

VERÖFFENTLICHUNGEN

der

ZOOLOGISCHEN STAATSSAMMLUNG

MUS. COMP. ZOOLOGICAL
LIBRARY

MÜNCHEN

JAN 13 1975

HARVARD
UNIVERSITY

Der Starnberger See und die seinem Trophiezustand angemessene Bewirtschaftungsweise des Coregonenbestandes

von

Alexander Kölbling

(Mit 3 Tafeln und 16 Abbildungen im Text)

Veröff. Zool. Staatssamml. München

Band 17

S. 1—103

München, 1. Febr. 1974

Der Starnberger See und die seinem Trophiezustand angemessene Bewirtschaftungsweise des Coregonenbestandes

von

Alexander Kölbinger

(Mit 3 Tafeln und 16 Abbildungen im Text)

Veröff. Zool. Staatssamml. München

Band 17

S. 1—108

München, 1. Febr. 1974

Für die Überlassung des Dissertationsthemas, für Anregungen und Hilfen bedanke ich mich herzlich bei den Herren Dr. G. Keiz und Dr. J. Lamina.

Ferner gilt mein Dank den Fischermeistern Franz Lidl, Hans Schuster und Michael Zistl für tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung fischereilicher Aufgaben auf dem Starnberger See.

Auch dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sei an dieser Stelle für die finanzielle Förderung der Untersuchung gedankt.

Besonderer Dank gebührt Herrn Direktor Conrad Lenz (Fa. Stein-ecker, Freising) und der Fischereigenossenschaft Würmsee mit ihrem Vorsitzenden Hans Schuster, die durch finanzielle Beiträge die Drucklegung der Arbeit entschieden förderten.

- Meinen Eltern gewidmet -

INHALT

A. Einleitung	5
B. Der Starnberger See	
I. Entstehung und geographische Lage	5
II. Hydrographie und Zuflüsse	7
III. Morphologie	7
C. Literatur	
I. Der Coregonensee und seine Eutrophierung	8
II. Die Coregonen	13
1. Nomenklatur und Verbreitungsgebiet	13
2. Artensystematik	13
III. Fischereibewirtschaftung	17
D. Material und Methodik	
I. Wasseruntersuchungen	22
II. Fischvermessungen	23
III. Fischereibiologische Arbeiten	25
IV. Auswertung der Fänge	25
E. Ergebnisse	
I. Witterungsverhältnisse während der Untersuchungszeit	28
II. Tiefenprofile	29
III. Coregonenbiometrie	37
IV. Fischereibiologische Beobachtungen	44
1. Abnormitäten, Ernährungszustand, Mageninhalt	44
2. Parasitierung	45
3. Laichtermin, Laichplätze, Verhältnis der Geschlechter	46
4. Eidurchmesser, Eigewicht, Eizahl/l	48
5. Dauer der Eientwicklung, Längenmessung an frischgeschlüpften Larven	49
6. Zur Funktionstüchtigkeit der Laichplätze	50
V. Renkenfischerei	51
1. Ertragsstruktur	51
2. Altersklassenzusammensetzung	53
3. Wachstum	54
4. Befischungintensität	58
5. Netze	60
F. Besprechung der Ergebnisse	
I. Trophiezustand	63
II. Die Coregonenpopulation	68
1. Der χ^2 -Test	68
2. Das disproportionale Wachstum	
III. Bewirtschaftung des Coregonenbestandes	
G. Zusammenfassung der Ergebnisse	80
H. Verzeichnis zitierter und der Arbeit zugrundeliegender Literatur	83
I. Anhang	
I. Tabellen statistischer Auswertung	88
II. Monatsprotokolle	94
Tafeln und Tafelerklärungen	

A. Einleitung

Der Starnberger See galt bisher als klassisches Beispiel eines oligotrophen Coregonensees (Burkhardt 1941). Durch die starke Randbesiedlung der letzten Jahrzehnte und seiner damit verbundenen Abwasserbelastung veränderte sich der Trophiezustand des Sees schneller als erwartet. Sinnfällig fand dieser Tatbestand Ausdruck in Vegetationsfärbungen und Wasserblüten. Es folgte ein Rückgang des Geleges.

Die Wechselbeziehungen zwischen Trophiezustand und Produktionsbiologie eines Gewässers werden in besonderem Maße am Fischbestand — dem Endglied der Produktionskette — sichtbar. Waren die Fangergebnisse ursprünglich vergleichsweise gering, so führte die zunehmende Eutrophierung zu deutlichem Anstieg. Das Verhältnis der Fischarten zueinander erfuhr Veränderungen. Daraus erwuchsen Folgen für die Fischereiausübung und die fischereiliche Bewirtschaftung des Sees.

Für den Starnberger See ist in diesem Zusammenhang die Untersuchung des Coregonenbestandes im Hinblick auf eine dem Trophiezustand angepaßte fischereiliche Bewirtschaftungsweise von Bedeutung. Bisher fehlten für den See eingehendere Untersuchungen seines Wasserchemismus, seiner Coregonenpopulation und seiner Fischereibewirtschaftung.

Vorliegende Arbeit soll diese Lücke schließen helfen und gewissermaßen einen Zustandsbericht für die Jahre 1971/72 abgeben.

B. Der Starnberger See

I. Entstehung und geographische Lage

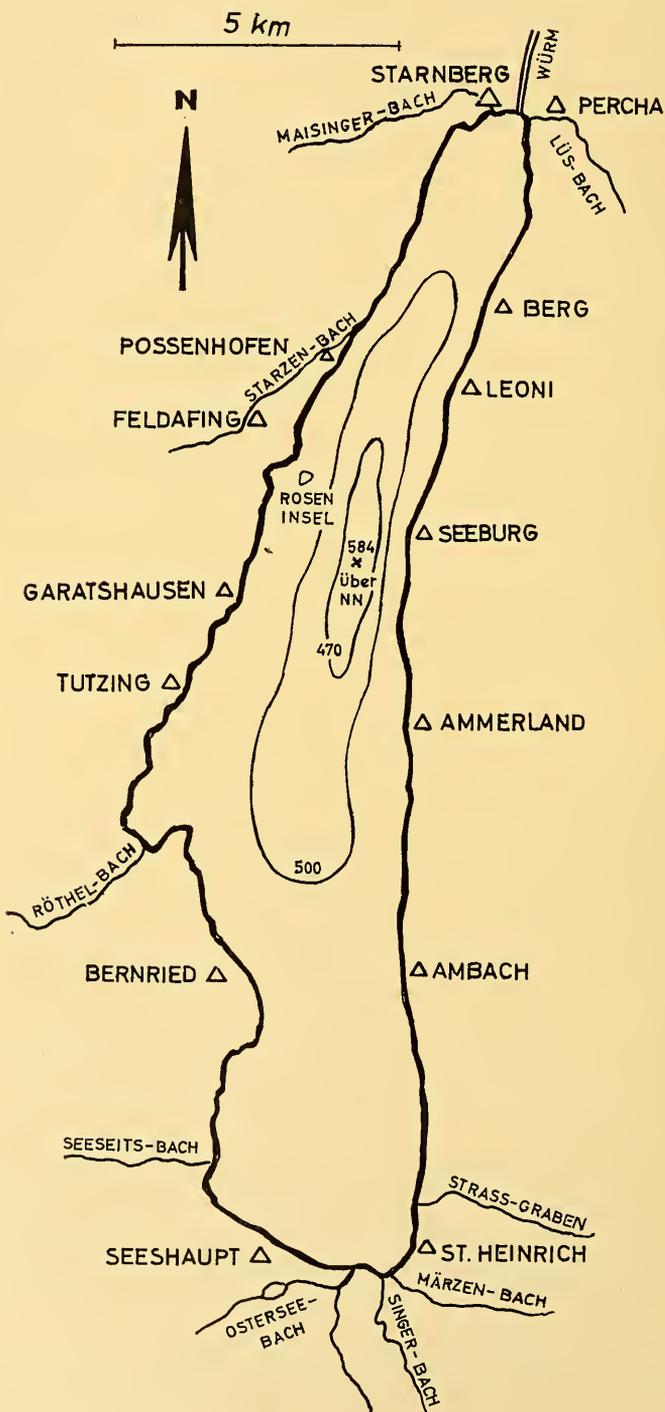
Der See entstand in der Würmeiszeit.*) Die mehrfach vom Gebirge vordringene Zunge des Isar-Würm-Gletschers schob eine tiefe Rinne aus, die in nord-südlicher Richtung verläuft. Als das Eis zurückging, füllte sich das Becken mit dem abtauenden Gletscherwasser. Nachdem sich die Würm durch das dem Nordende vorgelagerte Moränengebiet Abfluß schaffen konnte, brachte sie allmählich den Seespiegel so zum Absinken, daß am Nord- und Südende flacher Seegrund zutage trat, der heute noch in Form eines Niedermoors bei Starnberg und des Ostersee-Hochmoors bei Seeshaupt zu erkennen ist.

Das nördliche Seende befindet sich 20 km südwestlich von München. Der südlichste Punkt ist 20 km vom Gebirge entfernt. Der mittlere Wasserspiegel hat eine Höhe von 584 m über NN. Damit liegt der Seespiegel 20 m höher als die Flüsse Loisach im Osten und 50 m höher als Ammer und Ammersee im Westen.

*) Ursprünglich wurde der See nach seinem Abfluß der Würm „Würmsee“ genannt. Seit 1962 ist die amtliche Bezeichnung „Starnberger See“. Sein Abfluß heißt weiterhin Würm.

DER STARNBERGER SEE

1. DIE GRÖSSTEN ZUFLÜSSE
2. 84 UND 114 m JSOBATHE



II. Hydrographie und Zuflüsse

Der See ist durch keinen Zulauf mit dem Gebirge verbunden. Dadurch weist er einige hydrographische Besonderheiten auf:

- a) Das Wassereinzugsgebiet ist klein. Es bleibt auf die allernächste Umgebung beschränkt und mißt mit 310 km² nur das etwa fünfeinhalbfache des gesamten Seereals (F e l s 1914).
- b) Die Wasserzufuhr ist gering. Sie wird von Bächen bestritten, die in den Mooregebieten der unmittelbaren Umgebung entspringen.

Tab. 1: Die wichtigsten Fließgewässer im Wassereinzugsgebiet des Starnberger Sees und ihre Ergiebigkeit (N ä h e r 1963).

Gewässer- bezeichnung	Wasserein- zugsgebiet [km ²]	Wasserführung in 1/sec.		Mündungs- stelle im
		langj. Mittel MQ	Niedrigw. MNQ	
Ostersee Bach	57,4	940	235	Süden
Lüs Bach	50,7	810	125	Norden
Maisinger Bach	44,9	675	110	Norden
Röthl Bach	13,8	200	35	Westen
Singer Bach	8,8	150	25	Süden
Seeseits Bach	6,3	90	15	Südwesten
Starzen Bach	4,7	70	10	Westen
Straßgraben	3,7	60	10	Südosten
Märzen Bach	2,9	50	10	Süden
Würm	310,0	4610	2810	Norden

- c) Der Wasserstand des Sees ist nur unbedeutenden Schwankungen unterworfen, die Folge des direkten Niederschlags sind. Im März 1972 wurde nach einer ca. 18 Monate dauernden Periode minimalen Niederschlags ein Absinken des Wasserspiegels um ca. 60 cm beobachtet.
- d) Der See hat eine sehr lange theoretische Wassererneuerungszeit. Für 1955 wurden 16, für 1956 über 19 Jahre angegeben (N ä h e r 1963). Zum Vergleich beträgt die Wassererneuerungszeit am Ammersee 2 bis 2,5 Jahre, am Kochelsee 6 Wochen. Der See muß daher als ein stehendes Gewässer aufgefaßt werden, dessen Durchströmung und Wassererneuerung für kurzfristige Zeiträume vernachlässigt werden kann.

III. Morphologie

Der See ist 20 km lang. Die maximale Breite südlich von Tutzing beträgt etwa 5 km. Das Längen/Breitenverhältnis schwankt zwischen 6:1 und 12:1. Damit ist der See sehr langgezogen. Die Uferlinie mißt 48,5 km und umfaßt eine Fläche 57,1 km². Der Rauminhalt beträgt 3,1 km³. Mit einer mittleren Tiefe von 54 Metern ist der See zu den tiefen Vorlandseen zu stellen. Die größte Tiefe beträgt 127 m. Dieser Wert wurde von W a c h t e r 1955 gefunden und wird durch eigene Messungen bestätigt. Die größte Tiefe liegt auf der Höhe des Bayerischen Hauses (zwischen Leoni und Ammerland)

ca. 1 km vom Ostufer entfernt*). Während sich am Ostufer der Seeboden steil zur Tiefenrinne hinunterzieht, ist am Westufer besonders der Nord- und Südteil des Seebodens sehr flach. An der im Gegensatz zum Ostufer uneinheitlich ausgebildeten Halde des Westufers liegt die einzige Insel des Sees — die Roseninsel — in Höhe der Ortschaft Feldafing (s. Abb. 1, S. 6).

Die Uferentwicklung ergibt sich aus $U = \frac{L}{2\sqrt{\pi \cdot F}} = 1,87$, wobei L = Uferlänge und F = Fläche des Sees ist. Der Wert besagt, daß der Seeumfang 1,87mal größer ist als der kleinstmögliche für die Seefläche (Wachter 1959). Hieraus geht die geringe Gliederung des Seeufers hervor. Größte Bucht ist der Karpfenwinkel südlich von Tutzing.

C. Literatur

I. Der Coregonensee und seine Eutrophierung

Der für den Umfang der organischen Eigenproduktion wichtige Nährstoffreichtum eines Gewässers wird zum einen durch die Begriffe oligotroph und eutroph, zum anderen durch die in der Hauptsache anzutreffende Fischart charakterisiert.

Oligotrophe Seen sind tiefe Seen mit relativ schmaler Uferbank. Die Wassermasse des Hypolimnions ist im Vergleich zu der des Epilimnions groß. Das Wasser ist klar, von blau bis blaugrüner Färbung, arm an Nährstoffen, aber sauerstoffreich. Gegen den Grund zeigt die Sauerstoffkurve nur geringe Abnahme. Am Seegrund sind ungünstigstenfalls noch Sättigungswerte von 60 bis 70 % vorhanden. Faulschlammablagerungen fehlen in der Regel ganz.

Eutrophe Seen sind meist flach und weisen eine breite Uferbank auf. Die Wassermasse des Hypolimnions ist klein im Verhältnis zu der des Epilimnions. Das Wasser ist wenig durchsichtig, die Färbung gelb- bis blaugrün. Ein solcher See ist nährstoffreich und besonders im Spätsommer im Tiefenwasser arm an Sauerstoff. Uferbewuchs und Planktongehalt sind sehr viel stärker ausgeprägt als im oligotrophen See. In der Tiefenregion kommt es zu Faulschlammablagerungen.

Die naturgegebene Entwicklung vom oligotrophen zum eutrophen See über Jahrtausende hinweg wird durch die Verflachung des Seebeckens infolge Verlandungserscheinungen eingeleitet. Dadurch ändert sich die Morphologie insofern, als das Verhältnis von trophogener zu tropholytischer*) Schicht ungünstiger wird (Thienemann 1928, Grothe 1934).

*) Als Orientierungshilfe denke man sich eine zur Seelängsachse senkrechte Linie von der Bootshütte an der südlichen Grundstücksbegrenzung des Bayer. Hauses ca. 1 km in Richtung Seemitte.

*) Trophogene Schicht: Oberflächenschicht (= Nährschicht) eines Sees, in der Aufbau organischer Substanz aus anorganischen Stoffen mittels Lichtenergie erfolgt. Tropholytische Schicht: Tiefenschicht (= Zehrschicht) eines Sees, in der organische Substanz abgebaut wird (vgl. Ruttner 1962).

Mit der Verkleinerung der tropholytischen Schicht verringert sich der für den Abbau der organischen Substanzen zur Verfügung stehende Sauerstoffvorrat. Die Entwicklung gelangt an den Punkt, wo der Sauerstoffvorrat wegen des verkleinerten Hypolimnions nicht mehr zur Mineralisierung der organischen Substanz ausreicht. Das Verhältnis von Auf- und Abbau der organischen Substanz ist gestört. Diese Störung infolge fehlenden Sauerstoffs bezeichnet man als die natürliche Seenalterung oder natürliche Eutrophierung eines Gewässers.

Bei der sog. rasanten Seenalterung durch zivilisatorische Einschwemmungen tritt dieser kritische Zustand bereits ein, wenn die Morphologie des Sees noch der des oligotrophen Typus entspricht (Ohle 1953 b). Der Zustand wird nicht wegen der Verringerung der Sauerstoffkapazität erreicht, sondern wegen der Erhöhung der Eigenproduktion, die infolge des vergrößerten Nährstoffangebots einsetzt. Dieser Vorgang kann sich innerhalb weniger Jahrzehnte vollziehen. Insbesondere wird die Entwicklung durch die Einleitung von Abwässern hervorgerufen, die vor allem den Phosphatspiegel des Sees ständig anhebt. Neben Kohlenstoff und Wasserstoff ist Phosphor wichtigster Baustein lebender Substanz. Er gilt als Initialfaktor der Gewässereutrophierung (Ohle 1953 a). Bei der limnologischen Beschreibung eines Gewässers sind Angaben der Phosphatkonzentrationen von entscheidender Bedeutung (Einsele 1936, 1938, 1941a; Ohle 1953 a, 1955). Im Wasser liegt Phosphor in anorganischer Form als Phosphat vor. Das im Wasser gelöste Phosphat entstammt ursprünglich meist der Verwitterung phosphorhaltigen Gesteins, wie z. B. Apatiten. Innerhalb der Eigenproduktion eines Gewässers ist Phosphat häufig Minimumstoff. Die quantitative Entwicklung einer Organismenpopulation wird durch denjenigen äußeren Faktor begrenzt, welcher gemessen an seiner Inanspruchnahme im Minimum vorliegt. Die von Natur aus geringe Konzentration des Phosphats bewirkt in der Regel eine Begrenzung des Phytoplanktonwachstums. Im Wasser oligotropher Seen ist Phosphat etwa in der Größenordnung von $1/1000$ mg/l nachzuweisen. Planktonalgen verwerten solche geringen Mengen als lebenswichtigen Nährstoff und besitzen überdies die Fähigkeit, bei ausreichendem Angebot Phosphat in der zehnfachen Menge ihrer normalen Konzentration durch Inkorporation zu speichern (Einsele 1941 a).

Die Tatsache, daß der Minimumstoff Phosphor besonders durch eingeleitete Abwässer vermehrt und in seiner Wirkung als begrenzender Faktor aufgehoben ist, hat zur Folge, daß sich die Produktion organischer Substanzen erhöht und sich damit die im See vorhandene Biomasse vergrößert. So ist seit 1920 am Bodensee-Obersee die Produktion von Phyto- und Zooplankton um das 10- bis 30fache gestiegen. Die Sichttiefe nahm innerhalb von 35 Jahren dabei um 2 m ab (Elster/Nümann 1961). Nicht nur in quantitativer Hinsicht, sondern auch in seiner Zusammensetzung werden im Plankton Veränderungen beobachtet. Es treten neue für die Verschlechterung des Trophiezustandes charakteristische Arten auf. Am Bodensee kamen zu den bis 1955 bekannten Planktonkrebsechen in den darauffolgenden

6 Jahren 6 neue Arten hinzu (Elster/Nümann 1961). Auch ein Wechsel in der Vergesellschaftung der Fischarten des Pelagials war für die Entwicklung charakteristisch (Kriegsmann 1955). Die vergrößerte Eigenproduktion des Gewässers bewirkt, daß der zur Verfügung stehende Sauerstoff kaum mehr zum aeroben Abbau der abgestorbenen organischen Substanz ausreicht. Innerhalb dieser Entwicklung setzen zunächst in der Schlamm-Wasser-Kontaktzone, später in den darüber liegenden Wasserschichten anaerobe Prozesse ein. Der Trophiezustand verschlechtert sich.

Innerhalb der jahreszeitlich bedingten Zirkulationsperioden, während derer die Schichtungszustände in stehenden Gewässern zerstört werden, kommt bei Seen in der Regel der größte Teil der Wassermasse mit der atmosphärischen Luft in Berührung und wird mit Sauerstoff gesättigt. Das Wasser eines Sees mit geringer Tiefe kann innerhalb einer nur kurzen Zeit anhaltenden Sturms total umgewälzt werden und eine Sauerstoffsättigung erfahren. Bei einem tiefen See müssen dagegen Homothermie*) über die gesamte Seetiefe und Windeinwirkung viel länger zusammen wirksam sein, um totale Umwälzung zu erreichen. In ungünstigen Fällen kann es vorkommen, daß wegen ruhiger Großwetterlage die Umwälzung nur sehr unvollkommen stattfindet und der See mit einem Sauerstoffdefizit in die Sommerstagnation eintritt.

Unter Voraussetzung homothermer Schichtungsverhältnisse ist der Sättigungsvorgang von 2 Faktoren abhängig:

1. vom Wind
2. von der Größe der umzuwälzenden Wassermasse

Nach dem Lösungsgleichgewicht müßte erwärmtes Wasser weniger Sauerstoff enthalten als kaltes Tiefenwasser. In Wirklichkeit liegt bei durchgeführten Sauerstoffbestimmungen das Gegenteil vor. Das Epilimnion ist sauerstoffreicher als das Hypolimnion. Im Epilimnion steht die gesamte Wassermasse über die Oberfläche im Gasaustausch zur Atmosphäre. Das Wasser ist sauerstoffsättigt. Zu Zeiten starker Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons kommt es sogar zur Sauerstoffübersättigung der obersten Wasserschichten. Die Abnahme des Sauerstoffs im Meta- und Hypolimnion ist die Folge von Abbauvorgängen, die sich im freien Wasser oder am Boden des Seebeckens, in der Schlamm-Wasser-Kontaktzone abspielen. Das Ausmaß der Sauerstoffverarmung wird durch die Menge oxydierbarer Substanzen, die der Eigenproduktion des Sees entstammen, bestimmt. Der Nährstoffreichtum eines Sees kann daher anhand der Sauerstoffkurve beurteilt werden.

Neben der chemischen Analyse charakterisiert die in der Hauptsache anzutreffende Fischart den Trophiezustand eines Gewässers. Unter den fischereiwirtschaftlichen Seentypen sind nach Schäperclaus (1953, 135) Coregonenseen „meist größere Seen der Alpen, Voralpen und des norddeutschen Hügel- und Flachlandes, von 20 m und mehr Tiefe. Ufer ziemlich steilscharig. Kein oder wenig Faulschlamm in der Tiefenregion. Sommer-

*) Homothermie: Temperatur-Gleichheit

liche Sichttiefe etwa 2—15 m.“ Diese Seen gehören dem oligotrophen Typus an. Burkhardt (1941) hat innerhalb der oberbayerischen Seenplatte Chiemsee (Weitsee), Starnberger See, Ammersee, Staffelsee (nördlicher Teil), Schliersee, Tegernsee und Kochelsee zu den ausgesprochen oligotrophen Seen gerechnet. In den zurückliegenden 30 Jahren hat sich der Trophiezustand der Seen infolge erhöhter Abwassereinleitung durch die sich ausweitende Randbesiedlung verschlechtert.

Die zunehmende Eutrophierung hat für Coregonen veränderte Lebensbedingungen geschaffen. Der heutige Coregonensee entspricht einem Gewässer, das nach der fischereilichen Seentypenlehre ein „tiefer Bleisee“ ist. Dieser weist eine nahrungsreiche Faulschlammsschicht auf, mit Sauerstoffschwund und gegebenenfalls Schwefelwasserstoffvorkommen. Im Zuge solch einer Entwicklung tauchte am Bodensee beispielsweise die Frage auf, ob der See besser als Coregonensee oder als Barschsee zu bewirtschaften sei (N ü m a n n 1964). Am Starnberger See liegen die Verhältnisse ähnlich. Hier sind es in der Hauptsache Weißfische, die ins Pelagial vorstoßen und steigende Anteile am Gesamtfang stellen.

„An Rotaugen herrscht im Würmsee nach wie vor eine wahre Plage. Es bedarf weiterhin erheblicher Anstrengungen, um den allzugroßen, für manche Nutzfische schädlichen Bestand, angemessen zu reduzieren“ (A n o n y m u s 1970).

Im Hinblick auf den Trophiezustand des Starnberger Sees zitieren Wachter (1959) und Näher (1963) übereinstimmend einen Hinweis Zorells (1954), wonach über Starnberger- und Ammersee keinerlei systematische Untersuchungen des chemischen Zustands existieren, wenn man von einigen Gesamtanalysen des Abdampfungsrückstandes absieht, die für die Beurteilung des Trophiezustandes ohne Bedeutung sind. Hierunter fällt die Arbeit von Gebbing (1902), eine Untersuchung von Halbfäß (1923) über die Alkalinität und eine Geschmacks- und Geruchsbestimmung des Starnbergerseewassers von Demoll (1958). Erst Wachter und Näher liefern vergleichbare chemische Analysen. Ergänzt werden diese Arbeiten in letzter Zeit durch Mitteilungen von Hamm (1968), der die Auswirkung der Sanierungsmaßnahmen an den oberbayerischen Seen beobachtet, und der Gewässergüteaufsicht der Regierung von Oberbayern (1968 — unveröffentlicht).

1. Wachters umfangreiche Sauerstoffmessungen in der Tiefenrinne ergaben:

November 1955	4,11 mg/l	≅ 30 % der Sättigung*
April 1956	10,70 mg/l	≅ 92 % der Sättigung*
November 1956	3,46 mg/l	≅ 35 % der Sättigung*

Der darüber hinaus aufgestellte Jahreszyklus der Temperatur des Sees zeigt die weitgehende Abhängigkeit des Wärmehaushalts von den jahreszeitlichen Witterungsbedingungen. Der Temperaturanstieg des Oberflächen-

*) Prozentsätze nach Tab. 2, S. 23, ermittelt.

wassers innerhalb der ersten Jahreshälfte kann ungehindert vor sich gehen, da die Wirkung größerer Zuflüsse fehlt. Kurzfristige Wetteränderungen werden durch Reaktionen des Epilimnions, besonders der Sprungschicht angezeigt. In ihrer Lage und Ausgeprägtheit unterliegt sie vor allem im Frühjahr Veränderungen, die sich aus Niederschlägen, plötzlichen Abkühlungen oder kräftigen Winden, die wegen der ausgesetzten Lage des Sees ungehindert angreifen können, ergeben. Wachter hält es für möglich, daß die Vollzirkulation nicht immer in die Tiefenrinne hinunterreicht. Mitteilungen über Phosphatgehalte sind in der Arbeit nicht enthalten.

2. Phosphatgehalte sind den Untersuchungen Näher's zu entnehmen, dessen Literaturteil darüberhinaus eine umfangreiche Aufstellung aller Arbeiten enthält, die sich mit dem See in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen beschäftigt haben.

Phosphathöchstwerte (Juli 1960):

o-Phosphat = 0,15 mg/l

G-Phosphat = 0,17 mg/l

Der Verfasser schreibt dazu: „Ein Vergleich (der Phosphatwerte) mit anderen Seen zeigt zunächst, daß deren Werte weit überschritten werden, diejenigen des schon leicht eutrophierten Bodensees sogar noch teilweise um über das Zehnfache. Dieser auffallend hohe Phosphatgehalt des Würmseewassers kann nur auf die einfließenden Abwässer zurückgeführt werden . . .“ (S. 426).

Die Sauerstoffkonzentrationen wurden weder in der Tiefenrinne noch zu den für die Beurteilung des Trophiezustandes wichtigen Zeitpunkten (vor Beginn und am Ende der Sommerstagnation) ermittelt. Besonders weist der Autor in seinem limnologischen Vergleich mit dem Zürichsee auf die ungünstigen Bedingungen hin, die durch das Fehlen eines Durchflusses entstehen (S. 441).

3. Hamm macht in seinem Bericht die allgemein gehaltene Angabe: „Eine Untersuchung zur späten Sommerstagnation 1967 zeigt noch die nahezu gleichen Verhältnisse an, wie sie aus den angeführten Arbeiten von Wachter und Näher bekannt sind“ (S. 138).

4. Die Gewässergüteaufsicht findet im Oktober 1968 in 116 m Tiefe 3,3 mg Sauerstoff \cong 34 % der Sättigung.

Phosphathöchstwerte dieser Untersuchung betragen:

o-PO₄ = 0,45 mg/l

G-PO₄ = 0,72 mg/l

II. Die Coregonen

1. Nomenklatur und Verbreitungsgebiet

Die Gattung *Coregonus* gehört zur Familie der Salmoniden. Im Sprachgebrauch sind die Fische unter verschiedenen Namen bekannt (vgl. *Wagler* 1937 a, 375 f). Allein am Bodensee werden den Fischen die Namen Blaufelchen, Silberfelchen, Sandfelchen, Samtfelchen, Braunfelchen, Gangfisch und Kilch gegeben. Am Starnberger See und im oberbayerischen Voralpengebiet werden die Fische Renken genannt. Der Grund für die Vielzahl der Namen liegt im Formenreichtum der Gattung begründet. Die Unterscheidung der einzelnen Arten innerhalb der Gattung *Coregonus* ist für den Fachmann schwierig.

Herkunft und Hauptverbreitungsgebiet der Coregonen ist der Norden. Der sog. „Coregonengürtel“ erstreckt sich zirkumpolar über die nördlichen Teile von Amerika, Asien und Europa. In Europa verläuft er von Irland über Schottland, England, Jütland, Norddeutschland, über Skandinavien, Finnland, Polen und die baltischen Staaten nach Nordrußland (*Meek* 1916).

Die alpinen Vorkommen nehmen eine geographische Sonderstellung ein. Die Verbreitung in südlicher Richtung war von Einwanderungsmöglichkeiten abhängig, die durch nacheiszeitliche Flußverbindungen gegeben waren. So finden sich die Coregonen nur in solchen Becken, die mit dem nördlichen Vorland in Verbindung stehen oder gestanden haben. Auf der Alpensüdseite fehlen sie ursprünglich ganz. Die oberitalienischen Seen wurden erst durch die Verpflanzung von Coregonen aus Schweizer Seen und dem Bodensee besiedelt (*Wagler* 1937 a).

2. Artensystematik

Beiträge zur Artensystematik sind seit den ersten genaueren Beschreibungen der Coregonen durch *Mangolt* (1557) und *Geßner* (1575) in der gesamten Coregonenliteratur zu finden. Die Arbeiten *Wartmanns* (1777), *Blochs* (1783) und *von Rapps* (1853) haben versucht, die Formenfülle der Gattung *Coregonus* systematisch einzuordnen, wobei sich die Schwierigkeit ergab, ein wissenschaftlich haltbares System zu entwickeln. Ausgangspunkt aller dieser Arbeiten war der Versuch, die einheimischen Formen mit den nordischen Vertretern in Verbindung zu bringen. Bei dem Bemühen, die Arten zu differenzieren, führte man sich ergebende Unterschiede auf oberflächliche Unterscheidungen nach Gestalt, Färbung und Größe zurück, so daß die Aussagen keinen wissenschaftlichen Halt hatten.

Erst *Nüßlin* (1882) wandte Methoden an, Körpermerkmale durch Messungen und Ermittlung von Proportionalzahlen festzulegen. Sein Versuch, die Artenunterscheidung nach Länge und Anzahl der Kiemenreusendornen vorzunehmen, ging als charakteristisches Merkmal der Artendifferenzierung ein.

Wagler (1937 a, 367 ff.) faßt alle bis zu diesem Zeitpunkt erschienenen Beiträge zusammen, wobei er darauf hinweist, daß sich annähernd alle Un-

tersuchungen auf die Coregonenpopulation des Bodensees beziehen. Bei der Ausarbeitung seines Systems stützt er sich auf eigene Untersuchungen, bei denen taxionomische Werte von über 13 000 Exemplaren aus den Seen des alpinen Bereichs biometrisch ausgewertet wurden. Er unterscheidet 4 Coregonenarten, wobei diese allein im Bodensee und Thunersee nebeneinander vorkommen:

1. *Coregonus wartmanni* Bloch — Blaufelchen
= große Schwebrenke.

Diese besitzt in der Regel 30—40 lange Reusendornen auf dem ersten Kiemenbogen, selten unter 30 oder über 40. Der Rücken ist dunkelblau bis dunkelgrün. Die Flossen sind mehr oder weniger stark geschwärzt. Beim Blaufelchen handelt es sich um einen reinen Freiwasserfisch, der nur Plankton oder freischwebende Organismen (z. B. Insektenpuppen) frißt. Das Laichgeschäft wird im freien Wasser verrichtet.

2. *Coregonus macrophthalmus* Nüßlin — Gangfisch
= kleine Schwebrenke.

Sie besitzt 35 bis über 40 lange Reusendornen — selten weniger als 35. Der Gangfisch ist ein Freiwasserfisch, bevorzugt aber Ufer- und Bodennähe. Das Laichgeschäft findet in der Uferregion und in Bodennähe statt.

3. *Coregonus fera* Jurine — Sandfelchen
= große Bodenrenke.

Sandfelchen haben 20—30 kurze Kiemenreusendornen. Der Fisch lebt an der Halde und in flachen Seeteilen immer in Bodennähe. Als Nahrung dienen in der Hauptsache Bodentiere, besonders Muscheln und Schnecken. Die Laichplätze liegen im flachen Wasser.

4. *Coregonus acronius* von Rapp — Kilch
= kleine Bodenrenke.

Der Kilch weist im Mittel weniger als 25 Kiemenreusendornen auf. Er ist ein Tiefseefisch, der dort in Bodennähe lebt und Bodentiere frißt. Die Eiablage findet immer in größerer Tiefe statt. Er ist der seltenste Vertreter der 4 Arten.

Nach Ansicht W a g l e r s lassen sich die Coregonenpopulationen der einzelnen Seen in eine oder mehrere der 4 Arten aufspalten, wobei sich die Arten durch ihre Biotope streng voneinander abgrenzen.

Die von anderen Autoren geführten Untersuchungen der Coregonenpopulationen zeigen im Gegensatz dazu, daß fast jeder See seine ihm eigentümliche Form hat. Man erklärt die Formenfülle mit der Neigung der Coregonen, nach Zuwanderung in die Seen durch den Druck der veränderten Umwelt in verschiedene Formen aufzuspalten (K l u n z i n g e r 1884, T h i e n e m a n n 1912, D o t t r e n s 1959, K a r b e 1964 a, 1964 b)

Nach T h i e n e m a n n soll aus dem Silberfelchen (*Coregonus fera* = Bo-

denrenke) des Bodensees nach seinem Einsatz in den Laacher See in einem Zeitraum von 40 Jahren eine gänzlich veränderte, planktonfressende Schwebrenke geworden sein. Dieser Tatbestand, Inhalt einer neueren Arbeit über die Laacher Coregonen (Miegel 1966), ist in die Fachliteratur als Beispiel für eine „milieubedingte Artumwandlung“ eingegangen.

Dottrens hat mittels statistischer Methoden versucht, die Kenntnis der europäischen Coregonenarten zu vertiefen. Bei seiner Arbeit stand ihm auch Untersuchungsmaterial vom Starnberger See zur Verfügung. Seine Erkenntnisse faßt er wie folgt zusammen: „Les quelque 60 populations que j'ai étudiées biométriquement peuvent se classer, quant à la variabilité du nombre des branchiospines, mais d'une manière quelque peu arbitraire, en trois catégories: populations pures ou relativement pures, populations relativement peu modifiées par mélanges, introgression ou hybridations, populations nettement altérées“ (S. 31).

Dottrens kommt zu dieser Anschauung durch die Verteilung der Merkmalswerte. Verlauf und Variationsbreite des Häufigkeitspolygons geben Aufschluß über den Grad der Einheitlichkeit einer Population. Nach diesen Kriterien teilt er die Coregonen der Seen ein in Populationen, die annähernd einheitlichen oder leicht bis stark heterogenen Charakter aufweisen.

Karbe ordnet die sog. Braunfelchen, die in letzter Zeit in den Fängen des Bodensees vermehrt auftreten, keiner der klassischen Coregonenformen zu, sondern sieht in ihnen Bastardformen, die man mehr oder weniger an eine der bekannten Arten anlehnen kann.

Erste Angaben über Coregonen des Starnberger Sees finden sich bei Westenrieder (1784) in seiner „Beschreibung des Wurm- oder Starnbergersees“. Das Büchlein stellt eine bibliophile Rarität dar. Ein Kapitel ist den Fischen des Sees und dem gehandhabten Fischfange gewidmet. Von der Anschaulichkeit der Darstellung soll das Nachstehende überzeugen. Alle Zitate wurden den Seiten 131 bis 139 entnommen.

„Der Renke (*Salmo*) gehört unstreitig unter die gesündesten, und schmackhaftesten Fische in ganz Deutschland. Er wird fast in allen bayerischen Seen, aber von der vortreflichsten Art in dem Würmsee angetroffen. In seiner ersten Jugend wird er Zünger, nach einem Jahr Riedling, und wenn 7 bis 8 ein Pfund wägen, Bodenrenke genannt. Sie erreichen 7 bis 8 Pfund, und wohl etwas darüber.“ Was Westenrieder an Namen anführt, sind nicht Speciesnamen im heutigen Sinne, sondern Bezeichnungen durch die Fischer. Auf die Beschreibung der Renken, wobei besonders auf das „lanzetförmige“ des Fischkörpers und auf dessen Färbung eingegangen wird, folgen Angaben zur Artensystematik in Form von Auszählung der Flossen- und Schwanzstrahlen. Er schreibt: „Diese unvergleichliche Forellenart dürfte wahrscheinlich in einem System zwischen der großen und kleinen Maräne, die Hr. Dr. Bloch in seiner Naturgeschichte der Fische beschrieben hat, in der Mitte stehen. Näher kommt sie der letztern, unterscheidet sich aber durch eine ansehnlichere Größe, eine kleinere Mundöffnung, und die Punkte an den Silberschuppen.“

Auf Einhaltung der Fischordnung wurde strengstens geachtet. „Der Renkenfang ist vom ersten Sonntag in der Fasten bis Galli erlaubt, und außer dieser Zeit bey Verlurst der Fischergerechtigkeit verboten.“ Die Fischer unterstanden festen Anordnungen über den Einsatz der Fanggeräte (Segen und Angeln). „Ferner haben die Fische ihr Pritlmaaß, und die zu gering befunden werden, muß man nach dem See zurückwerfen ... Zur Handhabung dieser und anderer Gesätze ist der Seerichter gehalten, viermal das Jahr Untersuchungen vorzunehmen, und allenthalben streng auf Ordnung zu dringen.“ Die Einhaltung der Ordnung war deshalb von besonderer Bedeutung, da zur damaligen Zeit die Zahl der Fischereiberechtigten fast dreimal so hoch war wie heutzutage (37).

„Es sind 99 Fischereigerechtigkeiten um den See, deren Inhaber glücklich sind, wenn sie in einer glücklichen Einfalt und Mäßigkeit ihres Lebens frühzeitig gelernt haben, mit dem sparsamen Erwerb, den sie in dem Schweiß ihres Angesichts erlangen, genügsam zu seyn. ‚Wir haben weder diesen noch ienen Fisch, den wir oft gefangen haben, iemals gegessen‘, sagten sie, als ich sie fragte, wie ihnen die Fische geschmeckt haben. Sie sind von der Hofnung, iemals zu großen Reichthümern gelangen, oder entgegen in eine schmutzige Armuth verfallen zu können, gleichweit entfernt, und leben gewöhnlich bey einer guten Gleichmüthigkeit in einer fast beneidenswürdigen Ruhe. Sie erreichen meist ein hohes Alter, und sterben, wie die Bäume, zur Zeit, wann die Natur ausgebraucht ist.“

Erst sehr viel später erscheint ein weiteres Werk, in dem zu Fragen der Artensystematik im Starnberger See Stellung genommen wird. Grote, Vogt, Hofer (1909) unterscheiden zwei Formen:

1. Bodenrenke oder Weißfelchen. Diese Fische laichen in der zweiten Novemberhälfte, wobei sie in Ufernähe in 2—3 m Wassertiefe ihre Eier ablegen. Der Bestand hat gegenüber früheren Verhältnissen abgenommen, wofür der Rückgang der Laichkräuter (Characeen) infolge Wellenschlags der Dampfschiffe verantwortlich gemacht wird (vgl. Schneider 1893).
2. Kleine Starnberger Renke. Ihr Gewicht bleibt so gering, daß lediglich 3—4 Fische auf ein Pfund gehen. Dem Aussehen nach ähnelt diese Art sowohl dem Blaufelchen wie auch dem Gangfisch. Nach den Angaben der Körperproportionen stimmt die kleine Starnberger Renke aber mit beiden Formen nicht überein, sondern bildet eine Zwischenform. Das Laichgeschäft findet in der zweiten Novemberhälfte in Seemitte statt.

Seligo (1926, S. 342 f.) schreibt: „Der Blaufelchen des Würmsees bleibt viel kleiner als der Bodensee-Blaufelchen, er wird in der Regel nur 125 bis 165 g schwer, in den 90iger Jahren des vorigen Jahrhunderts gab man das Durchschnittsgewicht mit 70 bis 85 g an“.

Nach H a e m p e l (1930) werden von den Fischern des Starnberger Sees 2 Renkenformen „bezeichnet“:

1. Bodenrenke oder Weißfelchen, die der Bodensee-Bodenrenke (*Coregonus fera*) ähnlich sein soll und 500 bis 750 g schwer wird.

2. Eine pelagisch lebende, zwischen *Coregonus wartmanni* Bloch und *Coregonus macrophthalmus* Nüßlin stehende Form, die 125 bis 165 g schwer wird.

Wagler (1937 a) weist unter Angabe seiner Arbeitsmethoden für den See 2 Formen nach:

1. *Coregonus macrophthalmus* Nüßlin.
2. *Coregonus fera* Jurine.

Etwas später (1939, 4) schreibt er: „Im Würmsee kommt, wie das von vornherein zu erwarten war, neben dem Gangfisch der Blaufelchen vor...“.

Die Methodik der Artenbestimmung ist von Wagler (1937, 347 ff.) ausführlich beschrieben worden. Hauptaugenmerk legte er bei seinen Analysen auf die Zahl der Kiemenreusendornen und auf den „Abwachs“ der Fische, einem Kriterium, in dem er „ein ganz hervorragendes Merkmal“ für die Unterscheidung der Arten im alpinen Coregonenraum erkannte. Die Erforschung der Starnberger See-Coregonen scheint Wagler nicht gleichermaßen am Herzen gelegen zu haben, wie die Kenntnis der Coregonenpopulationen anderer „alpiner“ Seen. In diesem Verhalten dürfte die Erklärung für die Unsicherheit bei der Artenbestimmung der Starnberger See-Coregonen zu sehen sein. Eine größere zusammenhängende Untersuchung der Coregonenpopulation des Starnberger Sees hat Wagler nicht durchgeführt. Weder in seinen Veröffentlichungen noch in unveröffentlichten Aufzeichnungen, die in der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates einzusehen sind, finden sich jene ausführlichen Beschreibungen, wie sie von Wagler etwa über Coregonen des Ammersees, Chiemsees, Tegernsees oder Bodensees angefertigt worden sind. Angaben beispielsweise über Aussehen oder charakteristische Verhaltensweisen liegen nicht vor. Lediglich in der „Systematik der Voralpencoregonen“ (1937, 390) findet sich die Abbildung eines Kiemenreusenapparates von einem „Gangfisch“ aus dem Starnberger See. In der gleichen Abhandlung (S. 347 ff.) sind darüber hinaus in tabellarischer Form Werte für taxionomisch wichtige Körpermerkmale enthalten, nach deren Auswertung Wagler auf das Vorhandensein von Gangfisch und Sandfelchen schloß.

III. Fischereibewirtschaftung

Die von Jahr zu Jahr schwankenden Renkenenerträge kennzeichnen sowohl die Seen des Voralpengebietes (Wagler 1938), wie auch die norddeutschen (Willer 1934) und nordischen Coregonenseen (Järvi 1928, Svärdson 1949).

Willer teilt die Seen nach ihren Ernten ein in:

- | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| 1. schlechte Maränenseen | — | 25 — 250 kg/km ² |
| 2. mäßige Maränenseen | — | 250 — 500 kg/km ² |
| 3. gute Maränenseen | — | 500 — 1000 kg/km ² |
| 4. sehr gute Maränenseen | — | < 1000 kg/km ² |

Ertragsunterschiede einzelner Seen sind nach seiner Ansicht Folge jeweiliger Gewässereignung für die Coregonen. Damit ist die Ertragsfähigkeit durch die Bonität des Gewässers limitiert und der Versuch, durch langfristige Bestandsverbesserungen zu Ertragssteigerungen zu kommen, zwecklos.

Im alpinen Coregonenraum machte man die Ertragsschwankungen zum einen von der Größe des Bestandes an Laichfischen abhängig (Wagler 1938, Nümann 1970). Dieser Bestand wird durch die Befischungsintensität und die Maschenweite der Fanggeräte reguliert, so daß es den Fischern selbst an die Hand gegeben ist, durch maßvollen Einsatz ihrer Mittel zu höheren Erträgen zu gelangen. Einen anderen Grund sah man in der außerordentlich hohen Vernichtung der Laichprodukte. Elster (1944) hat bei einer Untersuchung der Abhängigkeit des Fangergebnisses von der Laichmenge für den Bodensee eine Vernichtungsziffer von 1100 bis 21 000 nachgewiesen, d. h., so viele Eier müssen zur Erzeugung eines fangfähigen Fisches abgelegt werden. In den Schwankungen der jährlichen Vernichtungsziffer ist mit ein Grund für die unterschiedlichen Erträge zu sehen. Um trotz dieses Sachverhalts zu den erwünschten Höchsterträgen zu gelangen, führte man die sog. künstliche Erbrütung ein. Hierbei werden die Eier in Brutanstalten mit künstlich zugeführtem Wasser bis zum Schlüpfen der Larven erbrütet. Die Brut wird anschließend dem Gewässer übergeben.

Für die Anlage von Brutanstalten hatte man folgende Gründe:

- a) Höhere Befruchtungszahlen. Man glaubte nämlich, daß bei natürlicher Eiablage nur ein geringer Prozentsatz der Eier befruchtet würde.
- b) Schutz vor der Eivernichtung durch Laichräuber (Trüsche, Saibling, Kilch).
- c) Erzeugung vitalerer Brut.

Dagegen hatten die Versuche Elsters (1933) mit der Schlittendredge erwiesen, daß annähernd 90% der Eier beim natürlichen Laichvorgang befruchtet werden. Zudem lehrte die Praxis, daß Laichfischfang keine Vorteile für die Seenbewirtschaftung bringt. Es werden nämlich stets ebenso viele oder mehr unreife, für die Gewinnung der Laichprodukte ungeeignete Rogner dem Gewässer entzogen, so daß darüberhinaus natürliche Fortpflanzung verhindert wird. Überdies geht von den Laichmengen, die in die Brutanstalt gelangen, ein großer Teil durch Absterben verloren, was z. T. auf unsachgemäße Behandlung der Laichprodukte durch die Fischer zurückzuführen ist. Nach Elster (1950) entspricht das Erbrütungsergebnis nur etwa 15% der dem See entzogenen Eimenge. „Auch die Behauptung, die ausgesetzte Brut sei lebenskräftiger als die im See entstandene und käme daher besser fort als jene, vor allem, weil sie den Aufstieg vom Seeboden spare und sofort in die belichtete Zone gelange, entbehrt jeder Begründung (Wagler 1941, 491)“. Die im Bodensee in den dreißiger Jahren durchgeführte künstliche Erbrütung hatte keine Verbesserung der Fangergebnisse zur Folge (Nümann 1937, Elster 1944).

Man kam nun zu der Ansicht, daß die Nachwuchsvernichtung weniger mit den vermuteten Gefahren, denen der Laich ausgesetzt ist, zusammenhängt. Einsele (1941 b, 296) spricht von triftigen Gründen, die zur Annahme führen, „... daß weitaus die meisten Brütlinge über das Brütlingsstadium nicht hinauskommen, sondern im See absterben, bevor es ihnen gelingt, die Anfangsschwierigkeiten beim Übergang zu selbständiger Ernährung zu überwinden.“

Elster (1950) begründet diese These mit der ungenügenden winterlichen Nahrungskonzentration und der Schwierigkeit der Coregonenlarven, ihrer Nahrung erfolgreich nachzustellen (vgl. Braum 1964). Auch Kriegsmann (1949) glaubt an eine hundertprozentige Vernichtung kurz nach dem Schlüpfen ausgesetzter Brut, die neben dem Nahrungsproblem mit der mangelnden Schwimmfähigkeit der Larven zu begründen ist. Um den Nahrungssengpaß zu umgehen, schlug man am Bodensee zwei Wege ein:

Die Erbrütung des Laiches wird jetzt mit künstlich abgekühltem Wasser durchgeführt (Kalterbrütung). Hierbei beträgt die Wassertemperatur ca. 1°C. Durch die Temperaturniedrigung wird der van T'Hoff'schen RGT-Regel gemäß die Entwicklung der Eier verlangsamt, so daß das Schlüpfen der Brut zu einem Zeitpunkt erfolgt, bei dem im See für die ausgesetzte Brut günstigere Nahrungsbedingungen vorherrschen. Darüberhinaus ist Kaltbrut kräftiger und weist geringere Sterblichkeit auf. „Die Kaltbrut hat im allgemeinen gegensätzlich zu den uns bekannten warmerbrüteten Felchen nur noch einen relativ kleinen Dottersack. Daraus kann man schließen, daß die Nahrungsreserven, die im Ei mitgegeben worden sind, bei dieser Art der Erbrütung wesentlich weiter zum Aufbau des Körpers verwendet werden, als dies bei der frühgeborenen Warmbrut mit ihrem großen Dottersack der Fall war. Entsprechend diesen Vorstellungen sind die Kaltbrütlinge vitaler, lebhafter und vor allem beginnen sie nach kürzerer Zeit zu fressen“ (Grim 1951 b, 31). Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß schon einige Jahre vorher in der Schweiz (Ammann, Steinmann 1948) und im Salzkammergut (Einsele 1941 b) die Kalterbrütung mit gutem Erfolg durchgeführt wurde.

Eine andere Möglichkeit sieht man in der Anfütterung der geschlüpften Larven. Wagler (1927) hatte mühelos Brütlinge in Aquarien und Versuchsteichen vorstrecken können. Die Nahrung hatte er mit Motorboot und Planktonnetz aus dem Bodensee gewonnen. Das Anfüttern dauert gewöhnlich 2—4 Wochen (Elster 1950), dann haben die Fische das Fressen gelernt und finden bei ihrem Aussetzen in den See überdies günstige Nahrungsbedingungen vor. Vorstreckbrütlinge von 20 mm Länge sind bereits gut zum Aussetzen geeignet, da sie den Gefahren durch die niedrige „Greifbarkeit des Planktons“ (Demoll 1933) jetzt voll gewachsen sind (Einsele 1941 b).

An den Seen, an denen Kalterbrütungsanlagen vorhanden sind, hat man beide Möglichkeiten zu kombinieren versucht. Nach dem Schlüpfen der Brut, Ende März bis Mitte April, wird ein Teil in Vorstreckbecken angefüttert, der Rest sofort ausgesetzt. In der Menge der anzufütternden Brut ist

man abhängig von der Arbeitszeit, die für Planktonfang zur Verfügung steht. Seit 1950 haben sich Kriegsmann und Mitarbeiter um Automatisierung des Planktonfangs bemüht, wobei mehrere Anlagen versuchsweise im Einsatz waren. Seit 1968 arbeitet vor der Insel Reichenau im Untersee des Bodensees eine Planktonfanganlage, die es gestattet, ohne Einsatz von Personal jährlich 5 Millionen Brütlinge auf 20 mm vorzustrecken (Kriegsmann 1970). Nachdem von wissenschaftlicher Seite aus durch Anwendung beider Methoden Voraussetzungen zu Ertragsverbesserungen geschaffen waren, droht dem Coregonenbestand erneut Gefahr.

Die zunehmende Eutrophierung hat durch das gesteigerte Nahrungsangebot für alle Fischarten beschleunigtes Wachstum und dadurch deutlich höhere Erträge erbracht. Daß dieser Tatbestand auch für die Coregonen Geltung besitzt, geht seit Mitte der fünfziger Jahre aus den Fangstatistiken der Coregonenseen hervor. Im ehemals oligotrophen Bodensee wurden von 1910 bis 1915 jährlich etwa 120 000 kg Felchen gefangen. In der nachfolgenden Zeit stiegen die Erträge langsam an. In den dreißiger Jahren lagen sie zwischen 120 000 und 500 000 kg. 1956 kam es dann zu einer Rekordernte von 840 000 kg.

Am Starnberger See ist im Zuge dieser Entwicklung aus dem 36 Jahre (1920 bis 1956) lang schlechten Maränensee (Willer) ein sehr gutes Gewässer geworden. Dies wird durch Erträge von fast 1300 kg/km² (13 kg/ha) verdeutlicht. Daß die Coregonen tatsächlich bei verbessertem Nahrungsangebot doppelt so schnell wachsen können, hat Probst (1939) durch Versuche mit Renken in Karpfenteichen nachgewiesen. Mit der Wachstumsbeschleunigung stieg auch Fettgehalt und Nahrungswert (Morawa 1963).

Andererseits wachsen die Fische durch das vergrößerte Nahrungsangebot so schnell, daß sie bereits im zweiten Lebensjahr (Altersklasse I+) über das Schonmaß hinauswachsen und fortgefangen werden, ohne je gelaicht zu haben. Die natürliche Erhaltung der Coregonenbestände ist damit gefährdet. Da die Geschlechtsreife der Fische nicht nur vom Alter sondern auch von der Körperlänge beeinflusst wird, werden durch das beschleunigte Wachstum auch Fische der Altersklasse I+ reif (Nümann 1962). Den bisherigen Erfahrungen zufolge weisen die Fische verminderte Qualität des Rogens auf, so daß von Frühreife gesprochen werden muß. Gonaden und Eier sind bei frühreifen Fischen kleiner. Kleinere Eier bewirken kleinere Brütlinge, die von ihrer Konstitution her geringere Überlebenschancen haben. Damit in Verbindung stehend hat sich die Sterblichkeit der Embryonen von 20 auf 50 % vergrößert (von Kraft et al. 1963). In den Längensklassen ist die Zahl der nicht reif gewordenen Rogner erheblich gestiegen. In den Klassen 29 bis 31 cm sind heute im Gegensatz zu den Verhältnissen, wie sie aus den dreißiger Jahren bekannt sind, 50 bis 65 % unreif.

Neben der Verschlechterung der Laichprodukte muß auch damit gerechnet werden, daß bei weiterer Sauerstoffverringerung am Seeboden die Laichplätze ihre Funktionstüchtigkeit verlieren. Die Coregoneneier ersticken dann während ihrer Entwicklung infolge Sauerstoffmangels (Kriegsmann 1968).

Eine dritte Gefahr erwächst den Beständen aus der Art und Weise ihrer Befischung. In erster Linie wurde und wird die Coregonenfischerei mit Netzen betrieben. Man unterscheidet zwischen Zuggarnen (Sege) und Stellnetzen. Zuggarne bestehen aus rechteckigen Netzstücken, die, nachdem sie kreisförmig ausgelegt worden sind, sofort wieder eingeholt werden. Die gefangenen Fische werden in einem Sack am Ende des Netzes aus dem Wasser gehoben. Abbildung und Beschreibung einer Renkensege, wie sie am Würmsee in Gebrauch war, findet sich bei Wagler (1938, 75). Die Maschenweite des engmaschigen Sackes kann durch schnelles Einholen verkleinert werden, so daß die Gefahr der Befischung untermässiger Bestände besteht. Aus diesem Grunde ist das Fischen mit der Sege verboten — am Starnberger See seit 1960. Derzeit wird ausschließlich mit Stellnetzen gefischt.

Stellnetze sind einwandige Netztücher von langrechteckiger Form. Sie werden im Wasser mehr oder weniger beweglich aufgestellt, so daß sie die Wanderwege der zu fangenden Fische versperren. Sie sind passive Fischereigeräte, die von den Fischen aufgesucht werden müssen. Um zu guter Fängigkeit zu gelangen, muß das Fanggerät so gestaltet sein, daß die Netzwand auf die Fische nicht abschreckend wirkt. Die Fängigkeitsfaktoren sind nach von Brandt (1952):

- a) die Stärke des Netzgarns
- b) Weichheit des Netzmaterials
- c) Geruch der Netze — besonders bei frischkonservierten Netzen
- d) Farbe und Sichtbarkeit der Netze
- e) Fischverhalten

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die Fängigkeit eines Stellnetzes mit der Zahl der schon im Netz gefangenen Fische abnimmt (K e n n e d y 1951).

Die Fische fangen sich besonders nachts in den für sie schlecht bemerkbaren Netzwänden, wobei sie sich, bei dem Versuch durch die Maschen zu gelangen, je nach Fischart hinter den Kiemendeckeln oder vor der Rückenflosse einklemmen. Ist ihr größter Umfang kleiner als die Maschenweite, können sich die Fische hindurchzwängen. Ist ihr Umfang größer, bleiben sie hängen. Auf diese Weise wirkt das Netz wie ein Sieb. Die Maschenweite bestimmt das Schonmaß. Sie wird in der Praxis durch Angabe ihrer Kantenlänge gekennzeichnet. Die Anpassung der Maschenweite an die biologischen Gegebenheiten wurde und wird als wichtige Forderung zur Ertragsverbesserung der Coregonenfischerei angesehen (Wagler 1937b, Elster 1944, N ü m a n n 1962). Die Praxis hat es versäumt, die Maschenweite der Netze dem beschleunigten Wachstum der Fische anzugleichen. Die daraus resultierende teilweise Befischung der Altersklasse I+ bewirkt, daß das bis zur Laichzeit weggefangene Material für die Regeneration des Bestandes ausfällt. Die Schonung der Bestände ist nicht gewährleistet. Die Intensität moderner Befischung bewirkt, daß sich der Ertrag beinahe ausschließlich aus der Befischung eines Jahrgangs ergibt. Bei Erreichen des Schonmaßes wird

dieser Jahrgang innerhalb einer Fangperiode fast vollständig herausgefangen. Natürliche Verluste treten nicht mehr auf.

Die verschiedenen Eigenschaften des Netzmaterials in bezug auf die Fängigkeit trat besonders deutlich hervor, als Baumwolle als Netzmaterial durch synthetische Faserstoffe ersetzt wurde. Diese Entwicklung nahm in Deutschland 1950 ihren Anfang. Synthetische Stellnetze sind, abgesehen von der Unfaulbarkeit und besseren Haltbarkeit des Materials, „in vielen Fällen den baumwollenen in bezug auf die Fängigkeit erheblich überlegen“ (Steinberg 1961, 174). Aus der Vielzahl synthetischer Faserstoffe eignet sich die Gruppe der Polymidfasern mit ihren wichtigsten Vertretern Nylon und Perlon am besten für Fischnetze (Klust 1957). Durch die Verwendung synthetischer Materialien hat die Fischerei seit Mitte der fünfziger Jahre einen außerordentlichen Aufschwung erlebt, der zum Teil zur Überfischung der Bestände geführt hat (Nümann 1961).

Der Einsatz von Perlondraht als Netzmaterial, größerer Netzhöhe sowie zu niedriger Maschenweite wird den veränderten biologischen Verhältnissen der Seen nicht mehr gerecht. Die Bestände gehen teilweise wegen Fehlens ausreichender Nachkommenschaft zurück.

D. Material und Methodik

I. Wasseruntersuchungen

Für die Entnahme der Wasserproben mit einer Ruttner-Schöpfflasche stand ein Fischerboot mit Motor zur Verfügung. Die Methoden zur Sauerstoff- und Phosphatbestimmung entsprechen dem „Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ (Weinheim 1960). Die Wasserproben wurden innerhalb der Tiefenzone (110—120 m) vor Beginn und am Ende der Sommerstagnation genommen.*)

Das Lösungsgleichgewicht von Gasen in Wasser ist nicht nur von der Temperatur, sondern auch vom Druck abhängig. So ist die Sauerstoffsättigung von Gewässern verschiedener Höhenlage gegenüber der Luft unterschiedlich. Der angeführten Tab. 2 sind die Sauerstoffsättigungswerte des Starnberger Sees zu entnehmen, die mit Hilfe eines Sauerstoff-Kalkulators der Fa. Loga/Schweiz berechnet wurden. Die Werte sind — wie allgemein üblich — in mg/l angegeben.

Die Fixierung der aktuellen Sauerstoffgehalte erfolgte bereits im Boot. Alle weiteren Proben wurden ohne Vorbehandlung im Laboratorium der Gewässergüteaufsicht der Regierung von Oberbayern untersucht.**)

Der angesammelte Schlamm auf dem Seeboden in der Tiefenzone setzte den Aufsatzmechanismus des Schöpfers außer Betrieb. Das Gerät fand beim

*) Ausführliche Angaben hinsichtlich Untersuchungsart und -zeitpunkt, sowie Einzelheiten der Sauerstoff- und Phosphatbestimmung siehe Kölbinger (1972).

***) Für die großzügige Unterstützung dieser Arbeiten bedanke ich mich herzlich bei den Herren RD Dr. W. Fritsch und ORR Dr. W. Näher.

Aufsetzen keinen genügenden Widerstand, so daß sein Schließmechanismus nicht funktionierte. Von oben ließ sich wegen der „weichen Landung“ nicht genau feststellen, wie der Schöpfer reagierte. Um „klare“ Proben zu erhalten, wurde nach dem vermeintlichen Aufsetzen immer ein wenig aufgezogen und der Verschlußmechanismus von oben ausgelöst. Alle Angaben sind daher nur für die Verhältnisse ca. 0,5 m über Grund verbindlich.

Tab. 2: Sauerstoff-Sättigungswerte des Wassers in Abhängigkeit von t, bezogen auf 600 m über NN (Starnberger See: 584 m), angegeben in mg/l, berechnet mit dem O₂-Kalkulator der Fa. Loga.

t°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	12,78	12,74	12,70	12,66	12,62	12,58	12,54	12,50	12,47	12,43
2	12,40	12,37	12,34	12,30	12,25	12,21	12,17	12,13	12,10	12,07
3	12,04	12,00	11,96	11,93	11,88	11,85	11,82	11,79	11,66	11,73
4	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58	11,55	11,52	11,49	11,46	11,44
5	11,42	11,39	11,36	11,33	11,30	11,25	11,23	11,20	11,17	11,15
6	11,13	11,10	11,07	11,04	11,02	11,00	10,97	10,94	10,91	10,88
7	10,85	10,82	10,79	10,77	10,75	10,73	10,70	10,67	10,64	10,62
8	10,60	10,58	10,56	10,54	10,52	10,50	10,47	10,45	10,43	10,40
9	10,38	10,35	10,32	10,29	10,26	10,23	10,20	10,18	10,15	10,14
10	10,12	10,09	10,06	10,04	10,02	10,00	9,98	9,96	9,94	9,92
11	9,90	9,88	9,86	9,84	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71
12	9,68	9,66	9,64	9,63	9,61	9,59	9,56	9,53	9,51	9,49
13	9,47	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,35	9,33	9,31	9,29
14	9,26	9,24	9,22	9,21	9,19	9,18	9,16	9,14	9,12	9,10
15	9,08	9,06	9,04	9,02	9,00	8,98	8,96	8,95	8,93	8,91
16	8,90	8,88	8,87	8,85	8,84	8,82	8,80	8,78	8,76	8,74
17	8,72	8,70	8,69	8,67	8,66	8,64	8,62	8,60	8,58	8,56
18	8,55	8,53	8,51	8,50	8,49	8,47	8,45	8,43	8,42	8,41
19	8,40	8,38	8,36	8,34	8,32	8,31	8,30	8,28	8,27	8,25
20	8,23	8,21	8,19	8,18	8,17	8,16	8,14	8,12	8,10	8,09
21	8,08	8,06	8,05	8,04	8,03	8,02	8,00	7,98	7,96	7,95
22	7,94	7,93	7,91	7,89	7,88	7,87	7,85	7,83	7,82	7,81
23	7,80	7,78	7,76	7,75	7,74	7,73	7,71	7,69	7,68	7,67
24	7,66	7,64	7,63	7,61	7,60	7,59	7,57	7,56	7,55	7,54
25	7,53	7,51	7,50	7,49	7,48	7,47	7,46	7,45	7,44	7,43

II. Fischvermessungen

Unterschiede im Körperbau können durch biometrische Analysen sichtbar gemacht werden. Innerhalb der biometrischen Betrachtung einer Population wird eine mathematisch-statistische Behandlung zahlenmäßig erfaßter Körpermerkmale vorgenommen (Weber 1972). Unter Berücksichtigung einer großen Stichprobe kann nach dem Verlauf der Häufigkeitsverteilung auf die Zusammensetzung einer Population geschlossen werden. Von der Grundgesamtheit aller Renken des Starnberger Sees wurde in der Zeit von März bis Oktober 1971 eine Stichprobe von 487 Exemplaren gezogen. Von jedem Fisch wurden nachstehende Werte von taxionomisch wichtigen Merkmalen bestimmt.

1. Die Anzahl der Kiemenreusendornen

Es wurde der erste Kiemenbogen herauspräpariert; nach anschließender Spülung ließ sich die Dornenzahl einwandfrei bestimmen.

2. Die Zahl der Schuppen auf der Seitenlinie der linken Körperseite

Es wurden nur diejenigen Schuppen gezählt, die einwandfrei vom Seitenlinienkanal durchbohrt waren.

3. Die Gesamtlänge — Lt = Longitudo totalis

Die Schwanzflosse wurde dabei normal gespreizt

4. Die Körperlänge — Lc = Longitudo corporis

Sie ergibt sich aus der Entfernung der Schnauzenspitze zur Projektion des Punktes auf die Körperlängsachse, an dem die proximalen dorso-ventralen Begrenzungen der Schwanzflosse in den Schwanzstiel übergehen

5. Die Höhe des Schwanzstieles

Die Messung erfolgte an der schmalsten Stelle

6. Die Kopflänge

Sie stellt die Entfernung zwischen Schnauzenspitze und Hinterecke des Suboperculums dar

7. Der Augendurchmesser

Er wurde quer zur Körperlängsachse gemessen.

Bei der Entnahme der Stichproben wurden alle Bezirke des Sees wenigstens einmal erfaßt. Durch die Verwendung des Netzsatzes als Schweb- und Bodensatz erfolgte eine Befischung von der Seeoberfläche bis zur Tiefe von ca. 40 m. Durch die unterschiedliche Fängigkeit der im Satz verwendeten Netze mit verschiedenen Maschenweiten fand eine selektive Auswahl wie bei Verwendung einheitlicher Maschenweiten nicht bzw. nicht in dem Ausmaß statt.

Tab. 3: Anzahl und Maschenweite der bei der Entnahme der Stichproben verwendeten Netze.

MW [mm]	n
35	1
37	1
40	12
44	3
48	2
	19

Genauere Beschreibung des Netzmaterials siehe Kap. E V, 5, S. 60.

Belegmaterial der Coregonen befindet sich in der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates in München unter der Katalognummer SMM 24 738.

III. Fischereibiologische Arbeiten

Bei mehrjährigen Untersuchungen der Parasitenlast von Renken oberbayerischer Seen hat Reichenbach-Klinke (1969, 1971) gezeigt, daß Fleischqualität und Fleischansatz vom Befall durch die Bandwurm-gattungen *Triaenophorus* und *Proteocephalus* in larvalem und adultem Zustand abhängig sein können. Im Rahmen seiner Untersuchungen wurden vielerorts starke Zunahmen dieser Cestoden beobachtet. Vom Ammersee und Chiemsee ist darüberhinaus Massenbefall der Renken durch den Kiemenkrebs *Ergasilus sieboldii* bekannt. Über die Parasitierung der Coregonenpopulation des Starnberger Sees liegen keine Untersuchungen vor. Die Renken wurden deshalb auf Befall mit *Triaenophorus crassus*, *Proteocephalus longicollis* und *Ergasilus sieboldii* überprüft. Die Arbeiten fanden im Zeitraum von März bis September 1971 statt und wurden im Zoologisch-Parasitologischen Institut der Universität München durchgeführt. *)

Außerdem wurde der allgemeine Gesundheitszustand überprüft. Jeder Fisch wurde äußerlich auf Mißbildungen hin gemustert. Nach Öffnung der Leibeshöhle wurde das Geschlecht festgestellt und auf die Ausbildung der inneren Organe geachtet. Bei einigen Exemplaren war die Geschlechtsbestimmung der schwach ausgebildeten Gonaden schwierig und mußte unter dem Binokular erfolgen. Die Ermittlung des Geschlechts war dann zwar möglich, die Ausbildung der Gonaden bis zur Reife erschien jedoch fraglich. Bei solchen Fischen ist in den Tabellen im Anhang unter der Rubrik ‚Gonaden‘ ein Minuszeichen eingetragen.

Der Eidurchmesser wurde mit einer geeichten Stahlblechschablone bestimmt, die Bohrungen im Abstand von $\frac{1}{10}$ mm aufwies. Der Durchmesser wurde erstmals eine Stunde nach der Befruchtung festgestellt. Die Messungen wurden in regelmäßigen zeitlichen Abständen fortgeführt. Coregoneneier sind selten vollkommen rund, meist dagegen ovid. Meßfehler werden naturgemäß durch größere Serien ausgeschlossen. So wurden von der Altersklasse I+ und II+ jeweils 100 Eier gemessen und das arithmetische Mittel gebildet.

Eine Stunde nach der Befruchtung wurde das Eigewicht festgestellt. Hierbei wurde eine Sauterwaage vom Typ 404 (Genauigkeit $\pm 0,0001$ g) verwendet. Es wurden 10 mal 10 Eier gewogen.

Von der Einlieferung des Laichs in die Brutanstalt an wurde die Wassertemperatur während der Erbrütungsdauer morgendlich an einem Thermometer mit $\frac{1}{10}^{\circ}$ -Einteilung abgelesen.

IV. Auswertung der Fänge

Zur Ermittlung des Renkenwachstums in Abhängigkeit von der derzeit durchgeführten Fischerei mit Stellnetzen der Maschenweiten 40 und 42 mm wurden neben der Gesamtlänge (Lt) folgende Untersuchungen durchgeführt:

*) Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Reichenbach-Klinke.

Tab. 4: Witterungsdaten während der Untersuchungszeit unter besonderer Berücksichtigung von Lufttemperatur, Niederschlag und Wind.

Monat	Station	Lufttemperatur [°C]			Nieder-schlag		Windverhältnisse		allgemeine Beurteilung durch das Wetteramt
		mittlere Monats-temperatur	langjähriger Mittelwert (1931—1960)	Abweichung vom Normalen	Niederschlagshöhe [mm] = 1/m ²	% des Mittels (1931—1960)	Tage mit Windstärke 6—12	Tage des Monats mit lebhaften Winden > 3 Windstärken nach Beaufort	
1970									
Oktober	Ammerland 630 NN	8,1	8,0	+0,1	81	114	7	1., 2., 3., 4., 5., 7., 10., 11., 15., 16., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 25., 28., 29., 30., 31.,	normale Temperaturverhältnisse sehr niederschlagsreich
November	Ammerland	5,3	3,2	+2,1	62	119	8	1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 9., 10., 11., 12., 14., 15., 16., 18., 22.,	zu warm reichlich Niederschläge
Dezember	Ammerland	-2,0	-1,3	-0,7	32	62	1	1., 2., 3., 11., 13., 28., 30.,	zu kalt zu geringe Niederschläge
1971									
Januar	Bad Tölz 654 NN	-2,3	-2,4	+0,1	11	10	6	22., 24., 26., 28., 30.	etwas zu kalt außerordentlich niederschlagsarm
Februar	Bad Tölz	-1,2	-1,1	-0,1	101	110	2	1., 3., 12., 15., 16., 18., 21., 22., 23., 25., 26., 28.,	normale Temperaturverhältnisse Niederschlag unter Durchschnitt
März	Bad Tölz	-0,8	3,0	-3,8	78	91	3	6., 8., 10., 11., 15., 16., 17., 20., 21., 22., 23., 25., 26., 28., 29., 30.,	zu kalt niederschlagsarm
April	Attenkam 665 NN	8,9	7,2	+1,7	49	77	2	1., 5., 6., 7., 8., 11., 16., 17., 20., 23., 24., 25., 27., 28., 30.,	überdurchschnittlich warm vielerorts zu trocken
Mai	Attenkam	12,7	11,6	+1,1	122	103		1., 3., 7., 10., 11., 17., 18., 20., 21., 25., 27.,	zu warm, Niederschläge teils über, teils unter Normalwert

Juni	Attenkam	12,9	15,0	-2,1	186	126	2., 7., 9., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 21., 22., 26., 28.,	zu kalt, Niederschläge meistenorts über Durchschnitt
Juli	Attenkam	17,5	16,8	+0,7	63	42	2., 6., 7., 15., 16., 20., 27., 28.,	zu warm — zu trocken
August	Attenkam	17,4	16,4	+1,0	138	113	7 4., 6., 7., 12., 13., 14., 17., 18., 19., 21., 25., 27., 28., 30., 31.,	zu warm Niederschläge über Durchschnitt
September	Attenkam	11,3	13,4	-2,1	107	73	2 2., 6., 7., 8., 11., 15., 16., 21., 27., 29.,	zu kühl — meistens zu trocken
Oktober	Attenkam	8,5	8,0	+0,5	18	25	1., 4., 5., 6., 7., 13., 16., 18., 20., 21., 22., 25., 27., 28.,	Temperatur normal viel zu trocken
November	Attenkam	2,4	3,2	-0,8	62	103	3 6., 8., 10., 16., 17., 18., 20., 21., 22., 23.,	etwas zu kalt, Niederschläge meistens über Durchschnitt
Dezember	Attenkam	1,6	-0,7	+2,3	24	46	2 8., 9., 10., 11., 12., 20., 21., 22., 23., 29., 31.,	zu warm größtenteils viel zu trocken
Januar 1972	Attenkam	-2,1	-2,2	-0,1	15	14	11., 12., 13., 15., 16., 17., 23., 25., 27., 28., 29., 31.,	etwas zu warm durchweg viel zu trocken
Februar	Attenkam	2,2	-1,1	+3,3	13	23	5 2., 3., 11., 12., 14., 17., 19., 20., 23.,	zu warm — viel zu trocken
März	Attenkam	5,5	2,9	+2,5	26	30	5 5., 11., 12., 13., 15., 17., 18., 23., 24., 26., 27., 28., 29., 30., 31.,	zu warm viel zu trocken
April	Attenkam	6,2	7,2	-1,0	122	191	3 1., 2., 3., 5., 6., 7., 8., 11., 14., 16., 20., 22., 23., 25., 27., 28., 29.,	etwas zu kalt reichliche Niederschläge

1. Altersbestimmung

Hierzu wurde eine Schuppenprobe stets an der gleichen Stelle zwischen Bauch- und Afterflosse entnommen (Einsle 1943). Die Altersbestimmung erfolgte durch Auszählung der Zuwachszonen auf der Schuppe (vgl. Schleich 1966, 25 ff.). Die Arbeiten wurden mit einem Binokularmikroskop der Firma Leitz/Wetzlar bei 16facher Vergrößerung durchgeführt.

2. Der Körperumfang

Der Umfang wurde unmittelbar vor der Rückenflosse mit einem schmalen Bandmaß gemessen.

3. Das Gewicht

Die Fische wurden mit und ohne Leibeshöhlenorgane einschließlich Nieren gewogen. Eine Waage mit Grammeinteilung lieferte hinreichend genaue Werte.

4. Der Korpulenzfaktor

Der Korpulenzfaktor wurde nach der Larsen'schen Formel

$$K = \frac{G_v \cdot 100}{L_t^3} \text{ bestimmt.}$$

5. Die Maschenweiten der verwendeten Stellnetze wurden mit dem von Florin (1957) entwickelten Gerät der Fa. Keller in Rorschach/Schweiz nach der bei Nümann (1957) angegebenen Methode gemessen.

E. Ergebnisse

I. Witterungsverhältnisse während der Untersuchungszeit

Die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen müssen im Zusammenhang mit den vorherrschenden Witterungsverhältnissen gesehen werden. Den monatlich erscheinenden Mitteilungen des Wetteramtes München wurden deshalb Angaben über Lufttemperatur, Niederschlag und Windverhältnisse entnommen.

Da die unmittelbar am Ostufer des Sees gelegene Wetterstation Ammerland im Dezember 1970 geschlossen wurde und erst im April 1971 an ihrer Stelle die Station Attenkam (ca. 2 km östlich der Seeufergemeinde Ambach) ihre Arbeit aufnahm, wurden für die Monate Januar, Februar, März 1971 Werte der nahegelegenen Station Bad Tölz übernommen. Bei den Windverhältnissen handelt es sich um zusammengefaßte Beobachtungen innerhalb des südbayerischen Raumes.

Zusammenfassende Beurteilung der Großwetterlagen durch das Wetteramt München:

1. Das Kalenderjahr 1970 war insgesamt etwas zu kühl, auch zu wenig sonnig und niederschlagsreicher als normal.
2. 1971 war es bei fast normaler Mitteltemperatur insgesamt sonniger und merklich trockener als normal.

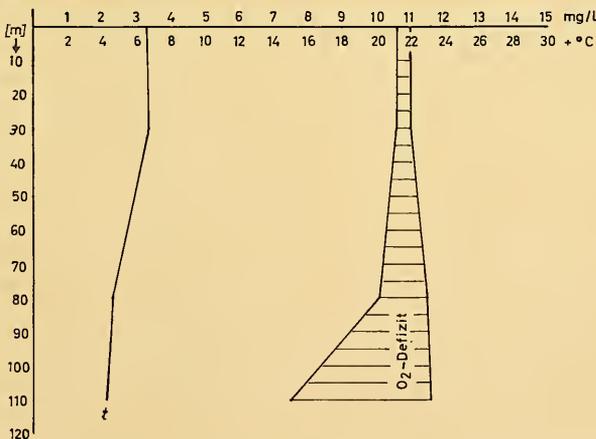
II. Tiefenprofile

Im weiteren Verlauf werden die zu verschiedenen Terminen gewonnenen Ergebnisse der Wasseruntersuchungen mitgeteilt, wobei jeweils eine tabellarische Übersicht der graphischen Darstellung vorangestellt ist. Durch Angabe der Wassertiefen, denen die Proben entstammten, wird der Aufbau des Tiefenprofils deutlich. Weiterhin sind Temperaturverhältnisse, vorgefundene Sauerstoffwerte und die dazugehörigen Sättigungswerte enthalten. In der graphischen Darstellung ist Sauerstoff-Übersättigung durch Senkrecht-Schraffierung, Sauerstoff-Defizit durch Waagrecht-Schraffierung dargestellt. In der Tabelle sind darüberhinaus die Werte für Ortho- und Gesamt-Phosphat angegeben. Für Ortho-Phosphat war manchmal ein Nachweis wegen zu geringer Konzentration nicht möglich (nn), zuweilen waren auch nur Spuren (Sp) festzustellen.

In den Bemerkungen zu den Tiefenprofilen finden im wesentlichen die Witterungsverhältnisse während der Untersuchungszeit Berücksichtigung.

Abb. 2: 1. Tiefenprofil vom 4. Dezember 1970

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	6,6	10,6	11,0	96	0,04	0,04
30	6,7	10,6	11,0	96	0,03	0,04
80	4,6	10,1	11,5	88	0,04	0,05
110	4,3	7,5	11,6	65	0,12	0,18

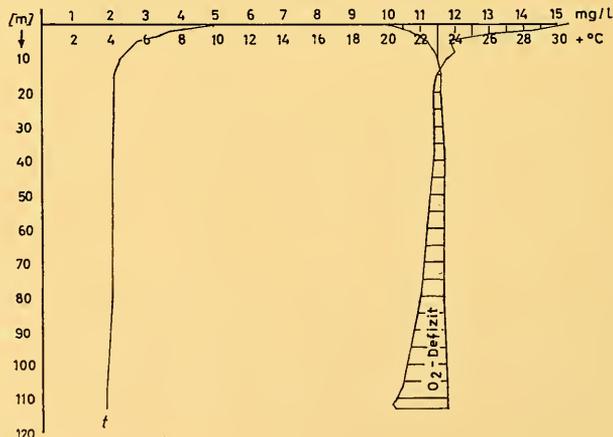


Sauerstoff: Der erste Termin für eine Sauerstoffminimumbestimmung war zu spät angesetzt. Aus der Temperaturmessung in 110 m Tiefe (4,3° C) kann geschlossen werden, daß sauerstoffreiches Wasser höherer Schichten in diese Tiefe vorgedrungen ist. Das hat zur Erhöhung der Temperatur um 0,1 bis 0,2° C geführt und das Sauerstoffdefizit des Tiefenwassers verringert. Der Grund hierfür ist die Wetterlage mit ihren für die Wasserumwälzung günstigen Windverhältnissen.

Windverhältnisse vom 1. 10. bis 4. 12. 1970: 40 Tage ≥ 3 , 15 Tage ≥ 6 .
 Phosphat: 1. Orthophosphat 0,04 bis 0,12 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,04 bis 0,18 mg/l. Durch die fortgeschrittene Wasserzirkulation hat sich ein Ausgleich der Phosphatkonzentration vollzogen. Nur die tiefste Probe bringt einen leichten Anstieg der Werte.

Abb. 3: Tiefenprofil vom 21. April 1971

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	10,0	15,3	10,1	142	0,04	0,10
2	7,5	14,2	10,7	133	0,04	0,31
3	6,9	13,0	10,9	119		
5	5,6	11,9	11,2	106		
8	5,0	12,0	11,4	105		
10	4,6	11,8	11,5	102	0,20	0,36
15	4,2	11,5	11,6	99	0,09	0,17
20	4,2	11,4	11,6	98		
40	4,1	11,4	11,7	98		
60	4,1	11,2	11,7	96		
80	4,1	11,0	11,7	91		
107	3,8	10,5	11,8	89	0,10	0,61
111	3,8	10,3	11,8	87	0,07	0,18
112	3,8	10,2	11,8	87	0,12	0,37
113	3,8	10,3	11,8	87	0,20	0,43



Sauerstoff: Die Temperaturskala zeigt die Ausbildung einer ersten nahe der Oberfläche gelegenen Sprungschicht. Bleibt ein plötzlicher Wettersturz aus, beginnt sich der Wasserkörper zu schichten. Die Zirkulationsperiode ist damit abgeschlossen. Eine Verbesserung der Sauerstoff-Tiefenwerte ist nicht mehr zu erwarten.

Die Sauerstoffwerte der ersten 20 m zeigen assimilationsbedingten Sauerstoff-Überschuß. Mit zunehmender Wassertiefe fallen die Werte langsam

ab. An der tiefsten Stelle sind 10,3 mg O₂/l bzw. 87 % der Sättigung vorhanden.

Obwohl in der Zeit von Dezember bis April günstige Windverhältnisse vorherrschten, war der Zirkulationsvorgang nicht ausreichend, um 100%ige Sättigung zu bewirken. Der See beginnt die Sommerstagnation mit einem 13%igen Defizit.

Windverhältnisse vom 4. 12. 1970 bis 21. 4. 1971: 61 Tage \geq 3, 15 Tage \geq 6.

Auch der Zustand der Homothermie hielt lange genug an. Dies geht aus Temperaturmessungen in der Brutanstalt der Fischereigenossenschaft Würmsee in Tutzing hervor. In der Zeit vom 21. 12. 1970 bis 19. 3. 1971 wurde 2,0° C nicht unter- und 4,5° C nicht überschritten. Die Möglichkeit der frühzeitigen Beendigung der Zirkulation durch Wasserschichtung bestand damit nicht.

Daß der See vollständig umgewälzt hat, geht aus der Temperatur des Tiefenwassers hervor. 3,8° C ab 107 m Tiefe deuten darauf hin, daß die Abkühlung des Tiefenwassers, die durch Vermischung mit Oberflächenwasser (ca. 2,0° C) erfolgt, entweder von der noch in den Winter hinein dauernden Herbstzirkulation herrührt oder während der Frühjahrszirkulation erfolgt ist.

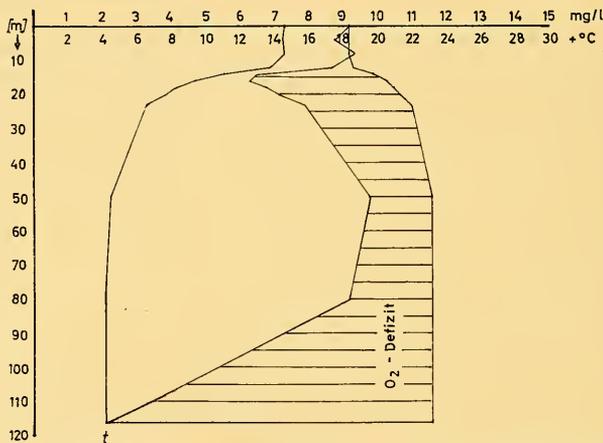
Die relativ ungünstigen Werte können somit nicht auf meromiktische*) Schichtungsverhältnisse zurückgeführt werden.

Phosphat: 1. Orthophosphat 0,04 bis 0,20 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,10 bis 0,61 mg/l. In allen Wasserschichten sind die Phosphatgehalte jetzt höher als im Dezember. Durch die Vollzirkulation ist das gelöste Phosphat (o-PO₄) recht gleichmäßig verteilt. Nur in den obersten Schichten hat das beginnende Algenwachstum zur Verknappung geführt. Die Konzentrationschwankungen des Gesamtphosphats sind vermutlich durch unterschiedliche Vertikalverteilungen des Planktons bedingt.

*) Meromiktische Seen werden bei winterlicher Abkühlung nur teilweise bis zu einer durch die Dichteschichtung bestimmten Tiefe durchmischt (R u t t n e r 1962).

Abb. 4: Tiefenprofil vom 7. Oktober 1971

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	14,6	9,2	9,2	100	nn	0,19
4	14,5	8,8	9,2	100		
8	14,6	9,4	9,2	101	nn	0,27
12	13,8	8,7	9,3	94		
14	11,1	6,5	9,9	66	Sp.	0,36
16	9,4	6,3	10,3	61	nn	0,11
18	8,3	6,8	10,5	65	nn	1,08
20	7,7	7,2	10,7	67	nn	0,29
23	6,6	7,9	11,0	72	nn	0,85
50	4,5	9,8	11,6	86	nn	0,60
80	4,2	9,2	11,6	79		
116	4,2	2,1	11,6	18	0,11	0,42



Sauerstoff: Die Temperaturkurve zeigt die Ausbildung einer Sprungschicht zwischen 12 und 20 m. Diese sperrt vorläufig das Hypolimnion gegen eine Zirkulation von oben ab. Wegen der ruhigen Wetterlage sinkt die Sprungschicht nur langsam ab.

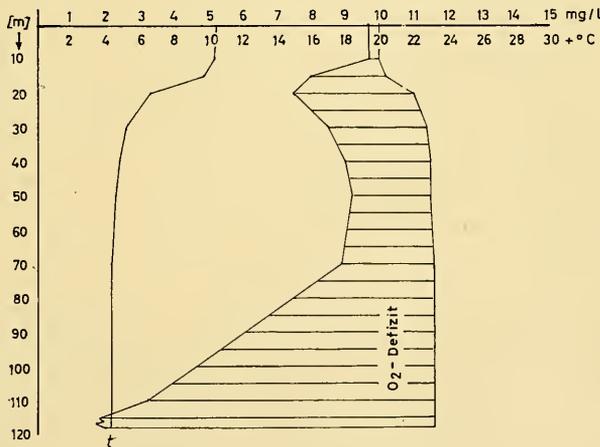
Windverhältnisse vom 1. 9. bis 7. 10. 1971; 15 Tage ≥ 3 , 2 Tage ≥ 6 .

Das Epilimnion ist sauerstoffgesättigt. Deutlich erkennbar ist das metalimnische Sauerstoffminimum zwischen 14 und 23 m. Es entsteht, weil die höhere Temperatur dieser Schichten, der RGT-Regel gemäß, schneller verlaufende Sauerstoff zehrende Abbauprozesse bewirkt (Grimm 1955). Im mittleren Hypolimnion (50—80 m) — dem Sauerstoffspeicher eines tiefen Sees — werden die Sättigungswerte mit 85 ‰ bzw. 79 ‰ schon deutlich unterschritten. Bei 116 m Tiefe sind in Bodennähe 2,1 O₂/l bzw. 18 ‰ der Sättigung vorhanden.

Phosphat: 1. Orthophosphat nn bis 0,11 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,11 bis 1,08 mg/l. Bis 50 m ist fast kein freiverfügbares Phosphat vorhanden (Nachweisgrenze ca. 0,01 mg/l). Der Grund hierfür ist wahrscheinlich die Inkorporation des Orthophosphats im pflanzlichen Plankton. Das absinkende Phytoplankton verursacht in allen Wasserschichten höhere Gesamtphosphatkonzentrationen.

Abb. 5: Tiefenprofil vom 5. November 1971

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	10,5	9,7	10,0	97	0,02	0,24
5	10,5	9,7	10,0	97	Sp.	0,18
10	10,4	9,7	10,0	97	Sp.	0,19
15	9,7	8,0	10,2	78	Sp.	0,18
20	6,6	7,5	11,0	68	Sp.	0,27
30	5,2	8,5	11,4	75	nn	0,46
40	4,8	9,0	11,5	78	0,02	0,16
50	4,6	9,2	11,5	80	0,03	0,16
70	4,3	8,9	11,6	77	0,03	0,41
110	4,3	3,2	11,6	28	0,15	0,72
115	4,25	1,8	11,6	15	0,20	0,56
116	4,25	1,9	11,6	16	0,18	0,87
117	4,25	1,7	11,6	15	0,19	0,50
118	4,2	2,0	11,6	17	0,18	0,44



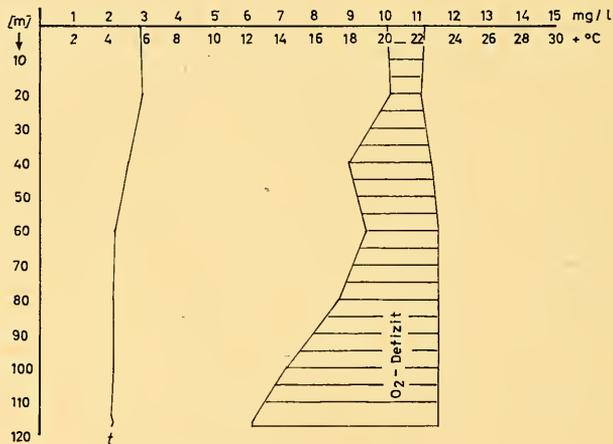
Sauerstoff: Zwischen 15 und 20 m Tiefe ist noch ein unbedeutender Temperaturabfall erkennbar. In diesem „zerfallenden“ Metalimnion ist das Sauerstoff-Minimum deutlich ausgeprägt. Die Zehrungswerte des mittleren Hypolimnions haben sich erhöht. Die ruhige Wetterlage hat die Vergrößerung des Sauerstoffdefizits bewirkt. Mit 15 ‰ der Sättigung wurde der niedrigste Sauerstoffwert für 1971 und der niedrigste Wert bisher überhaupt im Starnberger See bestimmt.

Windverhältnisse vom 8. 10. bis 5. 11. 1971: 9 Tage \geq 3.

Phosphat: 1. Orthophosphat 0,02 bis 0,20 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,16 bis 0,87 mg/l. Die durchwegs sehr viel höheren Werte der untersten 10 m lassen vermuten, daß am Sediment Phosphor in Freiheit gesetzt wird. Planktonorganismen sorgen durch das in ihnen gespeicherte Phosphat für einen hohen Anteil im Gesamtphosphat.

Abb. 6: Tiefenprofil vom 3. Dezember 1971

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	5,9	10,1	11,2	90	0,09	0,48
20	6,0	10,2	11,1	91		
40	5,2	9,0	11,4	79	0,11	0,24
60	4,4	9,5	11,6	82		
80	4,3	8,7	11,6	75	0,10	0,20
100	4,3	7,2	11,6	62	0,11	0,20
114	4,2	6,3	11,6	54	0,24	0,44
116	4,3	6,2	11,6	53	0,16	0,31
117	4,2	6,2	11,6	53	0,13	[1,86]



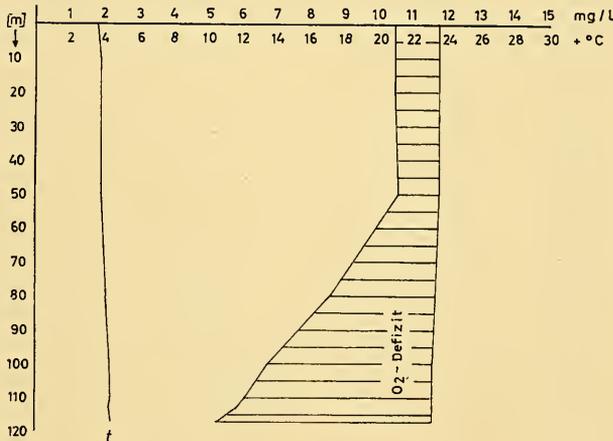
Sauerstoff: Die gesamte Wassermasse ist annähernd homotherm geschichtet. Die Windverhältnisse haben bewirkt, daß sich der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers von 1,7 mg O₂/l auf 6,2 O₂/l verbessert hat.

Windverhältnisse vom 6. 11. bis 3. 12. 1971: 11 Tage \geq 3, 3 Tage \geq 6.

Phosphat: 1. Orthophosphat 0,09 bis 0,24 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,20 bis 0,48 mg/l. Die schon fortgeschrittene Herbstzirkulation hat für eine Verteilung des Phosphats gesorgt. Bei dem in Klammern gesetzten hohen Gesamtphosphatwert handelt es sich um die Bestimmung einer Probe aus der Schlamm-Wasser-Kontaktschicht. Im Schöpfer war Bodensatz mit heraufgekommen. Nach dem Sedimentieren wurde — soweit möglich — Wasser entnommen, das frei von Bodensatz war.

Abb. 7: Tiefenprofil vom 3. März 1972

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. %	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	3,6	10,5	11,8	89	0,11	0,15
5	3,7	10,5	11,8	89	0,08	0,25
10	3,8	10,5	11,8	89	0,19	0,70
15	3,8	10,5	11,8	89	0,08	0,08
20	3,8	10,5	11,8	89	0,07	0,10
50	3,8	10,6	11,8	90	0,15	0,15
80	4,1	8,6	11,7	74	0,46	2,60
100	4,3	6,8	11,6	59	0,19	0,19
110	4,4	6,1	11,6	53	0,15	0,22
113	4,3	5,9	11,6	51	0,19	0,19
117	4,4	5,3	11,6	46	0,20	0,23



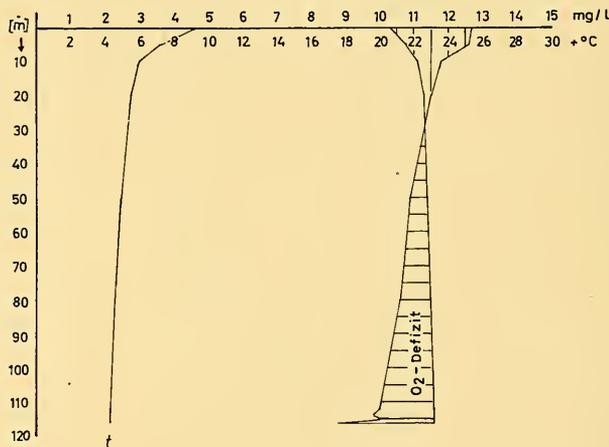
Sauerstoff: Die Temperaturskala zeigt annähernd gleiche Temperaturen für alle Wassertiefen (Homothermie). Dennoch erkennt man zwei Bereiche unterschiedlicher Temperatur. Zwischen 50 und 80 m liegt die Grenze, bis zu der kaltes Oberflächenwasser vorgedrungen ist (3,8° C). Darunter erfolgt ein Anstieg der Temperatur auf 4,4° C. Bedingt durch die relativ ruhige Wetterlage während der Monate Dezember, Januar und Februar konnte Oberflächenwasser nur bis etwa 80 m Tiefe vordringen und in diesem Bereich 90%ige Sättigung herbeiführen. Unterhalb 80 m fällt der Sauerstoffgehalt von 8,6 auf 5,2 mg O₂/l ab.

Windverhältnisse vom 4. 12. 1971 bis 3. 3. 1972: 32 Tage \geq 3, 12 Tage \geq 6.

Phosphat: 1. Orthophosphat 0,08 bis 0,46 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,08 bis 2,60 mg/l. Mit diesen Werten liegen die höchsten Konzentrationen während der Untersuchungszeit vor.

Abb. 8: Tiefenprofil vom 3. Mai 1972

Tiefe m	t °C	O ₂ mg/l	Sättig. mg/l	Sättig. ‰	o-PO ₄ mg/l	G-PO ₄ mg/l
0	9,2	12,7	10,3	122	0,02	0,80
5	7,2	12,6	10,8	117		
10	6,0	11,8	11,1	105	0,03	0,41
20	5,5	11,5	11,3	102	0,06	0,36
50	5,0	10,9	11,4	95		
80	4,6	10,6	11,5	91	0,05	0,55
112	4,3	10,0	11,6	85	0,06	0,26
114	4,3	9,8	11,6	84	0,06	0,21
115	4,3	10,0	11,6	85	0,04	0,40
116	4,3	8,8	11,6	75	0,11	0,40



Sauerstoff: Die Temperaturskala zeigt die Ausbildung eines schwach ausgeprägten Epilimnions. In den ersten 10 m herrscht assimilationsbedingter Sauerstoffüberschuß. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt der Sauerstoffgehalt langsam ab. An der tiefsten Stelle sind im bodennahen Bereich nur 8,8 mg O₂/l vorhanden. Der See tritt hier mit einem 25%igen Sauerstoffdefizit in die Sommerstagnation ein.

Windverhältnisse vom 4. 3. bis 3. 5. 1972: 31 Tage ≥ 3 , 8 Tage ≥ 6 . Die seit der Märzuntersuchung etwas günstigeren Windverhältnisse haben eine Verbesserung der Sauerstofftiefenwerte herbeigeführt. Innerhalb von 61 Tagen stieg der Sauerstoffgehalt in etwa 117 m Tiefe von 5,3 auf 8,8 mg O₂/l. Wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit ist eine umfangreiche Verbesserung der Sauerstofftiefenwerte nicht mehr zu erwarten.

Phosphat: 1. Orthophosphat 0,02 bis 0,11 mg/l; 2. Gesamtphosphat 0,21 bis 0,80 mg/l.

III. Coregonen-Biometrie

Die Ergebnisse der für die Artendifferenzierung innerhalb der Coregonenpopulation des Starnberger Sees wichtigen biometrischen Größen werden auf den folgenden Seiten mitgeteilt. Den Tabellen sind die Werte der monatlichen Untersuchungen taxionomisch wichtiger Körpermerkmale zu entnehmen. Die graphische Darstellung der Verteilung der Werte für die Körpermerkmale der Gesamt-Stichprobe erfolgt anhand von Häufigkeitspolygonen. Weiterhin sind den Übersichten die Mittelwerte (\bar{x}) und die Variationsbreiten (Vb) zu entnehmen.

Abb. 9: Anzahl der Kiemenreusendornen auf dem ersten linken Kiemenbogen (a)

a	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
30	1								1
31	2		2						4
32	3		3		4	1	2	1	14
33	4	5	4	1	3	2	3		22
34	4	6	8	2	8	5	6	7	46
35	9	10	7	5	9	8	7	4	59
36	9	6	10	9	6	8	8	5	61
37	4	12	9	11	8	8	6	3	61
38	10	8	8	8	10	10	8	7	69
39	9	7	5	9	13	7	8	4	62
40	1	5	5	6	3	8	6	5	39
41	1	4	2	5	4	4	4	4	28
42	2		1	1	2	2	2	3	13
43						1	3		4
44	1		2						3
45							1		1
	60	63	66	57	70	64	64	43	487

$n = 487$ $\bar{x} = 37,07$ Vb*): 30—45

*) Vb = Variationsbreite

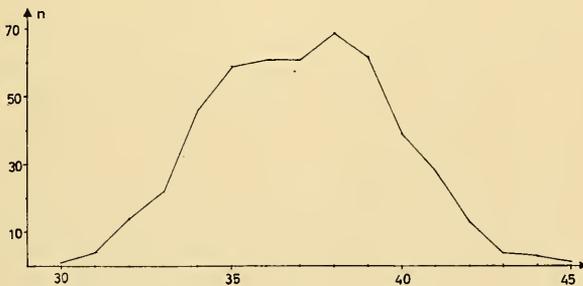


Abb. 10: Schuppen der Seitenlinie

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
72								1	1
73									
74								1	1
75	1		1	1	3	3	1		10
76			2			2			4
77	1		2	2	1	3	1		10
78	2				2		1	2	7
79	3	1	1	4		4	4	4	21
80		3	8	4	4	4	1	2	26
81	4	4	3	2	6	7	1	2	29
82	4	7	6	10	7	6	3	5	48
83	5	4	4	3	12	5	6	6	45
84	3	6	5	1	7	5	4	2	33
85	8	4	5	8	4	3	7	4	43
86	5	3	7	2	4	2	4	4	31
87	4	8	3	2	7	5	4	1	34
88	2	6	6	4	5	2	5	3	33
89	2	5	6	1	4	3	4	1	26
90	5	4	4	5	2	2	6	2	30
91	2	1		3	2	2	3	2	15
92	2	1	2	3		1	6		15
93	1	2				1			4
94	3	3				1	1	1	9
95	3	1	1	1		1	1		8
96									
97				1					1
98							1		1
	60	63	66	57	70	62	64	43	485

$n = 485$ $\bar{x} = 84,9$ $Vb: 72-98$

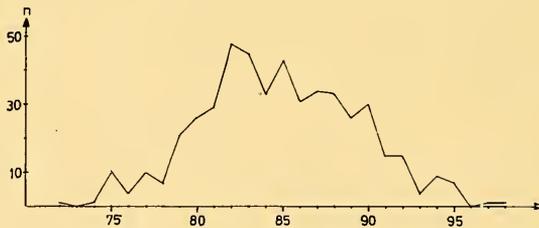


Abb. 11: Körperlänge (Lc) : Gesamtlänge (Lt) in %

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
73,2—78,5				2				1	3
79,0—79,4	1		1	2			1	1	6
79,5—79,9	1	1	2	1	1	1	2	3	12
80,0—80,4	4	1	6			2	3	8	24
80,5—80,9	4	4	7	8	8	7	3	7	48
81,0—81,4	9	4	20	8	8	9	11	5	74
81,5—81,9	13	15	11	13	15	14	9	11	101
82,0—82,4	10	8	10	11	14	11	16	1	81
82,5—82,9	8	18	6	7	9	12	5	5	70
83,0—83,4	1	7	2		12	8	7		37
83,5—83,9	4	2		2	2		5	1	16
84,0—84,4	2	2		1	1				6
84,5—84,9							1		1
85,0—85,4	2			2					4
85,5—86,2	1	1	1						3
	60	63	66	57	70	64	63	43	486

$n = 486$ $\bar{x} = 81,25$ $Vb: 73,2—86,2$

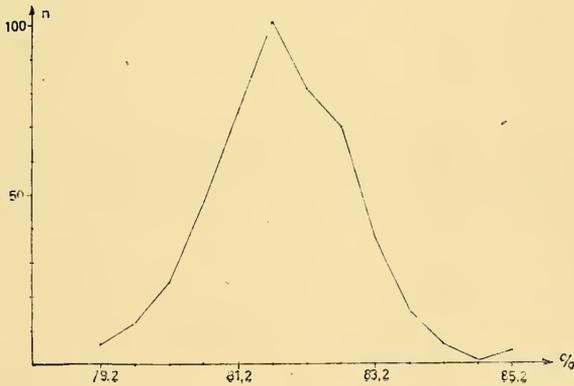


Abb. 12: Höhe des Schwanzstiels : Lt (‰)

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
5,2						1		1	2
5,3						1	1		2
5,4	1	1	1	1			2	5	11
5,5		1	1			2	1	1	6
5,6	1	6				5	10	3	25
5,7		3			1	3	2	4	13
5,8	2	10	1	1	4	3	6	3	38
5,9	4	4	5	2		9	7	6	37
6,0	3	5	4	3	4	6	7	7	39
6,1	4	5	3	6	7	7	4	4	40
6,2	2	6	8	3	8	5	6		38
6,3	2	7	4	6	6	6	8	4	43
6,4	5	4	6	7	15	8		2	47
6,5	8	1	6	7	5	2	3	1	33
6,6	8	2	6	5	3	3	3	1	31
6,7	2	1	10	5	8	3	1	1	31
6,8	2	5	5	3	3				18
6,9	6	2	2	5	4		3		22
7,0	4		2		1				7
7,1			1	1	1				3
7,2	1		1						2
7,3	1			2					3
7,4	1								1
7,5	1								1
7,6	1								1
7,7	1								1
	60	63	66	57	70	64	64	43	487

n = 487 \bar{x} = 6,24 Vb: 5,2—7,7

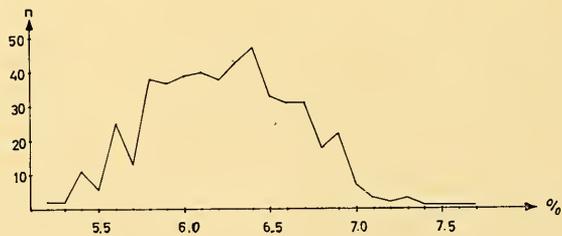


Abb. 13: Kopflänge : Lt (%)

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
13,6—14,3									7
14,4	2					1		2	5
14,5			1	2		1			4
14,6			2				1		3
14,7	1	1	1		2				5
14,8					1	3	1	1	6
14,9			2		3				5
15,0		2		1	1	5	1		10
15,1	1	1	2	1	3	2			10
15,2	2		3	2	3	5	3	2	20
15,3	3	1	3	2		2	3	5	19
15,4	5	3	4	2	5	4	3	1	27
15,5	4	2	2	2	5	3	3	1	22
15,6	5	1	4	4	1	1	3		19
15,7	4	8	7	1	2	4	4	5	35
15,8	3	2	4	1	4	2	6	2	24
15,9	4	2	3	5	4	4	4	2	28
16,0	3	3	2	5	6	3	4	1	27
16,1	3	5	1	3	5	2	1	4	24
16,2	3	3	1	2	3	3	3	2	20
16,3	4	4	2	3	2	1	2	2	20
16,4	2	4	3	1	3	3	4	1	21
16,5	4	7	5	2	2	5	4		29
16,6		1	3	2	1	4		1	12
16,7		5	1	2	2	3	2	3	18
16,8		1	2	4	3	1	1		12
16,9		3	2	3		1	2	1	12
17,0			1				1	1	3
17,1	1		1	3	2		3	1	11
17,2	1			1	3		1		6
17,3	1		1		1		1		4
17,4			1						1
17,5	1				1	1		3	6
17,6			1				1	1	3
17,7—18,4									8
	60	63	66	57	70	64	64	43	487

$n = 487$ $\bar{x} = 15,9$ Vb: 13,6—18,4



Abb. 14: Augendurchmesser : Lt (‰)

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
2,6								1	1
2,7						1			1
2,8							3	1	4
2,9	1			2	2		8	5	18
3,0	1	1		3	3	7	10	5	30
3,1	2	2	1	3	5	7	9	7	36
3,2	8	1	6	6	8	10	9	3	51
3,3	5	3	3	9	11	14	11	7	63
3,4	10	12	8	6	9	11	8	4	68
3,5	5	15	8	10	14	9	2	7	70
3,6	6	12	9	7	10	5	1	1	51
3,7	8	7	14	2	6		1	2	40
3,8	3	3	11	6	2		1		26
3,9	2	3	3	3					11
4,0	4	2	3				1		10
4,1	3	1							4
4,2	1	1							2
4,3									
4,4									
4,5	1								1
	60	63	66	57	70	64	64	43	487

n = 487 \bar{x} = 3,4 Vb: 2,6—4,5

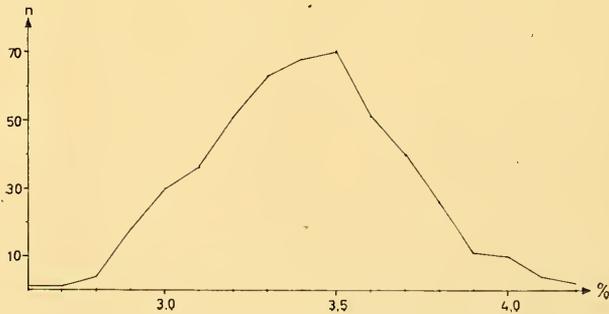


Abb. 15: Augendurchmesser : Kopflänge (‰)

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
17,2—17,9	1	2							3
18,0—18,4	1	1				1	5	4	12
18,5—18,9	1			1	3	2	8	5	20
19,0—19,4	3	1	1	1		4	11	2	23
19,5—19,9	2		3	7	3	6	7	3	31
20,0—20,4	4	4		4	5	11	14	11	53
20,5—20,9	7	3	6	8	12	11	4	2	53
21,0—21,4	6	3	5	8	7	5	6	6	46
21,5—21,9	3	10	4	4	10	7	2	5	45
22,0—22,4	6	16	8	6	13	5	2	3	59
22,5—22,9	3	7	4	11	6	6	2	1	40
23,0—23,4	7	4	14	2	6	5	1		39
23,5—23,9	6	5	6	4	1	1	1		24
24,0—24,4	4	2	5		3		1	1	16
24,5—24,9		1	5						6
25,0—25,4	1	3	1	1	1				7
25,5—26,0	2		3						5
26,1—27,3	3	1	1						5
	60	63	66	57	70	64	64	43	487

$n = 487$ $\bar{x} = 21,5$ Vb: 17,2—27,3



IV. Fischereibiologische Beobachtungen

Die Ergebnisse der fischereibiologischen Arbeiten, über die in der Folge berichtet wird, sollen vor allem die Kenntnisse vom Gesundheitszustand der Renken erweitern. Überdies erleichtert das Wissen von Verhaltensweisen der Fische — etwa während der Laichzeit — die von der Praxis durchzuführenden Aufgaben.

Tab. 5: Zusammenfassung fischereibiologischer Beobachtungen

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
Gesamtfang	60	63	66	57	70	64	64	43	487
♂	25	40	25	27	41*	32	40	17	247*
♀	35	23	41	30	28*	32	24	26	239*
Wirbelsäulen- deformation	3	2							5
Morpholog. Un- regelmäßigkeiten	3	2	2		1	3	2		13
Beschädigte Flossen				2	1		2		5
Beschädigte Kiemendeckel			2					2	4
Biß- verletzungen		1		2				1	4
erkennbare Krankheiten				1	1				2
Laich- verhaltung	2	1							3
Depotfett	2	10	18	35	61	53	54	24	263
Mageninhalt	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Besonderheiten					Zwitter*				

1. Abnormitäten, Ernährungszustand, Mageninhalt

Die Zahl der verkrüppelten Exemplare lag innerhalb der Stichproben bei 1%. Von 492 Individuen mußten 5 wegen Wirbelsäulendeformation von der morphometrischen Untersuchung ausgeschlossen werden. Morphologische Unregelmäßigkeiten bezogen sich auf die Schwanzflosse, das Maul und nicht vollständig ausgebildete Seitenlinien. Hierbei brach die Linie der vom Seitenlinienkanal durchbohrten Schuppen etwa in der Fischmitte ab. Beschädigte Flossen und Kiemendeckel waren ebenso selten wie erkennbare Veränderungen der Eingeweide beim Öffnen der Leibeshöhle. Zweimal wurden

Entzündungen der Gonaden festgestellt. Fische mit interkalärer Bauchflosse, wie sie von W a g l e r (1927) für den Bodensee beschrieben worden waren, fehlten ganz. Die Stichprobe enthielt ein Exemplar mit paarig angelegten Zwittergonaden.

Beim Öffnen der Leibeshöhle gaben die angelegten Fettdepots Auskunft über die ausgezeichneten Ernährungsbedingungen für die Fische im See. Die Hauptfett-speicherung erfolgte in der Leibeshöhle, wodurch die Renken zeitweilig ausgesprochen volleibig erschienen. Fett lagert sich vor allem um die Eingeweide der Leibeshöhle ab. In der Zeit von Dezember bis März waren die Fische ärmer an Depotfett.

Bei der Untersuchung der Mageninhalte fielen keine Besonderheiten auf. Es wurde vor allem darauf geachtet, ob die Angaben W a g l e r s (1941, 419) und die Annahme G r i m s (1951 a) über die durch möglichen Kannibalismus verursachten Ertragsschwankungen Bestätigung finden konnten. Alle Mägen waren frei von kleineren Artgenossen oder anderen Jungfischen. Der Mageninhalt entsprach den Ernährungsverhältnissen der jeweiligen Jahreszeit und dem Standort der Fische.

2. Parasitierung

Tab. 6: Parasitenbefall der Renken des Starnberger Sees.

Datum	n	<i>Ergasilus sieboldii</i>	<i>Triaenophorus crassus</i>	<i>Proteocephalus</i> Larven	<i>longicollis</i> Adulte
29. 3.	9	—	—		
5. 4.	10	vereinzelt	—	vereinzelt	—
14. 4.	6	—	—	vereinzelt bis mäßig	2
6. 5.	6	—	—	Massen (1000)	—
26. 5.	7	—	—	Massen	einzelne
6. 7.	6	—	—	—	—
13. 9.	6	—	—	Massen	—
18. 10.	6	—	—	—	—
15. 12.	5	—	—	vereinzelt	—

Ganzjähriger Massenbefall der Coregonen durch Cestoden und Ergasiliden liegt nicht vor. Lediglich während der Monate erhöhter Wassertemperatur kann starker larvaler *Proteocephalus*-Befall nachgewiesen werden. Reichenbach-Klinke (1969) und Deufel (1956) beobachteten, daß der Korpulenzfaktor Schwankungen unterworfen ist, die in Beziehung zur Parasitierung gesetzt werden können. Bei Massenbefall (20 adulte oder 200 larvale Bandwürmer und mindestens 100 Ergasiliden) erfolgt wenige Monate später ein Rückgang der Werte für den Korpulenzfaktor. Den Tabellen der Fangauswertung (S. 54) ist zu entnehmen, daß etwa 7% aller die Stichprobe umfassender Exemplare einen Korpulenzfaktor aufweisen, der

den Durchschnittswert geringfügig unterschreitet, so daß aus dieser Sicht starke Parasitierung nicht zu erkennen ist. Für die Renken des Starnberger Sees ist das Fehlen des wirtschaftswichtigen Parasiten *Triaenophorus crassus* bemerkenswert. Im Vergleich mit den Seen des bayerischen Voralpenlandes kann nach Reichenbach-Klinke (mdl. Mitteilung vom 15. 12. 1971) nur allgemeine schwache Parasitierung der Renkenpopulation nachgewiesen werden.

3. Laichtermin, Laichplätze, Verhältnis der Geschlechter

In manchen Seen (z. B. Laacher See) läßt sich der Beginn der Coregonen-Laichzeit annähernd genau voraussagen. Am Starnberger See ist dies nicht möglich. Der Beginn der Laichzeit fällt aber im allgemeinen in die erste Dezemberhälfte. Der für Coregonen charakteristische Laichausschlag ist bei einem Großteil der Fische bereits ab Mitte November anzutreffen. Bei Versuchsfängen 1970 und 1971 konnte Laichfischerei jeweils ab 8. Dezember als lohnend angesehen werden. Innerhalb von 14 Tagen hat dann ein Großteil der Fische abgelaiht. Laichreife Exemplare werden darüberhinaus noch bis in die zweite Januarhälfte angetroffen.

Die Regelmäßigkeit, mit der in vielen Gewässern die Laichreife eintritt, hat zur Erforschung sie bedingender Umwelteinflüsse geführt. Järvi (1921) hatte erstmalig die Beobachtung mitgeteilt, daß die Kleine Maräne des Keitelsees in Finnland bei Abkühlung des Oberflächenwassers auf 7° C zu laichen beginnt. Kopfmüller und Scheffelt (1924) hatten anhand mehrjähriger Temperaturmessungen die Beobachtungen für den Blaufelchen des Bodensees bestätigen können. Da sich die Erscheinung für viele andere Seen nachweisen ließ (Wagler 1941), sah man schließlich als Voraussetzung für den Beginn des Laichgeschäfts an, daß die Temperatur des Oberflächenwassers den Schwellenwert von 7° C erreicht.

1970 wurde vor Tutzing vom 25. November an täglich die Wassertemperatur in 1 m Tiefe gemessen. Sie betragen bis zum 3. Dezember rd. 7,0° C. Nach einem Sturm wurde am 4. Dezember 5,5° C gemessen. An diesem Tage brachte die Auswertung durchgeführter Probefänge 100%ige Unreife aller Rogner. Als am 11. Dezember die Laichfischerei begann, betrug die Temperatur 5,0° C. Ähnlich war es 1971. Bei Beginn des Laichfischfanges hatte das Seewasser eine Temperatur von 5,5° C. Aufzeichnungen der Fischereigenossenschaft zufolge wurden während des Laichfischfanges 1966 (8. bis 15. Dezember) am Ostufer Temperaturen zwischen 4,0 und 6,0° C gemessen. Am Westufer lagen Schwankungen zwischen 5,0 und 9,0° C vor. 1965 dagegen betrug die Temperatur zwischen 6. und 16. Dezember am Ostufer konstant 7,0° C und am Westufer 7,5° C. In großen Seen wechselnder Tiefe wird die kritische Temperatur an verschiedenen Stellen zu recht ungleicher Zeit erreicht. Während innerhalb der Flachwasserbezirke der Abkühlungsvorgang weit fortgeschritten ist, können über den tiefen Stellen des offenen Sees beträchtlich höhere Wärmegrade vorherrschen. Aus

den Temperaturmessungen verschiedener Jahre geht hervor, daß am Starnberger See der Beginn der Vollreife nicht unbedingt an der Temperaturschwelle $7,0^{\circ}\text{C}$ erfolgt (vgl. N ü m a n n 1966, 1970).

Da Laichfischfang bisher ausschließlich innerhalb der Uferregion ausgeübt worden war, wurde vermutet, daß es innerhalb des Sees von der Freiwasserzone bis zum Flachwasserbereich zu „Laichwanderungen“ kommt. Um festzustellen, ob laichreife Renken auch im Pelagial anzutreffen sind, wurden während der Laichzeit 1972 vom 2. bis 16. Dezember zwei Versuchssätze mit insgesamt 9 Netzen der Maschenweite 40—49 mm im See verankert. Die Fangtiefe betrug 1—3 m.

Vor Schloß Allmannshausen über der Tiefenrinne (110 m) ca. 800 m vom Ostufer entfernt, kamen 192 Renken zum Fang. Von 94 Milchnern waren 75 reif und 19 unreif. Von 98 Rognern waren 39 reif und 59 unreif.

In der Seemitte (Wassertiefe etwa 70 m) auf der Linie Tutzing/Ammerland erbrachte die Versuchsfischerei insgesamt 119 Renken. Von 38 Milchnern waren 23 reif und 15 unreif. Von 81 Rognern waren 35 reif, 40 unreif und 6 hatten bereits abgelaicht.

Das Ergebnis zeigt, daß laichreife Fische auch in der Freiwasserzone anzutreffen sind. Die Annahme, daß sich das Laichgeschäft auch wirklich in diesem Bereich abspielt, wird dadurch gefestigt, daß sich reife Exemplare pärchenweise in geringem Abstand im Netz fingen, woraus die Bereitschaft zur Abgabe der Laichprodukte geschlossen werden kann (vgl. W a g l e r 1927, 204 ff.). Obwohl beim Fang von Laichfischen bestimmte Bezirke des Sees von den Fischern bevorzugt aufgesucht werden, kann daher von Laichplätzen im engeren Sinn, wie solche etwa vom Laachersee bekannt sind (M i e g e l 1966, 421), nicht gesprochen werden. Von Ammersee, Chiemsee, Kochelsee und Staffelsee ist bekannt, daß Coregonen während der Laichzeit das Seebecken verlassen und zur Laichabgabe in den Zuflüssen oft kilometerweit aufsteigen. W a g l e r (1941, 444) teilt gleiches Verhalten von Coregonen Österreichischer und Schweizer Seen mit und vermutet, daß die Wahl der Laichplätze in erster Linie durch den Sauerstoffgehalt des Wassers bestimmt wird. Am Starnberger See konnten solche Laichwanderungen nicht beobachtet werden, da durch das Fehlen eines großen Zuflusses die naturgegebene Voraussetzung nicht vorhanden ist. Beobachtungen an größeren Zuläufen (Osterseebach, Märzenbach) während der Laichzeit 1972 zeigten keinen Aufstieg von Laichfischen.

Das Verhältnis der Geschlechter kann mit der sog. Sexualziffer gekennzeichnet werden. Diese gibt die Anzahl der Milchner pro 100 Rogner an. In der Literatur häufiger angewendet findet sich aber das Verhältnis Milchner zu Rogner pro 100 Individuen oder auf den Gesamtfang bezogen. Erste Zahlen über die Geschlechterverteilung im Starnberger See hat W a g l e r (1941) veröffentlicht. Er fand ein Verhältnis von 48 : 52. Unter 100 untersuchten Individuen waren 48 Milchner und 52 Rogner. v. L u k o w i c z (1967) fand ein Verhältnis von 426 : 381. Bei den Versuchsfängen 1971 kamen 247 Milchner, 239 Rogner und 1 Zwitter zum Fang. Diesen Angaben zufolge ist innerhalb der Renkenpopulation des Starnberger Sees das Ver-

hältnis der Geschlechter zueinander annähernd 1 : 1. Es können keine Angaben gemacht werden, wann und unter welchen Voraussetzungen sich das eine oder andere Geschlecht bevorzugt fangen ließ. Die Möglichkeit während der Laichzeit eher am Boden reife Milchner fangen zu können, wurde durch die Beobachtung bestätigt, daß sich der reife Milchner am Grunde aufhielt und augenscheinlich die Vollreife des Rogners abwartete.

4. Eidurchmesser, Eigewicht, Eizahl/l

Tab. 7: Eidurchmesser von Coregoneneiern der Altersklasse I+ und II+
Mittelwerte der Messungen von jeweils 100 Eiern.

Tag der Messung	I+ [mm]	II+ [mm]
11. 12. 1970	1,95	2,20
28. 12. 1970	2,20	2,40
11. 1. 1971	2,25	2,50
28. 1. 1971	2,30	2,60
11. 2. 1971	2,30	2,60
28. 2. 1971	2,30	2,60

Die Variationsbreiten betragen für die Eier der Altersklasse I+ $\pm 0,1$ mm, für die Eier der Altersklasse II+ $\pm 0,2$ mm. Von der jeweiligen Altersklasse lag bezüglich des Eidurchmessers ausgesprochen einheitliches Material vor. Die angegebenen Variationsbreiten bezogen sich innerhalb der Serien auf einige wenige Eier. Wagler (1941, 452) gibt für ungeäugte Eier im Durchschnitt 2,06 mm mit einer Variationsbreite von 1,9 bis 2,3 mm an. Aus seinen Angaben geht nicht exakt hervor, zu welchem Zeitpunkt die Eier gemessen wurden.

Mit der Vergrößerung des Eidurchmessers findet eine Volumenänderung statt, die innerhalb der Erbrütungsdauer in 3 Phasen erkennbar ist. Die auffälligste Volumenvergrößerung erfährt das Ei in den ersten 14 Tagen seiner Entwicklung. Im Verlauf des nächsten Monats findet eine weitere Zunahme des Eivolumens statt. Im letzten Teil der Eientwicklung bleibt der Eidurchmesser konstant. Besonders auffallend sind die Größenunterschiede, die sich im Vergleich der beiden Altersklassen ergeben. Kleinere Eier bewirken kleinere Brütlinge, die von ihrer Konstitution her geringere Überlebenschancen haben. Die hieraus resultierenden Probleme bei der Vermehrung der Coregonenbestände hat N ü m a n n (1962, 1963) für den Bodensee dargelegt. Die Problematik trifft gleichermaßen auf den Starnberger See zu.

Bei der Bestimmung des Eigewichts war das Ergebnis der Wägungen (von jeweils 10 Eiern): 1. 63,8 mg, 2. 58,6 mg, 3. 63,2 mg, 4. 62,5 mg, 5. 62,5 mg, 6. 62,9 mg, 7. 66,2 mg, 8. 56,8 mg, 9. 67,1 mg, 10. 62,5 mg.

Das Durchschnittsgewicht pro Ei ergibt sich zu rd. 6,3 mg.

Zur Bestimmung der Eizahl pro l wurde in einem Meßzylinder 10mal das

Volumen von 250 eben befruchteten Eiern ermittelt. Das Durchschnittsvolumen lag bei 2,5 ml. Daraus errechnen sich etwa 100 000 Eier pro l.

5. Dauer der Eientwicklung, Längenmessungen an frischgeschlüpften Larven

Die Entwicklungsdauer der Fischeier von der Laichabgabe bis zum Schlüpftermin wird in der Regel durch die Summe der Tagesgrade gekennzeichnet. Man versteht darunter die Summe der durchschnittlichen Wassertemperaturen aller Bruttage (Morawa 1968). Allerdings stimmt die Temperaturabhängigkeit der Erbrütungsdauer nur im mittleren Bereich mit den nach der Temperatur-Summen-Regel (Tagesgrade) errechneten Werten überein (vgl. Keiz 1959). Wagler (1941) hält genaue Angaben über die Entwicklungsdauer von Coregononeiern für möglich und sieht in der Unterschiedlichkeit der Tagesgrade ein gutes Unterscheidungsmerkmal für die einzelnen Arten im Coregonensystem. Nach seinen Aufzeichnungen über den Bodensee schlüpft die Brut des Blaufelchens nach 300 Tagesgraden, die des Sandfelchens nach 325 Tagesgraden und die Gangfischbrut nach 360 Tagesgraden.

Die Entwicklungsdauer der Starnberger See-Coregonen wurde während der Erbrütungszeit 1970/71 und 1971/72 beobachtet. Die Erbrütung in der genossenschaftseigenen Brutanstalt in Tutzing erfolgte mit Seewasser. Die durchschnittlichen Wassertemperaturen schwankten zwischen 1,6° C (31. 1. 72) und 5,8° C (21. 12. 1971). Der Entwicklungsgang anhand der Tagesgrade war folgender:

Das Augenpunktstadium (erstes Pigment in den Augen) war am 11. Januar 1971 bei 107,5 Tagesgraden, 1972 am 4. Januar bei 126,2 Tagesgraden erreicht. Zum Vergleich gibt Wagler (1941, 456) für Coregonen allgemein rd. 130 Tagesgrade an.

Kurze Zeit später zwischen 120 und 140 Tagesgraden begann das Schlüpfen nicht lebensfähiger Larven. Dieser verfrühte Schlüpfvorgang ist auch von den Brutanstalten des Bodensees bekannt. Das Schlüpfen lebensfähiger Larven begann 1971 am 28. Februar bei 275,5 Tagesgraden. Am 29. März 1971 bei 364,5 Tagesgraden waren sämtliche Coregonenlarven ausgeschlüpft.

1972 fand erstes Schlüpfen am 6. Februar bei 231,8 Tagesgraden statt. Vollständig beendet war der Vorgang am 16. März bei 386,6 Tagesgraden. 1972 wurde also ein anderer Entwicklungsgang festgestellt. Exakte Angaben über den Schlüpftermin in Verbindung mit den Tagesgraden können nicht gemacht werden. In beiden Fällen zog sich das Schlüpfen über Wochen hin, obwohl es sich um einheitliches Eimaterial handelte, das zu gleicher Zeit befruchtet worden war. Das Schlüpfen beginnt zu einem bestimmten Zeitpunkt, erreicht allmählich seinen Höhepunkt, klingt dann langsam ab und ist 4—5 Wochen nach dem ersten Schlüpfen beendet. In diesem Zusammenhang teilt Staudinger (1887) mit, daß nach seinen Ermittlungen das Schlüpfen der Renken im Starnberger See Ende Januar erfolgt. Er be-

richtet weiter, daß der Laichvorgang zwischen 8. und 20. November liegt (4 Wochen eher als zur heutigen Zeit). Bei Annahme einer mittleren Wassertemperatur von 4° C errechnet sich eine Entwicklungsdauer von etwa 290 bis 335 Tagesgraden. Die Befunde der Laichentwicklung am Seeboden könnten somit die Verhältnisse in der Brutanstalt bestätigen.

Die Größe der schlüpfenden Coregonenbrut ist in erster Linie von der Größe der Eier abhängig. Ferner spielt die Temperatur während des Erbrütungsvorganges eine Rolle (B r a u m 1964).

Längenmessungen eben geschlüpfter Larven von Elternfischen der Larven I+ betragen 9,0 mm (8,8—9,3), der Altersklasse II+ 10,5 mm (9,9 bis 11,5).

Wagler (1941, 458) bestimmte die Länge mit 8,9 mm (7,4—9,6). Die Zeichnung einer Renkenlarve vom Starnberger See findet sich bei Wagler (1941, 457). Bei den Larven kann während der ersten Tage nach dem Schlüpfen eine rasche Längenzunahme beobachtet werden. Zu Beginn der Nahrungsaufnahme wird das Wachstum verlangsamt. Die bei der Betrachtung der Larven auffallende Größe der Augen wird mit deren Bedeutung für die Nahrungsaufnahme erklärt. Für diese beginnen sich die Larven gegen Ende des Dottersackstadiums zu interessieren. Die einzelnen Beutetiere werden hierbei binokular fixiert. Die Fischchen schnappen nach den Planktern, wobei ihr Mund als „Vakuumfalle“ wirkt (vgl. B r a u m 1964).

6. Zur Funktionstüchtigkeit der Laichplätze

Im Zuge fortschreitender Eutrophierung der Seen wurde besonders im Bereich des Bodensees auf die Gefahr für die Entwicklung der empfindlichen Coregoneneier hingewiesen, die aus den stets größer werdenden Sauerstoff-Zehrwerten erwächst (E l s t e r / N ü m a n n 1961, K r i e g s m a n n 1968). Es wird befürchtet, daß die Renkeneier während ihrer Entwicklungszeit infolge Sauerstoffmangels ersticken. Untersuchungen dienen dazu, eine beginnende Gefährdung der Funktionstüchtigkeit der Laichplätze rechtzeitig zu erkennen. Dies ist für fischereiliche Sanierungsprogramme von Bedeutung, da Fördermaßnahmen, wenn diese den Renken-ertrag einmal zu stützen hätten, nicht kurzfristig erfolgen können.

Zur Feststellung der Funktionstüchtigkeit wurde Renkenlaich in verschiedene Tiefen des Sees abgesenkt und anhand regelmäßiger Kontrollen die Eientwicklung beobachtet. Als Behälter für die Eier dienten pyramidenförmige Eisendrahtgestelle, die mit „Monodur 1120“ ausgeschlagen waren. Die im Dezember 1971 begonnenen Versuche werden über den Rahmen dieser Arbeit fortgesetzt. Eingehende qualitative und quantitative Analysen der Beobachtungen sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden. Den Auswertungen der Vorversuche ist aber zu entnehmen, daß vorläufig noch in allen Tiefen eine Eientwicklung stattfand, die das Schlüpfen lebensfähiger Larven ermöglichte. Die Verluste infolge Absterbens der Eier waren sehr hoch. Die Feststellung, ob und inwieweit Gammariden an der

Eivernichtung beteiligt waren, bleibt einer weiteren Untersuchung vorbehalten.

Über die während der Eientwicklungsdauer herrschenden Sauerstoffverhältnisse können keine exakten Angaben gemacht werden. Aus den Tiefenprofilen von Dezember 1970 und 1971 geht hervor, daß die Konzentrationen in 117 m Wassertiefe bei 6,2—7,5 mg/l lagen. Allerdings bleiben die Bedingungen in der Schlamm-Wasser-Kontaktschicht wie oben beschrieben unbekannt. Sicher ist aber, daß für die Schaffung günstiger Entwicklungsmöglichkeiten das frühe Einsetzen der herbstlichen Zirkulationsvorgänge von Vorteil ist.

V. Renkenfischerei

1. Ertragsstruktur*)

Am Starnberger See meldet jede der 37 fischereiberechtigten Familien am Ende einer Fangperiode dem Genossenschaftsvorstand ihren Fangtrag.

Wagler (Aktenmaterial der Zool. Sammlung des Bay. Staates — unveröffentlicht) bezeichnet den durch die Bayerische Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen erstellten jährlichen Gesamt-Fangtrag für die Renken in seiner Höhe als „unzuverlässig“, da die Fischer lediglich $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ des tatsächlichen Fanges angeben (vgl. Jahn 1970).

Von 1920 bis Kriegsende liegt annähernd einheitliches Ertragsniveau vor. Extremwerte bilden die Fangträge der Jahre 1927 und 1938. Parallel zur Entwicklung am Bodensee/Obersee (Nümann 1959) führt die in den Nachkriegsjahren stärker einsetzende Eutrophierung, über die Bereitstellung größerer Nahrungsmengen für die Fische, zu leichten Ertragssteigerungen. Nach 1956 setzt ein sprunghaftes Ansteigen der Erträge ein.

Tab. 8: Renkenfischerei am Starnberger See —
Durchschnittserträge in kg/ha.

Zeitraum	Durchschnittserträge [kg/ha]	Spannweite
1920—1945	2,09	0,87— 5,19
1946—1956	2,83	1,02— 4,03
1957—1971	8,15	3,16—12,72

*) Unter Ertrag wird hier der der Renkenpopulation durch Fang entzogene Teil des Bestandes verstanden (vgl. Jens 1964, 34).

Abb. 16: Renkenerträge seit 1920

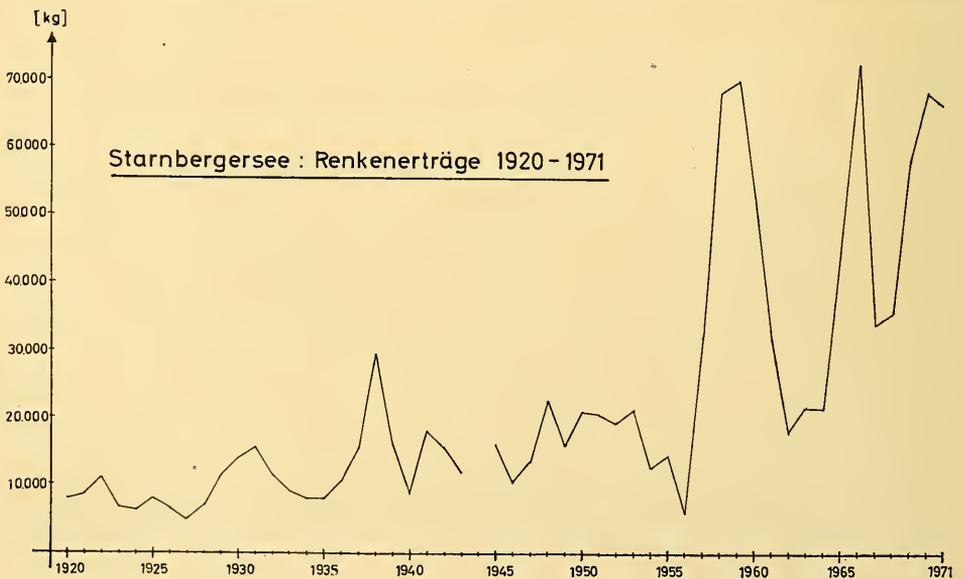
Jahr	kg	kg/ha	Jahr	kg	kg/ha
1920	7537	1,31	1946	10452	1,83
1921	8673	1,51	1947	13448	2,35
1922	10966	1,92	1948	23017	4,03
1923	6587	1,15	1949	16243	2,84
1924	5912	1,03	1950	21007	3,67
1925	7901	1,38	1951	20467	3,58
1926	6615	1,15	1952	19646	3,44
1927	4979	0,87	1953	21000	3,67
1928	6929	1,21	1954	12569	2,20
1929	11605	2,03	1955	14688	2,57
1930	14313	2,50	1956	5822	1,02
1931	15481	2,71	1957	32208	5,64
1932	11766	2,06	1958	68441	11,98
1933	8964	1,57	1959	69832	12,23
1934	7805	1,36	1960	52806	9,24
1935	8094	1,41	1961	32215	5,64
1936	10605	1,85	1962	18054	3,16
1937	15596	2,73	1963	21573	3,77
1938	29675	5,19	1964	21766	3,81
1939	16494	2,88	1965	45120	7,90
1940	9076	1,58	1966	72645	12,72
1941	18141	3,17	1967	34491	6,04
1942	15637	2,73	1968	35720	6,25
1943	12311	2,15	1969	58358	10,22
1944	—	—	1970	68644	12,02
1945	16231	2,84	1971	66714	11,68

1920—1936 Wagler (1938, 13).

1939—1950 Wagler (unveröffentlichte Aufzeichnungen der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates).

1953—1971 Aufzeichnungen der Fischereigenossenschaft Würmse.

1937/38 1951/52 Aufzeichnungen der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen.



Der von Schmid (1967) mit 23,8 kg/ha angegebene hohe Durchschnittsertrag für 1966 ist der Fangertag von nur 3 Betrieben. Da aber die Renkenfischerei betriebsweise mit unterschiedlicher Intensität ausgeübt wird, sind einzelbetriebliche Angaben zur Erstellung eines Gesamt-Fangertages nicht hinreichend repräsentativ. Auch unter Berücksichtigung zu niedriger Angaben in der Statistik, scheint dieser Wert wegen der Bewirtschaftungsweise des Coregonenbestandes die derzeitigen Möglichkeiten des Sees zu übersteigen.

2. Altersklassenzusammensetzung

Die Untersuchung der Altersklassenzusammensetzung wurde an der 487 Exemplare umfassenden Stichprobe vorgenommen.

Tab. 9: Altersaufbau des Renkenbestandes

AK	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe
I+*)					1		3	31	35
II+	31	17	30	39	49	36	42	10	254
III+	29	46	36	18	20	28	18	2	197
IV+							1		1

Erstes Auftreten der Altersklasse I+ wird bei Verwendung von Netzen der Maschenweite 40 und 42 mm am Starnberger See in den Monaten Juli/August festgestellt. Gegen Ende der Fangperiode nehmen die Anteile dieser Klasse in den Fängen zu. Den größten Prozentsatz am Gesamtumfang bildet die Klasse II+. Sie ist über die ganze Fangperiode dominierend. Auch die Klasse III+ ist bis Mai dominant am Fang beteiligt. Sie ist bis zum Ende der Fangperiode mit abnehmendem Umfang vertreten. Der Fang eines Exemplares der Altersklasse IV+ kann als Seltenheit angesehen werden.

Am Bodensee wurden seit 1930 Untersuchungen der Altersklassenzusammensetzungen durchgeführt. Anfang der 30er Jahre waren 8- und 9-jährige Fische in den Fängen keine Seltenheit. In den nachfolgenden Jahren setzten sich die Fänge im wesentlichen aus den Klassen III+ und IV+ (1934 weitaus der größte Anteil) zusammen. Die Klasse V+ war schon weit weniger vertreten. Obwohl hinsichtlich Schonmaß und Maschenweiten keine Veränderungen vorgenommen wurden, traten während der letzten 20 Jahre die jüngeren Altersklassen immer stärker hervor. Die Klasse II+,

*) Übereinkommensgemäß wird der 1. Januar als Geburtstag der Coregonen angesehen. Solange der Fisch diesen Termin nicht wieder erlebt hat, wird er zur Altersklasse 0 gerechnet. Im weiteren Verlauf zählt er analog zur Altersklasse I, II, III usw. Vom Beispiel II+ ausgehend, bedeutet das Pluszeichen, daß sich der Fisch als Zweijähriger im dritten Lebensjahr befindet (E l s t e r 1935).

deren Vertreter zuvor nur als Vorwüchser vereinzelt im Fang erschienen, stellte bald den Hauptanteil am Gesamtfang. Heute sind schon die Vorwüchser der Klasse I+ in den Fängen nachzuweisen, obwohl zur Schonung dieser Altersklasse die Maschenweite 1965 auf 44 mm heraufgesetzt worden war (vgl. Florin 1968, 1969, 1970). Es liegt daher in letzter Zeit erneut eine Verringerung der im See vorkommenden Altersklassen um eine Altersklasse vor. Wegen der parallellaufenden Eutrophierungsvorgänge in beiden Seen dürfte die Entwicklung der Altersklassenzusammensetzung, so wie sie vom Bodensee bekannt ist, in ähnlicher Form für den Starnberger See zutreffend sein.

Die Höhe des Gesamt-Fangertrages an Renken wird in erster Linie durch die Klasse II+ festgelegt. Nur dann, wenn diese Klasse zahlenmäßig so stark vertreten ist, daß sie innerhalb einer Fangsaison nicht vollständig herausgefangen werden kann, kommt es zur Ausbildung der Klasse III+ mit erhöhten Fanganteilen innerhalb der ersten Jahreshälfte. Die Fanganteile gehen in der zweiten Jahreshälfte rasch zurück. Am letzten Fangtag der Saison 1970 wurden an 337 Renken Altersbestimmungen durchgeführt. Nur 5 Exemplare gehörten der Altersklasse III+ an. Alle anderen Fische waren jünger. Dieser Tatbestand zeigt, daß bei der Intensität der Befischung nur noch wenige Exemplare der Altersklasse III+ zur Abgabe ihrer Laichprodukte gelangen. Bildet die Klasse II+ einen zahlenmäßig schwachen Jahrgang, ist auch die Zahl der II+-Laichfische stark dezimiert.

3. Wachstum

Die Bestimmung des mittleren Wachstums eines Jahrgangs erfolgt anhand von Wachstumsrückberechnungen aus dem Schuppenbild. Da das Wachstum von Körper und Schuppen nicht direkt proportional ist, kommen Korrekturfaktoren nach Einsele (1943) und Elster (1944) zur Anwendung. Die Methode erlaubt es, das durch die zunehmende Eutrophierung beschleunigte Wachstum der Bodenseeblaufelchen nachzuweisen (Nümann 1959, 1962, 1967, 1970). Verschlechterungen im Trophiezustand eines Gewässers werden auf diese Weise durch Veränderungen im mittleren Wachstum einer Coregonenpopulation erkannt.

Durch Art und Intensität der Befischung werden bei Erreichen des Schonmaßes zuerst schnellwüchsige, später langsamwüchsige Fische gefangen. Durchschnittswerte für Körpermaße eines erstmalig zum Fang kommenden Jahrgangs fallen deshalb durch den Einfluß der Vorwüchser zu hoch aus. Für ältere Jahrgänge sind die Werte dagegen zu niedrig, da die Vorwüchser gefangen worden sind und nur „Minusabweicher“ zur Vermessung gelangen. Die durch genetische und Umweltfaktoren bedingten Wachstumsunterschiede werden durch „Spannweiten“ der Werte zum Ausdruck gebracht. Bei Auswertung der Fänge wird auf Berechnung des mittleren Jahreszuwachses der einzelnen Parameter verzichtet und stattdessen versucht, durch Einsatz von Netzen unterschiedlicher Maschenweite (36 bis

48 mm) die Wachstumsunterschiede durch die Spannweiten besonders gut sichtbar zu machen. Bei Festlegung des Schonmaßes für eine Altersklasse kann somit der Richtwert durch die Vorwüchser bestimmt werden. Damit unterbleibt die fortlaufende negative Selektion durch den Fang der Vorwüchser. Genetisch hochwertiges Material bleibt dem Gewässer für die Vermehrung der Bestände erhalten.

Die Untersuchungen erfolgten jeweils zwischen dem 1. und 5. eines Monats. Da das Wachstum der Fische während der kalten Jahreszeit stagniert, beschränken sich die Auswertungen auf den Zeitraum von März bis Oktober.

Tab. 10: Auswertung der Fänge

Gesamtlänge (Lt)

**) M Lt I+ Spannweite		M Lt II+	Spannweite	M Lt III+	Spannweite	M Lt IV+
März		31,1 (31)	27,7—34,5	36,6 (29)	32,5—41,4	
April		30,7 (17)	28,4—33,6	35,0 (46)	32,3—38,0	
Mai		31,4 (30)	28,8—33,1	35,4 (36)	32,5—40,8	
Juni		32,0 (39)	29,9—35,0	36,6 (18)	33,4—40,6	
Juli	29,4 (1)*	32,3 (49)	30,2—36,0	35,5 (20)	33,2—40,0	
Aug.		33,9 (36)	31,6—36,5	36,8 (28)	35,3—39,8	
Sept.	28,8 (3)	26,1—31,4	35,1 (42)	31,7—37,7	38,9 (18)	48,4 (1)
Okt.	28,9 (31)	26,2—32,6	36,4 (10)	31,6—40,6	41,4 (2)	40,6—42,3

*) Anzahl untersuchter Exemplare

**) M = Mittelwert

Umfang (U)

M U I+♀		Spannweite	M U I+♂		Spannweite	M U II+♀		Spannweite
März						16,5 (20)		14,6—18,3
April						15,5 (5)		15,0—16,8
Mai						16,9 (18)		14,7—18,0
Juni						17,5 (17)		16,0—19,1
Juli	15,5 (1)					17,7 (17)		16,2—19,0
Aug.						18,1 (16)		16,5—19,5
Sept.	14,6 (3)	14,5—14,9				18,4 (9)		17,3—19,5
Okt.	15,0 (21)	13,9—16,3	14,9 (10)	12,5—16,7		19,4 (4)		18,0—20,8

M U II+♂	Spannweite	M U III+♀	Spannweite	M U III+♂	Spannweite	M U IV+♀
15,4 (11)	14,3—16,2	17,4 (15)	16,3—18,5	17,6 (14)	15,3—21,3	
15,9 (12)	14,7—17,0	17,5 (18)	16,1—19,2	17,3 (28)	15,6—19,2	
16,8 (12)	16,0—17,7	19,0 (24)	17,0—22,3	18,7 (12)	17,0—22,0	
17,1 (22)	15,7—18,7	19,6 (13)	18,0—21,4	19,3 (5)	18,2—20,1	
17,2 (31)	16,3—18,7	19,7 (10)	18,4—22,2	18,8 (10)	17,4—20,3	
17,4 (20)	15,9—19,0	19,7 (16)	18,1—21,2	19,1 (12)	18,2—20,0	
17,9 (33)	16,7—19,6	20,1 (11)	18,6—22,8	20,8 (7)	19,9—21,8	29,0 (1)
18,4 (6)	17,0—20,4	21,4 (1)	—	20,4 (1)		

Vollgewicht (Gv)

	M Gv I+	Spannweite	M Gv II+	Spannweite	M Gv III+	Spannweite	M Gv IV+
März			273 (31)	206—333	394 (29)	293—580	
April			250 (17)	206—278	363 (46)	302—442	
Mai			261 (30)	159—313	386 (36)	286—618	
Juni			287 (39)	214—350	414 (18)	338—536	
Juli	208 (1)		253 (49)	242—348	408 (20)	348—545	
Aug.			330 (36)	262—382	430 (28)	361—511	
Sept.	175 (3)	137—219	350 (42)	274—450	513 (18)	432—727	1245 (1)
Okt.	185 (31)	117—270	399 (10)	272—507	579 (2)	567—592	

$$\text{Korpulenzfaktor (K)} = \frac{\text{Gv} \cdot 100}{\text{Lt}^3}$$

	M K I+	Spannweite	M K II+	Spannweite	M K III+	Spannweite	M K IV+
März			0,90 (31)	0,74—1,12	0,79 (29)	0,67—1,01	
April			0,85 (17)	0,73—0,95	0,78 (46)	0,68—1,10	
Mai			0,84 (30)	0,66—1,14	0,85 (36)	0,65—1,00	
Juni			0,86 (39)	0,73—1,02	0,84 (18)	0,72—1,06	
Juli	0,81 (1)		0,86 (49)	0,69—1,03	0,89 (20)	0,72—1,14	
Aug.			0,83 (36)	0,72—0,95	0,85 (28)	0,69—0,98	
Sept.	0,71 (3)	0,68—0,77	0,79 (42)	0,67—0,96	0,86 (18)	0,75—1,05	1,04 (1)
Okt.	0,74 (31)	0,68—0,91	0,81 (10)	0,75—0,89	0,81 (2)	0,74—0,88	

In Tab. 10 sind die monatlichen Mittelwerte (M) für die in der Stichprobe angetroffenen Altersklassen mit den dazugehörigen Spannweiten dargestellt. Die in Klammern gesetzten Zahlen stellen die Anzahl der untersuchten Exemplare dar.

Hinsichtlich der Gesamtlänge (Lt) ist für die Altersklassen fortlaufender Anstieg der durchschnittlichen Monatswerte sowie der Eckwerte der Spannweiten zu erkennen. Der etwas höhere Märzwert dürfte mit den Resten eines Überhanges an Vorwüchsern aus dem Vorjahr zu begründen sein. Ein Hinweis darauf, daß infolge des vergrößerten Nahrungsangebotes das Wachstum der Renken zugenommen hat, findet sich bei Wagler (1937, 401). Bei seinen biometrischen Arbeiten am Starnberger See lag ihm ein Fischmaterial vor, das eine durchschnittliche Gesamtlänge von 25,4 cm aufwies. (Dieser Wert ist nicht damit zu begründen, daß zu jener Zeit mit Netzen engerer Maschenweite gefischt wurde. Das geringere Wachstum der Fische findet vielmehr in der Altersklassenzusammensetzung zusätzliche Bestätigung). Die Gesamtlänge der heute zum Fang kommenden Fische hat sich damit erheblich vergrößert. Vergleiche mit den Auswertungen der Fänge des Bodensees zeigen, daß die Renken heute in 2 Jahren (I+) gleiche Längen erreichen wie in den dreißiger Jahren nach 5 Jahren (IV+) (Nümann 1970). Inwieweit das Wachstum noch von anderen Faktoren wie

Wassertemperatur oder Populationsdichte beeinflußt wird, ist im einzelnen unerforscht.

Auffallend sind die großen Wachstumsunterschiede innerhalb der einzelnen Altersklassen, die an den Spannweiten sichtbar werden. Ein II+ Fisch kann im März 34,5 cm Lt und 18,3 cm Umfang messen, außerdem 333 g wiegen. Ein langsamwüchsiger Altersgenosse weist dagegen 7 Monate später im Oktober nur 31,6 cm Lt und 18,0 cm Umfang bei 270 g auf. Auch Fische der Altersklasse I+ können im Oktober 32,6 cm Lt bei 270 g aufweisen. Bei solchen Exemplaren ist der Umfang deutlich geringer und der Korpulenzfaktor kleiner. Der Vergleich von Vorwüchsern und Langsamwüchsern zeigt Wachstumsunterschiede, die zusammengefaßt ergeben, daß Vorwüchser am Ende des 3. Jahres (II+) fast doppelt so schwer sind wie gleichaltrige langsamwüchsige Artgenossen.

Die Messung der Körperumfänge erfolgt im Hinblick auf die Festlegung der Maschenweite unter den gegebenen biologischen Voraussetzungen. Die Maschenweite errechnet sich — bei Angabe der Kantenlänge — aus dem vierten Teil des Körperumfanges.

Tab. 11: Körperumfang und Maschenweite [mm]

Umfang	MW	Umfang	MW
16,0	40,0	20,5	51,2
16,5	41,2	21,0	52,5
17,0	42,5	21,5	53,7
17,5	43,0	22,0	55,0
18,0	45,0	22,5	56,2
18,5	46,2	23,0	57,5
19,0	47,5	23,5	58,7
19,5	48,7	24,0	60,0
20,0	50,0		

Wollte man die Altersklasse I+ vollständig schonen, wäre in der Praxis so vorzugehen, daß der größte gemessene Umfang den Richtwert zur Festsetzung der Maschenweite darstellt. Bei dem im Oktober für einen I+ Milchner festgestellten Umfang von 16,7 cm ist die Maschenweite damit zwischen 41,2 und 42,5 mm anzusetzen. Die Tabelle zeigt weiterhin, daß die Fische nur relativ kurze Zeit in den am Starnberger See verwendeten Netzen der Maschenweite 40—42 mm fängig sind, dann sozusagen aus der Masche herauswachsen. Auch aus diesem Grunde ist der Fang eines Exemplars der Altersklasse IV+ mit einem Umfang von 29,0 cm als Seltenheit anzusehen. Lediglich die große Befischungintensität verhindert, daß Renkenbeifänge in Hechtnetzen (60—80 mm) relativ unbedeutend sind.

Bei Beurteilung des Wachstums durch den Korpulenzfaktor werden Länge und Gewicht der Fische gleichzeitig berücksichtigt ($K = \frac{Gv \cdot 100}{Lt^3}$). Dabei

zeigte sich, daß die Fische im Laufe ihrer Entwicklung korpulenter werden. Dies geht aus dem Vergleich der Korpulenzfaktoren der Altersklasse I+ und II+ hervor. Während die Werte für die Altersklasse I+ zu Beginn ihres Auftretens in den Fängen bei durchschnittlich 0,71—0,74 lagen, stiegen sie im Laufe eines Jahres auf durchschnittlich 0,85 an. Mit dieser Größe dürfte auch der Gesamtdurchschnittswert des Sees festliegen. Die Spannweite liegt zwischen 0,66 und 1,14. Die Werte sind gut mit den Angaben von Reichenbach-Klinke (1967) für Chiemsee und andere oberbayerische Seen vergleichbar (0,8 bis 1,15). Der Korpulenzfaktor der Renken des Starnberger Sees ist damit dem der Renken der übrigen Seen des oberbayerischen Voralpengebietes ähnlich. Außerbayerische Vergleiche mit Renken des Laacher Sees, die vom Verfasser an einer Stichprobe von 103 Exemplaren 1972 vorgenommen wurden, zeigen, daß die Fische der Altersklasse II+ dieses Sees noch ziemlich schlank sind. In den höheren Altersklassen sind die Fische dann allerdings korpulenter als die oberbayerischen Vertreter.

Tab. 12: Korpulenzfaktoren von Renken des Laacher Sees (Dezember 1972)

AK	M	Spannweite	n
II+	0,76	0,70—0,86	10
III+	0,91	0,69—1,17	71
IV+	1,03	0,80—1,19	22

4. Befischungsintensität

Die Befischungsintensität entspricht dem Fangmittelaufwand während eines Zeitraumes (vgl. Elster 1944). Bei den durchgeführten Berechnungen wurde die innerhalb einer Fangperiode eingesetzte Netzfläche ermittelt und zur Seefläche in Beziehung gesetzt. Vergleichende Untersuchungen am Ammersee und Chiemsee sollten die Befischungsintensität des Starnberger Sees anschaulich machen. Schwierigkeiten traten dadurch insofern auf, als an den einzelnen Seen Unterschiede in den Befischungsgepflogenheiten und der Länge der Fangperioden anzutreffen sind. Bei der Berechnung wurde daher im einzelnen wie folgt vorgegangen:

- a) Es wurde die Anzahl der Fischereitage der jeweiligen Seen innerhalb der Fangperiode 1972 bestimmt.
- b) Die Netzfläche, die ein Fischer im Laufe der Fangperiode ausgebracht hatte, wurde ermittelt. Dabei wurde der am Starnberger See und Chiemsee herrschenden Gewohnheit, die Fangperiode fischereilich in 2 Abschnitte zu gliedern, Rechnung getragen. (Vom 3. Januar bis 2. Juni 1972 fischte jeder Fischer am Starnberger See 7 Tage in der Woche mit 1200 m² pro Tag, vom 5. Juni bis 29. September 4 Tage in der Woche mit 2000 m². Am Chiemsee blieb im Gegensatz dazu die Netzfläche unverändert).

c) Die Netzfläche eines Fischers während der Fangperiode wurde auf die Anzahl der Fischereiausübenden der Seen umgerechnet und zur jeweiligen Seefläche ins Verhältnis gesetzt. Als Ergebnis liegt die eingesetzte Gesamtfläche pro ha für 1972 vor.

Tab. 13: Befischungsintensität·1972

	Starnberger See	Ammersee	Chiemsee
Seefläche [ha]	5710	4700	8014
Fischereiberechtigte	37	36	19
Fischereiausübende	35	24	19
Fangperiode 1972	3. 1. — 29. 9.	28. 2. — 29. 9.	3. 1. — 6. 10.
Fangtage i. d. Woche	4—7	4	5—7
Netzfläche/24 Std. [m ²]	1200—2000	2500	2000
Netzfläche/Fischer und Fangperiode	319 600	310 000	486 000
Gesamtnetzfläche aller Fischereiausübenden	11 186 000	7 440 000	9 234 000
Gesamtnetzfläche in der Fangperiode [m ² /ha]	1959	1582	1152

Die Übersicht zeigt, daß im Vergleichsjahr 1972 die Befischungsintensität am Starnberger See am höchsten war. Zwischen Ammersee und Starnberger See besteht annähernd Übereinstimmung hinsichtlich der Netzfläche, mit der die Fischer während der Fangperiode arbeiten dürfen. Auf diesem Sektor haben die Chiemseefischer größere Möglichkeiten. Hieraus geht hervor, daß die Befischungsintensität der größeren Seen des oberbayerischen Voralpengebietes in erster Linie von der Zahl der Fischereiausübenden im Verhältnis zur Seefläche bestimmt wird. 1972 war für Ammersee*) (84 490 kg $\hat{=}$ 17,33 kg/ha) und Chiemsee*) (158 897 kg $\hat{=}$ 19,83 kg/ha) ein ausgesprochen gutes Ertragsjahr, während für den Starnberger See*) der Ertrag schlecht ausfiel (24 984 kg $\hat{=}$ 4,37 kg/ha). Aus der Größe der Befischungsintensität läßt sich somit die in der Coregonenfischerei allgemein anzutreffende Tendenz ablesen, daß starke Jahrgänge geschont werden, während man sinkenden Erträgen schwächerer Jahrgänge durch Erhöhung des Fangmitteleinsatzes zu begegnen sucht. Aus dieser Sicht ergibt sich, daß das Verhältnis der Befischungsintensitäten der Seen Schwankungen unterworfen und von der Höhe der Erträge abhängig ist. So könnte eine Annäherung der Werte dann erfolgen, wenn die Ertragslage am Starnberger See gut, die der beiden anderen Seen dagegen schlecht ist. Trotzdem kann die vergleichsweise hohe Befischungsintensität am Starnberger See nicht übersehen werden.

*) Mündliche Angaben des jeweiligen Genossenschaftsvorsitzenden.

5. Netze

Die Renkenfischerei wird am Starnberger See ausschließlich mit Stellnetzen betrieben, wobei Schwebnetze und Bodennetze wahlweise zum Einsatz kommen.

- a) Schwebnetze werden in der Freiwasserzone des Sees gesetzt. Die zulässige Anzahl von Netzen (diese schwankt derzeit am Starnberger See zwischen 6 und 10) wird aneinandergestrickt und ergibt damit einen Netzsatz, der in gerader Linie oder bogenförmig gesetzt wird. Die gewünschte Fangtiefe wird durch an der Oberleine in regelmäßigen Abständen angeknüpfte Schnüre mit Schwimmern (für zwei Netze werden in der Regel drei Schwimmer verwendet) eingestellt. Zwei Bojen, eine am Anfang, eine am Ende des Netzsatzes, dienen darüberhinaus der Sichtbarmachung des Fanggerätes. Die Fangtiefe schwankt, von der Wasseroberfläche aus gesehen, etwa zwischen 1 und 35 m. Die Streckung der Netze wird durch beschwerte Unterleinen bewirkt.
- b) Bei den Grund- oder Bodennetzen beginnt das Setzen meist in Ufernähe und verläuft je nach Haldenbeschaffenheit in leichter Winkelstellung zum Ufer, wobei normalerweise Tiefen bis zu 40 m befischt werden. Die Schwimmer fallen bei Bodennetzen fort. Sie werden durch in die Oberleine eingearbeitete Korkstücke ersetzt, die durch ihren Auftrieb die Streckung der am Boden stehenden Netze besorgen. Am Starnberger See waren bis 1971 20 Bodennetze im Netzsatz zugelassen. Seit 1971 ist das Fischen mit Bodennetzen zur Schonung der Bestände bis auf weiteres untersagt.

Schwebsatz und Bodensatz befinden sich entweder mit Verankerung als Spansatz oder ohne Verankerung als Treibsatz im See. Am Starnberger See beträgt die Länge fertig angeschlagener Netze 50 m — die Netzhöhe 4 m. Die Umstellung von 2 m auf 4 m hohe Schwebnetze erfolgte 1971*). Die angegebene unterschiedliche Anzahl verwendeter Netze pro Fangtag richtet sich nach der Zahl wöchentlicher Fangtage und vorherrschender Tendenzen der Befischungintensität. Der Übergang zu Netzmaterial aus nicht gewirnten Perlonfäden (auch Perlondraht genannt) erfolgte 1958/59. Seither beträgt die Fadenstärke der Renkenetze 0,15 mm.

Der Weichheit der Netze und der Netzfarbe wird von den die Fängigkeit bedingenden Faktoren besondere Bedeutung beigemessen (v. Brandt 1940, 1948, 1952). Untersuchungen an Coregonenpopulationen (Mohr 1963) über Einflüsse einer speziellen Netzfarbe auf den Fangtertrag waren zumindest bei der Kleinen Maräne nicht zu erkennen. Innerhalb dieser Arbeiten fand ungefärbtes Netzmaterial erheblich schlechter. Die am Starnberger See verwendeten Renkenetze werden alle gefärbt, wobei keine spezielle Netzfarbe bevorzugt wird. In der Regel werden Grau- oder Brauntöne verwendet. Das Färben der Netze in heißem Wasser (60—80° C) führte bei ungeeignetem Ausgangsmaterial zu unerwünschten Maschenweitenver-

*) Die Netzhöhe des Versuchssatzes betrug 2 m.

kleinerungen. In diesem Zusammenhang ist der Verstreckungsgrad der Polyamidfäden von Bedeutung. Hochverstreckte Sorten haben einen geringer bleibenden Dehnungsanteil als normal verstreckte (Klust 1957). Damit wird die „Beweglichkeit“ der Polyamid-Faser gegenüber äußeren Einflüssen stark eingeschränkt. Maschenweitenverkleinerungen eines hochverstreckten Ausgangsmaterials konnten trotz fünfminütigen Kochens nicht nachgewiesen werden. Dadurch, daß der Ankauf der Netze genossenschaftlich erfolgt, kann durch sorgfältige Auswahl unter den verschiedenen Fabrikaten mit geringem Dehnungsvermögen der Gefahr der Verkleinerung der Maschenweiten vorgebeugt werden.

Die Weichheit des Netzmaterials ist nach Steinberg (1961) gegenüber der Sichtbarkeit für die Fängigkeit von nur sekundärer Bedeutung. Der Einstellungswert*) am Starnberger See liegt bei etwa 50 %**), d. h. aus einem 100 m langen Netzblatt wird nach dem „Anschlagen“ ein 50 m langes Netz. Die Gewichte der temperaturunabhängigen, flexiblen Unterleinen schwanken zwischen 200 und 800 g pro 100 m. Je nach Gewicht der Unterleine werden die Netze als „schwer“ oder „leicht“ bezeichnet. „Leichte“ Netze sind nach Ansicht der Fischer fängiger. Sie haben aber den Nachteil, daß sie der Fisch bei seinen Fluchtversuchen mehrfach überschlagen kann, wobei sich die Fangfläche verkleinert. Im selben Sinn ist das Netz auch gegen Unterwasserströmungen anfällig, wobei es besonders im Spansatz zu erheblicher Schrägstellung kommt. Unter solchen Bedingungen werden „schwere“ Netze eingesetzt, deren schwerere Unterleine für senkrechte Stellung sorgt.

Den Aufzeichnungen der Fischereigenossenschaft sind die Änderungen der Maschenweiten von 1928 bis 1972 zu entnehmen, wobei von 1928 bis 1945 die Maschenweite für Boden- und Schwebnetze unterschiedlich festgelegt wurde.

Tab. 14: Stellnetz-Maschenweiten der Jahre 1928—1972

Schwebnetze		Bodennetze	
Jahr	MW [mm]	Jahr	MW [mm]
1928	25	1928	28
1929	26	1929	28
1930	28	1930	30
1934	32	1934	34
1938	34	1938	35
		1941	36
1946	36	1946	36
1953	38	1953	38
1957	40	1957	40
1972	42	1972	42

*) Einstellungswert = Netzlänge : Leinenlänge

**) Oberleine ca. 45 %, Unterleine ca. 60 %

Die Aufstellung gibt deutlich die Änderung wider, die als Anpassung an die Veränderungen in der Wachstumsgeschwindigkeit der Coregonen im Laufe der Zeit zu werten sind. Um durch die Veränderungen in der Wachstumsgeschwindigkeit nicht zu früh in die Bestände einzugreifen, wurde das Schonmaß für die Fische heraufgesetzt. Zur Einhaltung des Schonmaßes beim Fang wurde eine Erhöhung der Maschenweite notwendig. Die Festlegung des Schonmaßes erfolgt allgemein durch Angabe der Gesamtlänge (Lt) der Fische, die zum Fang kommen dürfen. Am Bodensee beispielsweise beträgt das vorgeschriebene Mindestmaß derzeit 35 cm. Es werden Netze der Maschenweite 44 mm und der Fadenstärke 0,12 mm verwendet.

Zur Einhaltung des Schonmaßes geht man bei der Festlegung der Maschenweite davon aus, daß der größte Körperumfang*) der Coregonen der halben Gesamtlänge entspricht (vgl. L u k o w i c z 1967). Die Kantenlänge der entsprechenden Netzmasche erhält man, indem der Körperumfang durch 4 dividiert wird. Das Verhältnis von Körperumfang zu Gesamtlänge beträgt nicht 50 %, sondern weist Schwankungen auf, die im Bereich zwischen 40 und 60 % liegen**). Schon W a g l e r (1927, 140) hat darauf hingewiesen. Besonders wird das Verhältnis durch die Vergrößerung der Gonaden beeinflusst. Es wird daher für richtiger gehalten, bei der Zuordnung von Maschenweiten an die gegebenen biologischen Verhältnisse eines Sees von direkten Messungen der Körperumfänge wie oben beschrieben auszugehen. Zur Schonung genetisch hochwertigen Materials in Form der Vorwüchser einer Altersklasse ist bei Festlegung des Schonmaßes vom oberen Eckwert der Streuung auszugehen. Als Schonmaß für die Altersklasse I+ wurde ein Körperumfang von 16,7 cm (Tab. 10, S. 55) ermittelt. Dieser Wert entspricht einer Maschenweite von 41,7 mm. Würde dagegen das Schonmaß durch die Gesamtlänge bestimmt, so bedingen 32,6 cm Lt eine Maschenweite von 40,7 mm. In der Praxis kämen je nach Art der Bestimmung des Schonmaßes Netze der Maschenweite 41 mm (Gesamtlänge) oder 42 mm (Körperumfang) zur Anwendung. Zur Frage der Festlegung des Schonmaßes für die Altersklasse I+ der Starnberger-See-Renken ergibt sich also ein unterschiedlicher Wert für die Maschenweite. Die von der Gesamtlänge abgeleitete Maschenweite (41 mm) reicht nicht aus, die Schonung der Altersklasse I+ im gewünschten Maße zu bewirken.

Das Fischwachstum ist nicht alle Jahre gleich. Es treten Schwankungen auf, die der wechselnden Intensität einzelner Wachstumsfaktoren unterliegen. Regelmäßige Fischvermessungen innerhalb der einzelnen Fangperioden gestatten es, Veränderungen im Wachstum durch den Einsatz an die Verhältnisse angepaßter Maschenweiten auszugleichen.

Es wurde nun die Frage zu klären versucht, ob die rechnerische Bezie-

*) Wegen der spindelartigen Körperform der Coregonen werden diese meist vor der Rückenflosse eingeklemmt. Nur Exemplare, deren Körperumfänge höhere Werte als der Maschenumfang aufweisen, werden eher in Kiemendeckelnähe gemascht.

**) S. auch Fische Nr. 11 und 16 des April-Protokolls.

hung zwischen dem Körperumfang und der daraus abgeleiteten Größe der Maschenweite auch in der Praxis gilt. Ob sich also beispielsweise Fische mit einem Körperumfang von 16,0 cm mit 40er Netzen fangen lassen, oder ob der Fang schon bei geringerem oder erst bei etwas größerem Umfang erfolgt (siehe auch Lampert 1971, 248 ff.). Ob es also zu Abweichungen kommt, oder ob eine Festlegung der Maschenweiten vom Körperumfang ausgehend rein rechnerisch durchgeführt werden kann, wurde anhand einer Stichprobe von 140 Exemplaren überprüft.*) Die Fische wurden in ca. 35 m Tiefe gefangen. Die Messungen der Körperumfänge ergaben: 17,3 cm (16,0—20,2). Der aus 50 Messungen erstellte Mittelwert für die Maschenweite der verwendeten Netze war 41,5 mm (40,2—42,0).

Die Ergebnisse zeigen, daß sich Fische mit 16,0 cm Körperumfang in Maschenweiten von 40,2 mm fangen. Unter der Voraussetzung bekannter Körperumfänge ist die Anwendung rechnerisch ermittelter Maschenweiten-größen bei der Festlegung des Schonmaßes statthaft (s. Tab. 11, S. 57). Der beim Vergleich der Mittelwerte auffallend hohe Wert für die Körperumfänge im Verhältnis zum Mittelwert für die Maschenweite besagt, daß die untersuchte Renkenpopulation bereits leicht „über die Maschen“ hinausgewachsen ist. Dies ist immer dann der Fall, wenn zahlenmäßig starke Jahrgänge bei nur geringer Befischungsintensität genutzt werden.

F. Besprechung der Ergebnisse

I. Trophiezustand

Der von Thienemann und Naumann geschaffene Begriff der „Trophie“ bezeichnet den für die Urproduktion zur Verfügung stehenden Nährstoffgehalt eines Gewässers. Erhöhung des Nährstoffangebotes bedeutet Zunahme der Gewässer-Produktivität und Änderung biozönotischer Verhältnisse. Indikatoren einer solchen Entwicklung sind zum einen Veränderungen der Sauerstoffverhältnisse, zum anderen ein Wechsel planktischer, bodenfaunistischer, litoralprofundaler und fischereilicher Bedingungen. Bezüglich qualitativer Auswirkungen der Eutrophierungsvorgänge auf ein Gewässer decken sich die Auffassungen in der Literatur. Über die Quantifizierung bestehen Meinungsunterschiede. Die Auswirkungen einer Vielzahl zum einen bekannter, zum anderen möglicherweise unbekannter Faktoren auf die Produktionskapazität und von hier aus rückwirkend auf den Gewässerhaushalt sind zu wenig erforscht, als daß eine zahlenmäßige Beurteilung des Trophiezustandes etwa anhand von Sauerstoff- und Phosphatkonzentrationen zu befriedigenden Ergebnissen führen könnte. Nach Volleweider (1968) kann die Beurteilung des Trophiezustandes nur eine qualitative Auskunft darüber geben, ob ein Gewässer als „gefährdet“ oder

*) Die Untersuchungen wurden im Januar 1973 am Chiemsee durchgeführt.

schon als „geschädigt“ angesehen werden muß — etwa im Sinne einer Störung des Gleichgewichtes zwischen trophogener und tropholytischer Schicht.

Ausgehend von den Untersuchungen in der Zeit von Dezember 1970 bis Mai 1972 zeigten die epilimnischen Sauerstoffverhältnisse des Starnberger Sees die Möglichkeit assimilationsbedingter Sauerstoffübersättigung (April 1971, Mai 1972). Der mit 142% gefundene hohe Übersättigungswert weist auf die umfangreiche Phytoplanktonentwicklung in der Produktionsschicht hin. Weiterhin auffallend waren die metalimnischen Sauerstoffminima, die durch der RGT-Regel entsprechend schneller verlaufende sauerstoffzehrende Abbauprozesse bewirkt werden (Oktober 1971, November 1971). Im Tiefenprofil vom 7. Oktober 1971 gehen die Sauerstoffwerte von 9,4 mg/l in 3 m auf 6,3 mg/l in 16 m Wassertiefe zurück, um dann in 50 m Wassertiefe wieder 9,8 mg/l zu betragen. Besonders sind auch die Sauerstoffverhältnisse im mittleren Hypolimnion — dem Sauerstoffspeicher eines tiefen Sees — zu beachten. Im Bereich von 50—80 m Wassertiefe lagen in der Zeit von Oktober 1971 bis März 1972 die Werte zwischen 8,6 und 9,8 mg/l, so daß die Sättigungswerte mit 74 und 85% schon deutlich unterschritten wurden. Die Sauerstoffverhältnisse über Grund zeigten im April 1971 nach Abschluß der Frühjahrsvollzirkulation 10,3 mg/l, so daß der See mit einem 13%igen Sauerstoffdefizit in die Sommerstagnation eintrat. Im Mai 1972 wurden 8,8 mg/l gefunden, die einem 25%igen Defizit vor der Sommerstagnation entsprechen. Mit 1,7 bis 2,0 mg/l wurden über dem Boden die niedrigsten Sauerstoffwerte für 1971 und die bisher für den Starnberger See niedrigsten Werte überhaupt gemessen. Wegen der methodischen Schwierigkeiten wurden die wahrscheinlich noch schlechteren Verhältnisse an der Sediment-Wasser-Kontaktzone nicht erfaßt.

Herrschen an der Sediment-Wasser-Kontaktzone infolge anaerober Prozesse reduktive Bedingungen, so hat das zur Folge, daß Fe^{++} -, Mn^{++} - und o-PO_4^{---} -Ionen freigesetzt werden, die zuvor in Gegenwart von Sauerstoff am Sediment festgelegt waren („Phosphatfalle“). Bernhardt (1969, 165) sieht als kritische Grenze einer solchen Freisetzung Sauerstoffgehalte innerhalb der Mikroschichtung (5 cm über Grund) an, die 2,0 mg/l unterschreiten. Im einzelnen schreibt er: „Sobald die Sauerstoffgehalte hier unter 2 mg/l absinken, verliert die bis dahin noch oxydativ wirkende oberste Schicht des Bodenkörpers ihr Oxydationsvermögen, so daß es zur Freigabe der Fe^{++} -, Mn^{++} - und o-PO_4^{---} -Ionen aus dem Sediment und darunter liegendem Bodenmaterial kommt.“ Damit dienen die Mikronährstoffe erneut dem Aufbau organischer Substanz. Das Ergebnis des November-Tiefenprofils berechtigt zu der Annahme, daß innerhalb der Tiefenrinne des Starnberger Sees solche Verhältnisse angetroffen werden können. Allerdings sind sie auf den letzten Abschnitt der Sommerstagnation beschränkt.

In diesem Zusammenhang ist der Einfluß klimatischer und hydrologischer Faktoren bei der Beurteilung des Trophiezustandes von großer Bedeutung. Die gefundenen ungünstigen Verhältnisse sind u. a. mit der Großwetterlage zu erklären, die den Erholungsuchenden den schönsten Sommer seit Jahren bescherte: Wenig Wind und Niederschlag — viel Sonne, hohe

Wassertemperaturen und besonders die sich daraus ergebende, langanhaltende Sommerstagnation brachten eine Vergrößerung der organischen Eigenproduktion mit sich.

Daraus auf eine anhaltende Verschlechterung des Trophiezustandes zu schließen, dürfte zu falschen Vorstellungen führen. Es zeigt sich zwar, daß die Sauerstoffkonzentrationen über der tiefsten Seestelle abgenommen haben (W a c h t e r — November 1956: 3,46 mg/l; Gewässergüteaufsicht — Oktober 1968: 3,3 mg/l, November 1971: 1,7 mg/l), die Interpretation der Werte kann aber nur in enger Verbindung mit den vorherrschenden Witterungsverhältnissen geschehen. Es wird durchaus für möglich gehalten, daß bei stark wechselnder Witterung mit kurzer Sommerstagnation und frühem Einsetzen herbstlicher Zirkulationsvorgänge die Sauerstoffkonzentrationen über Grund im Oktober/November wesentlich günstigere Werte annehmen können.

Welche Bedeutung bei der Beurteilung die Witterungsbedingungen und besonders die Windverhältnisse haben, geht aus dem Vergleich der Werte für April 1971 und Mai 1972 hervor. 1972 wurden nur 8,8 mg O₂/l vor Einsetzen der Sommerstagnation gefunden. Hier hatte wahrscheinlich der verzögerte Eintritt in die Frühjahrsvollzirkulation infolge ruhiger Witterungsbedingungen zu Beginn des Jahres bewirkt, daß der Sauerstoffsättigungsgrad nicht den Wert des Vorjahres erreicht hat. Die in Tab. 4, S. 26, dargestellten Witterungsverhältnisse zeigen für die Monate November bis März wesentlich ruhigeres Wetter als im März und April, so daß angenommen werden kann, daß ein intensiver Sauerstoffsättigungsvorgang erst von März an stattgefunden haben muß. In dieser Zeit stiegen die Sauerstoffkonzentrationen von 5,3 auf 8,8 mg/l. Aus der Beobachtung geht darüber hinaus auch der Einfluß hervor, den langanhaltendes, unruhiges Winterwetter für den Sättigungsvorgang hat. Ungünstig im Hinblick auf die Zirkulationsvorgänge ist sicherlich schneller Eintritt in die Winterstagnation und damit möglicherweise verbundene Eisbedeckung der Wasseroberfläche.

Für 1971 hätten Homothermie und Windverhältnisse gute Voraussetzungen für eine vollständige Sättigung des gesamten Wasserkörpers abgegeben. Daß diese dennoch unterblieb, muß der großen Tiefe und der entsprechend großen Wassermasse zugeschrieben werden. Offenbar bedarf es erheblich intensiverer Umwälzungsvorgänge, um auch in der Tiefenwanne eine komplette Sauerstoffsättigung herbeizuführen. Die klimatischen Gegebenheiten im Gebiet des Starnberger Sees weisen jedoch nicht darauf hin, daß die ohnehin schon günstigen Windverhältnisse des Frühjahrs 1971 häufig übertroffen werden können. Intensivere Umwälzungsvorgänge sind daher nur bei ungewöhnlichen Witterungsabläufen zu erwarten.

Obwohl epilimnische Sauerstoffübersättigungen, metalimnische Minima, die Verminderung hypolimnischer Sauerstoffgehalte und besonders stärkeres Absinken der Konzentrationen über Grund als Indiz für mehr oder weniger ausgeprägte Eutrophierungsvorgänge tiefer Seen angesehen werden (F i n d e n e g g 1936), dürfte die Einstufung des Sees als „eutroph“ — etwa nach den von F r i t s c h (1971) angegebenen Richtwerten — nicht über je-

den Zweifel erhaben sein. Eine exakte Beurteilung erscheint nämlich erst dann möglich, wenn bei zukünftigen Untersuchungen, neben technischer Vervollkommnung der Wasserentnahme im bodennahen Bereich, umfangreicheres Zahlenmaterial regelmäßiger Probeentnahmen über mehrere Jahre hinweg zusammengetragen und in Verbindung mit genauen Witterungsbeobachtungen ausgewertet werden kann.

Beim Vergleich der Angaben N ä h e r s (1963) mit den eigenen Untersuchungen ist allerdings eindeutig ein Anstieg der Phosphatkonzentrationen innerhalb der letzten Jahre als Folge der ständig einfließenden Abwässer nachzuweisen. Über die zahlenmäßige Bedeutung von Phosphatkonzentrationen für den Gewässerhaushalt lassen sich nach V o l l e n w e i d e r (1968) nur „Wahrscheinlichkeitsaussagen“ machen. Unter dieser Bedingung kann angenommen werden, daß Gefahr für den Trophiezustand eines Gewässers besteht, wenn die Frühjahrskonzentrationen an „ausnutzbaren Phosphorverbindungen 10 mg P/m^3 “ betragen. Dieser Wert entspricht einer Orthophosphatkonzentration von $0,033 \text{ mg/l}$. Bevor man von dieser Richtgröße als Beurteilungsmaßstab ausgeht, muß man sich darüber im klaren sein, daß die quantitative chemische Analyse von Orthophosphat Schwierigkeiten bereitet. Man ist bemüht, die verschiedenen Störfaktoren mit unterschiedlichen Methoden zu eliminieren.

Am Starnberger See wirkt sich eine Phosphatbelastung wegen der langen theoretischen Wassererneuerungszeit von etwa 20 Jahren besonders ungünstig aus. Ist Phosphor einmal in den See gelangt und nicht am Sediment festgelegt, kann dieser nur auf dem Weg über das abfließende Wasser den See verlassen. Selbst unter der Voraussetzung, daß es gelänge, Phosphor vollständig vom See fernzuhalten, gestaltete sich die Seensanierung langwierig, da vor allem in niederschlagsarmen Jahren aus den geschilderten Gründen der Phosphatgehalt nur geringfügig abnimmt.

Indizien für hohe Phosphatgehalte und die damit verbundene erhöhte Produktion sind Vegetationsfärbungen durch Massenentwicklung von Algen zu bestimmten Jahreszeiten. Massenauftreten der Arten *Anabaena* und *Oscillatoria* sind keine Seltenheit. Zeitweilig muß die Stellnetzfischerei im epilimnischen Bereich eingestellt werden, da die Netze sich mit einem fingerdicken Belag überziehen und in kürzester Zeit nicht mehr fängig sind. Im Frühjahr bildet sich nach eigenen Beobachtungen auf flachem Seegrund in der durchlichteten Zone ein dichter Algent Teppich (Wassertiefe bis 2 m). Bei Sonneneinstrahlung ist die Photosynthese so intensiv, daß es zum gasförmigen Austritt des Sauerstoffs im Algenpolster kommt. Die Gasblasen verfangen sich im Fadengeflecht und verleihen der Algenmasse Auftrieb. Sie löst sich vom Boden ab und bedeckt große Flächen der Uferzone. Das regelmäßige Auftreten dieser Algenblüte ist erst seit etwa 10 Jahren feststellbar. Diese Algenblüten sind nicht nur für die Fischerei eine Gefahr, sondern können Nachteile für den Badebetrieb und damit die Erholungsfunktion des Sees für den Menschen mit sich bringen.

Mit der Ausbreitung des Algent Teppichs dürfte vermutlich der geradezu katastrophale Rückgang der Rohrbestände (*Phragmites communis*) zusam-

menhängen. Vorkommen sind auf den äußersten Flachwasserbereich beschränkt (Wassertiefe bis 50 cm). Das Rohr befindet sich in einer Rückwärtsbewegung auf das Land zu. Dort gedeiht es derzeit am besten. Auffälligstes Beispiel für die Abnahme des Röhrrichts ist die Roseninsel, die bis zum Jahre 1965 einen dichten Rohrgürtel aufwies. Der Zutritt zur Insel war durch diesen natürlichen Schutz erschwert. Heute ist nur noch geringer Rohrbestand anzutreffen. Von den 49 km Seeumfang konnten 1971 15 km rohrbestandenes Ufer ausgemacht werden. Nur an 2 Stellen fand noch ein Wachstum in 1,5 m Wassertiefe statt. Die Bestände sind lückig und machen einen kümmernden Eindruck. Inwieweit sich hier ökologische Faktoren geändert haben und sich nachteilig für die Rohrentwicklung auswirken, ist unbekannt.

Massenaufreten von Burgunderblutalgen (*Oscillatoria rubescens*) als Indiz für stärkere Eutrophierungsvorgänge konnten bisher nicht beobachtet werden. Es ergibt sich aber aus dieser Sicht nicht unbedingt ein Hinweis darauf, daß der dazu nötige fortgeschrittene Eutrophierungsgrad noch nicht erreicht sei. Vom stark eutrophierten Greifensee im Kanton Zürich ist bekannt, daß dort niemals diese Algenart in auffälligen Mengen anzutreffen war. Vor allzu optimistischer Anschauung (Klee 1971) muß im Gegenteil an dieser Stelle ausdrücklich gewarnt werden.

Auch das beschleunigte Fischwachstum, das für die Renken des Starnberger Sees nachzuweisen ist, kann als Indiz für die Veränderungen des Trophiezustandes angesehen werden. Untersuchungen am Bodensee haben gezeigt, „daß der Fisch als Endglied der Nahrungskette und als Ausdruck für die Summenwirkung aller Faktoren den Beginn und Verlauf der Veränderungen am Bodensee am klarsten wiedergibt“ (N ü m a n n 1962, 116).

Zusammenfassend wird wegen der Unvollständigkeit vorliegenden Untersuchungsmaterials eine Einstufung des Trophiezustandes als mesotroph bzw. eutroph oder die Zuordnung einer bestimmten Güteklasse etwa nach der „Münchner Methode“ für zweifelhaft gehalten. Inwieweit der See im Vollenweider'schen Sinne als „geschädigt“ angesehen werden kann, wird besser am Ausmaß der Veränderungen im Gewässerhaushalt in Form von Algenblüten, dem gesteigerten Fischwachstum und dem Rückgang des Geleges sichtbar.

1964 entschlossen sich die Gemeinden zu ersten Sanierungsmaßnahmen, indem sie den „Zweckverband zur gemeinsamen Abwasserbeseitigung in den Gemeinden um den Starnberger See“ gründeten. Der Plan sah vor, in einem ringförmig den See umlaufenden Rohrsystem die Abwässer einer zentralen Kläranlage zuzuleiten. 1965 wurde mit dem Bau des Hauptsammlers am dicht besiedelten Westufer begonnen — 1968 mit der Kläranlage in Starnberg. Bisher sind 21,5 km des Ringkanals am Westufer fertiggestellt, der die Abwässer mit Hilfe von 4 Pumpwerken in die Kläranlage fördert. Nach Ausbau noch fehlender Ortskanalisationen kann das gesamte Abwasser des Westufers der Verbandskläranlage zugeleitet werden. Unter der Voraussetzung, daß es den Gemeinden gelingt, durch den Ausbau der Ortskanalisationen sämtliche Gemeindeglieder „anzuschließen“, wird dann

vom Westufer aus eine Abwasserbelastung des Sees nicht mehr erfolgen. Der Bau eines Sammelkanals bis nach Berg am Ostufer wurde im Herbst 1972 begonnen. Seine Länge beträgt 3,68 km. 1975 wird der restliche Abschnitt des Ringkanals zwischen Berg und Seeshaupt fertiggestellt sein. Von diesem Zeitpunkt an ist die Kapazität der Anlage voll ausgenutzt (vgl. Bayerisches Staatsministerium des Innern 1971).

Welche Anteile der Gesamtbelastung des Sees mit diesen Maßnahmen erfaßt werden und ob sich der See auch bei völliger Abwasserentlastung überhaupt „tiefgreifend“ verbessern kann, wie das Thomas (1971) vom Zürichsee mitteilt, bleibt abzuwarten. Die Voraussetzungen sind dafür am Starnberger See wegen der geschilderten hydrographischen Bedingungen vergleichsweise ungünstig.

II. Die Coregonenpopulation

Die Untersuchungen der Coregonenpopulation des Starnberger Sees, in denen in artensystematischer Hinsicht Stellung genommen wurde, blieben bisher auf diejenigen von Wagler (1941) beschränkt. Damit erhebt sich die Frage, ob die von Wagler beschriebenen Renkenarten (S. 17) heute noch anzutreffen sind oder ob es auch wie an anderen Seen zur Ausbildung von Bastardpopulationen gekommen ist. Bastardierung der Coregonenbestände konnte besonders Dottrens (1955, 1959) nachweisen. Für die Entwicklung verantwortlich gemacht wurden zum einen fortgeschrittene Eutrophierungsvorgänge, die zur Aufhebung der natürlichen „Isolationsmechanismen“ zwischen den Arten geführt haben, zum anderen die Anlage von Brutanstalten, die besonders der künstlichen Bastardierung förderlich sein soll (Karbe 1964 a, b). Kennzeichen solcher Bastardpopulationen sind deren einheitlicher Charakter. Häufigkeitspolygone zeigen Verteilungen, die die Annahme einer Normalverteilung zulassen. Auffallend ist auch die Erweiterung der Variationsbreiten untersuchter Körpermerkmale.

Die Resultate der biometrischen Analysen sind auf den Seiten 37—43 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen:

- a) Große Variationsbreiten (z. B. Anzahl der Kiemenreusendornen: 30—45) und
- b) Häufigkeitspolygone, deren Verlauf die Annahme von Normalverteilungen rechtfertigt.

1. χ^2 -Test (Chi-Quadrat-Test)

Bei der Deutung der Häufigkeitsverteilungen geht man von der Annahme aus, daß Unterschiede in den Körperproportionen der Arten spezifisch sind und sich als Maxima einer Häufigkeitsverteilung ausdrücken. Bei einer Normalverteilung (Gauß-Verteilung) handelt es sich im Gegensatz dazu um eine sog. Glockenkurve, die bezüglich ihres Mittelwertes symmetrisch

verläuft. Bei der weiteren Auswertung wird die Hypothese getestet, ob die untersuchten Körpermerkmale Verteilungen besitzen, die die Annahme für das Vorhandensein mehrerer Arten im See rechtfertigen oder ob normalverteilte Werte eher auf Bastardierung der Coregonenpopulation hinweisen.

Bei der Durchführung des Tests wird zunächst von der Vermutung ausgegangen, daß die Grundgesamtheit bezüglich jeder untersuchter Körperproportion die Verteilungsfunktion $F(x)$ hat. Aus der Stichprobe berechnet man die sog. empirische Summenhäufigkeitsfunktion $\tilde{F}(x)$. $F(x)$ und $\tilde{F}(x)$ werden in ihrem ganzen Verlauf miteinander verglichen und die Abweichung bewertet. Der hier angewendete χ^2 -Test (vgl. Kreyszig 1968, 229 ff.) prüft, ob die Annahme einer Normalverteilung mathematisch haltbar ist.

Die x-Achse wird in sich nicht überlappende Klassen oder Teilintervalle T_1, T_2, \dots, T_r unterteilt, so daß jedes Teilintervall wenigstens 4 Werte der gegebenen Stichprobe x_1, x_2, \dots, x_n enthält. n_i ($i = 1, 2, \dots, r$) ist die Anzahl der Stichprobenwerte in T_i . Man berechnet auf Grund der hypothetischen Verteilungsfunktion $F(x)$ die Wahrscheinlichkeit P_i , daß die Zufallsvariable X einen Wert aus dem Intervall T_i annimmt. Wenn die Stichprobe den Umfang n hat, sind theoretisch im Teilintervall T_i $n \cdot P_i$ Stichprobenwerte zu erwarten. Man ermittelt nun die Größe χ_0^2 :

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(n_i - \rho_i)^2}{\rho_i}$$

Die Größe χ_0^2 , aufgefaßt als Zufallsvariable, ist unter der Voraussetzung, daß die Hypothese richtig ist, für $n \rightarrow \infty$ χ^2 -verteilt mit $r-1$ Freiheitsgraden. Die Nutzenanwendung dieser Tatsache liegt darin, daß die Größe χ_0^2 praktisch als χ^2 -verteilt mit $r-1$ Freiheitsgraden angesehen werden kann, wenn nur alle $n_i \geq 4$ sind (Faustregel). Nun gibt man eine Sicherheitswahrscheinlichkeit $p\%$ vor und vergleicht diese mit dem entsprechenden Tabellenwert $\chi_{p\%}^2(r-1)$ (Kreyszig 1968, 402).

Ist dann $\chi_0^2 \leq \chi_{p\%}^2(r-1)$, wird die Hypothese angenommen, sonst wird sie verworfen.

Im vorliegenden Falle hat die zu testende Verteilungsfunktion $F(x)$ zwei unbekannte Parameter ($s = 2$). Erstens den Mittelwert und zweitens die Standardabweichung. Es wird also zuerst der Mittelwert und dann die Standardabweichung nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum_{i=1}^m n_i x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^m n_i x_i \right)^2 \right\}}$$

bestimmt. Die Prüfgröße χ_0^2 ist jetzt angenähert mit $r-s-1$ Freiheitsgraden χ^2 -verteilt (Listen der statistischen Auswertung im Anhang).

Für die 7 taxionomisch wichtigen Körpermerkmale ergibt sich nach Prüfung der Verteilungen durch den χ^2 -Test folgendes Bild:

Tab.15: Ergebnisse der statistischen Auswertung

Körpermerkmale	Annahme einer Normalverteilung
1. Kiemenreusendornen	angenommen
2. Schuppen der Seitenlinie	angenommen
3. Lc : Lt	angenommen
4. Höhe des Schwanzstiels : Lt	verworfen
5. Kopflänge : Lt	angenommen
6. Augendurchmesser : Lt	angenommen
7. Augendurchmesser : Kopflänge	angenommen

Von den 7 taxionomisch wichtigen Körpermerkmalen zeigen 6 Normalverteilung der Werte. Dies weist auf gewisse Einheitlichkeit der Renkenpopulation des Starnberger Sees hin, wenn auch das Vorhandensein nebeneinander vorkommender Arten von seiten der statistischen Aussage nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Für Einheitlichkeit der Population spricht die Tatsache, daß alle befragten Berufsfischer nicht in der Lage waren, mehrere Arten visuell auszulesen. Wegen der übereinstimmenden Aussage von 6 der 7 untersuchten Körpermerkmale erscheinen Zweifel über den Wert der Höhe des Schwanzstiels als systematisches Merkmal gerechtfertigt.

Die Beobachtungen geben eine Stütze für die Theorie, daß es auch am Starnberger See zu Bastardierungserscheinungen gekommen ist. Im Zuge dieses Vorganges ist aus den ursprünglich von Wagler (1937 a, 1939) für den Starnberger See bestimmten Coregonenarten *C. wartmanni*, *C. macrophthalmus*, *C. fera* eine einheitliche Renkenpopulation entstanden, wobei sich die auf sie ausgeübten Einflüsse in den außerordentlich großen Variationsbreiten widerspiegeln. Möglicherweise haben auch die ausgeprägten Eutrophierungsvorgänge dazu geführt, daß die natürlichen Isolationsbarrieren, wie unterschiedliche Laichzeiten, Laichplätze und Laichgewohnheiten unter dem Druck veränderter Umweltverhältnisse aufgehoben worden sind und damit der Genaustausch zwischen den Arten gefördert wurde. Die resultierende Genneukombination könnte Ausgangspunkt für die Bildung einer eigenständigen, milieugepaßten Coregonenform sein.

Im Zusammenhang mit den ausgeprägten Variationsbreiten könnte auch der Einfluß des Fremdbesatzes eine Rolle spielen. Innerhalb der Population zeigen nicht nur die untersuchten Körpermerkmale stark streuende Variationsbreiten. Gleichermaßen ist auch die große Zeitdifferenz innerhalb der sich der Schlüpfvorgang der Renkenlarven vollzieht (S. 49 f.) und die Tatsache, daß die Laichplätze gleichmäßig über Ufer- und Freiwasserzone verteilt sind (S. 46 ff.), Ausdruck für die Möglichkeit einer Summenwirkung äußerer Einflüsse auf den Coregonenbestand. Der in diesem Zusammenhang in Frage kommende Fremdbesatz läßt sich anhand der Aufzeichnungen der Fischereigenossenschaft Würmsee bis zum Jahre 1900 zurückverfolgen. Es ist daraus zu entnehmen, daß aus verschiedenen Formenkreisen

stammende Coregonen im Laufe der Jahre eingesetzt wurden. Es wird vermutet, daß der Einfluß des Besatzes gering ist, da nur kleine Mengen im Vergleich zum Gesamtbestand eingesetzt wurden. Wegen der Einheitlichkeit der Population sind Einwirkungen des Besatzes auf die Herausbildung von Arten nicht zu erkennen. Eher ist die Annahme gerechtfertigt, daß Fremdbesatz unter dem Druck der neuen Umwelt sich der vorherrschenden Lokalform angepaßt hat.

Tab. 16: Coregonenbesatz durch die Fischereigenossenschaft Würmsee (1900—1971)

Jahr	Art	Herkommen	Anzahl	Alter
1900	Sandfelchen	Bodensee	170 000	Brut
	Blaufelchen	Bodensee	430 000	Brut
	Maränen	wahrscheinl. Angerburg/Ostpr.	2 850	Jährlinge
1904	Blaufelchen und Gangfische	Bodensee	150 000	Brut
	Peipusmaränen	Rußland	5 000	
1905	Blaufelchen und Gangfische	Bodensee	180 000	Brut
	Peipusmaränen	Rußland	9 450	
	Maränen	Angerburg	3 000	Jährlinge
1912	Maränen	Angerburg	2 050	Jährlinge
1914	Maränen	Angerburg	3 000	Jährlinge
1921	Blaufelchen		69 000	Brut
1922	Blaufelchen		40 000	Brut
1925	Maränen	Angerburg	4 000	Jährlinge
1927	Maränen	Angerburg	1 300	Jährlinge
	Maränen	Angerburg	50 000	Brut
1929	Peipusmaränen		10 000	Brut
	Maränen	Angerburg	2 500	Jährlinge
1930	Maränen	Angerburg	733	Jährlinge
1931	Maränen	Angerburg	7 000	Jährlinge
1932	Peipusmaränen		20 000	Brut
	Maränen	Angerburg	500	Jährlinge
1933	Maränen	Angerburg	12 450	Jährlinge
1935	Maränen	Angerburg	9 500	Jährlinge
1936	Maränen	Angerburg	3 300	Jährlinge
1937	Maränen	Angerburg	1 363	Jährlinge
1939	Maränen	Angerburg	900	Jährlinge
	Maränen	Angerburg	180 000	Brut
	Maränen	Angerburg	14 700	Brut
1940	Maränen	Angerburg	80 000	Brut
	Maränen	Angerburg	11 300	Jährlinge
1941	Maränen	Angerburg	2 200	Jährlinge
1944	Maränen	Angerburg	3 000	Jährlinge
1946	Maränen		7 000	Jährlinge
1947	Renken		300	Jährlinge
	Renken		650 000	Brut
1948	Maränen		100 000	Brut
	Maränen		1 300	Jährlinge

Jahr	Art	Herkommen	Anzahl	Alter
1949	Maränen		150 000	Brut
1950	Maränen		5 800	Jährlinge
1951	Maränen		850	Jährlinge
	Maränen		150 000	Brut
1954	Renken		5 000	Jährlinge
1955	Renken		6 000	Jährlinge
	Renken		100 000	Brut
	Maränen		4 300	Jährlinge
1956	Renken		28 000	Jährlinge
1957	Renken		21 600	Jährlinge
1958	Renken		70 000	Jährlinge
1959	Renken		18 000	Jährlinge
1960	Renken		40 000	Jährlinge
1961	Renken		57 500	Jährlinge
1962	Felchen	Maria Laach	355 000	Brut
	Blaufelchen	Bodensee	300 000	Brut
	Renken	Nußberg*)	110 000	Jährlinge
1963	Renken	Nußberg	45 000	Jährlinge
	Renken		2 000 000	Brut
1964	Renken	Maria Laach	2 000 000	Brut
	Renken	Nußberg	150 000	Jährlinge
1965	Renken	Nußberg	95 000	Brut (vorgestreckt)
	Renken	Nußberg	15 000	Jährlinge
1966	Renken	Nußberg	46 000	Jährlinge
1967	Renken	Nußberg	101 000	Jährlinge
1968	Renken	Nußberg	145 000	Jährlinge
1969	Renken	Nußberg	150 000	Jährlinge
1970	Felchen	Maria Laach	3 000 000	Brut
	Renken	Nußberg	43 000	Jährlinge
1971	Renken	Nußberg	116 000	Jährlinge

Eine ziemlich häufig eingesetzte, alpenfremde Coregonenform ist die Peipusmaräne. Der Fischereibiologe Hofer soll sie 1905 auf einer Fischereiausstellung in St. Petersburg kennengelernt und ihres schnellen Wachstums wegen den Besatz empfohlen haben. Mit Kriegsausbruch 1914 wurde die Einfuhr russischer Maräneneier unterbunden. Kurzfristig wurden Eier aus Estland beschafft, dann aber setzte sich die deutsche Maräne durch, deren Eier aus Angerburg (Ostpreußen) kamen. Diese Maräneneier wurden wie zuvor die Eier der Peipusmaräne in der Brutanstalt des Landesfischereiverbandes Bayern e. V. in Starnberg erbrütet. Die Brut wurde in kleinen Seen westlich von Bernried vorgestreckt. Die Jährlinge konnten im Herbst auf Anforderung in die einzelnen Seen eingesetzt werden.

*) Seit 1962 wird die Brutanstalt Nußberg/Bernried durch die Genossenschaft mit seeigenem Laich beschickt.

2. Das disproportionale Körperwachstum

Die Betrachtung einer Stichprobe führt nicht zu vollkommen gesicherten Erkenntnissen über die Grundgesamtheit. Die statistische Erfahrung lehrt aber, daß die Untersuchung einer zahlenmäßig großen Stichprobe zu ähnlichen Ergebnissen führt, wie sie sich aus der Betrachtung der Grundgesamtheit ergeben. Bei der Aussage über bestimmte Merkmale bezieht man sich in der Regel auf eine Grundgesamtheit von gewisser Größe und Beschaffenheit. Die Genauigkeit der Merkmalsbestimmung ist von der Größe der untersuchten Stichprobe und deren Varianz abhängig. Bei Aussagen über eine Renkenpopulation liegt eine Grundgesamtheit vor, die zum einen in ihrer Größe nicht exakt bestimmt werden kann und zum anderen durch den Einfluß des Wachstums von nicht einheitlicher Beschaffenheit ist. Die Beurteilung einer Renkenpopulation anhand von Körperproportionen über einen bestimmten Zeitraum hinweg ist nur unter der Voraussetzung statthaft, daß sich für die einzelnen Körperteile proportionales Wachstum nachweisen läßt. Betrachtet man beispielsweise die Körperproportion Augendurchmesser : Lt. (S. 42) so fällt auf, daß mit zunehmender Vergrößerung von Lt in den Monaten August bis Oktober der relative Augendurchmesser kleiner wird. Dies legt die Vermutung nahe, daß das Wachstum der Fische disproportional verläuft.

Im Rahmen seiner biometrischen Arbeiten weist Wagler wiederholt auf die Problematik des disproportionalen Wachstums hin. „Wahrscheinlich hat nämlich die Körperlänge einen Einfluß auf das Ergebnis. Es ist ja schon seit langem bekannt, daß der Kopf beim Fisch disproportional wächst, er bleibt im Wachstum hinter dem Körper zurück...“ (1937 a, 393). An anderer Stelle sagt er, „... , daß mit zunehmender Größe der Durchmesser des Auges relativ kleiner wird... Auch bei den Felchen haben dann die großen Exemplare kleineres, die kleineren größeres Auge. Der systematische Wert des Merkmals wird, wie gesagt, damit etwas beeinträchtigt“ (1937 a, 401). „Gleichmäßig große Fische würden sicherlich eine geringere Streuung und besser übereinstimmende Mittelwerte bringen“ (1941, 387). Obwohl ihm das disproportionale Wachstum bekannt ist, verwendet Wagler die Werte mit dem Hinweis, daß die 4 Arten „im allgemeinen“ sehr unterschiedlich abwachsen und so die vermessenen Fische „mehr oder weniger stark in der Größe differieren“. Er legt damit besonderen Wert auf die Wachstumsverhältnisse, ein Merkmal, von dem auf Grund der Eutrophierungserscheinungen bekannt ist, daß es in starkem Maße von der Umwelt variiert wird. In der Tatsache, daß das disproportionale Wachstum innerhalb der biometrischen Analysen zu wenig Beachtung gefunden hat, ist u. U. mit ein Grund dafür zu sehen, daß sich die Coregonenforscher bei den ohnehin geringen Abweichungen und sich überschneidenden Werten einer derartigen Vielzahl unterschiedlicher Auffassungen gegenübersehen.

Für den Nachweis des disproportionalen Wachstums der Coregonen wurde eine Aufteilung der Stichprobe in verschiedene Längensklassen vorgenommen. Damit konnten die Wachstumsverhältnisse der einzelnen Körper-

teile zueinander innerhalb der Vergrößerung der Gesamtlänge (Lt) sichtbar gemacht werden.

Tab. 17: Das Wachstum einzelner Körperteile (Mittelwerte) in Abhängigkeit von der Gesamtlänge (Lt) der Renken

Längenklasse Lt [cm]	29	31	33	35	37	39
M Lc	23,7	25,4	26,9	28,7	30,4	32,1
Lc : Lt %	81,7	81,9	81,5	82,0	82,1	82,3
M Stiel	1,82	2,08	2,16	2,17	2,20	2,26
Stiel : Lt %	6,27	6,70	6,54	6,20	5,94	5,79
M Kopf	4,64	5,05	5,30	5,55	5,87	6,12
Kopf : Lt %	16,0	16,2	16,0	15,8	15,8	15,6
M Auge	1,05	1,12	1,18	1,19	1,24	1,23
Auge : Lt %	3,62	3,61	3,57	3,40	3,35	3,15
Auge : Kopf %	22,5	22,5	22,3	21,3	21,1	20,1

Die Ermittlung der Werte erfolgte aus den Monatsprotokollen im Anhang. Beispiel: Für die Längenklasse 29 cm Lt wurden alle Fische zwischen 28,5 und 29,4 cm Lt herausgezogen und dazu die Mittelwerte des jeweiligen Körpermerkmals bestimmt. Anschließend wurden die Mittelwerte zu den einzelnen Längenklassen ins Verhältnis gesetzt. Man erkennt, daß sich die Körperproportionen im Laufe eines Fischlebens ändern. Je nach Gesamtlänge des Ausgangsmaterials ist es möglich, den Wert beispielsweise für den Augendurchmesser : Lt mit 3,6 oder 3,2 anzugeben. Damit Untersuchungen unter den Bedingungen des disproportionalen Wachstums zu sinnvollen Ergebnissen führen, ist von biometrischen Werten auszugehen, die nur in Verbindung mit der Auswertung einer einzigen Längenklasse ermittelt wurden. Vergleiche mit Coregonenpopulationen anderer Seen können nur dann in artensystematischer Hinsicht vergleichbare Werte liefern, wenn auch von diesen Seen Untersuchungsmaterial derselben Längenklasse vorliegt.

Eine weitere Möglichkeit zum Erhalt vergleichbarer Aussagen ergibt sich bei der Auswertung einer Stichprobe unter Berücksichtigung der Längenklassensymmetrie. Hierzu wurde aus den Monatsprotokollen die Längenklassenmitte der gesamten Stichprobe mit 34,0 cm ermittelt. Die Forderung nach Längenklassensymmetrie bedeutet, daß im vorliegenden Fall von der Längenklassenmitte 34,0 ausgehend, jeweils gleichviele Exemplare der Klassen 32,0 und 36,0, 30,0 und 38,0 sowie 28,0 und 40,0 zur Untersuchung gelangen sollen. In der nachstehenden Tabelle wurde die Stichprobe von 487 Exemplaren daraufhin untersucht.

Die Tabelle zeigt, daß die einzelnen Längenklassen recht einheitlich in der gewünschten Form in die Untersuchung eingegangen sind. Damit beziehen sich die Ergebnisse der biometrischen Untersuchung auf Fische einer durchschnittlichen Gesamtlänge von 34,0 cm.

Tab. 18: Anzahl untersuchter Fische in den einzelnen Längenklassen
(Längenklassensymmetrie)

n	Längenklassen in [cm]		n
241 <	34,0		< 246
120 <	32,0	36,0	< 130
51 <	30,0	38,0	< 32
8 <	28,0	40,0	< 10

III. Bewirtschaftung des Coregonenbestandes

Schwankungen der Renkenfangerträge sind Eigentümlichkeit der meisten coregonenbewirtschafteten Seen (vgl. S. 17 ff.). Ein mittleres Ertragsniveau kann innerhalb weniger Jahre beträchtliche Schwankungen aufweisen. Von 1956 an lagen die Ertragsschwankungen am Starnberger See zwischen 1,02 und 12,72 kg/ha. Ist ein Jahrgang zahlenmäßig stark, wird der Ertrag von 3 Fangperioden*) positiv beeinflusst. Mit der bis 1972 verwendeten Maschenweite der Renkennetze von 40 mm begann am Starnberger See die Befischung eines Jahrgangs schon während die Fische noch der Altersklasse I+ angehörten**). In der darauffolgenden Fangperiode stellte der Jahrgang nunmehr als Altersklasse II+ den größten Anteil am Renkenfangertrag. Auch im nächsten Jahr konnte der gleiche Jahrgang als Altersklasse III+ noch bis Mai/Juni dominant am Fange beteiligt sein. Resultierende hohe Fangerträge sind damit Folge eines individuenreichen Jungfischaufkommens der Vorjahre. Die Höhe der Erträge ist an den entsprechenden Jahrgang gebunden, wobei wegen der geschilderten dreiteiligen Wirkung oder dem Ineinandergreifen mehrerer guter oder mittlerer Jahrgänge die Ursache, die den Ertrag einer bestimmten Fangperiode festlegt, nicht immer leicht zu erkennen ist. Vor dem Einsetzen der Eutrophierungsvorgänge waren die Bestandsverhältnisse wegen der erweiterten Altersklassenzusammensetzung für einen gewissen Ausgleich der Erträge günstiger, so daß krasse Schwankungen wie etwa in der Zeit nach 1956 ausblieben.

Die Einflüsse, die über die Größenordnung des Aufkommens eines Jahrgangs entscheiden und damit die Erträge festlegen, sind im einzelnen weitgehend unerforscht. Exakte Vorstellungen, ob beim Aufkommen eines guten Jahrgangs die Vernichtungsziffer für die Eier, die Brut oder für beides klein war, fehlen. Man kann nur mutmaßen, daß eine Reihe von Faktoren, etwa wasserchemischer, biozönotischer und witterungsbedingter Art, die

*) Fangperiode: 1. Januar bis Oktober des jeweiligen Jahres.

**) Die 1972 erfolgte Umstellung auf eine Maschenweite von 42 mm sollte die Schonung der Altersklasse I+ und damit verbunden mindestens einmaliges Ablachen der Fische bewirken. Von den 1971 festgestellten Wachstumsverhältnissen ausgehend, kann rein rechnerisch (vgl. S. 57) auf Schonung der Altersklasse I+ geschlossen werden. Inwieweit diese in der Praxis erfolgt, wird erst mit dem zukünftigen Aufkommen einer zahlenmäßig starken Altersklasse I+ zu überprüfen sein.

biologischen Abläufe beeinflussen. Es ist nicht unbedingt anzunehmen, daß die Anzahl der Laichfische und damit die Menge der im See abgelegten Eier auf den Ertrag direkt einwirkt, da aus den Statistiken hervorgeht, daß zahlenmäßig schwache Populationen mit geringer Zahl von Laichfischen außerordentlich starke Jahrgänge hervorzubringen vermögen. Die Vermutung, daß die Möglichkeit der Eivernichtung in den Tiefenzonen der Seen u. U. mit zu geringer Sauerstoffkonzentration in Zusammenhang stünde, hervorgerufen durch das mögliche Ausbleiben oder die Unvollständigkeit frühwinterlicher Zirkulationsvorgänge, ist nicht von der Hand zu weisen. Vieles deutet darauf hin, daß Coregonenlarven im Brütlingsstadium infolge ungenügender Planktonkonzentrationen, die durch anhaltend kalte und windige Frühjahrswitterung bedingt sind, zugrundegehen. Auch die steigenden Anzahlen des Wassergeflügels, das am Starnberger See während der Laichzeit der Renken bevorzugt deren Laichplätze in der Uferzone aufsucht, und die mögliche Vergrößerung des Ruttenbestandes (*Lota lota*) auf Grund der nicht mehr ausgeübten Legangelfischerei, können Gründe der Bestandsdiminierung sein.

Von den schwankenden Ertragslagen der einzelnen Jahre ausgehend, kann das Ziel der fischereilichen Seenbewirtschaftung nur sein, durch Eliminierung schlechter Fangerträge für Ausgleich der Ertragsschwankungen zu sorgen. Die seit Mitte der 50er Jahre verstärkten Schwankungsbreiten am Starnberger See werden derzeit neuerlich durch einen abnorm geringen Fangertrag bestätigt. Gegenüber den sehr guten Jahren 1969 bis 1971 erbrachte 1972 mit 4,37 kg/ha ein sehr unbefriedigendes Ergebnis. Ab März 1973 wurde die Renkenfischerei vom Großteil der Fischer bis auf weiteres eingestellt, weil der Fangerfolg dem nötigen wirtschaftlichen Aufwand an Arbeit und Materialeinsatz nicht mehr entsprach. Ob das Heranwachsen der neuen Altersklasse I+ dazu führt, diesen letzten absoluten Tiefpunkt seit Bestehen der Statistik wenigstens einigermaßen auszugleichen, bleibt abzuwarten; vor allem auch deshalb, weil es noch nicht als gesichert angesehen werden kann, daß bei Verwendung einer Maschenweite von 42 mm diese Altersklasse überhaupt erfolgreich zu befischen ist.

Die wichtigsten Ursachen, die zur Bedrohung von Coregonenbeständen im Voralpengebiet führen sind:

1. die zu hohe Befischungsintensität,
2. die Gefährdung der Fortpflanzungsprodukte von der Eiablage an bis zur Überwindung der Schwierigkeiten bei der ersten Futteraufnahme. — Es kann davon ausgegangen werden, daß die Brütlinge mit Erreichen einer Länge von ca. 25 mm den Hauptgefahren ihrer Entwicklung zum fangfertigen Fisch enthoben sind (Einsele 1941 b, Kriegsmann 1968, 1970).

Demgegenüber bieten sich Maßnahmen von seiten der Wissenschaft an, die die Bestände im Zustand hoher Ertragsfähigkeit halten sollen:

1. eine Regelung der Befischungsintensität, die die Erhaltung eines angemessenen Laichfischbestandes und damit die Voraussetzung für ausreichende natürliche Vermehrung garantiert.

2. künstliche Fördermaßnahmen, die dazu beitragen sollen, die hohen Vernichtungsziffern mancher Jahre zu überbrücken.

Voraussetzung für die Festlegung von Maschenweiten unter Berücksichtigung biologischer Gegebenheiten, ist die Kenntnis der Wachstumsverhältnisse einer Population. Am Starnberger See ist die Maschenweite von 42 mm der für den Renkenfang verwendeten Stellnetze offensichtlich zu eng an das Wachstum der Fische angepaßt. Es ist unter diesen Umständen lediglich die Schonung eines Bestandes gewährleistet, dessen Körperumfang 16,8 cm nicht übersteigt. Aus den ermittelten Körperumfangs-Werten (Tab. 10, S. 55 f.) geht hervor, daß unter den gegebenen Voraussetzungen lediglich eine Schonung der Altersklasse I+ zu erwarten ist, und zwar unter der Bedingung, daß sich die für 1971 gefundenen Wachstumsverhältnisse nicht wesentlich ändern. Damit ist die Forderung erfüllt, die Fische mindestens einmal im Leben ablaichen zu lassen, sofern man davon ausgehen kann, daß alle Fische dieser Altersklasse laichreif werden.

Mit Verringerung der Befischungsintensität etwa durch Erhöhung der Maschenweiten oder Verkleinerung der Netzfläche pro Fangperiode möchte man darüberhinaus die Altersklassenzusammensetzung wieder zugunsten älterer Jahrgänge verschieben, da nur von älteren Jahrgängen vollwertige Laichprodukte zu erwarten sind. Aus den Erfahrungen, die man in den Brutanstalten bei der Erbrütung von Eiern der Altersklasse I+ im Gegensatz zu den Laichprodukten älterer Jahrgänge gewonnen hat, darf vollwertigen Eiern bessere Widerstandskraft gegenüber möglicher Verschlechterung der Verhältnisse im Profundal im Zuge zunehmender Eutrophierung zugetraut werden. Für vitalere Brütlinge dürften sich die Überlebenschancen bei ungünstigen Witterungsbedingungen nach dem Dottersackstadium beträchtlich erhöhen. Derzeit ist, bei dem hohen Fangkoeffizient der Perlondrahtnetze in Verbindung mit dem Einsatz zu geringer Maschenweiten, die Befischungsintensität so hoch, daß es zu starken Fluktuationen unter den Laichfischen der Altersklasse II+ kommt. Als Mindestforderung ergibt sich daher, die Maschenweite so zu bemessen, daß eine Schonung der Altersklasse II+ zumindest in größerem Umfange als bisher im Untersuchungszeitraum üblich gewährleistet ist. Bei vollständiger Schonung der Altersklasse II+ ist von den vorliegenden Werten ausgehend, ein Körperumfang von 20,8 cm anzusetzen. Dieser bedingt eine Maschenweite von 52,0 mm. Unter den angetroffenen Wachstumsverhältnissen erfolgt vollständige Schonung der Altersklasse II+ erst bei Umstellung auf dieses Maschenweitenmaß. Die Anpassung der Maschenweite an die biologischen Verhältnisse im Gegensatz zur Ausübung der Renkenfischerei mit 42er Netzen zeigt, wie weit man derzeit hinsichtlich der Fangtechnik vom Zustand optimaler Befischung entfernt ist. Bei realistischer Einschätzung der am See gegebenen Möglichkeiten und auch in bezug auf die Anpassung an die Verhältnisse des Marktes, wird eine sukzessive Erhöhung auf 46 bis 48 mm für möglich gehalten. Mit dieser Maßnahme schafft man sich neben einer Verbesserung der Bestandsverhältnisse den Vorteil, eine Periode schnellen Wachstums, in der die Fische ihr Gewicht auf das Doppelte ver-

größern, wirtschaftlich zu nutzen. Im Anschluß an die Eiablage der Altersklasse II⁺ kann dann der Jahrgang intensiver befischt werden, um Platz für die nachfolgende Generation zu schaffen. Sollte sich eine derartige Maßnahme nicht verwirklichen lassen, besteht die Möglichkeit, durch Verringerung der Netzfläche während der Fangperiode, beispielsweise durch Verminderung der zulässigen Netzzahl und dem Einschieben sog. Seefeiertage, zur Schonung der Bestände beizutragen. Auch sollten dem Bestand längere Erholungspausen eingeräumt werden, indem die Fangzeiten vor und nach der Laichzeit einzuschränken sind.

Chiemsee und Laacher See werden wegen ihrer gleichmäßig guten Ertragslage gern als Beispiel dafür herangezogen, daß die Maschenweiten dieser Seen, obwohl sie auch nur 40 mm betragen, ausreichen, die Bestände hinlänglich zu schonen. Untersuchungen der Renkenpopulationen des Chiemsees (März 1973) und des Laacher Sees (Dezember 1972) werden nachstehend mitgeteilt.

Tab. 19: Altersklassenzusammensetzung und Wachstum der Coregonen des Chiemsees und des Laacher Sees

1. **Chiemsee:** n = 175

Altersklasse	Gesamtlänge	Vollgewicht	Körperumfang
III ⁺ : 4 %	33,3 (31,0—36,2)	300 (240—375)	17,2 (16,6—18,2)
IV ⁺ : 22 %	33,9 (31,0—36,8)	315 (240—385)	17,3 (16,0—18,8)
V ⁺ : 70 %	34,0 (31,2—37,4)	327 (240—435)	17,4 (16,2—19,2)
VI ⁺ : 4 %	34,8 (33,1—37,3)	343 (270—410)	17,5 (16,0—18,8)

2. **Laacher See:** n = 103

II ⁺ : 10 %	31,4 (29,8—33,5)	237 (210—260)
III ⁺ : 70 %	33,3 (30,1—36,0)	337 (210—420)
IV ⁺ : 20 %	35,3 (33,3—38,2)	454 (425—510)

Ein Vergleich zeigt, daß die Wachstumskurve der beiden Renkenpopulationen wesentlich flacher verlaufen als die der Starnberger See-Renken. Dies hat dazu geführt, daß die Befischung der beiden Seen mit etwa gleicher Maschenweite wie am Starnberger See die Ausbildung wahrscheinlich sehr günstiger Altersklassenzusammensetzungen bewirkt hat. Sicherlich ist hierin mit ein Grund für die unterschiedlichen Ertragsituationen der beiden Seen im Gegensatz zum Starnberger See zu sehen. Berücksichtigt man zusätzlich die aufgezeigte Befischungsintensität (Tab. 13, S. 59), so zeigt sich darüberhinaus, daß die Chiemseefischer wesentlich schonender mit ihren Beständen umgehen.

Die Beispiele zeigen die Notwendigkeit, daß sich eine Beurteilung der Bewirtschaftungsweise einer Coregonenpopulation hinsichtlich des Fangmitteleinsatzes in erster Linie nach den Wachstumsverhältnissen der Fische zu richten hat. Wegen der Unterschiedlichkeit der Ernährungsbedingungen und u. U. auch genetischen Voraussetzungen für die Renkenpopulation, die in den einzelnen Seen vorliegen, geben nur Untersuchungen über längere

Zeiträume hinweg über geeignete Maßnahmen für die Erhaltung einer Coregonenpopulation im Zustand hoher Ertragsfähigkeit Aufschluß. „Erst die durch viele Jahre gleichartig fortgeführte Bestandsüberwachung kann das Problem der optimalen Befischung seiner Lösung näher bringen“ (Bückmann 1964, 14).

Die Befunde über den Trophiezustand des Starnberger Sees und der eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen, lassen unter Berücksichtigung der hydrographischen Gegebenheiten vermuten, daß die Phosphatwerte sich voraussichtlich nicht rasch im wünschenswerten Umfang vermindern. Es besteht damit die Möglichkeit, daß es vor allem unter ungünstigen Witterungsbedingungen zum weiteren Absinken der Sauerstoffwerte vor allem im bodennahen Bereich kommt. Die Funktionstüchtigkeit der Laichplätze ist damit besonders in den Tiefenzonen des Sees in Frage gestellt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit würde dann die Vernichtungsziffer der gegen Sauerstoffmangel empfindlichen Renkeneier ansteigen, vor allem auch deshalb, weil es sich bei einem Großteil um Eier der Altersklasse I+ handelt, von denen noch weniger Widerstandskraft gegenüber dem Einfluß schädigender Faktoren erwartet werden kann. Bei Ausfall natürlicher Fortpflanzungsbedingungen kann die Leistung von Brutanstalten, deren Kapazitäten dabei stets im Verhältnis zur Seegröße gesehen werden müssen, allein nicht ausreichen, für gute Erträge die Grundlage abzugeben. Kriegsmann (1967*) berichtet, daß sich am Bodensee vor der Eutrophierung in jedem Jahr etwa 3,7 Milliarden Blaufelcheneier „normaler Größe“ auf dem Seegrund befanden. Zu dieser Zeit lag der Ertrag durchschnittlich bei 250 000 kg. Demgegenüber betrug der Einsatz an Brütlingen 32 Millionen pro Jahr, was nicht einmal 1 % der Eizahl im See entsprach. Mit künstlicher Erbrütung müßte demnach die Lebenschance für den Brütling ver Hundertfacht werden, um unter den Verhältnissen vor der Eutrophierung gleiches Ertragsniveau zu erreichen. Nümann (1967) konnte zeigen, daß durch die Kalterbrütung der Faktor 100 verbessert wird. „Die dann noch bleibende Spanne zum Erreichen produktionswirksamer Förderungsmaßnahmen in der Größenordnung von 5—10 kg/ha kann aller Wahrscheinlichkeit nach nicht durch Steigerung der Bruteinsatzzahlen, sondern nur durch massenhaftes Aufziehen von Jungfischen überbrückt werden“ (Kriegsmann 1967, 4). Es ergibt sich damit, daß ein weiterer Ausbau von Brutanstalten und die Entwicklung technischer Konzeptionen für arbeitsexensive Massenaufzucht von Renkenlarven dann für die Renkenfischerei existenznotwendig wird, wenn erste Schäden bei der Eientwicklung nachweisbar sind.

Die Fischereigenossenschaft Würmsee betreibt seit Dezember 1970 in Tutzing am Westufer des Starnberger Sees ein Bruthaus, in dem die Erbrütung seeigenen Laichs mit Seewasser durchgeführt wird. Der Großteil der Brut wird im Dottersackstadium in der Zeit von Mitte Februar bis Mitte März ausgesetzt. Einen geringen Teil versucht man mit Plankton vorzu-

*) „Oberseefischerei und Seezustand“. — Vortrag anlässlich der internationalen Bevollmächtigten-Konferenz 1967 — unveröffentlicht.

strecken. Ertragssteigernde Erfolge daraus sind auch wegen des nicht zielbewußten Einsatzes der wenigen freiwilligen Mitarbeiter einstweilen nicht zu erkennen. In erster Linie hat sich allerdings die Unwirksamkeit der „Warmerbrütung“ erwiesen (N ü m a n n 1937, E l s t e r 1944).

Bei Umstellung auf Kalterbrütung könnte das Aussetzen der Fische bis zu zwei Monaten später erfolgen, so daß sich wegen der vorgerückten Jahreszeit und der damit verbesserten Schichtung von Temperatur und Plankton die Überlebenschancen vergrößerten. Dies spielt besonders im Hinblick auf die klimatischen Voraussetzungen des Sees eine Rolle. Höhenlage und Gebirgsnähe setzen ihn besonders Wind- und Temperatureinflüssen aus, so daß beispielsweise erst Anfang Mai 1972 äußere Bedingungen vorlagen, die für das Stadium des Fressenlernens der Jungfische als günstig erachtet werden.

Gerade wegen der oft langanhaltenden rauen Witterungsbedingungen im Frühjahr empfiehlt sich die Intensivierung des Vorstreckens von Brütlingen, wobei Schwierigkeiten darin bestehen, entweder Planung und Bau eines automatischen Planktonfanggerätes zu verwirklichen, oder die Fischer zu regelmäßigen Arbeitsleistungen für die Bereitstellung größerer Planktonmengen zu verpflichten.

G. Zusammenfassung der Ergebnisse

I. Trophiezustand

1. Ausgehend von den Untersuchungen in der Zeit von Dezember 1970 bis Mai 1972 zeigten die Sauerstoffverhältnisse des Starnberger Sees:

- a) die Möglichkeit assimilationsbedingter Sauerstoffübersättigung im Epilimnion (142 ‰)
- b) metalimnische Minima (6,3 mg O₂/l in 16 m Wassertiefe)
- c) Sättigungswerte im mittleren Hypolimnion — dem Sauerstoffspeicher eines tiefen Sees — von 74 bzw. 85 ‰
- d) über Grund mit 1,7—2,0 mg O₂/l die bisher für den Starnberger See niedrigsten Sauerstoffwerte überhaupt (November 1971). Wegen methodischer Schwierigkeiten wurden die wahrscheinlich noch schlechteren Verhältnisse an der Sediment-Wasser-Kontaktzone nicht erfaßt. Es wird angenommen, daß im letzten Abschnitt der Sommerstagnation am Seeboden in der Tiefenrinne des Sees reduktive Verhältnisse angetroffen werden können.
- e) Sauerstoffsättigungswerte von 87 ‰ (April 1971) und 75 ‰ (Mai 1972) vor Beginn der Sommerstagnation

2. Erhebungen der Witterungsdaten während der Untersuchungszeit schufen die Möglichkeit, Sauerstoff- und Temperaturverhältnisse des Sees in Zusammenhang mit der Großwetterlage zu sehen.

3. Es wird als gesichert erachtet, daß sich ausgehend von den Untersuchungen N ä h e r s (1963) der Phosphatspiegel erhöht hat. Auf die Be-

deutung dieser Tatsache im Hinblick auf die besonderen hydrographischen Verhältnisse wurde hingewiesen.

4. Als Indizien der fortgeschrittenen Eutrophierung wurden neben dem Fischwachstum Beobachtungen bezüglich Auftreten der Algenblüten und des Rohrsterbens mitgeteilt.

5. Veränderungen im Trophiezustand innerhalb der letzten 20 Jahre zahlenmäßig nachzuweisen, war nicht möglich. Die Voraussetzung ist wegen der Unvollständigkeit früherer Analysen nicht gegeben.

6. Die eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen wurden geschildert.

II. Die Coregonenpopulation

1. Die Zahl verkrüppelter Exemplare lag bei 1 %.

2. Es konnte nur schwache Parasitierung nachgewiesen werden. *Triaenophorus crassus* fehlte ganz.

3. Der Beginn der Laichzeit fiel etwa in die erste Dezemberhälfte und war nicht unbedingt von der Wassertemperatur $7,0^{\circ}\text{C}$ abhängig.

4. Beim Laichgeschäft wurden keine Laichplätze bevorzugt aufgesucht. Laichreife Fische konnten sowohl in der Ufer- als auch in der Freiwasserzone angetroffen werden.

5. Das Verhältnis der Geschlechter lag etwa bei 1:1.

6. Der Eidurchmesser frisch befruchteter Eier betrug bei Eiern der Altersklasse I+ im Mittel 1,95 mm, bei solchen der Altersklasse II+ 2,20 mm.

7. Als Eigewicht wurde im Durchschnitt 6,3 mg ermittelt.

8. Die Bestimmung der Eizahl/l ergab ca. 100 000.

9. Das Schlüpfen lebensfähiger Larven begann bei 231 Tagesgraden; es war bei 386 Tagesgraden beendet.

10. Längenmessung eben geschlüpfter Larven erbrachten im Mittel 9,0 mm für Larven der Altersklasse I+ und 10,5 mm für die Altersklasse II+.

11. Die Auswertung von Vorversuchen hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit der Laichplätze innerhalb unterschiedlicher Tiefenzonen zeigte, daß vorläufig noch in allen Tiefen eine Eientwicklung stattfindet, die das Schlüpfen lebensfähiger Larven ermöglicht. Die Verluste infolge Absterbens der Eier waren allerdings enorm hoch.

12. Die statistische Auswertung der biometrischen Analyse erbrachte für 6 der 7 taxonomisch wichtigen Körpermerkmale Normalverteilungen der Werte. Es konnte damit auf eine einheitliche Coregonenpopulation geschlossen werden, wobei das Vorhandensein mehrerer nebeneinander vorkommender Arten von seiten der statistischen Aussage her nicht mit Sicherheit auszuschließen ist. Auffallend waren große Variationsbreiten. Auf das disproportionale Wachstum im Hinblick auf die Auswertung der Stichprobe wurde gesondert eingegangen.

III. Bewirtschaftung des Coregonenbestandes

1. Die Renkenfischerei zeigte in den Jahren von 1920 bis 1971 Ertragschwankungen, die zwischen 0,87 (1927) und 12,72 kg/ha (1966) liegen.

2. Der Gesamtfangertrag einer Fangperiode beruhte in der Hauptsache auf der Befischung der Altersklasse II+, wobei auch schon I+ Fische zum Fang gelangten.

3. Die Altersklassenzusammensetzung bestand im wesentlichen aus Altersklassen bis III+. Fische der Altersklasse IV+ kamen praktisch nicht mehr vor.

4. Das Wachstum der Renken innerhalb einer Altersklasse war außerordentlichen Schwankungen unterworfen. Der Vergleich von Vorwüchsern und Langsamwüchsern zeigte Unterschiede, die ergaben, daß Vorwüchser am Ende des dritten Jahres (II+) fast doppelt so schwer sind wie gleichaltrige langsamwüchsige Artgenossen. Ob die Gründe hierfür genetisch bedingt sind oder durch Umwelteinflüsse bestimmt werden, ist unerforscht.

5. Der Korpulenzfaktor der Renken lag bei durchschnittlich 0,85. Er wurde mit den Werten für die Renken des Laacher Sees verglichen.

6. Vergleiche der Befischungsintensität am Starnberger See mit Ammersee und Chiemsee zeigten vergleichsweise hohe Werte für den Starnberger See.

7. Die für den Renkenfang verwendeten Fanggeräte wurden beschrieben.

8. Durch Messung der Körperumfänge wurde versucht, eine Anpassung der Maschenweiten verwendeter Stellnetze an die gegebenen biologischen Voraussetzungen zu erreichen. Dabei zeigte sich, daß die Maschenweite von 42 mm zu eng an das Wachstum der Renken angepaßt ist. Es wurde eine sukzessive Erhöhung auf 46—48 mm empfohlen. Aus Vergleichen der Wachstumsverhältnisse des Starnberger Sees mit Chiemsee und Laacher See ging hervor, daß sich eine Beurteilung der Bewirtschaftungsweise einer Coregonenpopulation hinsichtlich des Fangmitteleinsatzes in erster Linie nach den Wachstumsverhältnissen der Fische zu richten hat.

9. Auf die eutrophierungsbedingte Notwendigkeit der Intensivierung künstlicher Nachzucht in Brutanstalten wurde hingewiesen. Auch wurde wegen möglicherweise langanhaltenden rauen Witterungsbedingungen im Frühjahr auf die Entwicklung von Methoden für erfolgreiches Vorstrecken der Brut eingegangen.

H. Verzeichnis zitierter und der Arbeit zugrundeliegender Literatur

- Anonymous (1970): Neues vom Würmsee. — AFZ 95, 827.
- Amann, E. / Steinmann, P. (1948): Die Verbesserungen der Methoden in der Felchenzucht. — In: Kommission zur Erforschung fischereiwissenschaftlicher Fragen, Sonderbericht 1, Buchdruckerei Walter Kunz, Pfäffikon Zürich.
- Bayerisches Staatsministerium des Innern (1971): Seenreinhaltung in Bayern, 32 Seiten.
- Bernhardt, H. (1969): Die Auswirkungen der Eutrophierung auf die Trinkwassergewinnung aus Talsperren. — Städtehygiene 7, 161—166.
- Bloch, M. E. (1779): Ökonomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands, Berlin.
- v. Brandt, A. (1940): Netzkonservierung und Fängigkeit. — AFZ 65, 185—187.
- — (1948): Netzweichheit und Netzhärte. — Arch. Fisch. 1, 173—183.
- — (1952): Untersuchungen über die Fängigkeit von Stellnetzen unter Berücksichtigung der Netzfarbe. — Arch. Fisch. 4, 5—18.
- Braun, E. (1964): Experimentelle Untersuchungen zur ersten Nahrungsaufnahme an Jungfischen von Blaufelchen, Weißfelchen und Hechten. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 28, 183—244.
- Bückmann, A. (1963): Das Problem der optimalen Befischung. — Arch. Fisch. 14, Beiheft 1, 1—108.
- Burkhardt, H. (1941): Die Fischwirtschaft der oberbayerischen Seen. — Diss. TH München, 211 Seiten.
- Demoll, R. (1933): Was bedeutet „Greifbarkeit der Nahrung“ für die Karpfenzucht? — AFZ 55, 346—348.
- — (1958): Einwirkung des Wassers und seiner Stoffe auf den Körper. — Münchn. Beitr. z. Abw.-, Fisch- und Flußbiol. 4, 9—17.
- Deufel, J. (1956): Auswirkungen des Cestoden-Befalls bei Blaufelchen. — Arch. Fisch. 7, 146—150.
- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. — Weinheim 1960.
- Dottrens, E. (1955): Acclimatation et hybridation de Corégones. — Rev. Suisse Zool. 62, 101—118.
- — (1959): Systématique des Corégones de l'Europe occidentale, basée sur une étude biométrique. — Rev. Suisse Zool. 66, 1—66.
- Einsle, W. (1936): Über die Beziehung des Eisenkreislaufs zum Phosphatkreislauf im eutrophen See. — Arch. Hydrobiol. 29, 664—685.
- — (1938): Über chemische und kolloidchemische Vorgänge in Eisen-Phosphat-Systemen unter limnochemischen und limnogeologischen Gesichtspunkten. — Arch. Hydrobiol. 33, 361—387.
- — (1941 a): Die Umsetzung von zugeführtem anorg. Phosphat im eutrophen See und ihre Rückwirkungen auf seinen Gesamthaushalt. — Zeitschrift f. Fischerei 39, 407—488.
- — (1941 b): Fischereiwissenschaftliche Probleme in deutschen Alpenseen. — Fischerei Zeitung 44, 295—297, 302—305.
- — (1943): Über das Wachstum der Coregonen im Voralpengebiet, insbesondere über das Verhältnis von Schuppen und Längenwachstum. — Zeitschrift f. Fischerei 41, 23—45.
- Elster, H. J. (1933): Eine Schlittendredge. — Int. Rev. 29, 290—292.
- — (1935): Die künstliche Erbrütung bei großen Seen, vorläufige Ergebnisse und Anregungen. — Verh. des Int. Verein f. theoret. u. angewandte Limnologie 7, 361 bis 370.
- — (1944): Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. — Zeitschrift f. Fischerei 62, 169—357.
- — (1950): Probleme der Felchenaufzucht im Bodensee. — AFZ 75, 58—60.

- — (1953): Das biologische Gleichgewicht und die Erzielung von Höchstserträgen in der Fischerei. — *AFZ* **78**, 499—502.
- Elster, H. J. / Nümann, W. (1961): Ist der Bodensee in Gefahr? — *Die Wasserwirtschaft* **51**, 261—264.
- Fels, E. (1914): Der heutige Stand über die Kenntnisse der bayerischen Seen. — *Mitt. d. Geogr. Gesell. Mü.* **9**, 375—400.
- Findegg, J. (1936): Über den Sauerstoffgehalt tiefer Seen und seine indikatorische Bedeutung für ihren Trophiezustand. — *Arch. Hydrobiol.* **30**, 337—344.
- Florin, J. (1957): Ein Meßgerät zur einheitlichen Bestimmung von Netzmaschenweiten. — *Schweiz. Fischerei Zeitung* **9**, 243—244.
- — (1968/69/70/71): Berichte über die Ergebnisse von Untersuchungen an Blaufelchen-Sonderfängen aus dem Bodensee. — *Mitt. d. Kantonalen Amts f. Gewässerschutz St. Gallen*.
- Fritsch, W. (1955): Biologisch-chemische und wasserwirtschaftliche Probleme bei der Einleitung von Abwässern in Seen. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **22**, 301—305.
- — (1971): Über den Gütezustand der Gewässer im deutschen Alpen- und Voralpengebiet. — *Wasserwirtschaft* **61**, 5—11.
- Gebbing, J. (1901/1902): Hydrochemische Untersuchungen des Würm-, Kochel- und Walchensees. — *Jber. Geogr. Ges. München* **20**, 55—86.
- Geßner, K. (1875): *Fischbuoch*, Zürich.
- Grim, J. (1951 a): Kannibalismus bei Blaufelchen und seine möglichen Folgen. — *Österreichs Fischerei* **4**, 165—171.
- — (1951 b): Kalterbrütungsversuche mit Coregonen in der neuen Fischbrutanstalt in Bühl am Alpsee. — *AFZ* **76**, 13, 31—32.
- — (1955): Die chemischen und planktologischen Veränderungen des Bodensee-Obersees in den letzten 30 Jahren. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **22**, 310—322.
- Grote, W., Vogt, C., Hofer, B. (1909): *Die Süßwasserfische von Mitteleuropa Teil I — Leipzig/Frankfurt*, 578 Seiten.
- Grote, A. (1934): Der Sauerstoffhaushalt der Seen. — *Die Binnengewässer* **14**, 1—217.
- Haempel, O (1930): *Fischereibiologie der Alpenseen*. — *Die Binnengewässer* **10**, 1 bis 259.
- Halbfass, W. (1923): *Grundzüge der vergleichenden Seenkunde*. — Berlin, 354 Seiten.
- Hamm, A. (1968): Bisherige Untersuchungen an obbay. Seen im Hinblick auf die Auswirkung von Sanierungsmaßnahmen. — *Wasser- und Abwasserforschung* **4**, 135 bis 141.
- Jahn, F. (1970): Die Renkenfischerei in bayerischen Seen. — *Fischwirt* **20**, 169—172.
- Järvi, T. H. (1921): Die kleine Maräne (*Coregonus albula* L.) im Keitelsee. — *Ann. Acad. Sci. fenn (A)* **14**, 1—301.
- — (1928): Über die Arten und Formen der Coregonen s. str. in Finnland. — *Acta Zoologica Fennica* **5**.
- Jens, G. (1964): Produktion — Bestand — Ertrag. — *Arch. Fisch.* **15**, Beiheft 1, 1—76.
- Karbe, L. (1964 a): Die Chromosomenverhältnisse bei den Coregonen des Bodensees und einiger weiterer voralpiner Seen, ein Beitrag zu Problemen der Speziation in der Gattung *Coregonus*. — *Zeitschrift zool. Syst. Evolutionsforschung* **2**, 18—40.
- — (1964 b): Die Auswirkung der künstlichen Eutrophierung des Bodensees auf das Artgefüge seiner Coregonenpopulation. — *Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. Kosswig-Festschrift*, 83—90.
- Keiz, G. (1959): Über den Temperatureinfluß auf die Erbrütung der Eier des Karpfens (*Cyprinus Carpio* L. Vertebrata, pisces). — *Die Naturwissenschaften* **46**, 499.
- Kennedy, W. A. (1951): The Relationship of Fishing Effect by Gill Nets to the Interval between Lifts. — *Journal of the Fish. Res. Board of Canada* **8**, 264—274.
- Klee, O. (1972): An Bayerns Seen sieht man klar. — *Kosmos* **8**, 330—335.
- Klunzinger, C. B. (1884): Über die Felchenarten des Bodensees. — *Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg* **37**, 172—304.

- Kl u s t, G. (1957): Untersuchungen an Fischnetzgarnen aus endlosen Polyamidfäden. — Arch. Fisch **8**, 151—175.
- K ö l b i n g, A. (1972): Der Wasserchemismus des Starnberger Sees — unter besonderer Berücksichtigung von Sauerstoff und Phosphor. — Dipl.-Arbeit TU Mü.-Weihenstephan, 44 Seiten.
- K o p f m ü l l e r, A. und S c h e f f e l t, E. (1924): Blaufelchenlaich und klimatische Faktoren. — Schr. Ver. Gesch. Bodensee **53**, 35—56.
- v. K r a f t, A., N ü m a n n, W., P e t e r s, H. (1963): Untersuchungen über die Fruchtbarkeit des Blaufelchens im Bodensee. — Schweiz. Zeitschr. f. Hydrobiol. **25**, 84—118.
- K r e y s z i g, E. (1968): Statistische Methoden und ihre Anwendungen. — Göttingen, 423 Seiten.
- K r i e g s m a n n, F. (1949): Zur Schwimmblasenfunktion und zum Vorstrecken der Brut von Coregonen, besonders von Blaufelchen und Gangfisch. — AFZ **74**, 136 bis 137.
- — (1955): Der Wechsel in der Vergesellschaftung der Fischarten des Ober- und Untersees und die Veränderung des See-Reagierens. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **22**, 397—408.
- — (1968): 75 Jahre internationale Übereinkunft für die Fischerei am Bodensee-Obersee. — Der Fischwirt **18**, 277—284.
- — (1970): Jungfischauzucht mit Zooplankton. — Fischwirt **20**, 184—188.
- K ü h n, A. (1967): Grundriß der allgemeinen Zoologie. — Stuttgart, 389 Seiten.
- L a m p e r t, W. (1971): Untersuchungen zur Biologie und Populationsdynamik der Coregonen im Schluchsee. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **38**, 237—314.
- L i e b m a n n, H. / H a m m, A. (1972): Eutrophierung und Eutrophierungsminderung an bayerischen Seen. — gwf — Wasser/Abwasser **113**, 404—409.
- v. L u k o w i c z, M. (1967): Renkenuntersuchungen an einigen oberbayerischen Seen im Jahre 1966. — AFZ **92**, 347—351.
- M a n g o l t, G. (1557): Fischbuoch, Zürich. (Neudruck besorgt von Joh. Meyer. Thurg. 1903). — Beitr. vaterl. Gesch. **45**, 119—185.
- M e e k, A. (1916): The migration of Fish, London.
- M o h r, H. (1963): Netzfarbe und Fängigkeit bei Kiemennetzen. — Arch. Fisch. **14**, 153 bis 161.
- M o r a w a, F. (1963): Wie reagiert der Blaufelchen (*Coregonus wartmanni* Bloch) auf die Veränderungen im Bodensee. — AFZ **88**, 612—614.
- — (1968): Süßwasserfische. — Hannover, 171 Seiten.
- M u d r a, A. (1958): Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. — Berlin, 336 Seiten.
- M u u s, B. J. / D a h l s t r ö m, P. (1967): Süßwasserfische. — München, 224 Seiten.
- N ä h e r, W. (1963): Untersuchungen über die Radioaktivität im Wasser und Plankton des Starnberger Sees mit besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. — Arch. Hydrobiol. **59**, 401—466.
- N a u m a n n, E. (1931): Limnologische Terminologie. — Berlin und Wien, 776 Seiten.
- N ü m a n n, W. (1937): Die Fangaussichten in der Blaufelchenfischerei des Bodensees für das Jahr 1937. — Fischerei Zeitung **40**, 217—219.
- — (1938): Kritische Bemerkungen zu Waglers Aufsatzserie über die Bewirtschaftung der Renkenseen des Voralpengebieten. — AFZ **63**, 100—104.
- — (1953): Felchenerbrütung mit künstlich abgekühltem Wasser im Umwälzverfahren. — Zeitschrift f. Fischerei **2 NF**, 83—92.
- — (1957): Untersuchungen über die Berechtigung einer verstärkten Schwesatzfischerei im Bodensee. — AFZ **82**, 403—404, 427—428.
- — (1958): Vorläufiger Bericht über das stark veränderte Wachstum der Blaufelchen im Bodensee und Versuch einer Fangprognose für das Jahr 1958. — AFZ **83**, 88 bis 91,

- — (1959): Das Wachstum der Blaufelchen und seine Berechnung bei Erfassung aller Individuen der einzelnen Jahrgänge in Abhängigkeit von der Stärke des Jahrganges, den jährlich variierenden Außenfaktoren, der Eutrophierung und den regionalen Unterschieden des Sees. — Arch. Fisch. **10**, 5—20.
- — (1961): Das Problem der Ertragssteigerung und Überfischung in der Blaufelchenfischerei am Bodensee. — Zeitschrift f. Fischerei **10** NF, 241—252.
- — (1962): Schnelleres Wachstum, größere Fangerträge, jüngere Jahrgänge und Frühreife bei den Bodenseeblaufelchen als Folge der Düngung des Sees durch Abwässer. — AFZ **87**, 114—116.
- — (1963): Die Auswirkung der Eutrophierung auf den Eintritt der Reife, auf die Eizahl und Eigröße beim Bodenseeblaufelchen. — AFZ **88**, 225—227.
- — (1964): Die Veränderung im Blaufelchenbestand und in der Blaufelchenfischerei als Folge der künstlichen Eutrophierung des Bodensees. — Verh. Internat. Verein. Limnol. **15**, 514—523.
- — (1966): Reife und Laichzeit, erblich determiniert oder von Umweltfaktoren bestimmt? — Österreichs Fischerei **19**, 3—8.
- — (1967): Ungewollte und gezielte Eingriffe in die Populationsdynamik der Blaufelchen. — Arch. Fisch. **18**, 12—24.
- — (1970): Neuere Ergebnisse in der Forschung an Blaufelchen (*Coregonus wartmanni*) seit der Eutrophierung des Bodensees. — Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. **21**, 1—4, 234—247.
- N ü b l i n, O. (1882): Beiträge zur Kenntnis der *Coregonus*-Arten des Bodensees und einiger anderer nahe gelegener nordalpiner Seen. — Zoll. Anz. **5**, 86—92, 106—111, 130—135, 164—169, 182—189, 207—212, 253—258, 279—282, 302—306.
- O h l e, W. (1953 a): Phosphor als Initialfaktor der Gewässer-Eutrophierung. — Vom Wasser **20**, 11—23.
- — (1953 b): Der Vorgang rasanter Seenalterung in Holstein. — Naturwissenschaften **40**, 153—163.
- — (1955): Beiträge zur Produktionsbiologie der Gewässer. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **22**, 456—479.
- P r o b s t, E. (1939): Ein Beitrag zur Biologie des Bodensee-Blaufelchens. — AFZ **64**, 170—175.
- v. R a p p, W. (1853): Über einige Fische des Bodensees. — Württ. naturw. Jahreshefte **9**, 33—38.
- R e i c h e n b a c h - K l i n k e, H. (1969): Fischereibiologische Untersuchungen an den Renken des Chiemsees und anderer oberbayerischer Seen. — AFZ **94**, 84—85.
- R e i c h e n b a c h - N e g e l e, R. D. (1971): Untersuchungen über den Bandwurmbefall von Nutzfischen im Hinblick auf die Beeinträchtigung des Nahrungsmittels Fisch. — Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift **84**, 396—399.
- R u t t n e r, F. (1962): Grundriß der Limnologie. — Berlin, 232 Seiten.
- S c h ä p e r c l a u s, W. (1963): Fischereiwirtschaftslehre (Seen- und Flußwirtschaft). — in: Fischereikunde, hrg. von H. H. Wundsch, Radebeul u. Berlin, 256 Seiten.
- S c h l e i c h, L. (1966): Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Körperwachstum und Wasserverunreinigung, studiert an der Süßwasserfischart Nase in Niederbayern. Diss. TH München, 69 Seiten.
- S c h m i d, J. (1967): Die Stellung des Aales in der Fischerei Oberbayerns. — Diss. TH München, 99 Seiten.
- S c h n e i d e r, F. (1893): Die Fischerei im Starnberger See und die Dampfschiffahrt. — AFZ **18**, 90—91.
- S e l i g o, A. (1926): Die Fischerei in den Flüssen, Seen und Strandgewässern Mitteleuropas. — Handbuch der Binnenfischerei **5**, 1—422.
- S e r n o w, S. A. (1958): Allgemeine Hydrobiologie. — Berlin, 676 Seiten.
- v. S t a u d i n g e r (1887): Über Temperatur des Brutwassers zur künstlichen Fischzucht. — AFZ **12**, 161—164.

- Steinberg, R. (1961): Die Fängigkeit von Kiemennetzen für Barsch und Plötze in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Netzmaterials, der Netzkonstruktion und der Reaktion der Fische. — Arch. Fisch **12**, 173—230.
- Svärdson, G. (1949): The Coregonid problem I. — Inst. of Fish-Water Research, Drottingholm **29**, Lund, 89—101.
- Thienemann, A. (1912): Die Silberfelchen des Laacher Sees. — Zool. Jahrb., Abt. Syst. **32**, 173—220.
- — (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Ein Beitrag zur See-typenlehre. — Die Binnengewässer **4**, 1—172.
- Thomas, E. A. (1971): Dritte Reinigungsstufe und Oligotrophierung des Zürichsees. — Gas — Wasser — Abwasser **51**, 113—121.
- Ule, W. (1897): Der Starnbergersee. — Geogr. Zeitung **3**.
- — (1901): Der Würmsee (Starnbergersee) in Oberbayern, eine limnologische Studie. — Wiss. Veröff. Ver. Erd., Leipzig, 1—211.
- Vollenweider, R. A. (1968): Die wissenschaftlichen Grundlagen der Seen- und Fließgewässereutrophierung, unter besonderer Berücksichtigung des Phosphors und des Stickstoffs als Eutrophierungsfaktoren. — OECD Bericht DAS/CSJ/68, 27, Paris.
- Wachter, H. (1959): Würm- und Ammersee — Ein hydrographischer Vergleich. — Gewässer u. Abwässer **25**, 1—91.
- Wagler, E. (1927): Der Blaufelchen des Bodensees. — Int. Rev. **27**, 129—230.
- — (1930): Die Schwebrenke des Ammersees. — Arch. Hydrobiol. **21**, 455—482.
- — (1937 a): Die Systematik der Voralpencoregonen. — Int. Rev. **85**, 345—446.
- — (1937 b): Die Bewirtschaftung der Renkenseen des Voralpengebietes. — AFZ **62**, 243—246, 260—263, 278—280, 288—290, 342—346, 357—364.
- — (1938): Die Bewirtschaftung der Coregonenseen. — Int. Rev. **87**, 1—130.
- — (1939): Die bayerischen Renken- und Saiblingsfischerei im Jahre 1938. — AFZ **64**, 164—169.
- — (1941): Die Coregonen. — Handbuch der Binnenfischerei **3**, 369—501.
- Weber, E. (1972): Grundriß der biologischen Statistik. — Stuttgart, 706 Seiten.
- Westenrieder (1784): Beschreibung des Wurm- oder Starnbergersees. — München, 163 Seiten.
- Willer, A. (1934): Die Bewirtschaftung der Maränenseen. — Sammlung fischerei-rechtlicher Zeitfragen **24**, 1—18.
- Zorell, F. (1954): Zur Frage des Trophiezustandes einiger oberbayerischer Seen. — Arch. Hydrobiol. **49**, 376—385.

Unveröffentlichte Aufzeichnungen:

1. der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen
2. der Fischereigenossenschaft Würmsee
3. der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Alexander Kölb ing, Bayer. Landesanstalt für Fischerei,
813 Starnberg, Weilheimer Straße 8a

I. Tabellen statistischer Auswertung

1. Kiemenreusendornen: n = 487 x = 37,07 s = 2,66 Freiheitsgrade : 10

Klasse x	$\frac{x - \bar{x}}{s}$	$\Phi\left(\frac{x - \bar{x}}{s}\right)$	P_i	$\rho_i = \frac{487 \cdot P_i}{(486)}$	n_i	$\frac{(n_i - \rho_i)^2}{\rho_i}$
— ∞	— ∞	0,0000	0,0183	8,91	5	1,71
31.50	—2,09	0,0183	0,0183	12,32	14	0,22
32.50	—1,71	0,0436	0,0436	22,64	22	0,00
33.50	—1,34	0,0901	0,0465	38,18	46	1,60
34.50	—0,96	0,1685	0,0784	53,13	59	0,64
35.50	—0,59	0,2776	0,1091	67,79	61	0,68
36.50	—0,21	0,4168	0,1392	71,49	61	1,53
37.50	0,16	0,5636	0,1468	67,35	69	0,04
38.50	0,53	0,7019	0,1383	56,83	62	0,47
39.50	0,91	0,8186	0,1167	39,49	39	0,00
40.50	1,28	0,8997	0,0811	25,22	28	0,30
41.50	1,66	0,9515	0,0518	13,53	13	0,02
42.50	2,04	0,9793	0,0278	10,08	8	0,42
42.50	∞	∞	0,0207	487	487	7,63

95 %₁₀ = 18.31
 $\chi^2_{10} = 7.63 < 18.31$

2. Schuppen der Seitenlinie: n = 485 x = 84,9 s = 4,79 Freiheitsgrade : 5

— ∞	— ∞	0,0000	0,0250	12,12	12	0,00
75.5	—1,96	0,0250	0,0918	32,39	21	4,00
78.5	—1,33	0,0918	0,1502	72,84	76	0,13
81.5	—0,70	0,2420	0,2261	109,65	126	2,43
84.5	—0,08	0,4681	0,2373	115,09	108	0,43
87.5	0,54	0,7054	0,1716	83,22	89	0,40
90.5	1,16	0,8770	0,1716	83,22	89	0,40

95 %₅ = 11.07
 $\chi^2_5 = 8.94 < 11.07$

90.5	...	93.5	1.16	...	1.79	0.8770	...	0.9633	0.0863	41.85	34	1.47
93.5	...	∞	1.79	...	∞	0.9633	...	1.0000	0.0367	17.79	19	0.08
										485	485	8.94
										1.0000		
3. Lc/Lt:												
— ∞	...	79.45	— ∞	...	—2.35	0.0000	...	0.0094	0.0094	4.56	9	4.32
79.45	...	79.95	—2.35	...	—1.85	0.0094	...	0.0322	0.0228	11.08	12	0.07
79.95	...	80.45	—1.85	...	—1.35	0.0322	...	0.0885	0.0563	27.36	24	0.41
80.45	...	80.95	—1.35	...	—0.85	0.0885	...	0.1977	0.1092	53.07	48	0.48
80.95	...	81.45	—0.85	...	—0.35	0.1977	...	0.3632	0.1655	80.43	74	0.51
81.45	...	81.95	—0.35	...	0.15	0.3632	...	0.5596	0.1964	95.45	101	0.32
81.95	...	82.45	0.15	...	0.65	0.5596	...	0.7422	0.1826	88.74	81	0.67
82.45	...	82.95	0.65	...	1.15	0.7422	...	0.8749	0.1327	64.49	70	0.47
82.95	...	83.45	1.15	...	1.65	0.8749	...	0.9505	0.0756	36.74	37	0.00
83.45	...	83.95	1.65	...	2.15	0.9505	...	0.9842	0.0337	16.37	16	0.00
83.95	...	84.95	2.15	...	3.15	0.9842	...	0.9930	0.0088	4.27	7	3.25
84.95	...	∞	3.15	...	∞	0.9930	...	1.0000	0.0070	3.40	7	6.22
										486	486	16.72
										1.0000		

$$V_9^{95\%} = 16.92$$

$$\chi_0^2 = 16.72 < 16.92$$

5. Kopflänge : Lt:	n = 487	x = 15,97	s = 0,77	Freiheitsgrade : 15					
— ∞	— ∞	...	0,0000	...	0,0091	0,0091	4,43	4	0,04
14.15	— 2,36	...	0,0091	...	0,0244	0,0153	7,45	8	0,04
14.45	— 1,97	...	0,0244	...	0,0571	0,0327	15,92	12	0,96
14.75	— 1,58	...	0,0571	...	0,1170	0,0599	29,17	21	2,28
14.75	— 1,58	...	0,0571	...	0,1170	0,0599	29,17	21	2,28
15.05	— 1,19	...	0,1170	...	0,1762	0,0592	28,83	30	0,04
15.25	— 0,93	...	0,1762	...	0,2514	0,0752	36,62	46	2,40
15.45	— 0,93	...	0,1762	...	0,2514	0,0752	36,62	46	2,40
15.45	— 0,67	...	0,2514	...	0,3409	0,0895	43,58	41	0,15
15.65	— 0,67	...	0,2514	...	0,3409	0,0895	43,58	41	0,15
15.65	— 0,41	...	0,3409	...	0,4404	0,0995	48,45	59	2,29
15.85	— 0,41	...	0,3409	...	0,4404	0,0995	48,45	59	2,29
15.85	— 0,15	...	0,4404	...	0,5398	0,0994	48,40	55	0,90
16.05	— 0,15	...	0,4404	...	0,5398	0,0994	48,40	55	0,90
16.05	0,10	...	0,5398	...	0,6406	0,1008	49,08	44	0,52
16.25	0,10	...	0,5398	...	0,6406	0,1008	49,08	44	0,52
16.25	0,36	...	0,6406	...	0,7324	0,0918	44,70	41	0,30
16.45	0,36	...	0,6406	...	0,7324	0,0918	44,70	41	0,30
16.45	0,62	...	0,7324	...	0,8106	0,0782	38,08	41	0,22
16.45	0,62	...	0,7324	...	0,8106	0,0782	38,08	41	0,22
16.65	0,88	...	0,8106	...	0,8729	0,0623	30,34	30	0,00
16.65	0,88	...	0,8106	...	0,8729	0,0623	30,34	30	0,00
16.65	1,14	...	0,8106	...	0,8729	0,0623	30,34	30	0,00
16.85	1,14	...	0,8106	...	0,8729	0,0623	30,34	30	0,00
16.85	1,40	...	0,8729	...	0,9192	0,0463	22,54	15	2,52
17.05	1,40	...	0,8729	...	0,9192	0,0463	22,54	15	2,52
17.05	1,40	...	0,9192	...	0,9515	0,0323	15,73	17	0,10
17.05	1,40	...	0,9192	...	0,9515	0,0323	15,73	17	0,10
17.25	1,66	...	0,9515	...	0,9798	0,0283	13,78	11	0,56
17.25	1,66	...	0,9515	...	0,9798	0,0283	13,78	11	0,56
17.55	2,05	...	0,9798	...	0,9949	0,0151	7,35	8	0,05
17.55	2,05	...	0,9798	...	0,9949	0,0151	7,35	8	0,05
17.95	2,57	...	0,9949	...	1,0000	0,0051	2,48	4	0,93
17.95	2,57	...	0,9949	...	1,0000	0,0051	2,48	4	0,93
∞	∞	...	∞	...	1,0000	1,0000	487	487	14,30

$$V_{15}^{95\%} = 25.00$$

$$\chi_{0}^2 = 14.30 < 25.00$$

Freiheitsgrade : 11

s = 0,28

x = 3,4

n = 487

6. Augendurchmesser : Lt

Klasse x	$x - \bar{x}$ s	$\Phi \left(\frac{x - \bar{x}}{s} \right)$	P_i	$\rho_i = 487 \cdot P_i$	n_i	$\frac{(n_i - \rho_i)^2}{\rho_i}$
—∞	—∞	0,000	0,0250	12,17	6	3,12
2,85	—1,96	0,0250	0,0298	14,51	18	0,83
2,95	—1,60	0,0548	0,0508	24,73	30	1,12
3,05	—1,25	0,1056	0,0811	39,49	36	0,30
3,15	—0,89	0,1867	0,1114	54,25	51	0,19
3,25	—0,53	0,2981	0,1344	65,45	63	0,09
3,35	—0,17	0,4325	0,1350	65,74	68	0,07
3,45	0,17	0,5675	0,1344	65,45	70	0,31
3,55	0,53	0,7019	0,1114	54,25	51	0,19
3,65	0,89	0,8133	0,0811	39,49	40	0,00
3,75	1,25	0,8944	0,0508	24,73	26	0,06
3,85	1,60	0,9452	0,0298	14,51	11	0,84
3,95	1,96	0,9750	0,0148	7,20	10	1,08
4,05	2,32	0,9898	0,0102	4,96	7	0,83
∞	∞	1,0000	1,0000	487	487	9,03

$$V_{11}^{95\%} = 19,68$$

$$\chi_0^2 = 9,03 < 19,68$$

7. Augendurchmesser : Kopflänge:		n = 487	x = 21,50	s = 1,87	Freiheitsgrade : 12	
— ∞	18.45	— ∞	0.0000	0.0516	25.12	15
18.45	18.95	—1.63	0.0516	0.0869	17.19	20
18.95	19.45	—1.36	0.0869	0.1379	24.83	23
19.45	19.95	—1.09	0.1379	0.2061	33.21	31
19.95	20.45	—0.82	0.2061	0.2877	39.73	53
20.45	20.95	—0.56	0.2877	0.3859	47.82	53
20.95	21.45	—0.29	0.3859	0.4920	51.67	46
21.45	21.95	—0.02	0.4920	0.5948	50.06	45
21.95	22.45	0.24	0.5948	0.6915	47.09	59
22.45	22.95	0.50	0.6915	0.7794	42.80	40
22.95	23.45	0.77	0.7794	0.8508	34.77	39
23.45	23.95	1.04	0.8508	0.9049	26.34	24
23.95	24.45	1.31	0.9049	0.9418	17.97	16
24.45	25.45	1.57	0.9418	0.9826	19.86	13
25.45	∞	2.11	0.9826	1.0000	8.47	10
		∞				
					487	487
				1.0000		17.60

$V_{12}^{95\%} = 21.03$
 $\chi_0^2 = 17.60 < 21.03$

II. Monatsprotokolle

März 1971

	Schuppen d. Seitenlinie	Lt.	Lc.	Stiel	Kopf	Auge	Umf.	Gew. voll	Alter	♂ ♀	Gon.	Gew. leer	Kiemen- reusen- dornen	Bes.	Auge/Kopf	Auge/Lt.	Kopf/Lt.	Stiel/Lt.	Lc./Lt.	K
1.	89	33,0	27,0	2,3	5,7	1,1	18,2	318	II	+	+	295	30		19,2	3,3	17,2	6,9	81,8	0,88
2.	91	39,0	31,5	2,2	6,3	1,3	17,0	440	III	+	+	404	35		20,6	3,3	16,1	5,6	80,7	0,74
3.	87	31,0	25,5	2,3	5,5	1,0	15,5	264	II	+	+	245	33		18,0	3,2	17,7	7,4	82,2	0,88
4.	91	31,0	26,5	2,4	4,8	1,1	17,1	314	II	+	+	282	31		22,9	3,5	15,4	7,7	85,4	1,05
5.	84	34,5	28,0	2,3	6,0	1,2	16,2	317	II	+	+	294	42		20,0	3,4	17,3	6,6	81,1	0,77
6.	85	37,0	31,0	2,5	6,1	1,2	17,1	412	III	+	+	374	38		19,6	3,2	16,4	6,7	83,7	0,81
7.	81	36,0	28,5	2,4	5,9	1,2	16,0	360	III	+	+	327	37		20,3	3,3	16,3	6,6	79,1	0,77
8.	94	37,0	30,0	2,2	5,9	1,1	17,5	414	III	+	+	377	39		18,6	2,9	15,9	5,9	81,0	0,81
9.	85	37,5	30,5	2,4	5,9	1,2	16,3	387	III	+	+	350	34		20,3	3,2	15,7	6,4	81,5	0,73
10.	93	37,0	29,8	2,3	5,7	1,2	16,3	340	III	+	+	317	35		21,0	3,2	15,4	6,2	80,5	0,67
11.	88	30,0	25,0	2,2	4,9	1,2	16,6	280	II	+	+	257	38		24,4	4,0	16,3	7,3	83,3	1,03
12.	83	30,0	24,0	2,1	4,6	1,1	14,9	207	II	+	+	194	38		23,9	3,6	15,3	7,0	80,0	0,76
13.	89	38,0	31,5	2,3	6,1	1,3	16,7	423	III	+	+	375	36		21,3	3,4	16,0	6,0	82,8	0,77
14.	84	32,0	26,0	2,2	5,1	1,2	15,6	295	II	+	+	265	36		23,5	3,7	15,9	6,8	81,2	0,90
15.	75	31,5	26,5	2,1	5,0	1,1	15,2	265	II	+	+	243	39		22,0	3,4	15,8	6,6	84,1	0,84
16.	86	33,0	26,5	2,2	5,2	1,2	17,3	333	II	+	+	306	39		23,0	3,6	15,7	6,6	80,3	0,92
17.	82	32,5	26,5	2,3	5,1	1,2	17,4	315	II	+	+	298	35		23,5	3,6	15,6	7,0	81,5	0,91
18.	94	37,5	32,0	2,4	5,8	1,5	18,5	424	III	+	+	398	34		25,8	4,0	15,4	6,4	85,3	0,80
19.	88	33,0	26,5	2,3	5,1	1,4	16,0	307	II	+	+	274	32		27,4	4,2	15,4	6,9	80,3	0,85
20.	85	35,5	29,0	2,3	5,7	1,1	16,1	342	III	+	+	328	39		19,2	3,0	16,0	6,4	81,6	0,76
21.	81	30,0	24,5	2,1	4,6	1,2	14,7	213	II	+	+	199	36		26,0	4,0	15,3	7,0	81,6	0,78
22.	90	35,5	29,0	2,1	5,8	1,2	15,3	315	III	+	+	297	35		20,6	3,3	16,3	5,9	81,6	0,70
23.	83	28,5	24,0	2,0	4,6	1,3	14,3	206	II	+	+	192	34		23,2	4,5	16,1	6,9	84,2	0,88
24.	79	29,0	23,5	2,2	4,2	1,2	14,6	263	II	+	+	235	35		28,5	4,1	14,4	7,5	81,0	1,07
25.	90	37,0	31,0	2,5	5,8	1,2	18,4	391	III	+	+	365	41		20,6	3,2	15,6	6,7	83,7	0,77
26.	79	29,0	24,0	1,9	4,8	1,2	15,3	222	II	+	+	212	35		25,0	4,1	16,5	6,5	82,7	0,91
27.	86	36,8	30,2	2,4	5,6	1,3	18,0	418	III	+	+	402	36		23,2	3,5	15,2	6,5	82,0	0,83
28.	92	36,7	30,2	2,0	6,7	1,3	17,5	385	III	+	+	362	37		19,4	3,5	18,2	5,4	82,0	0,77

29.	84	32,3	26,0	2,2	5,1	1,2	17,5	323	III	+	+	283	33	23,5	3,7	15,7	6,8	80,4	0,95	
30.	86	35,3	29,0	2,2	5,3	1,3	19,2	391	III	+	+	343	40	f	24,5	3,6	15,0	6,2	82,1	0,88
31.	81	35,5	29,3	2,0	6,0	1,3	17,5	349	III	+	+	317	36		21,6	3,6	16,9	5,6	82,5	0,78
32.	79	36,0	30,0	2,2	5,8	1,3	18,3	409	III	+	+	376	37		22,4	3,7	16,1	6,1	83,3	0,87
33.	92	32,1	27,7	2,0	5,0	1,2	16,8	272		II	+	346	37		24,0	3,7	15,5	6,2	86,2	0,82
34.	81	29,0	23,4	1,6	4,8	1,0	15,3	216		II	+	197	34	f	20,8	3,4	16,5	5,5	80,6	0,88
35.	94	36,2	29,9	2,1	5,5	1,3	17,8	370	III	+	+	336	40	f	23,6	3,5	15,1	5,8	80,1	0,77
36.	87	34,2	28,3	2,0	6,6	1,2	16,6	302	III	+	+	276	38		18,1	3,5	19,2	5,8	82,7	0,75
37.	85	37,0	31,2	2,1	6,0	1,3	18,0	394	III	+	+	360	35		21,6	3,5	16,2	5,6	84,3	0,77
38.	84	38,0	31,0	2,4	5,9	1,3	18,3	435	III	+	+	408	37	wenig	22,0	3,4	15,5	6,3	81,5	0,79
39.	80	32,0	26,2	1,9	5,3	1,2	15,5	274		II	+	245	37	alte	22,6	3,7	16,5	5,9	81,8	0,83
40.	81	31,6	25,9	2,0	5,1	1,1	17,0	275		II	+	253	33	Eier	21,5	3,4	16,1	6,3	81,9	0,87
41.	80	31,0	25,6	2,0	5,1	1,1	16,8	281		II	+	254	35		21,5	3,5	16,4	6,4	82,5	0,94
42.	93	36,4	29,8	2,2	5,9	1,2	16,3	356	III	+	+	322	38		20,3	3,2	16,2	6,0	81,8	0,73
43.	91	35,2	29,4	2,1	5,4	1,1	16,8	338	III	+	+	318	35		20,3	3,1	15,3	5,9	83,5	0,77
44.	88	34,6	28,2	2,2	5,2	1,2	17,3	345	III	+	+	316	35		23,0	3,4	15,0	6,3	81,5	0,83
45.	93	36,9	29,4	2,1	5,8	1,3	17,2	352	III	+	+	328	37		22,4	3,5	15,7	5,6	79,6	0,70
46.	88	36,0	29,3	2,1	5,8	1,3	17,5	349	III	+	+	324	33		22,4	3,6	16,1	5,8	81,3	0,74
47.	87	34,2	28,3	2,2	5,6	1,2	17,0	307	III	+	+	279	36	f	21,4	3,5	16,3	6,4	82,7	0,76
48.	87	37,5	30,9	2,1	5,9	1,3	17,9	410	III	+	+	381	39		22,0	3,4	15,7	5,6	82,4	0,77
49.	81	35,3	28,8	2,2	5,9	1,2	18,0	357	III	+	+	325	41		20,3	3,3	16,7	6,2	81,5	0,81
50.	80	34,8	28,8	2,4	5,9	1,4	18,6	378	III	+	+	351	36		23,7	4,0	16,9	6,8	82,7	0,89
51.	84	37,6	30,4	2,4	6,2	1,4	19,2	411	III	+	+	380	34		22,5	3,7	16,4	6,3	80,8	0,77
52.	87	37,0	30,3	2,2	6,2	1,3	18,5	388	III	+	+	356	38	f	20,9	3,5	16,7	5,9	81,8	0,76
53.	88	38,0	31,4	2,2	6,3	1,4	18,2	417	III	+	+	377	39		22,2	3,6	16,5	5,7	82,6	0,75
54.	89	35,9	29,8	2,1	5,8	1,3	17,0	364	III	+	+	332	33	Hecht	22,4	3,6	16,1	5,8	83,2	0,78
55.	83	35,9	29,6	2,2	5,9	1,3	16,1	328	III	+	+	302	38		22,0	3,6	16,4	6,1	82,4	0,70
56.	89	35,1	29,2	2,3	5,9	1,3	17,1	376	III	+	+	346	38		22,0	3,7	16,8	6,5	83,1	0,86
57.	95	36,8	30,4	2,1	5,8	1,3	17,5	394	III	+	+	362	41	f	22,4	3,5	15,7	5,7	82,6	0,79
58.	89	35,8	29,5	2,1	6,0	1,3	17,0	343	III	+	+	313	37		21,6	3,6	16,7	5,8	82,4	0,74
59.	94	35,7	29,6	2,1	5,9	1,3	16,8	323	III	+	+	296	35	f	22,0	3,6	16,5	5,8	82,9	0,70
60.	83	32,6	27,1	2,0	5,2	1,3	17,0	302	III	+	+	277	35		25,0	3,8	15,9	6,1	83,1	0,87
61.	84	32,3	26,8	2,0	5,4	1,1	16,0	272		II	+	253	39		20,3	3,4	16,7	6,1	82,9	0,80
62.	82	31,2	25,8	2,0	5,1	1,1	16,3	268		II	+	252	39		21,5	3,5	16,3	6,4	82,6	0,88
63.	94	30,7	35,4	2,1	5,1	1,1	17,0	273		II	+	251	35		21,5	3,5	16,6	6,8	82,7	0,94
64.	83	29,0	23,6	2,0	5,3	1,2	15,7	227		II	+	206	37	f	22,6	4,1	18,2	6,8	81,3	0,93
65.	89	30,6	25,4	1,8	4,5	1,2	15,0	220		II	+	199	39	f	26,6	3,9	14,7	5,8	83,0	0,76

31.	89	35,1	28,4	2,2	5,7	1,3	18,5	356	III												41	311	41	22,8	3,7	16,2	6,2	80,2	0,82
32.	85	33,2	27,2	2,3	5,1	1,2	19,0	334	III	+											f	275	42	23,6	3,6	15,3	6,9	81,9	0,91
33.	92	33,5	27,2	2,3	5,8	1,3	18,0	320	III	+												274	44	22,4	3,8	17,3	6,8	81,1	0,85
34.	82	30,9	25,0	2,0	4,7	1,1	16,9	241	II	+												203	32	23,4	3,5	15,2	6,4	80,9	0,81
35.	82	31,5	25,4	2,1	5,2	1,2	17,3	263	II	+												227	36	23,1	3,8	16,5	6,6	80,6	0,84
36.	80	29,7	23,0	2,0	5,0	1,1	16,5	223	II	+												185	40	22,0	3,7	16,8	6,7	79,4	0,85
37.	88	31,6	25,7	2,0	5,0	1,2	17,1	263	II	+											f	221	41	24,0	3,7	15,8	6,3	81,3	0,83
38.	89	31,6	25,6	2,1	4,7	1,2	17,0	270	II	+												235	35	25,5	3,8	15,1	6,7	82,5	0,90
39.	81	33,1	27,0	2,0	5,2	1,2	16,9	260	II	+												213	38	23,1	3,6	15,7	6,0	81,5	0,71
40.	80	28,8	23,8	1,7	4,5	1,1	14,7	159	II	+												133	39	24,4	3,8	15,6	5,9	82,6	0,66
41.	86	34,2	27,6	2,2	5,4	1,2	18,0	323	III	+												278	39	22,2	3,5	15,7	6,4	80,7	0,82
42.	75	32,6	26,7	2,2	5,7	1,1	17,0	286	III	+												250	31	19,3	3,3	17,4	6,7	81,9	0,82
43.	85	33,1	27,1	2,2	5,5	1,2	18,0	328	III	+												281	37	21,2	3,6	16,6	6,6	81,8	0,90
44.	87	39,8	32,4	2,5	6,2	1,5	20,4	488	III	+												422	38	24,1	3,7	15,5	6,2	81,4	0,77
45.	90	35,3	28,1	2,1	5,8	1,3	17,0	288	III	+												251	34	22,5	3,6	16,4	5,9	79,6	0,65
46.	85	31,7	25,8	1,9	5,2	1,1	17,1	283	II	+												226	36	21,1	3,4	16,4	5,9	81,3	0,88
47.	76	34,0	27,2	2,4	5,7	1,3	19,0	352	III	+												314	33	22,8	3,8	16,7	7,0	80,0	0,89
48.	86	35,5	28,9	2,1	5,6	1,3	17,5	343	III	+												288	39	23,2	3,6	15,7	5,9	81,4	0,76
49.	87	32,0	25,9	2,2	5,0	1,2	17,5	282	II	+												242	37	24,1	3,7	15,6	6,8	80,9	0,86
50.	80	31,1	25,6	2,1	4,6	1,2	16,0	254	II	+												219	38	26,0	3,8	14,7	6,7	82,3	0,84
51.	89	39,5	32,8	2,4	6,2	1,3	22,0	618	IV	+												547	35	21,0	3,2	15,6	6,0	83,0	1,00
52.	90	38,8	31,8	2,3	5,8	1,3	20,3	499	IV	+												439	34	22,4	3,3	14,9	5,9	81,9	0,85
53.	88	37,3	31,1	2,2	5,9	1,3	19,4	431	IV	+												371	39	22,0	3,4	15,8	5,8	83,3	0,83
54.	84	36,4	29,3	2,4	5,6	1,3	20,5	438	IV	+												378	38	23,3	3,5	15,3	6,5	80,4	0,89
55.	82	35,1	28,8	2,2	5,8	1,2	17,5	351	III	+												307	40	20,6	3,4	16,5	6,2	82,2	0,81
56.	89	36,7	29,9	2,4	6,1	1,2	19,6	419	III	+												370	40	19,7	3,2	17,6	6,5	81,4	0,84
57.	87	34,1	27,7	2,3	5,4	1,2	19,0	368	III	+												320	34	22,2	3,5	15,8	6,7	81,4	0,92
58.	86	31,8	26,2	2,0	5,0	1,2	16,8	262	II	+												222	35	24,0	3,7	15,7	6,2	82,3	0,81
59.	83	35,2	28,5	2,2	5,6	1,2	17,4	333	III	+												280	35	21,5	3,4	15,9	6,2	80,9	0,76
60.	89	36,8	30,2	2,4	5,4	1,2	20,7	461	IV	+												403	38	22,2	3,2	14,6	6,5	82,0	0,92
61.	80	40,8	32,8	2,9	5,8	1,4	22,3	607	IV	+												545	34	24,1	3,4	14,2	7,1	80,3	0,89
62.	86	33,0	27,0	2,2	5,3	1,2	18,0	327	III	+												275	39	22,7	3,6	16,0	6,6	81,8	0,90
63.	88	33,7	27,0	2,3	5,6	1,2	18,3	316	III	+												276	35	21,4	3,5	16,6	6,8	80,1	0,82
64.	77	33,2	27,0	2,3	5,5	1,1	19,2	335	III	+												276	37	20,0	3,3	16,5	6,9	81,3	0,91
65.	86	37,8	30,8	2,3	6,3	1,4	20,0	447	III	+												390	34	22,2	3,7	16,6	6,0	81,4	0,82
66.	82	32,7	26,7	2,2	5,5	1,3	19,0	329	III	+												280	33	23,7	3,9	16,8	6,7	81,6	0,94

Juni 1971

	$K = \frac{Gv \cdot 100}{Lt.^3}$	$\frac{\%}{Lc./Lt.}$	$\frac{\%}{Stiel/Lt.}$	$\frac{\%}{Kopf/Lt.}$	$\frac{\%}{Auge/Lt.}$	$\frac{\%}{Auge/Kopf}$	Bes.	Kiemens- reusen- dornen	Umf.	Gew. leer	Gon.	♂	♀	Alter	Gew. voll	Auge	Kopf	Stiel	Lc.	Lt.	Schuppen d. Seitenlinie
1.	0,91	81,1	6,9	17,1	3,9	23,0		39	17,4	221		+		II	254	1,2	5,2	2,1	24,6	30,3	77
2.	0,85	81,6	6,5	15,6	3,5	22,6	s. f	37	18,5	275	+	+		II	329	1,2	5,3	2,2	27,6	33,8	86
3.	0,74	82,8	5,8	16,2	3,2	20,0		36	16,0	252	+	+		II	291	1,1	5,5	2,0	28,1	33,9	85
4.	0,72	73,2	6,3	13,7	3,1	23,0	f	42	19,5	322	+	+		III	386	1,2	5,2	2,4	27,6	37,7	89
5.	0,91	82,1	6,5	15,9	3,7	23,5		36	18,0	259	+	+		II	299	1,2	5,1	2,1	26,3	32,0	77
6.	0,90	80,0	6,6	15,7	3,3	21,1	f	38	17,6	278	+	+		II	324	1,1	5,2	2,2	26,4	33,0	88
7.	0,86	81,9	6,1	16,8	3,6	21,8		35	17,8	280	+	+		II	301	1,2	5,5	2,0	26,7	32,6	82
8.	0,88	79,0	6,7	15,9	3,8	24,0		41	18,0	232	+	+		II	272	1,2	5,0	2,1	25,2	31,3	82
9.	0,79	81,5	6,1	16,2	3,3	20,7	*)	38	17,0	240	+	+		II	274	1,1	5,3	2,0	26,6	32,6	83
10.	0,92	81,7	6,3	15,6	3,5	22,4	f	34	17,6	245	+	+		II	284	1,1	4,9	2,0	25,6	31,3	82
11.	0,93	81,9	6,4	15,1	3,8	25,5		36	17,4	240	+	+		II	280	1,2	4,7	2,0	25,5	31,1	90
12.	0,89	81,1	6,4	16,5	3,8	23,5		36	17,4	229	+	+		II	262	1,2	5,1	2,1	25,0	30,8	85
13.	0,88	82,2	6,9	16,1	3,6	22,4	f	35	16,6	217	+	+		II	249	1,1	4,9	2,5	25,0	30,4	87
14.	0,90	80,6	6,9	16,6	3,6	21,6		37	20,8	375	+	+		III	427	1,3	6,0	2,2	29,1	36,1	82
15.	0,91	82,8	6,9	15,5	3,4	22,4		38	18,0	247	+	+		II	286	1,1	4,9	2,0	26,1	31,5	82
16.	0,80	80,6	6,1	14,0	3,3	20,7		37	17,1	232	+	+		II	278	1,1	5,3	2,2	26,3	32,6	82
17.	0,93	82,9	6,5	16,7	3,5	21,4		38	18,8	304	+	+		III	349	1,2	5,6	2,2	27,7	33,4	79
18.	1,06	82,1	6,5	15,4	3,2	21,1	f	37	20,3	334	+	+		III	403	1,1	5,2	2,1	27,6	33,6	83
19.	0,83	82,8	6,9	17,1	3,9	23,0	Hecht	35	17,5	202	+	+		II	233	1,2	5,2	2,3	25,1	30,3	79
20.	0,73	81,9	6,1	14,5	3,2	20,3		41	18,0	322	+	+		III	377	1,1	5,4	2,0	30,4	37,1	90
21.	0,90	81,6	6,6	16,0	3,6	22,9	f	38	17,2	212	+	+		II	243	1,1	4,8	2,4	24,5	30,0	85
22.	0,88	82,4	7,1	16,9	3,5	21,0	f	41	18,8	287	+	+		III	338	1,2	5,7	2,4	27,8	33,7	88
23.	0,87	82,3	6,7	15,9	3,3	21,0	f	37	19,6	346	+	+		III	399	1,2	5,7	2,2	29,4	35,7	80
24.	1,00	81,8	6,8	16,6	3,4	20,7		38	19,1	277	+	+		II	327	1,1	5,3	2,2	26,1	31,9	84
25.	0,87	81,6	6,7	15,2	3,3	24,0		40	17,5	287	+	+		II	306	1,2	5,0	2,1	26,7	32,7	82
26.	0,82	80,6	6,3	16,0	3,3	20,7		39	17,3	257	+	+		II	295	1,1	5,3	2,0	26,6	33,0	90
27.	0,80	83,6	6,2	16,3	3,4	23,0		38	16,5	220	+	+		II	260	1,1	5,2	2,1	26,7	31,9	92
28.	0,81	81,5	6,5	16,8	3,7	22,2		35	17,0	233	+	+		II	267	1,2	5,4	2,1	26,1	32,0	75

29.	79	31,1	25,5	2,1	5,1	1,1	263	II	+	+	227	16,6	36	.	21,5	3,5	16,3	6,7	81,9	0,87
30.	85	33,3	28,0	2,1	5,2	1,1	303	II	+	+	266	10,5	40		21,1	3,3	15,6	6,3	84,0	0,82
31.	87	33,7	27,7	2,1	5,4	1,2	301	II	+	+	255	17,0	37	f	22,0	3,5	16,0	6,2	82,1	0,78
32.	80	30,8	24,9	2,2	5,2	1,1	264	II	+	+	226	17,3	39	f	21,1	3,5	16,8	6,8	80,8	0,90
33.	90	35,0	28,8	2,2	5,1	1,1	336	II	+	+	287	17,7	37	f	21,5	3,1	14,5	6,2	82,2	0,78
34.	85	33,3	27,3	2,2	5,7	1,3	319	II	+	+	272	17,3	39	f	22,8	3,9	17,1	6,6	81,9	0,86
35.	79	32,7	26,2	2,1	5,5	1,1	300	II	+	+	252	17,0	36	f	20,0	3,3	16,8	6,4	80,1	0,85
36.	82	29,9	23,2	2,2	5,0	1,1	250	II	+	+	212	16,8	36	f	22,0	3,6	16,7	7,3	77,5	0,93
37.	90	32,6	26,6	2,4	5,2	1,2	350	II	+	+	294	19,0	40	f	23,0	3,6	15,9	7,3	81,5	1,01
38.	97	35,4	28,9	2,4	5,6	1,1	418	III	+	+	361	20,1	34	f	19,6	3,1	15,8	6,7	81,6	0,93
39.	80	33,7	27,3	2,3	5,7	1,3	370	III	+	+	320	19,4	35	f	22,8	3,8	16,9	6,8	81,0	0,96
40.	91	32,6	26,4	2,1	5,0	1,2	271	II	+	+	234	16,4	39	f	24,0	3,6	15,3	6,4	80,9	0,78
41.	85	31,8	27,1	2,1	5,5	1,1	321	II	+	+	383	18,4	33	**f	20,0	3,4	17,2	6,6	85,2	0,99
42.	85	37,3	30,5	2,3	6,0	1,2	390	III	+	+	344	18,2	40	Hecht	20,0	3,2	16,0	6,1	81,7	0,75
43.	80	30,8	24,4	2,0	4,9	1,0	214	II	+	+	184	15,7	36	f	20,4	3,2	15,9	6,4	79,2	0,73
44.	82	31,5	26,0	2,1	5,2	1,1	292	III	+	+	252	18,0	40	f	21,1	3,4	16,5	6,6	82,5	0,93
45.	92	39,8	32,9	2,4	6,1	1,2	467	II	+	+	397	19,4	41	f	19,6	3,0	15,3	6,0	82,6	0,74
46.	81	31,0	25,3	2,0	5,0	1,2	305	II	+	+	260	18,7	37	f	24,0	3,8	16,1	6,4	81,6	1,02
47.	92	36,9	29,8	2,2	5,7	1,3	408	III	+	+	352	19,2	39	f	22,8	3,5	15,4	5,9	80,7	0,81
48.	82	39,7	32,7	2,4	6,5	1,3	526	III	+	+	450	20,6	39	f	20,0	3,2	16,3	6,0	82,3	0,84
49.	88	40,6	33,6	2,2	6,3	1,2	536	III	+	+	426	21,4	41	***f	13,0	2,9	15,5	5,4	82,7	0,80
50.	81	31,5	25,9	2,0	5,1	1,2	292	II	+	+	253	17,1	36	f	23,5	3,8	16,1	6,3	80,1	0,93
51.	91	32,8	27,2	2,1	5,4	1,1	267	II	+	+	232	16,2	39	f	20,3	3,3	16,4	6,4	82,9	0,75
52.	85	35,3	29,0	2,3	5,3	1,2	402	III	+	+	350	18,6	38	f	22,6	3,4	15,0	6,5	82,1	0,91
53.	95	39,6	33,4	2,4	6,7	1,4	487	III	+	+	418	20,1	37	f	20,8	3,5	16,9	6,0	84,3	0,78
54.	86	37,1	30,1	2,2	5,8	1,2	397	III	+	+	340	18,3	40	f	20,6	3,2	15,6	5,9	81,1	0,77
55.	91	36,3	29,9	2,3	5,0	1,1	383	III	+	+	350	20,3	37	***f	22,0	3,0	13,7	6,3	82,3	0,80
56.	83	32,3	27,6	2,1	5,2	1,0	327	II	+	+	276	17,7	37	f	19,2	3,0	16,0	6,5	85,4	0,97
57.	88	34,0	27,7	2,1	5,2	1,2	306	II	+	+	263	16,8	39	f	23,0	3,5	15,2	6,1	81,4	0,77

*) Bis auf Brustflossen alle Flossen beschädigt

**) Flossen alle beschädigt

***) Gonadenentzündung

*****) kleiner Kopf

Schuppen d. Seitenlinie	Lt.	Lc.	Stiel	Kopf	Auge	Umf.	Gew. voll	Alter	♀	♂	Gon.	Gew. leer	Kiemenreusendornen	Bes.	Auge/Kopf	Auge/Lt.	Kopf/Lt.	Stiel/Lt.	Lc./Lt.	%	K = $\frac{Gv \cdot 100}{Lt^3}$						
																						0,72	0,83	0,85	0,95	0,84	0,81
1.	91	40,0	32,3	2,4	6,1	1,3	466	III	+	+	+	415	35		21,3	3,2	15,2	6,0	80,7	0,72							
2.	80	31,7	25,8	2,0	5,2	1,1	266	II	+	+	+	236	32		21,1	3,4	16,4	6,3	81,3	0,83							
3.	87	32,6	26,9	2,1	5,3	1,1	296	II	+	+	+	254	37		20,7	3,3	16,2	6,4	82,5	0,85							
4.	87	35,6	29,3	2,3	5,3	1,1	429	III	+	+	+	353	38	f	20,7	3,0	14,8	6,4	82,3	0,95							
5.	84	31,7	25,7	2,1	5,2	1,1	268	II	+	+	+	232	34	f	21,1	3,4	16,4	6,6	81,0	0,84							
6.	83	34,0	27,9	2,1	5,0	1,2	322	II	+	+	+	277	38	f	24,0	3,5	14,7	6,1	82,0	0,81							
7.	87	32,8	27,1	2,1	5,2	1,2	309	II	+	+	+	268	39	f	23,0	3,6	15,8	6,4	82,6	0,87							
8.	86	34,2	28,4	2,1	5,3	1,1	366	III	+	+	+	312	40	f	20,7	3,2	15,4	6,1	83,0	0,91							
9.	90	32,0	25,8	2,0	5,4	1,2	273	II	+	+	+	239	33	f	22,2	3,7	16,8	6,2	80,6	0,83							
10.	82	32,0	26,8	2,1	5,5	1,2	272	II	+	+	+	230	36	f	21,8	3,7	17,1	6,5	83,7	0,83							
11.	82	35,4	28,9	2,3	5,8	1,2	402	III	+	+	+	355	34	f	20,6	3,3	16,3	6,4	81,6	0,90							
12.	88	29,4	24,2	1,9	4,4	1,0	208	I+	+	+	—	176	34	f	22,7	2,9	14,9	6,4	82,3	0,81							
13.	81	34,1	28,0	2,0	5,3	1,1	295	II	+	+	+	247	42	f	20,7	3,2	15,5	5,8	82,1	0,74							
14.	79	31,4	25,6	2,0	5,2	1,1	304	II	+	+	+	261	38	f	21,1	3,5	16,5	6,3	81,5	0,98							
15.	85	32,0	26,2	2,0	5,0	1,1	271	II	+	+	+	237	34	f	22,0	3,4	15,6	6,2	81,8	0,82							
16.	80	33,4	27,6	2,1	5,2	1,3	311	II	+	+	+	256	35	f	25,0	3,8	15,5	6,2	82,6	0,83							
17.	83	38,5	31,8	2,5	6,0	1,3	521	III	+	+	+	444	39	f	21,6	3,3	15,5	6,4	82,5	0,91							
18.	83	34,3	28,0	2,3	5,3	1,2	368	III	+	+	+	303	35	f	22,6	3,4	15,4	6,7	81,6	0,91							
19.	86	32,6	26,6	2,0	5,2	1,2	291	II	+	+	+	241	41	f	23,0	3,6	15,9	6,1	81,5	0,83							
20.	75	32,7	27,1	2,2	4,9	1,1	384	II	+	+	+	296	32	f	22,4	3,3	14,9	6,7	82,8	0,99							
21.	85	30,8	25,1	2,1	5,2	1,1	253	II	+	+	+	224	36	f	21,1	3,5	16,8	6,8	81,4	0,86							
22.	82	32,0	26,3	2,2	5,1	1,2	338	II	+	+	+	239	35	f	23,5	3,7	15,9	6,8	82,1	1,03							
23.	83	34,1	28,1	2,3	5,5	1,2	308	II	+	+	+	276	39	f	21,8	3,5	16,1	6,7	82,4	0,77							
24.	75	31,4	25,4	2,1	5,5	1,1	294	II	+	+	+	242	36	f	20,0	3,5	17,5	6,6	80,8	0,94							
25.	86	35,0	29,1	2,1	5,4	1,2	364	III	+	+	+	303	39	f	22,2	3,4	15,4	6,0	83,1	0,84							
26.	82	36,2	30,5	2,3	5,8	1,2	545	III	+	+	+	473	35	f	20,6	3,3	16,0	6,3	84,2	1,14							
27.	87	36,6	30,4	2,3	5,9	1,1	469	III	+	+	+	398	37	f	18,6	3,0	16,1	6,2	83,0	0,95							
28.	81	32,5	26,7	2,1	5,6	1,2	325	II	+	+	+	284	36	f	21,4	3,6	17,2	6,4	82,1	0,94							
29.	83	30,8	25,6	2,0	5,1	1,1	260	II	+	+	+	215	39	f	21,5	3,5	16,5	6,4	83,1	0,88							
30.	89	32,8	26,9	2,0	5,7	1,2	308	II	+	+	+	238	42	f	21,0	3,6	17,3	6,0	82,0	0,87							
31.	90	36,2	30,1	2,2	5,5	1,2	433	III	+	+	+	359	38	f	21,8	3,3	15,1	6,0	83,1	0,91							
32.	87	32,8	26,3	2,2	5,0	1,1	321	II	+	+	+	279	39	f	22,0	3,3	15,2	6,7	81,9	0,90							
33.	78	32,7	26,4	2,1	5,0	1,2	280	II	+	+	—	243	37		24,0	3,6	15,2	6,4	80,7	0,80							

34.	83	30,4	25,2	2,0	4,9	1,0	16,8	254	II	+	+	+	20,4	3,2	16,1	6,5	82,8	0,90
35.	83	31,4	26,1	2,2	5,3	1,1	17,9	298	II	±	+	+	20,7	3,5	16,8	7,0	83,1	0,96
36.	82	30,2	24,9	2,1	4,7	1,1	17,2	253	II	+	+	+	23,4	3,6	15,5	6,9	82,4	0,91
37.	84	32,6	26,7	2,0	5,3	1,1	18,5	334	II	+	+	+	20,7	3,3	16,2	6,1	81,3	0,96
38.	84	31,0	25,8	2,0	5,0	1,1	17,1	270	II	+	+	+	22,0	3,5	16,1	6,4	83,2	0,90
39.	84	31,2	25,9	2,1	5,0	1,2	17,5	297	II	+	+	+	24,0	3,5	16,1	6,7	83,0	0,97
40.	88	37,3	30,7	2,5	5,3	1,1	20,2	511	III	+	+	+	20,7	2,9	14,2	6,7	82,3	0,98
41.	85	34,9	27,9	2,4	5,3	1,1	20,0	391	III	+	+	+	20,7	3,1	15,1	6,8	79,9	0,91
42.	81	30,6	25,0	2,0	5,1	1,1	17,5	264	II	+	+	+	21,5	3,5	16,6	6,5	81,6	0,92
43.	82	30,7	24,8	2,2	5,3	1,0	17,9	279	II	+	+	+	18,8	3,2	17,2	7,1	80,7	0,96
44.	83	30,9	25,7	2,1	5,3	1,2	17,3	302	II	+	+	1 ⁾ f	22,6	3,8	17,1	6,7	83,1	1,02
45.	84	31,8	26,3	2,2	5,1	1,0	17,0	286	II	+	+	+	19,6	3,1	16,0	6,9	82,7	0,88
46.	83	31,2	25,4	2,0	5,6	1,1	16,4	249	II	+	+	+	19,6	3,5	17,9	6,4	81,4	0,81
47.	83	32,5	26,8	1,9	5,3	1,1	17,0	271	II	+	+	+	20,7	3,3	16,3	5,8	82,4	0,78
48.	88	33,0	27,4	2,3	5,3	1,2	17,0	303	II	+	+	+	22,6	3,6	16,0	6,9	83,0	0,84
49.	82	33,4	27,3	2,1	5,0	1,1	17,9	319	II	+	+	+	22,0	3,2	14,9	6,2	81,7	0,85
50.	81	34,7	28,3	2,0	5,8	1,1	17,6	325	II	+	+	+	18,9	3,1	16,7	5,7	81,5	0,77
51.	86	32,9	26,9	2,1	5,2	1,2	16,9	277	I	+	+	+	23,0	3,6	15,8	6,3	81,7	0,77
52.	75	32,4	26,3	2,1	5,2	1,2	17,6	288	II	+	+	+	23,0	3,7	16,0	6,4	81,1	0,84
53.	84	31,8	25,8	2,0	5,5	1,2	16,7	286	II	+	+	+	21,8	3,7	17,2	6,2	81,1	0,88
54.	87	32,9	27,0	2,1	5,5	1,2	17,7	314	II	+	+	+	21,8	3,6	16,7	6,3	82,0	0,88
55.	88	34,0	27,8	2,1	5,4	1,1	17,7	317	II	+	+	+	20,3	3,2	15,8	6,1	81,7	0,80
56.	84	34,3	28,7	2,2	5,5	1,2	18,5	368	III	+	+	+	21,8	3,4	16,0	6,4	83,6	0,91
57.	80	35,7	29,4	2,2	5,4	1,2	17,9	348	III	+	+	+	22,2	3,3	15,1	6,1	82,3	0,76
58.	78	33,2	27,4	2,3	5,3	1,2	18,8	368	III	+	+	+	22,6	3,6	15,9	6,9	82,5	1,00
59.	83	33,9	28,3	2,2	5,5	1,1	18,0	355	III	+	+	+	20,0	3,2	16,2	6,4	83,4	0,91
60.	85	31,2	25,3	2,0	4,9	1,1	16,5	243	II	+	+	+	22,4	3,5	15,7	6,4	81,0	0,80
61.	81	36,0	29,1	2,1	5,4	1,2	16,4	324	II	+	+	+	22,2	3,3	15,0	5,8	80,0	0,69
62.	89	32,4	26,7	2,0	5,2	1,2	17,9	301	II	+	+	+	23,0	3,7	16,0	6,1	82,4	0,88
63.	80	33,6	27,1	2,1	5,3	1,2	17,3	301	II	+	+	+	22,6	3,5	15,7	6,2	80,6	0,79
64.	89	35,0	29,1	2,3	5,4	1,2	19,8	395	III	+	+	+	22,2	3,4	15,4	6,5	83,1	0,92
65.	91	34,6	28,7	2,2	5,1	1,1	18,2	348	II	+	+	+	21,5	3,1	14,7	6,3	82,9	0,84
66.	87	36,0	29,4	2,1	5,6	1,1	17,4	348	III	+	+	+	19,6	3,0	15,5	5,8	81,6	0,74
67.	82	34,6	28,2	2,3	5,5	1,1	17,5	349	III	+	+	+	20,0	3,1	15,8	6,6	81,5	0,84
68.	81	31,3	25,2	2,1	5,0	1,1	17,3	264	II	+	+	+	22,0	3,5	15,9	6,7	80,5	0,86
69.	88	32,3	26,3	2,1	5,3	1,1	16,8	282	II	+	+	+	20,7	3,4	16,4	6,5	81,4	0,83
70.	77	35,0	28,6	2,2	5,4	1,2	18,7	366	III	+	+	+	22,2	3,4	15,4	6,2	81,7	0,85

1) Zweiter Schwanzflosse leicht beschädigt
 2) Zweite Schwanzflosse leicht beschädigt
 3) Eingeweideentzündung

	Schuppen d. Seitenlinie	Lt.	Lc.	Stiel	Kopf	Auge	Umf.	Gew. voll	Alter	♀ ♂	Gon.	Gew. leer	Kiemenreusendornen	Bes.	Auge/Kopf	Auge/Lt.	Kopf/Lt.	Stiel/Lt.	Lc./Lt.	K = $\frac{Gv \cdot 100}{Lt.^3}$
1.	84	34,3	28,6	2,2	5,3	1,2	17,0	329	II	+	+	278	39	f	22,6	3,4	15,4	6,4	83,3	0,81
2.	82	35,3	28,7	2,1	5,3	1,2	18,9	371	II	+	+	310	40	f	22,6	3,3	15,0	5,9	81,3	0,84
3.	81	37,1	30,2	2,3	6,3	1,3	20,0	431	III	+	+	358	38	f	20,6	3,5	16,9	6,1	81,4	0,84
4.	82	33,0	26,9	2,0	5,2	1,2	17,6	303	II	+	+	264	32	f	23,0	3,6	15,7	6,0	81,5	0,84
*5.		32,7	26,3	2,2	5,4	1,2	17,4	321	II	+	+	283	42	f	22,2	3,6	16,5	6,7	80,4	0,91
6.	95	33,9	28,1	2,1	5,4	1,2	18,2	356	II	+	+	300	36	f	22,2	3,5	15,9	6,1	82,8	0,91
7.	75	36,8	30,6	2,4	5,6	1,3	19,7	465	III	+	+	404	40	f	23,2	3,5	15,2	6,5	83,1	0,93
8.	86	34,2	27,9	2,2	5,4	1,2	17,7	357	II	+	+	318	37	f	22,2	3,5	15,7	6,4	81,5	0,89
9.	79	34,1	27,8	2,3	5,6	1,1	18,6	379	II	+	+	321	41	f	19,6	3,2	16,4	6,7	81,5	0,95
10.	80	37,8	31,3	2,2	6,0	1,3	20,8	502	III	+	+	419	38	f	21,6	3,4	15,8	5,8	82,8	0,92
11.	84	32,7	26,4	2,1	5,4	1,1	16,9	313	II	+	+	275	39	f	20,3	3,3	16,5	6,4	80,7	0,89
12.	92	37,4	30,4	2,3	6,1	1,3	20,0	478	III	+	+	416	35	f	21,3	3,4	16,3	6,1	81,2	0,91
13.	77	39,3	32,6	2,2	6,1	1,2	19,0	474	III	+	+	419	40	f	19,6	3,0	15,5	5,5	82,9	0,78
14.	81	32,3	26,7	1,9	5,2	1,0	16,2	263	II	+	+	222	41	f	19,2	3,0	16,0	5,8	82,6	0,78
15.	79	36,7	30,3	2,2	5,6	1,3	18,5	441	III	+	+	373	40	f	23,2	3,5	15,2	5,9	82,5	0,89
16.	83	33,9	27,4	2,2	5,7	1,2	18,5	346	II	+	+	289	37	f	21,0	3,5	16,8	6,4	80,8	0,88
17.	89	35,7	29,4	2,2	5,2	1,2	20,4	423	III	+	+	366	33	f	23,0	3,3	14,5	6,1	82,3	0,92
18.	87	38,0	31,6	2,3	6,1	1,2	20,7	511	III	+	+	434	41	f	19,6	3,1	16,0	6,0	83,1	0,93
19.	81	35,6	29,3	2,4	5,3	1,2	19,8	446	III	+	+	386	37	f	22,6	3,3	14,8	6,7	82,3	0,98
20.	81	35,6	29,5	2,2	5,8	1,2	19,0	364	III	+	+	311	36	f	20,6	3,3	16,2	6,1	82,8	0,80
21.	81	35,1	29,1	2,1	5,5	1,2	18,6	361	III	+	+	300	39	f	21,8	3,4	14,4	5,9	82,9	0,83
22.	81	35,6	29,2	2,0	5,4	1,1	18,9	373	III	+	+	317	35	f	20,3	3,0	15,1	5,6	82,0	0,82
23.	88	37,5	31,2	2,4	6,1	1,2	20,0	450	III	+	+	390	40	f	19,6	3,2	16,2	6,4	83,2	0,85
24.	86	36,7	29,7	2,1	6,1	1,2	18,3	383	III	+	+	322	39	f	19,6	3,2	16,6	5,7	80,9	0,77
25.	87	33,4	27,3	2,0	5,1	1,2	17,2	300	II	+	+	245	38	f	23,5	3,5	15,2	5,9	81,7	0,80
26.	81	34,1	28,0	2,1	5,2	1,2	17,5	327	II	+	+	282	34	f	23,0	3,5	15,2	6,1	82,1	0,82
27.	92	39,2	32,0	2,1	6,3	1,2	19,0	421	III	+	+	361	39	f	19,0	3,0	16,0	5,3	81,6	0,69
28.	87	35,4	29,4	2,2	5,4	1,1	18,2	335	II	+	+	286	40	f	20,3	3,1	15,2	6,2	83,0	0,75
29.	77	33,3	27,0	2,1	5,3	1,2	19,0	337	II	+	+	287	34	f	22,6	3,6	15,9	6,3	81,0	0,91

30.	80	35,3	28,8	2,2	5,9	1,2	18,2	367	III		+	+	316	43	f	20,3	3,3	16,7	6,2	81,5	0,83
31.	85	35,7	29,3	2,3	5,8	1,2	20,0	406	III		+	+	340	37	f	20,6	3,3	16,2	6,4	82,0	0,89
32.	76	37,8	31,2	2,5	6,2	1,2	21,2	501	III		+	+	419	38	f	19,3	3,1	16,4	6,6	82,5	0,92
33.	83	35,3	28,6	2,0	5,5	1,2	19,8	365	III		+	+	308	35	f	21,8	3,3	15,5	5,6	81,0	0,87
34.	82	33,9	27,4	2,1	5,6	1,1	17,0	303		II	+	+	267	37	f	19,6	3,2	16,5	6,1	80,8	0,77
35.	75	35,9	29,2	2,4	5,8	1,2	19,4	424	III		+	+	370	38	f	20,6	3,3	16,1	6,6	81,3	0,91
36.	82	35,1	28,9	2,2	5,4	1,2	18,0	382		II	+	+	313	38		22,2	3,4	15,3	6,2	82,3	0,88
37.	76	38,2	31,1	2,3	5,8	1,3	19,5	470	III		+	+	387	38	f	22,4	3,4	15,1	6,0	81,4	0,84
38.	94	36,6	30,1	2,3	5,6	1,2	20,8	443	III		+	+	370	42	f	21,4	3,2	15,3	6,2	82,2	0,90
39.	80	36,4	30,0	2,1	5,8	1,1	19,0	380	III		+	+	330	41	f	18,9	3,0	15,9	5,7	81,9	0,78
40.	79	33,3	27,7	2,1	5,5	1,1	17,5	333		II	+	+	282	35	f	20,0	3,3	16,5	6,3	83,1	0,90
41.	83	31,6	26,0	2,0	5,2	1,1	17,0	278	II		+	+	242	40	f	21,1	3,4	16,4	6,3	82,2	0,88
42.	83	35,7	29,6	2,0	5,3	1,1	17,9	369	II		+	+	300	38	f	20,7	3,0	14,8	5,6	82,9	0,81
43.	85	34,9	28,4	2,0	5,5	1,2	18,0	359	II		+	+	312	39	f	21,8	3,4	15,7	5,7	81,3	0,84
44.	84	35,2	28,8	2,1	5,9	1,1	17,5	336	II		+	+	281	34	f	18,6	3,1	16,7	5,9	81,8	0,77
45.	90	33,6	27,5	1,9	5,2	1,1	16,7	275		II	+	+	244	38	f	21,1	3,2	15,4	5,6	81,8	0,72
46.	87	33,1	26,8	2,0	5,5	1,2	17,6	306	II		+	+	248	36	f	21,8	3,6	16,6	6,0	80,9	0,84
47.	77	34,4	28,4	2,2	5,3	1,2	18,1	343	II		+	+	300	36	f	22,6	3,4	15,4	6,3	79,9	0,84
48.	89	35,4	27,5	2,1	5,9	1,2	19,2	372	II		+	+	295	39	f	20,3	3,3	16,6	5,9	80,2	0,83
49.	83	31,8	26,2	1,9	5,0	1,0	16,5	262		II	+	+	225	37	f	20,0	3,1	15,7	5,9	82,3	0,81
50.	89	36,5	29,9	2,3	5,5	1,1	19,6	423	III		+	+	353	35	f	20,0	3,0	15,0	6,3	81,9	0,86
51.	91	36,5	30,2	2,3	5,5	1,2	19,0	365		II	+	+	319	37	f	20,7	3,2	15,0	6,3	82,7	0,75
52.	93	39,8	32,6	2,1	6,0	1,1	19,7	487	III		+	+	414	38	f	18,3	2,7	15,0	5,2	81,9	0,77
53.	82	33,3	27,4	2,0	5,3	1,1	15,9	276		II	+	+	243	36	f	20,7	3,3	15,9	6,0	82,2	0,74
54.	84	36,0	29,7	2,1	5,8	1,2	19,3	406	III		+	+	349	35	f	20,6	3,3	16,1	5,8	82,5	0,87
55.	80	34,2	27,7	2,2	6,0	1,2	19,3	369		II	+	+	300	40	f	21,0	3,5	17,5	6,4	80,9	0,92
56.	87	33,1	26,9	2,2	5,5	1,2	18,0	324	II		+	+	280	36	f	20,8	3,6	16,6	6,6	81,2	0,89
57.	91	37,0	30,3	2,1	5,5	1,2	18,1	410	III		+	+	354	37	f	21,8	3,2	14,8	5,6	81,8	0,80
58. *)		32,0	26,7	2,1	5,3	1,1	16,8	266		II	+	+	232	35	f	20,7	3,4	16,5	6,5	83,4	0,81
59.	90	37,6	31,0	2,1	5,9	1,2	19,2	412	III		+	+	344	35	f	20,3	3,1	15,6	5,5	82,4	0,77
60.	85	34,9	29,0	2,1	5,4	1,1	19,0	366		II	+	+	321	34	f	20,3	3,1	15,4	6,0	83,0	0,86
61. **)	75	33,4	27,0	2,1	5,3	1,1	17,4	317	II		+	+	263	34	f	20,7	3,2	15,8	6,2	80,8	0,85
62.	88	35,2	28,7	2,1	5,3	1,2	17,4	341	II		+	+	284	40	f	22,6	3,4	15,0	5,9	81,5	0,78
63.	79	35,3	29,2	2,1	5,5	1,2	17,7	339	II		+	+	292	36	f	20,7	3,3	15,5	5,9	82,7	0,77
64.	84	34,1	27,8	2,2	5,7	1,1	19,5	362	II		+	+	300	36	f	19,2	3,2	16,7	6,4	81,5	0,91

*) Seitenlinie verkrüppelt

**) Maul verkrüppelt

30.	87	36,3	29,9	2,2	6,2	1,2	18,8	382	II	+	+	+	19,3	3,3	17,0	6,0	82,3	0,79
31.	86	34,6	28,4	2,2	5,5	1,1	18,5	346	II	+	+	+	20,0	3,1	15,8	6,3	82,0	0,83
32.	85	33,3	27,0	2,1	5,6	1,2	18,0	324	II	+	+	+	21,4	3,6	16,8	6,3	81,0	0,87
33.	89	39,9	32,2	2,5	6,1	1,2	21,8	551	III	19,6	3,0	15,2	6,2	80,7	0,86
34.	85	31,4	25,6	1,9	4,9	0,9	14,9	219	I	+	+	+	18,7	3,4	15,6	6,0	81,5	0,70
35.	85	29,1	23,6	1,7	4,8	0,9	14,5	170	I	+	+	+	18,3	3,0	16,4	5,8	81,0	0,68
36.	80	26,1	21,0	1,7	4,6	0,9	14,5	137	I	+	+	+	19,5	3,4	17,6	6,5	80,4	0,77
37.	90	48,4	39,7	3,2	8,3	1,6	29,0	1245	IV	+	+	+	19,3	3,3	17,1	6,6	82,0	1,09
38.	86	27,8	31,3	2,4	6,5	1,3	20,2	508	III	+	+	+	20,0	3,4	17,1	6,3	82,8	0,94
39.	92	39,0	32,4	2,3	6,6	1,3	2,00	534	III	+	+	+	19,6	3,3	16,9	5,8	83,0	0,90
40.	92	36,1	29,8	2,2	5,6	1,1	19,6	405	II	+	+	+	19,6	3,0	15,5	6,0	82,5	0,86
41.	91	36,3	30,1	2,2	6,0	1,1	19,2	372	II	+	+	+	18,3	3,0	16,5	6,0	82,9	0,77
42.	84	36,9	30,8	2,2	6,1	1,2	18,7	371	II	+	+	+	19,6	3,2	16,5	5,9	83,4	0,73
43.	85	34,9	28,9	2,2	6,0	1,1	18,6	347	II	+	+	+	18,3	3,1	17,1	6,3	82,8	0,81
44.	84	33,4	27,5	2,2	5,5	1,1	18,2	316	II	+	+	+	20,0	3,2	16,4	6,5	82,3	0,84
45.	82	33,6	28,1	2,0	5,8	1,2	17,4	310	II	+	+	+	20,6	3,5	17,2	5,9	83,6	0,81
46.	83	34,9	28,6	2,2	5,7	1,1	17,8	331	II	+	+	+	19,2	3,1	16,3	6,3	81,9	0,77
47.	84	35,8	29,5	2,2	5,9	1,2	18,5	384	II	+	+	+	20,3	3,3	16,4	6,1	82,4	0,83
48.	78	32,4	25,9	2,2	5,8	1,3	18,2	296	II	+	+	+	22,4	4,0	17,9	6,7	79,9	0,87
49.	85	36,2	29,6	2,3	6,0	1,2	19,4	399	II	+	+	+	20,0	3,3	16,5	6,3	81,7	0,84
50.	88	34,5	28,3	2,1	5,5	1,1	16,9	305	II	+	+	+	20,0	3,1	15,9	6,0	82,0	0,74
51.	82	33,7	27,0	2,0	5,4	1,1	16,7	274	II	+	+	+	20,3	3,2	16,0	5,9	80,1	0,71
52.	88	38,7	32,2	2,4	5,9	1,1	19,6	508	III	+	+	+	18,6	2,8	15,2	6,2	81,1	0,87
53.	92	38,8	32,5	2,2	6,0	1,1	19,8	512	III	+	+	+	20,3	3,3	16,4	6,1	82,4	0,87
54.	92	41,6	34,6	2,4	6,5	1,3	22,8	727	III	+	+	+	18,6	2,8	15,4	5,6	83,7	0,87
55.	88	36,1	30,0	2,4	5,7	1,2	20,5	498	III	+	+	+	20,0	3,1	15,6	5,7	83,1	1,00
56.	85	36,9	30,4	2,3	5,9	1,2	19,6	450	II	+	+	+	21,0	3,3	15,7	6,6	83,1	1,05
57.	89	37,5	30,9	2,1	5,9	1,1	19,2	432	II	+	+	+	20,3	3,2	15,9	6,2	82,3	0,89
58.	83	37,7	31,0	2,3	6,3	1,2	17,8	417	II	+	+	+	18,6	2,9	15,7	5,6	82,4	0,81
59.	85	35,4	29,4	2,0	5,8	1,1	16,9	319	II	+	+	+	19,0	3,1	16,7	6,1	82,2	0,77
60.	83	35,8	29,4	2,1	5,7	1,1	17,0	336	II	+	+	+	18,9	3,1	16,3	5,6	83,0	0,73
61.	90	33,0	26,6	2,3	5,2	1,0	17,8	305	II	+	+	+	19,2	3,0	15,9	5,8	82,1	0,73
62.	87	34,4	28,8	2,2	5,6	1,1	17,7	327	II	+	+	+	19,2	3,0	15,7	6,9	80,6	0,84
63.	95	35,4	29,7	2,0	5,6	1,2	18,0	343	II	+	+	+	19,6	3,1	16,2	6,3	83,7	0,80
64.	75	33,8	27,4	2,0	5,2	1,1	17,8	321	II	+	+	+	21,4	3,3	15,8	5,6	83,8	0,77
													21,4	3,2	15,3	5,9	81,0	0,83

1) 4) Schwanzflossen beschädigt

2) Verkrüppelungen in Kopfgegend — Nacken

3) Schwanzflosse verkrüppelt

Oktober 1971

	K = $\frac{Gv \cdot 100}{Lt^3}$		Lc./Lt.	Stiel/Lt.	Kopf/Lt.	Auge/Lt.	Auge/Kopf	Bes.	Kiemenreusendornen	Gew. leer	Gon.	♂	♀	Alter	Gew. voll	Umf.	Auge	Kopf	Stiel	Lc.	Lt.	Schuppen d. Seitenlinie
	%	%																				
1.	85	37,6	30,7	2,3	6,0	1,1	19,8	47f	II	+	+			II	47f	19,8	1,1	6,0	2,3	30,7	37,6	85
2.	81	37,0	30,6	2,0	5,9	1,1	18,0	393	II	+	+			II	393	18,0	1,1	5,9	2,0	30,6	37,0	81
3.	82	34,8	28,5	2,1	5,7	1,2	19,0	360	II	+	+			II	360	19,0	1,2	5,7	2,1	28,5	34,8	82
4.	85	37,9	31,7	2,0	6,1	1,1	20,8	475	II	+	+			II	475	20,8	1,1	6,1	2,0	31,7	37,9	85
5.	90	38,8	31,7	2,1	5,6	1,2	19,3	444	II	+	+	+		II	444	19,3	1,2	5,6	2,1	31,7	38,8	90
6.	89	40,6	33,0	2,4	6,2	1,2	21,4	592	III	+	+	+		III	592	21,4	1,2	6,2	2,4	33,0	40,6	89
7.	80	39,9	32,5	2,3	6,1	1,2	20,4	507	II	+	+	+		II	507	20,4	1,2	6,1	2,3	32,5	39,9	80
8.	86	42,3	34,5	2,3	6,5	1,2	20,4	567	III	+	+	+		III	567	20,4	1,2	6,5	2,3	34,5	42,3	86
9.	78	34,5	27,2	2,1	5,9	1,1	18,5	345	II	+	+	+		II	345	18,5	1,1	5,9	2,1	27,2	34,5	78
10.	79	34,5	27,7	2,0	5,3	1,1	17,0	311	II	+	+	+		II	311	17,0	1,1	5,3	2,0	27,7	34,5	79
11.	82	31,6	25,9	2,0	5,1	1,0	16,6	272	II	+	+	+		II	272	16,6	1,0	5,1	2,0	25,9	31,6	82
12.	83	30,2	24,9	2,0	5,3	1,0	15,5	213	I	+	+	+		I	213	15,5	1,0	5,3	2,0	24,9	30,2	83
13.	70	31,7	25,7	2,0	5,0	1,0	15,8	237	I	+	+	+		I	237	15,8	1,0	5,0	2,0	25,7	31,7	70
14.	74	31,0	24,9	1,9	4,4	0,9	16,7	250	I	+	+	+		I	250	16,7	0,9	4,4	1,9	24,9	31,0	74
15.	82	29,7	24,0	1,7	4,4	0,8	16,2	213	I	+	+	+		I	213	16,2	0,8	4,4	1,7	24,0	29,7	82
16.	79	29,7	24,1	2,0	4,8	0,9	16,5	240	I	+	+	+		I	240	16,5	0,9	4,8	2,0	24,1	29,7	79
17.	86	29,2	24,2	1,9	4,5	1,1	14,7	182	I	+	+	+		I	182	14,7	1,1	4,5	1,9	24,2	29,2	86
18.	79	28,7	23,2	1,7	4,4	0,9	15,0	165	I	+	+	+		I	165	15,0	0,9	4,4	1,7	23,2	28,7	79
19.	94	32,6	27,0	2,0	4,7	1,0	16,3	270	I	+	+	+		I	270	16,3	1,0	4,7	2,0	27,0	32,6	94
20.	80	29,3	24,2	1,6	4,5	1,0	15,3	192	I	+	+	+		I	192	15,3	1,0	4,5	1,6	24,2	29,3	80
21.	87	37,1	30,6	2,1	5,9	1,2	18,9	411	II	+	+	+		II	411	18,9	1,2	5,9	2,1	30,6	37,1	87
22.	91	26,5	21,7	1,5	4,2	0,9	14,5	139	I	+	+	+		I	139	14,5	0,9	4,2	1,5	21,7	26,5	91
23.	84	29,2	23,6	1,7	4,6	1,0	14,9	207	I	+	+	+		I	207	14,9	1,0	4,6	1,7	23,6	29,2	84
24.	91	26,8	22,2	1,6	4,7	0,9	14,7	146	I	+	+	+		I	146	14,7	0,9	4,7	1,6	22,2	26,8	91
25.	88	31,5	25,8	1,9	5,0	1,0	16,0	238	I	+	+	+		I	238	16,0	1,0	5,0	1,9	25,8	31,5	88
26.	86	28,5	23,0	1,6	4,6	1,0	15,1	170	I	+	+	+		I	170	15,1	1,0	4,6	1,6	23,0	28,5	86
27.	82	27,7	22,4	1,8	4,9	1,0	14,6	174	I	+	+	+		I	174	14,6	1,0	4,9	1,8	22,4	27,7	82

28.	83	29,2	23,5	1,7	4,6	0,9	15,0	194	I	+	+	160	40	f	19,5	3,0	15,7	5,8	80,4	0,77
29.	82	29,6	24,0	1,7	4,6	1,0	15,4	202	I	+	+	170	39	f	21,7	3,3	15,5	5,7	81,0	0,77
30.	83	27,3	22,0	1,6	4,2	0,9	14,7	145	I	+	+	127	34	f	21,4	3,2	15,3	5,8	80,5	0,71
31.	81	27,8	22,2	1,5	4,5	1,0	13,9	154	I	+	+	132	37	f	22,2	3,5	16,1	6,3	79,8	0,71
32.	88	28,1	23,0	1,7	4,8	1,0	13,9	158	I	+	+	138	40	f	20,8	3,5	17,0	6,0	79,5	0,71
33.	85	28,7	23,5	1,6	4,8	0,9	14,0	162	I	+	+	144	38	f	18,7	3,1	16,7	5,5	81,8	0,68
34.	86	29,5	23,6	1,8	4,9	1,0	14,7	187	I	+	+	163	39	f	20,4	3,3	16,6	6,1	80,0	0,72
35.	90	30,2	24,2	1,8	4,9	1,0	14,8	189	I	+	+	164	42	f	20,4	3,3	16,2	5,9	80,1	0,68
36.	84	27,0	21,7	1,6	4,6	1,0	14,1	139	I	+	+	121	36	f	21,7	3,7	17,0	5,9	80,3	0,70
37.	85	30,4	24,3	1,8	5,0	1,0	15,0	202	I	+	+	180	40	f	20,0	3,2	16,4	5,9	79,9	0,71
38.	83	27,9	22,5	1,7	4,4	1,0	14,8	163	I	+	+	140	38	f	22,7	3,5	15,7	6,0	80,6	0,75
39.	83	28,0	22,3	1,8	4,9	1,0	14,6	166	I	+	+	147	36	f	20,4	3,5	17,5	6,4	81,7	0,75
40.	83	29,3	24,0	1,6	4,5	1,0	15,2	184	I	+	+	156	36	f	22,2	3,4	16,3	5,4	81,9	0,73
41.	79	25,2	20,2	1,6	4,1	0,9	12,5	117	I	+	+	100	35	f	21,9	3,5	16,2	6,3	80,1	0,73
42.	88	29,8	23,9	1,8	5,0	1,0	15,5	195	I	+	+	172	38	f	20,0	3,3	16,7	6,0	80,2	0,73
43.	78	28,0	22,2	1,7	4,7	1,0	15,2	161	I	+	+	140	34	f	21,2	3,5	16,7	6,0	79,2	0,73

1) 23 + 26 Kiemendeckel beschädigt.

ANHANG

Tafeln und Tafelerklärungen
(Tafeln I-III)

Erklärung zu Tafel I

Fig. 1: „Bodenrenke“ aus Westenrieder (1784)

Fig. 2: Renke aus dem Starnberger See (Oktober 1973)

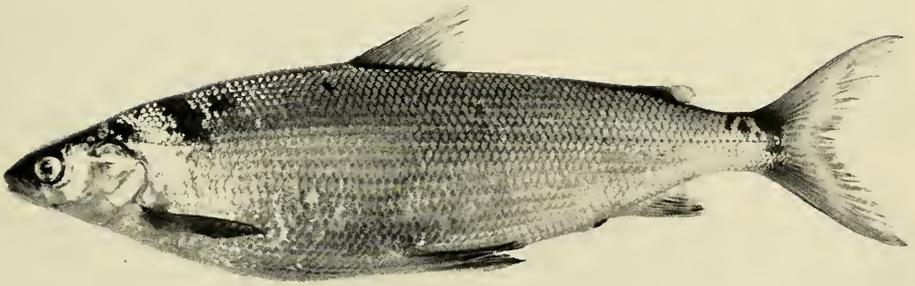
Gesamtlänge (Lt) : 37,7

Vollgewicht (Gv) : 535 g

Alter : III+

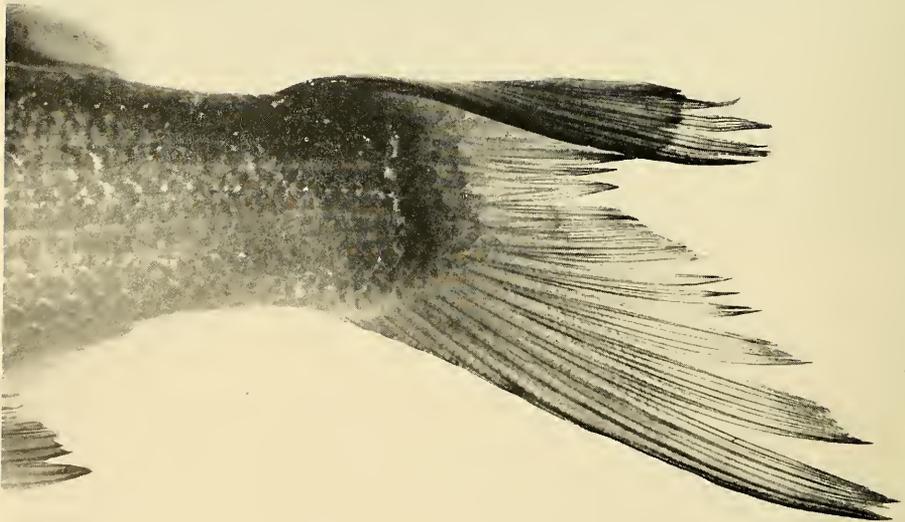
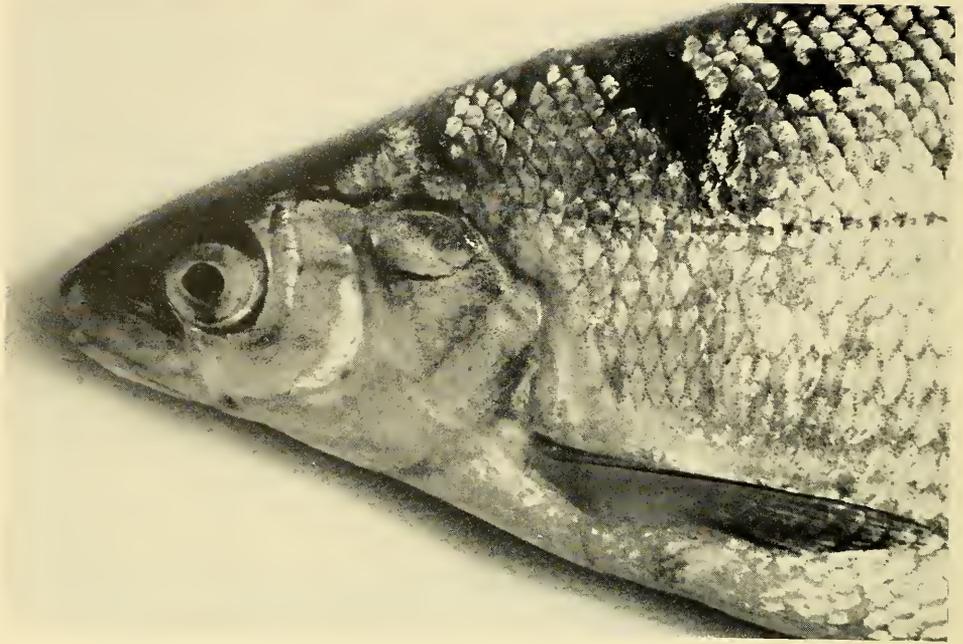


Bodenrenke



5 cm

Tafel II



Erklärung zu Tafel II

Fig. 1: Kopfansicht einer Starnberger Seerenke

Fig. 2: Starnberger Seerenke — Mißbildung der Schwanzflosse

Erklärung zu Tafel III

Starnberger Seerenke — Kiemenreusenapparat

Tafel III

