-Comites Dr. Fraas verfaßte und von mehreren Seiten als gute Anleitung empfohlene Schrift: „Die künstliche Fischerzeugung“ aufmerksam gemacht.—

München den 13. Juli 1855

Königl. Regierung von Oberbayern

An sämrtl. Distrikts-Polizei-Behörden von Oberbayern

Die Hebung der Fischzucht betref

8.2 Worterläuterungen

Afterpacht:	Unterpacht
Alten:	Aitel (<i>Squalius cephalus</i>)
Amaul:	Zander (<i>Lucioperca lucioperca</i>)
Arch:	Vorrichtung zum Fischfang; Archen: Stricke an welchen Fisch- oder Jagdzeug ausgespannt wird.
Aydt:	Eid
Bestallung:	Einsetzung in ein Amt und gewährte Bezahlung
Dechant:	Dekan, dem Kapitel eines Stiftes vorstehender Kanonikus
Deputat:	Abgaben, namentlich solche in Naturalien
Fassion:	Bekenntrnis, Steuererklärung
Fuder:	ursprünglich Wagenladung, dann Flüssigkeits- und Raummaß
Hofmeisterei:	Hauswirtschaftsverwaltung
Instruktion:	Anweisung für Hofbedienstete
Kalter:	Behälter, in diesem Fall ein Wasserbecken
(Kleider)	aus schlanken Ruten geflochtene größere
Körbe:	Reusen. Hauptsächlich für Ruttenfang.
Kraut:	Kollektivname für kleine Fische.
Kräuter-	Vorrichtung aus Weidenbüscheln mit Tannen-
bürden:	zweigen überdeckt, um Pfrillen, Quappen und andere kleine Fische zu fangen.
Legscheffel:	? geschichtetes Zugnetz
Nörfling:	Nerfling, Goldorfe (<i>Idus idus</i>)
Ordinarius:	Zeitungsträger
Quatember-	ursprünglich die vierteljährlich gebotenen drei
tage:	Fastentage
Raittung:	Rechnung
Reischen:	Reusen
Schuh:	Fuß = 12 Zoll: circa 291 mm (Bayern)
Schleiche:	Schleie (<i>Tinca tinca</i>)
Sögen:	Sege, Zugnetz wird von mehreren Personen bedient
Spreiten:	„Spraitgarn“ oder „dicke Garn“, eine Art Fischnetz.
Superior:	Kanoniker, dem sämtliche Diener unterstanden
Verifikation:	Beglaubigung, Abrechnungsbelege
Vigiltag:	Der hohen Kirchen und Heiligenfesten vorhergehende Fastentag
Wathen:	Wat, großes Zugnetz mit Sack und Flügeln, für Seen und große Teiche
Weißfisch:	Perlfisch (<i>Leuciscus meidingeri</i>)
Zoll:	der zwölfte Teil des Fußes (bei Duodezimal-einteilung)

9 Literaturverzeichnis

- AIGNER, Karl (1932): Die Namen im Berchtesgadener Land. Gebr. Giehl, München.
- ALBRECHT, D. (1954): Fürstpropstei Berchtesgaden. Historischer Atlas von Bayern. Kommission für bayerische Landesgeschichte, München.
- ANONYMUS (1879): Ein Ausflug an den Königssee. Bayer. Fisch.-Z., 4, 35–37.
- ANONYMUS (1890): Über den Saibling. Allg. Fisch.-Z. 15, 42–43.
- ANONYMUS (1899): Vereinsnachrichten. Bay. Landes-Fischerei-Verein. Allg. Fisch.-Z., 24, 135–136.
- ANONYMUS (1940 a): Verschiedenes. Allg. Fisch.-Z. 65, 120.
- ANONYMUS (1940 b): Der Königssee. Allg. Fisch.-Z. 65, 168.
- ANONYMUS (1950): Renken im Königssee eingesetzt. Allg. Fisch.-Z. 75, 159.
- ANONYMUS (1951): Wird der Königssee ein Renkensee. Allg. Fisch.-Z. 76, 422.
- ANONYMUS (1956): Der Königssee auf dem Weg zum Renkensee. Allg. Fisch.-Z. 81, 107.
- ANONYMUS (1969): Frohwüchsiger Bachsaibling. Allg. Fisch.-Z. 94, 478.
- ANONYMUS (1970 a): Bachsaiblinge. Allg. Fisch.-Z. 95, 129.
- ANONYMUS (1970 b): Naturschutz und Bachsaibling. Allg. Fisch.-Z. 95, 674.
- ASEN, J; Bohl, M; Butschek; Klupp, R; Lamina, J; Laßleben, P; Obermaier, P; Reichenbach-Klinke, H.H; Schmid, J; Terofal, F.; (1983): Fische – Pisces. In: Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.). Rote Liste bedrohter Tiere in Bayern (Wirbeltiere, Insekten, Weichtiere), München.
- ATTENKOFER, G. (1931): Küche und Keller zu Stiftszeiten. Bergheimat. Beilage zum Berchtesgadener Anzeiger, 11, 1–2; 5–6.
- BALON, E. K. (Hrsg.) (1980): Charrs - Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus*. Perspectives in Vertebrate Science; v.I., Dr.W.Junk bv Publishers. The Hague, The Netherlands.
- BAUCH, G. (1953): Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin.
- BITTNER, Ludwig (1936): Gesamtinventar des Wiener Haus- Hof- und Staatsarchiv. Verlag Adolf Holzhausens Nachfolger Wien.
- BOSE, K.A.H. von (1810): Neues allgemein praktisches Wörterbuch der Forst- und Jagdwissenschaft, nebst Fischerey. F.G. Leonhardi (Hrsg.). I.E. Hinrichs. Leipzig
- BOSL, K.; Fehn, K. (1973): Das Berchtesgadener Land. Maschinengeschriebenes Manuskript. unveröffentlicht. Bay. Hauptstaatsarchiv, Amtsbücherei München.
- BROD, W.M. (1980): Kulturhistorische Streiflichter auf Fisch und Fischerei. 125 Jahre Landesfischereiverband Bayern, München. 173–237.
- BRUGGER, W. (1984 a): St. Bartholomä am Königssee. Verlag Schnell & Steiner GMBH & Co, München und Zürich. 14–23.
- BRUGGER, W. (1988): Stiftskirche Berchtesgaden. Kunst und Kultur der Fürstpropstei Berchtesgaden. Kath. Pfarramt Berchtesgaden, 12–17.
- BURKHARDT, H. (1941): Die Fischwirtschaft der oberbayerischen Seen. Buchdruck Otto Mauser, Forchheim.
- CAHN, E. (1956): Das Recht der Binnenfischerei. Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main.
- DOLJAN, E. (1920): Der Seesaibling (*Salmo salvelinus*) und seine wirtschaftliche Bedeutung. Österr. Fisch.-Z., 17, 86–95.
- DÜLFER, K. (Hrsg.) (1966): Gebräuchliche Abkürzungen des 16. – 20. Jahrhunderts. Veröffentlichung der Archivschule Marburg – Institut für Archivwissenschaft.
- DÜLFER, K. (Hrsg.) (1967): Schrifttafeln der Deutschen Paläographie des 16. – 20. Jahrhunderts. Teil 1, 2. Veröffentlichung der Archivschule Marburg – Institut für Archivwissenschaft.
- FAHRER, J.R. (1860): 4. Die Thierwelt in Bavaria – Landes- und Volkskunde des Königreichs Bayern. Gotta'sche Buchhandlung, München. 205–212.
- FAIST, A.J. (1871): Die Fische der bayerischen Gewässer. Verlag der J.J. Lentnerschen Buchhandlung. München
- FREUDLSPERGER, H. (1936, 1937): Kurze Fischereigeschichte des Erzstiftes Salzburg. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. Salzburg, 1936:Teil 1: 81–128; 1937: Teil 2: 145–176.
- FUCHS, K. (1977): dtv – Wörterbuch der Geschichte 1, 2 Deutscher Taschenbuchverlag, München.
- GERSTMEIER, R. (1985): Nahrungsökologische Untersuchungen an Fischen im Nationalpark Berchtesgaden. Arch. Hydrobiol/Suppl. 72(3) 237-286
- GRÜN, P.A. (1984): Grundriß der Genealogie. Bd. 5 der Reihe Leseschlüssel zu unserer alten Schrift. C.A. Starke Verlag, Limburg an der Lahn.
- HAEMPEL, O. (1924): Über den Seesaibling der österreichischen Alpenseen. Österr. Fisch.-Z. 21, 9–11.
- HAEMPEL, O. (1930): Fischereibiologie der Alpenseen. In: Thiene- mann, A. Die Binnengewässer, Bd. X Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HAEUTLE, Ch. (1870): Genealogie des erlauchten Stammhauses Wittelsbach. Hermann Manz'sche Hofkunsthändler und Buchhandlung, München.
- HAUSHOFER, H. (Hrsg.) (1954): Bayerische Agrar-Bibliographie. (Schriftenkunde der bay. Landwirtschaft und Fischerei) Landwirtschaftsverlag, München.
- HECHT, W. (1984): Populationsgenetische Studien an Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus* L.) aus Königssee, Obersee und Grünsee. Diss. Technische Universität München.
- HECKEL, J. (1851): Bericht , einer auf Kosten der kais. Akademie der Wissenschaften durch Oberösterreich nach Salzburg, Innsbruck, Botzen, Verona, Padua, Venedig und Tirol unternommene Reise, München.
- HECKEL, J.; Kner R. (1858): Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- HELLWIG, G. (1979): Lexikon der Maße und Gewichte. Bertelsmann Verlag, Gütersloh
- HELM, A. (1930): Bibliographia Berchtesgadesis – Archiv des Berchtesgadener Landes. Band 1, 2, Selbstverlag, Berchtesgaden.
- HEPPE, J.Ch. (1787): Abbildung und Beschreibung der Fische. Samuel Winterschmidt., Nürnberg.
- HOFER, B. (1896): Bandwürmer in Fischen. – Allg. Fisch.-Z., 21, 192-193
- HOFER, B. (1904): Fischkrankheiten. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- HOFFMANN, R. (1982): Einbürgerung fremder Fischarten – Risiken für die heimische Fauna. *Allg. Fisch.-Z.* **107**, 606-607.
- HOFFMANN, R. (1984): Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Fische im Königssee (Abchlußbericht). Institut für Zoologie und Hydrobiologie der Universität München.
- HOFFMANN, R. (1985): Die Veränderungen der Umwelt und ihre Auswirkungen auf die auf die Fischpopulation. *Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie.* **39**, 393-404.
- HOFFMANN, R.; Meder, J.; Klein, M.; Osterkorn, K.; Negele, R.; (1986): Studies on lesions caused by plerocercoids of *Triaenophorus nodulosus* in some fish of an alpine lake, the Königssee. *J. Fish Biol.* **28**, 701-712.
- HÖFLING, P. (1987): Die Chiemsee-Fischerei. Institut für Volkskunde. München
- HÜBNER, L. (1792): Beschreibung der hochfürstlich-erzbischöflichen Haupt- und Residenzstadt Salzburg und ihrer Gegenden. Band 1, Salzburg.
- HÜTTL, L. (1980): Das Haus Wittelsbach. Wilhelm Heyne Verlag, München.
- JÄCKEL, A.J. (1864): Die Fische Bayerns. Ein Beitrag zur Kenntnis der deutschen Süßwasserfische, Regensburg.
- JENS, G. (1980): Die Bewertung der Fischgewässer. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.
- KINDER, H. (1978): dtv – Atlas zur Weltgeschichte. Bd. 1, 2; Deutscher Taschenbuchverlag, München.
- KLEIN, M. (1988): Fischereibiologische Untersuchungen des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch.* **65**, 653-718.
- KOCH-STERNFELD, J.E. Ritter von (1815): Geschichte des Fürstenthums Berchtesgaden und seiner Salzwerke. Joseph Lindauer, München.
- KOCH-STERNFELD, J.E. Ritter von (1863): Der Fischfang (das ius piscandi) in Baiern und Österreich ob der Enns, nach dem uraltesten Landrecht. Lindauer'sche Buchhandlung, München.
- KOCH, W. (1925): Die Geschichte der Binnenfischerei von Mitteleuropa. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- KOCH, W. (1956): Festschrift zum 100 jährigen Fischereijubiläum in Bayern. *Allg. Fisch.-Z.*, **81**, 302-316.
- KOLLER, F. (1987): Bayern – Salzburg – Berchtesgaden, Der Streit um den Salzhandel 1587-1611. *Zeitschrift für bayer. Landesgeschichte*, München, 767-821.
- KOLLER, O. (1949): Zur Saiblingsfrage. *Allg. Fisch.-Z.*, **74**, 379-381.
- KÖLBING, A. (1974): Der Starnberger See und die seinem Trophiezustand angemessene Bewirtschaftungsweise des Coregonenbestandes. *Diss. Veröff. Zool. Staatssammlung*, München.
- KUSSMAUL, R. (1986): Untersuchung zur Situation der bedrohten Fischarten des bayerischen Alpen u. Donaugebietes. *Diss. med. vet.* München.
- LADIGES, W.; Vogt, D. (1979): Die Süßwasserfische Europas. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin.
- Landesfischereiverband Bayern (Hrsg.) (1980): Festschrift. 125 Jahre Landesfischereiverband Bayern e.V.
- LAWA (1985): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – Seen in der BRD. Woeste Druck Verlag, München.
- LIEBMANN, H. (1960): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie II. R. Oldenbourg Verlag, München.
- LIEBMANN, H. (1964): Untersuchungen über das Auftreten von *Triaenophorus nodulosus* im *Salvelinus alpinus* des Königssees. *Zeitschrift für Parasitenkunde*. Bd. 25. 13-14,
- LINSENMAYER, A. (1903): Wirtschaftliches aus dem ehemaligen Chorherrenstift Berchtesgaden. In: *Beiträge zur Geschichte, Topographie und Statistik des Erzbistums München und Freising*. Lindauer'sche Buchhandlung. München. Bd. 8, 330-362.
- MARTIN, F. (1923): Berchtesgaden – die Fürstpropstei der regulierten Chorherren, München.
- Mayr, M. (Hrsg.) (1901): Das Fischereibuch Kaiser Maximilians I. Wagner'sche Universitätsbuchhandlung, Innsbruck.
- MEDER, D. (1984): Morphologische Untersuchungen an den Gonaden der wichtigsten Fischarten im Königssee. *Diss. vet. med.* München.
- MEISER, H. (1937): Bayerische Seen, ihre Wirtschaft auf geographischer Grundlage. *Diss. rer. nat.* München.
- MEISTER, G. (1976): Nationalpark Berchtesgaden. Kindler Verlag, München.
- MEYER (1896): Meyers Konversations-Lexikon. Bibliographisches Institut. 5. Auflage, Leipzig und Wien.
- MUUS, B.J.; Dahlström, P. (1978): Süßwasserfische. BLV Verlagsgesellschaft. München, Bern, Wien.
- NAP (1978): Verordnung über den Alpen- und Nationalpark, Berchtesgaden.
- NERESHEIMER, E. (1941): Die Lachsartigen. In: Demoll, R; Maier, H.N. (Hrsg.). *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas* Bd. III A. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 219-370.
- OBERNBERG, J. von (1820): Reisen durch das Königreich Baiern. Ignaz Joseph Lentner, in Comm. Hartmann. München
- PEETZ, H. (1862): Die Fischwaid in den bayerischen Seen. Carl Merhoff's Verlag, München.
- PETERSEN, O. (1977): An der Königsseer Ache. *Allg. Fisch.-Z.* **102**, 402.
- PONN, G. (1929): Vom Oabatzln im Königssee. *Bergheimat*. Beilage zum Berchtesgadener Anzeiger. **20**, 26-27.
- POPP, L. (1952): Heute Köderfisch – früher Delikatesse. *Allg. Fisch.-Z.*, **77**, 30.
- REICHENBACH-KLINKE, H. (1969): Fischereibiologische Untersuchungen an den Renken des Chiemsees und anderer oberbayer. Alpenseen. *Allg. Fisch.-Z.*, **94**, 84-85.
- REINDL, J. (1982): Wild und Jagd. Bayerland - Sonderausgabe Nationalpark Berchtesgaden. Nr.10, 33-37.
- RIEZLER, S. (1966): Die Orts-, Wasser- und Bergnamen des Berchtesgadener Landes. *Berchtesgadener Schriftenreihe* Nr. 2.
- SCHEURING, L. (1936): Die wichtigsten Krankheiten unserer Fische. Schindler Verlag, München.
- SCHILLINGER, A. (1896): Bericht über die Leistung der Fischzuchtanstalt des Bay. Landes-Fischerei-Vereins zu Starnberg im Jahre 1895. *Allg. Fisch.-Z.*, **21**, 139.
- SCHILLINGER, A. (1901): Der Tiefseesaibling. *Allg. Fisch.-Z.*, **26**, 149.
- SCHINDLER, O. (1936): Zur Frage der Saiblingsfischerei im Königssee. *Allg. Fisch.-Z.*, **61**, 210-216.
- SCHINDLER, O. (1940): Die Saiblinge des Königssees. *Int. Rev. d. ges. Hydrobiologie u. Hydrogeo.* **39**, 600-627.
- SCHINDLER, O. (1946): Einiges über Entwicklung, Lebensgewohnheiten und Zucht des Hechte. *Allg. Fisch.-Z.*, **71**, 13-16.
- SCHINDLER, O. (1948): Untersuchung des Königssees in den Jahren 1947-1948. *Maschinengeschriebener Bericht*. 1-5.

- SCHINDLER, O. (1949 a): Maßnahmen zur Vermehrung des Fischbestandes im Königssee. *Allg. Fisch.-Z.*, **74**, 76–77.
- SCHINDLER, O. (1949 b): Große Seeforellen im Königssee. *Allg. Fisch.-Z.*, **74**, 378–379.
- SCHINDLER, O. (1950 a): Hechte und Hechtfang im Königssee. *Allg. Fisch.-Z.*, **75**, 213–214.
- SCHINDLER, O. (1950 b): Die Saiblingsfischerei im Königssee. *Allg. Fisch.-Z.*, **75**, 413–414.
- SCHINDLER, O. (1950 c): Der Königssee als Lebensraum. Erste Mitteilung über die bisherigen Ergebnisse. *Veröff. Zool. Staats. München*. **1**, 97–128.
- SCHINDLER, O. (1952): Wird der Königssee ein Renkensee. *Allg. Fisch.-Z.* **77**, 31.
- SCHINDLER, O. (1953 a): Die großen Seeforellen des Königssees, ihr Wachstum und ihre wirtschaftliche Bedeutung. *Allg. Fisch.-Z.*, **78**, 117–118.
- SCHINDLER, O. (1953 b): Fische und Fischerei im Königssee. In: *Nationalpark Königssee*. H. Krieg (Hrsg.). 31–33.
- SCHINDLER, O. (1953 c): Unsere Süßwasserfische. *Kosmos Naturführer*, Stuttgart.
- SCHINDLER, O. (1956): Der Königssee, sein Fischbestand und seine Fischerei. *Allg. Fisch.-Z.*, **81**, 332–335.
- SCHINDLER, O. (o.J.): Einiges über unsere Saiblinge. Sonderabzug, *Zool. Staats. München*.
- SCHMELLER, J.A. (1985): *Bayerisches Wörterbuch*. Oldenbourg Verlag, München.
- SCHMID, K. (1822): *Naturhistorische Beschreibung der Amphibien und Fische*, München.
- SCHMID, H. von (1860): Am Königssee. *Bergheimat* Nr. 20/1922. Beilage zum *Berchtesgadener Anzeiger*.
- SCHÖNAU, F. (1956): *Das Reichsstift Berchtesgaden und die Kaisersage*. Verlag Degener & Co. Neustadt an der Aisch.
- SCHÖTTLER, J. (1984): Untersuchungen zum Verhalten von Plerocercoiden des Fischbandwurms *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda, Pseudophyllidae) in verschiedenen Fischarten des Königssees. *Diss. vet. med.*, München.
- SCHRANK, F. von Paula (1781): *Beytrag zur Naturgeschichte des Salmo alpinus* Lin. der Schwarzeuterischen Bergforelle. *Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde*. Berlin, 297–306.
- SCHRANK, F. von Paula; Moll, K.E. von (1785): *Naturhistorische Briefe über Österreich, Salzburg, Passau, und Berchtesgaden*. Jos. Mayers seel. Erbinn Buchhandlung, Salzburg.
- SCHRANK, F. von Paula (1793): *Reise nach den südlichen Gebirgen von Bayern*. Joseph Lindauer, München.
- SCHRANK, F. von Paula (1798): *Fauna boica*. Stein'sche Buchhandlung, Nürnberg.
- SCHULTES, J.A. (1804): *Reise auf den Glockner*. 4. Theil: *Reise durch Salzburg und Berchtesgaden*. 2. Theil. J.V. Degen, Wien.
- SCHWARZ, E. (1932): *Alte Bartholomä-Speisekarte*. *Bergheimat*. Beilage zum *Berchtesgadener Anzeiger*. **12**, 48.
- SCHWARZ, E. (1935): *Die Schwarzeiterl*. *Bergheimat*. Beilage zum *Berchtesgadener Anzeiger*. **15**, 31–32.
- SIEBECK, O. (1982): *Der Königssee*. Eine limnologische Projektstudie. *Nationalpark Berchtesgaden Forschungsberichte* 5/1982.
- SIEBOLD, C.Th.E. von (1854): *Über Band- und Blasenwürmer nebst einer Einleitung über die Entstehung der Eingeweidewürmer*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- SIEBOLD, C.Th.E. von (1863): *Die Süßwasserfische von Mitteleuropa*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- SIEGHART, A. (1949 a): *Königsseer Büchl*. Buchner Verlag, München.
- SIEGHART, A. (1949 b): *Von der Fischerei am Königssee*. *Allg. Fisch.-Z.*, **74**, 112.
- SMOLIAN, K. (1920): *Merkbuch der Binnenfischerei*. Denter & Niclas, Berlin.
- SPAUR, Graf F. von (1815): *Der Spaziergänge in der Umgebung Salzburgs* zweiter Band. Oberer'sche Buchhandlung, Salzburg.
- SPINDLER, M. (Hrsg.) (1969): *Bayerischer Geschichtsatlas*. Bayer. Schulbuchverlag, München.
- STAUDINGER, J. von (1887): *Ichthyologische Untersuchungen bayerischer Seen*. *Allg. Fisch.-Z.*, **12**, 173–176.
- TEROFAL, F. (1977): *Das Artenspektrum der Fische Bayerns in den letzten 50 Jahren*. *Berichte ANL* **1**, Laufen/Salzach, 9–22.
- TEROFAL, F. (1980): *Ausgestorbene oder seltene Fische sowie Neueinbürgerung in bayerische Gewässer*. 125 Jahre Landesfischereiverband Bayern e.V. München, 104–132.
- THIENEMANN, A. (1920): *Biologische Seetypen*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- THIENEMANN, A. (1924): *Die Gewässer Mitteleuropas – eine hydrobiologische Charakteristik ihrer Haupttypen*. In: Demoll, R.; Maier, H.N. (Hrsg.). *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas* Bd. I. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1–84.
- THIENEMANN, A. (1962): *Die Süßwasserfische Deutschlands*. Eine tiergeographische Skizze. In: Demoll, R.; Maier, H.N., (Hrsg.) *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas* Bd. IIIA. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1–32.
- UHLRICH, H. (1968): *Fischerei und Jagd in deutschsprachigen Veröffentlichungen 1955–1968*. *Deutsches Jahrbuch für Volkskunde*. Berlin, 363–373.
- VIERTHALER, Fr.M. (1816): *Meine Wanderungen durch Salzburg, Berchtesgaden und Österreich*. 2. Theil. Carl Gerold, Wien.
- WAGLER, E. (1949): *Ertrag der bayer. Voralpenseen im Jahre 1948*. *Allg. Fisch.-Z.*, **74**, 462–466.
- WAGNER, A. (1846): *Beyträge zur Kenntnis der bay. Fauna* 4. *Fische*. *Bulletin der königl. Akademie der Wissenschaften München*. **18-26**. 133–168.
- WEBER, J.C. (1851): *Abbildungen der Fische, die in den Flüssen und Seen von Bayern vorkommen*, München.
- WILD, J. (1988): *Geschichte der Fürstpropstei Berchtesgaden im Überblick*. *Kunst und Kultur der Fürstpropstei Berchtesgaden*. Kath. Pfarramt Berchtesgaden. 30–32.
- ZAISBERGER, F. (1986): *Stadt und Land Salzburg im Leben von König Ludwig I. von Bayern*. *Zeitschrift für bayer. Landesgeschichte* Bd. 49 Heft 2 München, 509–537.
- ZEDLER, J.H. (Hrsg.) (1733): *Grosses vollständiges Universallexikon*. Johann Heinrich Zedler, Halle und Leipzig.
- ZIEGLTRUM, U. (1984): *850 jähriges Jubiläum der Kirchweihe in St. Bartholomä am Königssee*. Verlag Schnell und Steiner GMBH & Co München und Zürich, 3–11.
- ZIMMERMANN, A. (1981): *F. v. P. Schrank (1747-1835) Naturforscher zwischen Aufklärung und Romantik*. Werner Fritsch, München.
- ZIERL, H. (1981): *Der Weg zum Nationalpark*. *Geschichte eines Schutzgebietes - Nationalpark Berchtesgaden*. *Nationalparkverwaltung Berchtesgaden*, 7–17.

Ungedruckte Quellen:

Bayerisches Hauptstaatsarchiv München (BHSA):

Klosterliteralien Berchtesgaden (KL B) 97:

1. Registratur Herzogs Albrechts, des Leuchtenbergers 1584–1666.
2. Begleitschreiben von Saiblingssendungen an Kurfürst Maximilian 1606–1657.

Klosterliteralien Berchtesgaden (KL B) 183:

Korrespondenz zwischen den Herzögen von Bayern und Berchtesgaden

Fürstpropstei Berchtesgaden (FB)

314-459: Hofmeistereiamtsrechnungen

643: Heberegister 15. Jahrhundert

468, 471, 493, 497: Verifikationen

34(35): Bestallungsbuch

36: Instruktionbuch

Hochstift Salzburg und Stift Berchtesgaden (HL) 6

Verzeichnis (V) 18 Faszikel (F) 13

- Nummer (20) –6: Designationen
(21/1) –7: Anwartschaft für das Fischmeisteramt
(21/10) –17: Entschädigung für Fischfangverluste durch Holztriften
(21/12) –19: Dekret Saiblingsdeputatarniedrigung

Pfarrarchiv St. Andreas Berchtesgaden (PASA):

- Kassette (K) 54: 1. 1640-1655 summarischer Extrakt der Fischausgaben.
2. Haushaltsakten 1641–1646, 1654 –1688.

- Kassette (K) 56: 1672, 1705, 1710/1711 Abrechnungen des Kapitular-Kontingents.

- Kassette (K) 57: 1737, 1740, 1744, 1746, 1752 Kuchlrechnungen.

Staatsarchiv München (STAM):

Landratsamt Berchtesgaden (LRA B):

68.585: Die Ausübung und der Schutz der Fischerei 1874–1906.

68.587: Die Fischerei in den ärarialischen Gewässern.

31.153: Fischereiwesen: Allgemein und Speziell, 1624–1948.

31.816: Fischerei in den ärarialischen Gewässern 1902–1950.

Kataster Berchtesgaden (KATAS. B).

2343: Fischwassersteuerfassung.

Danksagung

Herrn Professor Dr. R. Hoffmann danke ich an dieser Stelle besonders herzlich für die Überlassung dieses Dissertationsthemas, sowie für die jederzeit gewährte freundliche und wertvolle Unterstützung bei der Erstellung und Korrektur dieser Arbeit.

Meinen Dank möchte ich aus besonders Herrn Prälat Dr. Brugger (Berchtesgaden) und Herrn Bachmann (München) aus-

sprechen, die mich bei der Interpretation der Quellen hilfreich unterstützten, sowie Herrn Dr. Zierl (Nationalparkdirektor), Herrn Ziegltrum (Berchtesgaden), Herrn Fischermeister Amort (St. Bartholomä), Herrn Archivdirektor Dr. Wild (München), Frau Schwarz (Archivangestellte) und Frau Irlbauer (Diplombiologin), die mir immer freundlich mit Rat zur Seite standen. Frau Prof. Dr. A. von den Driesch danke ich herzlichst für die kritische Durchsicht dieser Arbeit.

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 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. Leyerer
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
- Nr. 24 W. Hecht, M. Förster, F. Pirchner, R. Hoffmann, P. Scheinert, H. Rettenbeck
Fischbiologie des Königssees: Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling u. Gesundheitsstatus der Fische
- Nr. 25 G. Hofmann
**Klimatologie des Alpenparks
Windsysteme und Inversionen**

