

Z 802

BERICHTE
aus dem
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
an der
CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT·KIEL

DOI 10.3289/IFM_BER_91

Nr. 91

Der Zustand der Fischbestände
in der Schlei und die Entwick-
lung der Fischerei im Zeitraum
1962 - 1981

INGRID LUPATSCH
und
WALTER NELLEN

1981

Berichte aus dem Institut für Meereskunde
an der Christian-Albrechts-Universität Kiel
Nr. 91

DER ZUSTAND DER FISCHBESTÄNDE IN DER SCHLEI UND
DIE ENTWICKLUNG DER FISCHEREI IM ZEITRAUM
1962 - 1981

von
INGRID LUPATSCH UND WALTER NELLEN

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von:

Walter Nellen
Institut für Meereskunde
Abt. Fischereibiologie
Düsternbrooker Weg 20
2300 Kiel

ISSN 0341 - 8561

1981

INHALTSVERZEICHNIS



Vorwort
Zusammenfassung
Summary

	Seite
1 Einleitung	1
2 Befischung und Wachstum der wichtigsten Fischarten	4
2.1 Der Hering (<u>Clupea harengus</u> L.)	4
2.1.1 Befischung	4
2.1.2 Wachstum	6
2.1.2.1 Alterszusammensetzung	7
2.1.2.2 Längenrückberechnung	8
2.1.2.3 Länge - Gewicht	11
2.1.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	12
2.2 Der Aal (<u>Anguilla anguilla</u> L.)	16
2.2.1 Befischung	16
2.2.2 Wachstum	19
2.2.2.1 Geschlecht	20
2.2.2.2 Alterszusammensetzung	22
2.2.2.3 Länge - Gewicht	22
2.2.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	26
2.3 Der Barsch (<u>Perca fluviatilis</u> L.)	29
2.3.1 Befischung	29
2.3.2 Wachstum	30
2.3.2.1 Alterszusammensetzung	31
2.3.2.2 Längenrückberechnung	33
2.3.2.3 Länge - Gewicht	34
2.3.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	34
2.4 Der Zander (<u>Stizostedion lucioperca</u> L.)	36
2.4.1 Befischung	36
2.4.2 Wachstum	38

	Seite
2.4.2.1 Alterszusammensetzung	38
2.4.2.2 Längenrückberechnung	40
2.4.2.3 Länge - Gewicht	41
2.4.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	42
2.5 Die Plötze (<u>Rutilus rutilus</u> L.)	42
2.5.1 Befischung	42
2.5.2 Wachstum	44
2.5.2.1 Alterszusammensetzung	44
2.5.2.2 Längenrückberechnung	46
2.5.2.3 Länge - Gewicht	46
2.5.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	47
2.6 Der Brassen (<u>Abramis brama</u> L.)	48
2.6.1 Befischung	48
2.6.2 Wachstum	49
2.6.2.1 Alterszusammensetzung	50
2.6.2.2 Längenrückberechnung	50
2.6.2.3 Länge - Gewicht	52
2.6.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum	53
3 Diskussion	55
4 Gesamtbeurteilung der fischereilichen Situation	80
5 Literaturverzeichnis	83

VORWORT

Die vorliegende Studie fußt im wesentlichen auf den im Jahre 1980 von I. LUPATSCH durchgeführten Untersuchungen, deren Ergebnisse in einer Diplomarbeit zusammengestellt wurden. Die Durchführung der Arbeit ist von vielen Seiten durch Informationen und durch praktische sowie finanzielle Hilfe gefördert worden.

Danken möchten wir dem Leiter des Fischereiamtes Kiel, Herrn Dr. H. HOFFMEISTER, und seinem Mitarbeiter, Herrn RATZ, für die Bereitstellung der statistischen Anlangedaten aus den Ostseehäfen.

Für die finanzielle Unterstützung sagen wir dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, der Holmer Fischerzunft, dem Magistrat der Stadt Schleswig, dem Landrat des Kreises Schleswig/Flensburg, der Kreissparkasse Schleswig/Flensburg, der Stadt Kappeln und dem Kreisausschuß des Kreises Rendsburg/Eckernförde unseren Dank. Nur durch die Hilfen dieser Institutionen konnten die zahlreichen Fahrten ins Untersuchungsgebiet, die Materialbeschaffung, eine zügige Aufarbeitung der umfangreichen Proben und der Druck der Arbeit bewerkstelligt werden. In diesem Zusammenhang sei dem Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz Schleswig-Schlei, Herrn Rechtsanwalt Otto von WAHL, wegen seines großen persönlichen Einsatzes und Interesses für das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit unser ganz besonderer Dank ausgesprochen.

Nicht weniger dankbar sind wir den Mitgliedern der Holmer Fischerzunft. Ihre Hilfsbereitschaft bei der Materialbeschaffung und ihre Informationsbereitschaft in vielen fischereilichen Fragen ermöglichte erst das fachliche Gelingen der Arbeit. Stellvertretend für alle Fischer möchten wir den Ältermann der Zunft, Herrn H. ROSS, und Herrn K.A. NANZ nennen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. In der Schlei, einer Ostseeförde Schleswig-Holsteins, wurden fischereibiologische Untersuchungen im Hinblick auf Anlandungen, Befischung und Wachstum der wichtigsten Fischbestände durchgeführt. Zum Vergleich der verschiedenen Gesichtspunkte dient eine Arbeit, die vor 20 Jahren in dem gleichen Gebiet angefertigt wurde.
Die einzelnen Fischarten werden in der Reihenfolge ihrer Bedeutung abgehandelt.
2. Die Anlandungszahlen des Herings liegen immer noch in der gleichen Größenordnung wie vor 20 Jahren. Sein Wachstum ist unverändert als gut zu bezeichnen.
3. Die Aalerträge sind rapide zurückgegangen. Begründet wird dies durch eine großräumige Bestandsverminderung, die auch in der westlichen Ostsee zu erkennen ist. Seit den letzten 3 - 4 Jahren scheint sich der Bestand wieder zu erholen. Das Wachstum des Aales ist im Vergleich zu anderen Gewässern sehr gut.
4. Die Bedeutung von Barsch, Plötze und Brassen ist ebenfalls zurückgegangen. Verursacht wird dies einerseits durch die Wertminderung, andererseits durch die verringerte Fischereiaktivität. Das Wachstum dieser 3 Arten ist unverändert seit den letzten 20 Jahren.
5. Der kurzzeitige Anstieg der Zandererträge wird vermutlich bedingt durch einen ausnahmsweise starken Jahrgang und durch die Umstellung der Fischereitechnik.
Durch Erhöhung des Mindestmaßes auf wenigstens 40 cm könnte dieser Bestand noch gefördert werden.
6. Der geschätzte Ertrag der Schlei liegt bei $35 - 40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.
Durch die sinkenden Erträge in der Aalfischerei mußte sich die Zahl der Schleifischer noch mehr vermindern, und die Fischer mußten zeitweilig auf die Ostsee ausweichen.

SUMMARY

1. A fisheries study was carried out which dealt with the fishing intensity, yield, and growth of the most important fish populations in the Schlei, a Baltic Sea fjord in Schleswig-Holstein. Various aspects of the study were compared with a report resulting from investigations performed in this same area 20 years ago. The individual fish species are discussed in order of their importance.
2. Herring landings remain within the same order of magnitude as those from 20 years ago.
3. Within the eel fishery the yield has rapidly declined. The extensive decrease in the eel population, which is also noticeable in the western Baltic, is considered to be the cause. It appears that in the last 3 - 4 years that the population is recovering. The growth of eel is very good compared to that in other waters.
4. The importance of perch, roach, and common bream has likewise declined, caused on the one hand by their low market value, and on the other by reduced fishing activity. The growth of these 3 species has not changed over the last 20 years.
5. The short term increase in the pike-perch yield is probably due to an exceptionally strong year class and modifications in the fisheries technique. By raising the minimum allowable length to at least 40 cm the population could be even further promoted.
6. The estimated yield of the Schlei lies between 35 - 40 kg·ha⁻¹. Because of the drop in yield within the eel fishery, the number of Schlei fishermen decreased, and they temporarily have switched to the more open waters of the Baltic.

1 EINLEITUNG

Die Schlei, eine 40 km lange Brackwasserförde der Ostsee (Abb. 1) war schon oft Gegenstand hydrographischer, chemischer, planktologischer und fischereibiologischer Untersuchungen, u.a. von KÄNDLER (1953, 1956), NEUBAUR u. JAECKEL (1936/37), JAECKEL (1962), NELLEN (1963, 1965 a,b, 1967, 1968). In den Jahren 1965-1968 erfolgte durch das Institut für Meereskunde Kiel eine umfassende chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchung (NELLEN u. RHEINHEIMER, 1970).

1974-1977 wurde diese Untersuchung vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein wieder aufgenommen und auf den gegenwärtigen Stand gebracht. Die Fischerei wurde allerdings außer acht gelassen. Aus diesem Gutachten geht hervor, daß die Schlei ein durch anthropogene Einflüsse stark belastetes Gewässer ist.

Im Gebiet der großen Breite kann sie als hypertroph, zwischen Kappeln und Schleimünde noch als eutroph in Bezug auf ihre Planktonproduktion bezeichnet werden. Eine Folge der hohen Eutrophierung ist unter anderem die schnelle Lichtabnahme mit zunehmender Tiefe und im Zusammenhang damit der Rückgang der Bodenvegetation. Durch den unvollständigen Abbau sedimentierender organischer Substanz sind große Flächen des Grundes mit Faulschlamm bedeckt, wodurch der Lebensraum vieler bodenlebender Organismen zerstört wird. Nur in den der Brandung ausgesetzten Uferbereichen und in Gebieten mit vermehrter Strömung ist dies nicht der Fall.

An vielen Stellen der Schlei ist noch ein ausgedehnter Schilfgürtel zu finden, der jedoch durch den Ausbau von Campingplätzen und Feriensiedlungen sowie durch die Anlage von Bootstegen und Bojenfeldern zunehmend bedroht wird. Bei einer 1978 durchgeführten Zählung wurden 78 Liegeplatzanlagen festgestellt.

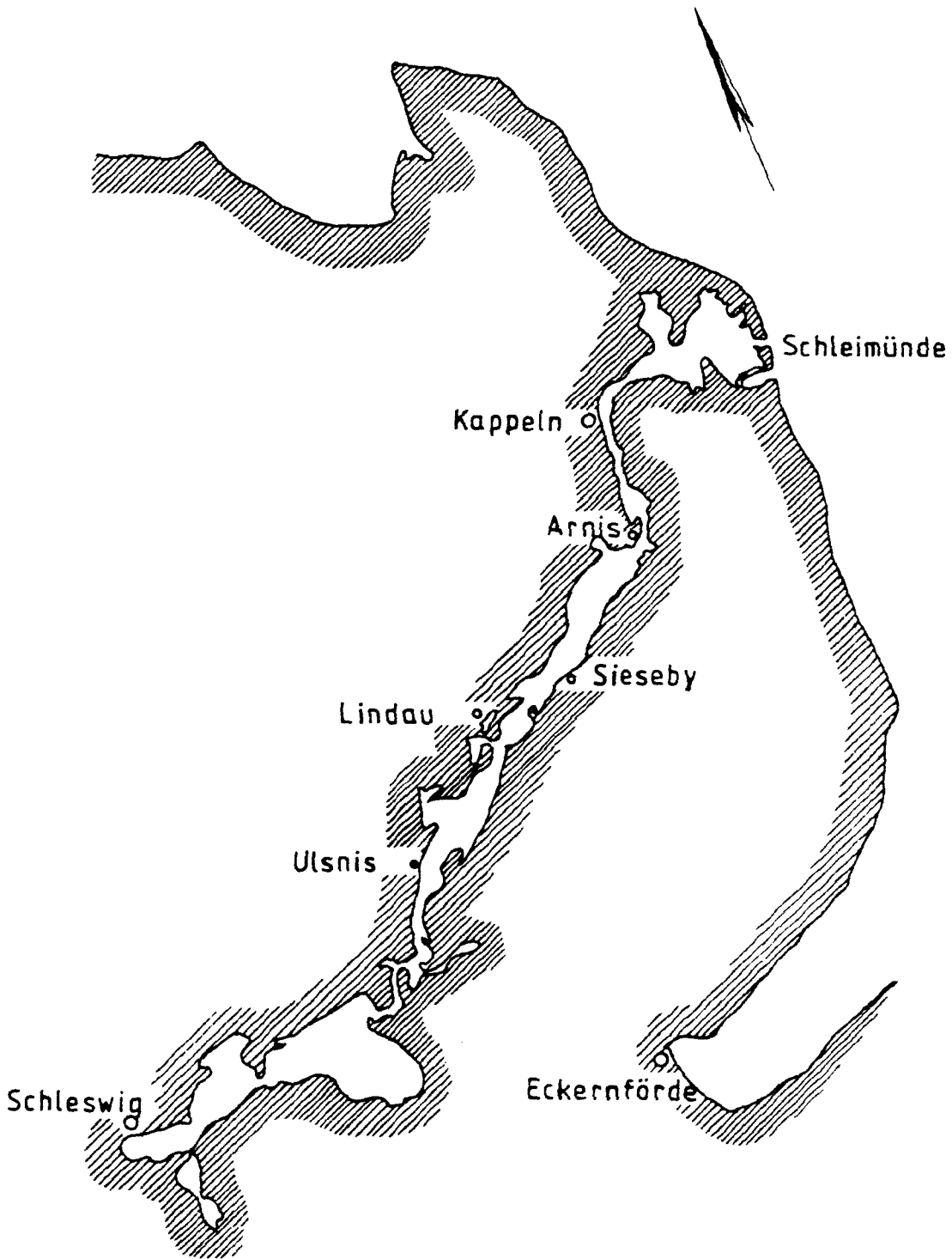


Abb. 1: Die Schlei

Etwa 3200 Sportboote sind im Sommer auf der Schlei unterwegs, die durch ihre an Bord befindlichen sanitären Anlagen zusätzlich belastend auf das Gewässer wirken, dadurch, daß unter anderem ungeklärte Fäkalien in das Gewässer entlassen werden. Durch den landschaftlichen Reiz des Schleigebietes und seinen hohen Freizeitwert kommt es hier zu erheblichen Interessenskonflikten zwischen der Fischerei und dem Fremdenverkehr.

Ziel unserer Arbeit ist es, die Fischerei in die Gesamtbetrachtung der Schlei-Situation mit einzubeziehen und ihre Entwicklung in Bezug auf mögliche Änderungen des ökologischen Charakters zu verfolgen. Einen Vergleich zu einem früheren Zustand bietet die fischereibiologische Untersuchung, die NELLEN 1961/62 in der Schlei durchführte.

Parallel zu der zitierten Arbeit beschränken sich unsere Untersuchungen ebenfalls auf das Gebiet zwischen Schleswig und Arnis, d.h. auf etwa 80 % der gesamten Schlei. Dieses Areal wird fast ausschließlich von der Schleswiger Fischerzunft bewirtschaftet.

Die wirtschaftlich wichtigsten Fischarten werden in der Reihenfolge ihrer Bedeutung aufgeführt. Jede einzelne Art wird dabei nach folgenden Gesichtspunkten betrachtet: Befischungsart, Ertrag, Marktwert und biologische Daten. Die Ertragsentwicklung wird im Anschluß an die von NELLEN (1968) veröffentlichten Daten für den Zeitraum 1962-1980 dargestellt.

Das Wachstum der Fische wurde mit Hilfe von Altersanalysen, Längenrückberechnungen und Längen-Gewichts-Beziehungen untersucht und in Form von theoretischen Wachstumskurven dargestellt. Die Altersbestimmungen wurden dabei anhand von Otolithen und Schuppen durchgeführt. Das dazu erforderliche Fischmaterial wurde im Laufe des Jahres 1980 aus den kommerziellen Fängen der Schleswiger Fischer an Ort und Stelle gewonnen.

Anschließend erfolgt eine allgemeine Beurteilung der Situation der Holmer Fischerzunft und des gegenwärtigen fischereibiologischen Zustandes der Schlei. Anhand von Befragungen und Aufzeichnungen einzelner Fischer wird der Versuch unternommen, Erträge differenziert abzuschätzen.

2 BEFISCHUNG UND WACHSTUM DER WICHTIGSTEN FISCHARTEN

2.1 DER HERING (Clupea harengus L.)

Dem Hering wurde in der Schleifischerei schon immer große Bedeutung beigemessen. Aussagen machten darüber u.a. NEUBAUR u. JAECKEL (1937) und in jüngerer Zeit vor allem NELLEN (1965 a), der dem "Schleihering" als einer lokalen Brackwasserform von Clupea harengus besondere Beachtung schenkte. SCHNACK (1972) widmete seine Untersuchungen vor allem der Nahrungsökologie von Heringslarven.

2.1.1 Befischung

Der Hering wird vom Februar bis Mai, wenn er zum Laichen in die Schlei einzieht, gefangen. Die höchsten Anlandungen werden im März und April erzielt. Heute verwenden die Fischer nur noch Stellnetze mit anfangs 26-27 mm, später 24 mm Maschenweite. Die Erfahrung hat ihnen gezeigt, daß die größeren, also wohl älteren Heringe, während einer Laichperiode zuerst in die Schlei ziehen, gefolgt von den kleineren "Maiheringen".

Die Tatsache, daß die älteren, schon mehrfach am Laichgeschäft beteiligten Heringe zuerst zum Abläichen kommen und danach die jüngeren Jahrgänge, wurde schon von NEB (1952) an den in der Kieler Förde laichenden Heringen beobachtet.

Die Anlandungen der Schleswiger Fischerzunft in dem Zeitraum 1962-1980 zeigt Abb. 2. Der Durchschnittsertrag beträgt in diesen Jahren 76,5 t pro Jahr. Er ist damit geringer als der,

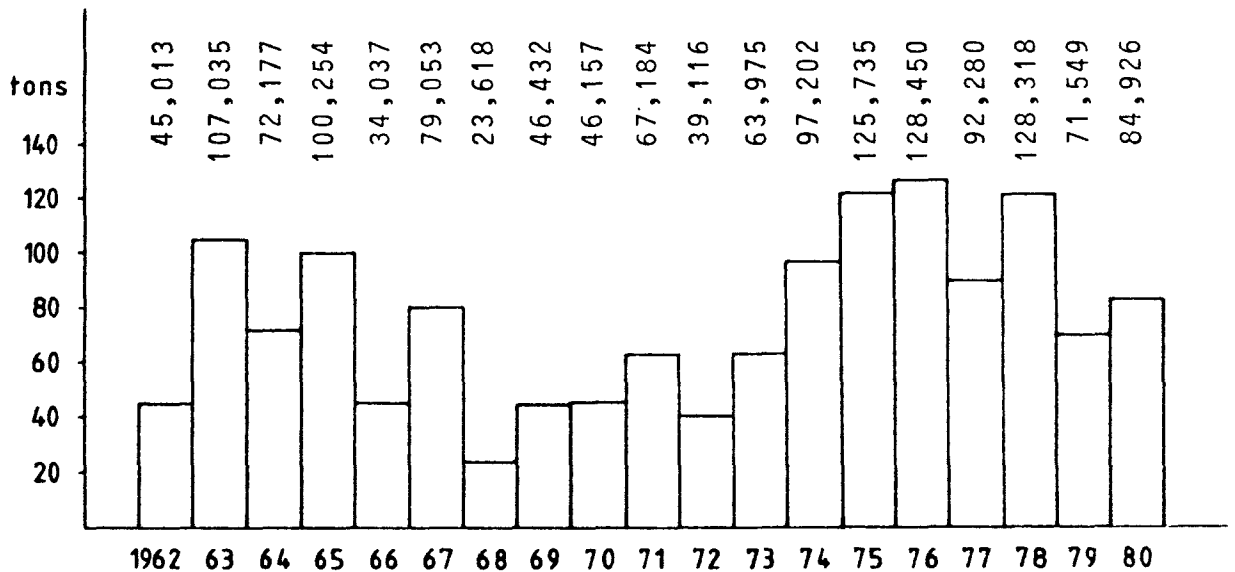


Abb. 2: Heringserträge der Schlei in Tonnen

den NELLEN (1965) für die Jahre 1949-1961 angab. Während dieses Zeitabschnitts betrug der jährliche Durchschnittsertrag 95 t. Demgegenüber nennen NEUBAUR und JAECKEL (1936) einen jährlichen Durchschnitt von 76,1 t für die Jahre 1925-1935. Das Jahr 1981 war für die Heringsfischerei wieder außerordentlich ertragreich. Mit einer Anlandemenge im Hafen Schleswig von 267 t ist es das zweitertragreichste Jahr nach 1949, in dem 346 t angelandet wurden. Nimmt man das Jahr 1981 für die Berechnung des mittleren Jahresertrages seit 1962 mit hinzu, ergibt sich ein Durchschnitt von 86 t. Der prozentuale Anteil der Heringsfischerei am Gesamtertrag und Gesamterlös in den verschiedenen Jahren zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Prozentualer Anteil der Heringe am Gesamtertrag und Gesamterlös

Autor	Zeitraum	% des Ertrages	% des Erlöses
NEUBAUR u. JAECKEL	1925-1935	53	?
NELLEN	1949-1961	62,7	?
Eigene Untersuchung	1962-1980	68,3	29,1

Betrachtet man die Zeiträume 1962-1970 und 1971-1980 getrennt, so ergibt sich eine Steigerung von 12,3 % auf 44,2 % des Gesamterlöses. Verursacht wird dies einerseits durch die hohen Preise, die Heringe in jüngster Zeit erzielen (1962 betrug der mittlere kg-Preis DM 0,28, 1980 war er auf DM 1,-- angestiegen) und andererseits durch den Ertragsrückgang einiger wertvoller Fischarten, wie später gezeigt werden wird.

2.1.2 Wachstum

Für die Altersbestimmung wurden vorwiegend Otolithen entnommen, da die Schuppen bei der Stellnetzfischerei zu leicht abhanden kommen. Bei gut erhaltenem Schuppenbild wurden jedoch zusätzlich Schuppen für eine vergleichende Altersbestimmung herangezogen.

Zum Zwecke der Berechnung der Längen zurückliegender Altersabschnitte wurden die Jahresringe im caudalen Teil der Schuppe mit einem Okularmikrometer mit 12facher Vergrößerung ausgemessen. Rückberechnungen waren erforderlich, da die juvenilen Jahrgänge zwischen den Laichheringen nicht vertreten sind.

Längen- und Gewichtsbestimmungen wurden gleichzeitig an dem frischen Material durchgeführt, und zwar die Länge auf den unteren cm und das Gewicht auf 1 g genau. Dabei wurden die Fische mit Mägen und Gonaden ausgewogen.

2.1.2.1 Alterszusammensetzung

RAUCK (1964) beschreibt in seiner Dissertation das Otolithenbild des Ostseeherings. Danach bildet der frühjahrslaichende Hering der westlichen Ostsee einen Sekundärring vor seinem 1. Winterring aus. Der Sekundärring ist als breiter hyaliner Streifen erkennbar, während der 1. Winterring als schmale, jedoch intensive Zone auftritt.

Verursacht wird dieses Phänomen nach RAUCK durch das Abwandern der Jungheringe aus den brackigen Aufwuchsgebieten und ihre Anpassung an die veränderten Bedingungen in offenen Gewässern. An dem vorliegenden Material wurde nach RAUCKs Methode verfahren.

Da die Fische Ende März, Anfang April gefangen wurden, kann ihr Alter in abgeschlossenen Wachstumsperioden angegeben werden. Das Ergebnis der Altersbestimmungen und die Berechnung der mittleren Längen findet sich in Tab. 2. Ein Vergleich der jetzt gefundenen durchschnittlichen Längen mit denen, die 1960-1961 ermittelt wurden (NELLEN, 1965), zeigt folgende Aufstellung:

Tab. 3: Vergleich der mittleren Längen vom Hering in verschiedenen Zeiträumen

	Wachstumsperioden				
	3	4	5	6	7
NELLEN (1965)	22,0	24,7	26,5	28,1	29
Eigene Untersuchung (1980)	22,5	25,4	27,6	28,3	29,8

Das Wachstum der Heringe hat scheinbar eine Steigerung erfahren. Die abweichenden Ergebnisse beruhen aber möglicherweise auch darauf, daß das jüngste Untersuchungsmaterial aus stärker selektiv fangenden Stellnetzen und das von 1960-1962 gewonnene Material zum großen Teil aus Wadenfängen stammt.

Tab. 2: Berechnung der mittleren Länge - Hering

Länge cm	n	Alter in Sommern				
		3	4	5	6	7
17						
18						
19	2	2				
20	6	6				
21	9	9				
22	13	13				
23	11	8	3			
24	20	9	11			
25	21	8	13			
26	19	1	16	2		
27	11		6	5		
28	11		2	5	4	
29	6		1	1	2	2
30	3			1		2
31	1					1
32						
Σ	133	56	52	14	6	5
mittlere Länge		22,48	25,4	27,57	28,33	29,8

2.1.2.2 Längenrückberechnung

Der Norweger LEA stellte in seinen Untersuchungen fest, daß das Wachstum der Schuppen zu dem des Körpers in linearer Korre-

lation zueinander steht. Somit kann man nach der Gleichung

$$S : L = s_n : l_n$$
$$\text{oder } l_n = \frac{L \cdot s_n}{S}$$

wobei:

L = Totallänge des Fisches in cm

S = Gesamtschuppenradius in mm

s_n = Schuppenradius einer best. AG

l_n = Länge des Fisches einer best. AG

auf frühere Längen in einem bestimmten Jahr zurückrechnen, da die Jahresringe das Größenmaß der Schuppe zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergeben. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Schuppen erst bei einer gewissen Körperlänge angelegt werden und die Gerade nicht durch den 0-Punkt verläuft. Sie schneidet die y-Achse vielmehr im positiven Bereich in dem Punkt (m), der die Länge angibt, bei der die Schuppen erst angelegt werden (Abb. 3).

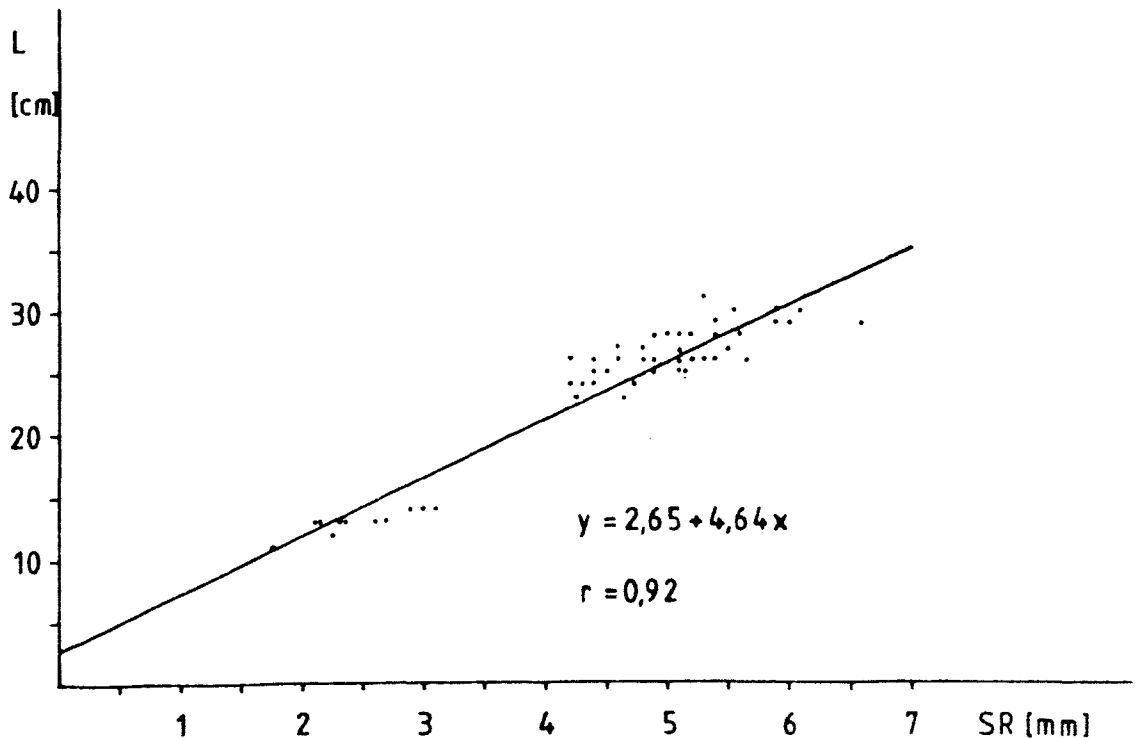


Abb. 3: Beziehung zwischen Schuppenradius |SR| und Totallänge |L| des Herings

Um die Rückberechnung korrekt zu gestalten, muß die Gerade rechnerisch durch den Nullpunkt geführt werden. Dazu wird ein Korrekturfaktor eingeführt:

$$l_n - m = \frac{s_n \cdot (L-m)}{S}$$

$$l_n = \frac{s_n \cdot (L-m)}{S} + m$$

Im vorliegenden Falle ist die Größe von m, die den Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse angibt, mit 2,65 m bestimmt worden (Abb. 3).

Die Längerrückberechnung ist eine zweckmäßige Methode, um zahlenmäßig geringes Material zu vervollständigen oder Altersbestimmungen aus verschiedenen Jahreszeiten miteinander in Einklang zu bringen. Zudem kann auf das Wachstum der jüngeren Jahrgänge, die durch die selektive Befischung nicht erfaßt werden, geschlossen werden.

Einen Vergleich zwischen den beobachteten und den zurückberechneten Längen sowie ihren Abweichungen zeigt Tab. 4.

Tab. 4: Vergleich von beobachteten und rückberechneten mittleren Längen beim Hering

Alter	beobachtete Länge	rückberechnete Länge	Abweichung	
			cm	%
1	-	12,5	-	-
2	-	19,1	-	-
3	22,5	22,8	+0,3	1,33
4	25,4	25,5	+0,1	0,39
5	27,6	27,8	+0,2	0,72
6	28,3	28,6	+0,3	1,06
7	29,8	-	-	-

Es wurde eine sehr gute Übereinstimmung erzielt, wobei noch zu erwähnen ist, daß die Altersbestimmung an Otolithen und die Rückberechnung an Schuppen erfolgte.

2.1.2.3 Länge - Gewicht

Geht man von einem isometrischen Wachstum des Fisches aus, d.h. von einem unveränderten Verhältnis der Körperproportionen und dem spezifischen Gewicht im Laufe der Zeit, so kann man das Längen-Gewichts-Verhältnis folgendermaßen darstellen:

$$W = K \cdot L^3$$

wobei W (Gewicht) in g und L (Länge) in cm angegeben werden.

Bei einem allometrischen Wachstum, d.h. bei einem veränderlichen Verhältnis der Körperproportionen, wird die Längen-Gewichts-Beziehung präziser ausgedrückt durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$W = q L^d,$$

wobei sich tatsächlich in der Regel ein Wert für d nahe 3 ergibt. Die Faktoren q und d können über die Regression der logarithmierten Werte von W und L bestimmt werden:

$$\log W = \log q + d \cdot \log L,$$

wobei d die Steigung der Geraden und $\log q$ den Abschnitt auf der Ordinate beschreiben.

Für den Schleihering ergibt sich dabei folgende Beziehung:

$$\log W = -3,77 + 4,166 \log L \quad r = 0,97$$

Daraus folgt durch Entlogarithmieren

$$(1) \quad W = 0,00017 L^{4,17}$$

Der Exponent d ist mit dem für ihn ermittelten Wert von 4,17 ungewöhnlich groß. Die Erklärung liegt darin, daß die Längen-Gewichtsrelation an laichreifen, kurz vor der Eiablage stehenden Heringen ermittelt wurde und daß das Material neben älteren auch kleine, d.h. sehr junge Laichfische enthielt. Da diese relativ zum Körpergewicht eine geringere Gonadenmasse aufweisen als größere Heringe, sind letztere im laichreifen Zustand auch relativ viel schwerer als die jungen Erstlaicher. Dadurch ergeben sich stark allometrische Verhältnisse mit zunehmender Fischlänge, die zu dem gefundenen Extremwert für den Exponenten führen. Außerhalb der Laichzeit oder bei Ausschluß der kleinen Fische von der Berechnung ergibt sich auch für den Schleihering ein nur wenig von 3 abweichender Wert für d .

2.1.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Will man die Daten, die aus experimentellen Untersuchungen gewonnen werden, exakter formulieren, stellt man das Wachstum in einem mathematischen Modell dar.

Die bekannteste Funktion zur Beschreibung des Längenwachstums in der Fischereibiologie ist die von v. BERTALANFFY, die die Länge L zur Zeit t als Funktion von t beschreibt.

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

t ist somit die unabhängige Variable und L_t die abhängige Variable.

Die 3 Parameter werden wie folgt beschrieben:

L_∞ = mathematisch gesehen die Asymptote, der sich die Kurve allmählich nähert, oder die durchschnittliche mittlere Endlänge der Fische des untersuchten Bestandes, wenn der einzelne Fisch "unendlich" lange wachsen würde;

K = das Maß für die Wachstumsgeschwindigkeit, mit der die Endlänge L_{∞} erreicht wird. Je größer K, desto steiler wird der Kurvenverlauf;

t_0 = Anfangspunkt der Wachstumskurve, oft negativ, doch ohne biologische Bedeutung. Ein Hilfsmittel, um den berechneten Kurvenverlauf an empirische Wachstumswerte in den jüngsten Altersklassen anzupassen.

v. BERTALANFFY gibt dementsprechend das Gewichtswachstum wie folgt an:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^3$$

Dabei ist vorausgesetzt, daß zwischen Körperlänge und Gewicht die Beziehung

$$W_t = q L_t^3 \text{ gilt.}$$

Wie jedoch schon im vorangegangenen Abschnitt (2.1.2.4) erläutert, beschreibt Gleichung (1) dieses Verhältnis u.U. genauer. Dann zeigt sich die Gewichtswachstumskurve in veränderter Form:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^d$$

Hinsichtlich der Berechnung der einzelnen Parameter L_{∞} , K und t_0 sei auf die Literatur: v. BERTALANFFY (1938), BEVERTON u. HOLT (1956), HOHENDORF (1966) und BAGENAL (1978) hingewiesen.

Für den Schleihering ergeben sich nach diesen Berechnungen folgende Konstanten, wobei die rückberechneten Werte verwendet wurden:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 31,28 \text{ cm} \\ K &= 0,413 \\ t_0 &= -0,2128 \end{aligned}$$

Das Längenwachstum läßt sich errechnen aus der Gleichung:

$$(2) \quad L_t = 31,28 (1 - e^{-0,413 (t+0,2128)})$$

und das Gewichtswachstum unter Einbeziehung der Gleichung

$$\begin{aligned} W_\infty &= 0,00017 L_\infty^{4,17} \\ W_\infty &= 288,4 \text{ g} \end{aligned}$$

durch den Ausdruck:

$$(3) \quad W_t = 288,4 (1 - e^{-0,413 (t+0,2128)})^{4,17}$$

Die Längen-Gewichts-Beziehung nach Gleichung (1) gilt streng genommen nur während eines bestimmten Zeitraumes, nämlich zur Laichzeit des Herings.

Das gleiche gilt für das Gewichtswachstum nach Gleichung (3). Zur Beschreibung des mittleren Wachstums im Laufe eines Jahres sollte deshalb besser - mangels entsprechender Daten - die allgemeine Längen-Gewichts-Beziehung mit dem Exponenten $b = 3$ aufgestellt werden.

Diese Gleichung lautet folgendermaßen:

$$(4) \quad W = 0,00713 L^3$$

daraus folgt das Gewichtswachstum:

$$(5) \quad W_t = 218,2 (1 - e^{-0,413 (t+0,2128)})^3$$

siehe Abb. 4.

Nach den Längendaten von NELLEN (1965) (Tab. 3) konnten für den Hering ebenfalls die Parameter berechnet werden:

$$\begin{aligned} L_\infty &= 31,46 \text{ cm} \\ K &= 0,326 \\ t_0 &= -0,749 \end{aligned}$$

Die Längenwachstumsgleichung lautet dazu:

$$(6) \quad L_t = 31,46 (1 - e^{-0,326 (t+0,749)})$$

Eine Wachstumsänderung des Herings gegenüber 1961/62 ist somit nicht deutlich festzustellen. Es hat aber den Anschein, als ob sich die Wachstumsgeschwindigkeit heute gegenüber früher erhöht hat.

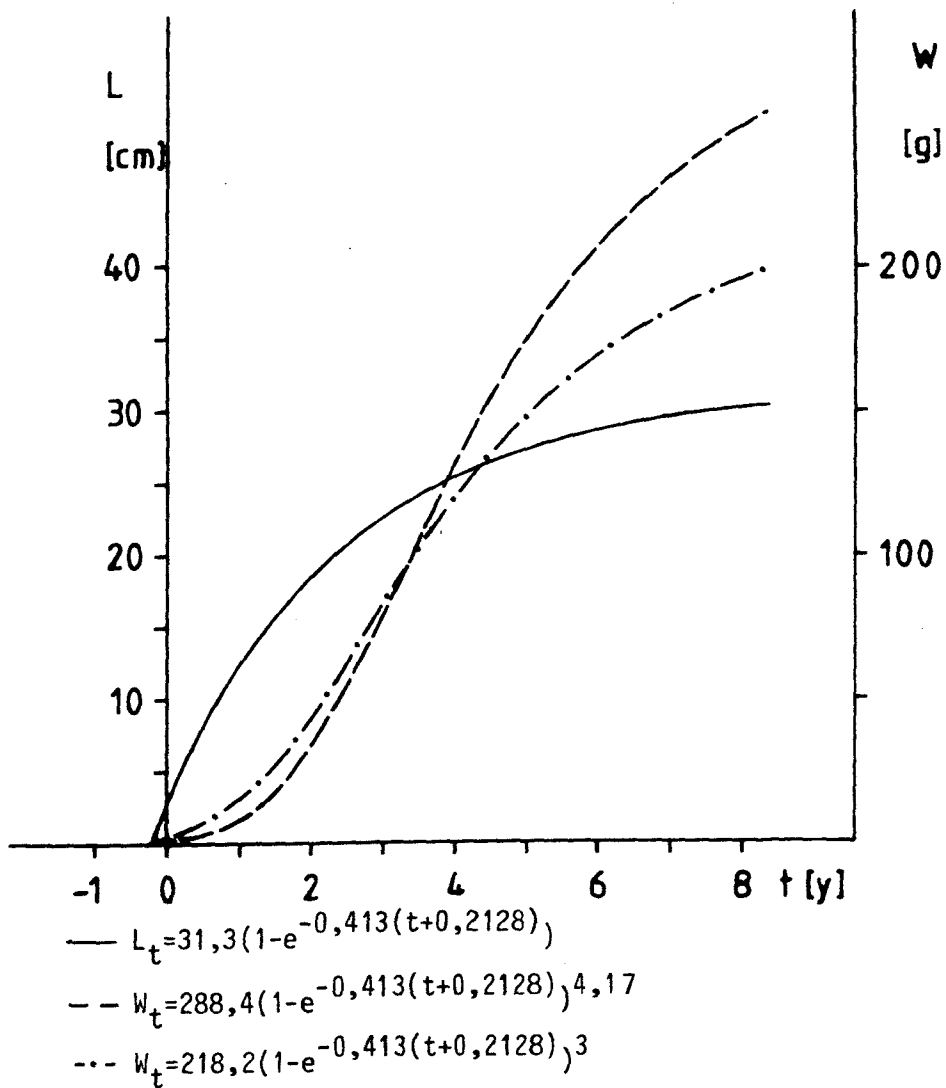


Abb. 4: Wachstumskurven des Herings nach v. BERTALANFFY

2.2. DER AAL (Anguilla anguilla L.)

Der Aal gilt als der wirtschaftlich wertvollste Nutzfisch in der einheimischen Binnenfischerei. In der Schlei wurden noch keine Untersuchungen über Wachstum und Alterszusammensetzung gemacht. Somit müssen für diesen Themenkreis Vergleichsdaten aus anderen Gewässern herangezogen werden.

2.2.1 Befischung

Der Aalfang in der Schlei wird hauptsächlich von Mai bis Oktober betrieben, wobei die Anlandungsspitzen im Juli und August liegen. Vor etwa 20 Jahren wurde von den Mitgliedern der Fischereizunft der Aalfang gemeinsam mit einer Strandwade betrieben. Wegen der nachlassenden Fängigkeit dieses Geräts ging der Erlös für die Aale im Verhältnis zum Aufwand, mit dem sie erbeutet wurden, ständig zurück. Dann zusätzlich eingesetzte Reusen verbesserten die Situation wieder. Schließlich wurde die große Wade gar nicht mehr verwendet.

Zur Verwendung kamen die sog. Pärchenreusen. Mehrere Einheiten werden aneinander gebunden und an der Schaarkante aufgestellt. Sie können gut von einem Mann bedient werden. Seit 1977 setzte sich eine kleine Aalwade, die sog. Tritze, durch, da sie wiederum ein besseres Fangergebnis als die Reusen lieferte. Sie wird im Uferbereich eingesetzt und kann von 2 Mann von einem Boot aus betrieben werden.

Aus der Schlei werden vorwiegend Aale der Sorte I angelandet. Die Sortierungen werden auf dem Kieler Seefischmarkt in folgender Gewichtszusammensetzung gehandelt:

Aal I	-	über 250 g
Aal II	-	125 - 250 g
Aal III	-	unter 125 g

Die prozentuale Aufteilung der angelandeten Aalgrößen zeigt

Tab. 5 nach dem Durchschnitt der Jahre 1974-1978 für die Schlei sowie für die westliche Ostsee und Nordsee.

Tab. 5: Prozentualer Anteil der Aalsorten am Gesamtfang in der Schlei und - zum Vergleich - in der westlichen Ostsee und Nordsee

	1974-1978	THUROW (1959)	HERRMANN u. MARRE (1961)
	Schlei	westl. Ostsee	Nordsee
Aal I	52,9 %	54 %	12 %
Aal II	22,9 %	26 %	26 %
Aal III	24,2 %	20 %	53 %
Satzaal	0 %	0 %	9 %

Da die abwandernden männlichen Blankaale ein Gewicht von höchstens 200 g aufweisen, also nicht mehr die Sortierung I erreichen, kann man annehmen, daß in den Küstengewässern der Nordsee vorwiegend Männchen gefangen werden, während die größeren Weibchen bis in die Ostsee vordringen.

Die Anlandungen aus der Schlei in den Jahren 1962-1980 sind in Abb. 5 wiedergegeben. Auffallend ist die starke Verminderung der Erträge seit den 70er Jahren.

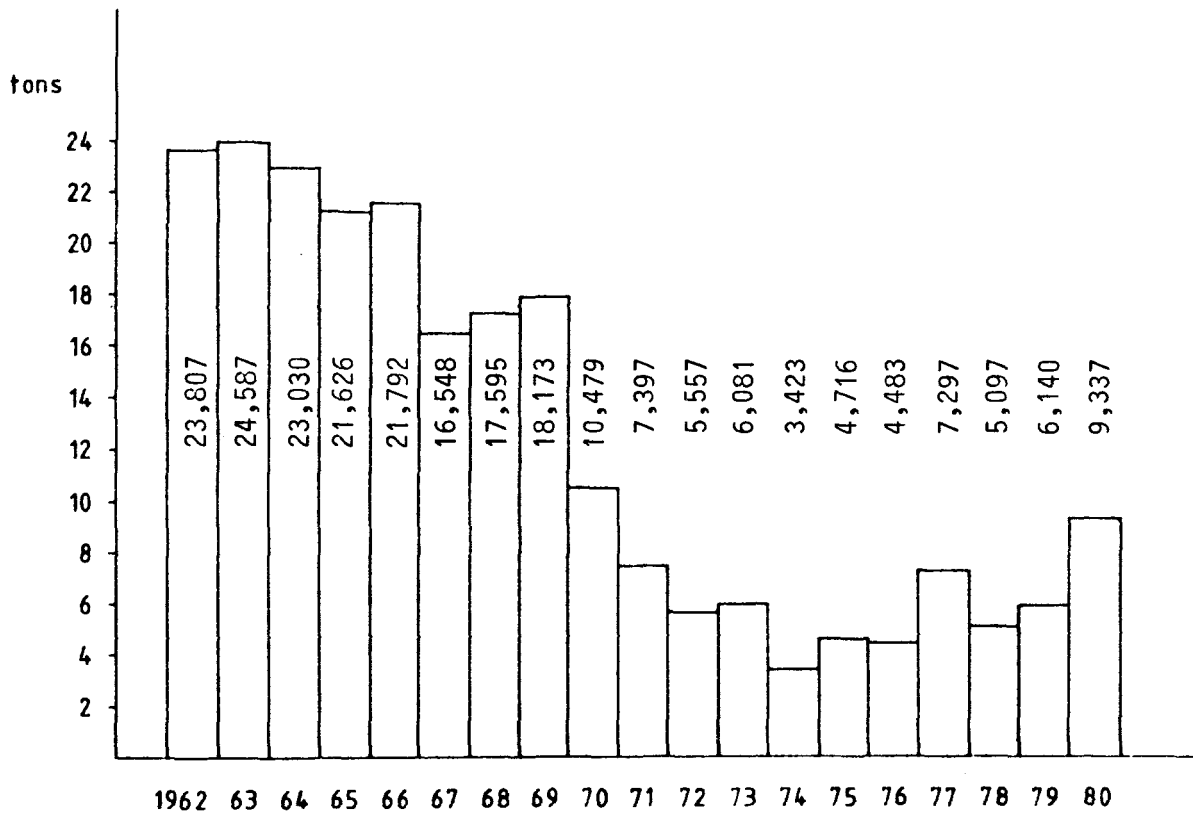


Abb. 5: Aalerträge der Schlei in Tonnen

NELLEN (1963) gibt für die Jahre 1949-1961 einen durchschnittlichen jährlichen Ertrag von 31,5 t an. Demgegenüber stehen mittlere Erträge von 19,7 t im Zeitraum 1962-1970 und von nur 5,9 t in den Jahren 1971-1980.

Mit dem Niedergang der Aalpopulation in der Ostsee hat sich SVÄRDSON (1976) näher befaßt. Er ist der Auffassung, daß weniger Glasaale aus der Nordsee in die Ostsee einwandern, was aufgrund der verminderten Fänge an Glasaalen an der schwedischen Küste gefolgert werden kann. Die Vermutung liegt nahe, daß die Rückgänge der Aalanlandungen in der Schlei mit großräumigen Veränderungen des Aalbestandes in Zusammenhang stehen.

2.2.2 Wachstum

Die ersten Altersbestimmungen an Aalen wurden anhand der Schuppen von GEMZOE (1908) durchgeführt. Er stellte fest, daß die Schuppen erst bei einer Länge von 18 cm angelegt werden.

Außerdem erfolgt ihre Anlage nicht zur gleichen Zeit am ganzen Körper. Die ältesten Schuppen liegen auf der Höhe des Afters, direkt über der Seitenlinie (RAHN, 1957). Damit kann von den Jahresringen nicht eindeutig auf das wahre Alter geschlossen werden so wie es bei den meisten anderen Fischen der Fall ist.

Die Möglichkeit, die Otolithen des Aals für die Altersbestimmung zu verwenden, wurde von EHRENBAUM u. MARUKAWA (1913) aufgezeigt. Seitdem haben sich sehr viele Autoren mit der Altersbestimmung beim Aal beschäftigt, und eine große Anzahl neuer Techniken wurde entwickelt. Da die Schwierigkeiten der Altersanalyse bei dieser Fischart besonders groß sind, sei hier kurz auf eine Untersuchung eingegangen, die verschiedene Methoden miteinander vergleicht (MORIARTY u. STEINMETZ, 1979). Es standen Otolithen von Aalen zur Verfügung, die 1966 als Glasaale in einem Teich ausgesetzt wurden. Im Abstand von 3,6 und 9 Jahren wurden Aale entnommen und die Otolithen zur Altersanalyse aufbewahrt.

Fünf Personen bearbeiteten die Otolithen nach verschiedenen Methoden, u.a. durch Schleifen, Färben und Brennen und bestimmten das Alter. Das Ergebnis war sehr unbefriedigend, und es gab keine allgemeine Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Alter. Diese Schwierigkeiten finden z.T. eine Erklärung in den Untersuchungsergebnissen von DAHL (1967), der in Experimenten feststellte, daß langsam wachsende Aale jährlich 2 Ringe ausbilden, die durch 2 Wachstumsperioden im Sommer verursacht werden ("Dahlphänomen").

Für unsere Untersuchungen wurden die Aale in den Monaten Juli

bis September aus den kommerziellen Fängen entnommen. Es handelte sich ausschließlich um Gelbaale. Längenmessungen und Gewichtsbestimmungen wurden - wie bei den Heringen - am frischen Material vorgenommen.

Die Altersbestimmung wurde nur an Otolithen durchgeführt. Sie wurden nach der Entnahme in Glycerin gelegt und vor dem Lesen auf der konkaven Seite mit Sandpapier mit der Hand geschliffen. Diese Methode erwies sich für die sehr zerbrechlichen Otolithen als die sicherste und einfachste.

Um die Zuwachsringe noch deutlicher zu erkennen, wurde ein Teil der Otolithen zusätzlich im Trockenschrank eine halbe Stunde bei ca. 150°C gebrannt. Insgesamt wurden 177 Altersanalysen durchgeführt. Dazu wurde das Geschlecht makroskopisch bestimmt.

2.2.2.1 Geschlecht

Untersuchungen zur Geschlechtsdifferenzierung bei Aalen wurden an natürlichen Beständen schon in großer Zahl durchgeführt. Von Interesse ist dabei ein wirtschaftlicher Faktor, da weibliche Aale ein höheres Endgewicht erreichen als männliche. Letztere werden zudem früher zu Blankaalen und wandern ins Meer ab. Die Unterscheidung von Männchen und Weibchen ist daher besonders bei Satzaalen von Bedeutung.

Die Weibchen kann man an der krausenförmigen Ausbildung des Ovars erkennen, das wie ein stark zusammengefalteter Vorhang aussieht, während die Männchen lappenförmige Gonaden aufweisen.

Wie unterschiedlich das Geschlechterverhältnis in verschiedenen Gewässern sein kann, zeigen die Untersuchungen mehrerer Autoren. TESCH (1928) fand im Ijsselmeer einen Anteil von 94 % Männchen. Im weiter seewärts gelegenen Wattenmeer betrug der Anteil nur 70 %. Im Gegensatz dazu konnten in der Kieler Bucht von 275 untersuchten Aalen nur 17 als Männchen bestimmt werden (THUROW, 1959).

Dies deckt sich mit der weitverbreiteten Ansicht, daß der Anteil der Weibchen größer wird, je weiter man in die Binnengewässer vordringt und sich damit von dem Zentrum des Glasaalaufstiegs entfernt. PEÑÁZ und TESCH (1970) stellten dagegen vor Helgoland einen Weibchenanteil von 94,9 % fest. 5,1 % bestanden aus geschlechtlich undifferenzierten Aalen, Männchen waren nicht vertreten. Der Anteil der Männchen an der Mündung der Elbe war größer, während der Anteil der Weibchen sowohl flußaufwärts aber auch seewärts zunahm. PEÑÁZ und TESCH schlossen daraus, daß das Geschlechterverhältnis eng mit der Bestandsdichte korreliert. Einer hohen Bestandsdichte entspricht ein hoher Männchenanteil und umgekehrt. Die große Nahrungskonkurrenz mindert die Wachstumspotenz, und es entstehen weniger Weibchen. Mehrere Experimente anhand von Umsetzungsversuchen (TESCH, 1928) sowie verschiedenen Hälterungs- und Fütterungsbedingungen (KUHLMANN, 1975) bestätigen diese Vermutungen.

KUHLMANN (1975) folgert daraus, daß der Aal anfangs ein intersexuelles Stadium durchläuft und entsprechend der Umweltbedingungen in die eine oder andere Richtung gelenkt wird. Bei größerer Bevölkerungsdichte tendiert der Aal zur Ausbildung männlicher Gonaden, bei geringem Konkurrenzdruck wird der Weibchenanteil größer.

An dem vorliegenden Material aus der Schlei wurde die Geschlechtsbestimmung mit bloßem Auge vorgenommen, was nach SINHA u. JONES (1966) und PEÑÁZ u. TESCH (1970) erst ab 30 cm Länge beschränkt möglich ist. Sie entdeckten bei kleinen Aalen bei mikroskopischer Betrachtung zusätzlich Oocyten in den Gonaden, die makroskopisch als Lappenorgane, und damit als männlich, erkannt wurden. Die kleinste Größe der bearbeiteten Schleiaale betrug 32 cm. Es wurde deshalb auf eine mikroskopische Untersuchung verzichtet. Alle 177 Aale wurden anhand ihres Krausenorgans als Weibchen definiert.

2.2.2.2 Alterszusammensetzung

In Obereinstimmung mit den meisten Autoren wurde das 1. Jahr nach dem Glasaalstadium als AG 0 und dann fortlaufend als AG I, II usw. bezeichnet. Dabei bereitet die Abgrenzung des Glasaalotolithen die erste prinzipielle Schwierigkeit. PEÑÁZ u. TESCH (1970) beschreiben ihn folgendermaßen: Ein großer dunkler Nukleus ist umgeben von einem schmalen, opaken Ring, daran schließt sich wiederum ein schmales, dunkles Band, das den Rand des Glasaalotolithen bildet. Im vorliegenden Fall wurde nach dieser Beschreibung verfahren.

Da die Aale im Laufe des Sommers gefangen wurden, hatten einige das saisonale Wachstum noch nicht vollständig abgeschlossen, dies muß man bei der Interpretation der Altersanalyse berücksichtigen. Die Ergebnisse werden in Tab. 6 mitgeteilt. Der mittlere Zuwachs pro Jahr beträgt demnach ca. 4 cm, vom 4. "Süßwasserjahr" an gerechnet. Wenn man davon ausgeht, daß die Glasaale mit einer durchschnittlichen Länge von 7 - 7,5 cm an unseren Küsten ankommen (TESCH, 1973), so müßten die Aale in der Schlei ein durchschnittliches Wachstum von etwa 7 cm in den ersten Jahren aufweisen. Zum Vergleich mit anderen Gewässern dient Tab. 7.

Das Längenwachstum des Aals in der Schlei verläuft sehr schnell. Übertroffen wird es nur von dem der Aale im Sakrower und Neu-siedler See. Beim letzteren ist dies wohl auf die anderen klimatischen Verhältnisse mit höheren Temperaturen zurückzuführen.

2.2.2.3 Länge - Gewicht

Beim Aal ist das Gewicht gleichlanger Tiere eine besonders variable Größe. Ein guter Ernährungszustand kann das Gewicht eines Aales verdoppeln gegenüber einem schlecht ernährten Artgenossen (TESCH, 1973). Ebenso sind gleichlange Breitköpfe leichter als Spitzköpfe, vermutlich weil erstere ein besseres Längenwachstum aufweisen (RAHN, 1955). Blankaale sind wiederum fetter als Gelbaale. Bei dem Aal aus der Schlei handelt es sich vorwiegend um den Spitzkopftyp. Nach THUROW (1957) ist die Ausbildung der beiden

Tab. 6: Berechnung der mittleren Länge - Aal

		+)									
Länge cm	n	III+	IV+	V+	VI+	VII+	VIII+	IX+	X+	XI+	AG
32	2	2									
33	3	1	2								
34	3	1		2							
35	5	2	3								
36	10	2	5	2	1						
37	12	5	5	2							
38	15	2	6	6	1						
39	13	2	8	3							
40	9	1	6	1	1						
41	7		4	3							
42	7		6	1							
43	8		2	3	2		1				
44	12		5	4	2	1					
45	6		1	3	2						
46	12		4	5	2	1					
47	10		1	2	3	1	2	1			
48	11		1	8		2					
49	5		1	1	2		1				
50	8		3	1	3			1			
51	3		1	1			1				
52	2			1	1						
53											
54	3		1		2						
55											
56	1				1						
64											
65	1		1								
66											
67											
68	1						1				
69											
70	2			1			1				
71											
72											
73	1						1			1	
74	1								1		
75	1										
76											
77											
78	1								1		
79											
80											
81											
82	2					1			1		
Σ	177	18	66	50	23	6	8	2	3	1	

mittlere Länge 36,22 41,37 43,68 46,74 52,5 56 (48,5) (78,3) (74)

+) + bedeutet, daß die Wachstumsperiode noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Tab. 7: Parameter q und d der Länge-Gewichts-Beziehung von Aalen aus verschiedenen Gewässern

Land Gewässer	Jahr	Monat	Ge- schlecht	q x 10 ³	d	Autor
Bornholm (Dänemark)	1976	Juli	♀	0,287	3,467	Report of the Joint ICES/EIFAC Working Group on Eels (1977)
Lysekil (Schweden)	1971	Juni	♀	1,753	2,917	
Deutsche Bucht	1959	-	♀	0,141	3,688	First Report of the Working Group on Stocks of the European Eel (1975)
Deutsche Bucht	1979	Juli-Sept.	♀	0,357	3,439	LÖWENBERG
Sakrower See	1955	-	♀	1,97	2,967	nach RAHN
Schlei	1980	Juli-Sept.	♀	0,527	3,32	eigene Untersuchung

Varianten Breitkopf und Spitzkopf umweltbedingt. Ist das Gewässer reich an Kleintiernahrung, so ernähren sich die Aale von Würmern und kleinen Krebsen, bei ungünstigem Nahrungsangebot leben sie räuberisch und entwickeln sich zu Breitköpfen.

Folgende Längen-Gewichts-Beziehung wurde bei den Schleiaalen gefunden:

$$(7) \quad W = 0,000527 \cdot L^{3,32} \quad r = 0,98$$

Abb. 6 läßt erkennen, daß das individuelle Gewichtswachstum ab einer Länge von ca. 50 cm stärker streut als bei den kleineren Größen.

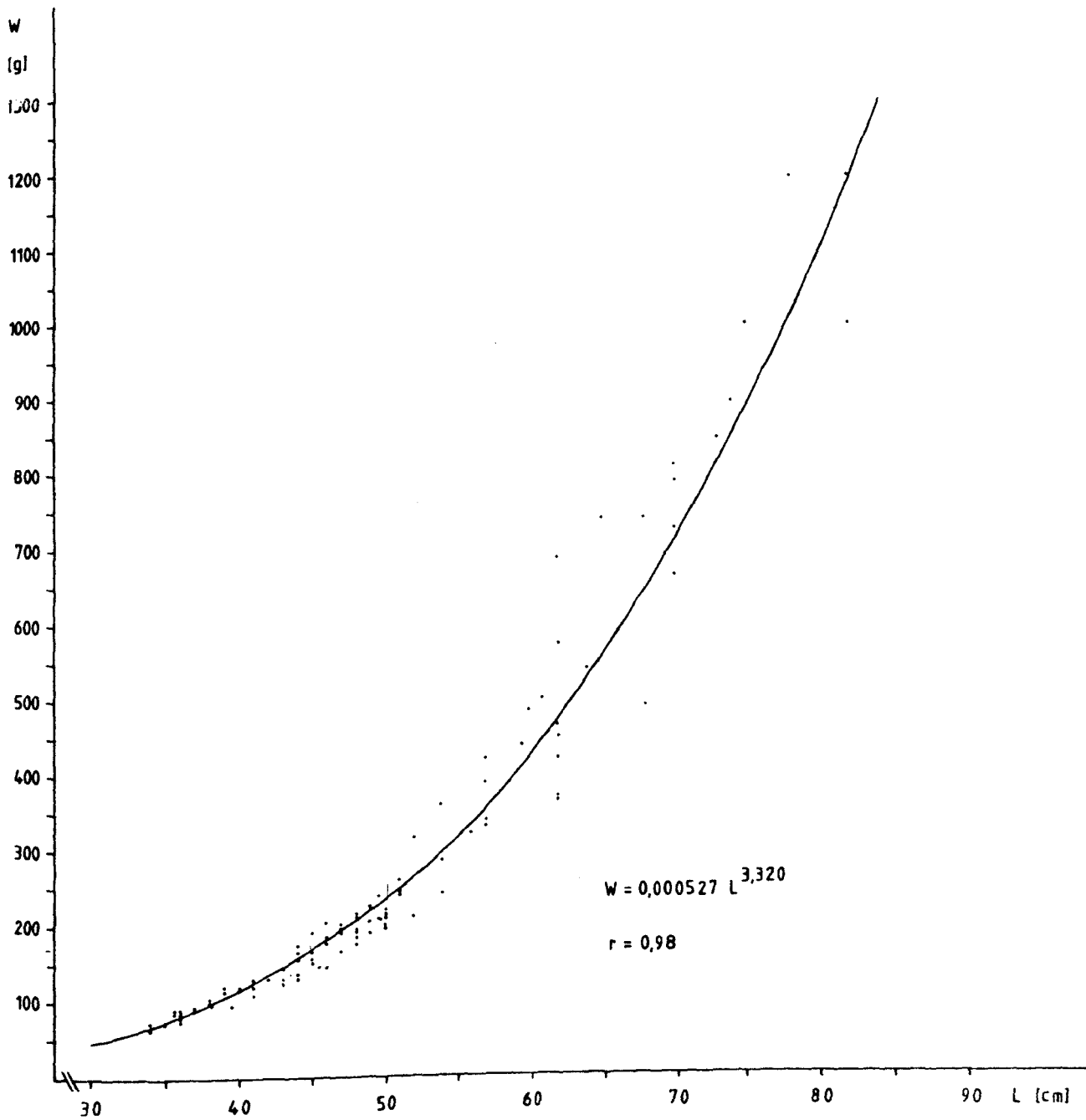


Abb. 6: Länge-Gewichts-Beziehung des Aales

In welchem Bereich die Längen-Gewichts-Relationen variieren zeigt eine Aufstellung der Parameter q und d , wie sie von verschiedenen Autoren ermittelt wurden (Tab. 7).

Aus der Deutschen Bucht (1979), dem Sakrower See und der Schlei liegen ebenfalls Längenangaben (Tab. 8) vor. Die Aale aus dem Sakrower See wachsen im Vergleich schneller, sie sind jedoch bei gleicher Länge leichter als die Aale aus der Deutschen Bucht und der Schlei.

Die mittleren Gewichte von 60 cm langen Aalen betragen

im Sakrower See:	350 g
in der Schlei:	425 g
in der Deutschen Bucht:	530 g

Somit müssen zur Charakterisierung des Aalwachstums in einem Gewässer Daten über die spezifische Längen- und Gewichtsentwicklung herangezogen werden.

2.2.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Verschiedene Versuche mehrerer Autoren, die experimentellen Längendaten der v. BERTALANFFY-Kurve anzupassen, schlugen fehl. HOHENDORF (1966) verwendete das Material von EHRENBAUM u. MARUKAWA (1913) aus der Untereibe und Alster. Diese Aale zeigen jedoch keine geringer werdende Wachstumsrate mit zunehmendem Alter, so daß die maximale Länge nicht errechnet werden konnte.

Tab. 8: Vergleich des Aalwachstums in verschiedenen Gewässern
(Angaben der mittleren Längen in cm)

AG	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Autor	Gewässer
♀	-	-		34,4	39	42,4	48,4	54,8	60,8	64,8	60,5	THUROW 1957	Kieler Bucht
♀	28,5	29,4	31,9	34,4	38,2	41,1	42,4	-	-	-	-	PENAZ u. TESCH 1970	Nordsee/ Helgoland offene Nordsee
♀	27,5	28,4	32,1	33,0	34,7	37,1	39,9	42,7	45,3	-	-	LÖWEN- BERG 1979	Deutsche Bucht
♀	-	36,2	41,4	43,7	46,7	52,5	56	48,5	78,3	74	-	eigene Unter- suchung 1980	Schlei
♀	-	-	45,8	49,3	52,5	55,4	60,9	68	70,6	-	-	RAHN 1955	Sakrower See
♀	30,5	40,3	49,3	56,1	63,1	71,3	-	-	-	-	-	R.HÄCKER +) u. P. MEISRIEMLER 1978	Neusiedler See

+) rückberechnete Längen

Die gleiche Erfahrung spiegelt sich in dem "First Report of the Working Group on Stocks of the European Eel" (1975) wider, in dem z.B. ein irreales L_{∞} von 900 cm angegeben wird. Andererseits konnten zufriedenstellende Ergebnisse bei den Männchen einer indischen Aalart erzielt werden, die ein L_{∞} von 68,3 cm aufwiesen (nach PANTULU u. SINGH, 1962, zitiert bei TESCH, 1973).

Die v.BERTALANFFY-Kurve konnte ebenfalls an das Wachstum von weiblichen und männlichen Aalen eines dänischen Flusses angepaßt werden (RASMUSSEN, THERKILDTSEN, 1976). Die Parameter dazu lauten: $L_{\infty} = 59,83$ cm, $K = 0,1194$, $t_0 = -0,5683$. Auch das Wachstum der Schleiaale wurde durch die theoretische Kurve wiedergegeben (Abb.7). (Bei der Berechnung der Parameter wurden allerdings die mittleren Längen der letzten drei Altersgruppen aus Tab. 6 nicht berücksichtigt, da sie nicht repräsentativ erschienen).

Die Parameter lauten:

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 205,56 \text{ cm} \\K &= 0,0248 \\t_0 &= -3,771\end{aligned}$$

Das Längenwachstum ist somit wie folgt beschrieben:

$$(8) \quad L_t = 205,56 (1 - e^{-0,0248(t+3,771)})$$

Das Gewichtswachstum unter Berücksichtigung von

$$\begin{aligned}W_{\infty} &= 0,000527 L_{\infty}^{3,32} \\W_{\infty} &= 25163 \text{ |g|}\end{aligned}$$

ergibt sich zu

$$(9) \quad W_t = 25163 (1 - e^{-0,0248(t+3,771)})^{3,32}$$

Die Parameter für die Endlänge und das Endgewicht sind mit 205 cm bzw. 25 kg unrealistisch.

Der Grund für diese hohen Werte mag darin liegen, daß nur Gelbaale, die in ihrer Wachstumsleistung noch nicht nachgelassen haben, zur Verfügung standen. Blankaale, die ihr Wachstum weitgehend abgeschlossen haben, können in die Berechnung nicht mehr mit einbezogen werden, da sie vorher ins Meer abwandern.

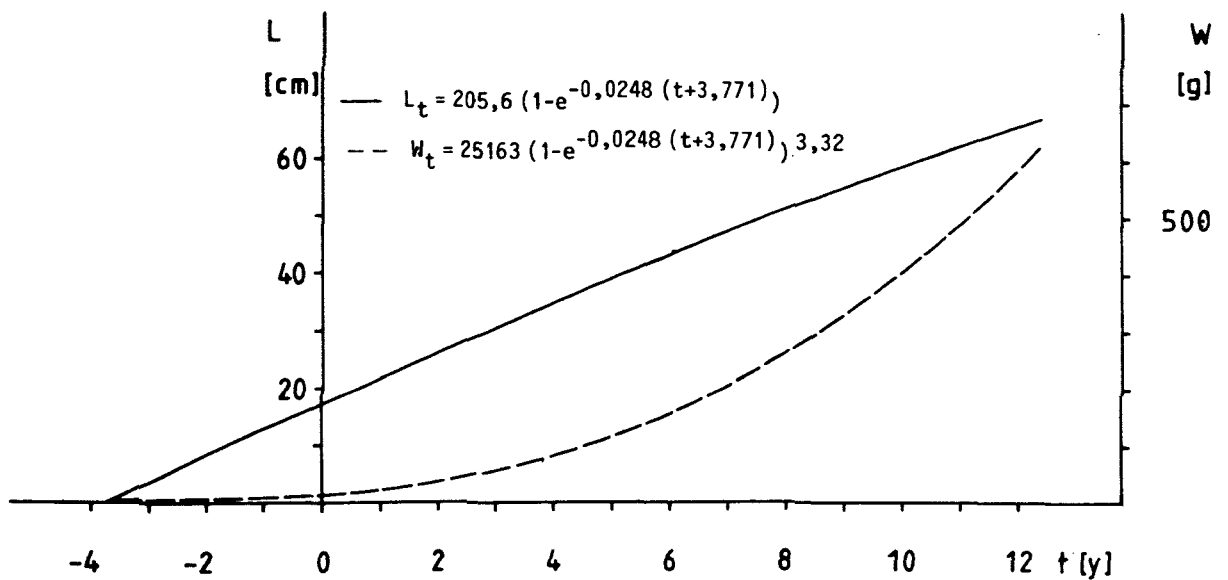


Abb. 7: Wachstumskurven des Aales nach v.BERTALANFFY

2.3 DER BARSCH (Perca fluviatilis L.)

2.3.1 Befischung

Der Barsch wird hauptsächlich in den Wintermonaten Oktober - März befischt. Dabei werden Stellnetze mit Maschenweiten von 40 mm verwendet. Nur die großen Exemplare sind von den Fischern abzusetzen.

Zusätzlich wird ihm mit der Winterwade, die von allen Zunftmitgliedern gemeinsam betätigt wird, in den Winterquartieren nachgestellt. Dies sind ausgesüßte stille Buchten, wie z.B. der Burggraben bei Schloß Gottorf. Im Sommer wird der Barsch nicht gezielt befischt, er kommt aber in den Aalreusen und Waden zum

Fang und wird als lohnender Beifang mit angelandet. Sein gewichtsmäßiger Anteil an den Anlandungen der Schleswiger Zunft betrug in den Jahren 1962-1980 6 %. Das entspricht einem Mittel von 5,8 t/Jahr (Abb. 8). Dafür wurde ein anteilmäßiger Erlös von 5 % erzielt. Demgegenüber steht ein mittlerer Ertrag von 9,5 t in den Jahren 1950-1961, der auch einen Erlös von 5,8 % erbrachte (NELLEN, 1963).

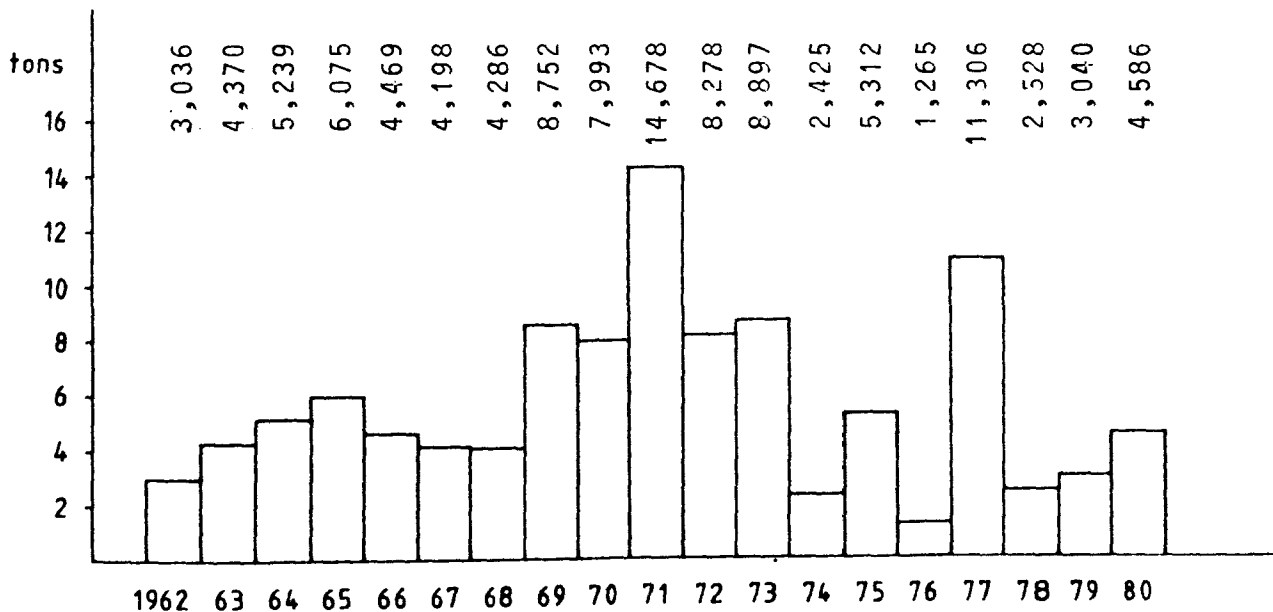


Abb. 8: Barscherträge der Schlei in Tonnen

2.3.2 Wachstum

Infolge der großen Existenzbreite und der sehr starken Vermehrung neigt der Bestand des Barsches in den nord- und mitteleuropäischen Gewässern sehr leicht zur "Verbuttung" (WUNDSCH, 1973). Viele Fischereibiologen befaßten sich schon mit der Frage der Altersbestimmung. Genannt seien hier RÜPER (1934), der

allerdings in seiner Interpretation oft angezweifelt wurde, LASKER (1945), der über den großen Plöner See arbeitete und vor allen Dingen TESCH (1955), der das Wachstum in verschiedenen Gewässern miteinander verglich. Mit dem Wachstum des Barches im Bodensee beschäftigte sich HARTMANN (1975).

Die für die Altersbestimmung verwendeten Fische entstammten sämtlich den März-April-Fängen. Ein Teil davon wurde mit der Winterwade im Burggraben gefischt, der andere mit Stellnetzen. Die Altersbestimmung wurde nur an Schuppen durchgeführt.

Die Schwierigkeiten, die damit zusammenhängen, wurden schon von TESCH (1955) und NELLEN (1963) beschrieben und mußten durch eigene Erfahrung bestätigt werden. Der Versuch, Otolithen oder Operkularknochen zu verwenden, schlug fehl. Es konnten keine eindeutigen Strukturen ausgemacht werden, obwohl mit letzteren bei anderen Barschbeständen gute Erfolge erzielt wurden (LE CREN, 1947; HARTMANN, 1975). Die Schuppen wurden auf der linken Seite hinter der Brustflosse entnommen.

Zur Rückberechnung wurde der orale Teil in seiner maximalen Ausdehnung gemessen.

2.3.2.1 Alterszusammensetzung

Tab. 9 zeigt das Ergebnis der Altersbestimmung. Im Vergleich zu bisher vorliegenden Untersuchungen in der Schlei scheint das Wachstum in den ersten 3 Jahren langsamer geworden zu sein, ebenso in den hohen Altersgruppen. Dagegen spricht allerdings die gute Obereinstimmung in den mittleren Jahrgängen.

Tab. 10: Vergleich der mittleren Längen von Barschen aus der Schlei; Altersangaben in Sommern

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NELLEN (1963)	15,8	19,2	21,2	24,8	27	33,1	37	39,2	44,5	44
Eigene Untersu- chung	12,9	16,8	22,4	24,8	29,6	31	34	-	36	40

Tab. 9: Berechnung der mittleren Länge - Barsch

Länge cm	n	Alter in Sommern										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
9	1	1										
10	1	1										
11												
12	2	2										
13	8	4	4									
14	4		4									
15	10	1	7	2								
16	9	2	5	2								
17	10		9	1								
18	10		9	1								
19	3		3									
20												
21	4			2	2							
22	14		3	6	5							
23	15		2	6	7							
24	18		2	4	12							
25	14			6	9							
26	14			4	7	3						
27	14			1	7	5	1					
28	9				5	3	1					
29	5					3	2					
30	2					1	1					
31	1					1						
32	2							2				
33	3							3				
34	1								1			
35	1							1				
36	1										1	
37												
38												
39												
40	1											1
Σ	177	11	48	35	54	15	11	1		1		1
\bar{x}_L		12,9	16,85	22,45	24,76	29,66	31	34		36		40

2.3.2.2 Längenrückberechnung

TESCH (1955) und SCHINDOWSKI (1957) bestätigten in ihren Abhandlungen die Rückberechnungsmethode nach R. LEA für den Barsch.

TESCH verwendete einen mittleren Korrekturfaktor von 2,4, den er für Barsche aus verschiedenen Gewässern benutzte. In der vorliegenden Arbeit wurde ein m von 3,25 ermittelt.

Das Verhältnis der Schuppenradien zur Körperlänge wird durch folgende Gleichung recht gut wiedergegeben, wie der Korrelationskoeffizient von $r = 0,97$ beweist:

$$(10) \quad y = 3,25 + 4,01 x$$

Die Abweichungen der rückberechneten zu den beobachteten Werten ergeben sich wie in Tab. 11 angegeben:

Tab. 11: Abweichungen zwischen beobachteten und rückberechneten Längen beim Barsch

Alter	beobachtete mittlere Länge	rückberechnet mittlere Länge	Abweichung	
			cm	%
1	-	8,4	-	
2	12,9	13,7	+0,8	6,2
3	16,8	17,9	+1,1	6,5
4	22,4	21,7	-0,7	3,1
5	24,7	25,1	+0,4	1,6
6	29,7	28,3	-1,4	4,7
7	31	30,9	-0,1	0,32
8	34	33,9	-0,1	0,29
9	-	35,5	-	
10	36	39,0	-	
11	40			

2.3.2.3 Länge - Gewicht

An 147 Barschen konnte das Längen-Gewicht-Verhältnis nach Gleichung (11) bestimmt werden:

$$(11) \quad W = 0,00687 L^{3,248} \quad r = 0,99$$

Zum Vergleich wurde nach Werten vom Januar 1961 (NELLEN, 1963) folgende Beziehung berechnet

$$(12) \quad W = 0,0075 L^{3,202}$$

Die Laichzeit der Barsche fällt in den Monat April, so daß durch die Ausbildung der Gonaden ein höherer d-Wert resultieren mag als in den Sommermonaten.

2.3.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Die v. BERTALANFFY-Kurven wurden mit den rückberechneten Werten aufgestellt, da sie ein vollständigeres Bild der Alter-Länge-Beziehung bieten. Die berechneten Parameter ergeben sich folgendermaßen:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 50,91 \text{ cm} \\ K &= 0,1199 \\ t_0 &= -0,7461 \end{aligned}$$

daraus das Längenwachstum:

$$(13) \quad L_t = 50,91 \cdot (1 - e^{-0,1199(t+0,7461)})$$

und unter der Voraussetzung, daß

$$\begin{aligned} W &= 0,00687 L^{3,248} \\ \text{d.h.} \quad W_{\infty} &= 0,00687 L_{\infty}^{3,248} \\ W_{\infty} &= 2402,4 \text{ |g|} \end{aligned}$$

das Gewichtswachstum:

$$(14) \quad W_t = 2402,4 \cdot (1 - e^{-0,1199(t+0,7461)})^{3,248}$$

(s. Abb. 9).

Nach den Längenangaben von NELLEN (Tab. 10) wurden ebenfalls die Parameter der theoretischen Kurven berechnet. Sie lauten folgendermaßen:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 95,58 \text{ cm} \\ K &= 0,0482 \\ t_0 &= -1,627 \end{aligned}$$

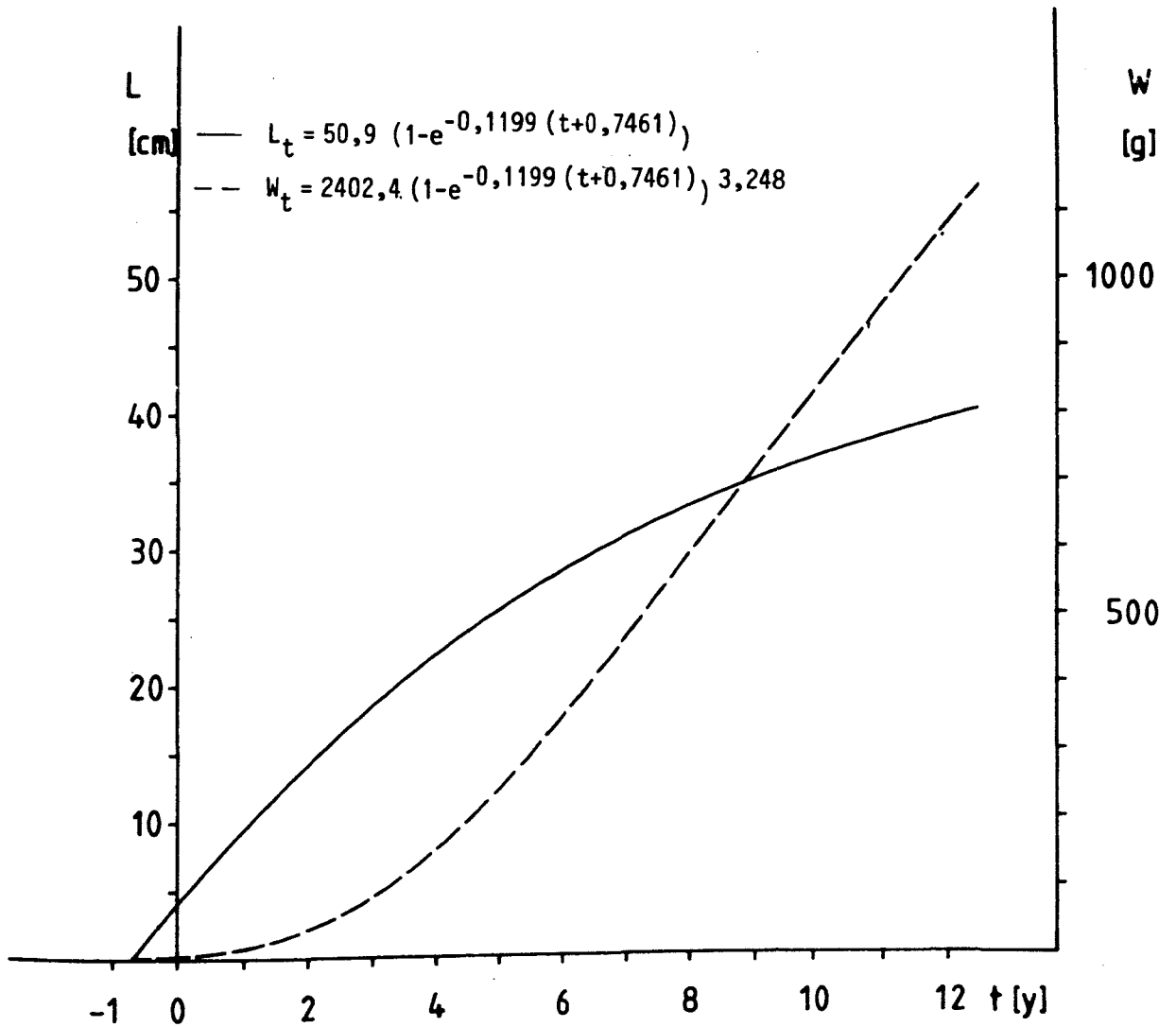


Abb. 9: Wachstumskurven des Barsches nach v. BERTALANFFY

Die Werte sind sehr unreal. Die Schwierigkeiten bei der Altersbestimmung anhand der Barschschuppe, besonders in den höheren Altersgruppen, führen wahrscheinlich zu diesen voneinander abweichenden Ergebnissen.

2.4 DER ZANDER (Stizostedion lucioperca L.)

Der Zander ist ein sehr beliebter Speisefisch, der in ganz Norddeutschland beheimatet ist. In Gebieten westlich der Elbe wurde er erst kurz vor der Jahrhundertwende ausgesetzt.

2.4.1 Befischung

Der Zander wird mit Stellnetzen von 40 - 50 mm Maschenweite befischt. Das Mindestmaß beträgt 35 cm. Hauptanlandezeit sind - wie beim Barsch - die Wintermonate. Die Anlandungen nach Auskunft des Fischereiamtes in Kiel sind der Abb. 10 zu entnehmen. Auffallend sind die hohen Fänge während der Jahre 1968 bis 1971. Dementsprechend erhöhte sich der mittlere Ertrag von 70 kg in den Jahren 1949 - 1961 auf 1.893 kg im Zeitraum 1962 - 1980 mit einem Spitzenwert von 10.271 kg im Jahre 1969.

In diesem Jahr betrug der Anteil des Zanders 11 % des Gesamterlöses, durchschnittlich lag er bei 3,3 %. Somit erhöhte sich die wirtschaftliche Bedeutung in den betreffenden Jahren erheblich. Die Gründe für einen so rapiden Anstieg sind allerdings schwer erkennbar. Ein Besatz mit Jungzandern wurde in den Jahren 1973 und 1974 durchgeführt, also kurz nach diesen Spitzenerträgen.

5.000 bzw. 10.000 Stück Satzlander von etwa 7 - 8 cm Länge wurden in der Großen Breite ausgesetzt. Der verhältnismäßig hohe Ertrag im Jahre 1977 (Abb. 10) könnte auf einen Wiederfang hindeuten.

Allgemein ist bekannt, daß die jährlichen Erträge dieser Fischart auch in guten Zandergewässern sehr schwanken (STEFFENS, 1960; BAUCH, 1961).

Der Grund liegt nach WIKTOR (1961) in der Verfügbarkeit von Futtertieren in der Freiwasserregion für den räuberisch lebenden Zander. Nach seinen Untersuchungen wird die Höhe der Zandererträge erheblich von der Stärke der Stintbestände im Oderhaff beeinflusst.

Betrachtet man die Zander- und Stinterträge (Abb. 10, 11) der Schlei, so kann man in den starken Zanderjahren 1968 - 1971 eine

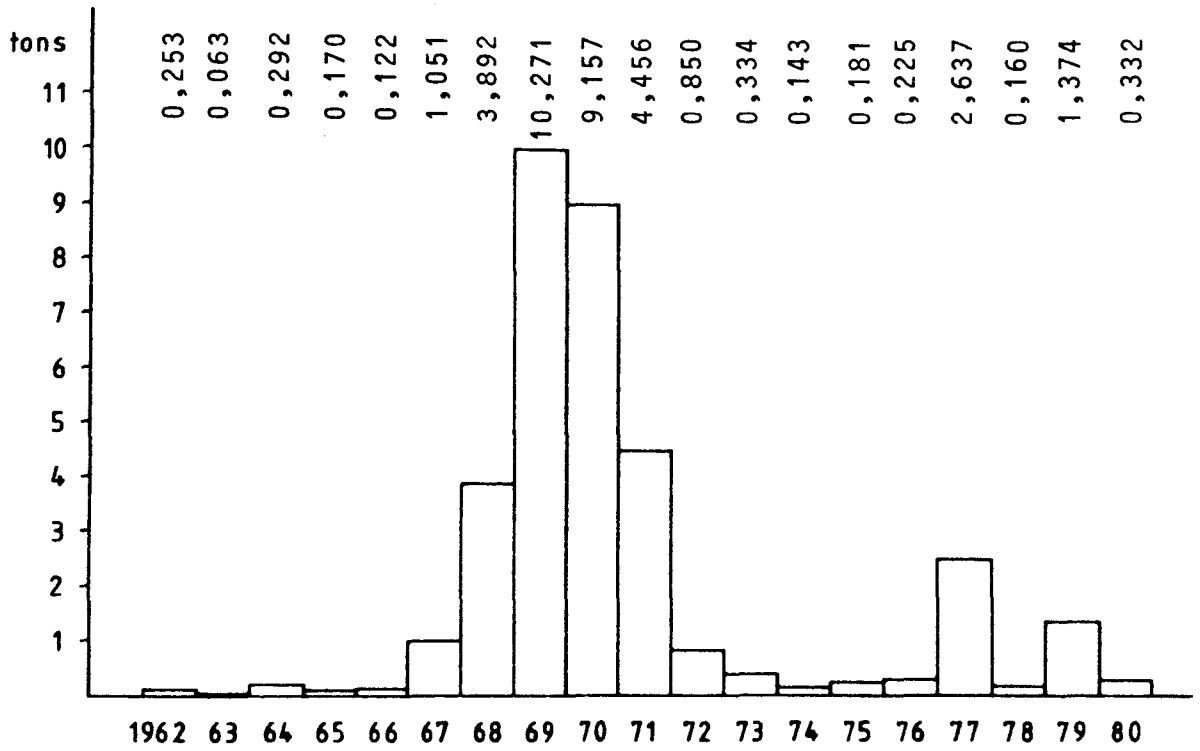


Abb. 10: Zandererträge der Schlei in Tonnen

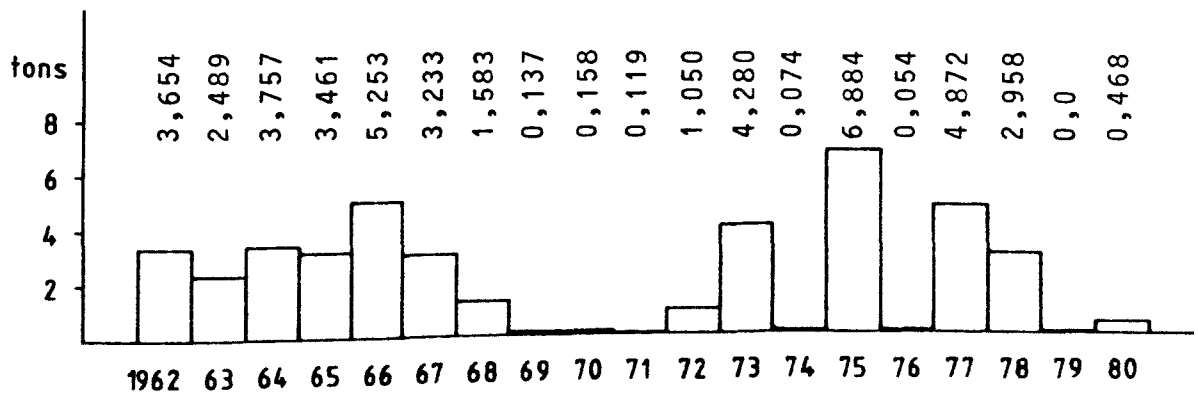


Abb. 11: Stinterträge der Schlei in Tonnen

Reduzierung des Stintbestandes nicht übersehen. Dies ist jedoch keine Erklärung für die hohen Zandererträge, sondern lediglich für die niedrigen Stinterträge (s. dazu aber auch Kap. 3, Diskussion).

Nach Auffassung der Schleifischer wurden die hohen Anlandungszahlen durch die Umstellung der Fanggeräte erzielt (s. Kap.3, Diskussion).

2.4.2 Wachstum

Die Fische entstammen teilweise den Stellnetzfangen in den Wintermonaten März und Oktober. Untermaßige Zander unter 35 cm Länge konnten im Laufe des Sommers vereinzelt in den Aalwaden und Aalreusen gefunden werden.

Die Altersbestimmung wurde anhand der Schuppen durchgeführt. Entnommen wurden sie auf der linken Seite, dicht hinter der Brustflosse.

Die Rückberechnung erfolgte am oralen Teil der Schuppe. Insgesamt standen nur 41 Tiere zur Verfügung.

Um den Stichprobenumfang zu vergrößern, wurden 4 Schuppen von jedem Fisch ausgemessen. Die Mittelwerte davon wurden zur Rückberechnung verwendet.

2.4.2.1 Alterszusammensetzung

Die Zanderschuppe bereitete durch Bildung einiger Sekundär-
ringe gewisse Schwierigkeiten bei der Altersanalyse. Die nötige Sicherheit konnte erst durch wiederholtes Überprüfen erreicht werden.

Das Ergebnis zeigt Tab. 12. Die mittleren Längen der ein- bis zweijährigen Fische können erst vorläufig angegeben werden, da sie im Sommer gefangen wurden und somit ihr saisonales Wachstum noch nicht abgeschlossen hatten.

Tab. 12: Berechnung der mittleren Länge - Zander

Länge cm	n	Alter in Sommern						
		1	2	3	4	5	6	7
10	1	1						
11	1	1						
12	1	1						
13	1	1						
14	2	2						
15								
16								
17								
18								
19								
20	1		1					
21	1		1					
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30	1			1				
31								
32								
33	1			1				
34								
35	7			5	2			
36								
37	2			2				
38	4			4				
39	1			1				
40	2			2				
41	3			3				
42	5			5				
43	3			3				
44								
48	1				1			
51	1				1			
57	1						1	
62	1							1
Σ	41	6	2	27	4		1	1
$\bar{x}L$		(12,33)	(20,5)	38,7	42,25		57	62

2.4.2.2 Längenrückberechnung

Für die Beziehung von Schuppenradius zur Körperlänge wurde folgende Gleichung gefunden:

$$(15) \quad y = 5,0062 + 8,425 x \quad r = 0,94$$

Die Größe des Korrekturfaktors m für die Längenrückberechnung ist also 5,0062. Die rückberechneten Werte ergeben sich im Vergleich zu den mittleren Längen wie in Tab. 13 angegeben.

Tab. 13: Vergleich der beobachteten Längen zu den rückberechneten Werten beim Zander

Alter	beobachtete mittlere Länge	rückberechnete mittlere Länge
1	(12,33)	13,9
2	(20,5)	26,7
3	38,7	36,0
4	42,2	45,9
5	-	52,0
6	57	57,1
7	62	-

Die Unterschiede zwischen beobachteten und rückberechneten Werten sind wahrscheinlich auf das geringe Material und die unterschiedlichen Jahreszeiten zurückzuführen, zu denen die Fische gefangen wurden.

Im Vergleich zu Wachstumsdaten des Zanders aus anderen Gewässern (Tab. 14), ist das Wachstum des Zanders in der Schlei gut. NELLEN (1963) stellte an 8 Zandern von 42 - 47 cm Länge ein Alter von 3 Sommern fest. Nach eigenen Untersuchungen sind 3-jährige Zander durchschnittlich 36 cm lang. Das Mindestmaß für den Zander in der Schlei ist 35 cm. Nach BAUCH (1961) werden die Zander erst im 4. Sommer geschlechtsreif.

Tab. 14: Zanderwachstum in verschiedenen Gewässern

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sommer
Sakrower See (BAUCH)	15	25	36	45	51	56	59	-	-	
Durchschnitt aus 24 nord- deutschen Seen (BAUCH, 1961)	13	24	34	43	49	55	56	57	-	
Frisches Haff (J. FILUK, 1961)	-	-	38,4	44,3	49,6	53,7	58,8	62,7	67	
Schlei ⁺ 1980	13,9	26,7	36	45,9	52	57,1				

+) verwendet wurden die rückberechneten Werte

Nach MUUS, DAHLSTRÖM (1976) laichen die Männchen zum ersten Mal bei einer Länge von 33 - 37 cm und die Weibchen bei 40 - 44 cm. Nach Aussagen der Fischer und nach eigenen Beobachtungen wird der Zander so stark befischt, daß jeder gefangene Fisch ab 35 cm abgesetzt wird.

Zu viele Zander werden daher weggefangen, ohne vorher den Bestand mit Nachkommen aufzustocken. Eine Erhöhung des Mindestmaßes auf wenigstens 40 cm würde die Rekrutierung begünstigen.

2.4.2.3 Länge - Gewicht

Die Gleichung 16 gibt die Größen der Konstanten q und d wieder. Für den Zander standen nur 21 Wertepaare zur Verfügung. Trotzdem ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,99$ für folgende Beziehung:

$$\log W = - 1,90768 + 2,928 \log L$$

daraus folgt

$$(16) \quad W = 0,0124 L^{2,93}$$

2.4.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Für die Darstellung der Kurven wurden die rückberechneten Längen verwendet. Die Parameter lauten wie folgt:

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 79,2 \text{ cm} \\K &= 0,216 \\t_0 &= 0,0842\end{aligned}$$

Die Abhängigkeit zwischen Länge L_t und Zeit t wird daher beschrieben als:

$$(17) \quad L_t = 79,2 (1 - e^{-0,216(t-0,0842)})$$

W_{∞} läßt sich aus Gleichung (17) berechnen:

$$\begin{aligned}W_{\infty} &= 0,0124 L_{\infty}^{2,93} \\W_{\infty} &= 4351,3 \text{ |g|}\end{aligned}$$

Daraus folgt:

$$(18) \quad W_t = 4351,3 (1 - e^{-0,216(6-0,0842)})^{2,93}$$

Den Kurvenverlauf zeigt Abb. 12.

2.5 DIE PLÖTZE (Rutilus rutilus L.)

Die Plötze ist in vielen norddeutschen Seen der häufigste Fisch. Sie tritt auch in den Haffen und im Brackwasser der Ostsee auf.

2.5.1 Befischung

Im Winterhalbjahr wird die Plötze mit Stellnetzen und vereinzelt mit der Zunftwade befischt. Die zum Plötzenfang verwendeten Stellnetze haben eine Maschenweite von 30 - 36 mm. Früher gab es eine von der Fischerzunft selbst bestimmte Sommerschonzeit. Seit 5 Jahren ist sie aufgehoben. Der Grund dafür liegt in dem derzeitigen geringen Wert dieser Fischart, so daß eine Überfischung nicht zu befürchten ist.

Der kg-Preis blieb von 1962 bis 1979 fast unverändert bei DM 0,50. Wertmäßig macht die Plötze nur 0,9 % aus, während sie

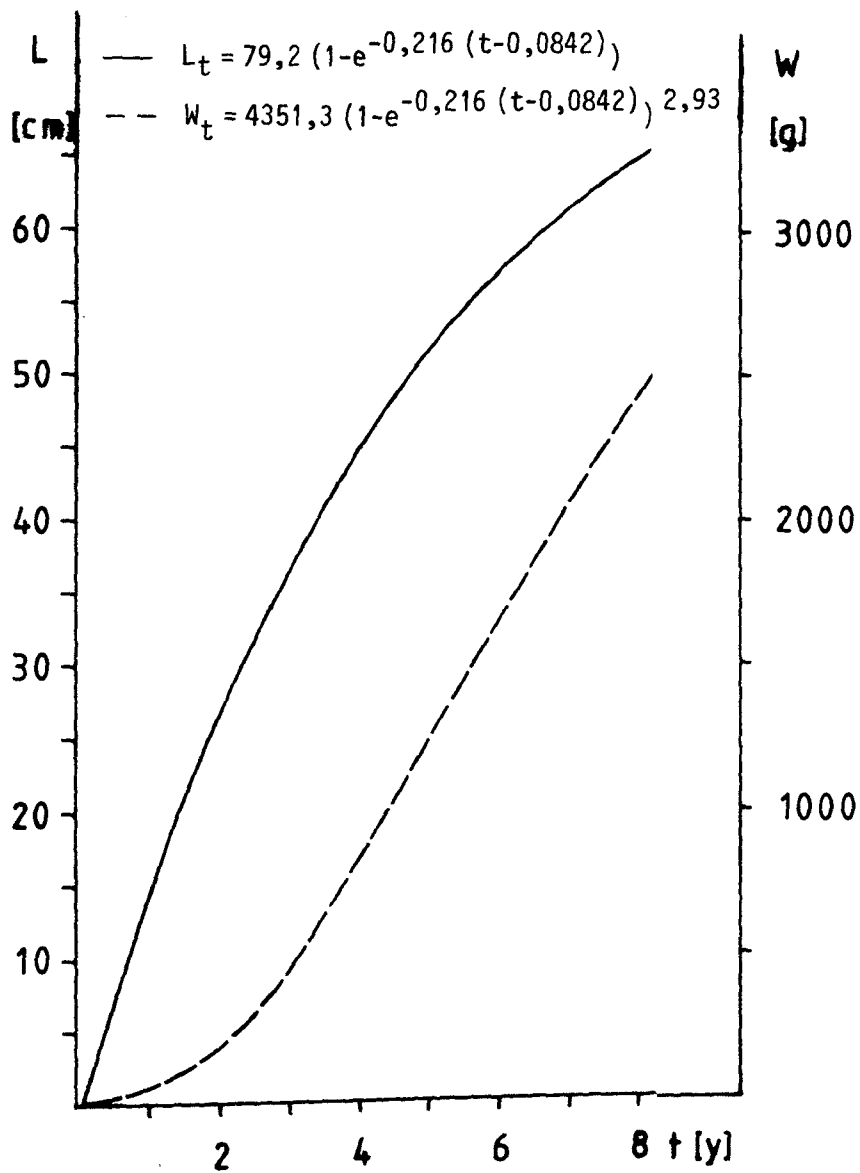


Abb. 12: Wachstumskurven des Zanders nach v.BERTALANFFY

gewichtsmäßig zu 3,8 % an den Anlandungen beteiligt ist. Im Zeitraum 1962 - 1980 entsprach dies einem jährlichen Durchschnitt von 3,8 t (siehe Abb. 13). Dieser Betrag liegt wesentlich niedriger als der, den NELLEN für 1949 - 1961 angibt, nämlich 7,2 t.

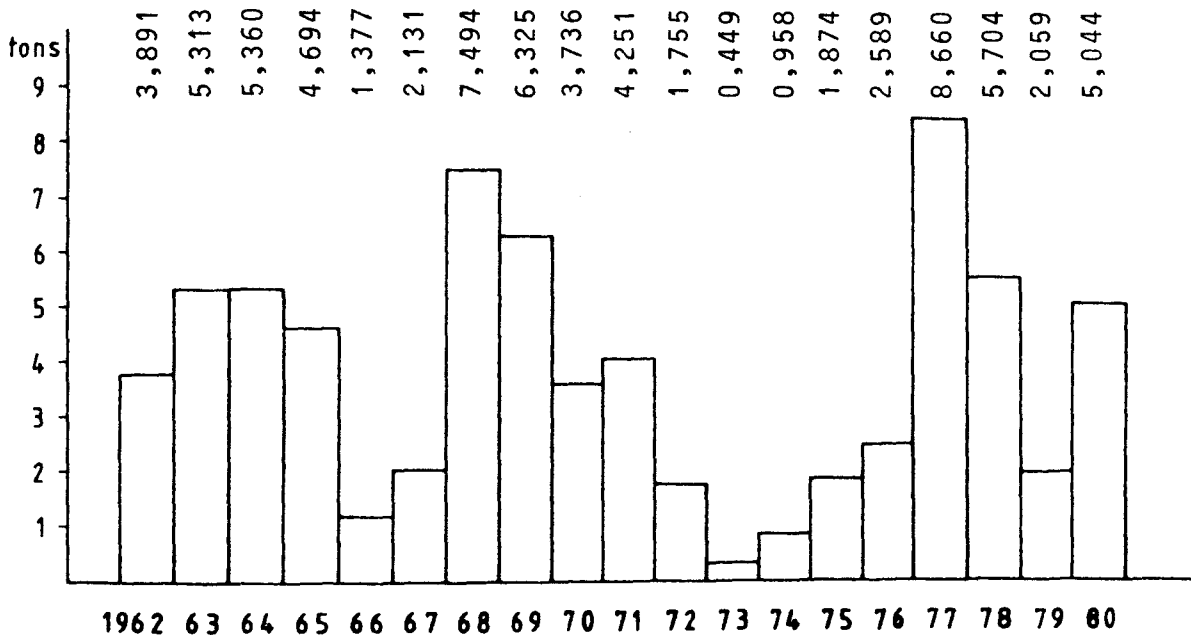


Abb. 13: Plötzenerträge der Schlei in Tonnen

2.5.2 Wachstum

Für die Altersbestimmung wurden 145 Plötzen verwendet. Sie wurden im Frühjahr 1980 mit der Zunftwade gefischt. Zur Altersrückberechnung wurden die Schuppen im caudalen Abschnitt ausgemessen. Nach HOFSTEDE (1973), der Rückberechnungen an Plötze und Hasel durchführte, ist dies die geeignetste Dimension.

2.5.2.1 Alterszusammensetzung

Auf der Plötzenschuppe sind die Jahresringe relativ deutlich zu erkennen. Das gilt vor allem für die jüngeren Jahrgänge. In Tab. 15 ist das Ergebnis der Altersanalyse aufgeführt.

Den Vergleich zu anderen Plötzenpopulationen und zum Wachstum der Schleiplötze in den 60iger Jahren kann man Tab. 16 entnehmen.

Tab. 15: Berechnung der mittleren Länge - Plötze

Länge cm	n	Alter in Sommern							
		3	4	5	6	7	8	9	10
13	4	2	2						
14	3	1	2						
15	7	1	6						
16	6		6						
17	7		5	2					
18	3		1	2					
19	8		2	5	1				
20	11			9	2				
21	11		2	3	4	2			
22	13			2	9	2			
23	14				11	3			
24	19			1	7	10	1		
25	14				6	5	3		
26	10				2	3	4	1	
27	5						3	2	
28	7					3	2	2	
29	3						2	1	
30									
31									
Σ	145	4	26	24	42	28	15	6	
\bar{x}_L		13,75	16,27	19,83	22,95	24,36	26,53	27,5	

Tab. 16: Plötzenwachstum in verschiedenen Gewässern

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sommer
NELLEN Schlei 1963			14	16,9	19	20,8	23,5			
Schlei 1980			13,7	16,3	19,8	22,9	24,4	26,5	27,5	
KIECKHÄFER Bodensee 1967		5,0	10,2	15,5	17,8	21,5	26,4	26,0	28	
WAGLER Voralpen- seen (nach BAUCH, 1961)	6	11,4	15,8	19,6	21,8	24,7	26,6	29,1	30,6	

In ihrer Wachstumsleistung hat die Plötze im Vergleich zu den Werten, die vor 20 Jahren ermittelt wurden, nicht nachgelassen. Es ist sogar eher eine Tendenz für eine Wachstumsverbesserung in den höheren Altersklassen zu erkennen.

Im Bodensee und den Voralpenseen verläuft das Wachstum schneller, das hängt wahrscheinlich mit den höheren Temperaturen zusammen.

2.5.2.2 Längenrückberechnung

Auch bei der Plötze konnte die Beziehung Schuppenradius zu Körperlänge durch eine Gerade beschrieben werden.

$$(19) \quad y = 4,51 + 3,43 x \quad r = 0,94$$

Als Korrekturfaktor wird ein m von 4,51 verwendet.

Die Ergebnisse werden im folgenden dargestellt (Tab. 17):

Tab. 17: Vergleich von beobachteten zu rückberechneten mittleren Längen bei der Plötze

Alter	beobachtete mittlere Länge	rückberechnete mittlere Länge	Abweichung cm	%
1	-	8,3	-	-
2	-	11,6	-	-
3	13,7	15,1	+1,4	10,2
4	16,3	17,9	+1,6	9,8
5	19,8	20,6	+0,8	4,0
6	22,9	22,7	-0,2	0,87
7	24,4	24,5	+0,1	0,41
8	26,5	25,9	-0,6	2,3
9	27,5	-	-	-

2.5.2.3 Länge - Gewicht

Für die anschließende Berechnung der v.BERTALANFFY-Funktion wurde die Länge-Gewichts-Beziehung in der Form $W = q L^d$ aufgestellt.

Es ergibt sich für die Plötze:

$$(20) \quad W = 0,0129 \cdot L^{3,004} \quad r = 0,98$$

Somit zeigt dieser Fischbestand ein fast isometrisches Wachstum. Der Faktor $d = 3,004$ liegt nahe dem Exponenten der allgemeinen Länge-Gewichts-Beziehung $W = K \cdot L^3$.

2.5.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Für die Aufstellung dieser Wachstumskurven wurden wiederum die rückberechneten Werte verwendet.

Die Parameter lauten folgendermaßen:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 37,4 \text{ cm} \\ K &= 0,133 \\ t_0 &= -0,9216 \end{aligned}$$

Das Längenwachstum stellt sich daraus da, wie unten angegeben:

$$(21) \quad L_t = 37,4 (1 - e^{-0,133(t+0,9216)})$$

Durch die Längengewichtsbeziehung aus 2.5.2.4. ergibt sich ein

$$\begin{aligned} W_{\infty} &= 0,0129 L_{\infty}^{3,004} \\ W_{\infty} &= 686,3 \text{ |g|} \end{aligned}$$

Somit wird das Gewichtswachstum bestimmt durch:

$$(22) \quad W_t = 686,3 (1 - e^{-0,133(t+0,9216)})^{3,004}$$

(siehe Abb. 14).

Die Parameter L_{∞} , K und t_0 - berechnet nach den Längendaten von NELLEN (Tab. 16), werden wie folgt angegeben:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 59,35 \text{ cm} \\ K &= 0,0587 \\ t_0 &= -1,540 \end{aligned}$$

Ähnlich wie beim Barsch können diese Werte zum Aufstellen von v.BERTALANFFY-Wachstumskurven nicht verwendet werden. Der Grund mag daran liegen, daß 1962 Längendaten von älteren Plötzen nicht zur Verfügung standen.

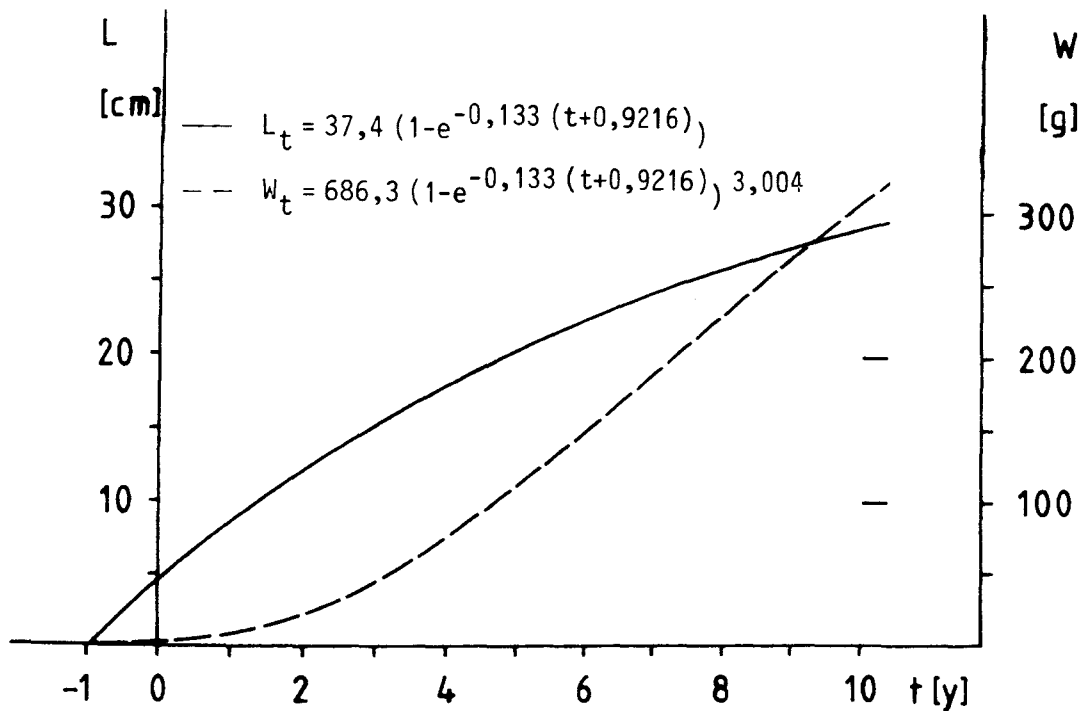


Abb. 14: Wachstumskurven der Plötze nach v.BERTALANFFY

2.6 DER BRASSEN (Abramis brama L.)

2.6.1 Befischung

Der Brassen wird im Winterhalbjahr mit Stellnetzen von 90 - 95 mm Maschenweite gefangen. Zum Verkauf kommen die großen Exemplare mit mindestens 750 g Gewicht. Die Sommerschonzeit wurde, ebenso wie bei der Plötze, vor 5 Jahren aufgehoben. Gleichzeitig wurde der Brassen für die allgemeine Fischerei freigestellt, d.h. er wird nicht mehr wie früher allein mit der Zunftwade und für die Gemeinschaft gefangen.

Wie bei der Plötze liegen auch hier die Probleme in Absatzschwierigkeiten. Der durchschnittliche jährliche Ertrag von 1962-1980 betrug 1.173 kg. Die Anlandungen aus einzelnen Jahren sind in Abb. 15 dargestellt. Der mittlere Erlös dieses Cypriniden liegt bei nur 0,7 % des Gesamterlöses der Schleifischer.

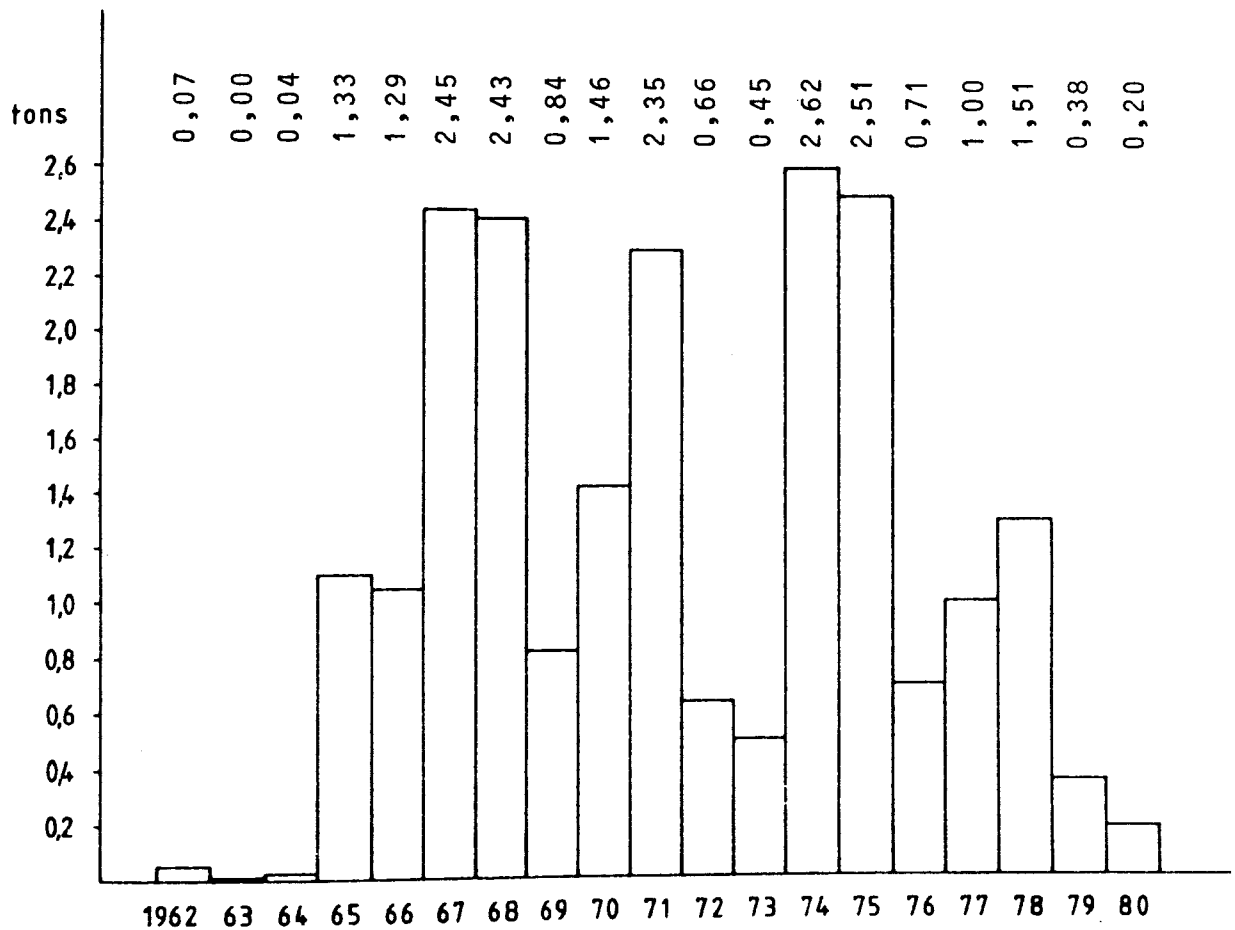


Abb. 15: Brassenerträge der Schlei in Tonnen

2.6.2 Wachstum

Die Brassen entstammen hauptsächlich einer Schleppnetzfischerei, die mit dem Forschungskutter "Sagitta" am 26. und 27. Juni 1980 in der Schlei durchgeführt wurde. Zusätzlich wurden Brassen aus den Aalwaden entnommen. Die Altersbestimmungen wurden anhand der Schuppen durchgeführt.

Das Ausmessen der Schuppenradien zur späteren Rückberechnung erfolgte im caudalen Teil.

2.6.2.1 Alterszusammensetzung

Da die Brassens vorwiegend im Sommerhalbjahr gefangen wurden, konnte das Längenwachstum nicht in abgeschlossenen Wachstumsperioden angegeben werden. Dies wirkt sich vor allem auf die Länge in den jüngeren Altersklassen aus, da hier die Wachstumsleistung größer ist. In Tab. 18 sind daher die einzelnen Jahre ab 1+, 2+, 3+ usw. angegeben, um den noch unvollendeten Längenzuwachs anzudeuten.

2.6.2.2 Längenrückberechnung

STEINMETZ (1973) prüfte in seinen Untersuchungen die Brauchbarkeit der Altersbestimmung und der Rückberechnung anhand der Schuppen. Es standen ihm Brassens bekannten Alters zur Verfügung, die in einem Versuchsteich aufwuchsen.

Bei der Rückberechnung nahm er eine direkte Proportionalität zwischen Fischlänge und Schuppenradius im caudalen Teil als gegeben an. Dies geschah in Übereinstimmung mit HOFSTEDE (1973), der Längenrückberechnungen an anderen Cypriniden, Plötze und Hasel, durchführte.

Diese Experimente lieferten eine gute Übereinstimmung der beobachteten mit den rückberechneten Werten, die höchste Differenz betrug 1 cm.

Die Schuppenradius-Körperlänge-Relation beim Brassens lautet:

$$(23) \quad y = 4,284 + 5,738 x \quad r = 0,95$$

Die rückberechneten Werte sind Tab. 19 zu entnehmen. Der Vergleich mit den beobachteten mittleren Längen entfällt, da die Brassens im Sommer gefangen wurden.

Gleichzeitig werden Literaturwerte zum Vergleich herangezogen.

Tab. 18: Berechnung der mittleren Länge - Brassen

Länge cm	n	Alter in Sommern											
		3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	
12	2	2											
13													
14	2	2											
15													
16	1	1											
17													
18													
19	3		3										
20	2		2										
21	8		8										
22	4		4										
23	1		1										
24													
25													
26													
27													
28													
29	1			1									
30													
31													
32													
33	2				1	1							
34	4				1	3							
35	9				1	8							
36	14					13	1						
37	12			2		9	1						
38	5					4	1						
39	5					2	2	1					
40	3					1	2						
41	2						1			1			
42	7						1	4	2				
43	2							1	1	1			
44	4						1	1	2				
45													
46	3										3		
47	3										3		
48	2										1		
49	1											1	1
50												1	
53	2										1		1
Σ	104	5	18	1	5	41	10	7	6	8	1	2	
\bar{x}_L		13,6	20,88	29	35,2	36,24	39,6	42	42,66	47,5	49	50,5	

+) bedeutet, daß die Wachstumsperiode noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Tab. 19: Vergleich des Brassenwachstums in der Schlei in verschiedenen Zeiträumen

Alter	Schlei 1980 +)	NELLEN (1963) Schlei
1	9,3	-
2	14,5	13,2
3	20,6	19,5
4	25,2	23,5
5	29,9	28,5
6	33,7	32,9
7	36,4	39,3
8	39,1	41,0
9	41,6	43,5
10	43,5	44,5
11	46,5	46,5
12	49,1	50,5
13	50,7	

+) verwendet wurden die rückberechneten Werte

2.6.2.3 Länge - Gewicht

Die Länge-Gewichts-Beziehung des Brassen nach dem Ausdruck

$$W = q L^d$$

läßt sich darstellen wie unten angegeben

$$(24) \quad W = 0,0143 \cdot L^{2,959} \quad r = 0,98$$

Unter Einbeziehung dieser Konstanten q und d wird die nachfolgende Gewichtswachstumskurve aufgestellt.

2.6.2.4 Theoretisches Längen- und Gewichtswachstum

Die notwendigen Koeffizienten zur Beschreibung der v.BERTALANFFY-Kurven ergeben sich folgendermaßen:

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 66,1 \text{ cm} \\K &= 0,1083 \\t_0 &= -0,3636\end{aligned}$$

Daraus läßt sich das Längenwachstum beschreiben:

$$(25) \quad L_t = 66,1 \cdot (1 - e^{-0,1083(t+0,3636)})$$

Das Gewichtswachstum lautet entsprechend:

$$(26) \quad W_t = 3478,4 (1 - e^{-0,1083(t+0,3636)})^{2,959}$$

(siehe Abb. 16).

Die Längendaten, die NELLEN für den Brassen angibt (Tab. 19) konnten gut an die v.BERTALANFFY Formel angepaßt werden:

Die Parameter dazu sind:

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 65,75 \\K &= 0,1202 \\t_0 &= 0,1397\end{aligned}$$

Das Längenwachstum wird beschrieben durch

$$(27) \quad L_t = 65,75 (1 - e^{-0,1202(t-0,1397)})$$

Die Wachstumsleistung des Brassen hat sich in den letzten 20 Jahren demnach nicht geändert.

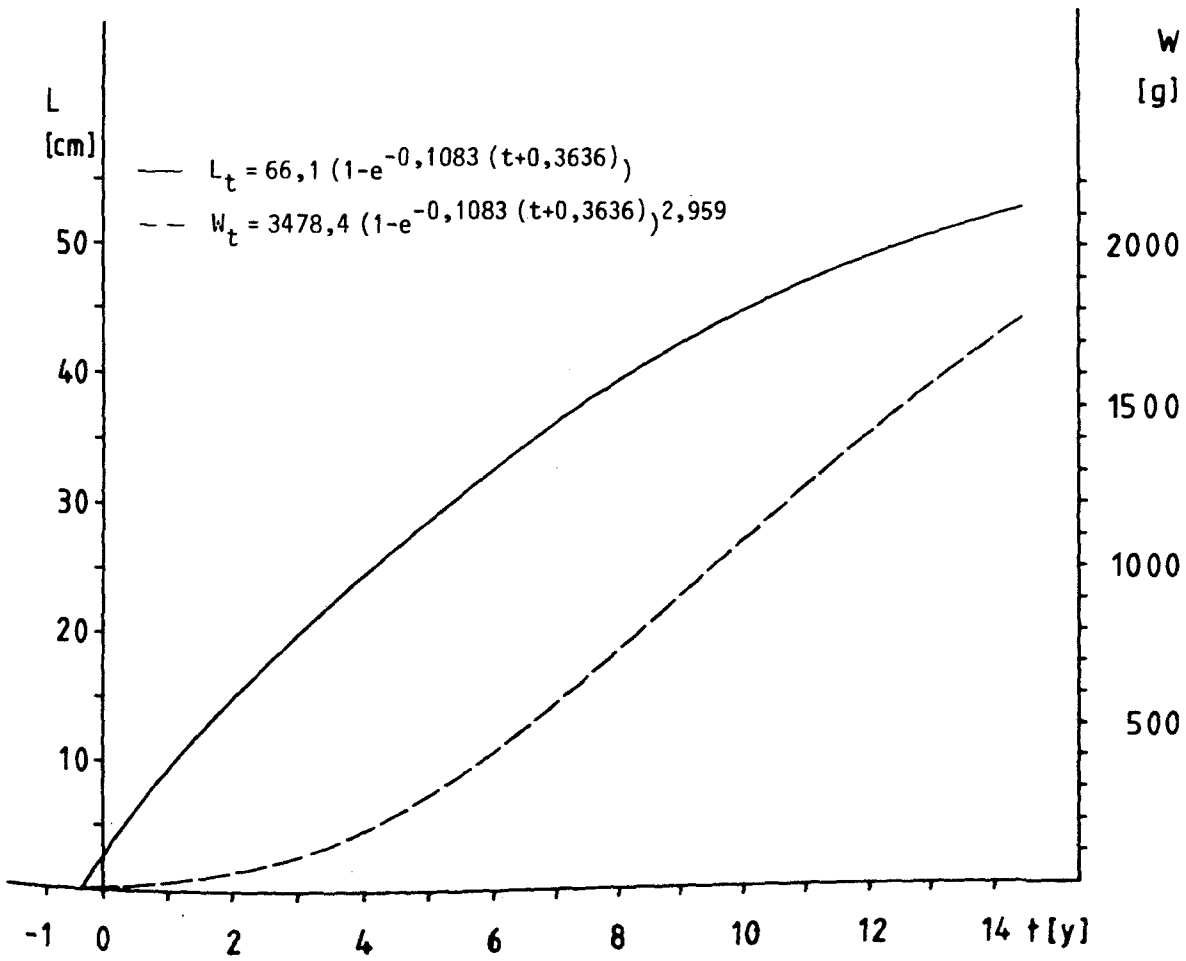


Abb. 16: Wachstumskurven des Brassen nach v. BERTALANFFY

3 DISKUSSION

Das ökologische Umfeld der Fische in der Schlei ist im wesentlichen gekennzeichnet durch die folgenden Parameter:

1. Temperatur
2. Salzgehalt
3. Sauerstoffgehalt des Wassers
4. Beschaffenheit des Bodensediments
5. Unterwasservegetation
6. Produktionsbiologische Gesamtsituation

Während sich für die Punkte 1. und 2. keine gravierenden Änderungen im Laufe der gut 70jährigen Geschichte naturwissenschaftlicher Schleiuntersuchungen zeigen lassen und sich für den Punkt 3. in nur geringem Umfang sowie zeitlich und regional begrenzte Probleme ergeben (s. Seite 73), haben sich seit der Zeit nach dem Krieg die Verhältnisse für die Punkte 4. - 6. stark verändert.

Alle seit Anfang der 50er Jahre in der Schlei erfolgten hydrochemischen und biologischen Untersuchungen bestätigen mit zunehmender Präzision immer wieder denselben Tatbestand, daß nämlich das Gewässer aufgrund der im Überschuß vorhandenen pflanzlichen Nährstoffe extrem hohe Werte für die Primärproduktion aufweist. Während BUCHHOLZ (1952) lediglich von einer "Maximalentwicklung von pelagischen Detritusfressern, wie sie sonst nur aus hypertrophen Teichen bekannt ist" spricht, geben KÄNDLER (1953), NELLEN (1963), NELLEN und RHEINHEIMER (1970) und PETERSEN (1978) Meßergebnisse über verschiedene Nährstoffwerte an, die in all diesen Jahren in ihrer beträchtlichen Höhe größenordnungsmäßig gleich geblieben sind. Daten über Planktonbiomassen und die Intensität der Primärproduktion (KREY 1956, LENZ 1970, SCHIEMANN 1974, SCHNACK 1972, PETERSEN 1978, BÖTTGER 1979) zeigen, daß im Schleiwasser Konzentrationen bzw. Leistungen erreicht werden, die denen von Plankton-Intensivkulturen kaum nachstehen (WITT et al. 1981). In der Innenschlei liegt die Höhe der Primär-

produktion zur Hauptvegetationszeit, d.h. von Mai bis August, zwischen 10 und 14 g Trockensubstanz $\cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$! Aufgrund der Angaben aus länger zurückliegenden Berichten (HENSEN 1897, NEUBAUR und JAECKEL 1937) kann geschlossen werden, daß die Schlei zwar schon früher hohe Planktonkonzentrationen aufwies, gegenüber der Zeit vor dem Krieg hat sich die Situation aber spätestens seit Beginn der 60er Jahre entscheidend verändert, wie aufgrund der umfangreicheren synökologischen Untersuchungen von NELLEN (1963) in der Schlei gefolgert werden kann. Während früher das Zooplankton in der Lage gewesen sein muß, einen relativ großen Anteil der Primärproduktion zu nutzen, scheinen in der Zeit nach dem Krieg sehr bald Verhältnisse eingetreten zu sein, die durch ungehemmte Nährstoffzufuhr eine beträchtliche Überproduktion an Phytoplankton zuließen. Wie Versuche mit Phyto- und Zooplanktonkulturen zeigen (NELLEN unveröff.), reicht bei einer nicht nahrungslimitierten Primärproduktion in Biotopen mit geringer Wassertiefe die Biomasse des herbivoren Zooplanktons nicht aus, die pflanzliche Produktion optimal zu verwerten. Der Grund dafür liegt darin, daß die für eine vollständigere Nutzung notwendigen Zooplanktonkonzentrationen im Wasser nicht erreicht werden. Als weiterer produktionsökologischer Faktor für die Schlei kommt noch hinzu, daß die Populationen der wichtigsten Zooplankter (Copepoden und Rotatorien) offenbar sehr viel stärkeren Fluktuationen unterliegen als das Phytoplankton (SCHNACK u. BÖTTGER 1981). So verringert sich die Anzahl der tierischen Konsumenten im Plankton während der Hauptvegetationszeit im Juni in extremer Weise, was dann die "Überflußproduktion" des Phytoplanktons erheblich verstärkt.

Unter solchen Umständen muß es zwangsläufig zu hohen Sedimentationsraten von absterbendem Phytoplankton kommen, das während des Absinkens im Wasser auf dem kurzen Weg zum Boden auch kaum bakteriell zersetzt wird. Als Folge davon baut sich eine an organischen Substanzen sehr reiche Faulschlammschicht auf. Bereits zu Beginn der 60er Jahre waren große Teile des Schleibetts mit einem solchen Sediment bedeckt. Die Untersuchungen in den

70er Jahren (PETERSEN 1978) haben gezeigt, daß sich seitdem nichts geändert hat. Eher ist anzunehmen, daß sich die Faulschlammzone schleiabwärts noch weiter ausgedehnt hat. Dieser Schlamm kann einmal aufgrund seiner sehr weichen Konsistenz und zum anderen wegen seiner stark Sauerstoff zehrenden Eigenschaften kaum von höheren Organismen wie Bodenfischen und Fischnährtieren besiedelt werden. Die in zeitlicher Reihenfolge von NEUBAUR und JAECKEL (1936), NELLEN (1963) und PETERSEN (1978) durchgeführten Untersuchungen des Zoobenthos lassen somit auch deutliche Veränderungen erkennen, die sich in einem fast vollständigen Verschwinden der Bivalvien (Herzmuscheln, Miesmuscheln, Sandklaffmuscheln, Rote Bohne), einer starken Einengung besiedelbarer Bodenareale und einer sehr hohen Besiedlungsdichte mit Benthosorganismen auf nicht mit Faulschlamm bedeckten Flächen ausdrückt. Letztere findet man seit den Untersuchungen von NELLEN (1963) nach wie vor an strömungsexponierten Stellen, d.h. an flachen Stellen der Schlei und bei engen Querprofilen des Schleibetts (PETERSEN 1978).

Aufgrund der dargestellten hypertrophen Situation in der Schlei fehlt dort heute eine Unterwasservegetation von Blattpflanzen so gut wie vollständig. Dieser zu Beginn der 60er Jahre schon festgestellte Umstand ist neuerdings bestätigt worden (PETERSEN 1978). Dagegen ist nach wie vor eine üppige Florengemeinschaft von "Schilfpflanzen" vorhanden, die jetzt allerdings an verschiedenen Stellen in zunehmendem Maß durch Freizeitaktivitäten von Erholungssuchenden zerstört wird (PETERSEN 1978). Nach Aussagen der Fischer reichen die Rethbestände auch nicht mehr so weit in die Schlei hinein, wie es früher der Fall war, d.h. daß diese Pflanzengemeinschaft nur noch in sehr flachem Wasser anzutreffen ist.

Die produktionsbiologische Gesamtsituation ist dadurch gekennzeichnet, daß im freien Wasser von der Kleinen Breite bis weit in die mittlere Schlei hinein vom Frühjahr bis zum Herbst sowohl die Biomasse als die Produktionsleistung des Phytoplanktons

sehr groß sind. Demgegenüber steht eine ebenfalls sehr hohe Biomasse und Produktion von Zooplankton, die jedoch innerhalb der Vegetationszeit des Phytoplanktons starken Schwankungen ausgesetzt sind. Die Biomasse und Produktion der langlebigen Benthostiere sind infolge eines sicher unlimitierten Nahrungsangebots ebenfalls sehr hoch, aber räumlich wegen der ausgedehnten Faulschlammflächen stark eingeengt.

Die Tabelle 20 gibt eine Zusammenfassung der Anlandungsmengen, wie sie aus der amtlichen Statistik des Fischereiamtes des Landes Schleswig-Holstein für den Hafen Schleswig zu entnehmen sind. Um Trends zeitlicher Veränderungen in den Fischereierträgen zu erkennen, wurden aus den für die vergangenen 31 Jahre verfügbaren Daten Mittelwerte für jeweils drei verschiedene Zeitabschnitte gebildet, wobei der erste die von NELLEN (1963) veröffentlichten Werte enthält.

Tab. 20: Mittlere Jahreserträge der fischereilich wichtigen Fischarten der Schlei zu verschiedenen Zeitperioden (Angaben in t).

Art	1949 - 1961		1962 - 1970		1971 - 1980	
	Menge	% Anteil	Menge	% Anteil	Menge	% Anteil
Hering	95.0	62.5	61.5	60.4	89.9	79.0
Aal	31.6	20.8	19.7	19.3	5.9	5.1
Barsch	9.5	6.2	5.4	5.3	6.2	5.4
Zander	0.1	0.1	2.8	2.7	1.0	0.9
Plötze	7.3	4.8	4.5	4.4	3.3	2.9
Brassen	1.8	1.2	1.1	1.0	1.2	1.0
Stint	1.2	0.8	2.6	2.5	2.0	1.7
Flunder	1.2	0.8	1.4	1.4	2.9	2.5
Hecht	2.2	1.4	1.4	1.4	0.2	0.2
Meerforelle	1.4	0.9	0.8	0.8	0.09	0.0
Sonstige	0.6	0.4	0.5	0.5	1.1	1.0
Su.	151.9		101.7		113.8	

Erst bei einer differenzierenden Interpretation, die die Güte der statistischen Angaben, die Entwicklung in der Holmer Fischerzunft und die ökologischen Gegebenheiten in der Schlei berücksichtigt, erlauben diese Zahlen eine Aussage.

Die Registrierung der Anlandungen erfolgt so, daß entweder die Fischer selbst oder die Fischhändler die Erträge dem Fischereiamt monatlich bekanntgeben.

Zusätzlich zu den jetzt noch 18 aktiven Schleswiger Fischern bewirtschaften z.Z. 5 Fischer aus Arnis und 4 aus Kappeln Teilgebiete der gesamten Fläche von 3.916 ha, für die die Holmer Fischerzunft das Fischereirecht besitzt. Diese Teilgebiete machen rd. 40 % bzw. 30 % des Gesamtgebiets aus und erstrecken sich von Arnis bis Ulsnis bzw. von Arnis bis Sieseby. Die insgesamt neun Fischer aus Arnis und Kappeln sind berechtigt, in den betr. Gebieten die sogenannte stille Fischerei zu betreiben, das bedeutet mit Stellnetzen, Reusen und Angeln zu fischen. Den größten Anteil werden auch sie zur Heringszeit erwirtschaften, während der sie zusätzliche Erträge erzielen, die ca. 20-30 % von denen der Schleswiger Fischer betragen mögen.

Nach Aussagen der Holmer Zunft werden in einigen Jahren wechselnde Mengen aus der Heringsfischerei, die über Zwischenhändler von Schleswig nach Kappeln zum Verkauf transportiert werden, als Anlandungen des Hafens Kappeln verbucht. So sollen z.B. 1980 zwar 117 t Heringe von der Zunft angelandet und verkauft worden sein, aber lediglich rd. 80 t davon erschienen als Anlandungen des Hafens Schleswig in der Statistik. Selbst die Gesamtanlandungen dieses Hafens liegen mit 106 t noch unter den tatsächlich erzielten Heringsfängen. In Kappeln vermengen sich die Anlandungen aus der Schlei mit solchen aus dem Ostseegebiet, so daß eine genauere Statistik nicht zu erstellen ist.

Durch direkten Verkauf und Verbrauch von Fischen für den Eigenbedarf wird ein Teil der Anlandungen von der Statistik nicht

erfaßt. Aus eigenen Beobachtungen und Aufzeichnungen einiger Fischer kann jedoch gefolgert werden, daß - zumindest bei den Massenfischen - nicht mehr als 10 % der statistischen Erfassung verlorengelangen. Der prozentuale Anteil an Aal, der privat verkauft wird, beläuft sich sogar auf nur 7 - 8 %. Seltene Arten, wie Hecht, Meerforelle und Karpfen, werden in größerem Umfang selbst verwertet. Man kann hier eine Dunkelziffer von etwa 50 % annehmen. Jedoch fällt dies mengenmäßig nicht ins Gewicht. Die Schleswiger Fischer sind im allgemeinen daran interessiert, möglichst genaue Angaben über ihre Fänge zu machen, da anhand der Erträge Entschädigungen festgelegt werden, die durch Gebietsverluste, wie durch den Bau von Steganlagen und Bootshäfen, entstehen.

Zusammenfassend ist zu den Zahlen in Tab. 20 zu sagen, daß es sich zwar um gewisse Unterschätzungen der wirklichen Ertragsmengen handelt, daß sie aber insgesamt die Entwicklung der Fischereierträge aus der Schlei relativ gesehen gut wiedergeben. Danach ist der mittlere Gesamtertrag in der Zeit von 1962-1970 auf rd. 67 % und von 1971-1980 auf rd. 75 % gegenüber dem des Zeitabschnitts 1949-1961 gesunken.

Schwieriger als die Feststellung dieses Tatbestandes ist die Entscheidung darüber, inwieweit der Rückgang biologische Ursachen hat oder auf strukturelle Veränderungen in der Holmer Fischerei zurückgeht. Letztere erfolgten einmal durch eine starke Reduzierung der Zahl aktiver Schleifischer und zum anderen durch eine Umstellung bei den Fanggeräten und bei der zunftgebundenen Fangregulierung.

Anfang der 60er Jahre befischten noch 36 in der Holmer Fischerei organisierte Berufsfischer die Schlei. Mitte der 60er Jahre reduzierte sich die Zahl auf 25. Das geschah im Zusammenhang mit einer Umstellung in der Fischerei. Die Heringswade, die vormalig gemeinsam von allen Zunftmitgliedern eingesetzt wurde, hat man mehr und mehr durch Stellnetze ersetzt. Bei der Aalfischerei

traten die Reusen statt der Zugnetze in den Vordergrund. Dadurch, daß Fischereigeräte, die nur durch gemeinschaftlichen Einsatz betrieben werden konnten, mehr und mehr durch solche ersetzt wurden, die auch ein einzelner Fischer handhaben kann, löste sich bei manchen Zunftmitgliedern offenbar die Bindung an die Berufsgemeinschaft. Heute besteht diese nur noch aus 22 Mitgliedern, davon sind 4 ältere nicht mehr aktive Fischer und 2 sind Lehrlinge.

Eine gemeinschaftliche Fischerei findet jetzt vorwiegend zwischen Familienmitgliedern und nur noch wenig zwischen Zunftmitgliedern statt. Ein Fischer, der z.B. seine Aale 1962 noch überwiegend mit dem gemeinsam mit anderen Kollegen betriebenen Zugnetz fing und damals nur wenige Reusen in Einsatz hatte, fischt heute überwiegend mit Reusen, deren Anzahl er seit 1963 auf das 15fache erhöht hat. Das Gewichtsverhältnis der mit Reusen zu den mit Waden gefangenen Aale lag bei diesem Fischer von 1963 bis 1969 zwischen 0,1 und 0,7, von 1970 bis 1977 zwischen 0,4 und 1,6 und in den Jahren 1978 und 1979 bei rd. 9,0.

Von den aktiven Fischern betreiben seit 1967 zwei, seit 1973 vier und seit 1979 neun im Winterhalbjahr (etwa von Oktober bis Februar) die Fischerei in der Ostsee. Dadurch reduzierte sich die Fischereiaktivität auf der Schlei zusätzlich; allerdings in geringerem Maße, als es allein von der zeitlichen Länge dieses fischereilichen Engagements in der Ostsee her gesehen den Anschein hat. Die Herbst- und Wintermonate erbrachten für die Schleswiger Fischer seit altersher vorwiegend Anlandungen von Brassen, Plötze, Stint und Barsch, Arten, bei denen der Verkaufswert und die Absatzmöglichkeit ständig abgenommen haben. Damit ist das Interesse der Fischer an diesen Arten erheblich gesunken, so daß anzunehmen ist, daß diese Fische z.Z. ohnehin unterfischt würden, auch wenn keiner der Schleswiger Fischer in der Ostsee fangen würde.

Infolge der heterogenen Entwicklung in der Holmer Fischerzunft kann nicht exakt ermittelt werden, inwieweit die Fischereiintensität

in der Schlei in der vergangenen Zeit wirklich zurückgegangen ist. Während das für die zuletzt aufgeführten, weniger wertvollen Arten mit Sicherheit zutrifft, gilt für andere Arten - wie Hering, Aal, Meerforelle, Flunder, Hecht und Zander - , daß die übriggebliebenen Berufsfischer, die jetzt mehr individuelle Entscheidungen treffen können, ihre Aktivität eher vergrößert haben, so daß der Befischungsdruck auf die zuletzt genannten Arten gar nicht sehr wesentlich gegenüber der Zeit vor Mitte der 60er Jahre abgenommen hat. Lediglich für den Hering mag gelten, daß in Jahren sehr starken Laicheinzugs in die Schlei, wie es im Frühjahr 1981 gerade der Fall gewesen ist, die Kapazität der kleiner gewordenen Gruppe der Fischer nicht ausreicht, um während der relativ kurzen Saison von ca. 3 Monaten die Mengen anzulanden, die wirklich in der Schlei zu fangen wären.

Im Jahre 1968 wurden die Zander, ab 1974 die Brassen aus bestimmten, restriktiven Befischungsregeln der Zunft entlassen. Sie können jetzt von September bis in den Winter hinein von jedem Fischereiberechtigten mit Stellnetzen gefangen werden, während sie vordem nur gemeinschaftlich mit der Zunftwade befischt werden durften. Auch dieses hat, selbst bei kleiner gewordener Anzahl der Fischer, eher zu einer Intensivierung der Befischung auf die Arten geführt.

Unter Berücksichtigung aller beeinflussenden Faktoren soll nun versucht werden, darzustellen, inwieweit sich die fischereibiologische Situation für die verschiedenen Fischarten verändert hat.

H e r i n g . Der sgn. Schleihering ist eine in Küstennähe im Frühjahr laichende Form des Herings der westlichen Ostsee. Er zieht auch heute noch wie schon seit Jahrhunderten Jahr für Jahr zwischen Februar und Mai in die Schlei. Die Höhe der Anlandungen haben sich seit mehr als 30 Jahren nicht erkennbar

verändert, so daß eine gravierende Verschlechterung der für den Hering ökologisch bedeutsamen Verhältnisse auf dem Laichplatz Schlei nicht erkennbar ist. Gerade 1981 war ein Jahr mit extrem hohem Heringsvorkommen auf verschiedenen Laichplätzen in den Förden der Kieler Bucht. In der Schlei laichten die Fische bis in die Große - möglicherweise sogar bis in die Kleine Breite hinein. Die Schleswiger Anlandungen beliefen sich 1981 auf 267 t! Würde dieser Wert in die Mittelwertberechnung der Tab. 20 für die Jahre ab 1971 mit einbezogen, so überträfe dieses Mittel das des Zeitabschnitts 1949-1961 um 10 t.

Ein Vergleich der Alterszusammensetzung der gefangenen Fische von 1980 und 1962 zeigt, daß sich beide Jahre weitgehend ähnlich sind (Abb. 17). Es scheinen in jüngerer Zeit aber wieder

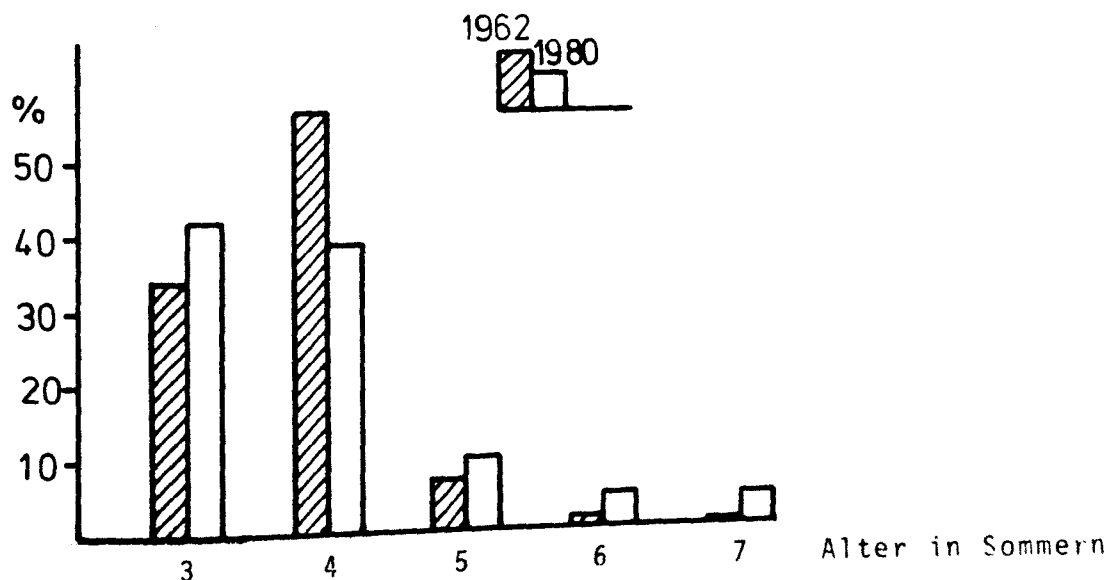


Abb. 17: Relative Alterszusammensetzung der Laichheringe in der Schlei 1962 und 1980

relativ mehr ältere Heringe gefangen zu werden, was unter dem Gesichtspunkt der Bestandsschonung von Vorteil ist. Hierbei spielen die stärkeren Selektionseigenschaften der Stellnetze gegenüber der alten Heringswade sicher eine Rolle. Da im Verlauf der Heringssaison mit unterschiedlich großen Netzmaschen-

weiten gefischt und heute im Gegensatz zu früher nur noch mit Stellnetzen anstatt mit Waden gefischt wird, ist es jedoch schwierig, die wahre mittlere Alterszusammensetzung des Laichbestandes exakt zu ermitteln.

Die mittlere Länge der angelandeten Heringe ist gegenüber zurückliegenden Jahren leicht angestiegen, wie die Tab. 21 zeigt.

Tab. 21: Mittlere Länge angelandeter Heringe aus der Schlei

Jahr	L \bar{x}	n	Autor
1877-1891	22,4 cm	295	HEINCKE (1898)
1926	22,8 cm	2287	ALTNÖDER (1928)
1962	24,2 cm	1268	NELLEN (1965 a)
1974	24,7 \pm 1,65 cm	347	NELLEN (unveröff.)
1980	24,7 \pm 2,61 cm	133	LUPATSCH (1981)

Der Schleihering ist nach Untersuchungen von WEBER (1975) allerdings keine eigenständige Population, sondern stellt einen Teil der Gesamtpopulation dar, die sich zum Laichen vermutlich mehr oder weniger willkürlich, bzw. aufgrund der im Frühjahr auf den einzelnen Laichplätzen herrschenden hydrographischen Verhältnisse auf diese Laichplätze verteilt (NELLEN 1965 a). Hohe Fänge in der Schlei müssen damit noch nichts darüber aussagen, ob diese Förde nach wie vor als Laichplatz funktioniert, was letztlich jedoch das entscheidende Kriterium ist, da das Gewässer ansonsten keine Bedeutung für die adulten Heringe hat. In erster Linie benötigen die Fische hartgründiges Substrat, auf dem sie ihre Eier absetzen können. Auf weichem, schlammigen Untergrund laichen Heringe nicht. Da sie in der Schlei aber auch in sehr flachem Wasser ihre Eier absetzen, so daß sogar ein Trockenfallen des auf dem Boden klebenden Laichs beobachtet wird, wenn er an besonders exponierten Stellen in Ufernähe deponiert wurde, stehen den Heringen noch genügend hartgründige Flächen für ihr Laichgeschäft zur Verfügung. Darüber hinaus lassen die intensiven Unter-

suchungen von SCHNACK (1972) und SCHNACK und BÖTTGER (1981) über das Aufkommen und die Konzentrationen von Heringslarven in der Schlei deutlich erkennen, daß diese Förde infolge der für sie charakteristisch hohen Zooplanktonkonzentrationen ein sehr günstiges Aufwuchsgebiet für Heringsbrut darstellt; vermutlich ist es eines der wichtigsten an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste überhaupt. Dadurch, daß die Heringsbrut den niedrigen Salzgehalt und das Temperaturregime in der Schlei toleriert, profitiert sie voll von der Hypertrophierung des Gewässers, die zur Verbesserung der Nahrungsgrundlage für die Heringslarven geführt hat. Die Jungheringe verlassen die Schlei im Sommer.

A a 1 . Nächst dem Hering ist der Aal von der Menge, aber insbesondere vom Preis her gesehen der wichtigste Wirtschaftsfisch in der Schlei. Die Fänge sind stetig zurückgegangen (Tab. 20), ganz besonders drastisch während der vergangenen zehn Jahre. Hierin spezifische Umweltveränderungen in der Schlei sehen zu wollen, ist jedoch problematisch, wie in Kapitel 2.2 schon angedeutet wurde. In der folgenden Tab. 22 ist der prozentuale Anteil der mittleren Jahresanlandung des Zeitabschnitts 1970-1979 gegenüber der mittleren Jahresanlandung des Zeitabschnitts 1960-1969 für verschiedene Anlandungsplätze bzw. Länder angegeben:

Tab. 22: Mittlere Jahresanlandung 1970-1979 in Prozent der mittleren Jahresanlandung 1960-1969.

Schleswig Schlei	Kappeln	Maas- holm	Flens- burg	Burg- staaken	Schl.-Holst. westl.Ostsee	Polen Ostsee	absolute middle- re Erträge in t
27 %	21 %	42 %	42 %	77 %	41 %	37 %	
22.7	3.4	20.3	37.2	21.4	315.0	552.0	1960 - 1969
6.1	0.7	8.6	15.8	16.5	129.5	206.7	1970 - 1979

Ertragsrückgänge bei der in der Ostsee betriebenen Aalfischerei sind ein allgemeines Erscheinungsbild. Die Schlei scheint aber in besonders starkem Maß davon betroffen zu sein. Es bleibt jedoch zu überlegen, ob ein Teil der Aalanlandungen gerade in einigen kleineren Häfen durch direkten Verkauf statistisch nicht erfaßt wird. Wenn diese Menge bei zurückgehenden Erträgen absolut gesehen gleich groß bleibt, dann ist der relative Ertragsrückgang, wie er aus der amtlichen Statistik hervorgeht, überproportional hoch. Betrachtet man den Rückgang der Aalfänge für die entsprechenden Jahre, den ein einzelner, relativ intensiv tätiger Schleswiger Fischer erlitten hat, der uns seine Aufzeichnungen zur Verfügung stellte, dann ergibt sich für diesen Einzelbetrieb nur eine relative Ertragsminderung von etwa 45 %. Es ist wahrscheinlich, daß auch strukturelle Veränderungen innerhalb der Holmer Fischerzunft, die jedoch nicht im einzelnen analysiert werden konnten, hinsichtlich der Größe des beschriebenen mittleren Ertragsrückganges eine Rolle gespielt haben.

Auf der anderen Seite gelangen über Besatzpflagemassnahmen der Fischerzunft auch Satzaale in die Schlei, die - wie es in Binnenseen der Fall ist - die Ertragssituation verbessern sollten. Die Tab. 23 zeigt, welche Mengen an Satzaalen die Zunft in den einzelnen Jahren laut den Aufzeichnungen ihres Schriftführers jährlich gekauft hat.

Tab. 23: Ankauf von Satzaalen durch die Holmer Fischerzunft (1 kg = 50-60 St. Satzaale).

Jahr	Mengen in kg	Jahr	Mengen in kg
1969	370	1975	400
1970	370	1977	610
1972	400	1978	150
1974	250	1979	250

Diese Satzaale werden allerdings nicht direkt in die Schlei

eingesetzt, sondern in einen von der Zunft gepachteten See, den "Busdorfer Teich", der durch einen kleinen Abfluß mit der Schlei in Verbindung steht. Dieses Gewässer ist 12 ha groß, das bedeutet, daß bei einer Gesamtmenge von 300 kg Satzaalen 25 kg pro ha ausgesetzt werden. Entsprechende Förderungsmaßnahmen in Binnenseen sehen 1,5 bis höchstens 4 kg Satzaale, entsprechend ca. 80 - 200 Stück pro ha vor. Die Schleswiger Fischer gehen davon aus, daß der überschüssige Besatz aus dem See in die Schlei abwandert.

Der Erfolg von Besatzmaßnahmen in Binnengewässern ist trotz der Wichtigkeit des Themas immer noch viel zu wenig eingehend untersucht worden, insbesondere fehlt es an genaueren quantitativen Ergebnissen. Theoretisch läßt sich die Besatzmenge anhand der nachstehenden Formel errechnen:

$$B = \frac{P \times 100}{\bar{W} \times (100-M)}$$

wobei B = Besatzfischmenge in Stück pro ha und Jahr

P = zu erwartender kg-Ertrag pro ha und Jahr

\bar{W} = mittleres zu erwartendes Wiederfanggewicht des Einzelfisches in kg

M = mittlere natürliche Sterblichkeit der Satzfishche in % der eingesetzten Menge bis zum Zeitpunkt des Wiederfangs.

Nach einer Faustregel kann man annehmen, daß von 100 eingesetzten Satzaalen 50 als Konsumfische wiedergefangen werden. Wenn das mittlere Gewicht des Einzelaals in den Anlandungen ca. 280 g beträgt, errechnet sich der Besatz, der notwendig wäre, um 1 kg Aalertrag pro ha und Jahr zu erzielen, mit 7 Stück Satzaalen.

Hohe Aalerträge in der Schlei lagen vor dem um 1970 erfolgten Einbruch im Fischereigebiet der Holmer Zunft bei rd. 25 - 30 t pro Jahr, d.h. bei 7 - 8 kg pro ha. Solche Mengen stellen für die Schlei sehr gute Produktionswerte dar, weil man davon ausgehen

muß, daß allenfalls noch 1/3 der Gesamtfläche als Nahrungsraum für einen Bodentier- und Kleinfischfresser wie den Aal zur Verfügung steht.

Zur Zeit beträgt der Aal-ha-Ertrag in der Schlei nur 1,5 kg. Um ihn durch Besatzmaßnahmen wieder auf 7 kg anzuheben, müßten theoretisch etwa 38 Stück Satzaale pro ha in die Schlei eingesetzt werden, d.h. insgesamt rd. 3.000 kg. Nach den Satzaalpreisen von 1979 entspräche das einer jährlich notwendigen Investition von 15.000 DM. Ob und in welchem Umfang jedoch Satzaale aus einem zur Ostsee hin offenen Gewässer auswandern, ist nicht bekannt. Nur unter der Annahme, daß sich die Aale bis zum Blankaalstadium relativ standorttreu verhalten, könnten Besatzmaßnahmen den Aalertrag nachdrücklich steigern.

9/
4
3

Die z.Z. durchgeführte Besatzpraxis, bei der der Busdorfer Teich in nicht sehr sinnvoller Weise extrem überbesetzt wird, sollte aber auf jeden Fall aufgegeben werden, zumal nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, inwieweit die Aale von dort tatsächlich in die Schlei gelangen. Ein der Seegröße entsprechender Besatz und das Einsetzen der restlichen Mengen in die obere Schlei, bzw. in das Selker und Haddebyer Noor wären besser.

2
1

B a r s c h . Die Barschanlandungen unterliegen starken Schwankungen (Abb. 8). In den Vorkriegsjahren 1930-1935 lag das Jahresmittel bei 7,4 t, 1949 und 1950 waren die Fänge mit ca. 19 t pro Jahr extrem hoch, und von 1951-1961 sank der mittlere Jahresertrag wieder auf 7,6 t, wobei das Jahr 1953 mit 13 t stark herausfällt (NELLEN 1968 a). Während der letzten 10 Jahre wurden im Mittel 6,2 t im Jahr gefangen (Tab. 20).

Die Ursachen für diese Schwankungen sind zu einem Großteil darauf zurückzuführen, daß der Bedarf der Fischer, den Barsch mehr oder minder intensiv zu befischen, wechselt. Dieser Bedarf richtet sich einmal nach den Fang- und damit Verdiensterfolgen, die wichtigere

Arten, insbesondere Hering und Aal einbringen, zum anderen trägt die schwierige Absatzlage bei dem im Preis nicht sehr hoch stehenden Barsch ebenfalls zu einer unregelmäßigen Befischung bei. Die Fänge eines einzelnen Fischers lassen erkennen, daß gerade auch in jüngster Zeit relativ gesehen sehr gute Erträge erzielt wurden.

In der Abb. 18 ist die Alterszusammensetzung in den Fängen von 1962 und 1980 dargestellt. Es sind keine grundsätzlichen Veränderungen eingetreten.

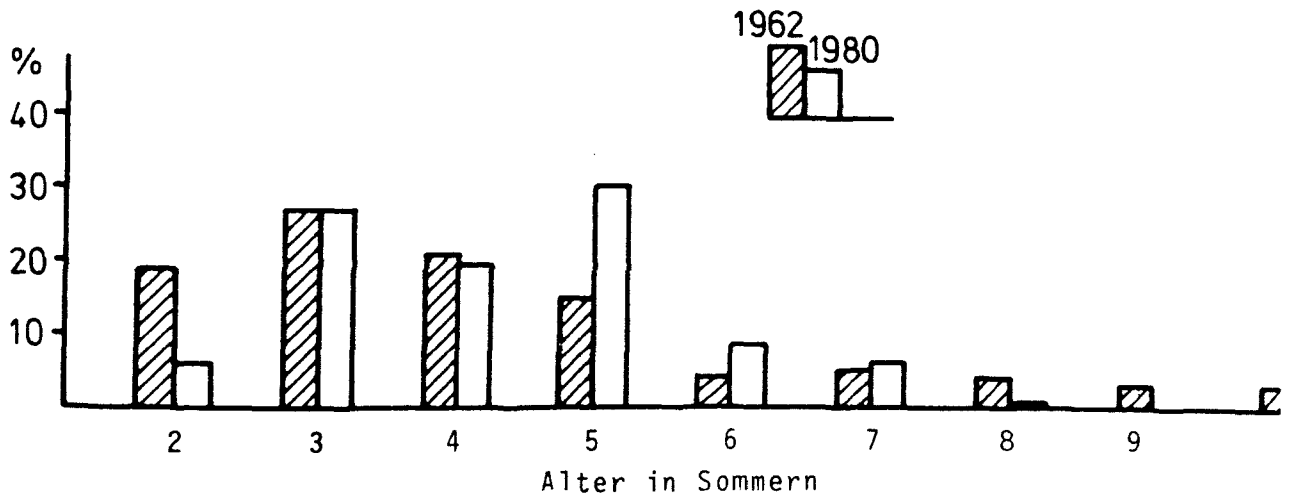


Abb. 18: Relative Alterszusammensetzung der Barsche 1962 und 1980

Die uns für den Barsch zur Verfügung stehenden Daten weisen auf keine ungünstige Entwicklung für den Bestand in der Schlei hin. Die biologischen Eigenschaften des Barsches lassen so etwas auch kaum erwarten. Die Bestandsstärke ist in dem Brackgewässer in erster Linie durch den Salzgehalt limitiert, da Barsche sich wahrscheinlich nur bis zu einer Salinität von ca. 8 - 10 ‰ fortzupflanzen vermögen. Im flachen Wasser, in der Nähe von Schilfbeständen liegende Laichplätze dürften noch in genügend großem Umfang vorhanden sein, und die Ernährungssituation wird weder für die Brut noch für die heranwachsenden und adulten Fische grundsätzlich schlechter geworden sein.

Z a n d e r . Der Zander hat in der Schlei immer eine geringe Bedeutung gehabt. In den 50er Jahren ist des öfteren versucht worden, seinen Bestand durch Besatzmaßnahmen zu fördern. Später geben die Aufzeichnungen der Zunft nur noch für die Jahre 1960, 1973 und 1974 an, daß noch einmal 8.700, 5.000 bzw. 10.000 Stück Satzlander in die Schlei eingesetzt wurden.

Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang der Anstieg in den Fängen der Jahre 1962-70 und 1971-80 (Tab. 20), wobei insbesondere die Jahre 1968-1971 herausragen (Abb. 10). Der Grund liegt allein darin, daß - wie auf S. 38 erwähnt - die Befischungsregeln der Zunft auf diesen Fisch geändert wurden. Nachdem 1968 der Zanderfang mit Stellnetzen für den Einzelfischer freigegeben wurde, ist ein alter Bestand, der sich vorwiegend aus zurückliegenden Besatzmaßnahmen und vermutlich weniger stark aufgrund natürlicher Rekrutierung (s. NELLEN 1968) aufgebaut hatte und der zuvor nur mit ungeeigneten Methoden befischt worden war, in vier Jahren abgefischt worden. Die danach sehr schnell wieder absinkenden Fänge waren möglicherweise Anlaß für eine neue Besatzmaßnahme in den Jahren 1973 und 1974, deren Erfolg sich in den Erträgen von 1977 (s. Abb. 10) auszudrücken scheint.

Von den ökologischen Gegebenheiten her gesehen ist die Schlei für den heranwachsenden Zander ein nicht ungünstiger Lebensraum. Eine natürliche Rekrutierung findet aber offensichtlich kaum oder nur in ganz beschränktem Umfang statt. Ein wesentlicher Grund dafür mag in dem auf S. 41 genannten Umstand liegen, daß nämlich die Zander bereits ab einer Größe befischt werden, bei der sie noch nicht geschlechtsreif sind.

P l ö t z e und B r a s s e n . Beide Arten sind für die Fischerei von sehr geringem Nutzwert, und nur über eine gut organisierte Absatzstrategie kann es dem einzelnen Fischer gelingen, mit den sgn. Weißfischen einen Gewinn zu erzielen. Das

ist z.Z. möglich über den Lebendverkauf von Plötzen als Besatzfische für süddeutsche und auch französische Angelgewässer oder über eine regelmäßige Belieferung von Tiergärten, die diese Arten als Futterfische verwerten. Insbesondere die zuletzt genannte Absatzmöglichkeit wird von einigen Schleswiger Fischern wahrgenommen.

Die Anlandungen der Plötze in den 60er und 70er Jahren sind gegenüber denen der 50er Jahre stark zurückgegangen (Tab. 20). Die relative Alterszusammensetzung in den Fängen von 1980 (Abb. 19) in denen 7 Altersklassen verhältnismäßig gleichmäßig vertreten waren, läßt erkennen, daß der Bestand nicht übermäßig intensiv befischt wird. Das wird auch dadurch unterstrichen, daß jetzt

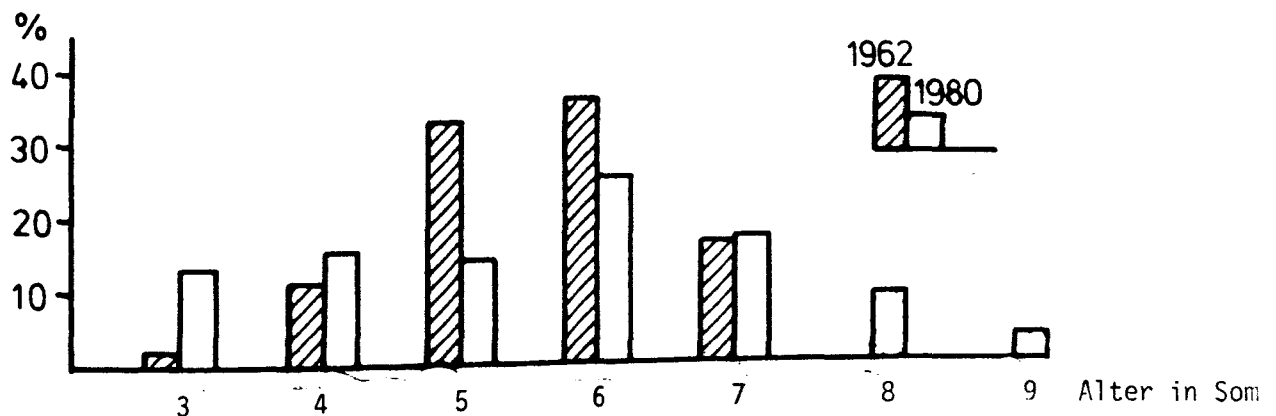


Abb. 19 : Relative Alterszusammensetzung der Plötzen 1962 und 1980

und im Gegensatz zu 1962 die 8 und 9jährigen in den Fängen vertreten waren.

Wie die Untersuchungen von SCHÜFER (1979) gezeigt haben, ist es weder den Plötzen noch den Brasseln möglich, sich im Brackwasser der Schlei fortzupflanzen, da die Eier beider Arten sehr empfindlich selbst auf sehr niedrige Salzgehalte von über 2 ‰ reagieren. Das bedeutet, daß die Schlei nur Aufwuchsgebiet für diese Fische sein kann, wenn die Jungfische nach etwa einem Jahr Salzgehalte von 14 - 18 ‰ tolerieren und bis in die mittlere Schlei vordringen (NELLEN 1965 b). Selbst bei einem durch die Ausdehnung der Faulschlammbezirke eingegengten Freßraum dieser

zum großen Teil von Bodentieren lebenden Arten können die Bestände in der Schlei kaum nahrungslimitiert sein, da sie aus natürlichen Gründen relativ zu der Gewässergröße keine übermäßig dichten Populationen zu bilden vermögen. Ihre Rekrutierung erfolgt ganz von den in die Schlei einmündenden Süßwasserzuflüssen her. Inwieweit die Fortpflanzungssituation dort durch eine erhöhte Gewässerbelastung möglicherweise schlechter geworden ist, ist wegen fehlender Daten nicht bekannt. Wir halten es aber für wenig wahrscheinlich, daß eine solche Entwicklung mit zu den stark abgesunkenen Plötzen erträgen beigetragen hat.

Die mittlere Ertragsminderung beim Brassen ist für die in Tab. 20 verglichenen drei Zeiträume weniger stark. Die in Abb. 20 aufgetragenen relativen Anteile der Altersgruppen in Fängen aus dem Jahr 1962 und 1980 lassen erkennen, daß der Bestand weder vor 20 Jahren noch gegenwärtig übermäßig stark befishet wurde.

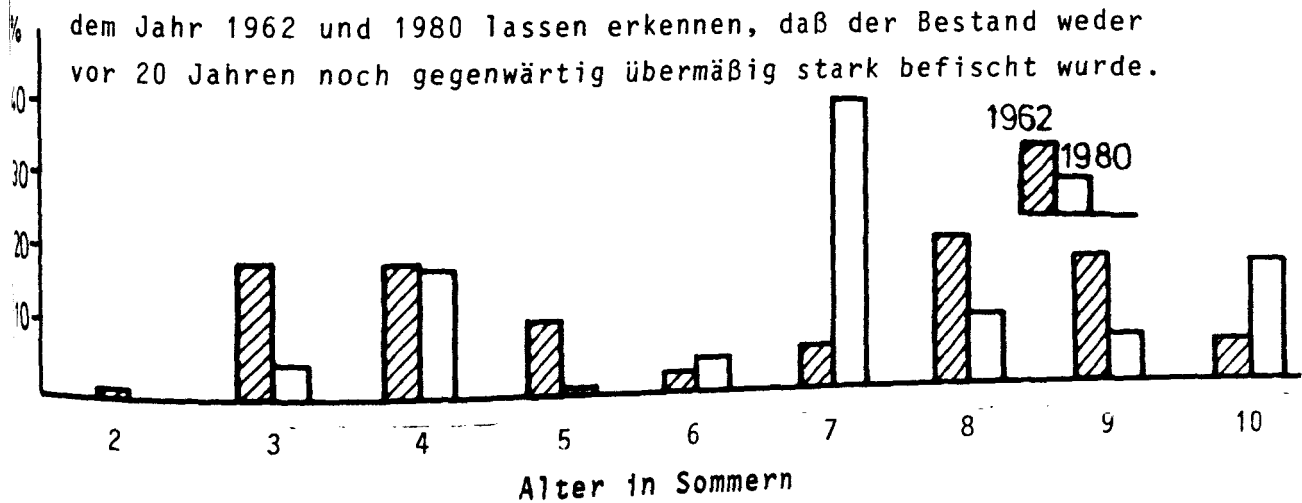


Abb. 20: Alterszusammensetzung in den Brassenfängen 1962 und 1980

Ähnlich wie beim Zander hob die Zunft auch für den Brassen das Fangverbot für den Einzelfischer auf und zwar im Jahr 1974. Das mag erklären, warum in diesem Jahr und ebenso im folgenden die Anlandungen plötzlich wieder stark anstiegen (Abb. 15). Die Schwierigkeiten Absatzmöglichkeiten mögen dann aber zu einem Desinteresse der Fischer an dieser Art geführt haben. In gewissem Umfang ist der Bestand aber auch den ungünstigen Umweltbedingungen in der Schlei ausgesetzt, die durch die Gewässerbelastung hervorgerufen werden und die zu einer Dezimierung der Population führen können:

Im Sommer 1978 kam es in der isoliert liegenden sehr flachen Bucht an der Zuckerfabrik in der Kleinen Breite zu einem größeren Brassensterben. Bei hoher Temperatur und stagnierendem Wasser trat durch das mit organischen Stoffen stark belastete Sediment eine so intensive Sauerstoffzehrung ein, daß der gesamte Flachwasserbereich sehr plötzlich sauerstofffrei wurde. Den Fischen war es nicht mehr gelungen, in die tieferen, stets sauerstoffreichen Freiwassergebiete der Kleinen Breite zu entkommen. Dieser Vorgang wurde seinerzeit von NELLEN (unveröff.) genauer untersucht. Wie häufig eine solche Situation eintritt, ist unbekannt. Nach Auskunft der Fischer kommt es allgemein nicht zu größerem Fischsterben, obwohl während der Sommermonate in Ufernähe an Schilfrändern nachts Sauerstoffmangel eintreten kann, den die Fischer aufgrund von toten Aalen, die sie in den morgens dort aufgenommenen Reusen finden, registrieren. Freibewegliche Fische entfernen sich offensichtlich zumeist rechtzeitig aus diesen Gefahrenzonen. Es hat aber den Anschein, daß sauerstoffarmes Bodenwasser in immer größeren Arealen auftritt. Im Juni 1981 beobachteten die Fischer über längere Zeit, daß trotz kühler Witterung etwa 2/3 der Aale, die in Reusen im Schleigebiet südlich der Linie Borgwedel-Kielfot gefangen wurden, abgestorben waren.

S t i n t . Der Stint ist eine an die Verhältnisse in Küstengewässern stark angepaßte Art. Er hat hier seinen eigentlichen Lebensraum und bildet bzw. bildete entlang der gesamten Nord- und Ostseeküste große anadrome Bestände. Die Fische ziehen zum Laichen ins Süßwasser und die Jungfische wandern relativ früh von dort wieder ins Meer ab.

Aus der Schlei ist der Fisch von altersher bekannt. Wirtschaftlich gesehen spielt er keine sehr große Rolle. Verfolgt man die Anlandungsmengen, die die amtliche Statistik angibt, sind bei diesem Fisch die Erträge ständig gestiegen. Für die 30er Jahre geben NEUBAUR und JAECKEL (1936) einen Jahresdurchschnitt von nur 0,4 t an, während des Zeitabschnitts 1962-1970 (Tab. 20) war der mittlere Jahresertrag mit 2,6 t am höchsten.

Der Laichplatz des Schleistints ist die Loiter Au. Es ist anzu-

nehmen, daß diese den ökologischen Ansprüchen der Art noch voll genügt. Die starke Eutrophierung der Schlei hat eher zu einer Verbesserung der Nahrungsgrundlage dieser sowohl von Plankton als von Bodentieren und Klein- bzw. Jungfischen lebenden Art beigetragen.

Die jährlichen Anlandungsmengen schwanken von jeher in extremer Weise (Abb. 11 und NELLEN 1968). Das hängt in erster Linie damit zusammen, daß die Fischereiaktivität auf den Stint mit dem Fangenerfolg auf lukrativere Fischarten im Zusammenhang steht.

F l u n d e r . Die Flunder ist eine katadrome Art. Von der Ostsee her unternimmt sie Nahrungswanderungen in die Schlei. Sie pflanzt sich dort aber nicht fort. Die Tab. 20 zeigt, daß die mittleren Jahreserträge in letzter Zeit gestiegen sind. Wie schon NELLEN (1968) feststellte, können die Anlandungen in der Schlei von Jahr zu Jahr stark schwanken (Abb. 21).

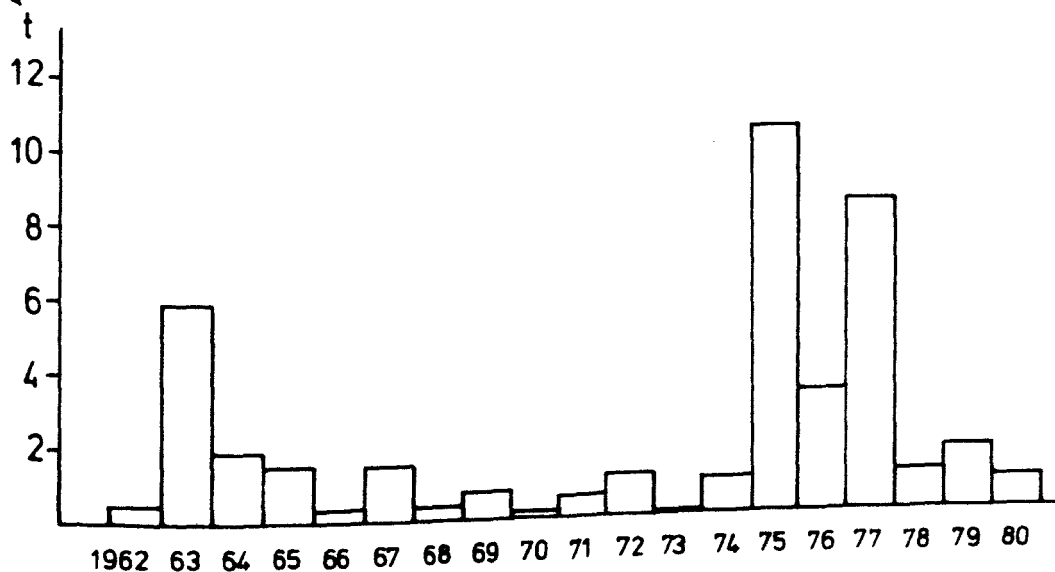


Abb. 21: Flundererträge in der Schlei in Tonnen

Die Ursache dafür ist bei den Verhältnissen im Ostseebestand zu suchen. Die Schlei hat sich für diese Art offensichtlich nicht in ungünstiger Weise verändert. Der Absatz der in der Schlei gefangenen Flunder wird heute aber dadurch erschwert, daß die Fische hier insbesondere im Sommer einen unangenehmen Geschmack annehmen, der von den Fischern mit intensiven Algenblüten

in Zusammenhang gebracht wird, was auch plausibel erscheint.

H e c h t . Der Hecht ist für die Schleifischerei bedeutungslos geworden. Die Fänge, die in den Jahren 1924 bis 1935 bei 2,3 t und von 1949 bis 1968 bei 2,2 t im Jahresmittel lagen (NELLEN 1968), gingen um den Faktor 10 zurück, wenn man die mittlere Ertragszahl für die Periode 1971-1980 betrachtet (Tab. 20). Da der Hecht einen sehr guten Verkaufswert hat, ist diese Einbuße für die Schleifischerei von relativ großem wirtschaftlichen Nachteil.

Für den Hecht kann der Ertragsrückgang am ehesten auf die ökologischen Veränderungen in der Schlei zurückgeführt werden. Einmal sind trübe, phytoplanktonreiche Gewässer keine sehr guten Hechtbiotop, zum anderen mangelt es dem Hecht als einem zwischen Pflanzen stehenden Laurer in der Schlei gegenwärtig an genügend geeigneten Standorten. Diese sind teilweise mit der Unterwasservegetation verschwunden, und in letzter Zeit gehen sie weiterhin durch das zuvor erwähnte Zurückweichen des Schilfbestandes aus tieferen, ufernahen Zonen zurück, wie es die Schleifischer beobachtet haben.

Andererseits hat auch bei dem Hecht, analog zum Zander, die Bestandspflege nachgelassen, die bis Anfang der 70er Jahre mit Hilfe von Besatzmaßnahmen von der Holmer Fischerzunft durchgeführt wurde. Nach NELLEN (1968) sind von 1952 bis 1960 in jährlich wechselnden Mengen Junghechte bzw. Hechtbrut regelmäßig in der unteren Schlei ausgesetzt worden und zwar zwischen 3.300 und 16.000 Stück jährlich.

Die Tabelle 24 gibt an, was nach dieser Zeit noch an Satzhechten in die Schlei gelangte.

Tab. 24: Anzahl der von der Holmer Fischerzunft angekauften Satzhechte (7-8 cm) für die Jahre 1961-1980

Jahr	Stückzahl	Jahr	Stückzahl
1961	15.000	1968	6.000
1963	9.000	1969	6.000
1965	7.000	1971	4.700
1966	10.000	1972	6.500
1967	6.000	1973-1980	0

Ein noch in den 60er Jahren bestehendes Obereinkommen, nach dem jedes Zunftmitglied pro 0,5 kg gefangener Hechte 10 Pf an die Gemeinschaft zum Ankauf von Hechtbesatz zahlen mußte, ist heute aufgehoben. Da gegen Ende der 60er Jahre ein sehr schneller Ertragsrückgang einsetzte (Abb. 22), ist nicht auszuschließen, daß neben der für den Hecht ungünstigen ökologischen Situation in der Schlei auch bei diesem Fisch eine fehlende Rekrutierung für das Absinken der Erträge mit verantwortlich ist.

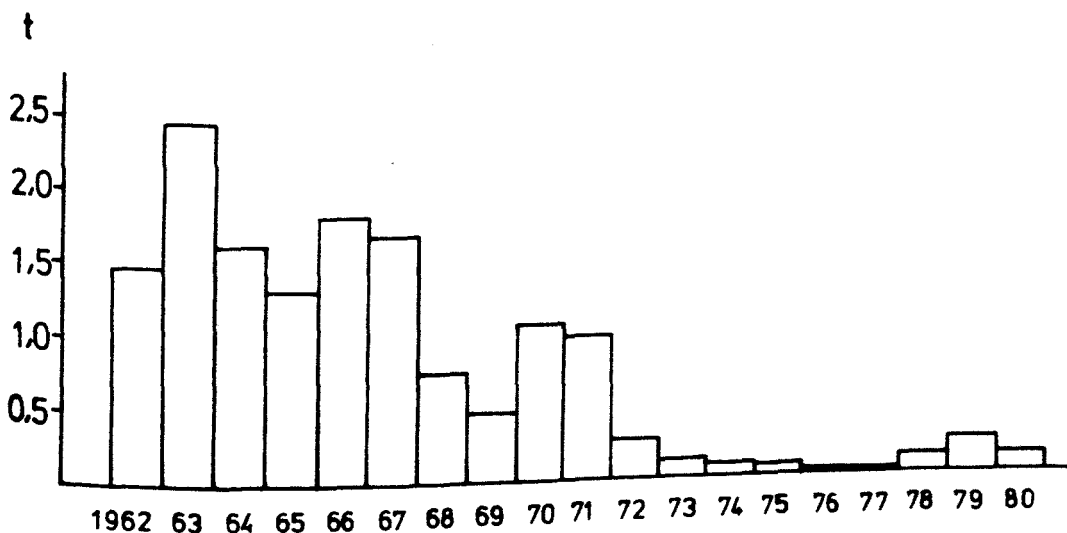


Abb. 22: Hechterträge in der Schlei in Tonnen

Auch der Hecht kann sich in der Schlei nur in den Süßwasserzuflüssen fortpflanzen. Fänge von kleinen Hechten, die im Mai 1981 in Aalreusen in der unteren Schlei gemacht wurden, zeigen, daß ein

natürliches Brutaufkommen auch jetzt noch stattfindet. Die Rekrutierung der Hechte erfolgt aber möglicherweise nicht in solchem Umfang, daß die früher gegebenen Erträge von gut 2 t pro Jahr auf Dauer erzielt werden könnten. Das muß nicht auf ungünstige Veränderungen auf den potentiellen Laichplätzen zurückgeführt werden. Da der Hecht in der Schlei wegen seines hohen Marktwertes stets mit wirksamen Methoden sehr intensiv befischt wurde (NELLEN 1968), ist es wahrscheinlich, daß es bei ihm schnell zu einer Rekrutierungsüberfischung kommt, d.h., daß der Elternbestand zu stark dezimiert wird.

Es wäre denkbar, daß ein regelmäßiger Einsatz von Junghechten die Erträge wieder verbessern könnte. In sehr guten Hechtgewässern kann man mit Fängen bis zu 10 kg Hecht pro ha und Jahr rechnen. In der Schlei ist der Lebensraum für den Hecht aber durch den schleiabwärts steigenden Salzgehalt eingeengt, er dringt kaum in Brackwasser über 8 ‰ vor (NELLEN 1965b). Das bedeutet, daß Hechte im wesentlichen nur in der oberen Schlei bis einschließlich der Großen Breite vorkommen können. Diese Fläche umfaßt nach PETERSEN (1978) rd. 2.000 ha. Der zwischen 1924 und 1966 übliche mittlere Jahresertrag von gut 2 t Hechten (NELLEN 1968) war also mit nur 1 kg/ha im angenommenen Verbreitungsgebiet immer relativ klein.

Folgt man wiederum einer groben Faustregel, kann man bei Satzhechten mit einer Überlebensrate von 40 % bis zum Wiederfang rechnen. Unter der Annahme, daß das mittlere Einzelgewicht der angelandeten Hechte 1,5 kg beträgt, ermittelt sich eine theoretische Menge von 1,7 Satzhechten pro ha und Jahr, die notwendig wäre, um einen ha-Jahresertrag von 1 kg zu erzielen, wenn die natürliche Rekrutierung vollständig versagt. Das würde auf eine Besatzeempfehlung von insgesamt gut 3.500 Stück pro Jahr für das vermeintliche Anfwuchsgebiet hinauslaufen. Diese Menge entspricht nur etwa 60 % derjenigen, die tatsächlich bis 1972 ausgesetzt wurde. Da ein sehr deutlicher Fangrückgang schon 1968 eintrat und ab 1972 noch einmal ein weiterer drastischer Abfall in den Ertragszahlen zu erkennen ist (Abb. 22), ist zu befürchten, daß es dem Hecht in der Schlei heute fast gänzlich an geeigneten Lebensbedingungen fehlt.

M e e r f o r e l l e . Wie beim Hecht sind die Erträge an Meerforellen in der Schlei während der letzten Dekade extrem stark abgefallen und bei dieser Art fast auf Null gesunken.

Da die Meerforelle sich anadrom verhält und die Jungfische nach dem Verlassen der Fließgewässer in die Ostsee wandern, kann der Rückgang der Ertragszahlen kaum mit ökologischen Veränderungen in der Schlei in Zusammenhang gebracht werden. Dafür gibt es aufgrund der gesamten biologischen Eigenschaften dieser Art auch keinerlei Anhaltspunkte.

Der Bestandszusammenbruch kann allein auf eine mangelnde Rekrutierung zurückgeführt werden. Die Ursachen dafür sind aufgrund unserer Untersuchungen nicht eindeutig erkennbar. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine Überfischung des Elternbestandes hierfür verantwortlich ist, verbunden mit dem Nachlassen der Bestandshege durch den Besatz der Laichgewässer mit vorgestreckten Jungtieren, wie es noch in den 50er Jahren mit Fischen geschah, welche aus Eiern erbrütet wurden, die von weiblichen Laichforellen aus der Loiter Au abgestreift wurden.

Ein gut organisiertes und abgestimmtes Programm des Bestandsmanagements für die Meerforelle könnte, wie anderswo, auch in der Schlei die Population wieder auf die frühere Größe zurückbringen.

S o n s t i g e A r t e n . Außer den in Tab. 20 aufgeführten Nutzfischarten gab es, abgesehen von dem ausgestorbenen Schleischnäpel, keine weiteren, die in der Schlei in nennenswerter Weise jemals eine Rolle gespielt hätten. Aland und Rotfeder, die vor 20 Jahren noch in geringer Zahl aber doch regelmäßig gefangen wurden, sind nach Auskunft der Fischer heute verschwunden. Ihre Bestände waren auch früher schon so klein, daß aus dieser Beobachtung keine weitreichenden Schlüsse gezogen werden können.

Hornhechte, die früher aus der Ostsee in kleineren Mengen zum Laichen bis in die mittlere Schlei vordrangen, sind dort längere Zeit nicht mehr beobachtet worden. Aber auch aus diesem Umstand lassen sich keine eindeutigen Folgerungen ableiten.

Der leichte Anstieg der mittleren Erträge unter der Rubrik "sonstige Arten" für die Zeitperiode 1971-1980 geht vermutlich auf Karpfenfänge zurück, die zum größeren Teil aus dem Busdorfer Teich und nicht aus der Schlei angelandet sein dürften. Wie die Tab. 25 zeigt, werden von der Zunft regelmäßig Satzkarpfen (K₂) gekauft, die seit 1969 in größeren Mengen als zuvor bezogen wurden.

Tab. 25: Mengen der von der Holmer Fischerzunft in einzelnen Jahren bezogenen Satzkarpfen (K₂) in kg

Jahr	Menge in kg	Jahr	Menge in kg	Jahr	Menge in kg
1962	200	1969	500	1974	500
1963	150	1970	500	1975	400
1966	150	1971	500	1976	500
1967	200	1972	500	1977	500
1968	400	1973	500	1978	500
				1981	260

Eine nicht genutzte Fischart, die Uklei (A. alburnus), war bis nach dem Krieg in der oberen Schlei häufig. Heute kommt sie in der Schlei nicht mehr vor. Der Bestand scheint - soweit die Fischer darüber noch Angaben machen können - bereits Mitte der 50er Jahre ausgestorben zu sein. Damals wurden auch größere Ukleisterben in der oberen Schlei beobachtet. DUNKER (1960) beschreibt die Art als Bewohner größerer klarer Flüsse und Seen, die auch im Brackwasser zu finden ist. Es scheint sich bei ihr tatsächlich um eine Indikatorart für Biotopveränderungen zu handeln, da ihr Verschwinden aus eutrophierenden Seen ebenfalls bekannt ist.

4 GESAMTBEURTEILUNG DER FISCHEREILICHEN SITUATION

Die Eutrophierung der Schlei ist heute wahrscheinlich so weit vorangeschritten, daß sich die jetzt bestehenden ökologischen Verhältnisse nicht mehr weiter verändern. Dafür sprechen die wenig voneinander abweichenden Ergebnisse der Untersuchungen aus den frühen 50er und 60er Jahren (KÄNDLER 1953, NELLEN 1965) und den mittleren 70er Jahren (PETERSEN 1978). Die spezifischen Wasserströmungen in der Schlei und die offene Verbindung zur Ostsee halten die Förde vermutlich in dem gegenwärtigen hypertrophen Zustand mit unbeschränktem Nährstoffangebot stabil. Damit ist eine Art Climax-Stadium erreicht. Gegenüber dem davor bestehenden Stadium zeichnet sich das jetzige in Bezug auf das allgemeine Artenvorkommen durch deutliche Reduktionen in der Artenvielfalt aus, die vorwiegend Wirbellose und Pflanzen betrifft.

Die Nutzfischarten tolerieren die eingetretenen Veränderungen weitgehend, und sie sind unmittelbar am wenigsten von ihnen betroffen. Als ein Sekundäreffekt, der die Lebensansprüche dieser Arten beeinflußt haben könnte, wäre ggf. die Vergrößerung der Faulschlammbezirke und damit eine Einengung des Freiraums zu betrachten. Daß die Auswirkungen dieses Ereignisses relativ klein geblieben sind, steht mit einem natürlicherweise für die Fischfauna gegebenen spezifischen ökologischen Umstand der Schlei im Zusammenhang. Im Verhältnis zur Flächenausdehnung des Gewässers ist der Fischbestand in der Schlei nie sehr groß gewesen. Der Grund dafür ist, daß es abgesehen von den nur wenige cm langwerdenden Grundeln und Stichlingen weder limnische noch marine Fischarten gibt, die die Schlei als Biotop während aller Lebensstadien tolerieren (NELLEN 1965 b). Der Salzgehalt limitiert die Rekrutierung der Süßwasserfischarten in der Schlei einschneidend, so daß diese dort starke Bestände nicht aufbauen können. Damit sind die in ihrer Größe reduzierten Weideflächen der Fische für deren Ernährung immer noch ausreichend. Dies zeigt auch das unverändert gute Wachstum der daraufhin untersuchten Arten.

Soweit Fische als Larven, Jungfische oder Adulte das freie Wasser der Schlei besiedeln, sind die Nahrungsverhältnisse für sie durch die Eutrophierung eher besser geworden.

Rückgänge der Fangmengen beim Aal sind nicht unbedingt spezifisch für die Schlei. Bei anderen Arten können als Ursachen für Ertragsminderungen sicher nur Überfischungstendenzen und nachlassendes Interesse an der Befischung erkannt werden. Eingeschränkte Reproduktionsmöglichkeiten in den in die Schlei einfließenden Laichgewässern werden zusätzlich eine Rolle spielen. Dies bedürfte einer gesonderten und eingehenden Untersuchung.

Wir sind der Ansicht, daß für bestimmte Arten gezielt durchgeführte Bestandspflegemaßnahmen wieder zu höheren Erträgen führen können. Solche Maßnahmen sind in erster Linie in Form einer künstlichen Rekrutierung durch Jungfischbesatz von Zander und Meerforelle und möglicherweise auch Hecht erfolgversprechend. Sobald die Bestände dieser Arten wieder aufgebaut sind, könnte man durch eine fischereibiologisch sinnvolle Befischung zu erreichen versuchen, daß eine Überfischung des Elternbestandes vermieden wird, um so von ständigen Besatzmaßnahmen unabhängig zu werden. Welches Verfahren aber letztlich für das Bestandsmanagement einfacher oder auch billiger ist, bedürfte einer späteren Erörterung.

Der Umstand, daß die Schlei ein nahrungsreiches und von ihrer gesamten ökologischen Situation her günstiges Biotop für Fischarten darstellt, die das Brackwasser tolerieren, war auch Veranlassung für umfangreichere Besatzmaßnahmen mit vorgestreckten, etwa 10 cm langen Coregonen, die 1979 begonnen wurden und im Herbst 1980 abgeschlossen werden (NELLEN und JÄGER 1979a und 79b). Diese Fische sollen den ihnen nahe verwandten, jetzt ausgestorbenen Schleischnäpel ersetzen. Das Verschwinden des Schnäpels konnte ebenfalls nicht mit spezifischen Biotopveränderungen in der Schlei selbst in einen ursächlichen Zusammenhang gebracht werden (NELLEN 1968). Wiederaufnahmen von im Herbst 1979 in die Kleine Breite eingesetzten Coregonen im Herbst 1980 und Frühjahr 1981 lassen erkennen, daß diese Fische vom Grundsätzlichen her in der Schlei gute Lebens-

bedingungen vorfinden. Die Mageninhalte der jetzt 22 bis 26 cm langen Tiere zeigen, daß sie das vorhandene spezifische Nahrungsangebot des Brackgewässers (u.a. große Mengen von Nereis) nutzen und von entsprechend guter Kondition, d.h. gutem Ernährungszustand, sind. Ihr Wachstum verlief bislang ebenfalls zufriedenstellend und entsprach dem der Blaufelchen des Bodensees (NOMANN und QUOSS 1970). Das Vordringen der eingesetzten Fische bis Arnis ist ein Zeichen dafür, daß sie, wie vormals die Schnäpel, das Brackwassermilieu der Schlei voll tolerieren. Da der Erfolg von Besatzmaßnahmen jedoch weiterhin von spezifischen genetischen Eigenschaften der Tiere beeinflußt werden kann, die etwa das Verhalten gegenüber Räubern oder das Wanderverhalten bestimmen, und die schwer im voraus abgeschätzt werden können, sind Aussagen über einen endgültigen Erfolg solcher Versuche frühestens möglich, wenn die Fische geschlechtsreif geworden sind und sie ihren gesamten Lebenszyklus abgeschlossen haben.

Die Resultate der dargestellten fischereibiologischen Untersuchungen in der Schlei lassen nicht den Schluß zu, daß das Gewässer ökologisch noch hinreichend intakt ist. Sie zeigen vielmehr, daß die meisten Nutzfischarten zur Beurteilung dieses Komplexes nicht die alleinigen und auch nicht die geeignetsten Bioindikatoren sein können. Dafür müssen noch andere Kriterien neben solchen fischereibiologischer Art herangezogen werden. Das sei zum Schluß hervorgehoben, da sich häufig die Vorstellungen über die Güte eines Gewässers auf die Frage nach der Menge der Fischanlandungen und des Fischwachstums konzentrieren.

5 LITERATURVERZEICHNIS

- ALTNÖDER, K., 1927: Untersuchungen an den Heringen der westlichen Ostsee und Bericht über die Untersuchungsfahrt zur Feststellung des Vorkommens von Herbstheringslarven in der Laichperiode 1927. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 4
- ANONYM, 1976: First Report of the Working Group on Stocks of the European Eel. Charlottenlund, 27-31 October 1975. Anadromous and Catadromous Fish Committee, C.M. 1976/M:2
- ANONYM, 1977: Report of the Joint ICES/EIFAC Working Group on Eels. Charlottenlund, 8-12 August 1977. Anadromous and Catadromous Fish Committee, C.M. 1977/M:45
- BAGENAL, T. und F.W. TESCH, 1978: Age and Growth. In: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, Ed. by T. BAGENAL. BLACKWELL, Oxford, IBP. Handbook No 3, 3rd Edition, 101-136
- BAUCH, G., 1966: Die einheimischen Süßwasserfische, Neumann-Neudamm, Melsungen, 5. Auflage, 200 S.
- BEVERTON, R.J.H. und S.J. HOLT, 1956: The Theory of Fishing. In: GRAHAM, M.: Sea Fisheries, London, 372-441
- BÖTTGER, R., 1979: Untersuchungen über das Zooplankton der Schlei im Hinblick auf das Nahrungsangebot für Heringslarven im Frühjahr. Diplomarbeit Hamburg, 109 S.
- BUCHHOLZ, H., 1952: Das Brackwasserzooplankton an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Dissertation, Kiel
- DAHL, J., 1967: Some recent observations on the age and growth of eels. Proc. 3rd Brit. Coarse Fish. Conf. Liverpool, 48-52

- DUNCKER, G., 1960: Die Fische der Nordmark. Abh. u. Verh. d. Naturwiss. Ver. i. Hbg. N.F., 3, Suppl. 1960, 432 S.
- EHRENBAUM, E. und H. MARUKAWA, 1913: Ober Altersbestimmung und Wachstum beim Aal. Z. Fisch. 14, 89-127
- FILUK, J., 1961: Nachkriegsstudium über Biologie und Fang des Zanders des Frischen Haffs. Z. Fisch. 10 (NF), 705-709
- GENZOE, K.J., 1906: Age and rate of growth of the eel. Rep. dan. biol. stat. 14, 10-39
- HACKER, R. und P. MEISRIEMLER, 1978: Vorläufiger Bericht über Wachstumsuntersuchung am Aal (Anguilla anguilla) des Neusiedler Sees. Österreichs Fischerei, 31 (2/3), 29-35
- HARTMANN, J., 1975: Der Barsch (Perce fluviatilis) im eutrophierten Bodensee. Arch. Hydrobiol., 76 (3), 269-286
- HEINCKE, F., 1898: Naturgeschichte des Herings. Abh. Deutsch. Seefischereiver. Bd. 2, 223 S.
- HENSEN, V., 1897: Was sind die Bedingungen für den Zug der Heringe in die Schlei? 20. Jahresber. d. Central Fischereivereins, Rendsburg
- HERRMANN, G. und G. MARRE, 1961: Aalfang und Aalwirtschaft in Schleswig-Holstein. Z. Fisch. 10 (NF), 611-624
- HOFSTEDE, A.E., 1974: Studies on growth, ageing and back-calculation of roach Rutilus rutilus L. and dace Leuciscus leuciscus L. In: BAGENAL, T.B. (Ed.), Ageing of Fish, Unwin Brothers, 137-147
- HOHENDORF, K., 1966: Eine Diskussion der v. BERTALANFFY-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. Kieler Meeresforsch. 22, 70-97

- JAECKEL, S., 1962: Die Tierwelt der Schlei. Übersicht einer Brackwasserfauna. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 33, 11-32
- KÄNDLER, R., 1973: Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Kieler Meeresforsch. 9, 176-200
- KÄNDLER, R., 1956: Die hydrologischen Verhältnisse in den Buchten und Förden der Ostküste Schleswig-Holsteins im Hinblick auf die Abwasserbelastung. - Arbeiten des Deutschen Fischerei-Verbandes, 7, 17-24
- KIECKHÄFER, H., 1967: Die Auswirkung der Eutrophierung des Bodensees auf das Wachstum der Bodenseepfütze. Allg. Fisch. Ztg. 92, 57-59
- KREY, J., 1956: Die Trophie küstennaher Meeresgebiete. Kieler Meeresforsch. 12, 46-64
- KUHLMANN, H., 1975: Der Einfluß von Temperatur, Futter, Größe und Herkunft auf die sexuelle Differenzierung von Glasaalen (Anguilla anguilla). Helgoländer wiss. Meeresunters. 27, 139-155
- LASKER, K., 1945: Wachstum und Ernährung des Barsches (Perca fluviatilis L.) in ostholsteinischen Seen. Arch. Hydrobiol. 40 (4), 1009-1026
- LE CREN, E.D., 1947: The determination of the age and growth of the perch (Perca fluviatilis) from the opercular bone. - J. Anim. Ecol. 16, 188-204
- LENZ, J., 1970: Planktologie. In: Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. Kieler Meeresforsch. 26, 180-192
- LÖWENBERG, U., 1979: Untersuchungen über den Aal in der Deutschen Bucht - Biologie und Fischerei. Diplom-Arbeit Fachber. Biol. Univ. Hamburg

- LUPATSCH, I., 1981: Die jüngste Entwicklung der Fischerei in der Schlei. Diplomarbeit, Kiel, 62 S.
- MORIARTY, C. und B. STEINMETZ, 1979: On the ageing of eel. In: ICES/EIFAC Symposium on Eel Research and Management (Eds.) THURLOW, 70-74
- MUUS, B.J. und P. DAHLSTRÖM, 1976: Süßwasserfische. BLV München, Bern, Wien, 3. Auflage, 224 S.
- NEB, K.E., 1952: Untersuchungen über Fortpflanzung und Wachstum an den Heringen der westlichen Ostsee. Dissertation Kiel, 145 S
- NELLEN, W., 1963: Fischereibiologische und faunistische Untersuchungen in der Schlei, einer Ostseeförde Schleswig-Holsteins. Dissertation Kiel, 187 S.
- NELLEN, W., 1965a: Neue Untersuchungen über den Schleihering, eine lokale Brackwasserform von Clupea harengus L. - Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 18, 163-193
- NELLEN, W., 1965b: Beiträge zur Brackwasserökologie der Fische im Ostseeraum. - Kieler Meeresforsch. 11, 192-198
- NELLEN, W., 1967: Ökologie und Fauna (Makrovertebraten) der brackigen und hypertrophen Ostseeförde Schlei. Arch. Hydrobiol. 63, 273-309
- NELLEN, W., 1968: Der Fischbestand und die Fischereiwirtschaft in der Schlei. Biologie, Wachstum, Nahrung und Fangserträge der häufigsten Fischarten. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 38, 5-50
- NELLEN W. und T. JÄGER, 1979a: Besatzmaßnahmen mit Maränen in Küstengewässern? Fischerblatt 5, 131-133
- NELLEN, W. und T. JÄGER, 1979b: 40.000 vorgestreckte Maränen in die Schlei ausgesetzt. Fischerblatt 12, 340-342

- NELLEN, W., G. RHEINHEIMER (Hsg.), 1970: Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. Kieler Meeresforsch. 26, 105-216
- NEUBAUR, R. und S. JAECKEL, 1936/37: Die Schlei und ihre Fischereiwirtschaft. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 21 (22), 190-265, 314-360 und 440-482
- NOMANN, W. und H. QUOSS, 1970: Neuere Ergebnisse in der Forschung an Blaufelchen (Coregonus wartmanni) seit der Eutrophierung des Bodensees. - Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 21, 234-247
- PEÑÁZ, M. und F.W. TESCH, 1970: Geschlechtsverhältnis und Wachstum beim Aal (A. anguilla) an verschiedenen Lokalitäten von Nordsee und Elbe. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 21, 290-310
- PETERSEN, P., 1978: Die Schlei. Bericht über die Untersuchung des Zustandes und der Benutzung. Bd. 1. Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, 271 S.
- RAHN, J., 1955: Untersuchungen über Alter und Wachstum des Aalbestandes im Sakrower See. Z. Fisch. 4 (N.F.), 235-256
- RAHN, J., 1957: Beitrag zur Altersbestimmung an Aalen. Z. Fisch. 6 (N.F.), 393-396
- RASMUSSEN, G. und B. THERKILDSEN, 1979: Food, growth and production of Anguilla anguilla L. in a small Danish stream. In: ICES/EIFAC Symposium on Eel Research and Management. (Eds.) THURLOW, 32-40

- RAUCK, G., 1964: Die Struktur der Otolithen des Ostseeherings als Hilfsmittel bei der Trennung biologischer Gruppen. Dissertation Kiel, 93 S.
- RÖPER, K. Chr., 1936: Ernährung und Wachstum des Barsches in Gewässern Mecklenburgs und der Mark Brandenburg. Z. Fisch. 34
- SCHIEMANN, S., 1974: Die Primärproduktion des Phytoplanktons der Schlei und des Windebyer Noors im Jahre 1972. (Ein Vergleich von Methoden und Biotopen). Dissertation Kiel, 173 S.
- SCHINDOWSKI, E.W. und F.W. TESCH, 1957: Wachstumsrückberechnung an Perca fluviatilis L., Z. Fisch. 5 (NF) (3/4), 247-267
- SCHNACK, D., 1972: Nahrungsökologische Untersuchungen an Heringslarven. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch. 22, 273-343
- SCHNACK, D. und R. BÖTTGER, 1981: Interrelation between invertebrate plankton and larvae fish development in the Schlei Fjord, Western Baltic. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 5, 202-210
- SCHÖFER, W., 1979: Untersuchungen zur Fortpflanzungsfähigkeit der Plötze (Rutilus rutilus) im Brackwasser. Archiv f. Hydrobiol. 86, 371-395
- SINHA, V.R.P. und J.W. JONES, 1966: On the sex and distribution of the freshwater eel (Anguilla anguilla L.). J. Zool. Lond. 150, 371-385
- STEFFENS, W., 1960: Ernährung und Wachstum des jungen Zanders (Lucioperca lucioperca L.) in Teichen. Z. Fisch. 9 (NF), 161-271
- STEINMETZ, B., 1974: Scale reading and back-calculation of bream Abramis brama L. and rudd Scardinius erythrophthalmus L. In: BAGENAL, T.B. (Ed.), Ageing of Fish, Unwin Brothers, 148-157

- SVARDSON, G., 1976: The decline of the Baltic eel population. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 55, 137-143
- TESCH, J.J., 1928: On sex and growth investigations of the freshwater eel in Dutch waters. J. Cons. perm. int. Explor. Mer 3, 52-69
- TESCH, F.W., 1955: Das Wachstum des Barsches in verschiedenen Gewässern. Z. Fisch. 4 (N.F.) (5/6)
- TESCH, F.W., 1973: Der Aal. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 306 S.
- THUROW, F., 1957: Beiträge zur Biologie des Flußaales Anguilla vulgaris. Dissertation Kiel, 112 S.
- THUROW, F., 1959: Über Fangserträge und Wachstum des Aales in der westlichen Ostsee. Z. Fisch. 8 (N.F.) (1/8), 597-626
- v. BERTALANFFY, L., 1938: A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10, 181-213
- WEBER, W., 1975: Ein Markierungsexperiment an Frühjahrsheringen der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 24, 184-188
- WIKTOR, J., 1961: Einige biologische Eigenschaften des Zanders als Funktion der Lebensbedingungen im Oderhaff. Z. Fisch. 10 (N.F.), 697-703
- WITT, U., P.H. KOSKE, D. KUHLMANN, J. LENZ u. W. NELLEN, 1981: Production of Nannochloris spec. (Chlorophyceae) in large-scale out door tanks and its use as a food organism in marine aquaculture. Aquaculture 23, 171-181
- WUNDSCH, H.H., 1973: Barsch und Zander. Neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen-Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 2. Auflage, 76 S.