

Berichte
aus dem
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
an der
Christian-Albrechts-Universität Kiel

Nr. 189

**Biologie und Populationsdynamik
der Kliesche (*Limanda limanda* (L.))
in der Ostsee**

**Biology and Population Dynamics
of Common Dab (*Limanda limanda* (L.))
in the Baltic**

von

Axel Temming

DOI 10.3289/IFM-BER_189

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von :
Institut für Meereskunde
Abt. Fischereibiologie
Düsternbrooker Weg 20
D 2300 KIEL 1

ISSN 0341-8561

Abstract

Separation of Baltic Sea Stocks of dab (Limanda limanda L., Fam. Pleuronectidae) was investigated by means of tagging experiments and analysis of meristic characters. Average biomass and total mortality was estimated using virtual population analysis for the northern and southern part of the Western Baltic for the period 1954 - 1967. Growth and catch per effort were also compared for these two parts of the Western Baltic. Trends in catch per effort were analysed for six fixed stations in the southern Part of the Western Baltic between 1956 and 1987. Catch per effort data of the 1980s were also related to the oxygen content of bottom water. The long term development of the dab stock near Bornholm island was analysed based on historical data and results were related with trends in oxygen content of the bottom water. An iterative method is presented which allows for the estimation of fishing mortality while excluding recaptures of tagged fish from an initial period immediately after release of the fishes.

Summary

Because the low economic importance of dab (Limanda limanda) in the Baltic only limited research effort has been directed to this species so far. The ecological importance of dab, however, is great due to high stock abundances, especially in the Western Baltic. This study attempts to fill a part of the gap in knowledge about biology and population dynamics of dab in the Baltic. An experimental fishing program was performed between 1982 and 1986 in the Western Baltic where in 1986 a tagging experiment was also conducted. Furthermore, unpublished data were available from the archives of the Danish Institute for Fishery and Marine Research in Charlottenlund and the Kiel and Hamburg laboratories of the Bundesforschungsanstalt für Fischerei. The following results were obtained:

- 1) Migrations of tagged dab (N = 1355) occurred mainly in northern and western directions. 9% of dab released in Kiel Bay and 24% of dab released in Mecklenburg Bay emigrated to the Belts and the Kattegat. Emigration rate from Mecklenburg to

Kiel Bay was 49%, this was interpreted as migration to spawning grounds.

2) Dab in the Baltic can be separated into three groups by means of significant differences in the number of anal fin rays (data from A.C.Jensen (1938) reanalysed): a) Kattegat, b) Western Baltic (Belts, Kiel and Mecklenburg Bay and waters south of Møen island) and c) Bornholm area. Isolation of the dab population at Bornholm is also indicated by higher bodies of these fish, which is reflected in a small selection range (1.8 cm, data from J.Borowik (1930) reanalysed) compared to the selection range of dab from the Western Baltic (3.2 cm). Furthermore tagging experiments from Laurinat (1932, 1933) showed no exchange between the Western Baltic and the Bornholm area (Additional evidence for mixing of stocks within the Western Baltic is presented in the following two paragraphs).

3) Experimental trawling with beam trawls in Kiel Bay yielded only 13 0-group dab in 10.2 h trawling. Some were caught on soft bottom at 22m depth, some on stony grounds between 13 and 20 m depth close to the station "Süderfahrt". Early life stages of dab probably suffer from low oxygen levels in the bottom water during the months after their spawning season. As fishing with close bottom contact of the ground rope is not possible in large areas of Kiel Bay, it can not be excluded, however, that 0-group dab occur in large numbers on shallow stony grounds.

4) I-group dab can be caught with fine meshed trawls not before late summer in Kiel Bay. The first concentrations occur at stations close to the entrance of the Great Belt in 1984 and 1985. This indicates immigration of I-group dab through the Great Belt.

5) The fraction of dab exceeding the Danish minimum landing size of 25 cm differs strongly between the northern and the southern part of the Western Baltic. The low fraction in the North mainly reflects low growth compared to the South. Differences between the median lengths of single age groups increase with age from 1 cm in age group I (females in September) to 8 cm in age group V (females in March). The

observed differences in growth can largely be explained by different population densities. Age groups 0-III in the North and age groups 0-II are not fully recruited at the trawl fishery. A large proportion of these age groups probably lives on shallow stony grounds.

6) Due to the differences in growth and length composition estimations of discard, total mortality and stock size were made separately for both subareas of the Western Baltic. Calculations were made using Virtual Population Analysis with three modifications:

- Length composition of the commercial catch was estimated from length composition data of research vessels as no undersized fish occur in the market samples. Length frequency distributions from small-meshed research nets were corrected for the difference in mesh size compared to commercial nets using selection curve and selection factor estimated from O.Bagge's unpublished selection data.

- The fraction of discard was estimated assuming that fishermen strictly respect the minimum landing size. Hence the weight ratio of all fish below and all fish above the minimum landing size in the corrected length distributions is an estimator for the weight ratio of discard and landings.

- Computations were not performed for real cohorts but for a single average cohort representing the years 1954 - 1967.

Age structure was based on otolith readings. Catches in numbers at age were expressed on a monthly basis. No information was at hand about natural mortality, which was therefore varied within a range of expected values ($M = 0.2 - 0.5 \text{ year}^{-1}$).

Mean annual landings amount to 897 mt while 3472 mt are discarded in the northern part of the Western Baltic. The corresponding figures for the southern part are 365 mt landings and 446 mt discard.

Total mortalities were estimated as 1.5 year^{-1} for age group IV-VII in the northern and as 1.6 year^{-1} for age groups III-VI in the southern part.

Estimated stock sizes strongly depend on the assumed natural mortality: with $M = 0.2 \text{ year}^{-1}$ the stock abundance is 180 millions (6778 mt) in the northern and 21 millions (1200 mt) in the southern part; with $M = 0.5 \text{ year}^{-1}$ the values become 361 Millions (10819 mt) and 47 millions (2823 mt), respectively.

7) Time series of catch per effort data from research vessels obtained from 1956 until 1987 at six fixed stations in Kiel Bay were analysed. A significant increase was only visible at the Station "Millionenviertel" closest to the entrance of the Great Belt and where on the average the highest salinity and oxygen levels of the bottom water occur. Danish scientists since the 1960s in the northern part of the Western Baltic found a strong increase of dab abundance in experimental trawl catches corresponding with an increase in landings in recent years. This increase of the dab stock may be masked in the southern parts of the Western Baltic by the decreasing oxygen levels of the bottom water, which added variability to the catch per effort data.

8) The dab stock appears not to be in danger of recruitment overfishing so far; in deed the stock shows signs of increase although total mortality, of which fishing mortality forms a large part, is extremely high. This can be explained with three causes:

- Size of the majority of dab is small when compared with that of the target species, for which the meshsizes are adjusted.
- First maturity occurs at small sizes
- A large proportion of prerecruits lives on stony grounds, where trawling is impossible

9) A compilation of catch per effort data from research fishing by 15 small subdivisions of the Western Baltic indicates a strong declining trend in stock density from the north to the south. On average the mean density in the northern part is 2.4- to 8.4 times that of the southern part, depending on the method

of estimation. The low figure is based on medians of the catch per effort data, the high figure is derived from the VPA-stock numbers and planimetric estimation of the sizes of both subareas.

10) Catch per effort data obtained between 1982 and 1985 in Kiel Bay have been plotted on the oxygen concentration in the bottom water, which was measured immediately before or after each haul. High catch rates (>100 dab/h) occurred only at oxygen levels above 1.5 mlO₂/l; practically no dab were caught below 1 mlO₂/l.

11) Total landings of dab from the Baltic Proper increased strongly during the 1920s to a maximum of over 2500 mt in 1931. After 1932 landings dropped to a level of approximately 1200 mt; since 1940 landings have never exceeded 200 mt.

12) Published and archived catch per effort suggest that the stock of dab in the Baltic Proper was very dense in the Bornholm area at least since the beginning of the century. The easternmost center of distribution was the "Mittelbank". The decrease of landings during the 1930s occurred along with a decrease in catch per effort. Since the 1960s practically no dab have been caught during experimental trawl surveys in the Bornholm area. These trends are confirmed from quantitative egg catches, which also show that the Bornholm Basin had been the only important spawning place in the Baltic proper.

13) Increasing landings since the 1920s are probably a consequence of intensified fishing in the deeper parts of the Baltic Proper with small motor trawlers in combination with improved growth due to thinning of the stock.

14) From the published row data of two tagging experiments with dab at Bornholm in 1930 and 1931 fishing mortality was estimated as 0.5 year⁻¹.

15) Total mortality was estimated as approximately 1.0 year⁻¹ based on the catch curve method applied to published age composition data of experimental fishing during the 1930s. The

resulting high natural mortality of 0.5 year^{-1} can be explained with 1) low oxygen levels in the bottom water during spawning time and 2) predation by cod, which was hardly fished at that time.

16) A 50%-retention length of 17.8 cm for a trawl with 45mm mesh size is derived from the evaluation of the row data of a selection experiment, which was performed by J.Borowik in the Bay of Gdansk at the end of the 1920s. The mesh size used in the experiment was close to average mesh size of trawls of Pommeranian fishermen in the 1920s. According to data from E.M.Poulsen 50% of the female dab were already mature at this 50%-retention length, some even at a length of 10 cm. As fishing mortality was low in the Bornholm area during the 1930s, compared to that of the Western Baltic stock, it is unlikely that recruitment overfishing was the cause for the breakdown of the dab stock at Bormholm.

17) It is assumed that the breakdown of the stock was caused by a decrease of the average oxygen content in the bottom water of the Bornholm basin by about $2 \text{ mlO}_2 / \text{l}$ (since 1900), which was found to be significant by W.Matthäus (1979). The early life stages of dab need higher salinities than those of flounder and cod; therefore young dab have to stay in deeper, less oxygenated water layers. Plaice eggs also require higher salinities than those of flounder and cod, but the fry of plaice benefits from winter spawning, during which new saline and oxygen rich Kattegat water enters the Baltic Proper. On the other hand, most of the oxygen is used up until summer, when the young dab start their life on the bottom.

18) An iterative method for the estimation of fishing mortality from tagging data is presented, which allows for the exclusion of the returns from the first months after release, if the recaptures are influenced by fishing on the grounds of release or incomplete mixing of tagged and untagged fish.

Danksagung

Herr Prof. Dr. W. Nellen gab mir das Thema und übernahm die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Vor allem aber verdanke ich seinem nachhaltigen Engagement die verschiedenen Finanzierungen, die dieses Vorhaben ermöglichten. Außerdem stellte er mir einen perfekt ausgestatteten EDV-Arbeitsplatz zur Verfügung.

Herr Prof. Dr. O. Bagge stellte mir aus dem Archiv des Danmarks Institut for Fiskeri og Havundersøgelse in Charlottenlund in großzügigster Weise sehr umfangreiches unveröffentlichtes Datenmaterial zu Verfügung. Er und sein Mitarbeiter Dr. Steffensen gaben mir bei meinen Aufenthalten in Kopenhagen jede erdenkliche Auskunft und Unterstützung.

Prof. Dr. Thurow, Prof. Dr. Tiews und Dr. Weber öffneten mir die Archive des Instituts für Küsten- und Binnenfischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei im Hamburg und stellten große Mengen unpublizierter Daten zur Verfügung. Sie gaben zusätzlich wertvolle Ratschläge und Anregungen für die Durchführung der Auswertungen.

Dr. Michael Weigelt war die tragende Säule unseres gemeinsamen Fisch- und Benthosmonitorings, welches an Bord von FK "Littorina" und FK "Alkor" stets in erfrischend fröhlicher Stimmung durchgeführt wurde. Zum Gelingen dieser Fahrten in guter Atmosphäre trugen gleichermaßen die Kapitäne V. Ohl und H. Sichau und ihre Mannschaften sowie die vielen ausnahmslos unbezahlten Helfer bei, die sich für Filet und Transitation um die Wissenschaft verdient gemacht haben.

Dr. Rauck beriet mich in technischen Fragen des Markierungsexperimentes, die Mitarbeiter der Außenstelle Kiel der BFA für Fischerei, insbesondere Frau Meister, unterstützten den organisatorischen Ablauf des Experimentes, an dessen Gelingen viele Fischer, Fischmeister, Fischereiorganisationen und Institute in Dänemark und Deutschland beteiligt gewesen sind.

Die Mitarbeiter der fischereibiologischen Abteilungen in Kiel und Hamburg, Patricia Gorre, Brigitte Rohloff, Dagmar Weggen, Hiltrud Worthmann, Reinhard Diercking, Michael Großmann, Dirk Jarosch, und Rudi Lühje, waren immer geduldig, hilfs- und diskussionsbereit, wenn kleine oder größere Probleme auftraten. Mit den Kollegen Dr. Rüdiger Berghahn, Tomas Gröhsler, Dr. Nils Hammer, Maria Karakiri, Fritz Köster, Joachim Kreikemeier, Werner Pfeiffer, Mark Prein, Marten Ruth, Dr. Ulrich Saint-Paul und Kai Wieland ergaben sich fruchtbare Diskussionen, aus denen zahlreiche Anregungen für die Arbeit resultierten.

Insbesondere verdanke ich Privatdozent Dr. habil. Daniel Pauly einige kräftige Anstöße, die sehr motivierend wirkten.

Prof. Dr. Schnack setzte sich kritisch mit einem Teil der methodischen Ansätze auseinander und unterstützte großzügig unser praktisches Fischereiprogramm.

Marius Kiemer und Sabine Trier tippten geduldig einen Teil der Daten in den Rechner ein.

Dr. Horn von Deutschen Hydrographischen Institut erstellte eine Reihe von Seekartenauschnitten.

Die Mitarbeiter des Rechenzentrums der Universität Kiel waren stets außerordentlich hilfsbereit, ohne ihre effiziente Unterstützung wären die umfangreichen Rechenarbeiten nicht möglich gewesen.

Meine Frau Birthe konnte nach der Geburt unserer Tochter ihr Studium nur noch unter sehr erschwerten Bedingungen fortsetzen. Darüberhinaus ist sie maßgeblich an der Bearbeitung der Tabellen und Abbildungen sowie an verschiedenen Berechnungen beteiligt gewesen. Ohne ihre Hilfe, die großzügige Unterstützung durch meinen Vater und die tatkräftige Mithilfe meiner Schwiegermutter bei der Betreuung von Katharina wäre diese Arbeit nicht entstanden.

Die Arbeit wurde finanziert im Rahmen eines Promotionsstipendiums der Universität Kiel, durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie im Rahmen des Biologischen Monitorings und von der Universität Hamburg. Die Rückmeldeprämien des Markierungsexperimentes wurden von der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung bezahlt, die mir auch die Teilnahme an einem Symposium des ICES in Rostock ermöglichte.

Ich danke allen sehr herzlich für ihre Hilfe.

1	Gesamteinleitung	1
2	Wanderverhalten und Bestandstrennung	7
2.1	Einleitung	7
2.2	Material und Methode	8
2.2.1	Markierungsexperiment	8
2.2.2	Verbreitung der I-Gruppe	9
2.2.3	Verbreitung der O-Gruppe	12
2.2.4	Analyse der Daten von Jensen (1938) zur Anzahl der Analflossenstrahlen	14
2.3	Ergebnisse	14
2.3.1	Markierungsexperiment	14
2.3.2	Verbreitung der I-Gruppe	23
2.3.3	Vorkommen der O-Gruppe	23
2.3.4	Analyse der Daten von Jensen (1938) zur Anzahl der Analflossenstrahlen	27
2.4	Diskussion	27
3	Längen- und Altersstruktur der Population in der westlichen Ostsee	34
3.1	Einleitung	34
3.2	Material und Methode	35
3.2.1	Herkunft der Daten	35
3.2.2	Längenverteilungen	36
3.2.3	Längenaltersschlüssel	39
3.3	Ergebnisse	41
3.3.1	Längenzusammensetzung	41
3.3.2	Alterszusammensetzung	41
3.3.3	Mittlere Längen in den Altersklassen	48
3.4	Diskussion	54
3.4.1	Diskussion der Fehlergrößen	54
3.4.2	Diskussion der Ergebnisse	55

4	Berechnung von Bestandsgröße und Gesamtsterblichkeit in der westlichen Ostsee	64
4.1	Einleitung	64
4.2	Material und Methode	65
4.2.1	Meßreihen und Längen-Altersschlüssel	65
4.2.2	Korrektur der Längenmeßreihen	65
4.2.3	Die Schätzung des nicht angelandeten Fanganteils (Discard)	67
4.2.4	Berechnung der Fangmengen in Stückzahlen je Altersklasse	69
4.2.5	Ermittlung des mittleren Gewichtes einer Altersklasse	70
4.2.6	Durchführung der Analyse der virtuellen Population	70
4.3	Ergebnisse	71
4.3.1	Gesamtfangmenge	71
4.3.2	Gesamtsterblichkeit	71
4.3.3	Bestandsgröße	74
4.4	Diskussion	75
4.4.1	Fehlergrößen	75
4.4.2	Diskussion der Ergebnisse	77
4.4.2.1	Berechnung der Menge des nicht ausgewiesenen Fanganteils	77
4.4.2.2	Gesamtsterblichkeit	79
4.4.2.3	Berechnungen der Bestandsgröße	84
5	Die räumliche und zeitliche Verteilung der Fischdichte als Einheitsfang in der westlichen Ostsee	87
5.1	Einleitung	87
5.2	Material und Methode	88
5.2.1	Einheitsfänge auf festen Stationen in der Kieler Bucht	88
5.2.2	Die räumliche Verteilung der Klieschdichte im Gesamtgebiet	90
5.2.3	Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt	90

5.3	Ergebnisse	91
5.3.1	Die saisonale Veränderung des Einheitsfanges auf festen Stationen in der Kieler Bucht	91
5.3.2	Die Entwicklung des mittleren Einheitsfanges auf einigen festen Stationen in der Kieler Bucht	91
5.3.3	Die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Gesamtgebiet	91
5.3.4	Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers	105
5.4	Diskussion	105
5.4.1	Fehlerquellen	105
5.4.2	Diskussion der Ergebnisse	107
5.4.2.1	Die saisonale Veränderung des Einheitsfanges auf festen Stationen in der Kieler Bucht	107
5.4.2.2	Die Entwicklung des mittleren Einheitsfanges auf einigen festen Stationen in der Kieler Bucht von 1956 bis 1987	109
5.4.2.3	Die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Gesamtgebiet	112
5.4.2.4	Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers	114
6	Untersuchungen zur Bestandsentwicklung in der mittleren Ostsee	117
6.1	Einleitung	117
6.2	Material und Methode	118
6.2.1	Anlandungen	119
6.2.2	Einheitsfänge von Forschungsschiffen	119
6.2.3	Einheitsfänge der Berufsfischerei	120
6.2.4	Quantitative Eifänge	120
6.2.5	Selektionsexperiment und Sterblichkeitsberechnungen	120

6.3	Ergebnisse	121
6.3.1	Anlandungen	121
6.3.2	Einheitsfänge von Forschungsschiffen	123
6.3.3	Einheitsfänge der Berufsfischerei	129
6.3.4	Quantitative Eifänge	129
6.3.5	Netzselektion und Sterblichkeit	136
6.4	Diskussion	136
6.4.1	Diskussion der Fehlerquellen	136
6.4.	Diskussion der Ergebnisse	138
6.4.1	Gründe für den Anstieg der Anlandungen	138
6.4.2	Ausdehnung des Verbreitungsgebietes nach Osten	140
6.4.3	Hauptsächlich besiedelte Tiefenbereiche	141
6.4.4	Höhe der Bestandsdichte in der Zeit nach dem Niedergang der Anlandungen	142
6.4.5	Eigenständigkeit des Klieschenbestandes in der mittleren Ostsee	143
6.4.6	Überfischung als Grund für den Rückgang der Erträge	143
6.4.7	Mögliche Gründe für die ausgebleibende Erholung des Bestandes	147
7	Zusammenfassende Diskussion	150
8	Zusammenfassung	158
9	Literatur	165
10	Methodischer Anhang zur Sterblichkeitsberechnung aus Wiederfängen	176
10.1	Einleitung	176
10.2	Material und Methode	177
10.3	Ergebnisse	178
10.4	Diskussion	183
11	Anhang	184

1 Gesamteinleitung

Die Kliesche zählt in der Ostsee zu den Nutzfischen; sie wird aber nicht gezielt befishet, sondern vor allem als Beifang aus der Dorschfischerei angelandet. Die Anlandungen aus der westlichen Ostsee (Abb. 1) überschreiten nicht 2500 mt. Aus der eigentlichen Ostsee werden seit den 50er Jahren nur noch unbedeutende Mengen (unter 200 mt) angelandet.

Die Bedeutung der Kliesche für das Ökosystem der westlichen Ostsee ist allerdings größer, als man es aufgrund der geringen wirtschaftlichen Bedeutung vermuten würde. Der Klieschenbestand ist, besonders in den tieferen Teilen dieses Gebietes (Thurow, 1962), außergewöhnlich individuenreich.

Seit den Arbeiten von Poulsen (1933, 1938) zur Biologie und von Jensen (1938) zur Rassentrennung der Kliesche in der Ostsee ist keine umfassendere Arbeit zu diesem Thema mehr erschienen. Abgesehen von zwei Arbeiten zur Ernährungsbiologie (Arntz, 1971; Gröhsler, 1986), wurde die Kliesche nur gelegentlich in anderen Arbeiten über Plattfische oder demersale Fische mitbehandelt (zB. Kändler & Thurow, 1959). Insbesondere populationsdynamische Aspekte blieben unbearbeitet, mit Ausnahme einer Studie von Knudsen (1973) über die Gesamtsterblichkeit der Kliesche in der westlichen Ostsee.

Die vorliegende Arbeit behandelt Fragen zur Struktur und zur zeitlichen Entwicklung der Klieschenpopulation in der Ostsee vor dem Hintergrund der gegensätzlichen Entwicklung in der mittleren und in der westlichen Ostsee.

Die dänischen Klieschenanlandungen geben eine Vorstellung von dem unterschiedlichen Verlauf (Abb. 2) in beiden Gebieten. Sie sind insofern ein gewisser Indikator der Bestandsentwicklung, als in Dänemark die Vermarktung der Fänge seit langem am konsequentesten betrieben wird, zudem ist die Beeinträchtigung der Fischerei durch den Krieg vergleichsweise gering gewesen.

In der eigentlichen Ostsee fallen die Anlandungen in den 30er Jahren steil ab, ohne sich wieder zu erholen, während die Anlandungen aus der westlichen Ostsee seit Anfang der 30er

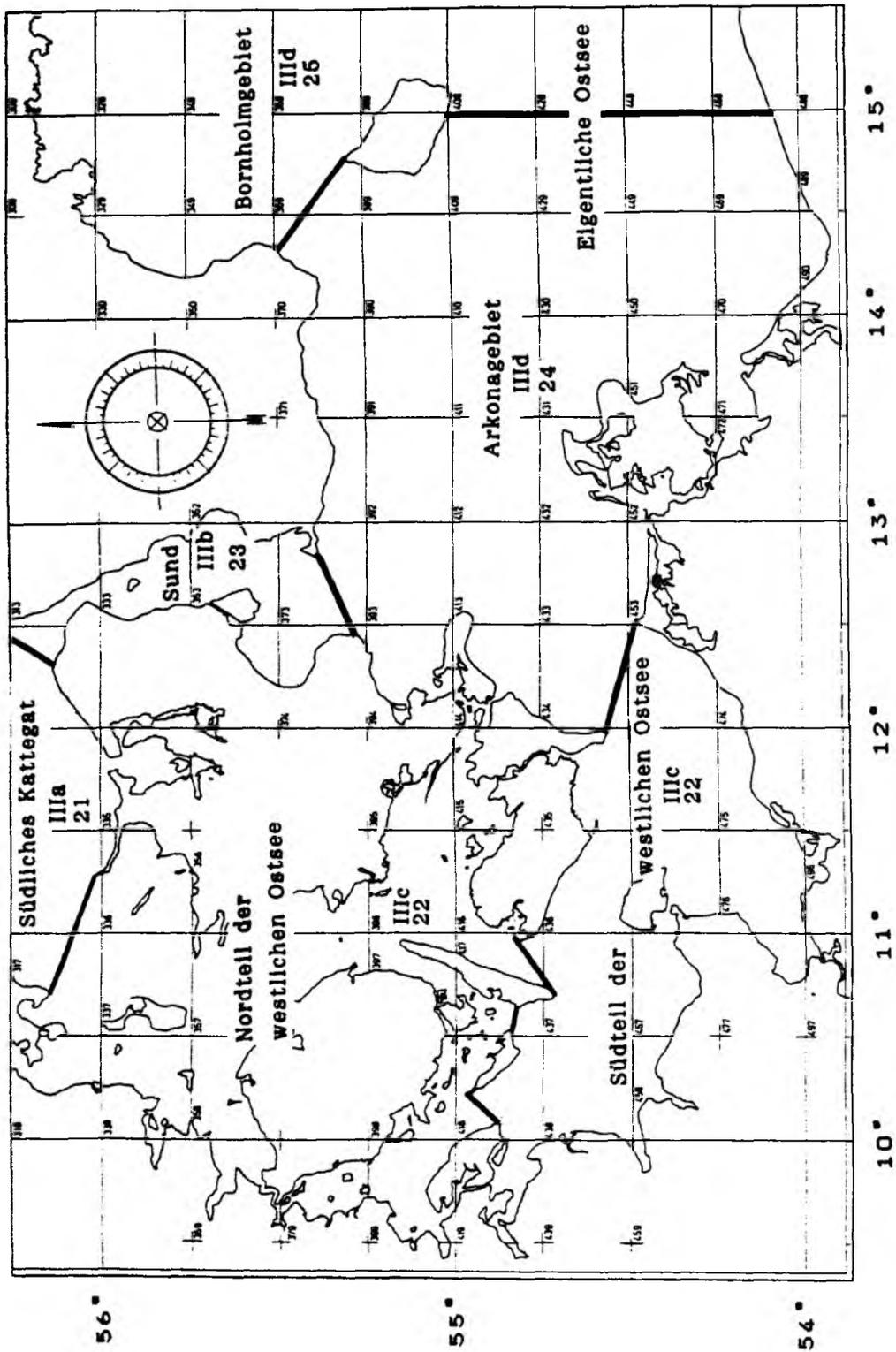


Abb. 1 : Gebietsgrenzen in der Ostsee, die Codenummern entsprechen zwei verschiedenen Nomenklaturen des ICES, die Unterteilung der westlichen Ostsee bezieht sich auf die dänische Fischereistatistik

Dänische Anlandungen an Kliesche

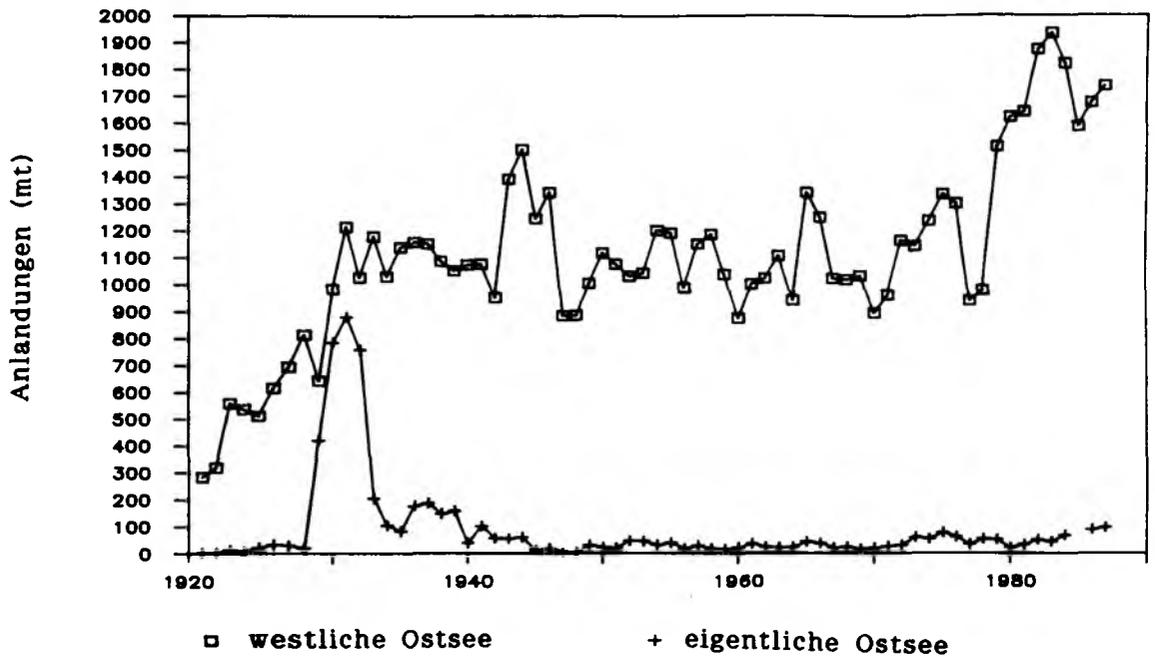


Abb. 2 : Dänische Anlandungen an Kliesche aus der westlichen und der eigentlichen Ostsee

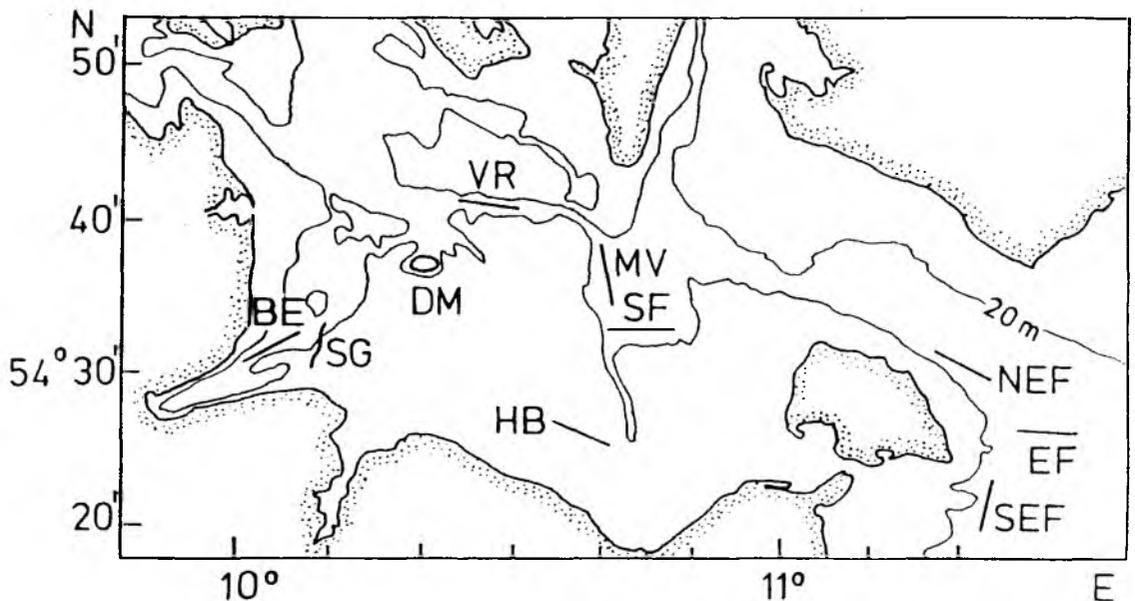


Abb. 3 : Schleppstrecken in der Kieler Bucht. Es bedeuten BE = "Boknis Eck", SG = "Stollergrund", DM = "Dorschmulde", VR = "Vejsnäs Rinne", MV = "Millionenviertel", SF = "Süderfahrt", HB = "Hohwachter Bucht" und NEF, EF, SEF = NE-, E-, SE-Fehmarn.

Jahre bis Ende der 70er Jahre etwa konstant bei 1100 mt pro Jahr liegen. In den 80er Jahren werden erstmals Werte über 1500 mt erreicht (Bull.Stat. des ICES)

In beiden Gebieten gibt es zudem eine gewisse Gegenläufigkeit in der Entwicklung der Anlandungen von Kliesche und denen von Dorsch, Scholle und Flunder.

In der westlichen Ostsee sanken in den letzten Jahren die Anlandungen aller genannten Arten mit Ausnahme der Kliesche (Bull.Stat.). Besonders extrem ist der Rückgang bei der Scholle. In den letzten 11 Jahren ist ihr Ertrag auf ein Zehntel des Ausgangswertes gefallen. Für Dorsch und Scholle erklärt sich der Rückgang in den Anlandungen durch entsprechende Dezimierungen der Bestände. So ist der Schollenbestand vom 1978 bis 1987 ebenfalls auf ein Zehntel seines ursprünglichen Wertes gefallen, der Laichbestand des Dorsches ist von 1983 bis 1987 auf etwa ein Drittel des Wertes von 1983 gefallen (Bagge & Nielsen, 1988; Anon, 1988a).

Als Gründe für den Niedergang der demersalen Fische in der westlichen Ostsee werden neben einer Überfischung auch die Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse (Berner et.al, 1973; Weigelt, 1988) sowie Veränderungen im Benthos als Folge der Eutrophierung (Bagge & Nielsen, 1986) diskutiert.

In der mittleren Ostsee erfolgt der Niedergang der Klieschenanlandungen parallel zu den Abnahmen der Schollen- und Flundererträge, die das Ende des sogenannten "Plattfischzeitalters" einleiten (Thurow, 1974). Zur gleichen Zeit steigen die Anlandungen an Dorsch aus diesem Gebiet stark an; eine Entwicklung, die bis in die 80er Jahre anhält (Anon., 1988a). Im Gegensatz zu den Anlandungen der Kliesche erholen sich aber diejenigen der Flunder nach dem Zusammenbruch kontinuierlich, diejenigen der Scholle zumindest zeitweise (Bull.Stat.).

Über die Ursachen dieser Verschiebungen existiert keine einheitliche Meinung. Kändler (1931) und Kändler & Krüger (1941) vermuten, daß die Fischerei für den Niedergang der Plattfische verantwortlich zu machen ist. Thurow (1974) führt

den enormen Anstieg der Dorschanlandungen auf eine Steigerung der Fischereiintensität zurück. Meyer & Kalle (1950) und Mankowski (1951) führen die Zunahme der Dorscherträge auf den gestiegenen Salzgehalt, die erstgenannten Autoren auch auf vermehrte Phosphatfreisetzung im Gotlandbecken zurück. Meyer (1952) bezweifelt darüberhinaus auch eine Überfischung der Plattfischbestände, da diese trotz zahlreicher Schonmaßnahmen zusammenbrachen, während beim Hering und, insbesondere im Zusammenhang mit der Dampferfischerei während des zweiten Weltkrieges, beim Dorsch gegenteilige Erfahrungen gemacht wurden.

Die vorliegende Arbeit über die Kliesche beginnt mit einer Untersuchung zur Bestandstrennung innerhalb der Ostsee. Im Mittelpunkt steht die Frage, ob die westliche Ostsee von einem einheitlichen Bestand besiedelt wird und ob in der mittleren Ostsee ein eigener Bestand existiert hat.

Die folgenden drei Kapitel befassen sich ausschließlich mit der Kliesche in der westlichen Ostsee. Hier konnte teilweise auf eine Vorstudie (Temming, 1983) aufgebaut werden, in der die Bestandsgröße und die Gesamtsterblichkeit nach dem Verfahren der Analyse der virtuellen Population für den Zeitraum 1960 - 1981 berechnet wurden.

Die Untersuchung basierte auf der Annahme, daß die wissenschaftlichen Proben aus der Kieler und Mecklenburger Bucht für das Gesamtgebiet repräsentativ seien. Im ersten dieser drei Kapitel wird daher das Untersuchungsgebiet auf unterschiedliches Wachstum und Homogenität in der Längen- und Alterszusammensetzung hin untersucht. Dabei wird der nördlich der Kieler Bucht liegende Teil der westlichen Ostsee, also das Seegebiet der Belte bis zur Südgrenze des Kattegat, dem südlichen Teil mit Kieler und Mecklenburger Bucht gegenübergestellt.

Es folgt eine Berechnung von Gesamtbestand und Gesamtsterblichkeit für Nord und Südteil der westlichen Ostsee getrennt.

Der letzte Aspekt zur westlichen Ostsee behandelt die Fischdichte auf der Basis von Einheitsfängen unter den Gesichtspunkten der räumlichen Verteilung im Gesamtgebiet, der zeitlichen und saisonalen Veränderungen auf festen Stationen in der Kieler Bucht und der Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Wassers.

Der letzte Teil dieser Studie befaßt sich mit der Bestandsentwicklung der Kliesche in der eigentlichen Ostsee vor dem Hintergrund der Diskussion über fischereiliche und hydrographische Ursachen für die Veränderungen.

2 Wanderverhalten und Bestandstrennung

2.1 Einleitung

Aufgrund der Ergebnisse von Lönning & Solemdal (1972), die mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungen Unterschiede in der Choriondicke zwischen Kliescheneiern aus der westlichen Ostsee und Kliescheneiern aus norwegischen Küstengewässern nachwies, kann man von der prinzipiellen Existenz genetischer Anpassungen an den geringen Salzgehalt ausgehen. Für die Unterscheidung von verschiedenen Teilgebieten in der Ostsee gibt es aber keine vergleichbaren Untersuchungen.

Jensen (1938) hat meristische Merkmale an Klieschen aus allen Teilen der Ostsee und aus einigen Teilen der Nordsee untersucht. Anhand der Flossenstrahlzahl der Analflosse findet er Unterschiede zwischen Klieschen aus der Nordsee, dem Kattegat, der westlichen Ostsee und dem Bornholm Becken. Die Daten von Jensen werden in dieser Studie für die Fragestellung der Bestandstrennung einer statistischen Bearbeitung mit neueren Methoden unterzogen.

Die einzigen Markierungsexperimente, deren Ergebnisse veröffentlicht sind, führte Laurinat (1932, 1933) in der Kieler Bucht und im Bornholm Becken durch. Ein Austausch zwischen diesen Gebieten oder mit den Nachbargebieten (Belte, Mecklenburger Bucht oder Arkonabecken) wurde nicht beobachtet. Der fehlende Austausch zwischen der Kieler Bucht und dem Bornholm Becken wäre ein Indiz für einen isolierten Bestand bei Bornholm. Die Isolierung der Kieler Bucht spräche für die Ausbildung von Lokalrassen auch innerhalb der westlichen Ostsee. Zu diesem Komplex werden neue Ergebnisse aus einem eigenen Markierungsexperiment vorgestellt.

Petersen (1893) bezweifelte eine erfolgreiche Fortpflanzung von Scholle und Kliesche in der Ostsee südlich des Kattegats angesichts der hier beobachteten großen Seltenheit der frühen Bodenstadien. Für die Kieler Bucht wird diese Frage erneut aufgegriffen, da in den mit engmaschigen Schleppnetzen durchgeführten Forschungsfängen die Nullgruppe das ganze Jahr

hindurch, und die I-Gruppe bis zum Spätsommer fehlt. Hierzu wurde das zeitliche und regionale Auftreten der I-Gruppe auf den Fischereistationen der Kieler Bucht verfolgt. Ein gleichzeitiges Auftreten auf allen Stationen würde ein Indiz für Rekrutierung aus den umliegenden flacheren Gebieten sein, eine mögliche Einwanderung durch den großen Belt sollte sich auf den nordöstlichen Stationen zuerst bemerkbar machen. Zudem werden die Ergebnisse von Schleppversuchen mit Baumkurren auf der Suche nach Klieschen der Nullgruppe vorgestellt.

2.2 Material und Methode

2.2.1 Markierungsexperiment

1986 wurden während der ersten drei Monaten insgesamt 1355 Klieschen mit der von Rauck (1969) beschriebenen Methode markiert. Die Fische wurden mit einem Sonderburger Plattfischtrawl (80 Fuß Grundtaulänge, 20 mm Steertmaschenweite) in 45-minütigen Hols gefangen. Gefischt wurde mit den Forschungskuttern "Alkor" und "Littorina" auf 9 verschiedenen Stationen in der Kieler und Mecklenburger Bucht (Abb. 3, außer NE-Fehmarn).

Die Markierung war während des Winters durchgeführt worden, weil dann die Wassersäule homogen durchmischt ist und die Fische beim Hieven in einer gleichförmigen Umgebung bleiben. Außerdem sind zu dieser Jahreszeit Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung gering so daß eine geringe Beeinträchtigung der Fische während des Aufenthaltes an Deck zu erwarten war. Die Klieschen sind zudem im Winter nicht mehr durch die Laichzeit und den sommerlichen Sauerstoffmangel geschwächt.

Ursprünglich war geplant, auf allen Stationen mit gleicher Intensität zu fischen und wieder auszusetzen. Eine für Dezember vorgesehene Fahrt mußte jedoch wegen eines Defektes am Schiff ausfallen, und in den folgenden Monaten waren viele Stationen wegen Eisgangs nicht zu befischen. Andere Stationen erbrachten zu geringe Fangergebnisse. Daher gibt es eine gewisse Konzentration der Fang- und Aussetzplätze im Bereich der Station Süderfahrt.

Für die Markierung wurden Klieschen ohne erkennbare Schädigungen (Blutungen, Quetschungen oder größere Schuppenverluste) aus dem Fang aussortiert und zur Beobachtung zunächst in Hälterungsbecken eingesetzt, durch die frisches Oberflächenwasser gepumpt wurde. Nur Tiere, die nach einer ca. einstündigen Beobachtungszeit noch in gutem Zustand waren, wurden für die Markierung herangezogen.

Die markierten Tiere waren in der Regel nicht kleiner als 23 cm, um zu vermeiden, daß sie im Fang unentdeckt bleiben. Ab einer Gesamtlänge von 25 cm werden Klieschen aus der westlichen Ostsee vermarktet. Außerdem bestand, aufgrund der Ergebnisse von Aker & Rauck (1967), die Vermutung, daß kleinere Klieschen weniger widerstandsfähig sind und eine höhere Mortalität durch Handhabung und Markierung erleiden.

Die markierten Klieschen wurden zunächst wieder in die Hälterungsbecken zurückgesetzt. Ausgesetzt wurden nur Fische, die nach einer ein- bis zweistündigen Beobachtungszeit in gutem Zustand waren. Zum Aussetzen wurde jeweils ein Korb mit Fischen ins Wasser gelassen und unter der Oberfläche durch eine zweite Leine umgedreht. Dieses Vorgehen verhindert einmal das Aufschlagen der Tiere auf der Wasseroberfläche, und es bietet zugleich einen Schutz der Fische vor angreifenden Möwen. Möwen wurden außerdem durch eine Ablenkungsfütterung mit kleinen Heringen und Jungdorschen von den Klieschen ferngehalten. Insgesamt wurden 325 Klieschen in der Mecklenburger und 1030 in der Kieler Bucht wieder ausgesetzt. Die Aussetzpositionen sind auf den Karten mit den Wiederfängen eingezeichnet (Abb. 6).

2.2.2 Verbreitung der I-Gruppe

Die befischten Schlepstrecken und das verwendete Netz waren wie unter 2.2.1 beschrieben. Die Identifizierung der I-Gruppe wurde anhand der Längenhäufigkeitsverteilungen (Abb. 4) vorgenommen und mit Otolithenlesungen überprüft. Normalerweise wurden die Fangergebnisse von zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Hols mit entgegengesetzter Schlepprichtung gemittelt.

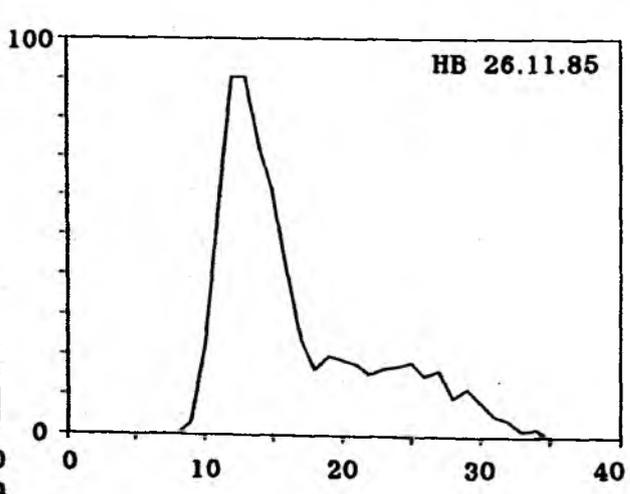
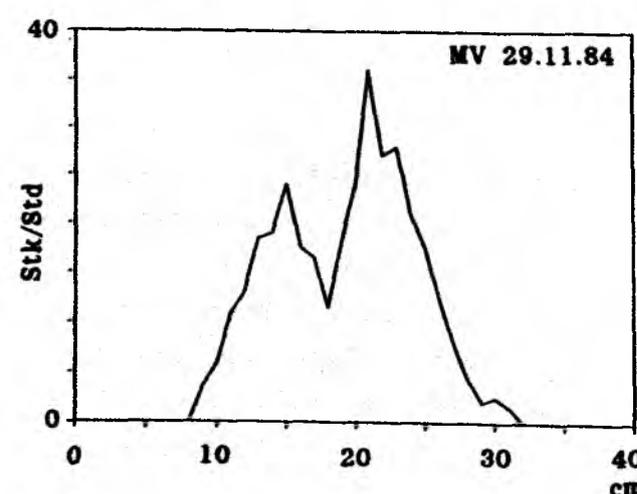
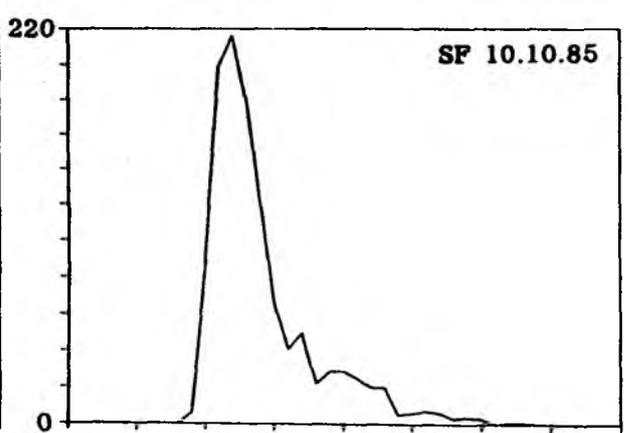
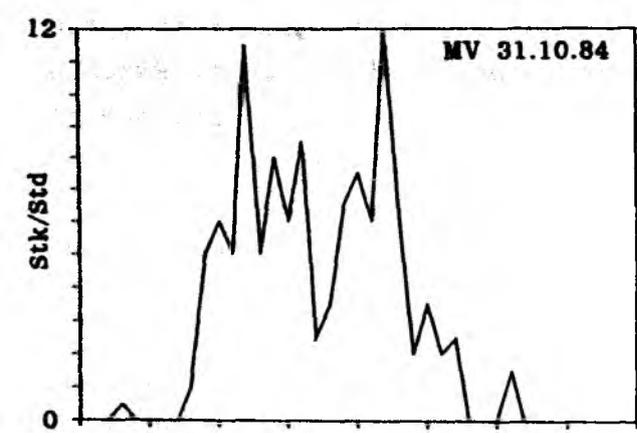
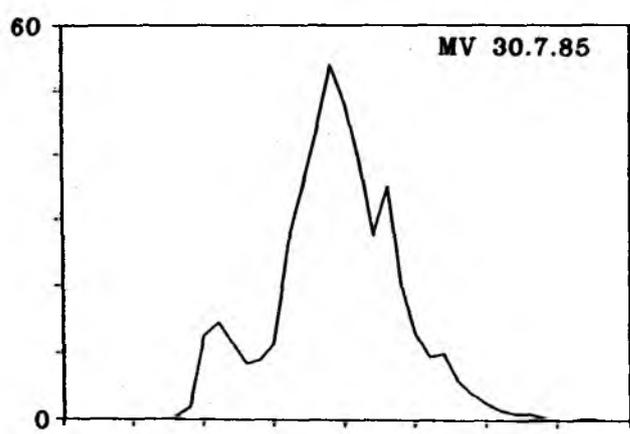
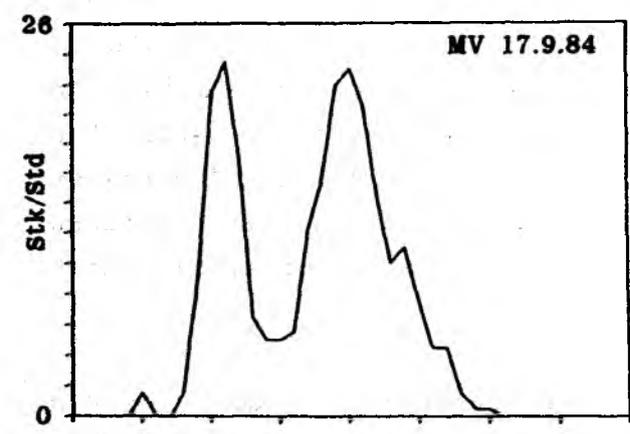
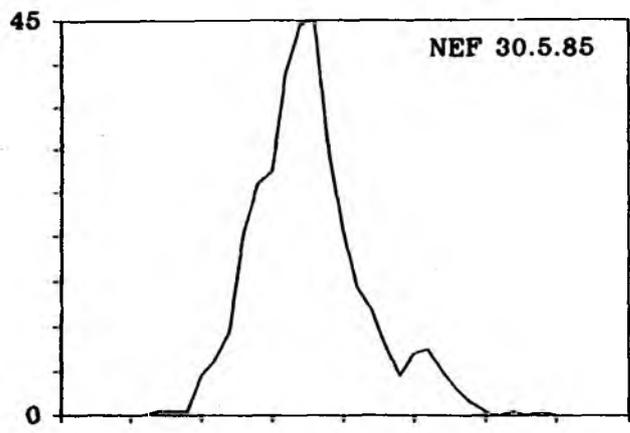
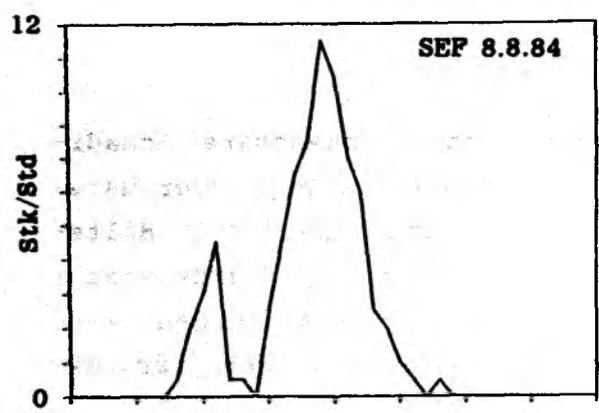


Abb. 4 : Legende s. nächste Seite

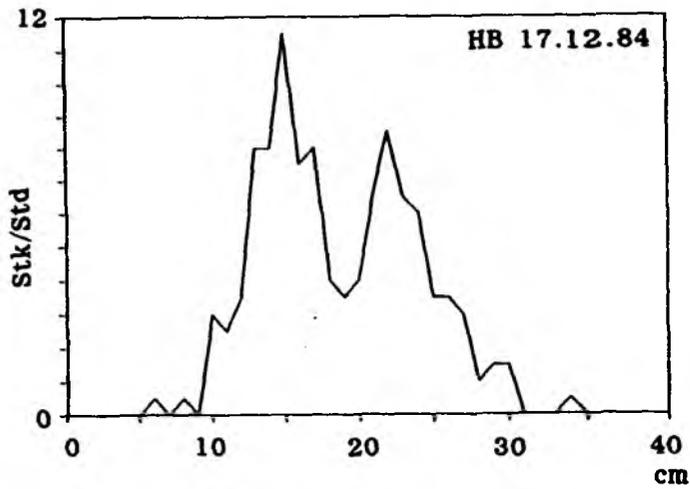


Abb. 4 : Längenhäufigkeitsverteilungen von Stationen in der Kieler Bucht mit jeweils maximalen Fängen von I-Gruppen Klieschen (erster Gipfel im Bereich von 8-18 cm) in dem betreffenden Monat. Abkürzungen s. Abb.3

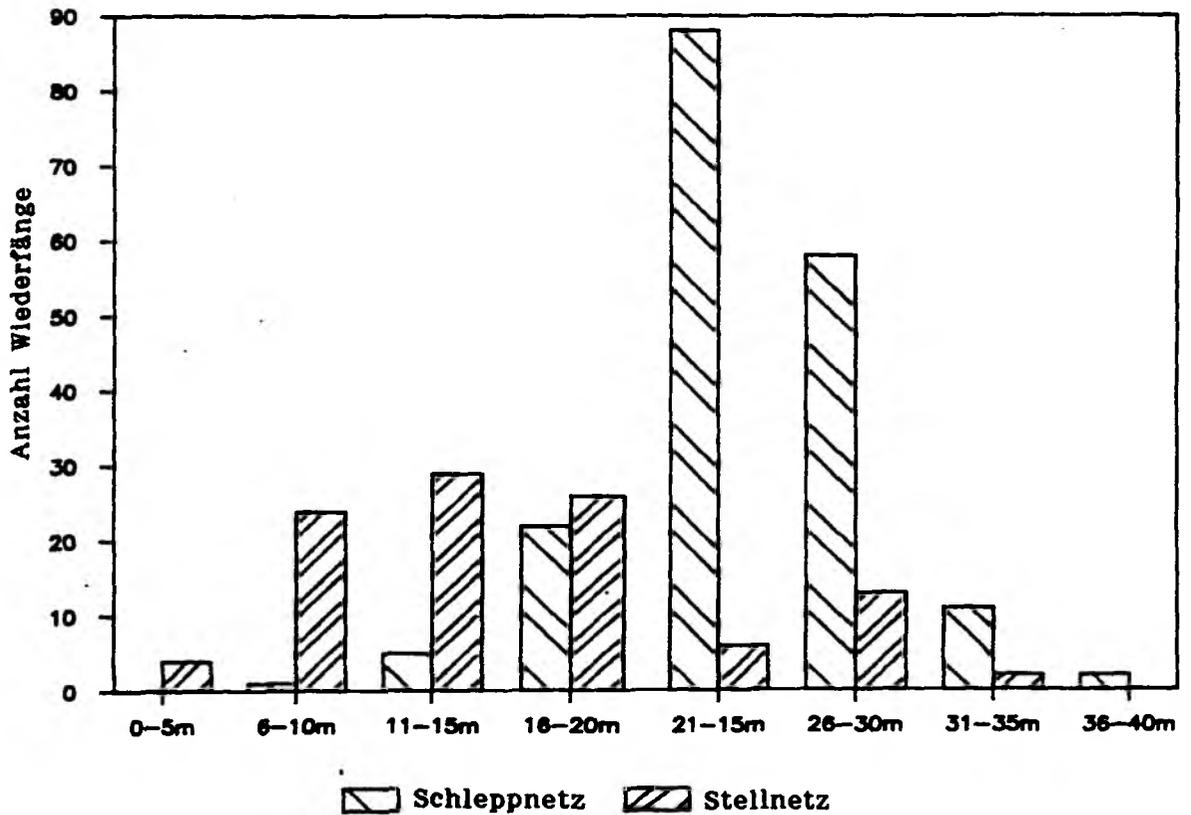


Abb. 5 : Anzahl von Wiederfängen nach Tiefenstufen und Fischereitypen

Ende Juli 1985 und Ende November 1985 wurden auf der Station Süderfahrt die Ergebnisse aus 9 Hols einer 24-Stunden Fischerei gemittelt.

2.2.3 Verbreitung der 0-Gruppe

Für den Fang der kleinen Klieschen der 0-Gruppe wurde in den meisten Fällen eine Garnelenkurre mit einem 3 m Baum und einem Rollengrundtau eingesetzt. Um deren Fängigkeit für kleine Klieschen zu erhöhen, wurden nacheinander zahlreiche Veränderungen durchgeführt: u.a wurden zwischen den Rollen kurze Scheuchketten sowie Bündel von Scheuchketten am Hahnepot befestigt. Eine zusätzliche Scheuchkette wurde vor dem Grundtau angebracht, und es wurden die Aufhängepositionen für Schleppleinen und Gewichte verändert. Später wurde auch das ganze Rollengeschirr gegen eine schwere Eisenkette ausgetauscht. Mit der horizontalen Scheuchkette und ohne Rollengrundtau konnte nur auf weichem Grund gearbeitet werden, ohne das Gerät zu beschädigen. Auf einer Reise wurde daher an verschiedenen Positionen zusätzlich mit einer leichten 2 m Kurre gearbeitet, die im Flachwasser vom Schlauchboot, im Tiefen vom Kutter gezogen wurde, im letzteren Fall aber nur mit den Händen gehalten. Die Kurre sollte im Fall eines Hakers entweder das Schlauchboot stoppen oder die handgehaltene Leine fieren.

Petersen (1893), Otterström (1906), Blegvad (1926) und Poulsen (1933) berichten über Fänge von Klieschen der 0-Gruppe in Wassertiefen zwischen 10 und 40 m in der westlichen Ostsee. Auf den Schleppstrecken in der Kieler Bucht, die auf Tiefen zwischen 16 und 30 m liegen, wurde kaum je eine Kliesche dieser Altersklasse gefangen. Daher wurde vermutet, daß sich die Nullgruppe der Kliesche eher im Tiefenbereich zwischen 10 und 20 m aufhält.

In diesem Tiefenbereich kommen jedoch extrem häufig große Steine vor, was eine Befischung sehr erschwert. Die Berufsfischerei fischt hier nur mit Rollernetzen. Die Schwierigkeit für die Befischung der Nullgruppe bestand darin, daß einmal scharf gefischt werden sollte, um die nur wenige cm langen

Fische zu erfassen, andererseits aber das Auffischen von Steinen zu vermeiden war, um das Netz nicht zu zerreißen. Dr. Werner vom geologischen Institut der Universität Kiel stellte uns freundlicherweise eine unveröffentlichte Karte über die Bodenbeschaffenheit im Seegebiet vor Schönberg zur Verfügung. Diese Karte enthielt die Ergebnisse einer Vielzahl von Aufnahmen mit einem Side-Scan Sonar, anhand derer sich steinige und relativ steinfreie Gebiete recht gut unterscheiden ließen. Aber selbst in den nach dieser Karte steinarmen Gebieten wurde die Kurre schwer beschädigt.

Borowik (1930) zeigte bei seinen Untersuchungen zur Netzselektion, daß kleine Klieschen zum Teil durch die größeren Maschen des Vornetzes fliehen. Daher konnte nicht ausgeschlossen werden, daß sich die Klieschen der Nullgruppe auch auf den tieferen Schleppstrecken aufhalten, dem Schleppnetz aber durch die größeren Vormaschen entweichen. Es wurden deshalb zwei der Standardschleppstrecken mit der Baumkurre befischt.

Folgende Gebiete der Kieler Bucht wurden befischt :

- vor Schönberg (1.5 bis 7 m)
- östlich von Gabelsflach (Tonne KO2) (7 bis 10 m)
- südlich der Schleppstrecke Süderfahrt (8 bis 22m)
- auf dem Schleppstrich Süderfahrt (22 m)
- auf dem Schleppstrich Stollergrund (15 bis 18 m)

Insgesamt wurde 10.2 Stunden auf 46 verschiedenen Positionen geschleppt.

Da die Larven der Kliesche in der Kieler Bucht von Juni bis Juli im Pelagial auftreten, wurden die Fahrten zum Fang der jüngsten Bodenstadien im Anschluß an diese Zeit gelegt. Gefischt wurde an folgenden Terminen : 1.10.1986, 22.10.1986, 8.12.1986, 2.7.1987, 27-28.10.1987 und 13-14.11.1987.

2.2.4 Analyse der Daten von Jensen (1938) zur Anzahl der Analflossenstrahlen

Alle von Jensen publizierten Datenserien aus verschiedenen Jahren wurden nach Gebieten getrennt zusammengefaßt. Die Daten wurden mit dem Chi-Quadrat-Test auf Normalverteilung geprüft. Die normalverteilten Daten wurden mit dem t-Test auf signifikante Mittelwertsunterschiede, die nicht normalverteilten Daten mit dem Mann-Whitney Test auf Medianunterschiede getestet. In jedem Fall wurde das 95% Signifikanzniveau zugrundegelegt. Die Berechnungen wurden mit dem Programm "Statgraphics" auf einem Personal Computer (Siemens PCD2, IBM-Kompatibler AT) durchgeführt.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Markierungsexperiment

Insgesamt wurden 390 Klieschen wiedergefangen; das entspricht einer Wiederfangrate von 28.8%. Elf Rückmeldungen trafen erst nach Abschluß der Auswertung ein, sie sind in den folgenden Ergebnissen nicht berücksichtigt. In den ersten vier Monaten nach der Markierung wurden 22%, im ersten Jahr 26% der insgesamt markierten Klieschenmenge gefangen. Männchen stellten 35.5% der markierten und 38.7% der wiedergefangenen Klieschen. Die Anteile der einzelnen Länder an den Wiederfängen waren 72.8% für Dänemark, 25.6% für die Bundesrepublik Deutschland und 1.6% für die DDR.

Wiederfänge in Schleppnetzen überwogen mit 60% gegenüber denen in Stellnetzen mit 40%. Diese Anteile unterschieden sich jedoch für die beteiligten Länder; in Dänemark betrug der Schleppnetzanteil 75% in der Bundesrepublik Deutschland nur 20%. Fänge mit Schleppnetzen wurden meist in Wassertiefen unterhalb von 20 m, Stellnetzfänge in Tiefen flacher als 20 m durchgeführt (Abb. 5).

Die beobachteten Wanderungen fanden hauptsächlich in nördlicher und westlicher Richtung statt (Abb. 6). Von den Wiederfängen der in der Mecklenburger Bucht ausgesetzten Klieschen wurden 3.6% im Kattegatt, 20% im Bereich der Belte, 49.1% in der

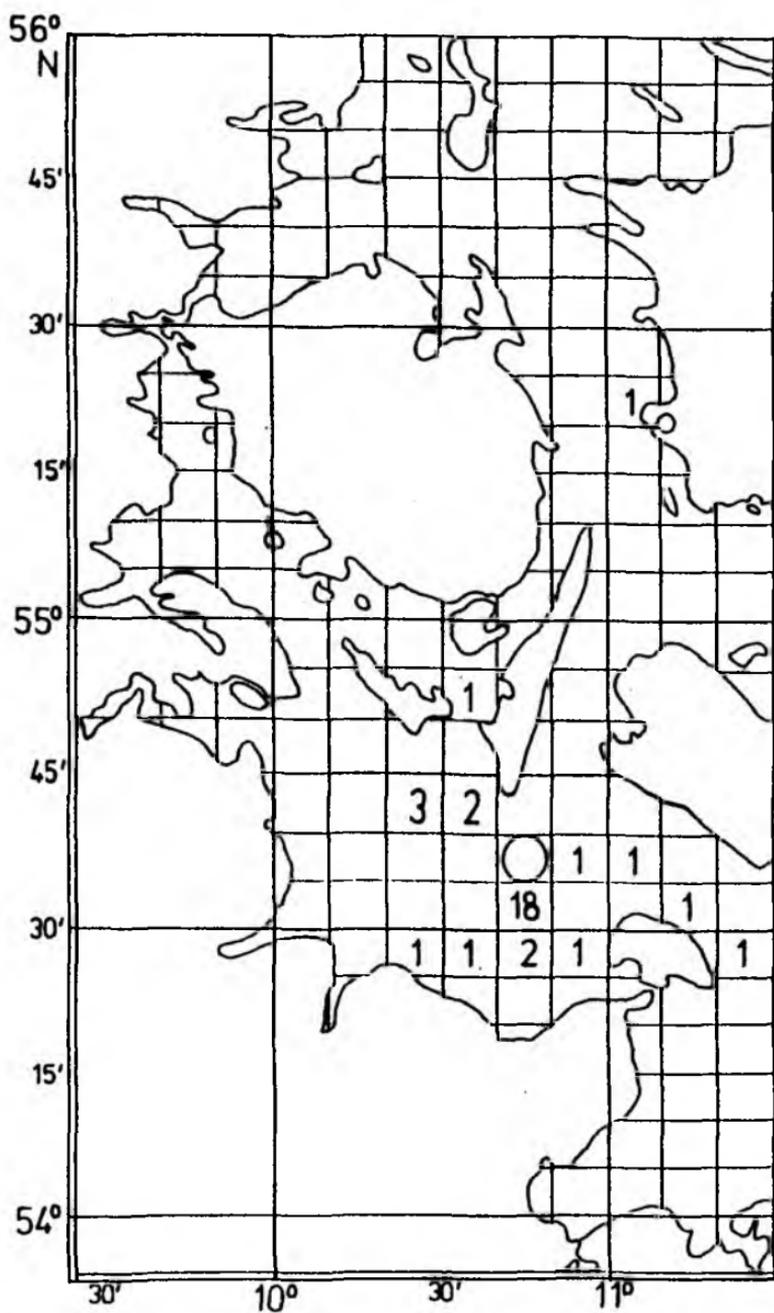


Abb. 6a : Markiert : 73 (Mrz.), Wiedergefangen : 35

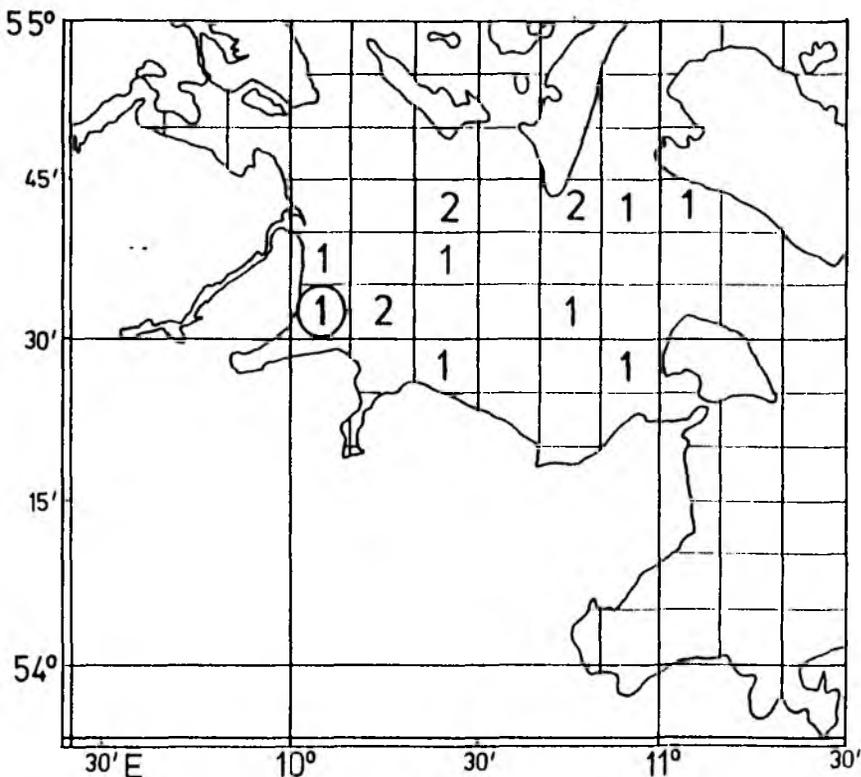


Abb. 6b : Markiert : 44 (Mrz.), Wiedergefangen : 14

Abb. 6 : Aussetzpositionen (Kreise) und Fangplätze beim Wiedergefang (Zahlen) von markierten Klieschen. Zu den einzelnen Aussetzpositionen sind zusätzlich die Anzahl der insgesamt ausgesetzten Fische und der Zeitraum des Aussetzens angegeben

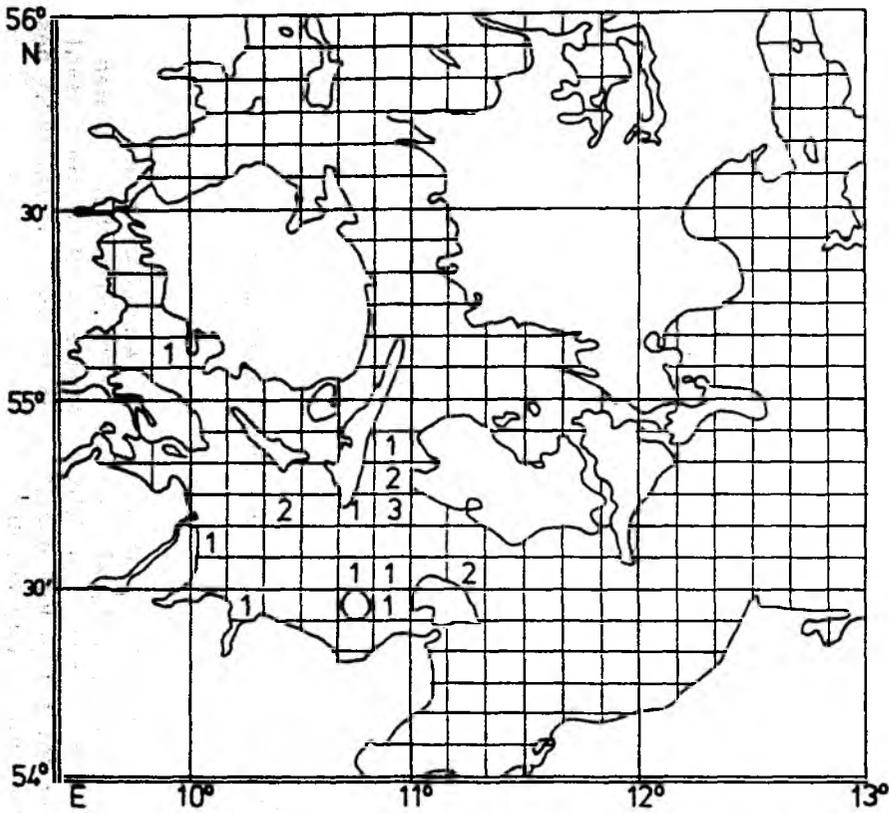


Abb. 6c : Markiert : 91 (Jan., Feb.), Wiedergefangen : 20

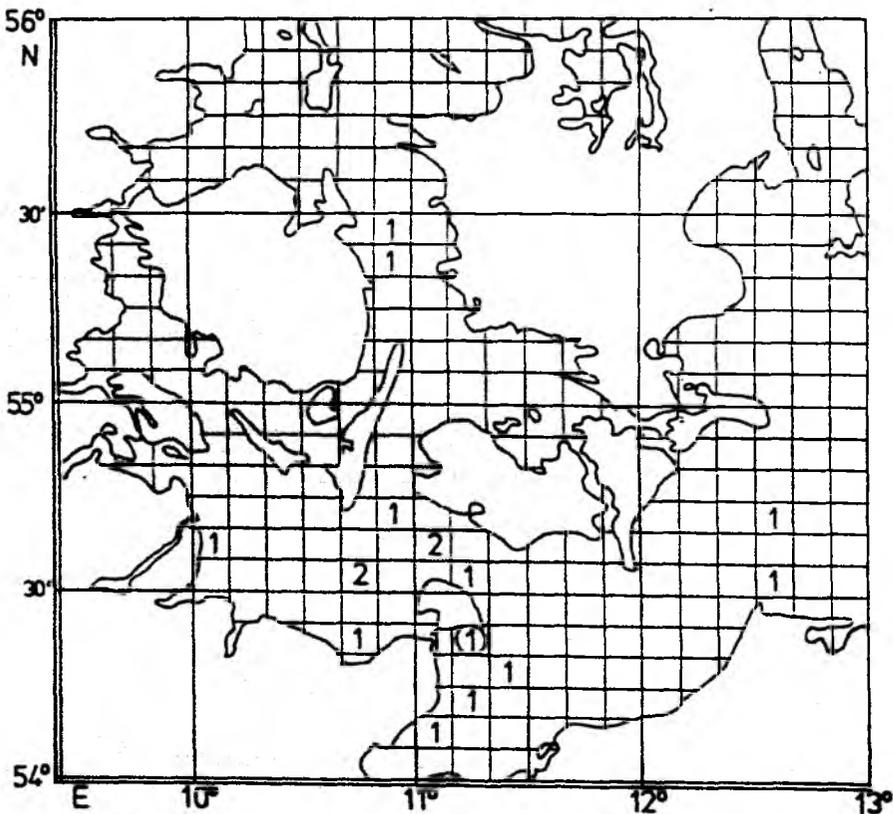


Abb. 6d : Markiert : 108 (Jan.), Wiedergefangen : 18

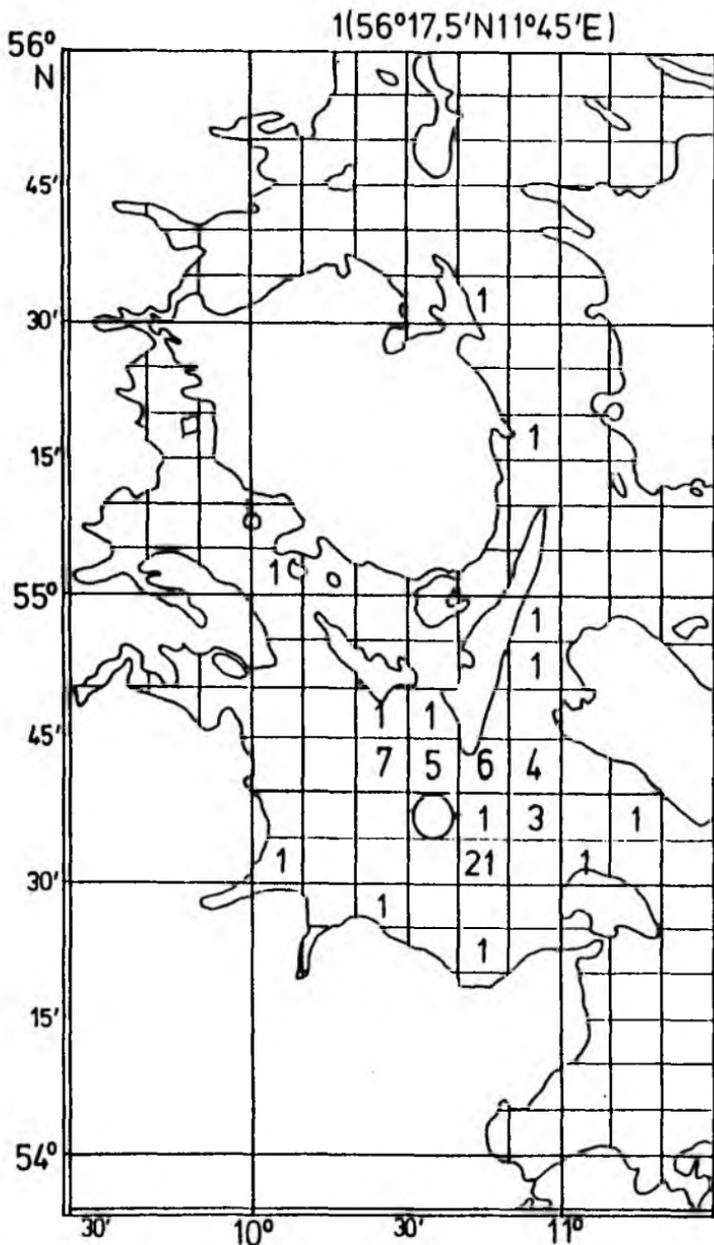


Abb. 6e : Markiert : 202 (Feb.), Wiedergefangen : 66

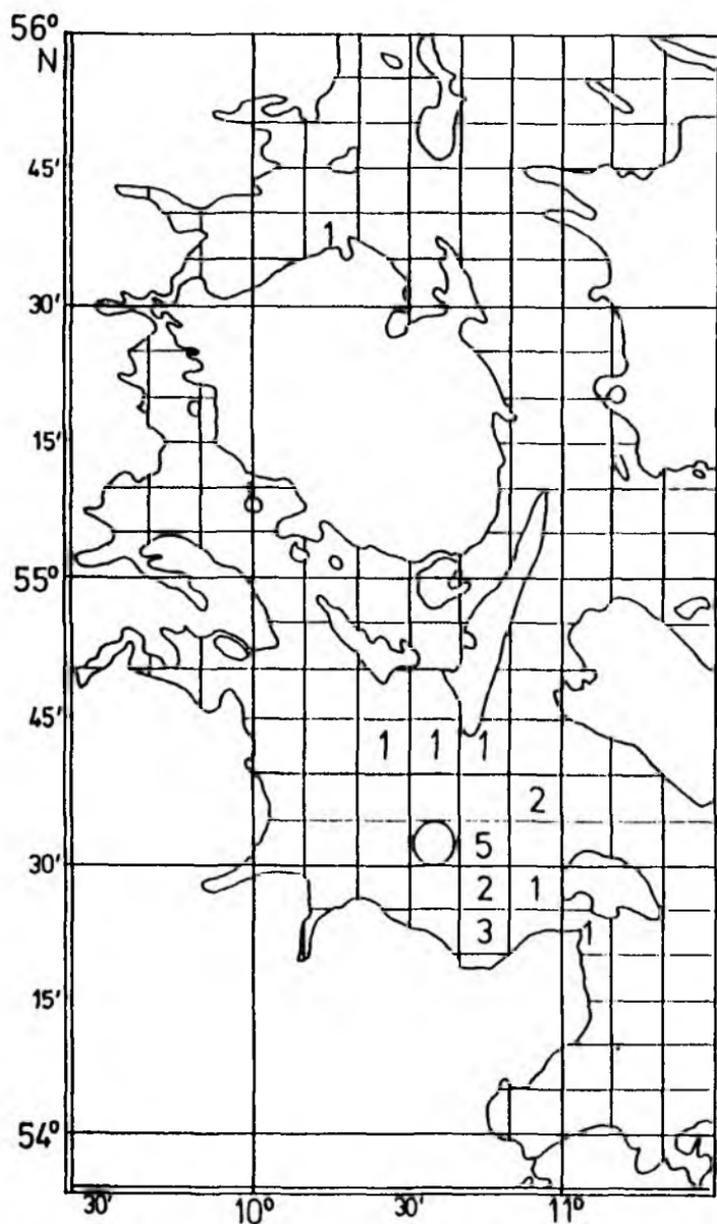


Abb. 6f : Markiert : 52 (Feb., Mrz.), Wiedergefangen : 19

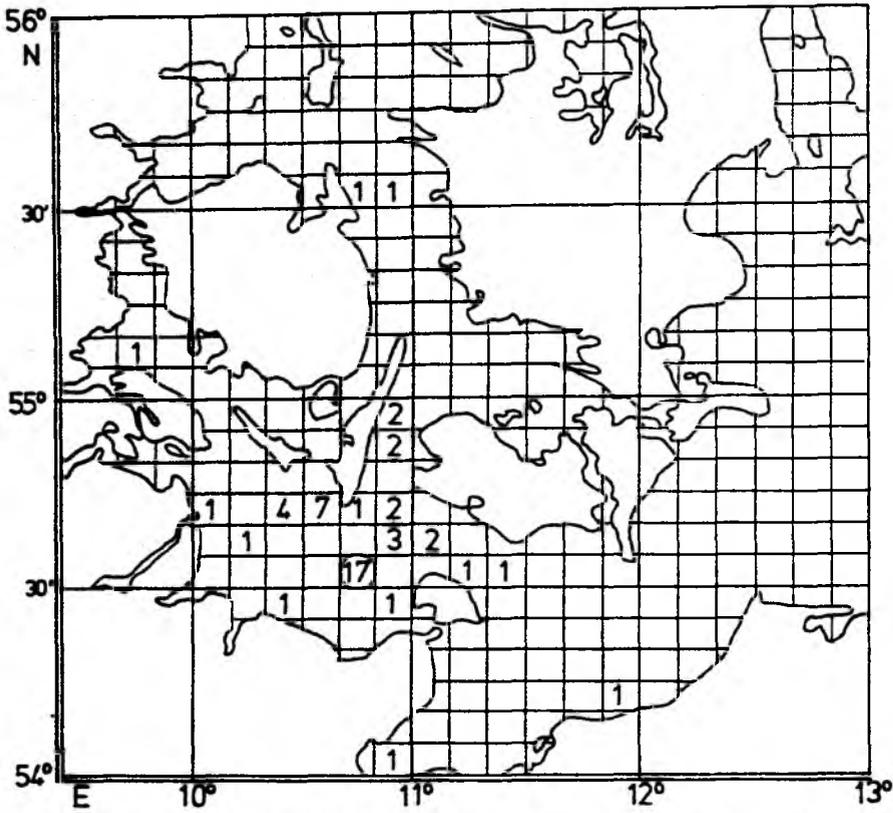


Abb. 6g : Markiert : 220 (Feb., Mrz), Wiedergefangen : 56

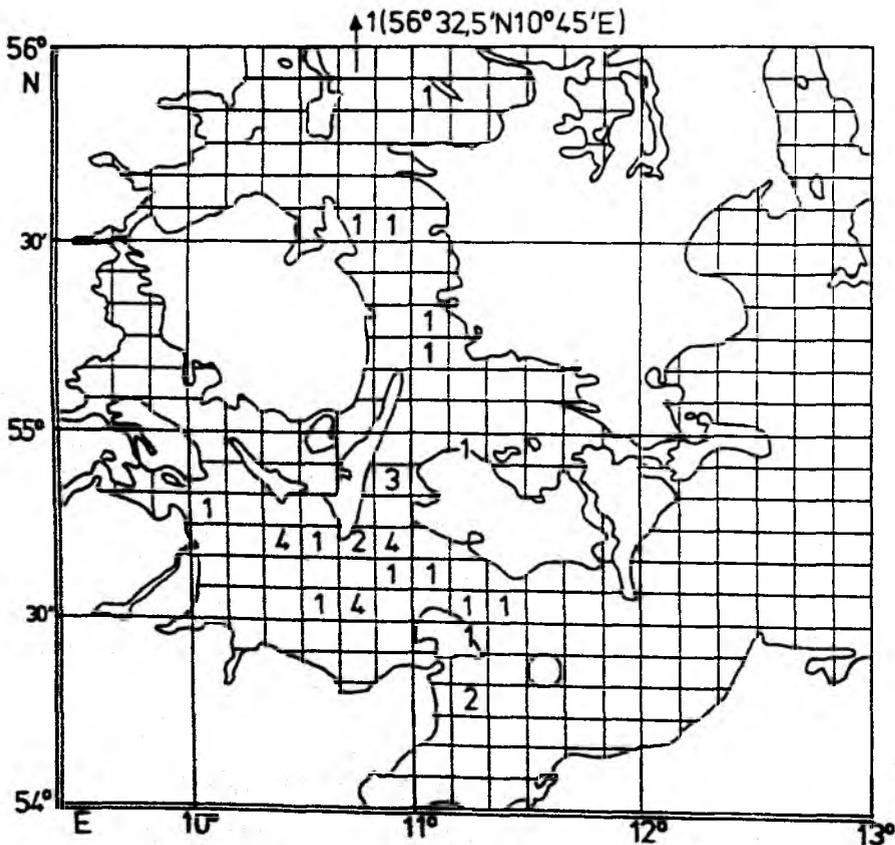


Abb. 6h : Markiert : 217 (Jan.), Wiedergefangen : 40

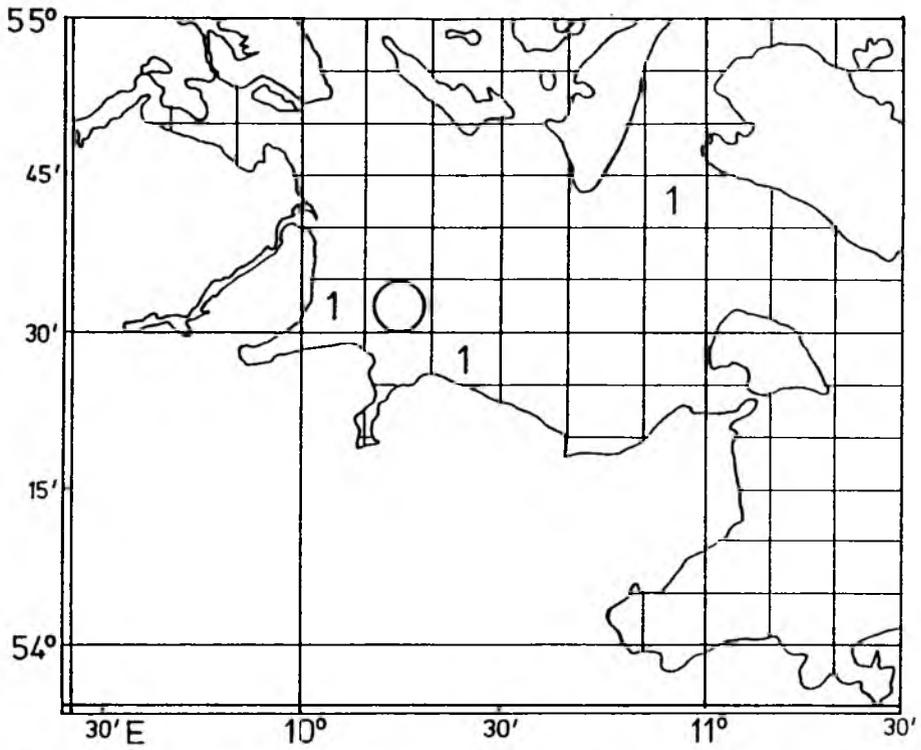


Abb. 6i : Markiert : 24 (Jan.), Wiedergefangen : 4

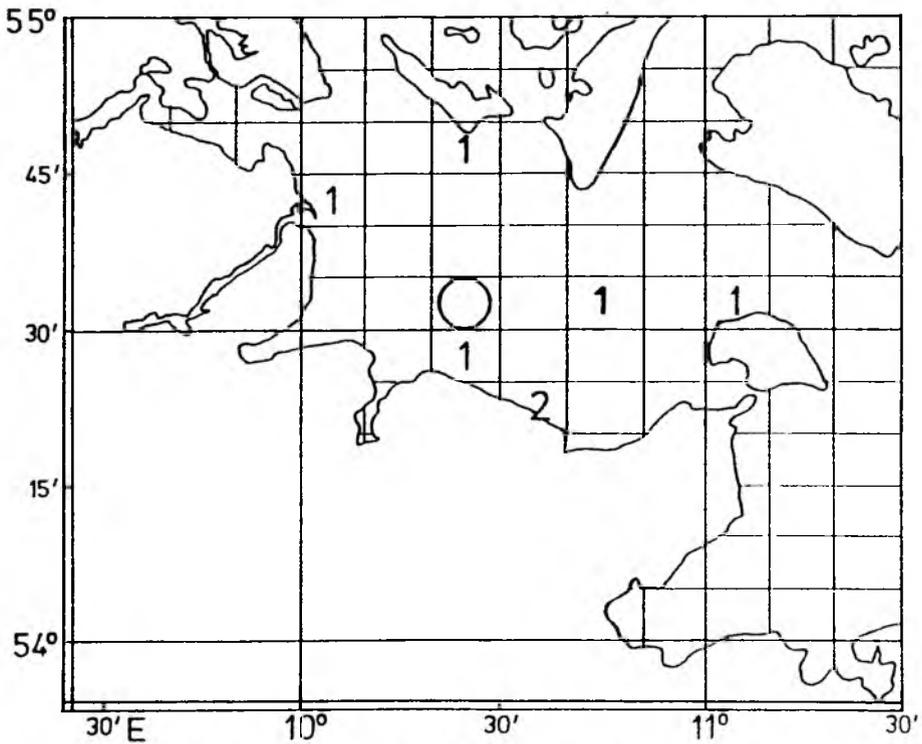


Abb. 6j : Markiert : 26 (Feb.), Wiedergefangen : 7

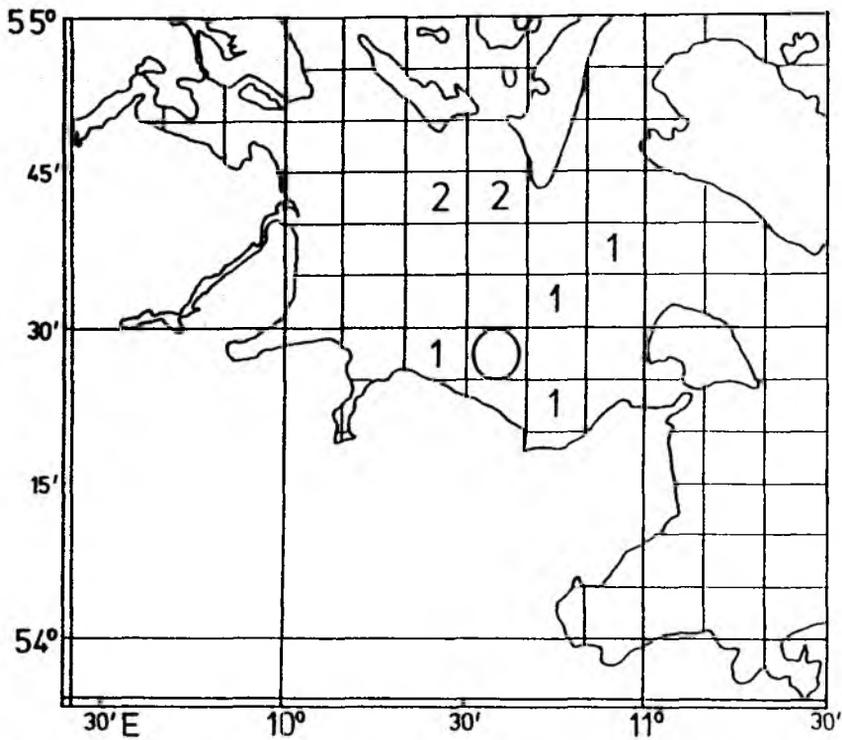


Abb. 6k : Markiert : 34 (Jan.), Wiedergefangen : 11

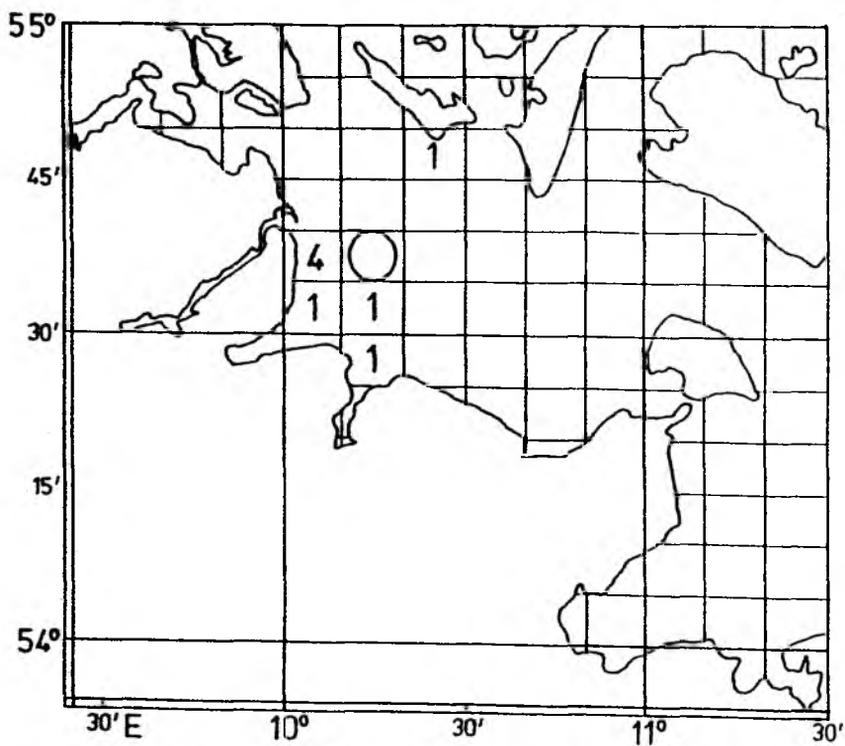


Abb. 6l : Markiert : 28 (Jan.), Wiedergefangen : 8

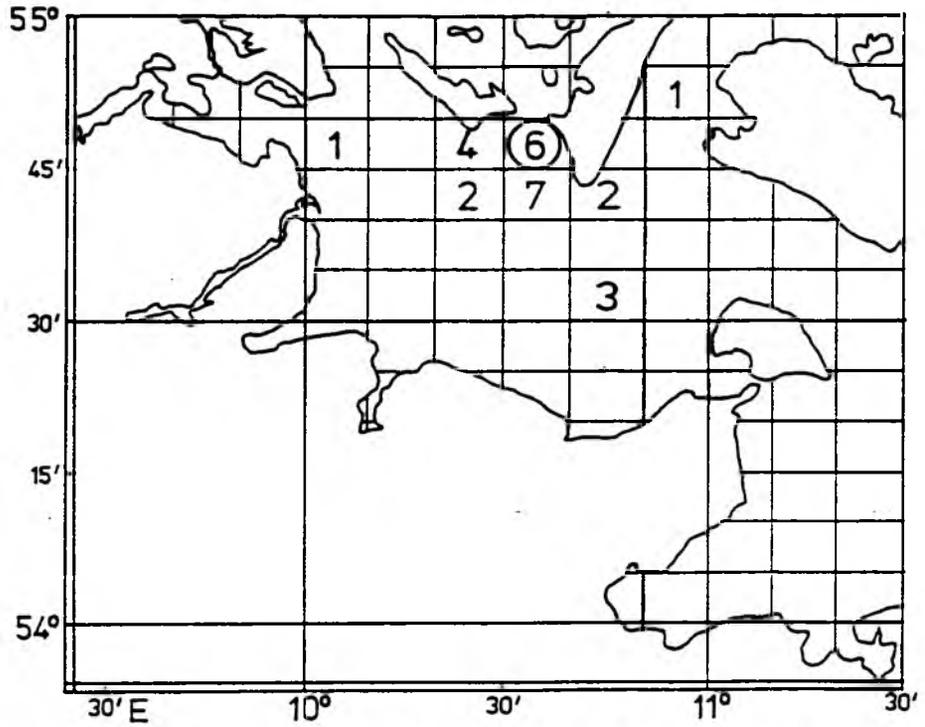


Abb. 6m : Markiert : 59 (Feb.), Wiedergefangen : 27

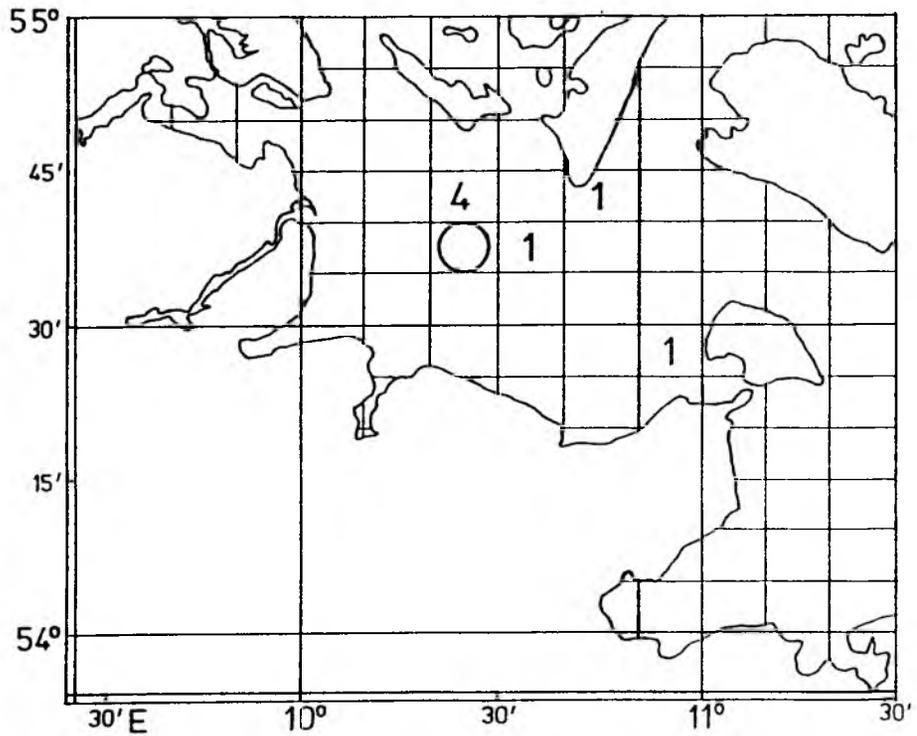


Abb. 6n : Markiert : 30 (Feb.), Wiedergefangen : 7

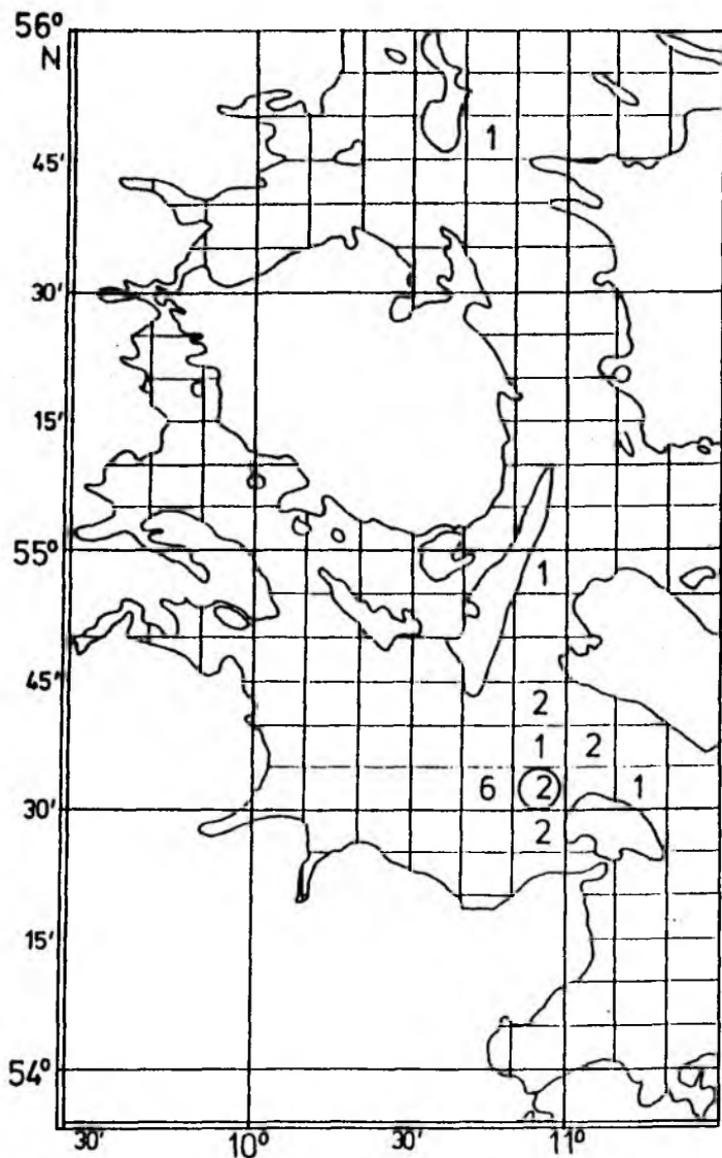


Abb. 60 : Markiert : 51 (Jan.), Wiedergefangen : 21

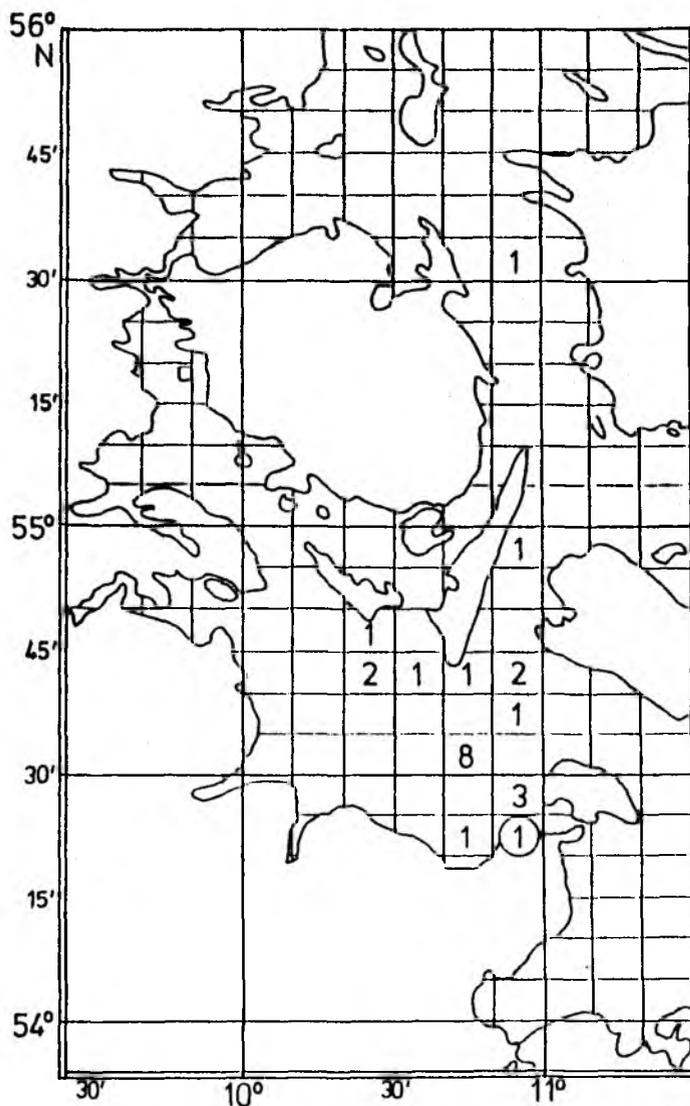


Abb. 6p : Markiert : 97 (Jan., Feb.), Wiedergefangen : 26

Kieler Bucht, 5.5% in den Gewässern südlich von Mően und 21.8% in der Mecklenburger Bucht gefangen. Von den Wiederfängen der in der Kieler Bucht ausgesetzten Klieschen stammen 0.7% aus dem Kattegat, 8.4% aus den Belten, 3.3 %aus der Mecklenburger Bucht, 0.3% aus den Gewässern südlich von Mően und 87.3% aus der Kieler Bucht.

Wiederfänge aus dem Kattegat und den Belten wurden meist vor und während der Laichzeit erzielt; Wiederfänge aus der Mecklenburger Bucht und den Gewässern südlich von Mően während der Laichzeit waren selten (Tab. 1).

2.3.2 Verbreitung der I-Gruppe

Die Ergebnisse zeigen das erste Maximum in den Einheitsfängen von Klieschen der I-Gruppe im September 1984 (Abb. 7b) und im Juli 1985 (Abb. 8c) auf der Station Millionenviertel, die dem Eingang des großen Beltes am nächsten liegt. 1985 treten im Oktober noch sehr viel höhere Werte auf. Das Maximum wurde in diesem Monat auf der Station Süderfahrt beobachtet, die ebenfalls im Eingangsbereich des Großen Beltes liegt. Der zweithöchste Fang wird im Oktober auf der Station Millionenviertel beobachtet; die Verteilung der I-Gruppe im Oktober 1985 ähnelt derjenigen im gleichen Monat des Vorjahres. Zur Zeit des ersten Maximums treten auf den entfernteren Stationen nur einzelne I-Gruppen Klieschen auf. In den folgenden Monaten werden auch auf diesen Stationen hohe Werte erreicht, zum Teil höhere als sie dann noch auf den Stationen nahe des Eingangs des Großen Beltes beobachtet werden.

2.3.3 Vorkommen der 0-Gruppe

Insgesamt wurden nur 13 Klieschen der 0-Gruppe an fünf verschiedenen Positionen gefangen. Zwei Positionen lagen auf dem Schlepstrich Süderfahrt auf weichem Grund in 23 m Tiefe; drei Positionen lagen südlich der Süderfahrt zwischen 13 und 20 m Tiefe auf steinigem, harten Grund.

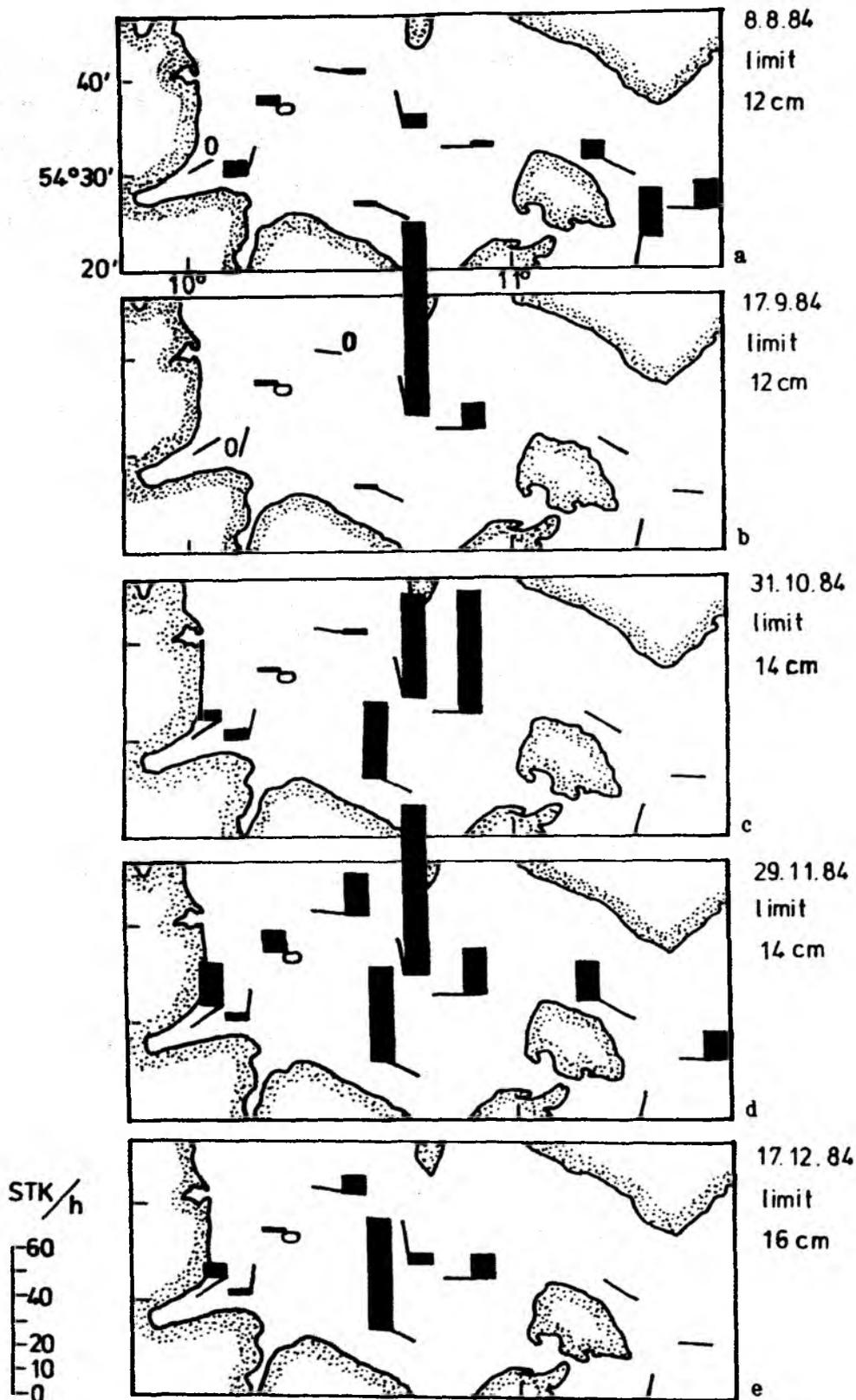


Abb. 7 : Mittlerer Fang von Klieschen der I-Gruppe pro Schleppestunde im Jahr 1984 im 80'-Netz auf den Stationen der Kieler Bucht (Abb. 3). Zur I-Gruppe wurden alle Klieschen mit Länge \leq "limit" gerechnet (s.a. Abb. 4)

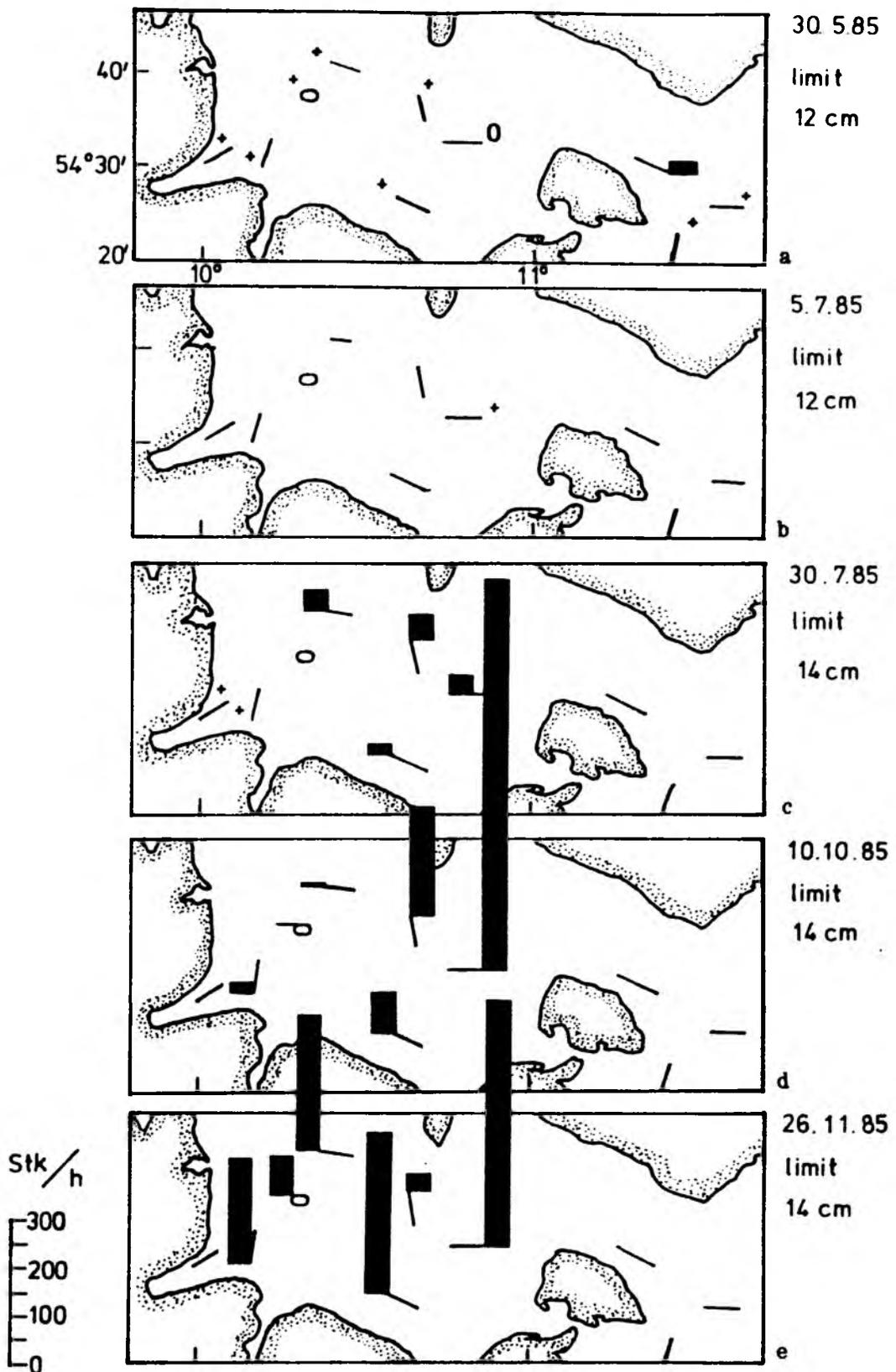


Abb. 8 : Mittlerer Fang von Klieschen der I-Gruppe pro Schleppestunde im Jahr 1985 im 80'-Netz auf den Stationen der Kleier Bucht (Abb. 3). Zur I-Gruppe wurden alle Klieschen mit Länge \leq "limit" gerechnet (s.a. Abb. 4)

Tab. 1 : Wiederfänge markierter Klieschen nach Monaten

Teilmenge	Monat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wiederfänge N von 54°50'N	0	6	2	11	6	4	4	1	2	2	2	0
Wiederfänge in der Mecklenburger Bucht	7	3	2	3	0	1	0	2	3	1	0	0
Wiederf. in d. Meckl. Bucht ausgesetzter	3	8	3	10	8	2	2	0	4	0	0	0

Die ersten beiden Teilmengen beziehen sich auf Klieschen von allen Aussetzpositionen, die letzte Gruppe nur auf solche, die in der Mecklenburger Bucht ausgesetzt wurden.

Tab. 2 : Mittelwerte der Analflossenstrahlzahl von Klieschen aus verschiedenen Teilen der Nord- und Ostsee. Daten von Jensen (1938, dort Tab. 2)

Nr.	Gebiet	Mittelwert Anz. Analflossenstr.	signifikant (95%) verschieden von Nr.
1	Horns Reef	56.568	2 - 8
2	Thyborøen	57.789	1 , 3 , 4 - 8
3	S Kattegat	55.147	1 , 2 , 4 - 8
4	N Belt Sea	54.430	1 - 3 , 8
5	S Belt Sea	54.395	1 - 3 , 8
6	W Baltic	54.438	1 - 3 , 8
7	S of Møen	54.527	1 - 3 , 8
8	Bornholm	53.120	1 - 7

2.3.4 Analyse der Daten von Jensen (1938) zur Anzahl der Analflossenstrahlen

Die Daten aus dem Bornholgebiet waren als einzige nicht normalverteilt. Es ließen sich fünf Gebiete aufgrund signifikanter Mittelwert- oder Medianunterschiede voneinander trennen : "Horns Reef" (Nordsee), "Thyboröen" (Nordsee), Kattegat, Beltsee mit Kieler und Mecklenburger Bucht und Gewässern südlich von Møen sowie als letztes Gebiet, Bornholm (Tab. 2)

2.4 Diskussion

Der nach Osten hin abnehmende Salzgehalt begrenzt, in Abhängigkeit von der Dichte der Eier, das Gebiet, in dem die Eier einer Art noch schweben können. Eine Überlebensfähigkeit nicht speziell angepaßter Eier am Boden wird dabei bezweifelt, so daß dieser Mechanismus das potentielle Fortpflanzungsgebiet begrenzt (Strodtmann, 1918; Hohendorf, 1968). Am Beispiel der Flunder zeigen Lønning & Solemdal (1972) die Existenz von drei verschiedenen Eitypen innerhalb der Ostsee, die sich in der Dicke des Chorions unterscheiden. Die Typen werden als Anpassungen an die Salzgehalte ihres Lebensraumes interpretiert. Für die Eier der Kliesche aus der Kieler Bucht weisen die gleichen Autoren ebenfalls ein reduziertes Chorion gegenüber den Eiern aus dem Nordost-Atlantik nach. Ein Vergleich mit Eiern aus anderen Teilen der Ostsee wurde aber nicht durchgeführt. Ein Rückschluß auf mögliche Anpassungen an die verschiedenen Salzgehalte in unterschiedlichen Teilen der Ostsee kann daher nur indirekt versucht werden.

Petersen (1893) bezweifelte, daß sich Schollen und Klieschen in den Gewässern südlich des Kattegat erfolgreich fortpflanzen können. Ausgangspunkt seiner Argumentation war die bis dahin auch in größeren Wassertiefen weitgehend vergebliche Suche nach den Jugendstadien der beiden Arten in diesen Gebieten. Er vermutete, daß der Salzgehalt für eine erfolgreiche Fortpflanzung zu gering sei, und daß infolgedessen nur die adulten Schollen bis dorthin vordringen.

Für die Scholle, die bis in die 30er Jahre ein Hauptobjekt der Berufsfischerei war, wurde die Frage nach der Fortpflanzungsmöglichkeit intensiv untersucht. Aus den Ergebnisse für die Scholle sind einige allgemeine Zusammenhänge abzuleiten, die auch für die weniger gut untersuchte Kliesche von Bedeutung sein können. Strodtmann (1906, 1918) und Johansen (1908) wiesen das Vorkommen von laichenden Adulten sowie von Eiern und Larven bis zum Bornholmbecken nach. Reibisch (1927) fing Schollen der Nullgruppe in der Kieler Bucht in Wassertiefen zwischen 1 und 4 m. Johansen (1908) und Kändler (1931) fingen größere Mengen von Schollen der Nullgruppe im Arkona und Bornholm Gebiet in Wassertiefen zwischen 10 und 40 m. Die kleinsten Schollen wurden in den größten Tiefen gefunden. Beide Autoren diskutieren die Möglichkeit, daß der Übergang zum Bodenleben im Tiefen erfolgt, und daß die Schollen mit zunehmendem Alter in flacheres Wasser wandern, wo man sie mit Wurfnetzen vom Strand aus fangen kann (Blegvad, 1926). Der beobachtete Aufenthalt der Nullgruppe im Tiefen könnte mit einer geringeren Salzgehaltstoleranz der frühen Bodenstadien zusammenhängen.

Die Fähigkeit zur Fortpflanzung in den östlichen Gebieten scheint also vorhanden gewesen zu sein. Eine zusätzliche Rekrutierung durch Einwanderung älterer Individuen scheint dagegen fast ausgeschlossen, wie aus den Ergebnissen sehr umfangreicher Markierungsexperimente in der westlichen Ostsee (Blegvad, 1934) gefolgert werden muß. Einschränkend ist zu sagen, daß die Einwanderung in die mittlere Ostsee nur für die Altersgruppen ausgeschlossen werden kann, die auch in ausreichender Stückzahl markiert wurden. Die markierten Fische waren zwischen 20 und 25 cm lang. Schollen der I-Gruppe dürften nicht, Schollen der II-Gruppe kaum beteiligt gewesen sein.

Strodtmann (1906, 1918) weist auch für die Kliesche das Vorkommen von laichreifen Adulten sowie von Eiern und Larven bis ins Bornholmbecken nach. Die Verbreitung der Nullgruppe blieb aber weitgehend unbekannt; im Bornholmbecken wurde Klieschen dieses Alters nie gefangen. Die wenigen Funde aus den westlichen Gebieten und auch aus dem Kattegat stammen alle aus größeren Wassertiefen. Petersen (1893) und Otterström (1906) fingen bei ihren umfangreichen Schleppversuchen mit Jung-

fischnetzen insgesamt nur 18 Klieschen der Nullgruppe an fünf Positionen in der westlichen Ostsee in Wassertiefen von 15 bis 36 m. Poulsen (1933) fing 30 Individuen zwischen 10 und 20 m Tiefe in den Gewässern um Møen. Er gibt aber nicht die Zahl der aufgewendeten Schleppstunden an. Auch Blegvad (1926) fing in 7 Stunden Schleppzeit "einige" Klieschen der Nullgruppe in den Gewässern um Møen und Falster zwischen 8 und 23 m. In allen genannten Arbeiten wurde keine Kliesche der Nullgruppe küstennah zusammen mit Schollen der Nullgruppe gefangen.

Die Ergebnisse der eigenen Schleppversuche fügen sich genau in das geschilderte Bild. Die wenigen 0-Gruppentiere, die gefangen wurden, stammen alle aus größeren Tiefen (13 bis 23 m). Auf weichem Grund war der Fang von Klieschen der Nullgruppen nur unter Verwendung der Eisenkette im Grundtau möglich, die gleiche Beobachtung machte auch Johansen (1908) bei Suche nach Schollen der Nullgruppe in größeren Wassertiefen.

Neu ist, daß 0-Gruppen Klieschen in steinigten Gebieten gefunden wurden. Möglicherweise kommen größere Mengen dieser Altersgruppe in schwierig zu befischenden Gebieten vor, was ein Hinweis dafür sein würde, daß eine Fortpflanzung in größerem Umfang auch in der Kieler Bucht stattfindet. Die gleiche Situation könnte auch im Bornholmgebiet vorgelegen haben, wenn auch aus diesem Gebiet keine Fänge von Klieschen der Nullgruppe bekannt sind.

In der Nordsee und in den westbritischen Gewässern findet man Klieschen der Nullgruppe in sehr geringen Wassertiefen zwischen 1 und 4.5 m (Gibson, 1973; Berghahn, 1987). Das ausschließliche Vorkommen von Klieschen der Nullgruppe in den tiefern Teilen der westlichen Ostsee, in der die Nullgruppe der Scholle nur küstennah gefunden wird, könnte auf eine im Vergleich zur Scholle größere Empfindlichkeit der jungen Klieschen gegenüber dem herabgesetzten Salzgehalt hindeuten. Daraus könnte gefolgert werden, daß sich die Nullgruppe der Kliesche im Arkona und Bornholmbecken in noch tieferem Wasser als diejenige der Scholle aufgehalten haben muß.

Aufgrund der insgesamt geringen Fänge von Klieschen der Nullgruppe ist eine nennenswerte Rekrutierung in der Kieler Bucht eher unwahrscheinlich. Es stellt sich daher die Frage welcher Art die ökologischen Barrieren sind und für welche ontogenetischen Stadien sie wirksam sind.

Für die Sterblichkeit der frühen Lebensstadien der Kliesche im Vergleich zu Flunder, Dorsch und Scholle ist die späte Laichzeit von Bedeutung. Einerseits steigt der Salzgehalt zum Sommer hin an, was für das Überleben der Eier von Vorteil ist (Westernhagen, 1970), andererseits sinkt der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers. Lönning & Solemdal (1972) stellen für die Eier von Klieschen aus der Kieler Bucht fest, daß diese bei einem minimalen Salzgehalt von 17-18 ‰ schweben. Da pelagische Eier mit zunehmendem Alter schwerer werden und in größere Tiefen absinken können (Westernhagen, 1970), ist es denkbar, daß auch viele Kliescheneier suboptimalen Sauerstoffbedingungen ausgesetzt werden.

Da sich die Sauerstoffwerte zum Sommer hin weiter verschlechtern, können auch die Larven suboptimalen Sauerstoffwerten ausgesetzt werden. Müller (1970) fing Klieschenlarven unterhalb der Sprungschicht in den Monaten Juni und Juli.

De Silva & Tytler (1973) haben für Schollenlarven LC_{50} -Werte des Sauerstoffgehaltes bestimmt. Die Werte liegen für Dottersacklarven bei 2.7 ml/l. Für 3-4 Wochen alte Jungfische, kurz nach der Metamorphose wurde eine höhere Resistenz gegenüber niedrigen O_2 -Werten ermittelt, der LC_{50} -Wert lag jetzt bei 1.7 ml/l. Für Heringslarven bestimmten sie Werte in der gleichen Größenordnung, so daß man auch für Klieschen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit von ähnlichen Werten ausgehen kann. Möglicherweise werden aber im Brackwasser geringe Sauerstoffgehalte schlechter vertragen, als bei optimalen Salzgehalten.

Falls die pelagischen Larven in Salzgehalten von 20 ‰ (oder weniger) gut existieren können, geraten sie im Juni und Juli

sehr selten in Sauerstoffwerte im Bereich der LC_{50} . Auf der am schlechtesten mit Sauerstoff versorgten Station Boknis Eck wurde in den Messungen von 1982 bis 1985 (Weigelt, 1988) nur im Juni 1984 ein Wert von 3.1 ml/l in 19 m Tiefe (20.1 ‰) erreicht.

Benötigen die pelagischen Larven höhere Salzgehalte, dann geraten sie auf vielen Stationen mit zunehmender Nähe zum Boden in den kritischen Bereich. Bei einem Salzgehalt von 25 ‰ lagen auf der Station Boknis Eck die Sauerstoffwerte jedes Jahr im Bereich der LC_{50} -Werte, wenn man die Befunde für Dottersacklarven der Scholle als Maß nimmt. Im Juli 1984 wurde für den Salzgehalt des Bodenwassers auf der günstiger gelegenen Station Vejsnäs Rinne ein Wert von 22.5‰ gemessen, bei einem Sauerstoffgehalt von 1.9 ml/l. Auf der Station Süderfahrt betrug der Salzgehalt in 20 m Tiefe 25.4 ‰, der O_2 -Gehalt 2.6 ml/l.

Für die jungen Bodenstadien der Kliesche, die vermutlich im Juli und August zum Bodenleben übergehen, sind die Lebensbedingungen in der Zeit zwischen August und Oktober am ungünstigsten, weil dann die Sauerstoffkonzentrationen in Bodennähe am niedrigsten sind. In diesen Monaten wurden selbst auf der Station Millionenviertel, die normalerweise die höchsten Sauerstoffkonzentrationen in der Kieler Buch aufweist, Werte von 1.4 ml/l (September 1984) oder 1.8 ml/l (Oktober 1985) gemessen. Die jungen Klieschen hätten die Möglichkeit in dieser Zeit in flachere Gebiete auszuweichen, sofern sie die dort geringeren Salzgehalte tolerieren können.

Falls die Salzgehaltstoleranz gering ist, könnte die Sterblichkeit unabhängig vom Sauerstoffgehalt ansteigen, wenn der Salzgehalt zum Winter hin wieder zurückgeht. Diese Möglichkeit hat Banse (1956) für Kattegatplankton diskutiert, welches mit dem sommerlichen Einstrom salzreichen Wassers in die Kieler Bucht gelangt ist.

Wenn in der Kieler Bucht tatsächlich keine nennenswerten Mengen früher Lebensstadien der Kliesche überleben, ist zu fragen,

woher sich der Bestand dieses Gebietes rekrutiert. Möglicherweise erfolgt eine umfangreiche Einwanderung von I-Gruppen-Tieren durch den Großen Belt, die sich in der Sequenz von Einheitsfängen (Abb.6 und 7) anzudeuten scheint.

Der von Kändler (1950) und Kramp (1913) nachgewiesene Zustrom von Larven und Eiern oder auch eine angenommene Einwanderung von I-Gruppen Klieschen weisen in jedem Fall auf eine enge Beziehung zwischen den Belten, der Kieler und der Mecklenburger Bucht hin.

Aus dem Markierungsexperiment ist abzuleiten, daß insbesondere eine starke Abwanderung von adulten Klieschen aus der Mecklenburger Bucht in die beiden anderen Gebieten erfolgt. Da die Markierung vor dem Beginn der Laichzeit abgeschlossen war, wird die höhere Rate der Auswanderung aus der Mecklenburger Bucht im Vergleich zur Kieler Bucht als ein Hinweis darauf gewertet, daß in der Mecklenburger Bucht nicht gelaicht wird. Für eine solche Laichwanderung sprechen auch die geringen Wiederfänge in der Mecklenburger Bucht während der Laichzeit. Selbst aus der Kieler Bucht wandern noch 9% der markierten Tiere - vermutlich zum Laichen - in die Belte ab; die Mehrzahl der Tiere verbleibt hier aber während der Laichzeit.

Eine zusätzliche Bestätigung für eine Vermischung der Klieschen aus den Belten, der Kieler und Mecklenburger Bucht geben auch die fehlenden Unterschiede in den Analflossenstrahlzahlen zwischen den Fischen dieser Gebiete.

Statistisch signifikante Unterschiede bestehen aber zwischen diesem Großgebiet, dem Kattegat und dem Bornholmgebiet. Dies mag als ein Hinweis auf die Existenz einer eigenen Rasse bei Bornholm gelten. Für viele meristische Merkmale von Fischen wurde aber gezeigt, daß sie stark von den Umweltparametern, wie Salzgehalt und Temperatur abhängen (Hempel & Blaxter, 1961). Jensen (1938) fand auch innerhalb der Gebiete stärkere Schwankungen in den Analflossenstahlzahlen zwischen den Jahren, die den Einfluß hydrographischer Faktoren wahrscheinlich machen.

Unabhängig von den Ursachen läßt sich aus den Unterschieden in der Analflossenstrahlzahl erkennen, daß eine erfolgreiche Rekrutierung im Bornholm Gebiet stattgefunden haben muß.

Eine erfolgreiche Rekrutierung läßt sich kaum vorstellen, ohne daß die Eier spezielle Anpassungen an die geringen Salzgehalte im Bornholmbecken gehabt hätten. Die späte Laichzeit bedingt auch im Bornholmbecken, daß die frühen Jugendstadien im sauerstoffarmen Wasser aufwachsen (s. Kap. 6 u. 7). Strodtmann (1918) beobachtete schwebende Kliescheneier noch bei 12 ‰. Salzgehalt, bei welchem Salzgehalt die Mehrzahl der Eier schweben konnte, läßt sich aber aus dieser Beobachtung nicht ableiten.

Die Isolation der Population bei Bornholm zeigt sich außer in den Ergebnissen der Markierungen von Laurinat auch noch in einem morphometrischen Unterschied zwischen den Klieschen der mittleren Ostsee und denjenigen aus der westlichen Ostsee. Die Selektionsspanne in dem Markierungsexperiment von Borowik (1930) beträgt 1.8 cm, Temming (1983) ermittelt für Klieschen aus der westlichen Ostsee eine Selektionsspanne von 3.2 cm. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Kliesche im Bornholmgebiet bei gleicher Länge breiter waren, was auch von Laurinat (1933) und Jensen (1938) bestätigt wird. Ein solcher Unterschied könnte wiederum eine Reaktion auf die hydrographischen Bedingungen sein, in jedem Fall müßten die Klieschen dann in einem sehr frühen Alter einwandern, um nachher noch so stark von den Bedingungen dieser Region geprägt zu werden.

3 Längen- und Altersstruktur der Population in der westlichen Ostsee

3.1 Einleitung

Die Kliesche wird im allgemeinen nicht gezielt befishcht, da wegen ihrer relativ geringen mittleren Länge nur ein kleiner Teil des Fanges für den menschlichen Konsum nutzbar gemacht werden kann. Lee (1972) errechnete für die Nordsee, daß den deklarierten Anlandungen in Höhe von 4500 mt nicht weniger als 150000 mt Klieschen gegenüberstehen, die gleich nach dem Fang wieder über Bord gegeben wurden (Discard). Für die Ostsee gilt in Dänemark seit 1934 ein Mindestmaß von 25 cm. In der DDR wurde das gleiche Mindestmaß 1975 eingeführt. In der Bundesrepublik Deutschland dürfen Klieschen ohne Einschränkungen angelandet werden, sind aber erst ab etwa 27 cm als Konsumware zu einem akzeptablen Preis verkäuflich. Die Kenntnis der Längenzusammensetzung des befischbaren Bestandes gibt also eine Vorstellung über das zu erwartende Ausmaß an Discard. Im folgenden werden daher die Längenhäufigkeitsverteilungen nach Monaten und Geschlechtern getrennt zusammengestellt.

Dabei wird das Material zusätzlich für den Nordteil (Bereich der Belte südlich des Kattegat und nördlich der Kieler Bucht) und den Südteil (Kieler und Mecklenburger Bucht) der westlichen Ostsee getrennt behandelt, um zu prüfen, ob Meßreihen aus dem Südteil auch für die Längenzusammensetzung des Nordteils repräsentativ sind. Der Vergleich muß sich ausschließlich auf Archivmaterial aus den 50er und 60er Jahren stützen, da eine Genehmigung zur Probennahme im Nordteil der westlichen Ostsee von der dänischen Regierung nicht erteilt worden war. Für die Jahre nach 1963 gibt es kaum noch Meßreihen aus dem Nordteil, obwohl die Masse der Anlandungen gerade aus diesem Gebiet stammt. Den Berechnungen von Temming (1983) lag die Annahme zugrunde, daß das Gebiet hinsichtlich der Parameter Längenzusammensetzung, Alterszusammensetzung und Wachstum als homogen anzusehen ist.

Als Zweites wird die mittlere monatliche Alterszusammensetzung für beide Teilgebiete ermittelt. Die Analyse der Alterszu-

sammensetzung gibt Aufschluß über das Rekrutierungsalter der Population. Im Zusammenhang mit der Kenntnis des mittleren Alters bei der ersten Geschlechtsreife lassen sich Rückschlüsse auf die Überfischungsgefahr ziehen.

Den Abschluß dieses Kapitels bildet die Untersuchung des Wachstums, wiederum vergleichend für beide Teilgebiete. Nach den bisherigen Untersuchungen in der Nordsee (Bohl, 1957; Lee, 1972) und in den Gewässern um Island (Johnsson, 1962) gilt die Kliesche in der westlichen Ostsee (Kändler & Thurow, 1959) als vergleichsweise schnellwüchsig. Die Arbeiten von Poulsen (1933, 1938) enthalten aber Hinweise auf regionale Unterschiede innerhalb der Ostsee.

Alle Zusammenstellungen von Längen- und Altersdaten sowie die darauf aufbauenden Berechnungen dieses und des nächsten Kapitels werden nach Geschlechtern getrennt durchgeführt, da bekannt ist, daß die Weibchen der Kliesche besser wachsen als die Männchen (Bohl, 1957; Kändler & Thurow, 1959; Jonsson, 1962 und Lee, 1972). Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern als solche stehen hier aber nicht im Mittelpunkt des Interesses.

3.2 Material und Methode

3.2.1 Herkunft der Daten

Das Material aus dem Nordteil, Längenmeßreihen und Längen-Altersschlüssel, stammt von Prof. Bagge aus dem dänischen Institut für Fischerei und Meeresforschung in Charlottenlund. Es wurde ausschließlich mit dem Sonderburger Standardtrawl gewonnen. Das Netz hat eine Grundtaulänge von 50 Fuß und eine Maschenweite von 18 mm (16 mm Maschenöffnung) im Steert. Die Fänge wurden mit dem Forschungsschiff "Biologen" in den Jahren 1954 bis 1964 gemacht. Die Schleppdauer betrug in diesem Programm einheitlich 30 Minuten. Ergänzend standen die Längen-Altersschlüssel von einigen Marktproben aus Lundeborg, Kerteminde und Faaborg aus den Jahren 1965 und 1966 zur Verfügung.

Für den Südteil lagen ebenfalls Daten aus dem dänischen Fischereiprogramm vor, die durch Forschungsfänge mit einem identischen Netz aus der "Quantitativen Fischerei" von Prof. Kändler und Prof. Thurow aus den Jahren 1956 bis 1967 ergänzt wurden. Da die Probennahme in den ersten Jahren des deutschen Programms weniger intensiv war, wurde die Datenserie um drei Jahre gegenüber derjenigen aus dem Nordteil verlängert. Die Zeiträume sind somit noch weitgehend vergleichbar und in beiden Datensätzen stand Material aus einem vergleichbar langen Zeitraum zur Verfügung.

Die Standardschleppdauer in der Quantitativen Fischerei betrug 60 Minuten. Auch hier waren die Otolithen bereits gelesen und zu Längen-Altersschlüsseln (LAS) zusammengefaßt. Altersanalysen von Marktproben aus dem Südteil führte die Außenstelle in Bagenkop des dänischen Institutes durch. Insgesamt wurden im Nordgebiet 55209 Fische aus 708 Forschungsfängen gemessen, von 12587 Fischen wurde zusätzlich das Alter bestimmt. Im Südgebiet waren es 33368 Messungen und 12236 Altersbestimmungen aus 647 Hols. Für das Nordgebiet lagen ferner 2617 Altersbestimmungen aus Marktproben vor, für das Südgebiet waren es 2920. Einen Überblick über das vorhandene Material geben Tab. 3 und 4.

3.2.2 Längenverteilungen

Um eine Darstellung der mittleren Situation zu erhalten, wurden alle Meßreihen (Längenhäufigkeitsverteilungen, LHV) aus gleichen Monaten nach Jahren und für beide Teilgebiete getrennt ohne Gewichtung zusammengefaßt. Die Monatsmeßreihen aus den verschiedenen Jahren wurden zu je einer mittleren Monatsmeßreihe für jeden Monat zusammengefaßt. Dabei wurden die einzelnen Meßreihen vor der Zusammenfassung mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert, so daß jede Meßreihe ausreichender Probengröße mit der gleichen Gesamtanzahl in die mittlere Meßreihe eingeht. Meßreihen nicht ausreichender Probengröße wurden ohne Gewichtung einbezogen. Es sollte durch dieses Verfahren verhindert werden, daß einzelne, möglicherweise untypische Jahre, nur aufgrund intensiverer Beprobung den Mittelwert prägen.

Tab. Ja: Übersicht über das Gesamtmaterial an Längennefereien aus dem Nordteil der westlichen Ostsee (Männchen und Weibchen zusammen). Anzahl gegessener Fische (A) und Anzahl Hols (B)

Jahr	1954		1955		1956		1957		1958		1959		1960	
Monat	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1														
2														
3							248	9	222	15	181	4	36	1
4							157	3			573	10	187	4
5	279	5	697	16			32	2						
6	31	2	63	1	135	6	114	3	297	9	1598	18		
7	43	2	15	1	178	3			235	4	104	4	64	2
8	838	17	189	9	436	5	220	8	2145	27	591	10	251	7
9			640	5	675	13	1147	15	285	3	2027	16	2119	16
10	80	2	1356	14	85	5	863	12	1583	22	598	8		
11	838	6	60	1	630	8	271	3	3	1			1097	22
12	796	13	207	6	152	4	491	11	380	12	218	16	287	13
Jahr	1961		1962		1963		1964		1965		1966		1967	
Monat	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1														
2														
3	1831	13	1758	34			1045	12						
4	2409	23	1102	13	1676	10	996	10						
5														
6	216	1					18	1						
7					2888	11								
8	876	11	2242	19	440	7								
9	600	11	4819	18	397	4								
10														
11			2065	15	1246	11								
12	344	5	526	10	668	15								

Tab. 3b : Wie Tab. 3a, Südteil der westl. Ostsee. Daten für den Nordteil sind aus dem Archiv des Dänischen Fischereieinst. in Charlottenlund, Daten aus dem Südteil überwiegend aus dem Archiv der BFA f. Fischer. in Hamb.(Lab. Kiel)

Jahr	1954		1955		1956		1957		1958		1959		1960	
Monat	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1									22	3				
2													556	7
3							6	1	43	6				
4							378	12			148	10	119	8
5			43	3	1384	13	299	6			132	3		3
6		4			388	1	298	5	66	2			322	4
7									189	9				
8	54	2	102	3					107	5	241	3	125	2
9							48	2			404	5	213	5
10	99	2	61	2	887	15	124	6	693	13	1885	9	695	7
11	31	1												
12	47	1	204	2	31	2	70	3	463	7			109	4
Jahr	1961		1962		1963		1964		1965		1966		1967	
Monat	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1											360	6		
2	329	4									126	11		
3	150	8	40	5			393	19	614	20	464	16	491	15
4	106	5	82	7										
5	566	11			276	12	993	12	605	16	489	8	1146	14
6			339	10					702	8				
7					2192	14			387	6	800	14	370	6
8	16	2	7	1			1427	13						
9	185	4	274	5	336	4			422	14	990	12	359	9
10	76	5	258	11	571	8	1398	14						
11			296	11	1232	13	199	3			726	12	554	17
12	180	8			345	7		11	411	15				

Tab. 4 : Übersicht über das Gesamtmaterial an Längen-Altersschlüsseln aus der westlichen Ostsee. Herkunft der wiss. Daten wie Tab. 3. Marktproben aus dem dänischen Fischereinst. in Charlottenlund

Anzahl Otolithen aus											
Forschungsfängen								Markt-LAS			
	Jahr	1954-59	1960	1961	1962	1963	1964	1964	1965	1966	
	Monat										
Nord- gebiet	1								265		
	2								266		
	3	115		201	896		525		167		
	4			961	346	462			173		
	5	168							103	102	
	6	223		100						100	
	7	308	182			384					
	8	582		71	496	55			111		
	9	135	686	431	2666	355			217		
	10	148							314		
	11	60			453	128		92	86		
	12	93	211	148	510	488		338	283		
Süd- gebiet	Jahr	1954-59	1960	1961	1962	1963	1964	1961	1962	1963	1964
	Monat										
	1	22			207				207		
	2		556	333					255		42
	3	28		106	40		162		125		
	4	69	76	105	81				144	126	
	5	154		425		230			110	157	
	6	38	450		341					290	
	7	215				359			340	162	
	8	154		4						201	
	9	48	188	183	269	263			104		
	10	2017	696	79		198		81		127	
	11					318			206		
	12	30	97	177		413			111	174	
2-5	2307										
10-11	404			556							

Aus dem Nordteil wurden Daten zwischen 1954 und 1964 einbezogen, aus dem Südteil zwischen 1956 und 1967.

Alle Daten wurden nach Geschlechtern getrennt verarbeitet.

Ein Teil der Meßreihen war ursprünglich nicht nach Geschlechtern getrennt aufgenommen worden. Diese wurden nach dem Vorbild einer mittleren Meßreihe des entsprechenden Monats und Gebietes (Nordteil/Südteil) aufgetrennt. Für die Bildung dieser mittleren Meßreihen wurde das gesamte getrennt vorliegende Material verwendet.

3.2.3 Längenaltersschlüssel

Die Zusammenfassung der Längenaltersschlüssel wurde nach den gleichen Prinzipien durchgeführt, die auch bei der Zusammenfassung der Längenmeßreihen zugrundegelegt wurden.

Zur Ermittlung der Alterszusammensetzung der Population wurden die mittleren monatlichen Längenmeßreihen gemäß den mittleren Längenaltersschlüsseln auf die Altersklassen verteilt. Für den Monat Januar lagen aus beiden Gebieten keine Proben vor, aus dem Nordteil auch nicht für Februar. Die für Januar verwendeten Meßreihen sind identisch mit denen aus dem Dezember, die Januar-LAS sind lediglich um eine Altersklasse verschobene Dezember-LAS. Die Februarwerte für den Nordteil sind aus den Januar - (also Dezember) und den Märzdaten gemittelt worden. Diese Daten enthalten also keine unabhängige Information, da sie aber für die Berechnungen von Bestandsgröße und Gesamtsterblichkeit in Kap. 4 benötigt werden, sind sie hier der Vollständigkeit halber mit dokumentiert.

Für die Darstellung der mittleren Längen in den Altersklassen wurden die Längenzusammensetzungen in den LAS durch Skalierungsfaktoren für jede cm-Klasse an diejenigen der zugehörigen LHV angepaßt. Dabei trat in mehreren Fällen das Problem auf, daß für die untersten cm-Klassen der LHV keine Altersbestimmungen vorlagen. In solchen Fällen wurden diese Messungen entweder der kleinsten Altersklasse zugeordnet, oder es wurden, wenn eine eindeutige Zuordnung nicht möglich war, die betroffenen Altersklassen aus der Bearbeitung ausgeschlossen.

Da die Längenverteilungen der einzelnen Altersklassen in den Daten des nördlichen Teilgebietes in vielen Fällen von der Normalverteilung abwichen, wurden zusätzlich zu den Mittelwerten die Mediane berechnet. Die Berechnung aus den klassierten Daten erfolgte nach der Formel in Sachs (1984) :

$$X = U + b * ((n/2) - \Sigma(f)_u) / f_{Median}$$

mit X = Median, interpoliert
U = Untergrenze der Medianklasse
b = Klassenbreite
n = Gesamtanzahl der Werte
 $\Sigma(f)_u$ = Summe der Häufigkeitswerte aller Klassen unterhalb der Medianklasse
 f_{Median} = Anzahl der Werte in der Medianklasse

Für den statistischen Vergleich wurden drei Paarungen aus dem Gesamtdatenmaterial der 60er Jahre derart gebildet, daß aus möglichst vielen Jahren für beide Teilgebiete ausreichend Altersbestimmungen aus der gleichen Jahreszeit vorlagen: 1) Februar und März Südteil gegen März Nordteil, 2) September Südteil gegen September Nordteil und 3) Oktober und November Südteil gegen November Nordteil.

Für die Prüfung der Mediandifferenzen auf Signifikanz wurde der nichtparametrische Mann-Whitney Test angewandt. Die LAS wurden für die Tests mit einem Skalierungsfaktor für jede Altersklasse multipliziert, um die Stichprobengrößen in den Altersklassen an die ursprünglich zugrunde liegende Anzahl der Otolithenlesungen anzupassen. Die Stichproben waren in allen Fällen so groß, daß die Testgröße anhand der Standardnormalverteilung beurteilt wurde. Die statistischen Tests wurden mit dem Programm STATGRAPHICS auf einem Personal-Computer durchgeführt.

Die Durchführung der anderen Berechnungen erfolgte zunächst mit Hilfe selbstgeschriebener Programme (Programmiersprache SIMULA) auf der PDP-10 Rechenanlage des Rechenzentrums der Universität Kiel. Für die Bearbeitung auf dem Großrechner wurden LHV und LAS nur aus den Jahren 1960 bis 1964 nach Monaten zusammengefaßt eingegeben und nach den beiden Untergebieten getrennt

behandelt. Mit dem gegen Projektende neu erworbenem Personal-Computer (PC) wurde die Datenhandhabung stark vereinfacht. Die Meßreihen konnten nun in einer relationalen Datenbank (dBASE III+, CLIPPER-Compiler), nach Hols getrennt, verwaltet werden. Zusätzlich sind in diesen Datenbeständen auch die später aus den Archiven beschafften Daten aus den 50er Jahren enthalten. Da einige Auswertungen bereits vor der Umstellung auf das Datenbanksystem fertiggestellt waren, konnten die Vorteile dieser Methode aber nicht für alle Fragestellungen ausgenutzt werden, außerdem sind nicht in allen Auswertungen die Daten aus den 50er Jahren enthalten. Teilmengen der Daten konnten für bestimmte Bearbeitungen zwischen Großrechner und PC als ASCII-Dateien in beide Richtungen transportiert werden.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Längenzusammensetzung

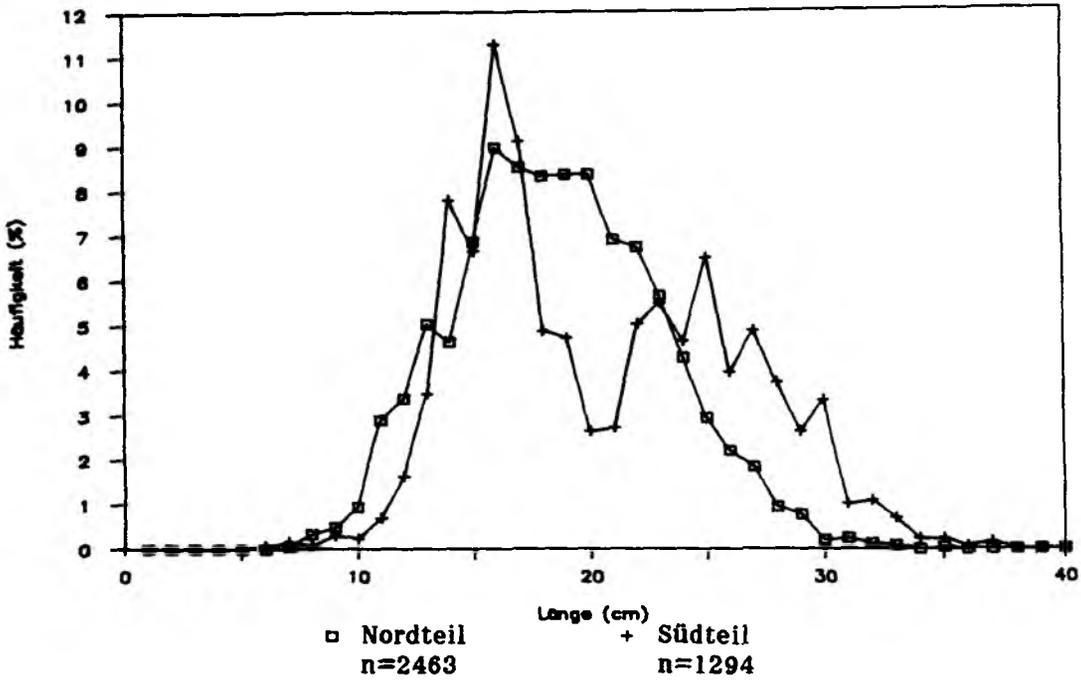
Die Abb. 9a - 12b zeigen am Beispiel der Monate März, Juni, September und November für beide Geschlechter die Längenhäufigkeitsverteilungen jeweils aus dem Nord- und aus dem Südteil. An allen Beispielen ist klar erkennbar, daß im Südteil die großen Tiere stärker vertreten sind. Umgekehrt sind im Nordteil die kleinen Tiere häufiger, so daß die Verteilungen aus dem Norden gegenüber denen aus dem Süden nach links verschoben erscheinen. Dieses Phänomen ist im September am schwächsten ausgeprägt. Die Verteilungen aus dem Südgebiet sind zweigipfelig, diejenigen aus dem Nordgebiet meist eingipfelig, am ehesten sind hier die Septemberverteilungen zweigipfelig.

In beiden Gebieten sind die Weibchen im Mittel größer als Männchen.

3.3.2 Alterszusammensetzung

Tab. 5 zeigt die mittlere prozentuale Alterszusammensetzung für beide Untergebiete nach Monaten und für beide Geschlechter getrennt. In den Monaten Januar bis April dominiert im Norden die Altersklassen III (Jan., Feb., Apr.) oder IV (März). Zur gleichen Zeit ist die Altersklassen II (Jan., Feb.) oder III (März,

Weibchen März



Männchen März

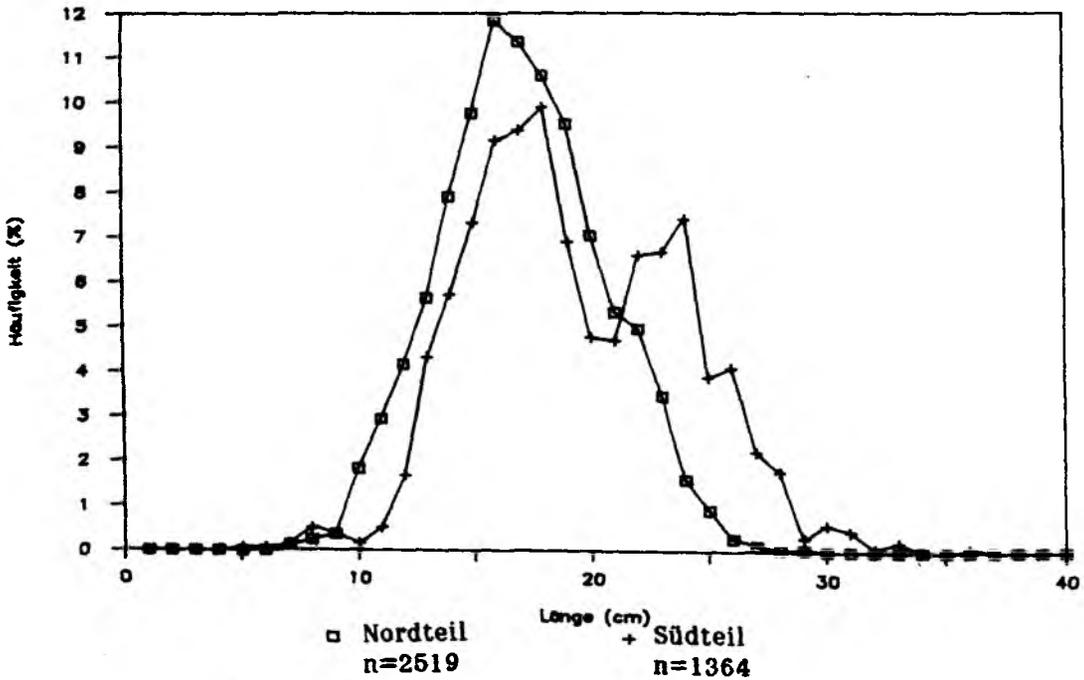


Abb. 9 : Längenhäufigkeitsverteilungen aus dem Nord- und Südteil der westlichen Ostsee, Weibchen (a) und Männchen (b) für März. Zusammenfassung aus den Jahren 1954 - 1967

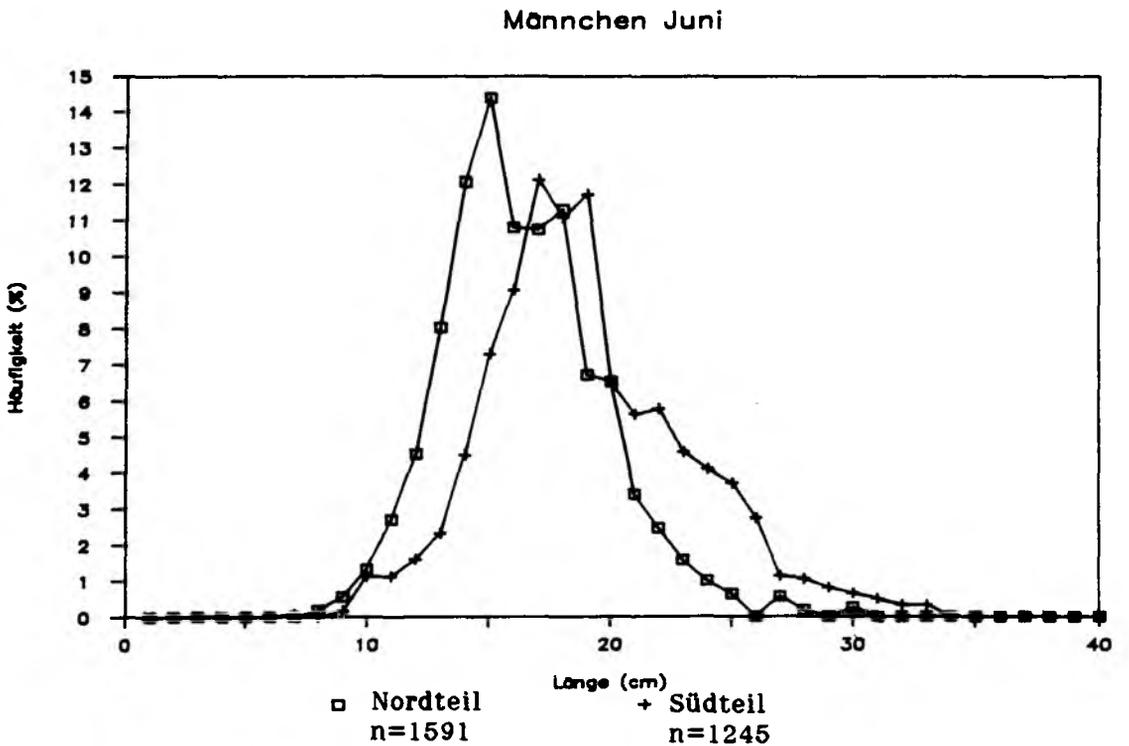
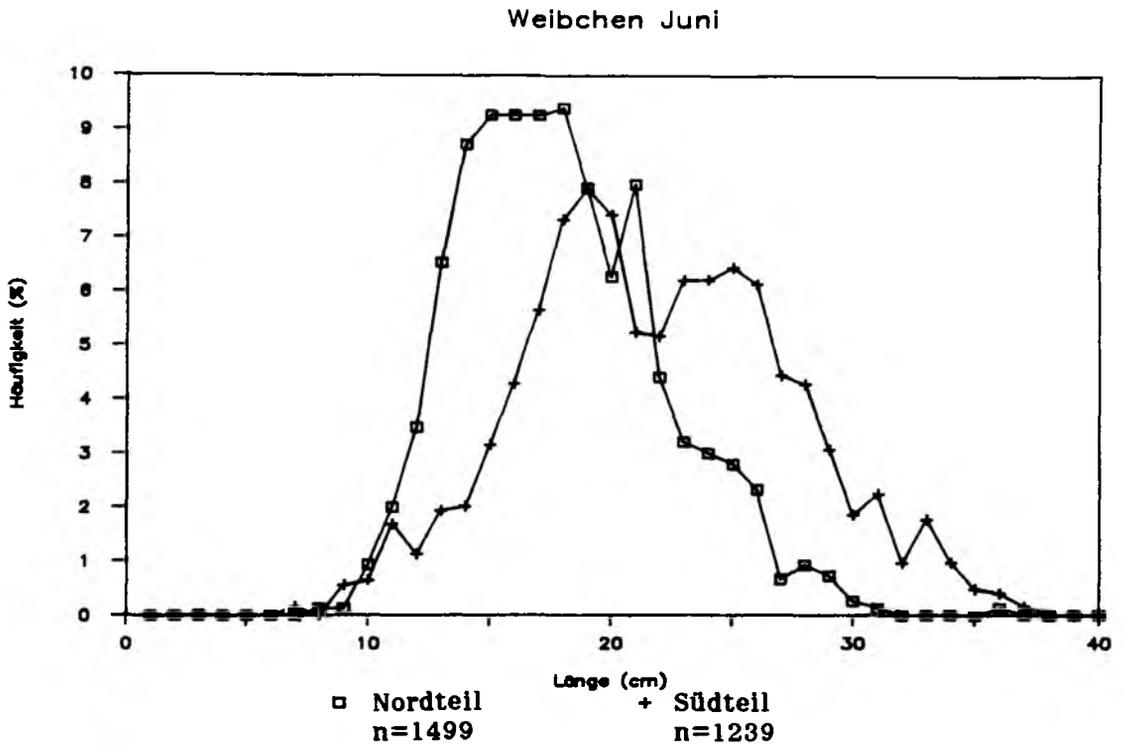
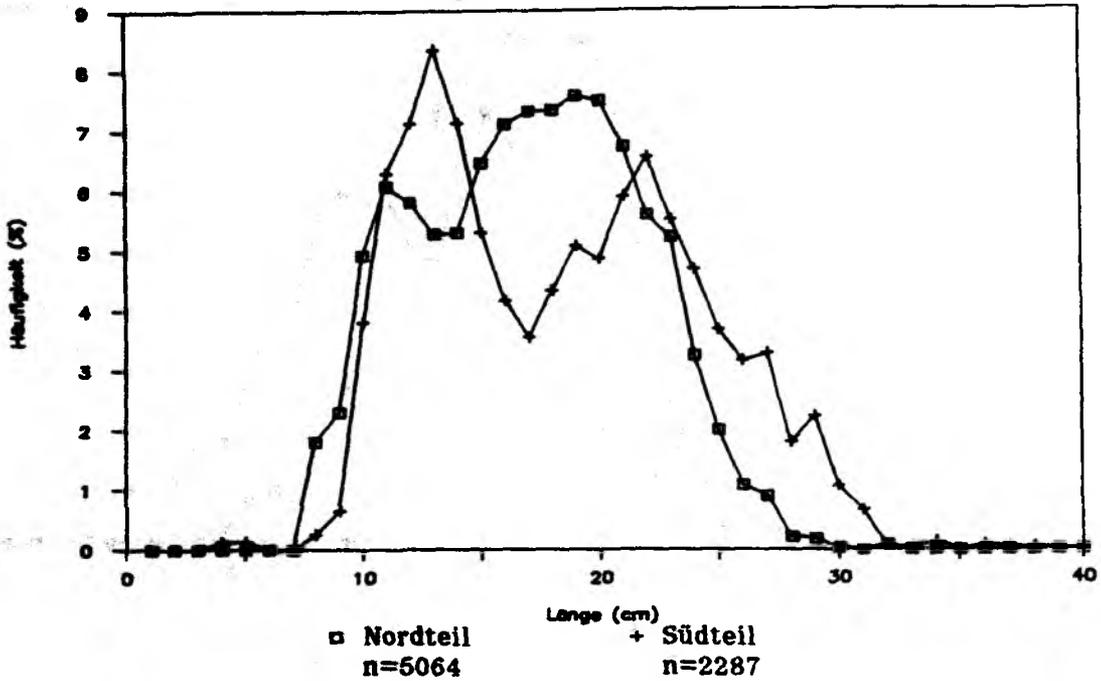


Abb. 10 : Längenhäufigkeitsverteilungen aus dem Nord- und Südteil der westlichen Ostsee, Weibchen (a) und Männchen (b) für Juni. Zusammenfassung aus den Jahren 1954 - 1967

Weibchen September



Männchen September

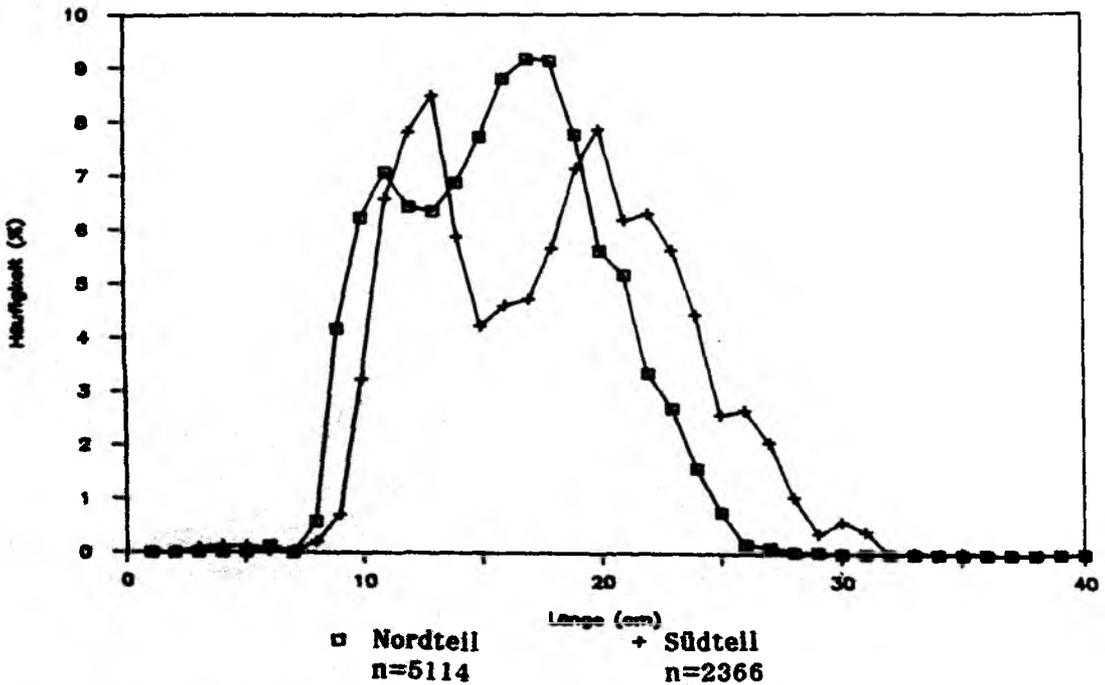


Abb. 11 : Längenhäufigkeitsverteilungen aus dem Nord- und Südteil der westlichen Ostsee, Weibchen (a) und Männchen (b) für September. Zusammenfassung aus den Jahren 1954 - 1967

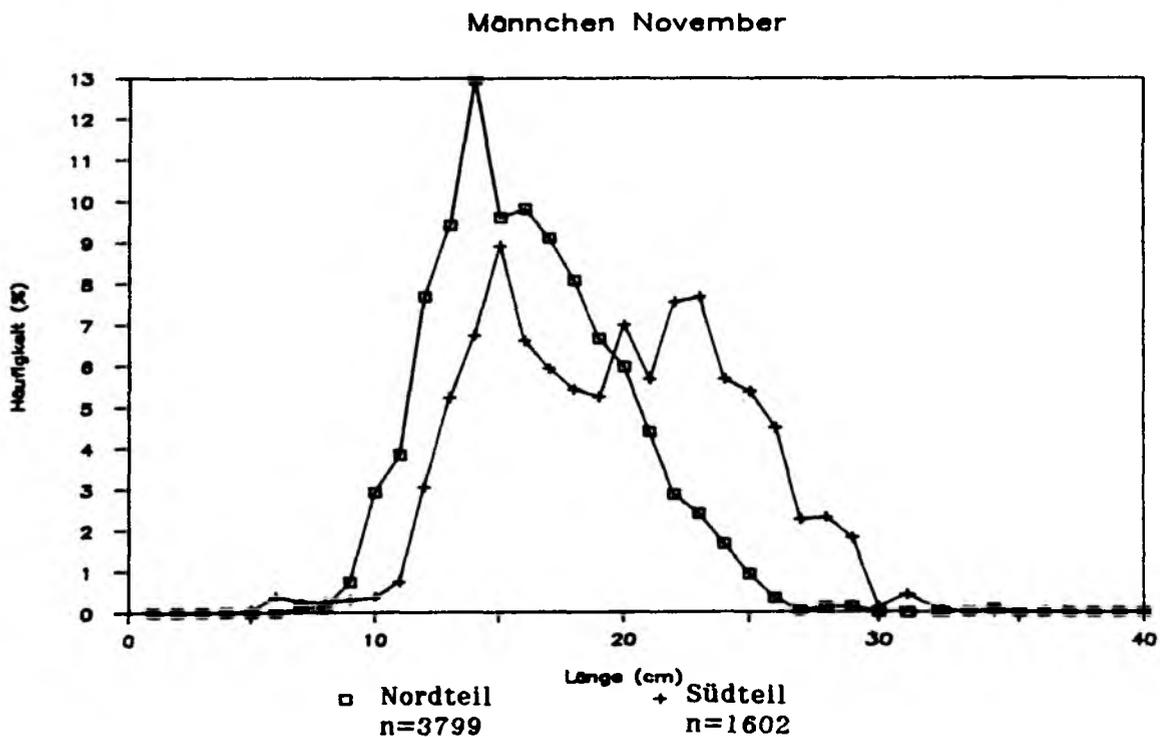
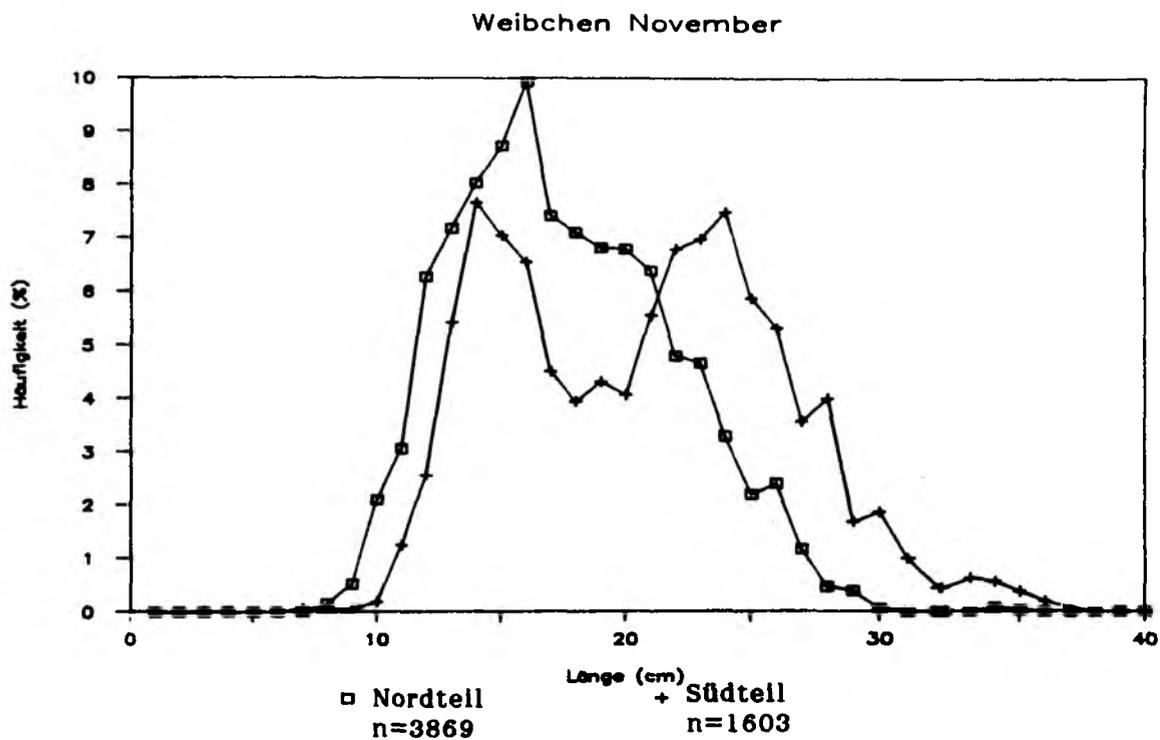


Abb. 12 : Längenhäufigkeitsverteilungen aus dem Nord- und Südteil der westlichen Ostsee, Weibchen (a) und Männchen (b) für November. Zusammenfassung aus den Jahren 1954 - 1967

Tab. 5a : Prozentuale Alterszusammensetzung (Markt-LAS berücksichtigt) in Forschungsfängen (50'-ICRS Standardtrawl, 18 mm Steertnw.) für den Nordteil der westlichen Ostsee nach Monaten. (Jan.-daten aus Dez., Feb.-daten aus Jan. u. März abgeleitet, s.Text) Mittlere Situation aus allen Daten von 1954 bis 1964, Datengrundlage s. Tab. 3 u. 4.

Männchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
1	0.37	0.58	0.44	1.34	0.00	1.70	13.73	16.28	31.97	41.13	58.42	24.09
2	24.09	24.46	23.85	40.63	85.14	44.80	38.73	37.24	27.60	41.56	34.96	40.47
3	40.39	35.07	32.79	45.11	10.10	38.37	39.19	36.43	23.86	13.55	5.38	23.63
4	23.39	30.63	35.49	10.04	2.82	12.29	8.05	8.60	13.43	3.55	0.92	8.67
5	8.90	7.20	6.08	2.49	0.89	2.33	0.31	1.16	2.53	0.11	0.24	2.21
6	2.33	1.69	1.15	0.24	0.30	0.50	0.00	0.13	0.51	0.11	0.08	0.37
7	0.37	0.27	0.20	0.15	0.74	0.00	0.00	0.15	0.04	0.00	0.00	0.15
8	0.12	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03
9	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Weibchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.03	0.04	0.51	0.55	1.20	19.44	10.63	26.40	14.52	37.81	23.37
2	24.46	19.32	17.89	29.40	71.49	38.61	36.06	43.35	29.54	55.22	36.79	38.61
3	38.55	36.57	33.86	46.70	14.60	43.22	34.10	33.04	27.27	25.13	17.91	24.74
4	24.57	31.08	34.88	17.21	6.68	13.89	10.06	10.61	13.73	4.59	6.01	9.39
5	9.23	9.51	9.43	4.70	4.91	2.54	0.34	1.93	2.37	0.38	1.07	2.77
6	2.43	2.84	3.41	1.16	1.36	0.47	0.00	0.37	0.55	0.17	0.39	0.92
7	0.59	0.46	0.24	0.33	0.41	0.07	0.00	0.07	0.14	0.00	0.03	0.20
8	0.17	0.11	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.08	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Männchen und Weibchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
1	0.18	0.29	0.24	0.92	0.28	1.46	16.43	13.43	29.20	28.96	48.04	23.72
2	24.29	21.78	20.90	35.82	78.02	41.80	37.46	40.33	28.57	47.80	35.88	39.50
3	39.43	35.85	33.32	85.91	12.45	40.73	36.78	34.72	25.56	18.84	11.69	24.21
4	24.01	30.86	35.19	13.62	4.84	13.07	9.00	9.61	13.58	4.03	3.48	9.05
5	9.07	8.41	7.74	3.60	2.99	2.43	0.32	1.55	2.45	0.23	0.65	2.50
6	2.38	2.29	2.27	0.70	0.85	0.49	0.00	0.25	0.53	0.13	0.24	0.66
7	0.48	0.37	0.22	0.24	0.57	0.03	0.00	0.11	0.09	0.00	0.01	0.18
8	0.15	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01
9	0.01	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tab. 5b : Prozentuale Alterszusammensetzung (Markt-LAS berücksichtigt) in Forschungsfängen (50'-ICBS Standardtrawl, 18 mm Steertnw.) für den Südteil der westlichen Ostsee nach Monaten. (Januardaten aus Dezemberdaten abgeleitet, s. Text). Mittlere Situation aus allen Daten von 1954 bis 1967, Datengrundlage s. Tab. 3 u. 4.

Männchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	1.12	0.51
1	0.51	0.14	1.32	0.92	5.58	2.59	22.81	22.55	36.19	43.40	41.25	49.58
2	49.38	49.86	35.25	38.65	44.49	62.00	45.10	44.91	29.76	42.68	32.96	35.02
3	33.94	37.53	43.05	43.56	37.25	24.25	22.18	21.79	22.10	10.22	17.57	9.55
4	10.18	5.56	14.13	12.27	10.18	8.08	5.30	6.60	8.48	2.80	4.98	2.50
5	2.55	3.79	3.61	3.07	2.04	2.83	3.11	2.64	1.11	0.55	1.50	1.49
6	1.53	2.03	1.18	0.61	0.31	0.24	1.27	1.32	1.03	0.17	0.50	0.89
7	1.32	0.54	0.88	0.61	0.09	0.00	0.17	0.19	0.99	0.00	0.12	0.30
8	0.47	0.41	0.44	0.31	0.06	0.00	0.06	0.00	0.34	0.00	0.00	0.17
9	0.13	0.14	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Weibchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00
1	0.00	0.13	0.93	0.00	4.15	1.38	31.82	25.36	38.79	45.59	37.59	45.18
2	45.91	49.47	37.14	27.58	33.29	41.22	35.40	42.60	29.01	38.44	37.96	38.21
3	35.94	30.42	35.91	34.85	37.89	32.60	19.85	20.58	19.46	10.62	18.01	11.44
4	11.86	9.52	16.06	20.30	15.45	14.23	7.15	6.67	10.33	3.29	4.19	2.59
5	2.46	5.29	6.87	12.42	6.61	7.97	3.72	3.45	1.15	1.54	1.56	1.27
6	1.85	2.25	1.39	1.52	2.05	2.36	1.61	0.89	0.55	0.26	0.44	0.88
7	1.41	1.46	0.93	1.82	0.35	0.16	0.36	0.33	0.32	0.09	0.13	0.44
8	0.57	1.06	0.69	1.52	0.22	0.08	0.07	0.00	0.23	0.04	0.00	0.00
9	0.00	0.40	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Männchen und Weibchen

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK												
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.62	0.26
1	0.26	0.13	1.13	0.46	4.87	1.99	26.79	23.84	37.44	44.48	39.42	47.41
2	47.68	49.67	36.17	33.08	38.90	51.64	40.82	43.85	29.40	40.60	35.46	36.59
3	34.92	33.94	39.56	39.18	37.57	28.42	21.15	21.24	20.83	10.42	17.79	10.48
4	11.01	7.56	15.07	16.31	12.81	11.15	6.12	6.64	9.37	3.04	4.59	2.54
5	2.50	4.55	5.20	7.77	4.32	5.39	3.38	3.01	1.13	1.04	1.53	1.38
6	1.68	2.14	1.28	1.07	1.18	1.30	1.42	1.12	0.80	0.22	0.47	0.88
7	1.36	1.00	0.90	1.22	0.22	0.08	0.26	0.26	0.67	0.04	0.12	0.37
8	0.52	0.74	0.57	0.91	0.14	0.04	0.06	0.00	0.29	0.02	0.00	0.09
9	0.06	0.27	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Apr.) im Südteil am häufigsten. Die Altersklasse IV ist bis März im Nordteil generell stärker vertreten als im Südteil. Insgesamt sind die Tiere am Jahresanfang im Nordteil älter als im Südteil.

Zwischen Mai und August ist die Altersklasse II in beiden Teilen dominant.

Ab Juli kommt die Altersklasse I in beiden Gebieten in größeren Mengen vor. Gegenüber den anderen AK dominiert sie im Südteil ab September immer, im Norden nur im September und November. Ihr Anteil ist bis auf den November stets im Südteil höher als im Nordteil.

3.3.3 Mittlere Längen in den Altersklassen

Die Tabellen 6 - 8 zeigen neben den Originaldaten die errechneten Mediane, Mittelwerte und andere statistische Kenngrößen jeweils paarweise für die Verteilungen aus den beiden Teilgebieten. Alle Unterschiede zwischen Nord- und Südteil in den Medianen gleicher AK sind auf dem 99.9% Niveau signifikant. Die Unterschiede werden in allen Fällen mit zunehmenden Alter größer, von 1 cm (AK I, Weibchen, September) bis zu 8 cm (AK V, Weibchen, Feb./März).

Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind im Nordgebiet schwach ausgeprägt, im November sind die Männchen sogar geringfügig größer als die Weibchen; die größten Unterschiede fanden sich im September in der Alterklasse IV mit etwa 2 cm. Im Südgebiet werden die größten Unterschiede im Februar/März mit knapp 3 cm in den AK III und IV beobachtet, in den anderen Monaten sind die Differenzen stets kleiner als 2 cm.

Abb. 13 und 14 zeigen alle Mediane aus dem Datenmaterial der 60er Jahre, für die Kieler Bucht sind zusätzlich einige Werte von 1959 enthalten. Jeder Punkt wurde aus den Daten eines Monats gebildet. Mit Ausnahme des Anfangsbereiches der Kurven liegt die Mehrheit der Mediane aus dem Südteil deutlich über denen des Nordteils. Auch in diesen Darstellungen zeigt sich, daß die Medianunterschiede zwischen den Gebieten mit zunehmen-

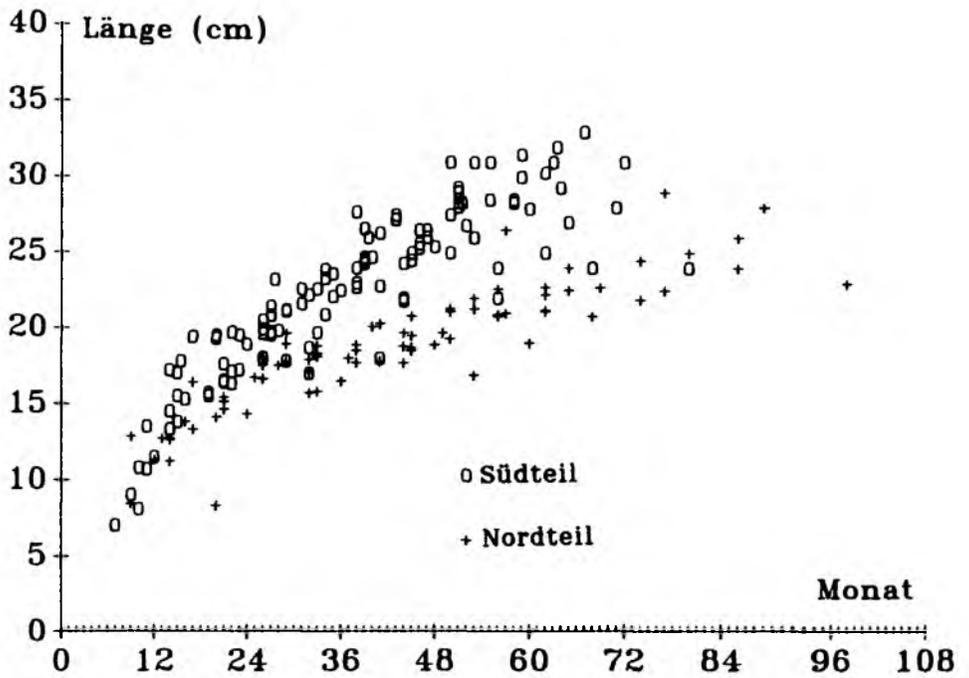


Abb. 13 : Wachstum der Kliesche in zwei Teilgebieten der westlichen Ostsee, Männchen. Jedes Symbol entspricht einem Median aus allen Messungen von Fischen der gleichen AK in einem bestimmten Probennahmemonat. Als Geburtstag wurde für diese Darstellung der 15. Juli festgelegt

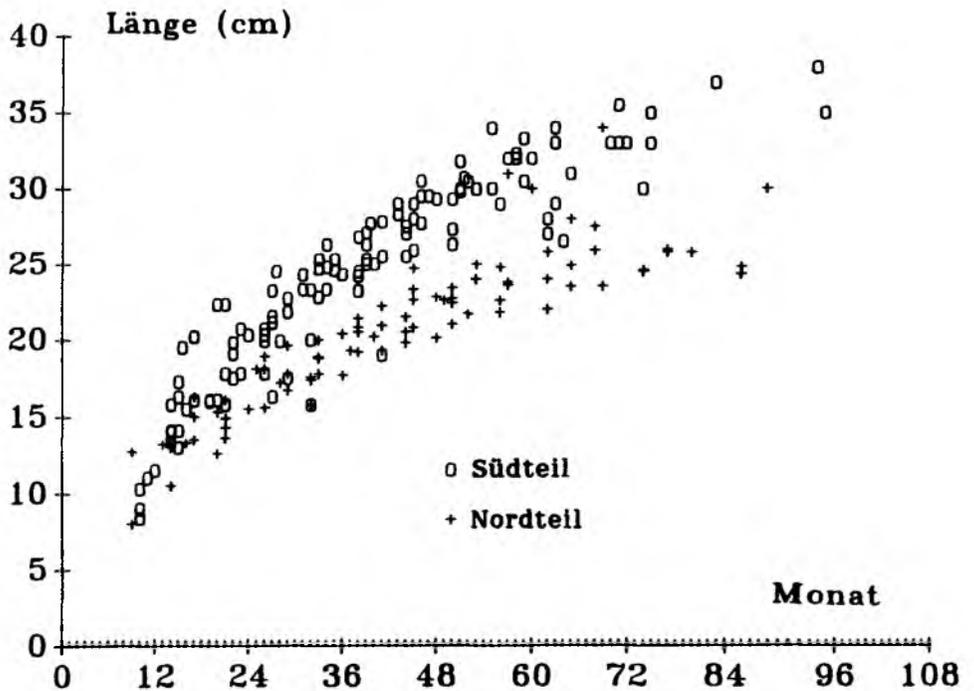


Abb. 14 : Wachstum der Kliesche in zwei Teilgebieten der westlichen Ostsee, Weibchen. Jedes Symbol entspricht einem Median aus allen Messungen von Fischen der gleichen AK in einem bestimmten Probennahmemonat. Als Geburtstag wurde für diese Darstellung der 15. Juli festgelegt

Tab. 6 : Längenzusammensetzungen in den Altersklassen: Nord- und Südteil der westlichen Ostsee im Vergleich für die Monate FEBRUAR und MÄRZ. Datengrundlage s. Tab. 3 u. 4. Südgebiet : Proben aus Feb. 1960 u. 61 u. März 1961, 62 u. 64. Nordgebiet : Proben aus März 1961, 62 u. 64.
Alle Unterschiede zwischen Nord- und Südteil in den Medianen gleicher AK sind signifikant (99.9%).

cm	Männchen								Weibchen							
	AK II		AK III		AK IV		AK V		AK II		AK III		AK IV		AK V	
	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	7	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0
10	5	33	0	5	0	0	0	0	2	12	0	7	0	0	0	0
11	9	50	2	17	0	0	0	0	6	43	0	12	0	0	0	0
12	18	65	2	54	0	3	0	0	17	53	1	11	0	11	0	0
13	36	85	6	44	0	32	0	0	34	54	3	64	0	0	0	0
14	47	102	5	95	0	44	0	0	57	40	4	59	0	13	0	0
15	44	56	14	121	1	110	1	4	50	56	8	79	0	24	0	0
16	36	31	15	149	0	140	0	3	67	36	6	117	0	45	0	2
17	28	35	21	123	2	144	0	5	41	28	5	85	2	75	0	6
18	38	17	30	104	4	139	0	12	28	16	4	75	0	79	0	2
19	19	12	18	58	1	165	0	5	26	6	11	53	3	110	0	21
20	11	4	28	58	1	77	0	45	6	9	17	38	0	97	0	17
21	4	2	17	18	4	84	0	28	9	3	14	32	0	76	0	11
22	1	7	32	22	1	40	1	14	5	2	26	10	1	68	0	31
23	0	2	11	17	6	34	0	12	0	1	30	7	3	77	0	14
24	2	1	26	6	7	7	1	17	0	0	18	2	4	39	0	23
25	0	0	12	0	5	0	0	14	0	1	21	6	6	16	0	21
26	0	0	5	2	8	0	1	3	0	0	18	0	8	20	0	11
27	0	0	1	0	7	0	1	0	0	0	9	0	7	7	1	4
28	0	0	3	0	3	0	1	0	0	0	2	0	8	8	0	3
29	0	0	0	0	5	1	2	0	0	0	1	0	9	4	2	5
30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6	0	3	0
31	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	1	1	0
32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1
33	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	298	517	252	893	56	1020	13	162	348	373	198	658	65	770	9	173
# Otol.	287	196	235	301	54	254	11	62	336	162	192	178	62	264	8	93
Median	15.77	14.10	20.32	16.74	25.20	18.27	29.25	21.25	16.12	14.29	23.00	16.82	27.79	20.29	30.50	22.89
Mittelw.	15.51	13.79	19.66	16.42	24.16	17.85	27.46	21.06	15.71	14.03	21.91	16.52	26.80	20.00	30.33	22.60
Varianz	6.63	7.36	16.38	7.69	13.05	6.26	23.94	6.12	5.58	7.72	12.69	7.73	12.41	9.98	4.50	9.34
s	2.57	2.71	3.79	2.77	3.61	2.50	4.89	2.47	2.36	2.78	3.56	2.78	3.52	3.16	2.12	3.06
Abs. Abw.	2.13	2.08	3.00	2.21	2.87	2.87	3.44	1.98	1.91	2.25	2.77	2.22	2.70	2.54	1.61	2.46
Minimum	10	7	8	10	15	12	15	15	10	8	12	9	17	12	27	16
Maximum	28	28	28	26	30	29	33	26	22	25	29	25	33	31	34	33
Mediandiff.	1.67		3.58		6.93		8.00		1.83		6.18		7.50		7.61	

Abs. Abw. = Mittlere absolute Abweichung von Median

Tab. 7a : Längenzusammensetzungen in den Altersklassen, Nord- und Südteil der westlichen Ostsee im Vergleich für den Monat SEPTEMBER.
 Datengrundlage s. Tab. 3 u. 4. Südgebiet : Proben von Sep. 1960, 61, 62, 63. Nordgebiet : 1961, 62, 63. Forts. Legende Tab. 7b.

Männchen

cm	AK I		AK II		AK III		AK IV		AK V	
	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0
10	12	77	0	3	0	0	0	0	0	0
11	20	143	0	8	0	0	0	0	0	0
12	35	167	0	19	0	0	0	0	0	0
13	47	117	3	61	0	3	0	0	0	0
14	44	69	4	132	1	28	0	0	0	0
15	27	39	3	131	0	117	0	11	0	0
16	14	32	17	133	2	148	0	33	0	2
17	13	15	14	103	2	151	0	46	0	12
18	9	11	20	111	5	117	0	79	0	9
19	1	5	23	74	7	108	2	62	0	7
20	0	5	19	36	18	78	3	47	0	16
21	0	6	22	32	14	46	3	51	1	13
22	0	0	24	29	20	23	0	36	0	22
23	0	0	7	15	23	17	8	29	0	8
24	0	0	4	9	14	10	13	21	1	8
25	0	0	1	0	8	4	6	7	1	7
26	0	0	0	0	9	2	13	2	0	0
27	0	0	0	0	3	0	8	0	1	0
28	0	0	1	0	4	0	1	0	2	3
29	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
30	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0
31	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	226	713	162	896	131	852	64	425	8	107
# Otol.	155	349	155	515	125	483	64	241	8	59
Median	13.89	12.66	19.87	16.71	22.83	17.86	25.50	19.70	28.00	21.58
Mittelw.	13.51	12.54	19.30	16.55	22.28	17.72	25.00	19.54	26.63	20.96
Varianz	4.38	5.11	6.97	7.26	7.56	5.36	7.68	6.20	9.70	7.09
s	2.09	2.26	2.64	2.69	2.75	2.32	2.77	2.49	3.11	2.66
Abs. Abw.	1.68	1.73	2.17	2.20	2.17	1.88	2.17	2.08	2.38	2.17
Minimum	8	6	13	10	14	13	19	15	21	16.0
Maximum	19	21	28	24	30	26	31	29	30	28.0
Mediandiff.	1.23		3.16		4.97		5.80		6.42	

Abs. Abw. = Mittlere absolute Abweichung vom Median

Tab. 7b : Längenzusammensetzungen in den Altersklassen, Nord- und Südteil der westlichen Ostsee im Vergleich für den Monat SEPTEMBER.
Alle Unterschiede zwischen Nord- und Südteil in den Medianen gleicher AK sind signifikant (99.9%)

Weibchen

cm	AK I		AK II		AK III		AK IV		AK V	
	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
10	7	41	0	0	0	5	0	0	0	0
11	15	95	0	20	0	0	0	0	0	0
12	27	129	0	20	0	3	0	0	0	0
13	38	88	0	28	0	9	0	2	0	0
14	37	64	4	74	0	8	0	0	0	0
15	28	52	3	131	0	28	0	5	0	0
16	15	19	10	155	0	84	0	8	0	1
17	11	19	8	123	0	88	0	24	0	1
18	0	6	20	111	1	74	0	26	0	7
19	1	11	23	121	5	97	1	48	0	13
20	0	4	16	114	4	70	1	41	0	21
21	0	6	21	89	11	68	1	41	0	16
22	0	0	15	68	12	75	1	48	0	9
23	0	0	10	30	18	55	1	35	0	19
24	0	0	5	7	13	31	5	32	1	7
25	0	0	5	7	12	17	2	16	1	12
26	0	0	0	10	9	10	9	12	0	4
27	0	0	0	4	2	2	14	8	1	3
28	0	0	0	2	2	0	5	6	2	3
29	0	0	0	1	9	1	7	0	0	4
30	0	0	0	0	3	0	1	1	1	1
31	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	179	546	140	1115	101	725	49	354	8	121
# Otol.	125	298	131	684	96	470	48	230	8	80
Median	14.07	12.97	20.13	18.06	23.97	19.65	27.25	21.56	28.50	22.17
Mittelw.	13.61	12.96	19.71	17.78	23.85	19.32	26.35	21.14	28.63	22.15
Varianz	3.25	5.48	6.61	9.47	8.19	9.16	6.02	8.97	14.27	8.74
s	1.80	2.34	2.57	3.08	2.86	3.03	2.45	3.00	3.77	2.96
Abs. Abw.	1.48	1.77	2.11	2.52	2.27	2.51	1.82	2.44	2.75	2.42
Minimum	10	8	14	11	18	10	19	13	24	16
Maximum	19	21	25	29	30	29	31	32	36	30
Mediantdiff.	1.10		2.07		4.32		5.69		6.33	

Abs. Abw. = Mittlere absolute Abweichung vom Median

Tab. 8 : Längenzusammensetzungen in den Altersklassen, Nord- und Südteil der westlichen Ostsee für die Monate OKTOBER und NOVEMBER. Datengrundlage s. Tab. 3 u. 4.
 Südgebiet : Proben aus Okt. u. Nov. 1962 u. Nov. 63, Nordgebiet : nur Nov. 1962
 Medianunterschiede zwischen Nord- und Südteil in gleichen AK sind signifik. (99.9%)

	Männchen						Weibchen						
	AK I		AK II		AK III		AK I		AK II		AK III		
	cm	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
10	6	25	0	0	0	0	0	5	12	0	0	0	
11	17	35	0	0	0	0	0	21	27	0	0	0	
12	46	53	0	4	0	0	0	38	27	0	5	0	
13	85	63	0	3	0	0	0	61	15	0	22	0	
14	94	61	0	22	0	0	0	80	32	6	21	0	
15	133	25	0	48	0	2	0	90	12	0	43	0	
16	102	27	0	55	0	0	0	98	6	0	51	0	
17	67	36	8	53	0	5	0	55	0	7	58	0	
18	26	9	9	39	0	6	0	35	9	10	31	0	
19	16	0	10	41	0	2	0	18	0	11	15	0	
20	8	0	19	19	1	5	0	5	0	11	9	3	
21	4	3	24	17	2	0	0	6	0	20	16	2	
22	1	0	24	9	8	0	0	3	0	17	23	2	
23	3	0	15	0	13	2	0	3	0	27	8	5	
24	1	0	20	2	13	4	0	1	0	29	0	16	
25	0	0	15	0	17	5	0	1	0	11	0	18	
26	0	0	4	0	24	0	0	0	0	25	0	8	
27	0	0	5	0	5	0	0	0	0	7	0	11	
28	0	0	4	0	7	0	0	0	0	16	0	22	
29	0	0	2	0	5	0	0	0	0	2	0	14	
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	10	
31	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	
32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe	610	343	160	312	98	31		521	140	202	302	118	134
# Otol.	143	126	140	127	95	13		121	45	179	95	114	42
Median	15.42	13.83	22.42	17.45	25.71	20.10		15.61	13.27	23.70	17.16	27.45	20.21
Mittelw.	14.96	13.53	22.13	17.18	25.17	20.26		15.15	13.01	22.94	17.01	26.66	19.96
Varianz	4.65	5.30	8.01	4.99	5.03	10.86		5.64	4.33	11.96	7.24	7.76	6.43
s	2.16	2.30	2.83	2.23	2.24	3.30		2.38	2.08	3.46	2.70	2.79	2.54
Abs. Abw.	1.73	1.88	2.30	1.86	1.80	2.80		1.89	1.73	2.77	2.13	2.33	2.03
Minimum	9	8	17	12	20	15		9	10	14	12	20	15
Maximum	24	21	31	24	32	25		25	18	31	23	33	25
Mediandiff.	1.59		4.97		5.61			2.34		6.54		7.24	

Abs. Abw. = Mittlere absolute Abweichung vom Median

dem Alter der Tiere größer werden. Im unteren und im oberen Bereich der Kurve sind die den Medianberechnungen zugrundeliegenden Stichproben in vielen Fällen sehr klein.

3.4 Diskussion

3.4.1 Diskussion der Fehlergrößen

Das weitgehende Fehlen von Tieren unter 8 cm ist auffällig. Bei einer Steertmaschenöffnung von 16 mm im Forschungsnetz liegt bei einem Selektionsfaktor von 2.1 (Temming, 1983) die 50%-Selektionslänge bei etwa 3.4 cm. Die kleinen Tiere sollten aufgrund der Netzselektion viel häufiger im Netz vorkommen, als es tatsächlich der Fall ist. Neben möglichen biologischen Ursachen (Rekrutierung) kann hier auch die Flucht durch die größeren Vormaschen (Borowik, 1930) oder ein anderes Verhalten vor dem Netz als Ursache in Betracht kommen (s.h. auch Kap.2).

Für den Vergleich der beiden Teilgebiete kann die Tatsache von Bedeutung sein, daß im Nordteil die Schleppdauer einheitlich 30 min. betrug, im Südteil überwiegend 60 min. Große Fische könnten bei einer kurzen Schleppdauer durch Mitschwimmen vor der Netzöffnung eher dem Netz entgehen als kleine Fische, da große Fische längere Strecken bis zum Einsetzen der Erschöpfung schwimmen können als kleine. In diesem Fall würde die Längenzusammensetzung systematisch verfälscht werden.

Die Mehrzahl der Schleppstrecken liegt in den tieferen Teilen der Gebiete. Saeger (1974) zeigte für die Flunder der Kieler Bucht, daß von den nicht voll rekrutierten Altersgruppen nur die größten Tiere auf den Laichplätzen im Tiefen vorkommen. Bei den voll rekrutierten Altersgruppen erscheinen die großen Tiere zuerst. Rauck (1973, 1988) zeigte für die Nordseescholle, daß mit zunehmender Wassertiefe die mittlere Länge in den Altersklassen zunimmt. Außerdem verlagern sich nach seinen Ergebnissen ältere Schollen zunehmend in tieferes Wasser.

Entsprechende Verschiebungen zwischen flacheren und tieferen Gebieten sind auch für die Kliesche in der Ostsee denkbar. Sie würden die Ergebnisse gegebenenfalls systematisch beeinflussen.

Wegen der geringeren Toleranz gegen niedrige Salzgehalte und höhere Temperaturen ist bei der Kliesche der Aufenthalt in den flachen Bereichen jedoch eingeschränkt.

In der westlichen Ostsee ist die Untersuchung dieses Problems durch die unterschiedliche Bodenbeschaffenheit von flachen und tiefen Teilen stark erschwert. Plattfischtrawls oder Baumkurren lassen sich in der Kieler Bucht wegen des steinigen Grundes nur an wenigen Stellen flacher als etwa 20 m einsetzen (vergl. Sedimentkarte der Kieler Bucht in Gerlach 1986).

Der Vergleich der beiden Teilgebiete (Nord/Süd) wird durch die häufig wechselnde Lage der Stationen besonders des dänischen Programms beeinflusst. In bestimmten Monaten stammen beispielsweise alle Proben aus dem Nordgebiet von dessen Südrand, in anderen Monaten wiederum vom Nordrand. Die Proben des dänischen Programms aus der Kieler Bucht wurden überwiegend an deren Nordgrenze gesammelt.

Der für verschiedene Parameter gezeigte mittlere Jahresgang kann in einzelnen Fällen durch den Beitrag extremer Einzeljahre gestört sein. Der Grund dafür ist der sehr heterogene Datenbestand. Bestimmte Monate wurden oft nur in bestimmten Jahren, zum Beispiel nur am Anfang oder nur am Ende der Probenserie, befischt. So kann insbesondere die prozentuale Alterszusammensetzung von der relativen Stärke der beteiligten Jahrgänge beeinflusst werden.

3.4.2 Diskussion der Ergebnisse

Die deutlichen Unterschiede zwischen den Längenverteilungen aus dem Nord- und dem Südteil müssen zum großen Teil durch die entsprechenden Unterschiede im Wachstum (s. Abb. 13 und 14) erklärt werden. Dies gilt besonders für die Unterschiede bei den großen Tieren. Die Form des rechten abfallenden Astes der Längenhäufigkeitsverteilung wird auch durch die Sterblichkeit geprägt, hohe Sterblichkeit verringert den Anteil der alten und damit großen Tiere entsprechend.

Die Eingipfeligkeit der meisten Verteilungen aus dem Nordgebiet erklärt sich durch eine im Verhältnis zum jährlichen Zuwachs sehr große Streuung in den mittleren Längen der einzelnen Altersklassen. Lediglich in der Kieler Bucht setzt sich die

jüngste Altersklasse als I- bzw. ab Januar als II-Gruppe von dem Rest der Verteilung ab. Dies kann durch besseres Wachstum der Klieschen im Südgebiet im Vergleich zum Nordgebiet erklärt werden.

Aufgrund der Unterschiede in der Längenzusammensetzung kann man für das Nordgebiet einen deutlich höheren untermaßigen Fanganteil erwarten.

Die Alterszusammensetzung in den Forschungsfängen zeigt, daß die Altersklassen 0 bis II in beiden Teilgebieten nicht voll rekrutiert sind. Im Nordteil gilt dies offenbar auch noch für die Altersklasse III, da zwischen Januar und März der Abstand zwischen den Häufigkeiten der Altersklassen III und IV sehr gering ist.

Nach Untersuchungen von Poulsen (1933) sind 86% der Männchen und 29% der Weibchen in der Altersgruppe II geschlechtsreif. In der Altersgruppe III sind bereits 99% der Männchen und 84% der Weibchen geschlechtsreif. Ein größerer Teil der unreifen Tiere aus den AK I und II, und im Nordteil auch aus der AK III, ist also noch nicht in die Fischerei rekrutiert.

Über den möglichen Aufenthaltsort der nicht rekrutierten Klieschen ist schon in Kap.2. einiges im Zusammenhang mit der Nullgruppe gesagt worden. Im Gegensatz zur Nullgruppe werden ältere Tiere auch in Wassertiefen flacher als 10 m in größeren Stückzahlen angetroffen. In den einzigen beiden Hols der quantitativen Fischerei auf 7 m Wassertiefe im Fehmarnsund wurden insgesamt 34 Klieschen von 12 bis 23 cm Länge gefangen. Ähnliche Beobachtungen finden sich auch bei Reibisch (1927) in noch geringeren Wassertiefen. Auch die eigenen Schleppversuche mit Baumkurren im Tiefenbereich zwischen 3 und 18 m brachten stets eine gewisse Anzahl älterer Klieschen. Mit Sicherheit findet sich also auch im Südteil der westlichen Ostsee ein Teil der Klieschen aus den nicht voll rekrutierten Altersklassen in den kaum befischbaren flacheren Gebieten. Die Kieler Bucht kann allerdings eine Sonderstellung haben, falls die Rekrutierung

von Norden her durch den großen Belt erfolgt (s. Kap. 2). Dann wären vor der Einwanderung im Sommer auch nur wenige Prä-rekruten in den Flachwassergebieten zu erwarten.

Für die zwischen den Teilgebieten festgestellten Unterschiede in den mittleren Längen der Altersklassen kommen drei mögliche Ursachen in Betracht :

- 1) Unterschiede in der Laichzeit bzw. der Dauer der Larvalphasen
- 2) Unterschiede in der Sterblichkeit und
- 3) Unterschiede im Wachstum.

Zijlstra et al. (1982) vergleichen den Zeitpunkt, zu dem O-Gruppenschollen im niederländischen Wattenmeer zum Bodenleben übergehen mit entsprechenden Beobachtungen aus anderen Küstenbereichen der Nordsee. Sie vermuten als Ursache für das frühe Auftreten der Bodenstadien im niederländischen Wattenmeer einen früheren Laichzeitpunkt und höhere Temperaturen in dem Larvenaufwuchsgebiet, die zu einer beschleunigten Larvalentwicklung führen.

Für die Kliesche in beiden untersuchten Teilgebieten wäre zu prüfen, ob sie unterschiedliche Laichzeiten haben. Eine vergleichende Untersuchung über das Auftreten von Kliescheneiern hat Heegaard (1947) an den dänischen Feuerschiffen "Anholt Knob" im zentralen Kattegat, "Schultz Grund" im südwestlichen Kattegat und "Halskov Rev" im Großen Belt durchgeführt. Tatsächlich verschiebt sich das Maximum der Laichzeit von Norden (Anholt Knob: Juni) nach Süden (Schultz Grund: Mai, Halskov Rev: April/Mai). Die beiden südlichen Feuerschiffe sind dem Nordteil der westlichen Ostsee zuzuordnen (Schultz Grund liegt an dessen Nordgrenze).

Zu Vergleichszwecken werden Angaben über die Kieler Bucht benötigt. Nach übereinstimmenden Angaben in Kändler (1949), Kändler (1950) und Kändler & Thurow (1957) liegt der Höhepunkt der Laichzeit in der Kieler Bucht zwischen Mai und Juni, im Bornholm Gebiet zwischen Juni und Juli. Der Trend in der Lage der Laichzeit vom Kattegat bis zum Großen Belt kehrt sich also um, wenn man weiter in die innere Ostsee vordringt. Die Beurteilung

der Ergebnisse wird allerdings durch den Umstand erschwert, daß auch Eier mit der Strömung von Norden her in die Kieler Bucht importiert werden können (Kramp, 1913).

Eine spätere Laichzeit im Nordgebiet als im Südgebiet der westlichen Ostsee ist aufgrund der vorliegenden Daten nicht zu erkennen. Außerdem sollten die Längenunterschiede mit zunehmendem Alter immer geringer werden, wenn sie nur von einer Verschiebung des Startpunktes (Laichzeit) der asymptotisch verlaufenden Wachstumskurve herrühren. Dies ist aber bei den beobachteten Mediandifferenzen zwischen den Gebieten gerade nicht der Fall.

Die Medianunterschiede können auch durch den größenabhängigen Einfluß der fischereilichen Sterblichkeit auf die mittleren Längen in den Altersklassen beeinflußt werden. Im September erreichen die, größten Klieschen der Altersklasse I in beiden Teilgebieten bereits die 50%-Selektionslänge eines Netzes mit 45mm Maschenweite.

Alle in den Forschungsfängen vertretenen Altersklassen unterliegen demnach bereits der Zehrung durch die Berufsfischerei. Das Ausmaß dieser Zehrung wird mit zunehmendem Alter entsprechend größer. Von allen Altersgruppen werden aber die Vorwüchser besonders stark erfaßt. Wenn es nun starke Unterschiede im Befischungsdruck zwischen den Gebieten gibt, so muß sich das auf diese gezielte Dezimierung der gut wachsenden Tiere entsprechend auswirken. Die möglichen Unterschiede zwischen den Gesamtsterblichkeiten werden im nächsten Abschnitt diskutiert. Eine Quantifizierung dieses Effekts ist aber nicht möglich.

Gründe für ein besseres Wachstum im Südteil können eine längere Periode mit höheren Wassertemperaturen und ein günstigeres Nahrungsangebot im Verhältnis zur Besiedlungsdichte sein.

Den wachstumsfördernden Einfluß der Temperatur zeigen u.a. Zijlstra et al. (1982) am Beispiel der 0-Gruppen Schollen im niederländischen Wattenmeer. Tab. 9 enthält Angaben über monatliche Temperaturverteilungen in beiden Gebieten. Es wurde für die beiden Teilgebiete die Temperatur jeweils mit Hilfe der nächstgelegenen Isolinie aus den Monatskarten der Temperatur

Tab. 9 : Mittlere Temperaturen im Nord- und Südteil der westlichen Ostsee. Geschätzt mit Hilfe der nächste Isolinie in den Monatskarten der Temperatur der Ostsee (Lenz 1971)

Monat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Summe Tiefe Diff. (m)
(N) N.v. Fyen	1.5	2.5	2.5	4.5	7.5	11.5	14	16	14.5	11.5	8.5	6	10
(S) Kieler Bucht	2.5	1.5	1.5	4.5	8.5	12.5	14	16	15	12.5	9.5	5.5	
Diff.(Süd-Nord)	1	-1	-1	0	1	1	0	0	0.5	1	1	-0.5	4
N.v. Fyen	4	4	4	4.5	5	7	9.5	11	13	11.5	10	7	20
Kieler Bucht	3.5	2.5	2.5	3	5.5	7.5	10.5	11.5	12.5	12	9.5	6.5	
Diff.	-0.5	-1.5	-1.5	-1.5	0.5	0.5	1	0.5	-0.5	0.5	-0.5	-0.5	-4
Südl. Kattegat	6.5	5.5	5.5	5.5	4	5.5	6.5	7	12	12.5	11.5	9	30
S.v. Høen	4.5	1.5	2	3.5	5	8	10.5	11.5	11.5	11.5	9.5	5.5	
Diff.	-2	-4	-3.5	-2	1	2.5	4	4.5	-0.5	-1	-2	-3.5	-7
Südl. Kattegat	6.5	4.5	4.5	5.5	4.5	6	8	9	11.5	12	11	9	40
S.v. Høen	5	3	1.5	2.5	5	6.5	7.5	10	11	12.5	9	7.5	
Diff.	-1.5	-1.5	-3	-3	0.5	0.5	-0.5	1	-0.5	0.5	-2	-1.5	-11

der Ostsee (Lenz, 1971) geschätzt. Das Verfahren ist insbesondere für die 30 m und 40 m Tiefenstufe ungenau, da hier die nächstgelegenen Isolinien im südlichen Kattegat bzw. in dem Seegebiet südlich der Insel Møen liegen. Man entnimmt den Daten, daß es mit Ausnahme der 10 m Tiefenstufe auf allen Tiefenstufen im Jahresmittel im Südgebiet kälter ist als im Nordgebiet. In den Sommermonaten, wenn der größte Zuwachs erreicht wird, sind dagegen die Temperaturen im Südgebiet höher, am stärksten ist der Effekt im August auf 30 m Tiefe mit einer Temperaturdifferenz von 4.5°C . In 20 m Tiefe beträgt der maximale Unterschied nur 1°C .

Es ist allerdings fraglich, ob diese sommerlichen Temperaturunterschiede im Tiefenwasser in den Monaten Mai bis August wirklich zu einem besseren Wachstum der Klieschen führen, denn zur gleichen Zeit sinkt der Sauerstoffgehalt bis auf Minimalwerte zwischen Juli und Oktober ab (Weigelt, 1988). Aus der Arbeit von Kreikemeier (1987) ist bekannt, das Klieschen auf absinkenden Sauerstoffgehalt mit proportional reduzierter Stoffwechselaktivität reagieren. Beim Absinken der Sauerstoffsättigung von 85% auf 20% wird die Sauerstoffaufnahme etwa halbiert. Nicht bekannt ist, inwieweit sich die beiden Teilgebiete hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse auf verschiedenen Tiefen im einzelnen unterscheiden. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß die Temperaturbedingungen einen meßbaren Beitrag an den beobachteten Wachstumsunterschieden haben.

Besonders in älteren Arbeiten ist von vielen Autoren eine hohe Besiedlungsdichte als Ursache für langsames Wachstum vermutet worden. Der Einfluß der Dichte ließ sich besonders eindrucksvoll dort studieren, wo die Fischerei gerade mit der Nutzung zuvor jungfräulicher Bestände begonnen hatte. Ein gut untersuchtes Beispiel ist der Schollenbestand im Arkonabecken. Reibisch (1911) beschreibt das Wachstum der Scholle in diesem Seegebiet anhand von Otholithenlesungen zu einer Zeit, als dieser Bestand von der Fischerei noch fast vollständig unberührt war. Petersen (1925) und Molander (1955) haben dann im Vergleich mit späteren Jahren zeigen können, daß mit der ab-

nehmenden Dichte auch das mittlere Alter in den Fängen sank, die mittlere Länge in den Altersklassen jedoch stark zunahm.

Für die Klieschen aus dem gleichen Seegebiet liegen ebenfalls einige Daten aus der Zeit vor der intensiven Befischung (Probennahme im Jahr 1919) vor (Hessle, 1923). Ein Vergleich dieser Zahlen mit Probenmaterial aus den Jahren 1925 bis 1937 (Molander, 1938) zeigt die gleichen Veränderungen wie bei der Scholle.

Hessle (1923) beobachtete in seiner Untersuchung zudem ein deutlich besseres Wachstum der Kliesche am äußersten Rand ihres Verbreitungsgebietes, in den Gewässern um Gothland. Die Kliesche wächst hier nach seinen Angaben aus dem Jahr 1919 so gut, daß "es lohnt, sie zu befischen". Poulsen (1938) berichtet ebenfalls über unterschiedliches Wachstum der Kliesche in verschiedenen Teilen der Ostsee. Nach seinen Angaben unterscheidet sich die mittlere Länge von Klieschen der Altersgruppen II und III in den weniger dicht besiedelten Teilen des Kattegats um mehr als 3 cm von derjenigen gleichaltriger Klieschen aus den dicht besiedelten Teilen des Kattegats. Innerhalb des Nordteils der westlichen Ostsee findet Poulsen (1938) ebenfalls Unterschiede in den mittleren Längen, die sich nach seinen Angaben auch mit entsprechenden Dichteunterschieden erklären lassen. So sind die Klieschen im "SmaalandsHAVET" nach seinen Daten größer als gleichaltrige in der Bucht von Aarhus. Die Daten werden allerdings nicht nach Geschlechtern getrennt dargestellt, so daß Fehler durch wechselnde Geschlechterverhältnisse möglich sind. Weibchen der Altersgruppe III sind etwa 2 cm länger als gleichaltrige Männchen (Poulsen, 1933). Die Angaben über die jeweiligen Besiedelungsdichten sind zudem nur relativ.

Die in seiner Arbeit gezeigte Wachstumskurve für die Kieler Bucht deckt sich weitgehend mit derjenigen für die Bucht von Aarhus. Dies steht im Widerspruch zu den Befunden für die 50er und 60er Jahre. Stellt man alte und neue Daten gegenüber, so zeigt sich, daß die mittleren Längen im Nordgebiet aus den 50er und 60er Jahren ab der Altersklasse III unter denen aus den 30er Jahren, diejenigen aus der Kieler Bucht aus den 50er und 60er Jahren hingegen durchweg über den Referenzlängen aus den

30er Jahren liegen. Denkbar ist, daß zwischen den 30er Jahren und den 50er Jahren die Dichte in der Kieler Bucht ab, diejenige im Nordgebiet zugenommen hat.

Die in dieser Untersuchung gefundenen Unterschiede in den mittleren Längen zwischen der Kieler Bucht und den nördlich davon gelegenen Teilen der westlichen Ostsee lassen sich gut mit den in Kap. 5 gezeigten Unterschieden in der Besiedlungsdichte in Zusammenhang bringen. Im nördlichen Teil, in dem die mittleren Längen deutlich niedriger sind, ist die mittlere Dichte wesentlich höher als im Süden. Einzelheiten hierzu finden sich in Kap. 5; die Dichte im Nordteil beträgt, je nach Berechnungsmethode, das 2.4- bis 8.7-fache derjenigen im Südteil

Höhere Besiedlungsdichte scheint auf der Basis dieser Befunde sehr wahrscheinlich der Grund für ein verlangsamtes Wachstum im Nordgebiet gewesen zu sein. Steng genommen müßte hier die Gesamtartendichte als Bezugspunkt für den Gebietsvergleich herangezogen werden, entsprechende Daten liegen für diese Studie jedoch nicht vor.

Eine ungefähre Vorstellung von den Dichteverhältnissen der anderen Arten ergibt sich, wenn die Gesamtfangmenge aus beiden Teilgebieten auf die Fläche der Teilgebiete (Nordgebiet ca. 9800km² und Südgebiet ca. 8700 km², grob planimetrisch bestimmt) bezogen wird. Die Fanggewichte (Bull. Stat. des ICES und "Fiskeriberetning" des dänischen Fischereiministeriums) wurden aus den Jahren 1954 bis 1967 gemittelt. Danach ergeben sich folgende Schätzwerte der 'Dichte' in kg/km² für Scholle : 365 (Nordgb.) und 88 (Südgeb.), Flunder : 173 (N.) und 129 (S.) und Dorsch : 965 (N.) und 1517 (S.). Die Weidegebiete der Flundern zeigen die geringste Überlappung mit denen der Kliesche, da die erstere Art den Flachwasserbereich bevorzugt. Am größten ist vermutlich die Überlappung mit der Scholle. Diese Art weist ebenfalls eine sehr viel höhere Dichte im Nordgebiet auf. Lediglich für den Dorsch sind nach diesen Berechnungen die Dichten entgegengesetzt verteilt. Die Nahrungskonkurrenz von Kliesche und Dorsch beschränkt sich allerdings auf den jüngeren Teil der Population, da ältere Dorsche zuneh-

mend Fisch fressen. Zudem schließen die Weidegebiete der Dorsche auch den Flachwasserbereich mit ein, so daß beide Arten teilweise räumliche getrennt sind. Aufgrund dieser Angaben ist es unwahrscheinlich, daß die hohen Unterschiede in der Besiedlungsdichte der Kliesche durch die Dichteverteilungen der anderen Arten kompensiert werden.

Das Nahrungsangebot müßte in einer umfassenden Beurteilung ebenfalls berücksichtigt werden, aber auch hier fehlt eine für den Vergleich geeignete Datenbasis.

Die Einschätzung der Dichte als Hauptursache von Wachstumsunterschieden teil neben Bohl (1957) insbesondere auch Jonsson (1962), der besseres Wachstum in den kälteren, weniger dicht besiedelten Gewässern um Island beobachtet. In diesem Fall ist der Einfluß der Temperatur offenbar von untergeordneter Bedeutung.

Die von Jonsson (1962) hervorgehobene Sonderstellung der Kliesche in der westlichen Ostsee hinsichtlich des - im Vergleich zu Nordsee und isländischen Gewässern - guten Wachstums, beschränkt sich nach den Ergebnissen dieser Studie auf den Südteil des Gebietes.

4 Berechnung von Bestandsgröße und Gesamtsterblichkeit in der westlichen Ostsee

4.1 Einleitung

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, daß sich die Längenzusammensetzung und das Wachstum zwischen den beiden Teilgebieten der westlichen Ostsee erheblich voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse der Berechnung der Analyse der virtuellen Population (VPA; Gulland, 1965; Pope, 1972) auf der Basis einer zusammenhängen Meßreihenserie, die lediglich auf Material aus der Kieler Bucht gründet (Temming, 1983), sind somit wenig aussagekräftig. Diese Meßreihen sind nur für die relativ kleine Fangmenge aus der Kieler und der Mecklenburger Bucht repräsentativ. Aus dieser Voruntersuchung konnten allerdings die Methoden zur Korrektur der Meßreihen und zur Abschätzung des nicht angelandeten Fanganteils übernommen werden.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, eine getrennte Berechnung für beide Teilgebiete durchzuführen, da die dänische Fangstatistik die Anlandungen für beide Gebiete getrennt erfaßt. Ein Problem ergibt sich aber aus den für die Umrechnung benötigten Meßreihen und Längen-Alterschlüsseln. Für das Nordgebiet stehen Meßreihen nur aus den Jahren 1954 bis 1964 zur Verfügung. Die einzelnen Jahre und Monate sind in diesen Daten sehr unterschiedlich vertreten. Für den Südteil beginnt eine relativ zusammenhängende Datenserie erst ab 1960. LAS gibt es für beide Gebiete nur aus den Jahren vor 1964; diese Probenreihe ist noch wesentlich lückenhafter als diejenige der Meßreihen.

Es wurde daher auf die Berechnung einer konventionellen VPA auf Jahresbasis verzichtet. Stattdessen wurde aus dem Gesamtmaterial (s. Kap. 3) eine mittlere Kohorte für jedes Teilgebiet berechnet. Anhand dieser mittleren Kohorten lassen sich Gesamtsterblichkeit und Bestandsgröße für beide Teilgebiete als Mittelwerte für den betrachteten Zeitraum (1954 - 1963 für das Nordgebiet, bzw. 1958 - 1967 für das Südgebiet) berechnen.

4.2 Material und Methode

4.2.1 Meßreihen und Längen-Altersschlüssel

Für jeden Monat wurde eine mittlere Längenmeßreihe und ein mittlerer Längen-Altersschlüssel je Gebiet und Geschlecht erstellt. Die Trennung der Geschlechter ist einmal aufgrund des unterschiedlichen Wachstums erforderlich, andererseits gibt es Hinweise auf Unterschiede in der Gesamtsterblichkeit (Temming 1983) in Übereinstimmung mit den Befunden bei anderen Plattfischarten (Saeger, 1974; Anon, 1988b).

Die Datenbasis (Tab. 3 und 4) und das Vorgehen bei der Zusammenfassung zu mittleren Längenmeßreihen bzw. Längen-Altersschlüsseln wurde bereits in Kap.3 beschrieben. In einigen Monaten war die vorhandene Datengrundlage so schlecht, daß ein übergreifender Mittelwert unter Einbeziehung der unmittelbaren Nachbarmonate gebildet wurde (Mai und Oktober im Nordteil sowie März, August und November im Südteil).

Bei einer Kontrollberechnung der Gesamtsterblichkeit aus den Fangkurven (Catch curve) einzelner Forschungs-LAS zeigte sich für die Kieler Bucht ein gravierender Unterschied zu dem Ergebnis der VPA. Der Unterschied konnte auf die Einbeziehung der Markt-LAS in den Berechnungen der VPA zurückgeführt werden. Daher wurde die VPA zusätzlich mit einem Satz von LAS gerechnet, der unter Aussparung der Marktproben auf die gleiche Weise wie zuvor beschrieben gebildet wurde.

4.2.2 Korrektur der Längenmeßreihen

Die Längenmeßreihen basieren ausschließlich auf Forschungsfängen mit einer Steertmaschenöffnung von 16 mm. In dieser Form sind sie für die Fänge der Berufsfischerei mit weitmaschigen Netzen und einem entsprechend geringeren Anteil kleiner Fische nicht repräsentativ. Bei Kenntnis der Netzselektion (Selektionskurve und Selektionsfaktor) läßt sich der Effekt der Steertmaschen jedoch kompensieren.

Die Berechnungen basieren auf der Annahme, daß die Form der Selektionskurve nicht von der Maschenöffnung abhängt. Das Verfahren läßt sich graphisch darstellen, wobei die X-Achse der Fischlänge in cm entspricht, die Y-Achse der Prozentzahl im Netz zurückgehaltener Fische. Man positioniert nun eine Selektionskurve mit ihrem 50%-Selektionswert (d.i. der Punkt auf der Kurve, dessen Y-Koordinate 50% beträgt) über die 50%-Selektionslänge (= Maschenöffnung x Selektionsfaktor) des Forschungsnetzes (Ausgangsselektionskurve), und die gleiche Selektionskurve zusätzlich mit dem 50%-Selektionswert über die 50%-Selektionslänge des Kutternetzes der Berufsfischerei (Zielselektionskurve).

Eine beliebige Längenmeßreihe aus einem Forschungsnetz (Ausgangsmeßreihe) läßt sich nun in eine solche umrechnen, die mit der Steertmaschenweite des Kutternetzes unter sonst gleichen Bedingungen erhalten worden wäre (Zielmeßreihe). Die Anzahl in einer beliebigen Zentimetergruppe der Zielmeßreihe ergibt sich dabei aus der entsprechenden Anzahl in der Ausgangsmeßreihe multipliziert mit dem Verhältnis der Prozentwerte beider Selektionskurven (Prozentwert der Zielselektionskurve geteilt durch den Prozentwert der Ausgangsselektionskurve) für diese Zentimetergruppe. Die Prozentwerte lassen sich aus der Graphik ablesen, für die praktische Durchführung dieser Berechnungen wurde allerdings ein Computerprogramm entwickelt.

Der Selektionsfaktor wurde von Temming (1983) als 2.1 bestimmt, basierend auf der Auswertung des Klieschenbeifangs in einem dänischen Selektionsexperiment mit Dorsch in der westlichen Ostsee (Bagge, 1978).

Um die Berechnungen durchzuführen, sind Angaben über die in der Berufsfischerei verwendeten Maschenöffnungen erforderlich. Für die dänische Fischerei gibt es zehn Messungen, die 1965 mit der ICES-Gauge in Bagenkop durchgeführt wurden. Der Mittelwert aus diesen Messungen von 86mm wurde für die dänischen Fischerei zugrundegelegt.

Für die deutsche Fischerei standen keine Messungen zur Verfügung. Die bis 1971 in der Ostsee für den Fang von Dorsch und

Plattfisch vorgeschriebene Mindestmaschenweite betrug 30 mm (gemessen von Knotenmitte zu Knotenmitte zweier benachbarter Knoten); dem entspricht eine Maschenöffnung von weniger als 60 mm. Da nach Auskunft der Fischmeister die Fischer zum Teil freiwillig größere Maschen verwendeten, wurde für die Kutter der Bundesrepublik Deutschland eine Maschenöffnung der Steertmaschen von 65 mm angenommen. Über die damals in der DDR verwendeten Netze liegen keine Angaben vor, um eine konservative Schätzung zu erhalten, wurde die Angabe für die dänische Flotte auch hier angewandt.

4.2.3 Die Schätzung des nicht angelandeten Fanganteils (Discard)

Für die dänische Fischerei, die den Hauptanteil der Anlandungen liefert, gilt seit 1934 ein Mindestmaß für Klieschen aus der Ostsee von 25cm (Poulsen, 1938). Aus Messungen in den Anlandungen seit 1961 und an Bord von Kuttern seit 1978 geht hervor, das dieses Mindestmaß von den dänischen Fischern streng beachtet wird (Abb. A1 im Anhang). Dieser Umstand ermöglicht eine Schätzung des nicht angelandeten Fanganteils.

Auf der Basis einer für den Fang des Kutternetzes repräsentativen Längenmeßreihe läßt sich, unter Verwendung der Längengewichtsbeziehung, das Gewicht aller Fische unterhalb von 25cm und dasjenige aller Fische oberhalb von 24cm berechnen. Das Gewichtsverhältnis beider Fraktionen entspricht dem Verhältnis von Discard zu Anlandungen.

Um die zu den Anlandungen eines Monats gehörende Menge an Discard zu berechnen, werden alle Meßreihen aus Forschungsnetzen aus dem gleichen Monat und Seegebiet zusammengefaßt. Die zusammengefaßten Meßreihen werden bezüglich des Maschenweitenunterschiedes korrigiert. Aus den korrigierten Meßreihen wird das gesuchte Gewichtsverhältnis berechnet. Dabei wurde vorausgesetzt, daß es keine systematischen Unterschiede in der Fangzusammensetzung zwischen Forschungsfängen und Fängen der Berufsfischerei gibt.

Da nur die mittlere Situation des Zeitraumes 1954 bis 1963 für den Nordteil der westlichen Ostsee, bzw. 1958 bis 1967 für den Südteil berechnet wurde (s. Kap. 3 und 4.1), wurde entsprechend für die mittleren Anlandungen eines Monats (Januar, Februar, usw.) die zugehörige Menge an Discard bestimmt auf der Grundlage der gewichteten Zusammenfassung aller Meßreihen (aus allen Jahren) aus diesem Monat, nach erfolgter Korrektur bezüglich der Maschenweite. Dabei resultieren 12 Paare von Anlandungen und Discard, für jeden Monat eines.

In der deutschen Fischerei gibt es zu dieser Zeit kein Mindestmaß und infolgedessen kein einheitliches Verhalten der Fischer. Nach Auskunft der Fischergenossenschaften sind Klieschen erst ab etwa 27 cm, keinesfalls unter 25 cm Länge verkäuflich für den menschlichen Konsum. Die in der Statistik ausgewiesene Menge bezieht sich nur auf Ware, die für den menschlichen Konsum verkauft wurde.

Wendet man auf diesen Teil der Anlandungen das Verfahren zur Abschätzung des Discard an, wie es für die dänische Fischerei beschrieben wurde (Untergrenze der Anlandungen 25 cm), erhält man sehr wahrscheinlich eine Mindestabschätzung für den nicht in der Statistik ausgewiesenen Teil der Fänge.

Dieser Fanganteil kann - im Gegensatz zu Dänemark - in Deutschland durchaus auch angelandet und zur Verwendung als Tierfutter verkauft worden sein. Die Rubriken "Dorschbeifang", "Heringsbeifang" und "Futterfisch" in der Statistik des Landesfischereiamtes Schleswig Holstein enthalten jeweils Artengemische, in denen auch Klieschen enthalten sind (Thurow unveröffentlicht, Temming, 1983).

Über die Fangstatistik der DDR liegen keine entsprechenden Angaben vor; es wurden die gleichen Annahmen wie für die Fischerei der Bundesrepublik Deutschland gemacht.

Für sämtliche Anlandungen wurde einheitlich ein nicht in der Statistik ausgewiesener Fanganteil unter der Annahme berechnet, daß Klieschen ab 25 cm Länge generell angelandet und daß nur diese in der Statistik ausgewiesen werden. Dabei wird für den nach dem Fang über Bord gegebenen Fanganteil (Discard) eine Sterblichkeit von 100% angenommen.

Zur Berechnung der Gewichte von Längenmeßreihen wurden folgende Parameter der Längengewichtsbeziehung (Mittelwerte über alle Jahreszeiten) verwendet : $k=0.01032$ (Faktor) und $b=3.039$ (Exponent) für die Männchen, $k=0.00954$ und $b=3.089$ für die Weibchen nach Temming (1983).

Die dänischen monatlichen Anlandungen aus beiden Teilgebieten wurden der unveröffentlichten Statistik des dänischen Fischereiministeriums entnommen (veröffentlicht wurden bis 1977 nur die Jahresgesamtanlandungen beider Teilgebiete, nach 1977 nur noch die Jahresgesamtfangmenge für das Gesamtgebiet), für die Menge der deutschen Anlandungen wurde als Quelle die unveröffentlichte Statistik des Landesfischereiamtes Schleswig Holstein benutzt. Auch hier werden nur die Jahresgesamtwerte veröffentlicht. Die Anlandungen der DDR sind für den Zeitraum 1947 bis 1962 nach Monaten getrennt (Borrmann & Berner, 1984), für die Folgejahre als Jahresgesamtwerte (Kruse & Granitzki, 1982) veröffentlicht. Für den Nordteil wurden mittlere Monatsanlandungen für den Zeitraum 1954 bis 1963 und für den Südteil für den Zeitraum von 1958 bis 1967 gebildet. Die Zeiträume wurden auf diejenigen Jahre beschränkt, aus denen ausreichend Längenmeßreihen zur Verfügung stehen. Aus dem Nordgebiet gibt es nur dänische Anlandungen, im Südgebiet (Kieler und Mecklenburger Bucht) fischen Kutter aller drei Länder.

4.2.4 Berechnung der Fangmengen in Stückzahlen je Altersklasse

Ausgangspunkt für die Analyse der virtuellen Population ist das Vorliegen des Jahresfanges in Stückzahlen je Altersklasse für eine Reihe von Jahren. Hier wird abweichend vom üblichen Schema der Gesamtfang eines mittleren oder idealisierten Jahres je Altersklasse benötigt. Anstelle einer zweidimensionalen Tabelle (Catch-matrix), erhält man hier einen eindimensionalen Vektor, der die einzige idealisierte Kohorte enthält.

Die benötigten Zahlen ergeben sich, indem für jeden Monat das Gewicht des Gesamtfanges (Anlandungen + Discard) durch das Gewicht der für diesen Fang repräsentativen Meßreihe geteilt wird. Mit dem resultierenden Faktor werden dann die Anzahlen in

jeder Zentimetergruppe dieser Meßreihe multipliziert, woraus sich der Gesamtfang dieses Monats in absoluten Anzahlen je Zentimetergruppe ergibt. Diese Gesamtmeßreihe wird mit Hilfe eines entsprechenden Längen-Altersschlüssel auf die Altersklassen verteilt. Die Anzahlen je Altersklasse aus allen 12 Monaten addiert ergeben den gesuchten Vektor.

4.2.5 Ermittlung des mittleren Gewichtes einer Altersklasse

Die mittlere Länge einer Altersklasse wurde dadurch erhalten, daß eine Kurve nach Augenmaß durch die Punktemengen in den Abb. 13 und 14 gezogen wurde. Die mittlere Länge jeder Altersklasse wurde jeweils für Januar abgelesen, da sich die mittels VPA berechneten Anzahlen jeweils auf den Jahresanfang beziehen. Für die Umsetzung in Gewichte wurden die Parameter der Längen-gewichtsbeziehung für den Monat Januar aus Temming (1983) entnommen : $k=0.01015$ (Faktor) und $b=3.038$ (Exponent) für die Männchen sowie $k=0.00646$ und $b=3.192$ für die Weibchen (Tab. A1).

4.2.6 Durchführung der Analyse der virtuellen Population

Die Berechnungen wurden nach dem Approximationsverfahren (Cohort Analysis) von Pope (1972) durchgeführt. Die Berechnungen wurden, nach Geschlechtern getrennt jeweils für $M=0.2$, $M=0.3$, $M=0.4$ und $M=0.5$ ausgeführt. Damit sollte der Bereich abgedeckt sein, in dem der unbekannte tatsächliche Wert zu vermuten ist. Die Obergrenze ($M=0.5$) entspricht dem für die 30er-Jahre ermittelten Wert im Bornholmbecken (sh. Kap.6).

Für die Männchen aus der Kieler Bucht wurde die VPA zusätzlich nach der Methode von Gulland (1965) für $M=0.5$ berechnet, um eine Vorstellung von der Abweichung der Approximation nach Pope zu erhalten.

Für die Weibchen aus dem Nordgebiet wurde zusätzlich zur normalen Berechnung mit einer "Plus-Gruppe" (Zusammenfassung mehrerer Altersgruppen) aus den Alterklassen VIII und IX gerechnet,

da hier mehr neunjährige als achtjährige Klieschen in den Gesamtfängen vertreten waren.

Die fischereiliche Sterblichkeit in der letzten Altersklasse (Terminal-F) wurde einheitlich im ersten Rechengang (Trial run) auf 1.0 gesetzt. Für den zweiten Rechengang (Final Run) wurde dieser Wert dann durch einen Mittelwert aus den Altersklassen IV bis VII für das Südgebiet, bzw. aus den Altersklassen III bis VI für das Nordgebiet ersetzt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Gesamtfangmenge

Die mittleren jährlichen Anlandungen der dänischen Fischerei zwischen 1954 und 1963 aus dem Nordgebiet betragen 897 mt. Dem steht ein nicht angelandeter Fanganteil von 3472 mt (387% der Anlandungen) gegenüber, woraus ein mittlerer Gesamtfang von 4369 mt resultiert (Tab. 10). Für den Südteil betragen die mittleren Anlandungen insgesamt 365 mt, das entspricht 28.9% der Gesamtanlandungen aus der westlichen Ostsee. Die nichtausgewiesenen Fanganteile erreichen bei Annahme einer Maschenöffnung von 65 mm (Bundesrepublik Deutschland) 144%, bzw. bei einer Maschenöffnung von 86 mm (Dänemark u. DDR) 105% der Anlandmengen. Damit beträgt die Gesamtfangmenge aus der Kieler und Mecklenburger Bucht 811 mt, der nicht in der Statistik ausgewiesene Fanganteil beträgt davon 446 mt. In den Monaten Mai und Juni ist der nicht genutzte Fanganteil am geringsten, im Juli und August erreicht er seine Maximalwerte (Tab. 10).

4.3.2. Gesamtsterblichkeit

Die Gesamtsterblichkeit (Z, als exponentieller Koeffizient) im Nordteil beträgt 1.58 für die Männchen und 1.43 für die Weibchen (für $M=0.3$, AK IV-VII incl Markt-LAS), für den Südteil errechnen sich Z-Werte von 0.93 für die Männchen und 0.90 für die Weibchen (für $M=0.3$, AK III-VI incl Markt-LAS) (Tab. 11, A2 und A3).

Tab. 10 : Mittlere monatliche Fangmengen an Kliesche aus der westlichen Ostsee. Nordteil : nur dänische Fänge, Mittelwerte 1954-1964
Südteil : Fänge Dänem. u. DDR mit 86 mm Steertmaschenöffnung, Fänge der Bund.Rep.Deutschl. mit 65 mm Maschenöffnung, Mittelwerte 1958-1967. LHV = Summe aller bzgl. Selektion korrigierten Meßreihen aus Forschungsfängen, näheres s. Text.

Südgebiet (MÖ 65mm)

Monat	Gew. LHV (kg)		Anland. kg	Fang kg	Discard kg	Discard in % d. Anland.
	ges.	ab 25cm				
1	443.808	154.685	25530	73248	47718	187
2	162.361	74.361	16840	36769	19929	118
3	297.268	146.390	14740	29932	15192	103
4	91.332	50.783	10770	19370	8600	80
5	794.280	424.808	9570	17893	8323	87
6	305.997	155.085	6980	13772	6792	97
7	257.255	105.978	6360	15439	9079	143
8	171.699	48.059	7080	25295	18215	257
9	400.371	152.381	9570	25145	15575	163
10	761.853	295.916	11110	28603	17493	157
11	364.682	174.187	19200	40198	20998	109
12	443.808	154.685	23140	66391	43251	187
Summen in to			161	392	231	Mittelw. 144

Südgebiet (MÖ 86mm)

Monat	Gew. LHV (kg)		Anland. kg	Fang kg	Discard kg	Discard in % d. Anland.
	ges.	ab 25cm				
1	368.272	154.685	25229	60065	34836	138
2	140.207	74.361	19508	36782	17274	89
3	254.437	146.390	20219	35142	14923	74
4	82.428	50.783	16829	27316	10487	62
5	694.364	424.808	14960	24453	9493	63
6	263.769	155.085	11511	19578	8067	70
7	211.934	105.978	15563	31123	15560	100
8	136.083	48.059	15553	44040	28487	183
9	341.749	152.383	12923	28982	16059	124
10	652.968	295.916	16409	36208	19799	121
11	322.588	174.187	17264	31972	14708	85
12	368.272	154.685	18155	43223	25068	138
Summen in to			204	419	215	Mittelw. 105

Nordgebiet (MÖ 86 mm)

Monat	Gew. LHV (kg)		Anland. kg	Fang kg	Discard kg	Discard in % d. Anland.
	ges.	ab 25cm				
1	421.660	100.467	68467	287356	218889	320
2	470.583	106.594	65505	289186	223681	341
3	325.416	71.982	103014	465705	362691	352
4	357.672	78.228	117730	538282	420552	357
5	676.924	178.575	120602	457166	336564	279
6	132.504	31.295	61916	262154	200238	323
7	225.805	25.217	59224	530320	471096	795
8	566.684	129.476	64249	281202	216953	338
9	554.694	79.599	51956	362061	310105	597
10	262.167	46.128	61288	348328	287040	468
11	266.431	57.470	66941	310339	243398	364
12	421.660	100.467	56442	236887	180445	320
Summen in to			897	4369	3472	Mittelw. 387

Tab. 11 : Gesamtsterblichkeit der Kliesche aus der westlichen Ostsee. Berechnungsverfahren VPA, für verschiedene M-Werte. Datenbasis einmal mit, einmal und ohne Markt-LAS (s. Text). Mittlere Situation für den Zeitraum 1954-63 (Nord-) bzw. 1958-67 (Südgebiet), s. Text und Tab. 3 - 4 und A1 - A3.

		M	0.2	0.3	0.4	0.5	
		Mittelw. AK	Markt-LAS				
o)	3-5	mit	0.95	0.95	0.95	0.95	
		ohne	1.53	1.53	1.54	1.55	
	Süd- gebiet	4-7	mit	0.92	0.93	0.94	0.96
		ohne	1.91	1.92	1.92	1.93	
	3-6	mit	0.93	0.93	0.94	0.95	
		ohne	1.65	1.66	1.67	1.68	
	Nord- gebiet	4-7	mit	1.57	1.58	1.58	1.59
		ohne	1.66	1.66	1.67	1.68	
	3-6	mit	1.34	1.36	1.37	1.38	
		ohne	1.38	1.39	1.41	1.42	
o+	3-5	mit	0.91	0.91	0.92	0.93	
		ohne	1.62	1.62	1.62	1.63	
	Süd- gebiet	4-7	mit	0.91	0.93	0.95	0.97
		ohne	1.47	1.47	1.47	1.47	
	3-6	mit	0.89	0.90	0.91	0.93	
		ohne	1.50	1.51	1.50	1.50	
	Nord- gebiet	4-7	mit	1.44	1.43	1.41	1.40
		ohne	1.45	1.44	1.42	1.41	
	3-6	mit	1.28	1.29	1.29	1.30	
		ohne	1.25	1.26	1.27	1.27	

Tab. 12 : Bestandsgröße der Kliesche in der westlichen Ostsee (ab AK I)
 Berechnungsverfahren VPA, für verschiedene M-Werte. Daten-
 basis einmal mit, einmal und ohne Markt-LAS (s. Text).
 Mittlere Situation für den Zeitraum 1954-63 (Nord-) bzw.
 1958-67 (Südgebiet), s. Text und Tab. 3 - 4 und A1 - A3.

	Markt LAS		M	0.2	0.3	0.4	0.5
	Süd- gebiet	O->	mit	Stk (Mio)	11	14	17
			Gew (mt)	682	798	954	1175
		ohne	Stk (Mio)	10	12	14	18
			Gew (mt)	524	586	661	752
O+>		mit	Stk (Mio)	12	15	19	25
			Gew (mt)	950	1117	1341	1652
		ohne	Stk (Mio)	11	13	16	19
			Gew (mt)	676	760	861	986
Nord- gebiet	O->	mit	Stk (Mio)	88	107	133	169
			Gew (mt)	3111	3581	4168	4914
		ohne	Stk (Mio)	87	107	133	169
			Gew (mt)	3111	3581	4168	4913
	O+>	mit	Stk (Mio)	93	116	147	190
			Gew (mt)	3626	4178	4878	5783
		ohne	Stk (Mio)	93	116	148	192
			Gew (mt)	3672	4242	4968	5912

Die Gesamtsterblichkeit der männlichen Individuen ist in allen Fällen bis auf eine Ausnahme (Weibchen im Südteil ohne Markt-LAS, bei Mittelung der AK III-V) größer als diejenige der weiblichen (Tab. 11). Der größte Unterschied zwischen den Geschlechtern beträgt im Nordteil 0.21 (bei Berechnung ohne Markt-LAS, AK IV-VII), im Südteil 0.44 (bei Berechnung ohne Markt-LAS, AK IV-VII).

Die Einbeziehung der Längenaltersschlüssel aus Markproben führt in den meisten Fällen zu einer Absenkung der berechneten Gesamtsterblichkeit. Eine Ausnahme bilden die Weibchen des Nordgebietes, hier wird bei Mittelung der AK III bis VI eine minimale Zunahme (Z-Differenz maximal 0.03), bei Mittelung der AK IV bis VII eine minimale Abnahme (Z-Differenz maximal 0.01) beobachtet, wenn die Markt-LAS einbezogen werden. Im Südteil sinkt der Z-Wert auf fast die Hälfte, im Nordteil bei den Männchen nur auf etwa 95% des ohne Markproben berechneten Wertes ab.

Der Effekt der veränderten natürlichen Sterblichkeit auf die berechneten Gesamtsterblichkeiten ist gering (Tab. 11); der größte Unterschied findet sich bei den Weibchen des Südgebietes (Z-Differenz = 0.06, AK IV-VII incl Markt-LAS, im Vergleich für $M=0.2$ und $M=0.5$).

Die Unterschiede in den für ein Beispiel berechneten Z-Werten zwischen den Verfahren von Pope und Gulland betragen weniger als 1% (Tab. A3 im Anhang), alle in der Diskussion angegebenen Werte wurden mit dem Verfahren von Pope berechnet.

Die Bildung einer Plusgruppe im Beispiel der Weibchen aus dem Nordgebiet führt zu einem maximalen Unterschied in den Z-Werten von 9%, verglichen mit der Berechnung ohne Plusgruppe (Tab A2). Alle in der Diskussion angegebenen Werte beziehen sich auf die Berechnung ohne Plusgruppe.

4.3.3 Bestandsgröße

Die Bestandsgröße variiert für den Südteil zwischen 21 Millionen Stück (1200 mt), wenn $M=0.2$ zugrunde gelegt wird (beide

Geschlechter, ohne Markt-LAS) und 47 Millionen Stück (2823 mt), wenn $M=0.5$ zugrundegelegt wird (beide Geschlechter, mit Markt-LAS) (Tab. 12, A2 und A3). Im Nordteil bewegt sich die Bestandsgröße zwischen 180 Millionen Stück (6778 mt) für $M=0.2$ (beide Geschlechter, ohne Markt-LAS) und 361 Millionen (10819 mt) für $M=0.5$ (beide Geschlechter, ohne Markt-LAS).

Die Effekte des Berechnungsverfahrens (Pope / Gulland) auf die Bestandsgröße sind gering, die Abweichungen liegen unter 3% (Tab. A3), alle in der Diskussion angegebenen Werte beziehen sich auf das Verfahren von Pope. Die Abweichungen der mit einer Plusgruppe berechneten Schätzwerten von den Standardberechnungen der Bestandsgröße betragen weniger als 4% (Tab. A2). In der Diskussion werden nur die ohne Plusgruppe berechneten Werte angegeben.

4.4 Diskussion

4.4.1 Fehlergrößen

Die in Kapitel 3. diskutierten Fehlergrößen, die sich auf die Längen- und Alterszusammensetzung in den Forschungsfängen beziehen, beeinflussen in gleicher Weise die Ergebnisse der VPA, da diese auf demselben Material beruht.

Von besonderer Bedeutung für die Ergebnisse der VPA ist die Frage, inwieweit die Längen- und Alterszusammensetzungen der Forschungsfänge, nach erfolgter Korrektur bezüglich der Steertmaschenselektion, den wirklichen Verhältnissen in den Fängen der Berufsfischerei entsprechen.

Eine zentrale Fehlerquelle ist die Schätzung der von den Berufsfischern verwendeten Maschenweiten. Abweichungen von den wirklichen Verhältnissen wirken sich vor allem auf die Berechnung des untermaßigen Fanganteils aus. Der Effekt auf das berechnete Bestandsgewicht ist aber aufgrund der geringen Individualgewichte der untermaßigen Klieschen weniger wichtig als die Verfälschung der Individuenzahlen.

Von den Berechnungen abweichende Längenzusammensetzungen in der Berufsfischerei können z.B. durch längere Schleppzeiten oder unterschiedliche gerätebedingte Fängigkeit, z.B. bei Verwendung größerer Maschen im Vornetz, resultieren.

Bohl (1964) zeigte, daß der Selektionsfaktor für Kliesche mit zunehmender Fangmenge an Plattfischen im Netz abnimmt. Es könnte auch sein, daß der Anteil großer Fische im engmaschigen Forschungsnetz geringer ist als im weitmaschigen Kutternetz, wenn, bedingt durch die Scheuchwirkung eines höheren Staudruckes vor dem Netz, große Tiere vermehrt durch rechtzeitige Flucht entkommen können.

Andere Fehler können entstehen, wenn sich die Fangplätze der Berufsfischerei von denen der Forschungsfischerei in Lage, Substrat oder Wassertiefe unterscheiden. Für die Schleppnetz-fischerei auf glattem Grund ist dies nicht sehr wahrscheinlich, da sich die wissenschaftlichen Probennahmen an den Schleppstrecken der Berufsfischerei orientieren. Eine Schleppnetz-fischerei mit Rollernetzen gab es in dem betrachteten Zeitraum in der westlichen Ostsee noch nicht (Steinberg, 1969).

Größere Probleme entstehen, wenn ein nennenswerter Teil der Anlandungen aus der Stellnetz-fischerei stammt, da diese Netze größere Maschen und grundsätzlich andere Selektionseigenschaften besitzen. Nach Bagge (pers. Mitt.) ist der Anteil der Stellnetz-fischerei an den dänischen Anlandungen für den fraglichen Zeitraum sehr gering.

Es zeigt sich aber an den Ergebnissen des Markierungsexperimentes aus dem Jahr 1986 (Kap. 2), daß die Anlandungen aus Stellnetzen inzwischen einen hohen Prozentsatz der Gesamtanlandungen ausmachen. Die Ursachen für die Zunahme des Anteils der Stellnetz-fischerei an den Klieschenanlandungen dürften in den Preisteigerungen für Dieseltreibstoff seit den 70er-Jahren, in den veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen und später auch in den sinkenden Erträgen der Schleppnetz-fischerei zu suchen sein.

Die Fangmenge wird überschätzt, wenn ein nennenswerter Teil der über Bord gegebenen Menge der Klieschen entgegen der hier gemachten Annahme überlebt. Nach Angaben von Kelle (1974) liegt die Überlebensrate von Klieschen im Beifang der Garnelenfischerei je nach Gesamtfangmenge zwischen 20% und 0%, bei einer mittleren Länge der Tiere von 11 cm. Für größere Klieschen könnte man eine geringere Empfindlichkeit vermuten. Allerdings sind Schleppzeiten und Fanggewichte in der Schleppnetzfisherei der westlichen Ostsee (Bagge, 1983, 1985, 1986) deutlich höher als in der von Kelle untersuchten Garnelenfischerei. Zudem sind für das Überleben der Fische vor allem die Lagerzeit an Deck (Borley, 1909 nach Kelle, 1974, de Veen u.a., 1975) und die Temperatur sowie die Sonneneinstrahlung während dieser Zeit verantwortlich. Es ist nicht anzunehmen, daß die Fischer untermaßige Klieschen bevorzugt aus dem Fang aussortieren, um sie sofort wieder ins Meer zurückzugeben.

Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Annahme, daß die Klieschen ab 25 cm generell angelandet werden. Aus den Meßreihen in den dänischen Anlandungen (Abb. A1 im Anhang) geht hervor, daß Klieschen unter 24 cm so gut wie nicht angelandet, Klieschen über 25 cm so gut wie nicht verworfen werden. Ob sich die Abweichungen genau ausgleichen, kann nicht entschieden werden, da es für den Zeitraum der 50er und 60er Jahre noch keine Messungen des Discard an Bord der Kutter gibt. Falls eine Teil der mäßigen Klieschen nicht angelandet wird, führt dies zu einer Unterschätzung der berechneten Fangmengen. Dies trifft vermutlich für die deutschen Anlandungen zu, da hier die Vermarktung der kleineren Exemplare schwieriger ist.

4.4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.4.2.1 Berechnung der Menge des nicht ausgewiesenen Fanganteils

Der auffälligste Befund ist der extreme Unterschied zwischen dem Nord- und dem Südgebiet, der bereits aufgrund der unterschiedlichen Längenzusammensetzungen in den Forschungsfängen erwartet werden konnte. Für die Zahlen aus dem Nordgebiet gibt es keine Vergleichsmöglichkeiten mit früheren Ergebnissen ande-

rer Autoren, im Südgebiet untersucht Bagge (1983, 1985, 1986) seit 1978 den Discard direkt an Bord von Kuttern aus Bagenkop. Seine Angaben können mit denen für eine Steertmaschenweite von 86 mm berechneten Werten (s. Kap. 4.2.2) verglichen werden. Für das Jahr 1981 kann man die Ergebnisse der direkten Beobachtungen von Bagge mit den nach dem indirekten Verfahren berechneten Schätzungen (Temming, 1983) vergleichen. Die Ergebnisse beider Verfahren für dieses Jahr stimmen gut überein. Das arithmetische Mittel der direkt ermittelten Prozentwerte aus vier Monaten betrug 212% (Discard im Verhältnis zu den Anlandungen), das indirekte Verfahren berechnet 201% für die dänische Fänge aus dem Jahr 1981. Beim Vergleich beider Zahlen muß allerdings berücksichtigt werden, daß in der indirekt berechneten Zahl eine durch den Rechengang bedingte Gewichtung an den monatlichen Fangmengen enthalten ist. In den Jahren 1982 bis 1984 liegen die direkt von Bagge ermittelten Werte (arithm. ungew. Mittel aus allen Angaben = 95%) in der gleichen Größenordnung, wie sie für die 50er- und 60er-Jahre als Mittelwert nach dem indirekten Verfahren gefunden wurden (105%, Discard in Prozent der Anlandungen).

Die Genauigkeit beider Verfahren hängt vor allem von der zeitlichen und räumlichen Probendichte innerhalb des Jahres ab, da vor allem innerhalb des Jahresganges Veränderungen auftreten. So werden die geringsten Werte im Mai und Juni erreicht, wenn die kleinste im Fang vertretene Altersgruppe II ihre maximale mittlere Länge erreicht, bevor die neue Altersgruppe I im Juli im Fang erscheint. Der maximale Fanganteil untermaßiger Klieschen wird im Juli und August beobachtet, wenn die neue I-Gruppe in großen Mengen im Fanggebiet auftritt. Die Höhe der tatsächlichen Werte wird vor allem durch die relative Stärke der im Fang vertretenen Jahrgänge zueinander bestimmt.

In den Ergebnissen wird stets der Gesamtwert für Männchen und Weibchen angegeben, man kann sich leicht anhand der Meßreihen in Kap. 3. vergegenwärtigen, daß der untermaßige Fanganteil ganz überwiegend aus den im Mittel kleineren Männchen besteht. Daraus folgt, daß der Anteil an Discard auch vom Geschlechterverhältnis auf dem jeweiligen Fangplatz abhängt.

4.4.2.2 Gesamtsterblichkeit

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Gesamtsterblichkeiten (Z) in den einzelnen Altersklassen für beide Untergebiete fällt auf, daß im Nordgebiet erst Klieschen der Altersklasse IV der vollen Sterblichkeit unterliegen, im Südgebiet ist dies bereits für dreijährige Klieschen der Fall.

Der Grund für den Unterschied ist im unterschiedlichen Wachstum zu suchen, die schneller wachsenden Tiere unterliegen früher der vollen Netzselektion. Zusätzlich gibt es Hinweise auf eine spätere Rekrutierung im Nordgebiet (s. Kap.3).

Die zu Vergleichszwecken berechneten Mittelwerte werden daher für das Nordgebiet aus den Altersklassen IV-VII gebildet, für das Südgebiet aus den Altersklassen III-VII.

Die im folgenden angegebenen hier errechneten Mittelwerte der Gesamtsterblichkeit beziehen sich, soweit nicht anders erwähnt, auf ein M von 0.3, da die Abhängigkeit der Werte von der natürlichen Sterblichkeit vernachlässigbar klein ist.

Ein Vergleich der für das Nordgebiet unter Verwendung der Markt-LAS berechneten Z-Werte mit den ohne Einbeziehung der Markt-LAS berechneten, zeigt nur geringe Unterschiede. Dies gilt in besonderem Maße im Vergleich zu den Unterschieden, die zwischen beiden Berechnungsverfahren im Südgebiet auftreten. Es wird für das Nordgebiet davon ausgegangen, daß die Einbeziehung der Marktproben eine Verbesserung der Datenbasis bedeutet, weil die Besonderheit dieser Proben darin besteht, daß sie ausschließlich Klieschen von mehr als 25 cm Länge enthalten. Diese gehören mehrheitlich den in den Forschungsfängen seltenen Altersklassen IV-IX an. Gerade diese Altersklassen stützen aber die Berechnung der Sterblichkeiten, da die jüngeren Klieschen noch nicht vollständig rekrutiert sind.

Um bei einer angenommenen Gesamtsterblichkeit von 1.0 in einer für die gesamte Altersstruktur (ohne AK 0) repräsentativen Forschungsprobe nur ein einziges Tier der Altersklasse VII zu finden, müssen etwa 580 Tiere untersucht werden. Bei einer Ge-

samtsterblichkeit von 1.5 ist die erforderliche Probengröße bereits 12500 Stück. Daher werden für das Nordgebiet für die folgenden Vergleiche nur die unter Einbeziehung der Marktproben berechneten Gesamtsterblichkeiten und Bestandsgrößen herangezogen.

Für dieses Gebiet kann demnach eine wahrscheinliche Gesamtsterblichkeit von 1.58 für die Männchen bzw. 1.43 für die Weibchen zugrundegelegt werden.

Für das Südgebiet sind die Werte der Gesamtsterblichkeit unter Einbeziehung der Markt-LAS deutlich geringer, nämlich 0.93 für die Männchen und 0.90 für die Weibchen.

Demnach ist, bei Annahme der gleichen natürlichen Sterblichkeit in beiden Gebieten, der Befischungsdruck im Südgebiet deutlich geringer. Für diese Vermutung gibt es eine Bestätigung aus den Flundermarkierungen von Bagge (1966), die für diese Art im Nordgebiet eine deutlich höhere fischereiliche Sterblichkeit ($F=0.81$) ergeben als im Südgebiet ($F=0.43$). Der Befischungsdruck auf die Flunder ist allerdings nur bedingt auf die Kliesche zu übertragen, da sich die Flunder die meiste Zeit des Jahres auf ihren Weidegründen in geringeren Wassertiefen aufhält.

Die Untersuchungen von Knudsen (1973) zur Gesamtsterblichkeit der Kliesche in der westlichen Ostsee für den Zeitraum 1966 bis 1972 ergeben einen Z-Wert von 1.37 (an den Anzahlen gewichtetes Mittel). Der Wert stimmt in etwa mit dem für die Weibchen des Nordteils gefundenen Wert von 1.43 überein. Knudsen hat in seine Untersuchung nur Marktproben (Mindestmaß 25 cm!) einbezogen, in denen die größeren Weibchen dominieren. Eine Auftrennung nach Geschlechtern wurde von ihm nicht vorgenommen, so daß seine Ergebnisse eher von den Verhältnissen bei den Weibchen geprägt sein dürften.

Knudsen verglich drei Teilgebiete miteinander, eines entspricht dem Südgebiet in dieser Untersuchung, die beiden anderen sind Teile des Nordgebietes. Die Unterschiede zwischen den Gebieten ließen sich statistisch nicht absichern, allerdings war die

Sterblichkeit im Südgebiet mit $Z=1.61$ (an den Anzahlen gewichtetes Mittel) am höchsten. Dieser Befund widerspricht nun den Ergebnissen der vorliegenden Studie, wenn für den Südteil die Marktproben einbezogen werden.

Gegen die Methode von Knudsen ist einzuwenden, daß in den Anlandungen der Berufsfischerei (ohne Discard) kaum eine Altersklasse vollständig vertreten ist, und daß es zudem in diesem Punkt aufgrund des unterschiedlichen Wachstums systematische Unterschiede zwischen den Teilgebieten gibt, die die Ergebnisse beeinflussen können.

Darüberhinaus wird in allen drei Teilgebieten (von Knudsen) der erste Z-Wert aus den Altersklassen IV und V berechnet, obwohl die Altersklasse IV nur im Südgebiet vollständig in den Proben erfaßt worden ist. Für das Südgebiet ist die für die Altersklasse IV/V berechnete Sterblichkeit ($Z=1.6$, ungewichtet) etwas höher als das mittlere Ergebniss der beiden folgenden Paarungen (AK V-VII: $Z=1.55$). In den beiden nördlichen Gebieten steigt der mittlere Z-Wert, der aus den Altersklassen V bis VII berechnet wird um das 1.6-fache gegenüber dem ersten, aus den Altersklassen IV/V berechneten Wert an.

Schließt man die Altersklasse IV in allen drei Gebieten (von Knudsen) aus der Berechnung aus, dann steigen die für die beiden nördlichen Gebiete berechneten Werte stark an. Der Z-Wert für den Südteil (berechnet aus den Daten von Knudsen) bleibt unverändert das 1.5-fache des unter Einbeziehung der Marktproben errechneten Ergebnisses der eigenen Untersuchung.

Aus den Ergebnissen von Knudsen läßt sich also keine Bestätigung für eine geringere Gesamtsterblichkeit im Südgebiet ableiten. Es kann daher angenommen werden, daß die hohe Gesamtsterblichkeit, die unter Einbeziehung der Marktproben für den Südteil in dieser Studie resultieren, ein methodisches Artefakt sind. Es stellt sich dann die Frage nach dem Mechanismus, der diesen Anstieg der Sterblichkeit verursacht.

Denkbar wäre, das regionale Unterschiede in den Schwerpunkten der Probennahme dafür verantwortlich sind.

Die Kutter aus Bagenkop fischen überwiegend in der Nähe ihres Hafens, der gerade an der Grenze zwischen dem Nord- und dem Südgebiet liegt, also teilweise auch im Südteil des Nordgebietes. Die Forschungsproben werden in der gesamten Kieler- und Mecklenburger Bucht gewonnen. Es ist vorstellbar, daß die in Kap. 3 dargestellten Wachstumsunterschiede zwischen beiden Teilgebieten sich auch in diesen, mit unterschiedlichem regionalen Schwerpunkten gesammelten Probenserien bemerkbar machen. Dann würden bei der Verteilung der Längenmeßreihen auf die Altersklassen relativ viele, besser gewachsene Klieschen aus den südlichen Proben auf Altersklassen verteilt, die eigentlich den selteneren alten, schlechter gewachseneren Klieschen aus den nördlicheren Proben entsprechen. Das scheinbare Vorkommen zahlreicher alter Tiere drückt dann den Wert der Gesamtsterblichkeit entsprechend herab.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Masse des Klieschenbestandes einer sehr hohen Gesamtsterblichkeit ($Z=1.5$, Mittel aus beiden Geschlechtern des Nordgebietes) unterliegt. Ob ein kleinerer Teil des Gesamtbestandes, im Südteil leben etwa 12% des Gesamtbestandes (in Stückzahl gerechnet für $M=0.3$), tatsächlich einer geringeren Sterblichkeit unterliegt, ist unsicher. In jedem Fall wird der Unterschied wohl kleiner sein, als er unter Einbeziehung aller Marktproben erscheint.

Die Berechnung von Temming (1983) ist also zu revidieren, da sie für den Gesamtbestand nur auf der Grundlage von Proben aus dem Südteil der westlichen Ostsee unter Einbeziehung der Marktproben durchgeführt wurde.

Eine Bestätigung für die hohe Gesamtsterblichkeit ergibt sich auch aus einer Probenserie von Poulsen (1938, dort Tab. 3). Die Tabelle enthält Angaben über den Fang an Klieschen pro Schleppstunde nach Altersklassen getrennt für das Nordgebiet aus den Jahren 1927 bis 1937. Aus diesen nicht nach Geschlechtern getrennten Daten läßt sich die Sterblichkeit einzelner Kohorten direkt berechnen. Ab der ersten voll erfaßten Altersklasse (III) errechnet sich die Gesamtsterblichkeit daraus als $Z=1.31$ (ungewichtetes Mittel).

Die höhere Gesamtsterblichkeit der Männchen kann ihre Ursachen in der natürlichen und in der fischereilichen Komponente der Sterblichkeit haben. Für die fischereiliche Komponente spricht der gegenüber den Verhältnissen beim Aussetzen leicht erhöhte Anteil der Männchen in den Wiederfängen des Markierungsexperimentes (Kap. 2). Dies kann wiederum eine Folge des längeren Aufenthaltes der männlichen Tiere auf den Laichplätzen sein (Bohl 1957). Eine erhöhte natürliche Sterblichkeit der Männchen kann aus ihrer geringeren mittleren Länge resultieren, durch die sich die Zahl der potentiellen Räuber erhöht. Durch den längeren Aufenthalt auf den tiefer gelegenen Laichplätzen kann sich aber auch eine stärkere Beeinträchtigung durch den sommerlichen Sauerstoffmangel im Tiefenwasser ergeben.

Von Interesse ist noch die Frage, ob es große Unterschiede in der Gesamtsterblichkeit zwischen den genutzten Bodenfischen der westlichen Ostsee gibt.

Für die Flunder Anfang der 70er Jahre gibt Saeger (1974) einen Z-Wert von 1.07 an (Mittel aus beiden Geschlechtern ab AK IV, Basis: Fangkurve). In Anon (1983) wird für den Zeitraum 1972 bis 1981 ein Mittelwert von $Z=1.14$ präsentiert (ungewichtetes Mittel der AK III-VII aus allen Jahren, Basis: VPA).

Bagge und Nielsen (1988) berechneten Bestandsgröße und Sterblichkeit der Scholle in der westlichen Ostsee, danach beträgt die mittlere Gesamtsterblichkeit 1.3 (berechnet aus den AK III-V, die AK VI enthält das Terminal-F, für die Jahre 1968 bis 1978, Basis: VPA).

Für den Dorsch werden Angaben in den Arbeitsgruppenberichten des ICES (Anon., 1988a) gemacht. In den 70er Jahren pendelt die Gesamtsterblichkeit um einen Wert von etwa 1.2, sie sank zwischen 1978 und 1984 etwas ab ($Z=1.1$) und stieg dann stark an (Maximum 1986: $Z=1.7$). Die Werte am Ende der Zeitserie sind allerdings unsicher, da sie stark von den Startwerten (Terminal-F) beeinflußt werden.

Nach diesen Vergleichen unterliegt die Kliesche von allen Bodenfischen in der westlichen Ostsee der höchsten Gesamtsterblichkeit, allerdings werden in den meisten Fällen unterschiedliche Zeiträume gegenübergestellt. Da die Kliesche vor allem als Beifang der Dorschfischerei anfällt, ist aber nicht anzunehmen, daß sich der Befischungsdruck auf diese Art in dem betrachteten Zeitraum verringert hat.

4.4.2.3 Berechnungen der Bestandsgröße

Der Effekt der Einbeziehung von Marktproben in die Datenbasis auf die Bestandsschätzung im Südteil ist geringer, als bei der Sterblichkeitsberechnung. Bei Ausschluß der Marktproben sinken die Bestandszahlen um etwa 10 (M=0.2, Männchen) bis 25% (M=0.5, Weibchen), die Bestandsgewichte um 25 (M=0.2, Männchen) bis 40% (M=0.5, Weibchen). Für die Diskussion der Bestandsgröße werden für den Südteil die Ergebnisse der Berechnungen ohne Verwendung von Markt-LAS zugrundegelegt, um eine konservative Schätzung zu erhalten.

Gegenüber den Berechnungen von Temming (1983) ergeben sich vor allem Unterschiede in der Schätzung der Individuenzahl. Vergleicht man die Zahlen auf der Basis der in Temming (1983) gewählten M-Wert Kombination (Männchen : M=0.4, Weibchen : M=0.3), dann liegt die mittlere Individuenzahl der neuen Untersuchung mit 278 Millionen (ab AK I incl.) deutlich über dem Höchststand in der Zeitserie der alten Untersuchung von 194 Millionen. Dieser hohe Wert wurde 1980 erreicht, der Wert für 1974 lag dicht darunter, in den Jahren am Anfang der Serie lagen die Werte deutlich niedriger. Gerade die Werte am Anfang der Zeitserie sind aber am ehesten mit dem Mittelwert dieser Untersuchung vergleichbar.

Die mittleren Bestandsgewichte in beiden Untersuchungen berechnen sich auf der Basis der obigen M-Wert Kombination übereinstimmend mit etwa 9500 mt. Die beiden Werte beziehen sich wiederum auf unterschiedliche Zeiträume. In der alten Untersuchung fließen die hohen Werte am Ende der Zeitserie mit ein; der Mittelwert der vorliegenden Untersuchung enthält noch Werte

aus den 50er Jahren, die sich zumindest in den Anlandungen nicht deutlich vom Beginn der 60er Jahre unterscheiden.

Die ungefähre Übereinstimmung in der Biomasse trotz starker Abweichungen in der Individuenzahl erklärt sich aus den unterschiedlichen Längen- und Alterszusammensetzungen der beiden Untergebiete, die in der neuen Untersuchung mit jeweils eigenen Proben in die Rechnung eingehen. In der alten Untersuchung wurden auch die Fangmengen aus dem Nordgebiet mit den Meßreihen aus dem Südgebiet umgerechnet. Dadurch wurde der untermaßige Anteil und folglich auch die Individuenzahl unterschätzt, die mittleren Längen im Fang und damit das Fanggewicht aber überschätzt.

Der Effekt der natürlichen Sterblichkeit auf die Ergebnisse der Bestandsgrößenbestimmung ist erheblich. Eine Erhöhung von $M = 0.2$ auf $M = 0.5$ führt zu einer Verdoppelung der berechneten Individuenzahl. Die Erhöhung ist in den unteren Altersklassen stärker, so daß die Biomasse nur um den Faktor 1.5 ansteigt.

Um die Werte mit den Angaben für die anderen Bodenfische der westliche Ostsee, Dorsch, Scholle und Flunder zu vergleichen, wird eine natürliche Sterblichkeit von 0.2 zugrundegelegt, da dieser Wert auch den Bestandsberechnungen für die anderen Arten zugrunde gelegt wurde. Er liefert für die Kliesche eine Minimumschätzung mit 202 Millionen Individuen (ab AK I incl.) bzw. 7933 mt Biomasse.

Anfang der 70er Jahre lag die Individuenzahl des Dorschbestandes (ab AK I incl.) in der gleichen Größenordnung wie die des Klieschenbestandes (50er/60er Jahre), die Biomasse um ein vielfaches (4-8 fach) höher (Anon., 1982). Die für 1987 ermittelten Werte der Dorsch-Individuenzahl machen nur noch etwa ein Viertel der Individuenzahl des Klieschenbestandes (50er/60er Jahre) aus (berechnet aus Anon. 1988a, Bestand im Verhältnis der Fangzahlen auf die ICES-Gebiete 22 und 24 aufgeteilt). Die Biomasse beträgt aber noch gut das doppelte der Klieschenbiomasse.

Der Schollenbestand hat zwischen 1968 und 1986 nicht die Individuenzahlen der Kliesche erreicht (Maximum 1977 mit 56 Millionen), aber 1968 mehr als die doppelte Biomasse (Bagge & Nielsen, 1988). Bis 1986 ist die Anzahl auf ein Vierzigstel, die Biomasse auf ein Fünftel der für die Kliesche zugrundegelegten Referenzwerte gesunken.

Für die Flunder liegen nur Angaben aus einer VPA ab Altersklasse II vor (Anon., 1983). Die Referenzzahlen der Kliesche sind ab AK II gerechnet 123 Millionen Individuen und 7689 mt. Dann bewegt sich die Flunderbiomasse in den Jahren 1972 bis 1981 zwischen dem knapp 3- und dem 0.7-fachen, die Individuenzahl zwischen dem 0.5- und dem 0.1-fachen der jeweiligen Referenzwerte für die Kliesche.

Die Kliesche hatte in den 50er und 60er Jahren in der westlichen Ostsee eine dominante Stellung hinsichtlich der Individuenzahl. Erst mit dem Niedergang der anderen Arten erlangte sie in jüngerer Zeit auch in der Biomasse eine Vorrangstellung, wenn man davon ausgeht, daß die Biomasse der Kliesche seit den 60er Jahren wenigstens konstant geblieben ist.

5 Die räumliche und zeitliche Verteilung der Fischdichte als Einheitsfang in der westlichen Ostsee

5.1 Einleitung

Die Bearbeitung der Einheitsfänge verfolgt drei Hauptziele. Zum einen soll, basierend auf der Langzeitserie der "Quantitativen Fischerei" von Prof. Kändler, Prof. Thurow und Dr. Weber, versucht werden, für die Kieler Bucht einen Eindruck von der zeitlichen Entwicklung des Bestandes seit den 50er Jahren zu geben, nachdem es aufgrund der aktuellen Ergebnisse nicht sinnvoll erscheint, eine VPA ohne Trennung der Teilgebiete oder eine VPA nur für den Südteil zu berechnen.

Die Datenserie der Quantitativen Fischerei bietet den großen Vorzug, daß seit Mitte der 50er Jahre auf festen Schleppstrecken und durchgehend mit dem gleichen Netz gefischt wird. Als Nebenergebnis resultiert eine Darstellung der mittleren saisonalen Entwicklung der Einheitsfänge auf den untersuchten Stationen.

Der zweite Aspekt behandelt die räumliche Verteilung der Klieschendichte im gesamten Untersuchungsgebiet. Von Interesse ist vor allem die Frage nach dem Verbreitungsschwerpunkt der Population. Für diesen Aspekt stand ein ausgezeichnetes Material von Prof. Bagge zur Verfügung, welches direkt mit dem deutschen Material vergleichbar ist, da in beiden Programmen der gleiche Netztyp verwendet wird.

Im dritten Komplex wird die Auswirkung des sommerlichen Sauerstoffmangels auf das Vorkommen der Klieschen untersucht. Insbesondere ist die Grenzkonzentration von Interesse, bei deren Unterschreitung die Klieschen ein Gebiet verlassen. Diese Frage hat eine besondere Aktualität bekommen, seit Weigelt (1988) und Babenerd (im Druck) auch für die westliche Ostsee eine signifikante Abnahme in den sommerlichen Sauerstoffgehalten des Bodenwassers seit den 50er Jahren nachweisen konnten.

5.2 Material und Methode

5.2.1 Einheitsfänge auf festen Stationen in der Kieler Bucht

Als Datengrundlage dienen 1810 Hols der quantitativen Fischerei zwischen 1956 und 1987 (Tab. 13). Lediglich bei den ersten Fahrten war in einigen Fällen nicht sicher, ob die Schleppstriche mit den späteren Standardstrecken identisch waren. Diese Daten wurden nicht einbezogen. Die folgenden Stationen mit ausreichender Probendichte wurden in die Darstellung einbezogen: "Stollergrund" (278 Hols), "Dorschmulde" (246 Hols), "Vejsnäs Rinne" (294 Hols), "Millionengrund" (315 Hols), "Süderfahrt" (412 Hols) und "Hohwachter Bucht" (265 Hols). Die Lage der Schleppstrecken zeigt Abb. 3 in Kap. 2. Berechnet wurde aus dem Gesamtmaterial aller Jahre für jede Station und für jeden Monat der Median aus allen Einheitsfängen (Stück pro 30 min). Aus diesen Monatsmedien wurde wiederum ein Median für jede Station gebildet. Aus dem Verhältnis des Monatsmedians zu dem Gesamtmedian derselben Station wurden Korrekturfaktoren für alle Monate und Stationen berechnet.

Mit diesen Korrekturfaktoren wurden alle Einzelwerte (Einheitsfang) korrigiert ("saisonbereinigt"), um frei von jahreszeitlichen Effekten aus den vorhandenen Werten eines jeden Jahres den Jahresmedian, wiederum für jede Station getrennt berechnen zu können. Bevor ein Jahreswert gebildet wurde, erfolgte eine Zusammenfassung der innerhalb desselben Monats gewonnenen Parallelproben zu einem Median, um zu verhindern, daß sich einzelne Monate mit hoher Probenzahl im Median durchsetzen.

Für die resultierenden Zeitserien jeder Station wurde eine Regressionsgerade bestimmt. Für die Steigung der Geraden wurde geprüft, ob sie sich signifikant von Null unterscheidet (t-Test, 95%-Signifikanzniveau). Die Berechnungen wurden mit dem Programm "Statgraphics" auf einem Personal Computer durchgeführt.

Tab. 13 : Probennahmeterminale auf den Stationen der "Quantitativen Fischerei" der BFA f. Fischerei, Lab. Kiel. Eine Eintragung entspricht in der Regel 2-3 Hols. Es bedeuten : D = "Dorschnulde", H = "Hohwachter Bucht", M = "Millionenviertel", U = "Süderfahrt", S = "Stollergrund", V = "Vejsnäs Rinne. Alle Stationen liegen in der Kieler Bucht (Abb. 3).

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jahr												
1956					H SV H					HM		
1957				HM V HM								
1958			V				HM SV			HM V		
1959					V					HM V		
1960		HM V			HM	HM				HM SV		
1961		H V			HM SV					HM SV		
1962						HM SV				DM SV DM SV		
1963					DHMUSV		DHMUSV			HMUSV DM SV		
1964			DH USV		HMUSV			HM SV		HM SV S DMU V		
1965			DHMUSV		DM SV D SV HMU				DHMUSV			DHMUSV
1966	HMU D SV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV	
1967			DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV	
1968	DH USV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV			
1969					DHMUSV DMUSV				DHMUSV		MUS H V	
1970		DHMUSV DMUSV					HMUSV		DHMUSV		DHMUSV DMUSV	
1971	DHMUSV DMUSV DMUSV			M HMUSV D M V				MU DMUSV	DHMUSV	DHMUSV		DHMUSV
1972	DHMUSV DMUSV DMUSV			DHMUSV V					DHMUSV	H S DMUSV		
1973		DHMUSV		DHMUSV		DHMUSV		DMU V		DHMUSV		DHMUSV
1974		DHMUSV		DHMUSV	DE S D MU V			DHMUSV DMU V		DHMUSV DMUSV		
1975	DHMUSV				DHMUSV		D SV DMUSV		DHMUSV DMUSV	DHMUSV DMUSV		
1976		DHMUSV MUS	DH V		MUS DMUSV				D M SV H U			
1977		DHMUSV			DHMUSV			DHMUSV		DHMUSV		
1978		DHMUSV		D V								
1979				HM V U	DMUSV U DMUSV						H	
1980	D MUSV H DMUSV DMUSV						DMUSV				D SV	
1981		DMUSV		DMUSV						DM S U		
1982	DMUSV		DH SV								DMUSV	
1983	DM SV		H SV						DMUSV			
1984	DMUSV		DM SV								DMUSV	
1985	D MUSV H DMUSV S							M				DMUSV
1986	DMUSV		D MUSV								D MUSV	
1987	D MUSV U DMUSV										DMUSV	

5.2.2 Die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Gesamtgebiet

Die Datenbasis besteht aus 1209 Hols des dänischen Fischereiprogramms zwischen 1954 und 1964 und 531 Hols des deutschen Programms (Quantitative Fischerei) zwischen 1956 und 1967. Das Gesamtgebiet wurde in 15 verschiedenen große Teilgebiete (a-o, vgl. Abb. 21a) unterteilt. Aus allen Einheitsfängen (Stück / 30 min im 50'-Netz) eines Untergebietes wurden, nach Tiefenstufen (0-9m, 10-19m usw.) und Zweimonatsgruppen (Jan./Feb., Mrz./Apr. usw.) getrennt, Mediane berechnet. Eine Übersicht über das Gesamtmaterial gibt Tab. A4. Die Einzeldaten wurden in einer Datenbank (dBase III+, Clipper) auf einem Personal Computer verwaltet.

5.2.3 Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt

Die Einheitsfänge stammen aus einem Fischereiprogramm, welches zwischen 1982 und 1986 auf 10 Standardschleppstrecken (Abb. 3 in Kap. 2) in der Kieler und Mecklenburger Bucht, durchgeführt wurde. Der Abstand zwischen den Ausfahrten betrug in den ersten beiden Jahre zwei Monate, danach einen Monat. Gefischt wurde mit einem Sonderburger Plattfischtrawl (80 Fuß Grundtaulänge). Die Einheitsfänge sind als Stundenfänge im 80'-Netz dargestellt. In die Auswertung wurden nur Hols aus den Monaten Mai bis Oktober einbezogen, da nur in diesen Monaten die niedrigen Sauerstoffgehalte im Bodenwasser auftreten. Der verwendete Datensatz umfaßt 111 Hols, für die eine parallele Sauerstoffbestimmung vorlag.

Die Sauerstoffwerte stammen aus dem Probennahmeprogramm von Weigelt (1988), welches ein Teil des gemeinsamen Fahrtprogrammes war. Die Messungen erfolgten jeweils an einem oder an beiden Endpunkten der Schleppstecken in unmittelbarer Bodennähe.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Die saisonale Veränderung des Einheitsfanges auf festen Stationen in der Kieler Bucht

Den Jahresgang auf den einzelnen Stationen zeigen die Abb. 15a - 20a. Es gibt Stationen mit einem Sommerminimum: Dorschmulde (Jul.-Sep.), Hohwachter Bucht (Jun.-Sep.), Vejsnäs Rinne (Sep.-Okt.) und solche mit einem Winterminimum: Millionenviertel (Feb.) und Süderfahrt (Mrz.).

Nach den Gesamtmedianen geordnet ergibt sich folgende Reihung der Stationen nach ihrer durchschnittlichen Klieschendichte in Stück/30 min Hol im 50'-Netz: Millionenviertel = 32, Süderfahrt = 29, Hohwachter Bucht = 21, Vejsnäs Rinne = 18, Dorschmulde = 13 und Stollergrund = 13.

5.3.2 Die Entwicklung des mittleren Einheitsfanges auf einigen festen Stationen in der Kieler Bucht von 1956 bis 1987

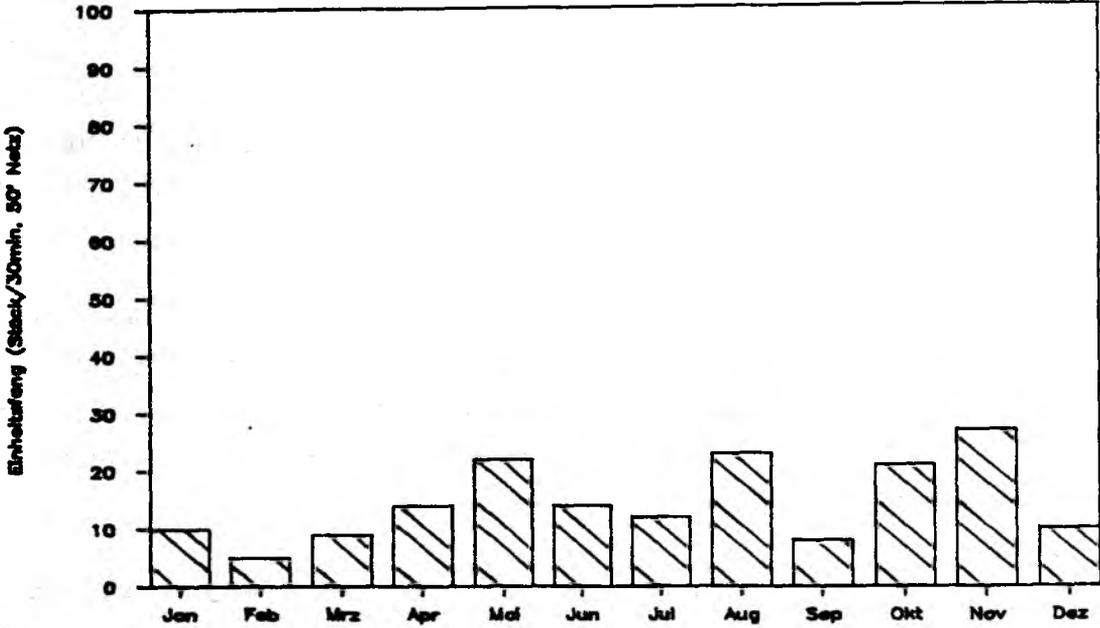
Die Abb. 15b - 20b zeigen die Entwicklungen der Einheitsfänge seit den 50er Jahren auf den ausgewählten Stationen. Für die Stationen Süderfahrt und Millionenviertel ist ein steigender Trend über den Gesamtzeitraum nachweisbar (Tab. 14). Die Stationen Dorschmulde, Hohwachter Bucht und Vejsnäs Rinne zeigen einen Einbruch in der zweiten Hälfte der 60er und Anfang der 70er Jahre. Danach zeigt sich auch auf diesen Stationen ein markanter Wiederanstieg, die Variabilität von Jahr zu Jahr ist in allen Fällen sehr hoch.

5.3.3 Die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Gesamtgebiet

In den Abb. 21a - 21f ist die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Jahresgang nach Tiefenstufen getrennt dargestellt. Als Hauptergebnis zeigt sich in allen Monaten ein deutlicher Verbreitungsschwerpunkt der Population am Nordrand des Untersuchungsgebietes. Die Dichte nimmt nach Süden hin ab. Die höchsten Werte werden zwischen September und Dezember in den Gebieten nördlich von Fünen (i), in der Aarhus Bucht (k)

Stollergrund

Einheitsfang Kieselsteine



Stollergrund

Einheitsfang Kieselsteine

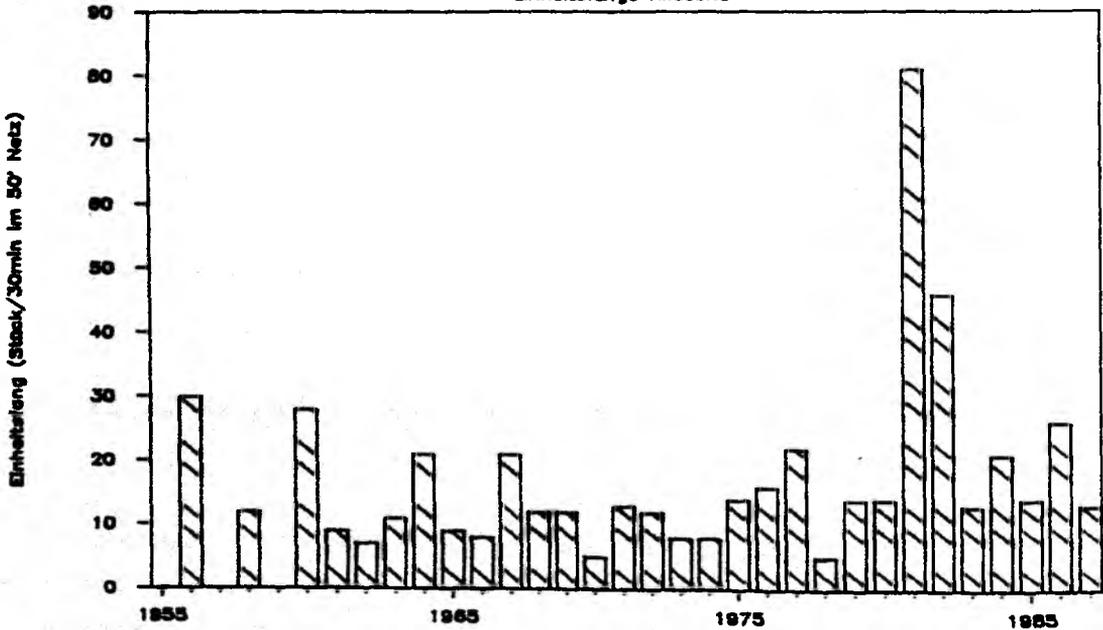
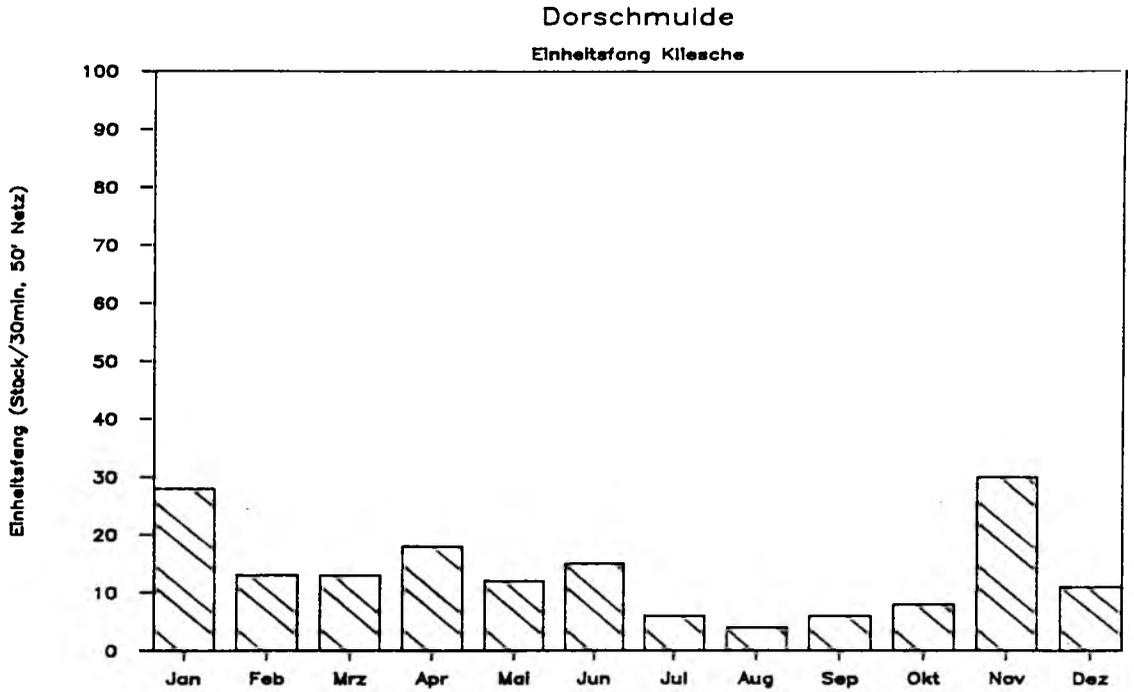


Abb. 15 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Stollergrund" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

a



b

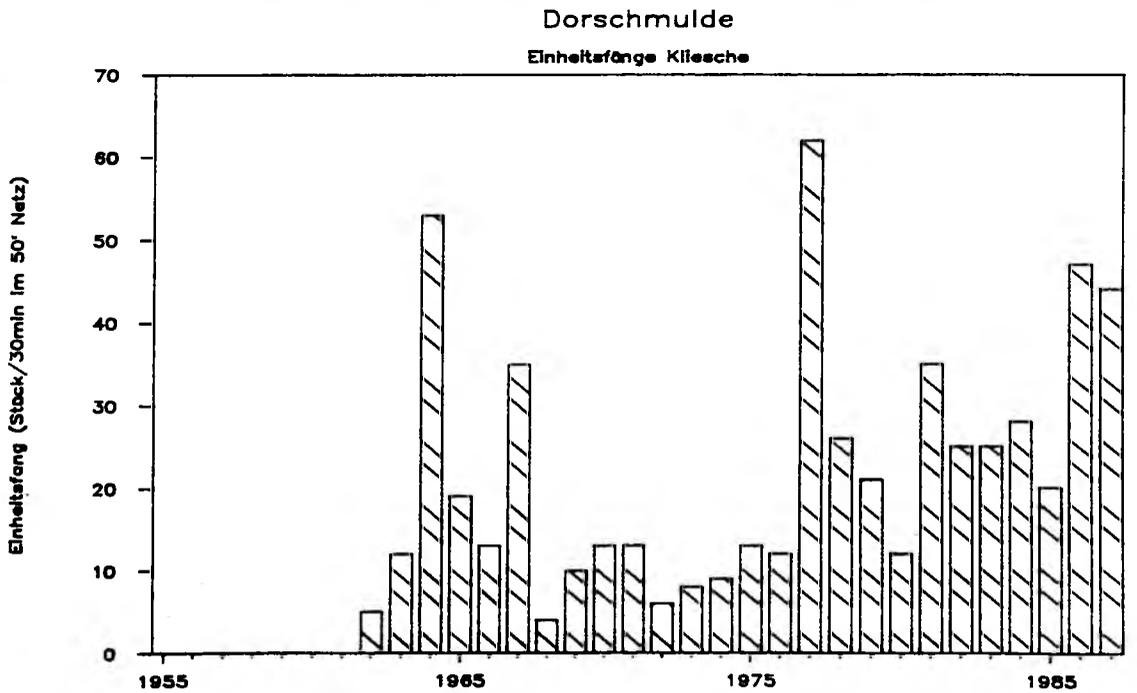
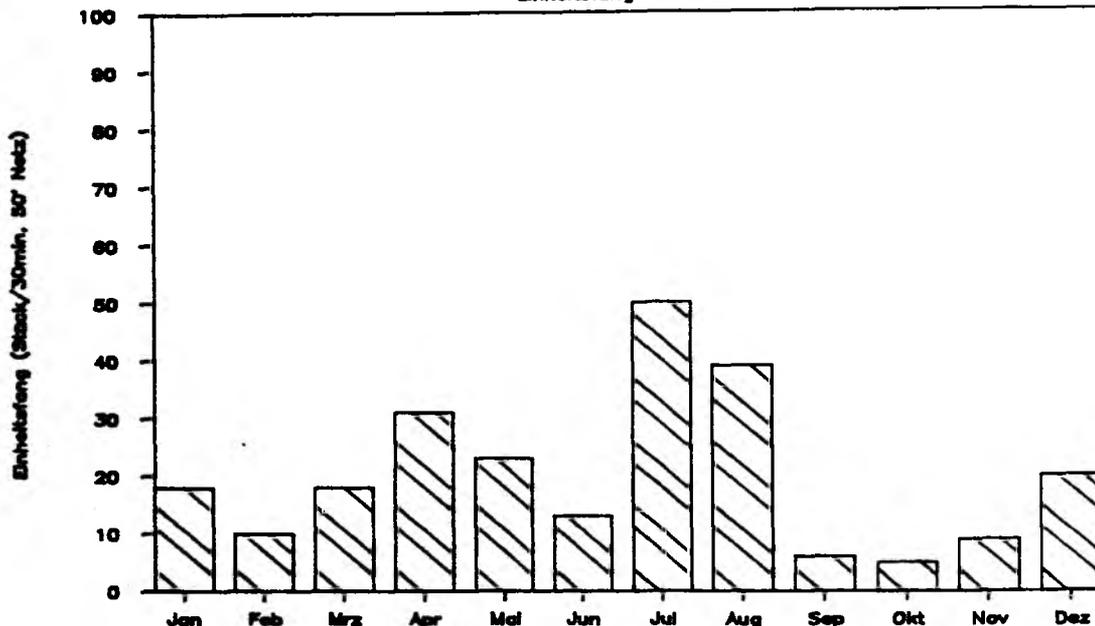


Abb. 16 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Dorschmulde" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

Vejsnäs Rinne

Einheitsfang Klesche



Vejsnäs Rinne

Einheitsfänge Klesche

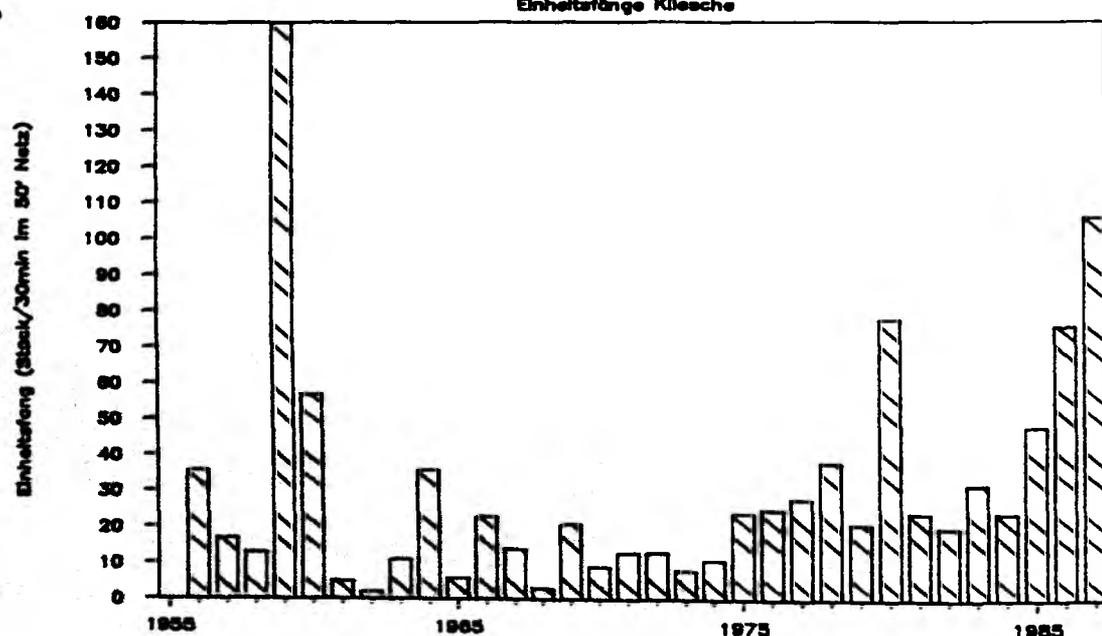


Abb. 17 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Vejsnäs Rinne" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

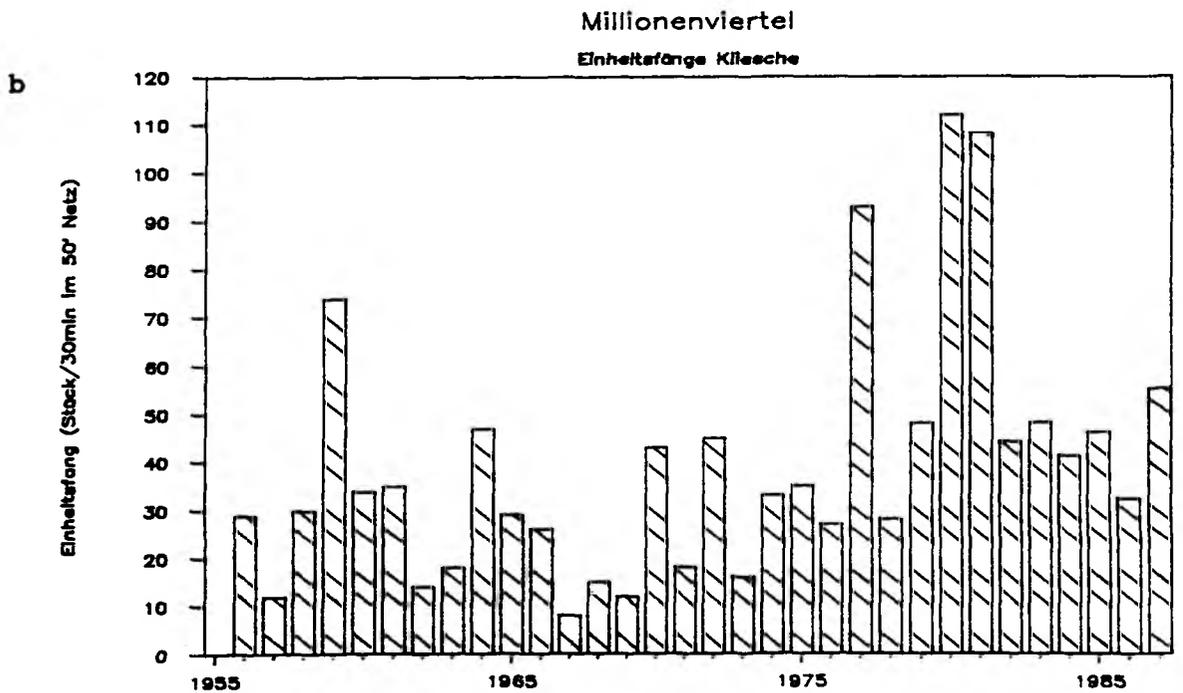
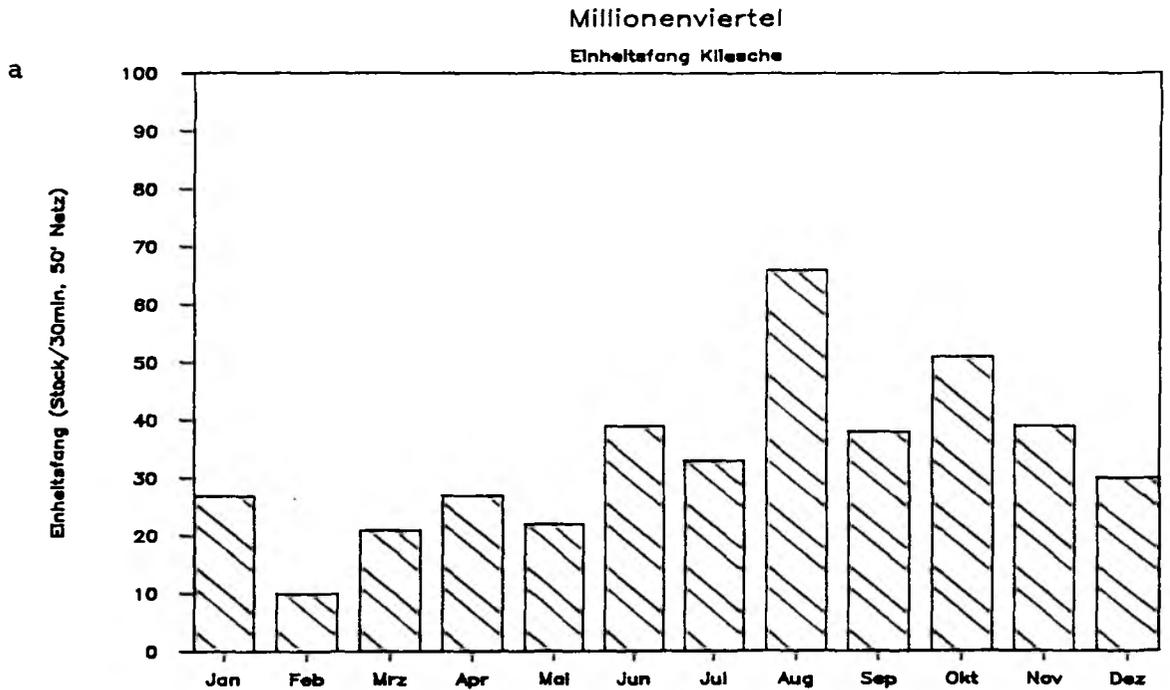
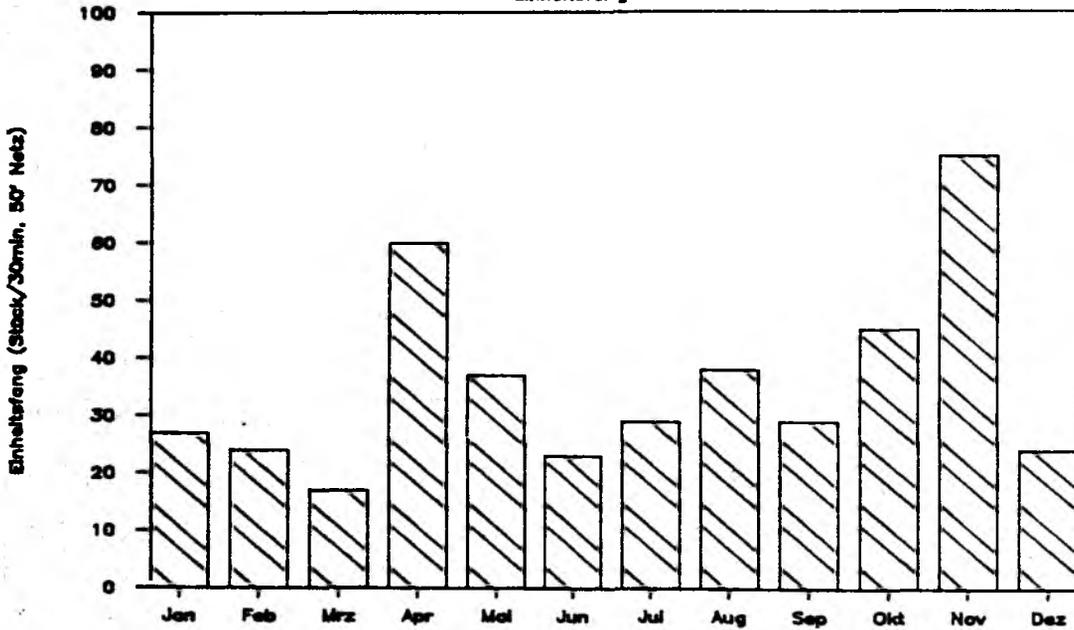


Abb. 18 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Millionenviertel" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

Süderfahrt

Einheitsfang Kieselsteine



Süderfahrt

Einheitsfänge Kieselsteine

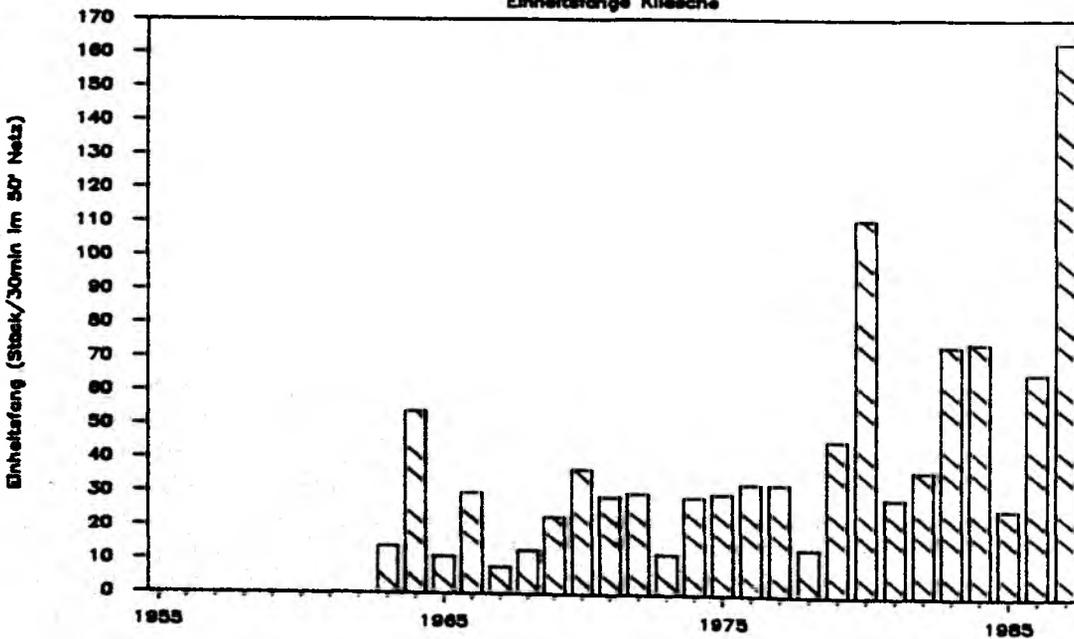
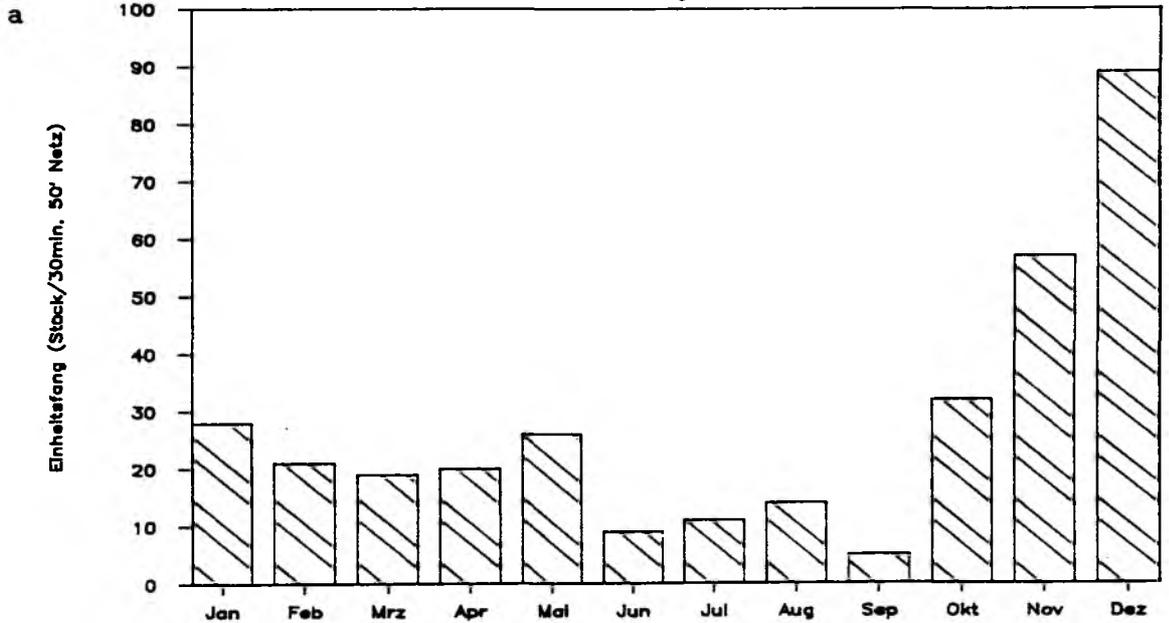


Abb. 19 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Süderfahrt" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

Hohwachter Bucht

Einheitsfang Killesche



Hohwachter Bucht

Einheitsfänge Killesche

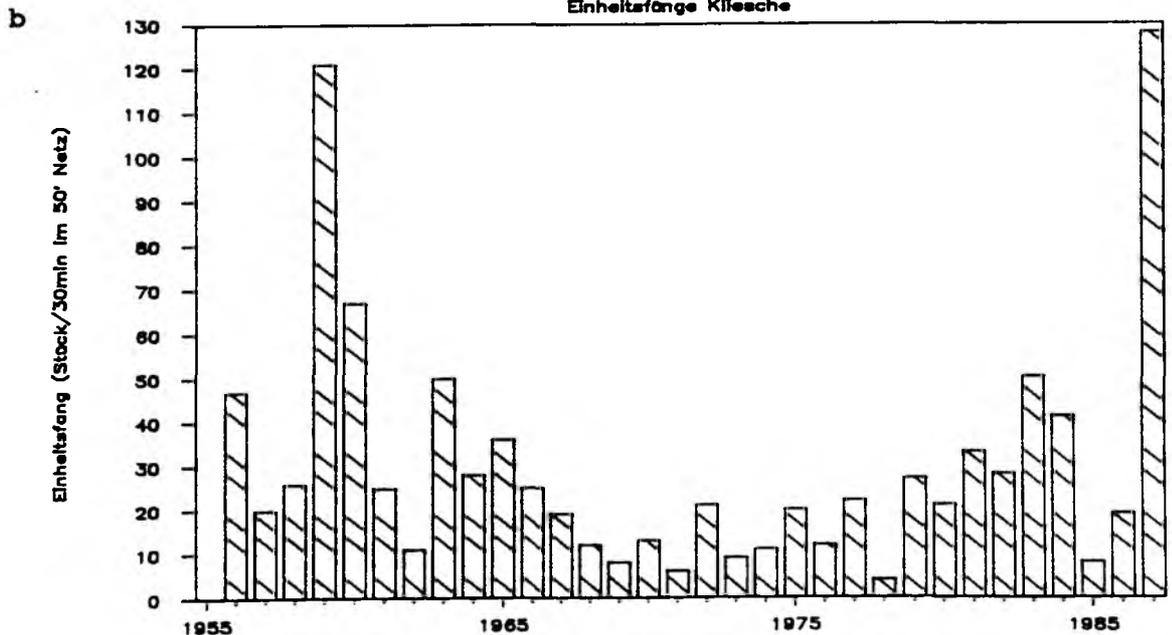


Abb. 20 : Mittlere saisonale (a), und langfristige (b) Veränderungen des Einheitsfanges (Stk/30min im 50'-Netz) auf der Station "Hohwachter Bucht" in der Kieler Bucht. Einzelwerte zu Medianen zusammengefaßt (s. Text)

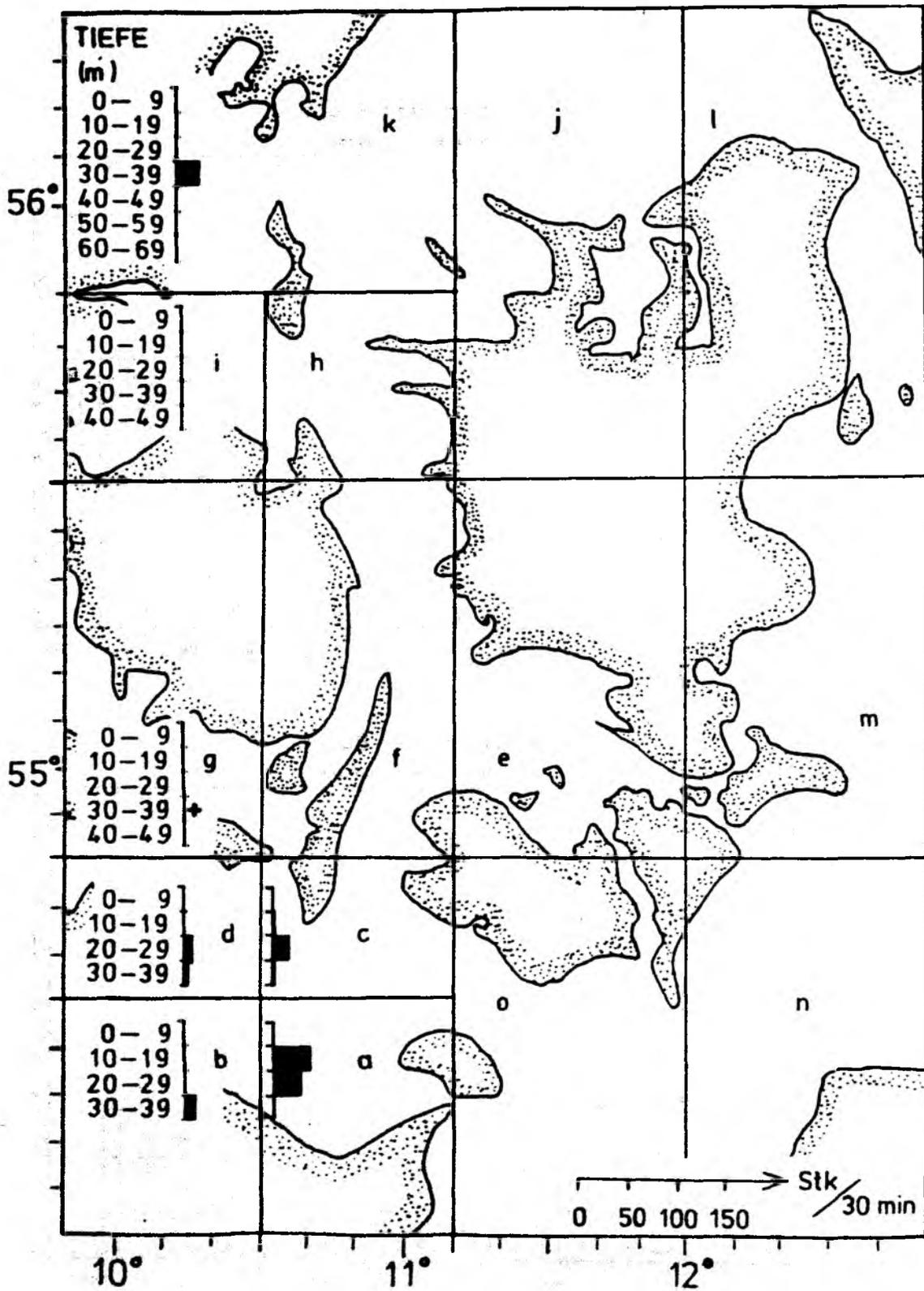


Abb. 21a : Räumliche Verteilung der Klieschendichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterail von 1954 - 1967 für Januar und Februar

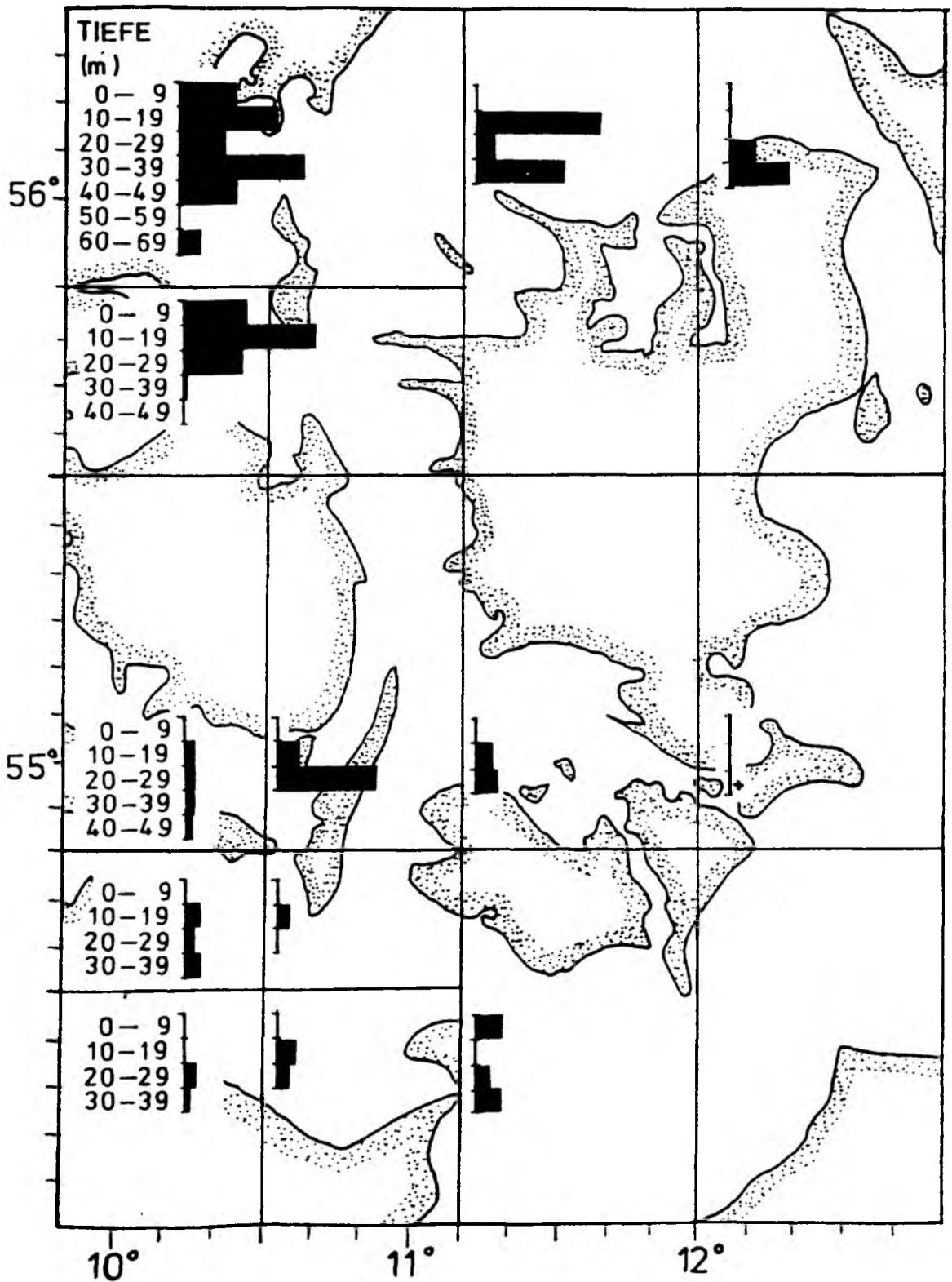


Abb. 21b : Räumliche Verteilung der Klieschdichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterial von 1954 - 1967, für März und April

Mai/Juni

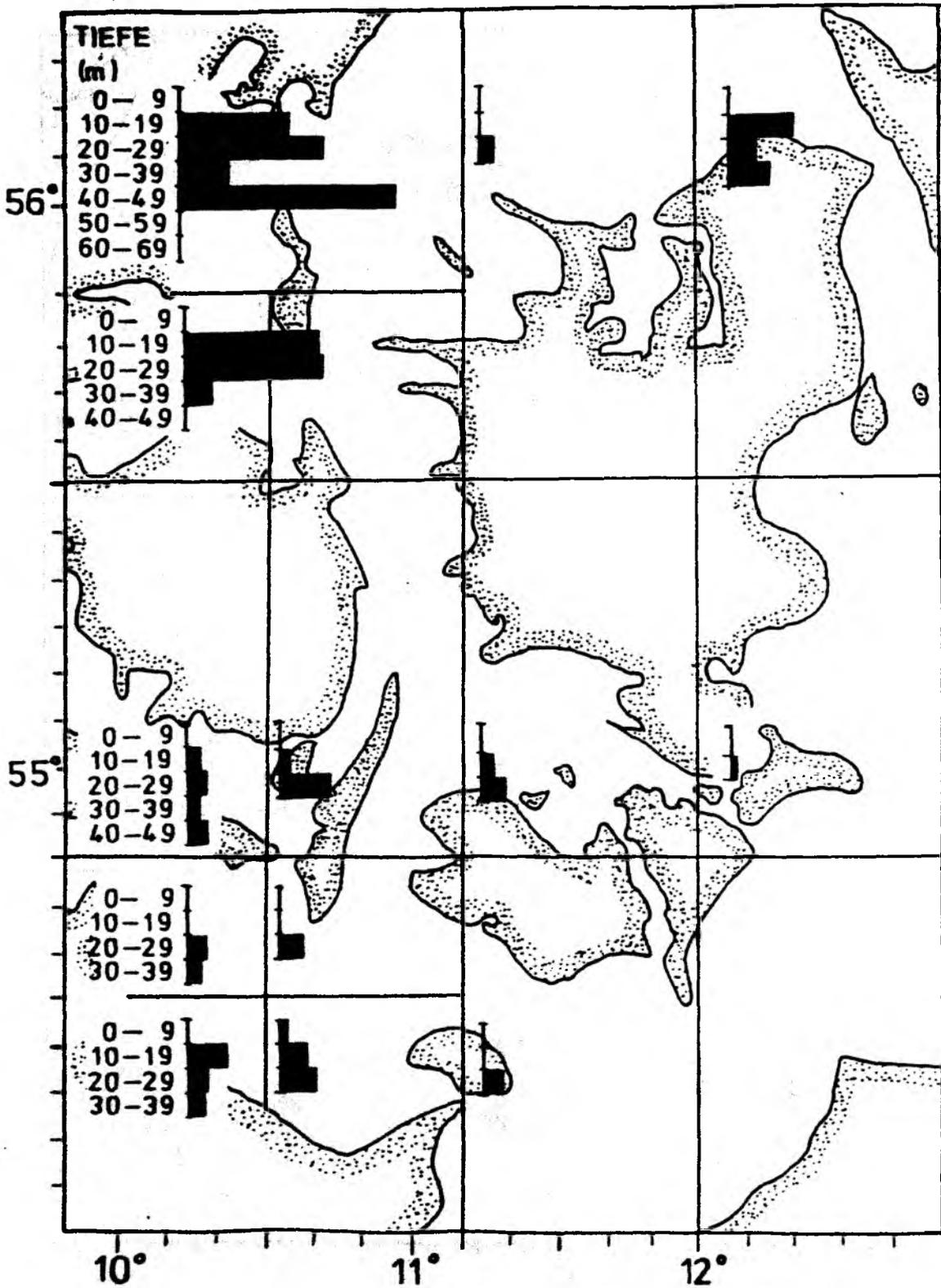


Abb. 21c : Räumliche Verteilung der Klieschendichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterial von 1954 - 1967, für Mai und Juni

Juli/Aug.

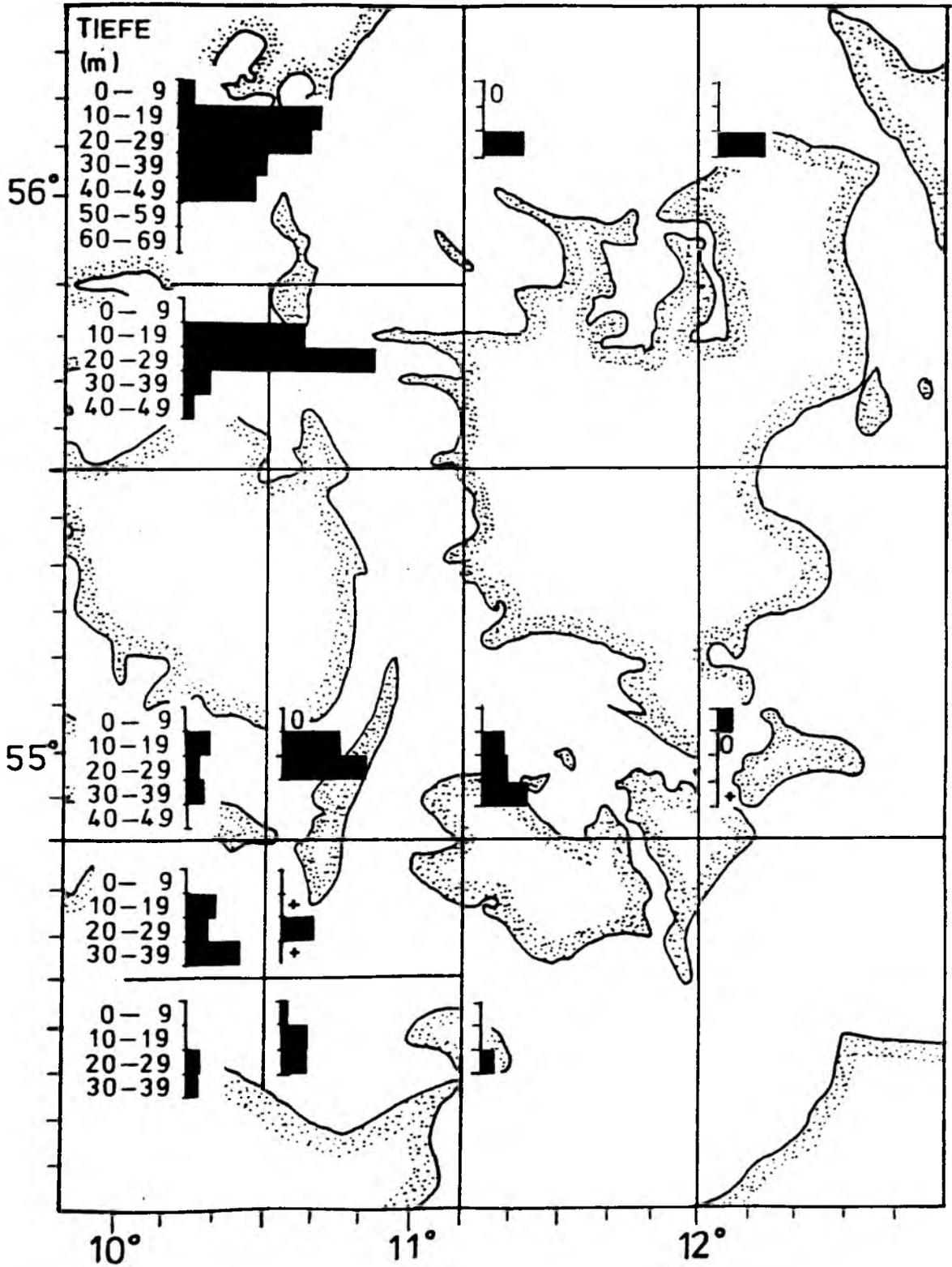


Abb. 21d : Räumliche Verteilung der Klieschendichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterial von 1954 - 1967, für Juli und August

Sept./Okt.

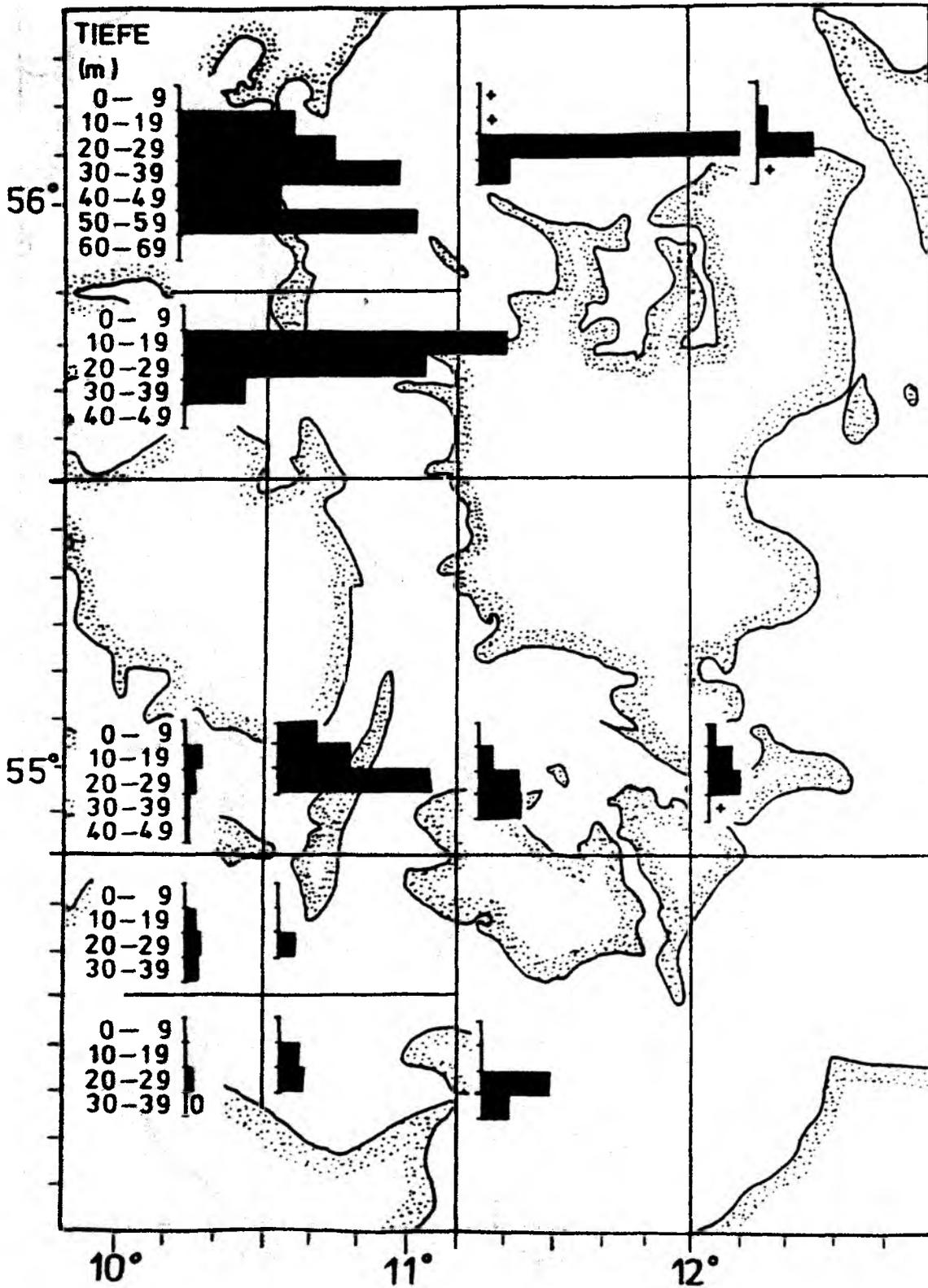


Abb. 21e : Räumliche Verteilung der Klieschendichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterial von 1954 - 1967, für September und Oktober

Nov./Dez.

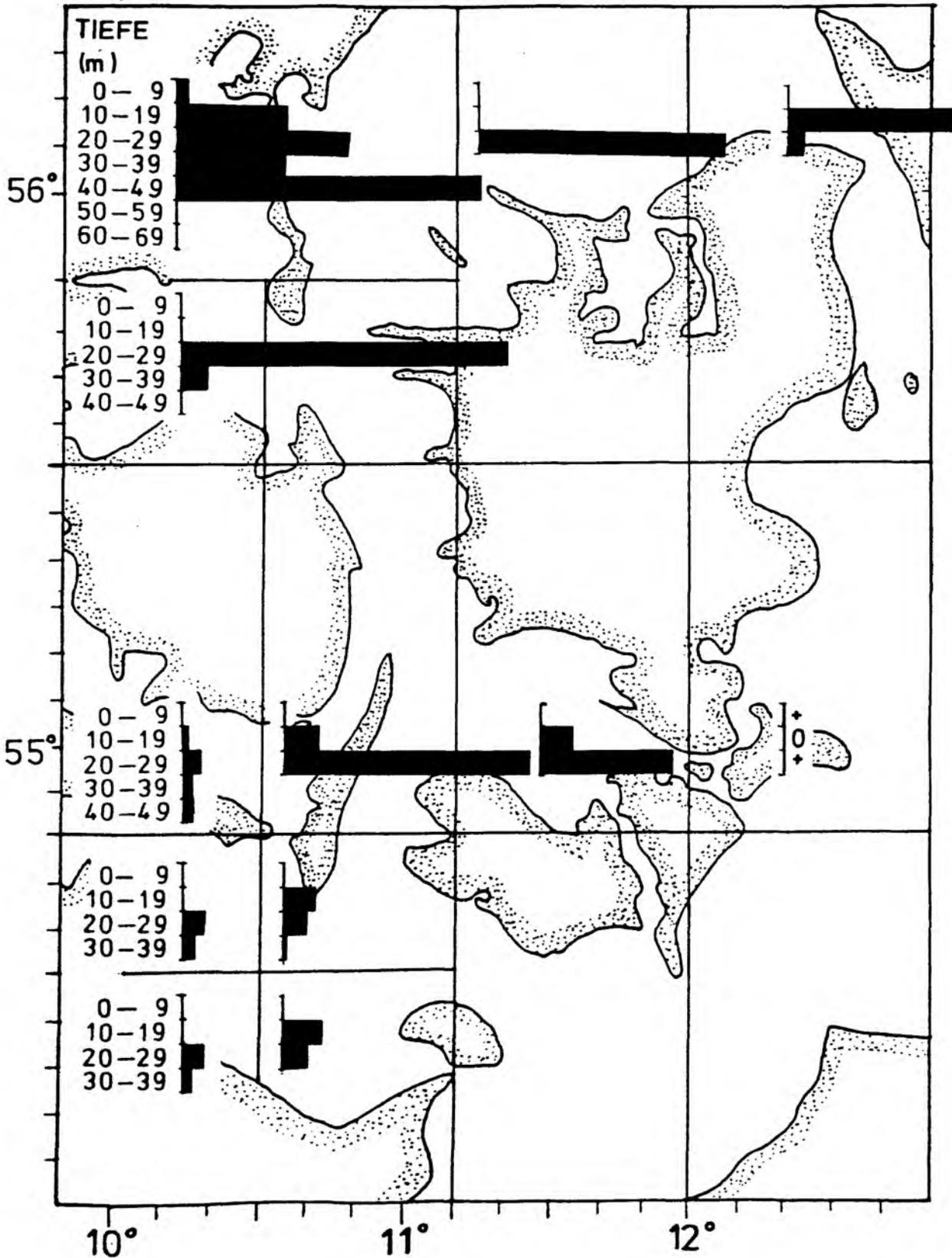


Abb. 21f : Räumliche Verteilung der Klieschendichte als Einheitsfang (Stk/30min im 50'-Netz), nach Untergebieten und Tiefenstufen zusammengefaßt (Mediane) aus dem Gesamtmaterial von 1954 - 1967, für November und Dezember

Tab. 14 : Ergebnisse der Regressionsanalyse zur zeitlichen Entwicklung der mittleren Einheitsfänge (Mediane) auf 6 festen Stationen in der Kieler Bucht von 1956 bis 1987. Datenbasis s. Tab. 13 u. Abb. 16-20. Einheitsfang als Anzahl Klieschen/Std. im 50'-Netz.

Station	n	Steigung	r ²	signif. (95%)
Dorschmulde	26	0.75	0.135	nein
Hohwachter Bucht	32	-0.16	0.003	nein
Millionenviertel	32	1.10	0.159	ja
Süderfahrt	25	2.80	0.347	ja
Vejsnäs Rinne	32	0.58	0.027	nein
Stollergrund	30	0.36	0.049	nein

Tab. 15 : Zusammenfassung aller mittleren Einheitsfänge innerhalb eines Untergebietes zu Gesamtmittelwerten bzw. Medianen. S. Tab. A4 und Abb. 21.

Südgebiet			Nordgebiet		
U-Gebiet	Median	Mittel	U-Gebiet	Median	Mittel
a	23.5	34.0	e	24.5	43.8
b	9.0	15.8	f	52.0	89.1
c	14.0	22.3	g	10.0	17.8
d	15.0	21.4	i	123.0	159.9
o	22.0	28.1	j	22.5	70.9
			k	95.5	147.9
Gesamt	16.5	24.3		40.0	88.2

und nördlich von Seeland (j) erreicht. Die beiden letztgenannten Gebiete enthalten auch einige Stationen, die außerhalb der westlichen Ostsee liegen.

Die Gebiete nördlich von Fünen (i) und Aarhus Bucht (k) weisen auch die höchsten mittleren Dichten auf, wenn man die Angaben aus allen Monaten und Tiefen für jedes Untergebiet (a-o) mittelt (Tab. 15). Faßt man alle Daten aus dem Nordgebiet ohne Gewichtung zusammen, so ergibt sich ein Mittelwert von 88.2 Stk/30min, bzw. ein Median von 40 Stk/30min. Die entsprechenden Werte für das Südgebiet sind 24.3 Stk/30min (Mittelw.) und 16.5 Stk/30min (Median).

5.3.4 Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers

In Abb. 22 sind die Einheitsfänge gegen den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers aufgetragen. Unterhalb von 1.5 ml/l O₂ treten keine hohen Fänge (>100 Stk/Std) mehr auf, unterhalb von 1 ml/l O₂ werden keine oder nur einzelne Klieschen (max. 3 Stk/Std) gefangen.

5.4 Diskussion

5.4.1 Fehlerquellen

Das größte Problem in den Zeitreihen aus der Kieler Bucht ist, neben der allgemein zu geringen Probenzahl, die Heterogenität des Materials. Sowohl die Probenmenge als auch die Lage der Probennahmezeitpunkte im Jahresgang ändern sich systematisch innerhalb der Serie. Die Serie kann grob in vier Abschnitte eingeteilt werden: 1956-1964, 1965-1969, 1970-1979 und 1980-1987. Im ersten Abschnitt sind Mai und Oktober die am häufigsten vertretenen Monate; die Probendichte ist gering. Im zweiten Abschnitt dominieren die Monate März, Mai, Juli und September, mit Einschränkungen auch November; die Probendichte ist hoch. Die dritte Periode hat die Schwerpunktmonate Februar, April, Juni, August, Oktober und mit Einschränkungen Dezember. Die Probendichte ist hoch. Im letzten Abschnitt werden nur noch Januar, März und November intensiv beprobt; die Probendichte

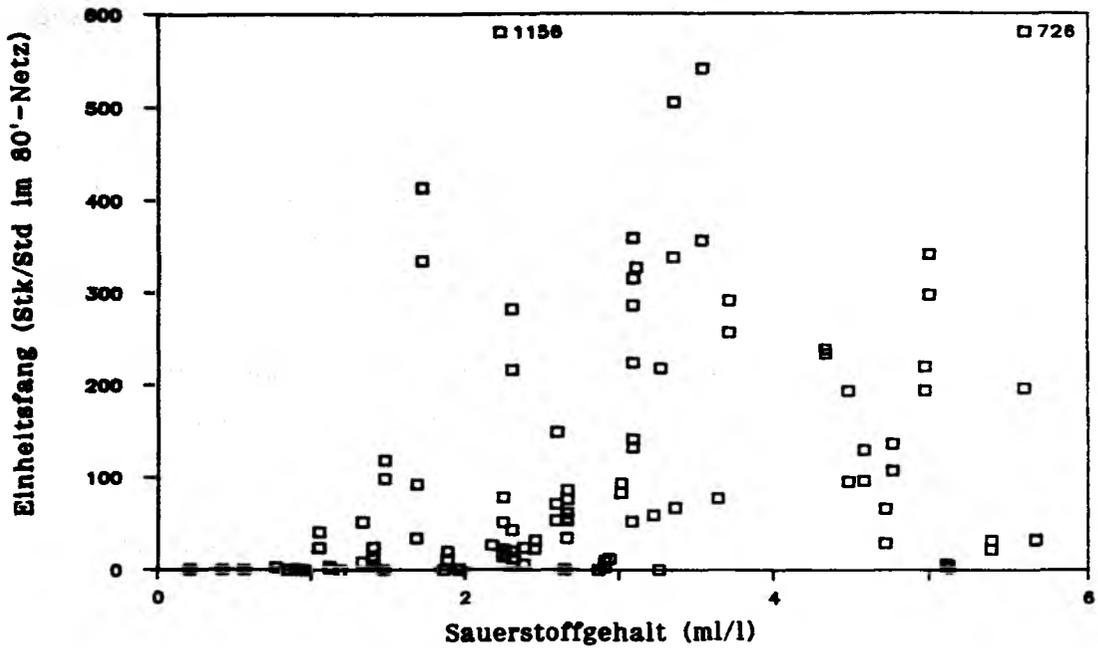


Abb. 22 : Einheitsfang von Klieschen (Stk/Std im 80'-Netz) in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers. Fänge zwischen 1982 und 1985 in den Monaten Mai bis Oktober auf Schlepptrecken in der Kieler Bucht

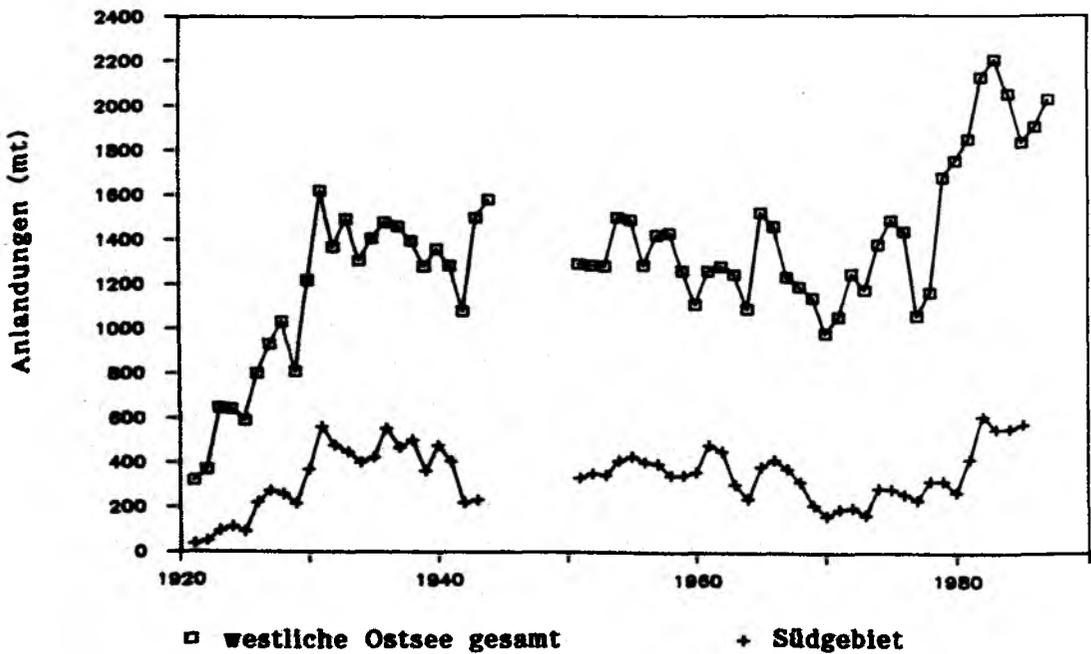


Abb. 23 : Gesamtanlandungen an Kliesche aus der westlichen Ostsee

ist wieder gering. Angesichts dieser Verhältnisse ist der Wert der saisonalen Bereinigung der Daten begrenzt. Bestimmte Monate sind in gewissem Umfang auch immer für bestimmte Zeiträume charakteristisch.

Hinzu kommt, daß selbst bei guter saisonaler Abdeckung mit Proben die saisonale Korrektur problematisch bleibt, da das System größtenteils von nichtkontinuierlichen Einflußgrößen (extreme Winter, Ein- und Ausstromlagen, Sauerstoffmangel) gesteuert wird. Starke Effekte können z.B. entstehen, wenn die Fische lokalen Sauerstoffminima ausweichen, und sich dadurch in bestimmten Jahren auf einigen Stationen konzentrieren, auf anderen aber fehlen.

Aufgrund der systematischen Fehler und weil nur auf einer einzigen Station ein Trend über den Gesamtzeitraum zu erkennen ist, wurde auf eine weitergehende statistische Bearbeitung des Materials verzichtet.

Unsicherheiten in der Analyse der räumliche Verteilung der Fischdichte entstehen vor allem durch die Mittelung über wechselnde Stationen in größeren Arealen. Die Beteiligung einzelner Jahre in den Daten bestimmter Gebieten wechselt ebenfalls. Zudem fehlen aus den Monaten Januar und Februar Referenzdaten aus dem Nordteil des Gebietes, und in vielen Fällen konzentrieren sich die Daten auf bestimmten Tiefenstufen. Das vorgestellte Material ist deshalb eher für einen groben Überblick geeignet.

5.4.2 Diskussion der Ergebnisse

5.4.2.1 Die saisonale Veränderung des Einheitsfanges auf festen Stationen in der Kieler Bucht

Die beobachteten sommerlichen Minima lassen sich gut mit den Sauerstoffverhältnissen im Bodenwasser erklären, die geringsten Werte treten zwischen Juli und Oktober auf. Die Stationen nahe des Eingangs des großen Beltes, Millionenviertel und Süderfahrt, sind vom Sauerstoffmangel am wenigsten betroffen

(Weigelt, 1988). Auf diesen Stationen erzielt man im Spätsommer auch die höchsten Fänge.

Die Minima im Winter lassen sich entweder mit Abwanderung, eventuell zu den Stationen mit Wintermaxima, oder mit verändertem Verhalten (Eingraben) erklären. Auffällig ist, daß das ausgeprägteste Wintermaximum auf einer der flachsten Stationen, Hohwachter Bucht (18m), auftritt. Dieser Befund deutet auf eine Abwanderung zum Winter in flachere Gebiete hin.

Bei den Maxima, die später als Juli auftreten, ist meist die Einwanderung der I-Gruppe in hohen Stückzahlen beteiligt. Das früheste dieser Maxima ist auf der Station Vejsnäs Rinne im Juli zu beobachten, gefolgt von denen auf der Station Millionenviertel im August, Süderfahrt im November und Hohwachter Bucht im Dezember. Hier deutet sich eine Wanderungsrichtung von Norden nach Süden an, die, mit Ausnahme der Beteiligung der Station Vejsnäs Rinne, mit den Befunden aus den Jahren 1984 und 1985 (Kap. 2) übereinstimmt.

Als weitere Ursache hoher Sommerwerte kommt der Salzgehalt in Frage. Während der Laichzeit müssen die Tiere Stationen mit hohem Salzgehalt aufsuchen, da Eier und Larven einen möglichst hohen Salzgehalt für ihre Entwicklung benötigen. Dies dürfte für die Stationen Millionenviertel und Süderfahrt zutreffen, die durch ihre Lage nahe dem Eingang zum Großen Belt gut mit salzreichem Bodenwasser versorgt werden. Zwischen April und November werden auf diesen Stationen hohe Fänge erzielt. Die flachere Station Hohwachter Bucht, die zudem noch weiter vom Zufluß durch den Großen Belt entfernt liegt, hat entsprechend niedrige Fischdichten zur Hauptlaichzeit im Juni.

Mit dem zunehmenden Abstand vom Eingang des großen Beltes lassen sich auch die Jahresmittelwerte der Dichte auf den Stationen recht gut erklären. Je weiter entfernt, desto geringer sind im Mittel Salzgehalt, Sauerstoff und Klieschendichte.

5.4.2.2 Die Entwicklung des mittleren Einheitsfanges auf einigen festen Stationen in der Kieler Bucht von 1956 bis 1987

Im Unterschied zu den Gesamtanlandungen aus der westlichen Ostsee (Abb. 23), die in der letzten Jahren auf ein höheres Niveau gestiegen, davor aber mehr oder minder konstant geblieben sind, zeigen die Einheitsfänge hohe Werte einmal Anfang der 60er Jahre und dann wieder in den 80er Jahren. Dazwischen liegt ein auffälliges Minimum.

Eine Parallele zu der Phase niedriger Einheitsfängen Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre findet sich zwischen 1968 und 1980 in den Gesamtanlandungen aus dem Südgebiet (Abb. 23). Eine vergleichbare Entwicklung kann im Nordgebiet nicht beobachtet werden.

Die hohen Werte am Anfang der Zeitserie lassen sich vielleicht mit den besonders günstigen Salzgehaltsbedingungen nach dem großen Salzwassereinbruch im Jahr 1951 (Wyrcki, 1954) in Verbindung bringen. Der Salzgehaltsanstieg brachte für einige Zeit eine deutliche Verbesserung der Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen für die Kliesche. In den Jahren 1952 - 1953 und auch 1961 fand Kühlmorgen-Hille (1963, 1965) sehr hohe Biomassen im Benthos unterhalb der Sprungschicht; nach den Ergebnissen von Weigelt (1987) erreichte die Biomasse in den folgenden Jahren nie wieder derartig hohe Werte. In den Jahren, in denen die hohen Einheitsfänge am Anfang der Zeitserie beobachtet wurden, war demnach auch das Nahrungsangebot besonders reichhaltig.

Im Sommer 1967 hat es eine der schwersten Sauerstoffmangelsituationen seit den 50er Jahren gegeben. Weigelt (1987) berechnet einen Biomasseverlust im Benthos des Rinnensystems der Kieler Bucht von 1206 mt AFTG, entsprechend 65% der Gesamtbiomasse ohne Arctica und Astarte. Ob hier ein Zusammenhang mit den niedrigen Einheitsfängen besteht, ist unklar, zumal niedrige Einheitsfänge in mehrere Jahren beobachtet werden. Die Fänge auf den Stationen Millionenviertel und Süderfahrt erreichen 1967 ihren absoluten Tiefststand. Gerade diese Sta-

tionen sind normalerweise am wenigsten von Sauerstoffmangel betroffen, was sich auch im mittleren Jahresgang der Einheitsfänge erkennen läßt. Nahrungsmangel infolge eines Absterbens der Benthosorganismen durch den Sauerstoffmangel kommt nach Weigelt (1987) als Ursache für die geringen Fänge kaum in Betracht, da die Benthosproben von März 1968 auf beiden Stationen eine artenreiche und offenbar unbeeinträchtigte Fauna dokumentieren.

Im Jahre 1981, dem Jahr mit der größten Sauerstoffnot seit den 50er Jahren (3034 mt AFTG Biomasseverlust, Weigelt, 1987), sind die Verhältnisse auf den beiden vorgenannten Stationen umgekehrt. Auf der Stationen Millionenviertel wird der zweithöchste Einheitsfang, auf der Station Süderfahrt einer von durchschnittlicher Größe erreicht. In diesem Jahr wurde aber, im Gegensatz zu 1967, nur im Februar, April und Oktober gefischt. Der hohe Wert wird von den Ergebnissen aus April und Februar gestützt, kann also nicht mit dem später einsetzenden Sauerstoffmangel in Beziehung gebracht werden.

Da auf vielen Stationen die niedrigsten Individuendichten in der Mitte des Zeitraumes auftreten und die Variabilität von Jahr zu Jahr sehr hoch ist, überrascht es nicht, daß sich für diese Stationen keine signifikante Zunahme des Einheitsfanges über den Gesamtzeitraum nachweisen läßt. Eine Ausnahme macht die Station Süderfahrt, wo aber die Datenserie erst zu der Zeit beginnt, zu der die Fänge allgemein niedrig sind. Nur auf der Station Millionenviertel läßt sich ein signifikanter Anstieg über den Gesamtzeitraum nachweisen. Diese Station bietet sowohl hinsichtlich des Salz- als auch des Sauerstoffgehaltes die besten und konstantesten Bedingungen für die Population, wodurch die Variabilität der Einheitsfänge gemindert wird.

Im Zusammenhang mit der Zunahme der Einheitsfänge ab Mitte der 70er Jahre auf den Stationen Süderfahrt und Millionenviertel ist die von Weigelt (1987) beobachtete Zunahme von Diastylis rathkei in der Kieler Bucht zu erwähnen, die zunächst einige Jahrzehnte langsam, seit 1981 aber sprunghaft vor sich ging. In besonderem Maße gilt dies für die beiden genannten Stationen. Hier stellt die Art bis zu 48% der Gesamtbiomasse im Jahres-

mittel (ohne Arctica und Astarte). Nach Angaben von Arntz (1971) und Gröhsler (1986) ist Diastylis rathkei das wichtigste Nährtier der Kliesche, mit einem mittleren Anteil am Nahrungsgewicht von 23.6% nach Angaben von Arntz für die Jahre 1968-69. Gröhsler gibt die relative Häufigkeit von Diastylis rathkei in Klieschenmägen mit 52.7% für August und 67.6% für November an. Die Kliesche findet also auf diesen hydrographisch günstigen Stationen auch ein gutes Nahrungsangebot.

Die gleichzeitige Vermehrung von Beute (Diastylis rathkei) und Räuber (Kliesche) deutet darauf hin, daß eine Nahrungslimitierung für die Klieschen in diesem Gebiet nicht existiert. Dies kann eine Folge des verminderten Fraßdrucks durch den Dorschbestand sein, nachdem dieser Bestand seit einigen Jahren zurückgeht. Diastylis rathkei ist eine Hauptnahrung junger Dorsche (Arntz, 1974), wird aber auch noch von adulten Dorschen gefressen (Arntz, 1977).

Für einen Anstieg der Bestandsdichte der Klieschen im Nordteil der westlichen Ostsee in den letzten 30 Jahren sprechen die Befunde in Bagge & Nielsen (1986). Die Autoren vergleichen die Einheitsfänge (Individuenzahl/Std) aus den 50er und 60er Jahren, die auch dieser Untersuchung zugrundeliegen, mit den Ergebnissen neuer Untersuchungen aus den Jahren 1979 bis 1985. Danach ergibt sich für die Kliesche im Nordteil der westlichen Ostsee ein Anstieg der Einheitsfänge auf das Fünffache. Der Vergleich erfolgt auf der Basis größerer Teilgebiete, die unterschiedliche Beteiligung einzelner Monate an der Probenahme ist nicht ersichtlich. Diese Einschränkungen wiegen aber den starken Effekt kaum auf. Der Anstieg ist besonders deutlich in den Gebieten nördlich der Insel Fünen und in der Bucht von Aarhus. Auch für das sich im Norden an das Untersuchungsgebiet anschließende Kattegat wird eine Zunahme der Klieschenpopulation beobachtet, die sich aber aufgrund einer zunehmenden Verschlechterung des Wachstums nicht in den Anlandungen widerspiegelt (Bagge & Nielsen, 1987).

Es stellt sich die Frage, warum in der Kieler Bucht eine entsprechende Bestandsvergrößerung über den Gesamtzeitraum nicht

erkennbar ist. Für dieses Gebiet zeigt sich ein Anstieg ab etwa der Mitte des betrachteten Zeitraums. Es könnte vermutet werden, daß die hohen Individuendichten am Anfang der Zeitserie nicht den wirklichen Verhältnissen entsprachen, sondern die Folge einer verstärkten Einwanderung aus dem Nordteil waren. Es gibt aber keine konkreten Anhaltspunkte dafür. Wahrscheinlicher ist, daß die sich verschlechternden Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser der Kieler Bucht (Weigelt, 1988; Babenerd im Druck) eine kontinuierliche Entwicklung des Bestandes in diesem Gebiet verhindern. Für diese Erklärung spricht auch die schon erwähnte Sonderstellung der Station Millionenviertel hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse und der hier beobachteten Zunahme der Individuendichte während des Gesamtzeitraums.

Insgesamt kann man für die westliche Ostsee von einer Zunahme des Klieschenbestandes ausgehen. Auch der Anstieg der Anlandungen auf ein höheres Niveau nach 1979 läßt dies erkennen. Die Anlandungen werden aber auch von der Nachfrage des Marktes für Klieschen stark beeinflußt, die, nach dem Rückgang der Schollen- und Flunderfänge, gestiegen sein dürfte. Eine direkte Beziehung zwischen der Individuendichte und den Anlandungen ist aber nicht zu erwarten, da besonders im Nordgebiet, nur ein sehr kleiner Teil der Population das Mindestmaß erreicht.

5.4.2.3 Die räumliche Verteilung der Klieschendichte im Gesamtgebiet

Die Ergebnisse belegen deutlich, daß der Verbreitungsschwerpunkt der Population an der Nordgrenze der Westlichen Ostsee liegt. Die mittlere Dichte im Nordgebiet (als Mittelwert über alle Werte) beträgt das 3.6-fache derjenigen im Südgebiet (Tab. 15). Auf der Basis der Mediane ergibt sich ein Verhältnis von 2.4 (Nordgebiet zu Südgebiet). Bildet man das Verhältnis auf der Basis der beiden jeweils am dichtesten besiedelten Untergebiete (a-o) aus Nord und Südgebiet, dann beträgt die Dichte im Norden das 5.2- (Mediane) bzw. 5.7-fache derjenigen im Südgebiet.

Eine alternative Schätzung der Dichte ergibt sich, wenn man die mittels VPA berechneten Bestandsgrößen beider Teilgebiete (Kap.4) auf die Fläche dieser Gebiete bezieht. Die Größe dieser

Werte wird maßgeblich durch die Anlandungen der Berufsfischerei geprägt, wodurch eine sehr hohe Probendichte mit impliziter Gewichtung an Teilgebieten und Monaten gewährleistet ist. Zudem sind in diesen Werten Schätzungen für die I-Gruppe enthalten, die auch den nicht rekrutierten Teil berücksichtigen.

Zusammen mit den planimetrisch auf ca. 9800 km² (Nordgebiet) und ca. 8700 km² (Südgebiet) geschätzten Flächen ergeben sich Dichten von 18500 Stk/km² (Nordgebiet, M=0.2, incl. Markt-LAS) und 2600 Stk/km² (Südgebiet, M=0.2, incl. Markt-LAS). Bei einem angenommenen M von 0.5 resultieren Dichten von 36600 Stk/km² (Nordgebiet, incl. Markt-LAS) und 5400 Stk/km² (Südgebiet, incl. Markt-LAS). Die Dichte des Nordgebietes beträgt nach diesen Angaben das 7-fache derjenigen im Südgebiet. Ohne Einbeziehung der Markt-LAS steigt das Dichteverhältnis auf 7.6 (M=0.2) bis 8.7 (M=0.5). Das tatsächliche Verhältnis wird etwas geringer sein, weil für die deutsche Fischerei der nichtangelandete Fanganteil wahrscheinlich unterschätzt wurde. Das Dichteverhältnis beträgt demnach minimal 2.4, maximal 8.7 (Nordgebiet / Südgebiet)

Die Zunahme der Dichte nach Norden zeigt sich auch in den quantitativen Fängen von Kliescheneiern (Heegaard, 1947). In diesen Daten setzt sich der Trend der Dichtezunahme auch noch bis ins Kattegat hinein fort; die mittlere (1929-1941) Eiproduktion (gemessen als Summe der Monatsmittelwerte der Eidichte) im zentralen Kattegat beträgt das 2.3-fache, diejenige am Südrand des Kattegat das 1.3-fache des im Großen Belt gemessenen Wertes.

Die Erklärung für das Nord-Südgefälle dürfte in der nach Süden hin zunehmenden Aussüßung liegen, an die der Klieschenbestand der westlichen Ostsee nicht gut angepaßt ist. Da die adulten Tiere aber bis in die Mecklenburger Bucht und ins Arkona Becken hinein vorkommen, wird die geringere Toleranz der frühen Entwicklungsstadien hauptsächlich für den Gradienten verantwortlich sein.

5.4.2.4 Die Abhängigkeit des Einheitsfanges vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers

Der Grenzwert, nach dessen Unterschreitung die Klieschen ein Gebiet endgültig verlassen, beträgt etwa $1.5 \text{ mlO}_2/\text{l}$.

Nach Untersuchungen von Scholz (1986) liegt in dieser Größenordnung bereits die 50%-Lethalkonzentration für Klieschen, die er als $1.4 \text{ mlO}_2/\text{l}$ bestimmte. In seinen Untersuchungen wurden allerdings die niedrigen Sauerstoffgehalte in nur 1 bis 3 Stunden eingestellt.

Die geringen Sauerstoffwerte, die zwischen Juli und Oktober im Tiefenwasser der westlichen Ostsee beobachtet werden, sind aber das Ergebnis eines langsamen Absinkens des O_2 -Gehaltes über einen Zeitraum von mehreren Monaten (Weigelt, 1988). Es ist zu erwarten, daß der Sauerstoffmangel besser vertragen wird, wenn die Fische sich über einen längeren Zeitraum schrittweise darauf einstellen können.

In den Untersuchungen von Kreikemeier (1987 und pers. Mitt.) wurde der Sauerstoffgehalt in Annäherung an die natürlichen Verhältnisse über einem Zeitraum von 10 Wochen schrittweise auf einen Wert von $1.5 \text{ mlO}_2/\text{l}$ (22% Sauerstoffsättigung bei 15°C und 11.8°C) abgesenkt, und drei Tage auf diesem Wert gehalten. Von 16 Klieschen ist nur eine gestorben. In einem anderen Versuch wurde die gleiche Sauerstoffsättigung in nur 6 Tagen eingestellt. Dabei starben 8 von insgesamt 13 Versuchstieren. Die für die kurze Anpassungszeit ermittelte Sterblichkeit entspricht damit etwa den Befunden von Scholz (1986). Es bestätigt sich also die Vermutung, daß die Überlebensrate in geringen Sauerstoffkonzentrationen steigt, wenn sich die Fische bei langsam sinkenden O_2 -Gehalten adaptieren können.

Damit mag sich auch erklären, weswegen Strodtmann (1906) im Mai 1905 bei einem Sauerstoffgehalt von 1.37 ml/l 232 Klieschen in einer Schleppestunde, und im August 1905 bei einem O_2 -Gehalt von 0.76 ml/l 2110 Klieschen in einer Schleppestunde im Bornholmbecken (95 m) fangen konnte. Da Strodtmann auf den gleichen Stationen in beiden Monaten Kliescheneier, und im August auch

Klieschenlarven beobachtete, muß man annehmen, daß die Klieschen unter diesen Extrembedingungen auch gelaicht haben. Sie müssen zum Laichen die tiefen sauerstoffarmen Gebiete aufsuchen, um einen für die Eier ausreichend hohen Salzgehalt zu finden. Es ist wahrscheinlich, daß ein Teil der Tiere die extremen Bedingungen nicht überlebt hat, nach den Worten von Strodtmann befanden sich die Klieschen in einem "jämmerlichen Ernährungszustand".

In der westlichen Ostsee laichen die Klieschen hauptsächlich im Mai und Juni, so daß sie sich in den folgenden Monaten mit den Sauerstoffminima nur zur Nahrungssuche im Tiefen aufhalten. Die Fische können dann, zumal an steileren Abhängen, über relativ kurze Distanzen in sauerstoffreicheres Wasser gelangen.

Unter Umständen können Fische sogar in Grenzen von einer Sauerstoffmangelsituation profitieren. Weigelt (1986) beschreibt, basierend auf den Beobachtungen von Fischern, daß Dorsche gezielt Konzentrationen von Würmern abweiden, die bei Unterschreiten einer bestimmten O_2 -Konzentration aus dem Sediment herauskommen und zu fliehen versuchen. Diese Würmer wurden 1981 zur Zeit eines extremen Sauerstoffmangels sogar in den Schleppnetzen der Berufsfischer in großen Mengen gefangen, was in anderen Jahren nie beobachtet worden war.

In der besonders schweren Sauerstoffkatastrophe von 1981 war in der Kieler und Mecklenburger Bucht nach den Messungen von Ehrhardt & Wenck (1982) über einen Monat lang unterhalb von 20 m Wassertiefe kein Sauerstoff mehr vorhanden, dafür aber H_2S in Konzentrationen bis über $10 \mu\text{mol/l}$. In diesem Jahr war an vielen Stellen auch im flachen Wasser der westlichen Ostsee der Sauerstoffgehalt stark herabgesetzt (Anon., 1984, s.a. Bagge 1986; Weigelt, 1986). Dieser Situation haben die Fische möglicherweise örtlich nicht entkommen können. Dafür gibt es den nachfolgenden Hinweis.

Karakiri & Temming (1988) untersuchten die Tagesringbildung in Otolithen von im Frühjahr 1982 gefangenen Klieschen. Bei einem Teil der Tiere fand sich eine Zone von extrem schmalen Ringen, die sich durch Auszählen der Tagesringe genau auf den Zeitraum

der extremen Sauerstoffmangelsituation im Spätsommer 1981 datieren ließ. Für den Spätherbst anderer Jahre fanden sich keine vergleichbaren Erscheinungsbilder. Daraus läßt sich folgern, daß ein Teil der Klieschen vor dem Sauerstoffmangel im Spätsommer 1981 nicht in gut durchlüftete flache Gebiete ausweichen konnte.

Wenn in den Monaten mit geringen Sauerstoffgehalten im Tiefenwasser über ein gewisse Zeit ablandige Winde wehen, kommt es an diesen Küsten zum Auftrieb des sauerstoffarmen Tiefenwassers. Die Fische, die sich zwischen der Küste und den Gebieten mit sauerstoffarmen Wasser aufhalten, werden dann sehr plötzlich mit geringen Sauerstoffgehalten konfrontiert. Unter diesen Bedingungen sind die von Scholz (1986) ermittelten LC_{50} -Werte des Sauerstoffs realistisch.

Für das Jahr 1981 gibt es für die Gebiete nördlich der Kieler Bucht eine Dokumentation über ein umfangreiches Fischsterben im Zusammenhang mit dem Auftrieb von sauerstoffarmen Tiefenwasser, bei dem auch Klieschen betroffen waren (Anon., 1984), für den Spätsommer 1986 gibt es einen Bericht über das gleiche Phänomen in der Kieler Förde (Babenerd & Prein, 1987). Auch im Spätsommer 1988 wurde ein ein Fischsterben in der Eckernförder Bucht beobachtet (Kils mündl. Mitt.).

6 Untersuchungen zur Bestandsentwicklung in der mittleren Ostsee

6.1 Einleitung

Möbius & Heincke (1883) geben in ihrer Arbeit über die Fische der Ostsee die Verbreitungsgrenze für die Kliesche an. Das Vorkommen im Osten erstreckte sich danach entlang der gesamten deutschen Küste bis nach Ostpreußen, um die Inseln Gothland und Öland herum und entlang der schwedischen Küste ab der Nordspitze der Insel Öland wieder nach Süden. Nach den o.a. Autoren wurde die Kliesche aber nicht wirtschaftlich genutzt, sondern nach dem Aufziehen der Netze wieder ins Meer geworfen. Sie bezeichnen die Kliesche in den östlichen Teilen der Ostsee als lokale aber seltene Form.

Erst 45 Jahre später gewinnt die Kliesche der eigentlichen Ostsee eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. In der Dekade mit hohen Klieschenanlandungen zwischen 1928 und 1939 wird ein Maximalwert von über 2500 mt erreicht. Das ist mehr als je aus der westlichen Ostsee an Klieschen angelandet wurde.

Nach 1939 bleiben die Fänge bis zur Gegenwart auf einem ganz niedrigen Niveau. In diesem Kapitel wird eine Analyse der Entwicklung und ihrer Ursachen vorgestellt. Folgende Fragen stehen dabei im Vordergrund :

- 1) Was waren die Gründe für den Anstieg der Anlandungen?
- 2) Wie weit reichte das Verbreitungsgebiet nach Osten?
- 3) Welche Tiefenbereiche wurden hauptsächlich besiedelt?
- 4) Wie hoch war die Bestandsdichte in der Zeit nach dem Niedergang der Anlandungen?
- 5) Gab es einen sich selbst erhaltenden Bestand oder wurde die Population aus den westlichen Gebieten rekrutiert?
- 6) War Überfischung der Grund für den Rückgang der Erträge?
- 7) Was sind die Gründe für die ausbleibende Erholung des Bestandes?

Zur Untersuchung der Entwicklung der Bestandsdichte wurden Einheitsfänge aus verschiedenen Quellen zusammengestellt. Als unabhängiges Maß der Laichbestandsgröße wurden auch quantitative Eifänge in die Auswertung einbezogen.

Zur Beurteilung der Befischungssituation wurde aus einem publizierten Markierungsexperiment die fischereiliche Sterblichkeit errechnet. Die Gesamtsterblichkeit als unabhängige Schätzung basiert auf veröffentlichten prozentualen Alterszusammensetzungen in Forschungsfängen. Ergänzende Angaben über Netzselektion und mittlere Längen bei der ersten Geschlechtsreife fanden sich ebenfalls in der Literatur.

6.2 Material und Methode

6.2.1 Anlandungen

Bis auf die nachfolgend erwähnten Ausnahmen wurden die Angaben dem Bulletin Statistique des ICES entnommen.

Schweden : Die Anlandungen aus den Jahren 1932 bis 1937 stammen aus Sahlin (1957). Die Zahlen enthalten auch Anlandungen für den Sund, nach seinen Angaben ist dieser Anteil in den 30er Jahren jedoch gering.

Polen : In den Nachkriegsjahren sind die polnischen Plattfisch-anlandungen nicht nach Arten getrennt. In den Arbeiten von Mulicki (1959) und Reimann (1959) findet man jedoch die prozentuale Artenzusammensetzung der Plattfisch-anlandungen für die Jahre 1954 bis 1958. Mit diesen Angaben wurde die Gesamtmenge auf die Arten verteilt. Die Aufteilung der gemischten Anlandungen zwischen 1955 und 1977 in Schollen und Flundern erfolgte unter der Annahme, daß keine Klieschen angelandet wurden und unter Einbeziehung der in Draganik (1978) angegebenen Flunder-anlandungen.

Deutschland : Die Flunderanlandungen zwischen 1940 und 1944 wurden der unveröffentlichten internen Statistik des "Statistischen Reichsamtes, Abt. VII" entnommen. Für die Jahre 1945 bis 1950 liegen keine sicheren Zahlen über Flunder- und Klieschen-

anlandungen vor, für die Schollenanlandungen gilt dies von 1945 bis 1948. Die Anlandungen der DDR finden sich in Borrmann & Berner (1984) und in Kruse & Granitzki (1982).

6.2.2 Einheitsfänge von Forschungsschiffen

Die folgenden Daten wurden verwendet :

- 1) Fänge der "Holsatia" im Sommer 1901 mit unbekanntem Schleppnetz (Schiemenz, 1902).
- 2) Fänge der "Skagerak" aus den Jahren 1916 bis 1922 mit unbekanntem Schleppnetz (Molander, 1925).
- 3) Fänge der "Poseidon" in den Jahren 1904 bis 1938 mit einem Schleppnetz mit 120 Fuß Grundtaulänge und direkt an den Flügeln angeschlagenen Scherbrettern (Kändler, 1949; Strodtmann, 1906 und Hertling, 1928).
- 4) Fänge der "Japetus Steenstrup" und der "Biologen" mit einem einheitlichen Netz ("Aaletog") aus den Jahren 1927 bis 1932 (Poulsen, 1933, 1938). Dieser Datensatz konnte mit unveröffentlichten Archivdaten aus dem "Danmarks Institut for Fiskeri og Havundersøgelse" in Charlottenlund für die Jahre 1938 bis 1962 ergänzt werden, die von Prof. Bagge zur Verfügung gestellt wurden. In den Jahren 1938 - 1939 und 1949 - 1950 wurde das alte Netz weiterverwendet. Ab 1951 kam ein Sonderburger Standardtrawl mit 50 Fuß Grundtaulänge zum Einsatz. Nach Untersuchungen von Bagge (pers. Mitt.) wurde für dieses Netz die doppelte Fängigkeit für Klieschen gegenüber dem alten Netz ermittelt.
- 5) Fänge der "Skagerak" aus den Jahren 1955 und 1957 mit unbekanntem Schleppnetz (Otterlind, 1957; Otterlind & Sellerberg, 1959). Im Jahr 1955 wurde mit Steerten unterschiedlicher Maschenweiten (15 - 80 mm) gefischt, 1957 wurde einheitlich ein engmaschiger Sprottensteert angeschlagen.
- 6) Fänge der "Anton Dohrn" und "Solea" aus den Jahren 1962 bis 1987. Die unveröffentlichten Daten wurden von Prof. Thurow, Prof Tiews und Dr. Weber zur Verfügung gestellt. Auf den Anton Dohrn-Reisen wurde ein Grundschleppnetz für Weichgrund mit 180 Fuß Grundtaulänge (Heringstrawl) und ein Rollernetz mit 140 Fuß Grundtaulänge eingesetzt. Auf der Solea wurde ein "Gummihopser" mit 34 cm hohen Gummischeiben im Grundtau und einem Umfang von 526 Maschen bei 80 mm Maschenweite eingesetzt.

6.2.3 Einheitsfänge der Berufsfischerei

Folgende Daten wurden verwendet :

1) Anlandungen pro Schiff und Reise pommerscher Stell- und Schleppnetzfisher aus den Jahren 1909 bis 1923 (Henking, 1926). Die Stellnetzfänge werden zusätzlich auf 10 Netze bezogen. Die Daten enthalten keine untermaßigen Fische.

2) Anlandungen der schwedischen Kutterflotte aus den Regionen "Blekninge", "Malmöhus" und "Kristianstad" zwischen 1932 und 1955 (Sahlin, 1957). Als Aufwandseinheit dient die Zahl der Kutter. Zusätzlich findet man in Sahlins Arbeit Angaben über die Zahl der registrierten Netze getrennt nach "herring nets" und "other nets". Diese Anzahl der Kutter wurde nach unten korrigiert, um der zunehmenden Zahl von Kuttern in der Heringsfischerei Rechnung zu tragen. Dafür wurde die Zahl der Kutter multipliziert mit dem Bruch aus der Netzzahl der "other nets" geteilt durch die Zahl der "other nets" + "herring nets".

6.2.4 Quantitative Eifänge

Kändler (1949) faßt die auf den Poseidonreisen zwischen 1903 und 1938 mit dem Vertikalnetz ("Hensen-Netz") im Bornholmbecken erzielten Fänge zusammen. Lindblom (1973) hat zwischen 1967 und 1970 in den Monaten April bis Juni in der gesamten Ostsee mit einem Ringnetz quantitative Ei- und Larvenfänge durchgeführt. Die Ergebnisse für die Kliesche aus dem Arkona, Bornholm und Gothland Becken werden hier wiedergegeben. Hansen (1978) untersuchte in den Jahren 1974 bis 1977 die Eiverteilungen aller Fischarten auf 27 Stationen im Bornholmbecken mit 3 verschiedenen Geräten: "Bongo-Netz", "Calcofi-Netz" und "Ringnetz".

6.2.5 Selektionsexperiment und Sterblichkeitsberechnungen

Die Rohdaten sind vollständig von Borowik (1930) veröffentlicht. Er führte seine Untersuchungen in den Jahren 1928 und 1929 an Bord von Kuttern der Berufsfischerei in der Danziger Bucht durch. Das hier ausgewertete Experiment bezieht sich auf ein Grundschleppnetz mit einer Steertmaschenweite von 45 mm und einem Decksteert von 25 mm Maschenweite

Molander (1938) erstellte eine Serie von Fangkurven (prozentuale Alterszusammensetzung von repräsentativen Fängen). Diese Graphiken wurden vergrößert und ausgemessen. Es wurden Exponentialfunktionen sowohl mittels linearer als auch nichtlinearer Regression zur Ermittlung der Gesamtsterblichkeit angepaßt. Im letzteren Fall wurde die erste nicht mehr vertretene Altersklasse mit der Anzahl Null einbezogen. Die Berechnungen wurden mit dem Programm "Statgraphics" auf einem Personal Computer ausgeführt.

Grundlage der Berechnung der fischereilichen Sterblichkeit sind die vollständig veröffentlichten Rohdaten zweier Markierungsexperimente im Bornholmgebiet (Laurinat, 1932, 1933). Die Daten wurden zusammengefaßt und die Wiederfänge in Monatsgruppen eingeteilt. Eine erste Phase der Wiederfänge mit erhöhter fischereilicher Sterblichkeit von zwei Monaten wurde aus der Berechnung ausgeschlossen. Als Ursache für die überhöhte fischereiliche Sterblichkeit in dieser Periode wird eine unvollständige Vermischung der markierten Fische mit den nicht markierten, zusammen mit einer Befischung des Aussetzgebietes in der Zeit unmittelbar nach dem Aussetzen angenommen. Die Korrektur der Anzahl insgesamt markierter Fische wurde nach dem in Kapitel 10 beschriebenen Verfahren vorgenommen.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Anlandungen

Die Gesamtanlandungen aus der eigentlichen Ostsee steigen die 20er Jahre hindurch steil bis auf ein Maximum im Jahr 1931 von über 2500 mt an. Die polnischen und schwedischen Anlandungen werden unter der Annahme einbezogen, daß die letzteren 1931 etwa das Niveau von 1932 hatten (Abb. 24). Dem schnellen Anstieg folgt ein steiler Abfall zwischen 1932 und 1933 auf 932 mt. Bis zum Beginn des zweiten Weltkrieges pendeln die Anlandungen um etwa 1200 mt. Von 1939 bis 1940 fallen sie erneut stark ab und bleiben bis zur Gegenwart unterhalb von 200 mt.

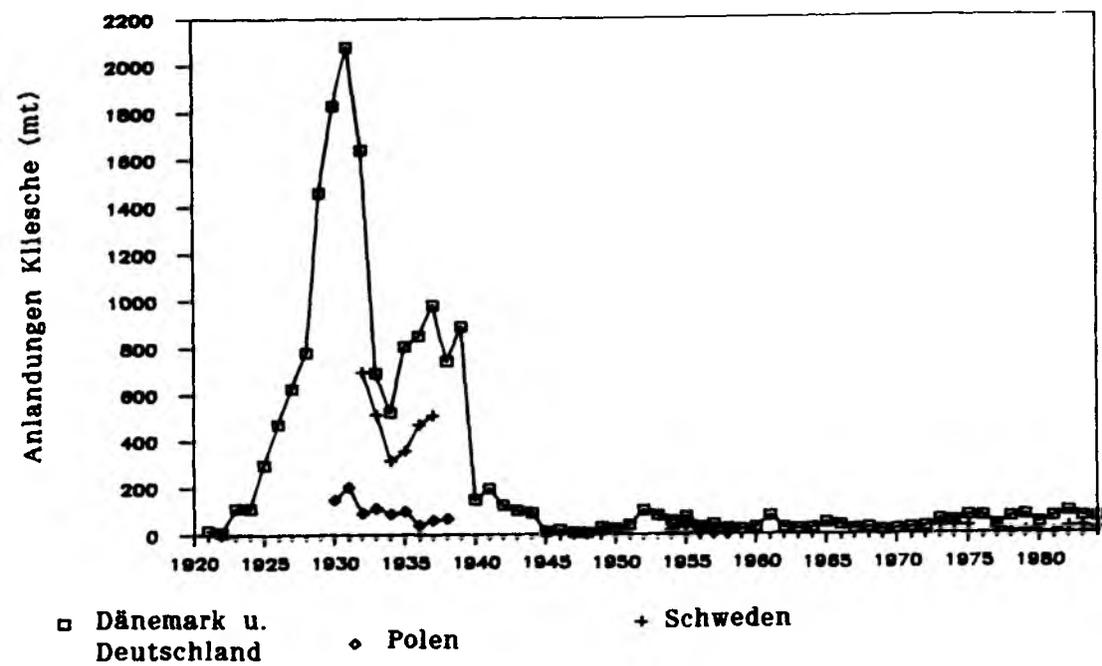


Abb. 24 : Gesamtanlandungen an Kliesche aus der eigentlichen Ostsee (IIIId)
 . Schwedische Daten für 1932-1937, 1973-75, 1977-84; poln. für 1930-38, 1954-1958; dän. für 1921-84; deut. für 1921-44 u. 1950-1984 (BRD+DDR)

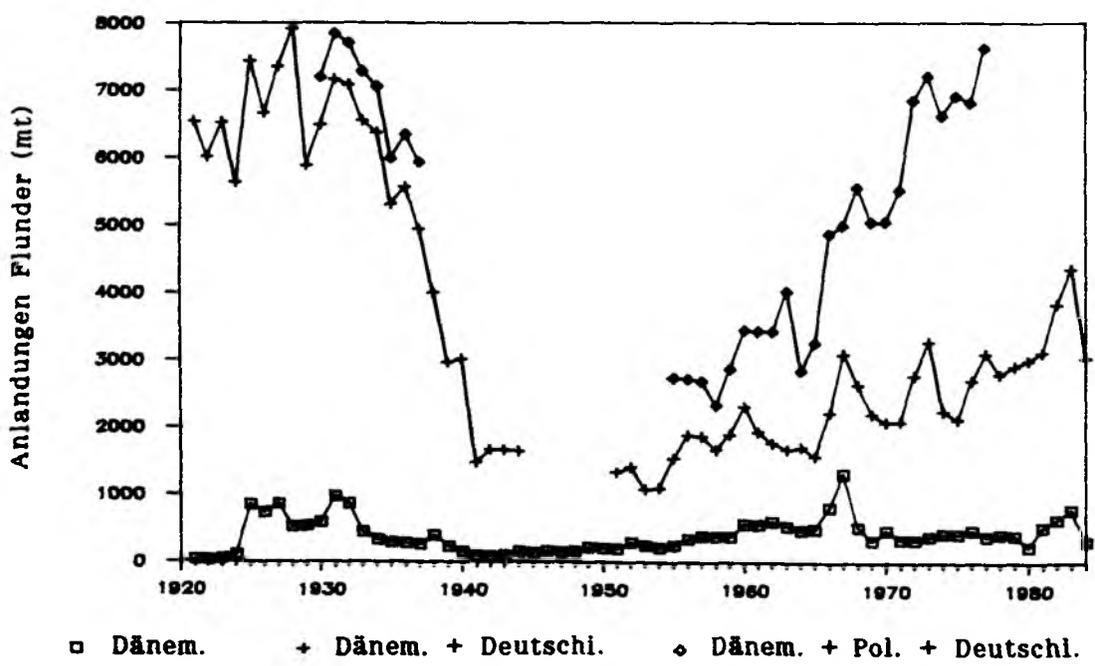


Abb. 25 : Gesamtanlandungen an Flunder aus der eigentlichen Ostsee (IIIId)
 Polnische Daten für 1930-38, 1955-77; dän. für 1921-84; deut. für 1921-44, 1950-84 (BRD+DDR); keine schwedischen Daten

Die Anlandungen der Flunder und Scholle gehen ebenfalls in den 30er Jahren rapide zurück; diejenigen der Flunder (Abb. 25) erholen sich aber nach dem Krieg kontinuierlich und erreichen Anfang der 80er Jahre wieder das hohe Niveau vom Beginn der 30er Jahre. Auch die Schollenanlandungen (Abb. 26) erholen sich wieder und erreichen Mitte der 60er Jahre das Vorkriegsmaximum, gefolgt von einem erneuten steilen Niedergang binnen weniger Jahre. Ein erneuter schneller Anstieg mit unmittelbar folgendem Zusammenbruch zeigt sich Anfang der 80er Jahre.

6.3.2 Einheitsfänge von Forschungsschiffen

In den Fängen der "Holsatia" (Abb. 27 und Tab 16) findet Schiemenz im August maximale Dichten im Arkona Becken (1678 Individuen/Std), Südlich von Bornholm (1155 Ind./Std) und auf der Mittelbank (745 Ind./Std). Im Bornholm Gebiet sind die Flunderfänge höher, die Schollenfänge niedriger als die Klieschenfänge.

Auf den schwedischen Fangreisen (Abb. 28a - 28c) erweist sich die Kliesche durchweg als der dominante Plattfisch. In 13 von 98 Hols werden Fänge von über 1000 Ind./Std erzielt, der Maximalfang beträgt 8022 Ind./Std. Unmittelbar vor und während der Laichzeit (Mai - Juli) finden sich hohe Konzentrationen auf 70-79 m Tiefe im Bornholm Becken und auf 40-49 m im Arkona Becken (Tab. 16). Nach der Laichzeit sind die Fänge im Tiefen geringer, hohe Dichten treten jetzt im Tiefenbereich von 30-39 m im Arkona- und von 30-49 m im Bornholmbecken auf.

In den Fängen der "Poseidon", die während der Laichzeit gemacht wurden, zeigt sich ein Anstieg des Fanggewichtes bis 1931 (Tab. 17). Die Fänge der Vorlaichzeit zeigen einen Niedergang zwischen 1925 und 1933. Einen Eindruck von der regionalen Verteilung der Klieschendichte in den Jahren zwischen 1903 und 1926 gibt Tab. 18. Die höchsten Fänge werden im Bornholm Becken erzielt. Auch in den Jahren 1925 und 1926 werden noch über 100 Ind./Std auf der Mittelbank gefangen.

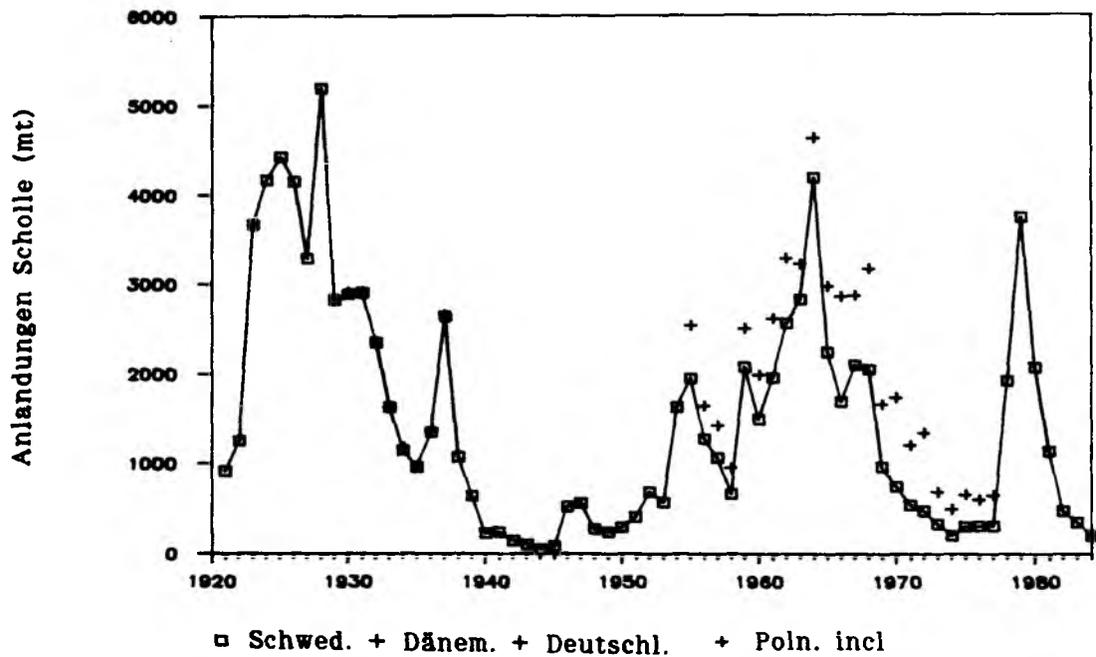


Abb. 26 : Gesamtanlandungen an Scholle aus der eigentlichen Ostsee (III d)
 Polnische Daten für 1930-38, 1955-77; dän. u. schwed. für 1921-
 1984; deut. für 1921-44, 1949-84 (BRD+DDR)

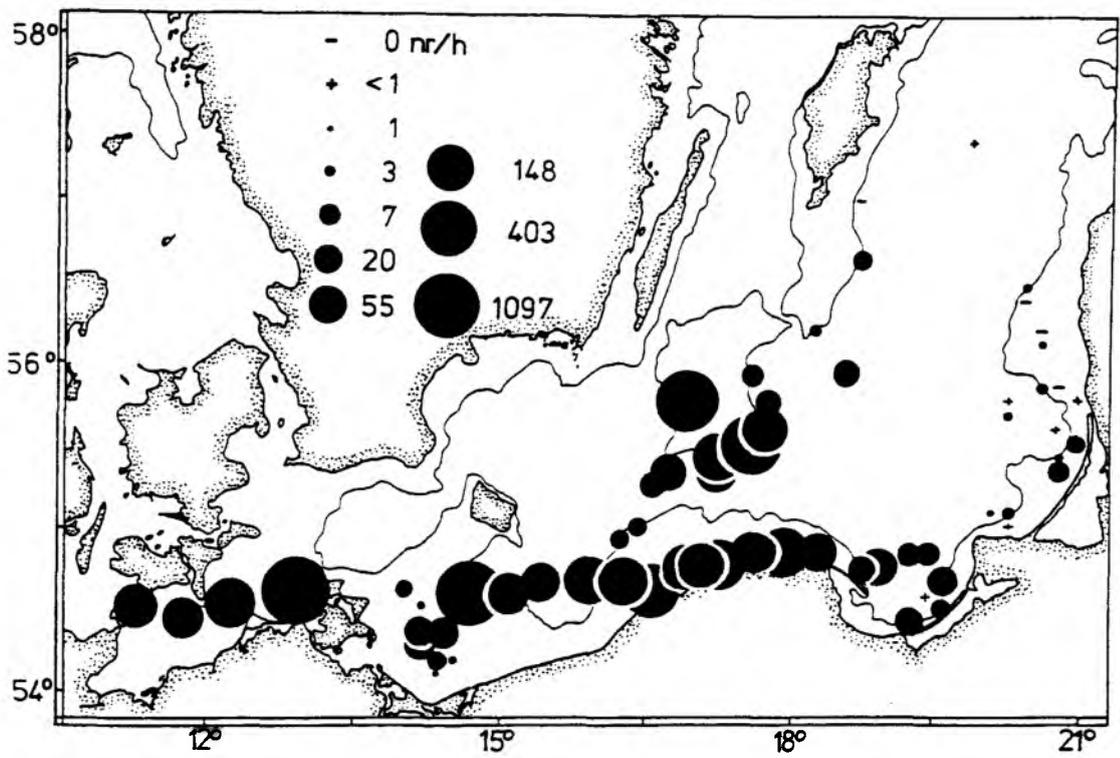


Abb. 27 : Einheitsfänge von Klieschen (Stück/Std) im August 1901 nach Schiemenz (1902), Dampfer "Holsatia", Schleppnetz unbekannter Größe. Angaben bis auf zwei Ausnahmen für einzelne Hols

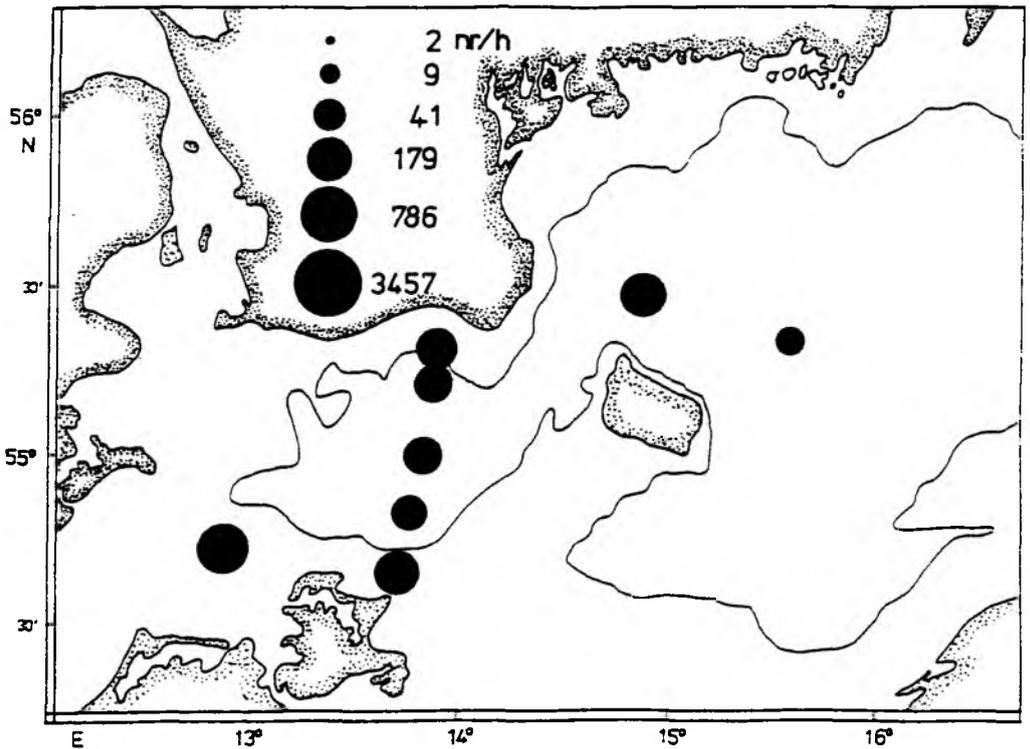


Abb. 28a : Einheitsfänge von Klieschen (Stück/Std) aus den Jahren 1916 - 1922 nach Molander (1925), Dampfer "Skagerak", Schleppnetz unbek. Größe. Mittelwerte stationsweise über alle Jahre aus dem Monat März

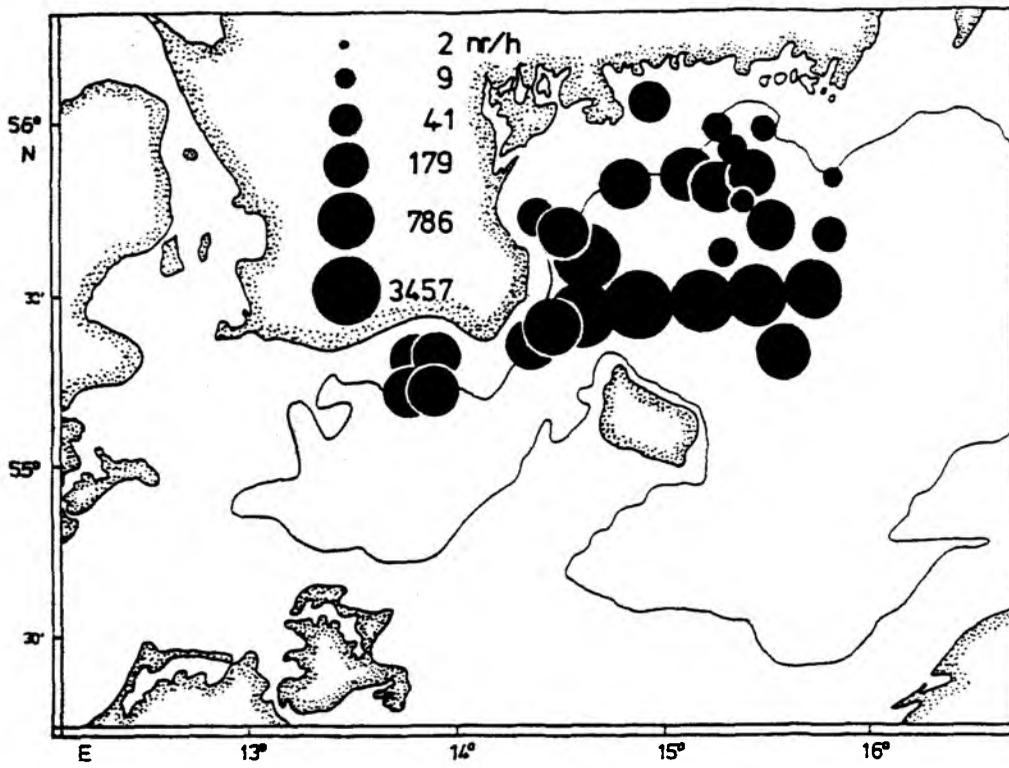


Abb. 28b : Einheitsfänge von Klieschen (Stück/Std) aus den Jahren 1916 - 1922 nach Molander (1925), Dampfer "Skagerak", Schleppnetz unbek. Größe. Mittelwerte stationsweise über alle Jahre aus den Monaten Mai bis Juli

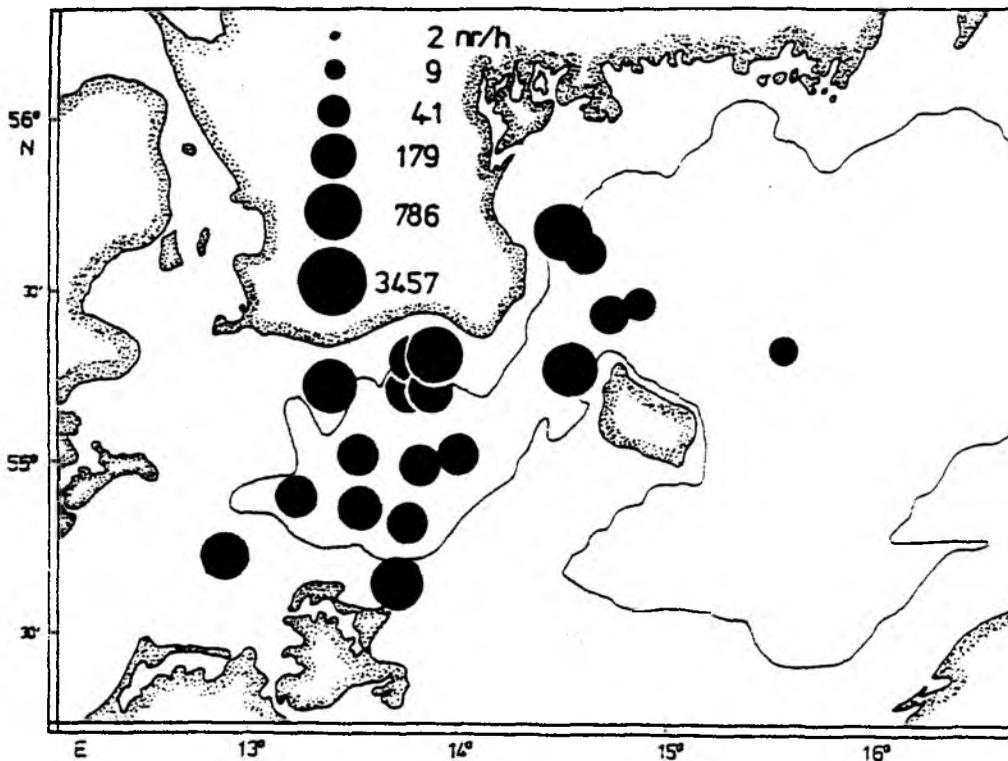


Abb. 28c : Einheitsfänge von Klieschen (Stück/Std) aus den Jahren 1916 - 1922 nach Molander (1925), Dampfer "Skagerak", Schleppnetz unbek. Größe. Mittelwerte stationsweise über alle Jahre aus den Monaten Aug. bis Sept.

Tab. 16 : Mittlere Einheitsfänge (Anz. Klieschen/Std) nach Tiefen und Monaten aus Forschungsfängen. Netzgröße unbekannt, Dampfer "Skagerak" (1916) und "Holsatia" (1901), nach Molander (1925) und Schiemenz (1902). (Anzahl Hols in Klammern)

Gebiet		Bornholmgebiet (ICES 25)						E of 18°E	
Jahr		1916 - 1922						1901	
Monat		3	5	6	7	8	9	8	8
Tiefe									
10-19		/	/	/	/	/	/	45(9)	/
20-29		/	/	/	/	/	/	228(4)	82(1)
30-39		/	98(2)	3297(1)	/	/	/	424(2)	2(8)
40-49		/	555(2)	115(4)	77(1)	/	862(1)	375(4)	2(7)
50-59		/	521(3)	392(4)	641(1)	630(1)	/	204(7)	3(5)
60-69		/	691(1)	187(4)	2455(2)	92(1)	106(1)	27(4)	15(3)
70-79		153(1)	2515(1)	3465(7)	2034(2)	1(1)	47(1)	/	/
80-89		/	/	1427(6)	/	/	/	/	14(2)
90-99		28(1)	/	163(2)	/	/	24(1)	/	66(1)
>100		/	/	/	/	/	/	/	14(3)

Gebiet		Arkonagebiet (ICES 24)						
10-19		/	/	/	/	/	/	874(2)
20-29		418(1)	/	/	/	328(1)	288(1)	92(3)
30-39		179(2)	231(2)	226(3)	386(3)	350(2)	865(4)	/
40-49		73(3)	249(2)	303(2)	644(3)	265(4)	239(10)	/
50-59		/	/	/	102(1)	/	107(2)	/

Tab. 17 : Einheitsfänge von Scholle, Kliesche, Flunder und Dorsch aus Forschungsfängen der "Poseidon" mit einem 120'-Schleppnetz (ohne Jager) im Bornholmbecken (70-96m) (Kändler 1949). Einheitsfang als kg/10h Schleppzeit.

Jahr	Monat	Scho.	Klie.	Flund.	Dorsch
1904-07	2	160	153	348	33
1906	3	127	170	2395	55
1925	4	295	468	1002	202
1933	4	75	215	276	830
1935	3	63	62	416	990
1938	3	86	44	162	1230
1905-06	5	67	238	446	26
1926	6	198	491	28	1622
1931	5/6	86	590	105	340
1903-07	8	44	130	4	25
1937	9	10	-	-	800
1938	7/8	5	20	1	1300
1938	10	6	3	3	560

Tab. 18 : Einheitsfänge von Scholle, Kliesche, Flunder und Dorsch aus Forschungsfängen der "Poseidon" mit einem 120'-Schleppnetz (ohne Jager) aus den Jahren 1903-07 u. 1925-26. Aus Strodtmann (1906, 1918) und Hertling (1928).

Station	Tiefe	Datum	Kliesche		Scholle		Flunder	
			kg/h	nr/h	kg/h	nr/h	kg/h	nr/h
Bornholabecken	97	8/03	2.8	43	1.2	2	0	0
Bornholabecken	93	2/04	/	357	/	362	80	609
Bornholabecken	96	2/05	13.3	236	15.6	195	3.1	17
SE Bornholm	76.7	2/05	9	158	23	295	43	357
Bornholabecken	95	5/05	18.5	232	12.3	96	55	459
SE Bornholm	74	5/05	44	729	6	52	60	527
Arkona Becken	35.5	8/05	15.5	378	/	224	3	27
Bornholabecken	95.5	8/05	86.7	2111	24	276	1	4
Bornholabecken	96	2/06	6.5	/	21	/	7	/
Bornholabecken	93	2/07	17.5	/	10.5	/	6	/
SE Bornholm	76.5	2/07	31	/	14.5	/	100	/
Bornholabecken	96	3/06	18.5	/	17	/	237	/
SE Bornholm	81	3/06	15.5	/	8.5	/	242	/
Bornholabecken	95	5/06	33.5	/	8.5	/	67.5	/
SE Bornholm	77.5	5/06	21	/	2.8	/	26	/
Bornholabecken	96	8/06	9.8	/	2.3	/	0.05	/
Bornholabecken	93	8/07	6.4	/	2.7	/	1.1	/
SE Bornholm	76.5	8/06	75	/	7.8	/	5.3	/
Danziger Bucht	104	2/06	4.5	/	0.5	/	13.5	/
Danziger Bucht	105	2/07	1	/	0.3	/	8	/
Danziger Bucht	108	3/06	2	/	0.2	/	41.5	/
Danziger Bucht	105	5/06	3.8	/	0.1	/	64	/
Danziger Bucht	105	8/06	0.9	/	0	/	0	/
Danziger Bucht	105	8/07	1.7	/	0	/	0.2	/
Arkona	22	4/25	0.4	5	4.1	13	/	/
Arkona Becken	47	4/25	/	/	12.4	75	41	235
Arkona Becken	48	4/25	50	/	7	34	41.3	259
Arkona Becken	36	4/25	29	/	8.6	67	0.7	5
Arkona Becken	8	4/25	1.7	/	51.4	800	95.3	812
S d. Bornh. Beck.	74	4/25	7.2	60	8.7	51	98.5	748
Bornholabecken	94	4/25	31.6	231	32.9	169	64.1	349
Bornholabecken	95	4/25	81.5	539	45.4	201	150.6	679
N v. Bornholm	72	4/25	47	402	9.7	43	5.4	28
S Mittelbank	42	4/25	11.8	140	1.2	4	1.3	6
N Mittelbank	23	4/25	2.2	20	/	/	14.7	67
E d. Stolper Bank	22	4/25	0.8	11	0.5	9	2.4	38
E d. Stolper Bank	22	4/25	0.4	5	0.6	10	2.9	62
Danziger Tief	103	4/25	/	2	/	/	2.7	18
Danziger Tief	103	4/25	/	/	/	1	6	32
NO d. Danz. Tief	116	4/25	1.1	6	0.2	1	31	104
Arkona	36	7/26	0.4	5	2.2	13	/	/
Pommersche Bucht	12	7/26	/	/	/	126	40.2	582
Oderbank	20	7/26	0.8	11	5.4	33	11.7	73
Oderbank	16	7/26	0.7	7	4.8	26	11.7	80
Oderbank	22	7/26	/	6	3.1	18	8.4	53
Oderbank	18	7/26	1.3	12	8.7	53	12.2	61
S d. Bornh. Beck.	71	7/26	32.8	305	7.7	34	/	/
Bornholabecken	94	7/26	42.9	292	6.8	23	/	/
Bornholabecken	82	7/26	71.2	798	8.4	29	/	/
Stolper Bank	18	7/26	4.2	40	33.8	619	29.3	259
Stolper Bank	27	7/26	/	/	14.2	150	13.9	116
E d. Stolper Bank	22	7/26	1.3	7	/	/	13	51
S Mittelbank	35	7/26	/	/	/	/	17.2	80
S Mittelbank	35	7/26	10.7	128	/	6	/	/

In der Serie dänischer Einheitsfänge zeigt sich ein stetiger Niedergang von dem Zeitraum 1927-32 bis zur Periode 1958-62 (Tab. 19). In den tieferen Gebieten erfolgt der Abfall rascher als in den flacheren Gebieten.

Die schwedischen Fangergebnisse des Jahres 1955 sind auffällig höher als die im Jahr 1957 erzielten (Tab. 20). Der Fang von 1955 besteht fast ausschließlich aus dem Jahrgang 1952.

Auf den deutschen Fangreisen mit "Anton Dorhn" und "Solea" fehlen die Klieschen seit 1960 in den Fängen des Bornholm Beckens vollständig, und auch im Arkona Becken sind sie nur in geringen Mengen im flachen Westteil vertreten (Tab. 21 und 22). Die in den Tabellen ebenfalls dargestellten Fänge an Flunder und Scholle zeigen die grundsätzlich vorhandene Fängigkeit der Netze für Plattfisch.

6.3.3 Einheitsfänge der Berufsfischerei

Die Fänge der pommerschen Schleppnetzfisher enthalten während des Zeitraums von 1909 bis 1923 einen mittleren Klieschenanteil von 21%, basierend auf Individuenzahlen, bzw. 16.5% bezogen auf das Gewicht (Tab. 23). In den Anlandungen der Stellnetzfisher ist die Kliesche mit 23% der gesamten Stückzahl vertreten. Aus den Angaben über die Maschenweiten der von den Fischern verwendeten Netze errechnen sich folgende Mittelwerte : 44.7 mm für Schleppnetze und 55.1 mm für Stellnetze (Tab. 23).

Die Einheitsfänge der schwedischen Kutterflotte gehen zwischen 1932 und 1955 auf ein Zehntel des Wertes von 1932 zurück (Abb. 29).

6.3.4 Quantitative Eifänge

Seit Beginn des Jahrhunderts gehen die im Bornholmbecken beobachteten Eikonzentrationen kontinuierlich zurück. Die Maximalwerte betragen im Juli 1907 428 Eier/m², im Juli 1926 203 Eier/m², im Juli 1938 12 Eier/m², zwischen Mai und Juni 1970 5 Eier/m² und im Mai 1976 2 Eier/m² (Tab. 24, 25 und 26).

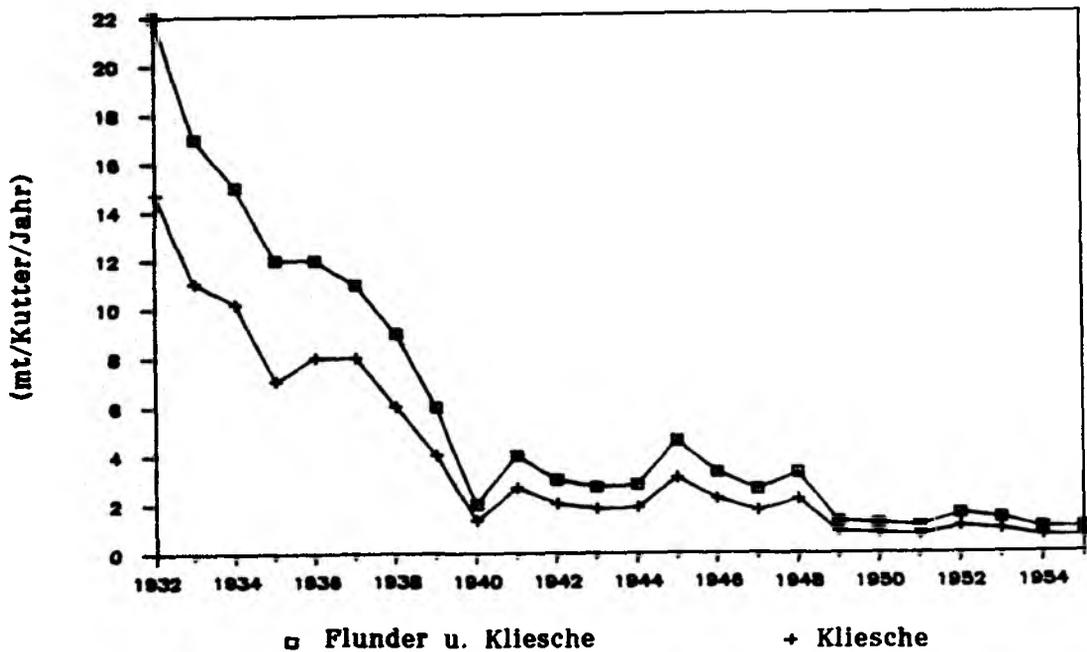


Abb. 29 : Einheitsfänge an Klieschen (mt/Kutter/Jahr), berechnet aus den Jahresanland. in den schwedischen Bezirken Blekinge, Malmöhus und Kristianstad. Daten von Sahlin (1957), modifiziert, s. Text.

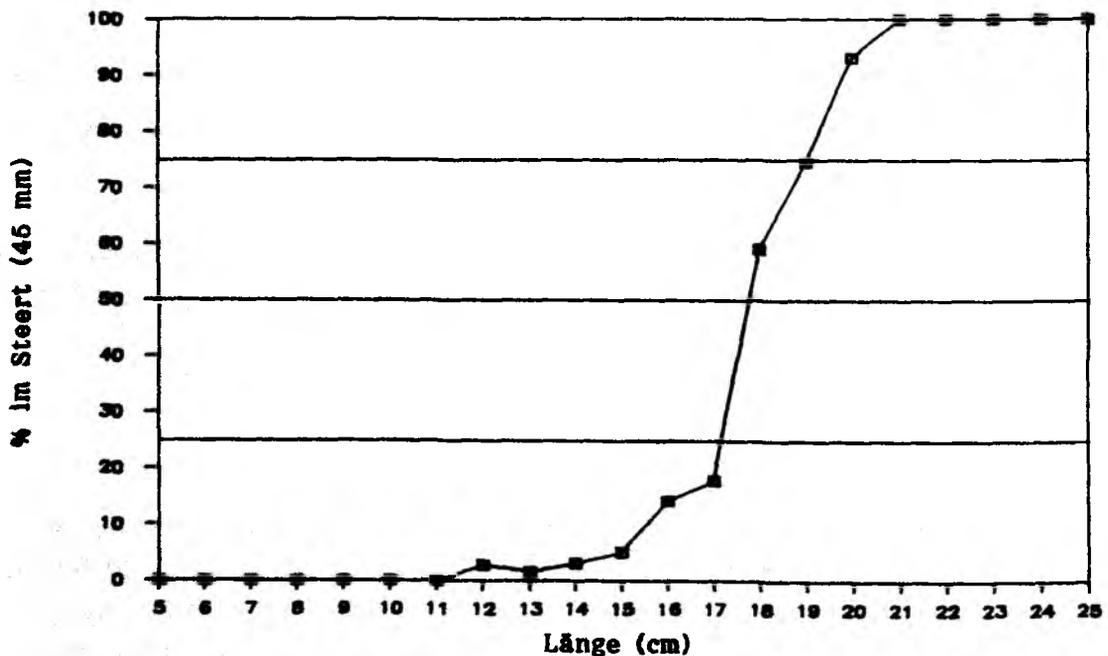


Abb. 30 : Selektionskurve für Klieschen aus der Danziger Bucht im Oktober 1929. Schleppnetz mit 45 mm Maschenweite im Steert, Daten von Borowik (1930)

Tab. 19 : Einheitsfänge von Klieschen in Stk/Std mit 50'-ICES Standardtrawl und "Aletog" (1927-50, konvertiert auf 50'-Netz mit Faktor 2) im Bornholmgebiet (E v. 14°E). Aus Poulsen (1933, 1938) und dem Archiv des dänischen Fischereinstituts in Charlottenlund

Jahre	1927-32	1933-37	1938-39	1949-53	1954-57	1958-62
Tiefe	#/h(#stat)					
1-10m	4 (5)	0 (6)	1 (4)	/ /	/ /	/ /
11-20m	28 (10)	28 (7)	32 (7)	0 (2)	/ /	/ /
21-40m	168 (20)	80 (36)	52 (16)	0 (5)	1 (4)	0 (6)
41-60m	140 (17)	92 (12)	116 (7)	4 (10)	4 (13)	0.3 (25)
61-80m	108 (5)	20 (2)	6 (2)	1 (23)	1 (15)	0 (21)
>80m	180 (12)	28 (11)	5 (3)	0.4 (21)	/ /	0 (8)

Tab. 20 : Einheitsfänge von Scholle, Flunder und Kliesche (Stück/Std) aus Otterlind (1957) und Otterlind & Sellerberg (1959). Forschungsschiff "Skagerak" 1955 : Schleppnetze mit 15 bis 76 mm Steertmaschenweiten. 1957 : mit Sprottensteert

Gebiet	Datum	Std	Tiefe	Position		Klie. Stk/h	Scho. Stk/h	Flun. Stk/h
				N	E			
A	3/55	3.0	47	54°59'	13°28'	2.7	90.7	6.3
B	2/55	4.0	43	55°10'	14°20'	64.8	49.3	47.3
C	2/55	4.0	75	55°30'	14°42'	10.3	100	25.8
C	4/55	3.5	75	55°30'	14°42'	13.1	28.6	21.1
D	4/55	10.8	69	54°52'	15°15'	5.9	47.2	50.1
E	4/55	7.8	66	55°48'	16°05'	1.4	4.5	19.5
A	5-6/57	14.0	47	54°59'	13°28'	7.8	13.4	5.4
B I	5-6/57	9.0	49	54°58'	14°10'	1.9	2	0.3
C	5-6/57	4.0	75	55°30'	14°42'	1.8	7.7	20.5
C I	5-6/57	10.2	70	55°25'	14°55'	0	0.5	5.8
D	5-6/57	12.3	69	54°52'	15°15'	0.1	3.8	13.2
E	5-6/57	12.0	66	55°48'	16°05'	0	0	2.1
F	5-6/57	10.0	89	55°31'	19°06'	0	0	7

Altersbestimmung der Fänge von 1955 : Scholle 83.9% AK III, Flunder 65.4% AK III u. 29.6% AK IV, Kliesche 92.8% AK III.

Tab. 21 : Einheitsfänge (kg/h) von verschiedenen Fangplätzen im Arkona- (ICBS 24) und Bornholmgebiet (ICBS 25), Archivmaterial der BFA f. Fischerei (Hamburg u. Kiel). Forschungsschiff "Anton Dohrn". 180'-Trawl für Weichgrund und 140'-Rollernetz. Erste Angabe : mittlerer Einheitsfang. Zweite Angabe : maximaler Einheitsfang.

Datum Netz	5/62				4-5/64				5/66				4/68				
	180'		Bob. Tr.		180'		Bob. Tr.		180'		Bob. Tr.		180'		Bob. Tr.		
Arkona 20-39m	#h/#Stat.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Flunder	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Scholle	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Kliesche	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Arkona 40-59m	#h/#Stat.	3	3	/	/	5	5	/	/	11	13	4	4	13	14	/	/
	Flunder	2	5	/	/	4	11	/	/	19	26	25	32	18	31	/	/
	Scholle	3	5	/	/	3	5	/	/	3	5	1	2	2	3	/	/
	Kliesche	0	0	/	/	0.01	0.04	/	/	1	6	0.2	1	0.02	0.1	/	/
Bornh. 40-59m	#h/#Stat.	3	3	/	/	3	3	1	1	1	1	/	/	/	/	/	/
	Flunder	0	0	/	/	4	9	3	3	17	17	/	/	/	/	/	/
	Scholle	0.2	1	/	/	5	8	5	5	17	17	/	/	/	/	/	/
	Kliesche	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/
Bornh. 60-79m	#h/#Stat.	3	3	3	3	2	2	4	3	6	6	/	/	9	9	/	/
	Flunder	7	10	2	3	8	14	1	2	32	57	/	/	34	139	/	/
	Scholle	1	3	3	3	8	11	0	0	1	3	/	/	1	2	/	/
	Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/	0	0	/	/
Bornh. >80m	#h/#Stat.	4	4	/	/	6	6	6	5	6	6	8	8	/	/	14	14
	Flunder	1	2	/	/	6	16	19	95	30	39	18	30	/	/	32	81
	Scholle	0.1	0.3	/	/	1	1	1	3	2	3	1	2	/	/	0.4	1
	Kliesche	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/	0	0
Datum Netz	4-5/70				4-5/71				4/72								
	180'		Bob. Tr.		180'		Bob. Tr.		180'		Bob. Tr.						
Arkona 20-39m	#h/#Stat.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Flunder	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Scholle	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Kliesche	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
Arkona 40-59m	#h/#Stat.	/	/	9	9	/	/	4	4	/	/	6	6				
	Flunder	/	/	11	19	/	/	5	7	/	/	9	22				
	Scholle	/	/	2	7	/	/	1	1	/	/	2	5				
	Kliesche	/	/	0	0	/	/	0.1	1	/	/	0.1	0.2				
Bornh. 40-59m	#h/#Stat.	/	/	2	1	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Flunder	/	/	2	2	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Scholle	/	/	1	1	/	/	/	/	/	/	/	/				
	Kliesche	/	/	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/				
Bornh. 60-79m	#h/#Stat.	/	/	/	/	/	/	11	11	/	/	6	6				
	Flunder	/	/	/	/	/	/	22	54	/	/	11	21				
	Scholle	/	/	/	/	/	/	0.2	1	/	/	0.4	2				
	Kliesche	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	0	0				
Bornh. >80m	#h/#Stat.	/	/	25	25	/	/	9	9	/	/	20	17				
	Flunder	/	/	79	151	/	/	15	26	/	/	45	129				
	Scholle	/	/	2	8	/	/	3	25	/	/	1	9				
	Kliesche	/	/	0	0	/	/	0	0	/	/	0	0				

Tab. 22 : Einheitsfänge (kg/h) von verschiedenen Fangplätzen im Arkona (ICRS 24) und Bornholmegebiet (ICRS 25). Archivmaterial der BPA für Fischerei (Hamburg u. Kiel). Forschungskutter "Solea". Netz: "Kabeljauposer" mit 34 cm Gummischeiden im Grundtau. Umfang 526 Maschen (80 m). Erste Angabe : mittlerer Einheitsfang, zweite Angabe : maximaler Einheitsfang.

Datum	2/76	2/77	10/77	2/78	4-5/78	8-9/78	2/79	4-5/79	11/79	4/80										
Arkona 20-39n	/	/	/	/	3	/	/	/	3	3	6	6	/	/	5	5	3	3	3	3
Flunder	/	/	/	/	2	3	/	/	6	9	1	3	/	/	4	14	4	5	1	1
Scholle	/	/	/	/	2	3	/	/	6	10	16	52	/	/	4	13	31	82	2	2
Kliesche	/	/	/	/	9	3	/	/	1	2	13	10	/	/	1	5	1	1	0.1	0.4
Arkona 40-59n	2	2	12	8	15	/	11	10	4	4	10	10	4	4	5	5	6	6	5	5
Flunder	2	2	1	9	10	27	17	62	8	10	0.4	1	23	32	12	37	10	32	8	22
Scholle	0	0	3	11	15	29	6	28	16	36	1	6	16	30	16	43	40	96	15	28
Kliesche	0	0	0.02	0.2	4	13	0	0	1	2	0.1	1	3	4	1	3	0	0	0.1	1
Bornh. 40-59n	/	/	/	/	2	3	/	/	2	2	7	7	/	/	4	4	5	5	6	6
Flunder	/	/	/	/	0	0	/	/	0	0	0	0	/	/	3	6	16	77	3	8
Scholle	/	/	/	/	0	1	/	/	1	1	0	1	/	/	5	9	27	106	2	6
Kliesche	/	/	/	/	0	0	/	/	0	0	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0
Bornh. 60-79n	2	2	/	/	5	5	/	/	3	3	11	11	5	5	9	9	6	6	6	6
Flunder	39	68	/	/	0	0	/	/	11	13	0	2	91	258	20	62	0	2	16	75
Scholle	0	0	/	/	0	0	/	/	0	0	1	4	331	1440	17	32	6	21	4	11
Kliesche	0	0	/	/	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0.02	0.2	0	0	0	0
Bornh. >80n	15	15	21	20	6	5	10	9	14	14	/	/	3	3	10	10	9	9	7	7
Flunder	48	180	36	148	0	0	133	300	3	15	/	/	266	432	53	95	0	2	43	90
Scholle	5	13	8	34	0	0	19	40	0	3	/	/	24	31	9	15	6	40	7	21
Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/	0	0	0.02	0.2	0	0	0	0
Datum	11/80	3/81	10-11/81	3/82	11/82	3/83	3/84	4/85	3/86	3/87										
Arkona 20-39n	2	2	4	4	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	1	2
Flunder	0	0	2	4	0.4	1	11	13	2	2	4	5	3	5	5	11	6	10	11	12
Scholle	0	0	1	3	2	2	0.4	1	2	2	0.4	1	0	0	2	2	4	8	6	9
Kliesche	1	2	1	1	1	1	3	7	1	1	1	1	0	0	1	3	1	1	1	2
Arkona 40-59n	2	2	3	3	8	6	5	5	4	4	4	5	5	5	5	6	5	5	4	5
Flunder	2	4	12	30	5	21	10	17	1	3	28	13	15	42	17	31	5	25	19	42
Scholle	5	6	4	5	4	15	1	3	11	15	3	9	3	5	2	6	13	23	17	50
Kliesche	1	2	0.1	0.4	0.01	0.1	0.04	0.2	0	0	0.3	1	0	0	0.3	2	0.1	0.2	1	3
Bornh. 40-59n	4	4	7	7	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	2	2	8	15	/	/
Flunder	0	0	5	11	2	6	0	0	1	2	4	9	4	18	1	1	8	53	/	/
Scholle	5	12	2	6	6	20	0.1	0.3	2	5	1	3	0.3	1	0.05	0.1	14	17	/	/
Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/
Bornh. 60-79n	7	7	11	11	4	4	9	9	7	7	9	9	9	9	9	9	8	8	11	11
Flunder	0.4	3	215	538	0.2	1	67	300	0.1	0.3	32	163	48	180	33	130	55	199	32	146
Scholle	23	61	4	20	1	3	0.1	1	1	5	2	6	2	19	2	5	8	42	19	63
Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Bornh. >80n	11	11	9	9	2	2	6	6	4	4	9	9	9	9	6	6	3	3	2	2
Flunder	0.1	1	191	529	0	0	63	346	0.2	1	187	360	91	234	215	335	66	89	35	76
Scholle	3	6	1	5	0	0	0	0	1	1	2	7	0	0	1	3	1	1	1	3
Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 23 : Plattfischenlandungen (Kliesche, Scholle u. Flunder) der Berufsfischerei in pommerschen Häfen und Angaben über Maschenweiten der Netze aus Henking (1925). Häfen : Kolberg, Stolpmünde, Rügenwaldermünde und Groß Proberow.

Stellnetzfänge (Stk/Kutter/Reise/10 Netze)

Schleppnetzfänge (Stk/Kutter/Reise)

Datum	Hafen	Tiefe (m)	Maschenweite	Sch Stk	Flu Stk	Kli Stk	Datum	Hafen	Tiefe (m)	Maschenweite	Sch Stk	Flu Stk	Kli Stk
5/23	G.Prob.	15	55,58,60	31	188	73	7/22	Kolb.	28	43	826	909	146
6/23	G.Prob.	14	55,58,60	5	393	34	7/22	Rügw.	34	48	156	314	200
7/22	G.Prob.	15	49-55	0	170	3	7/22	Stolp.	21	44/45	48	578	44
8/22	G.Prob.	15	49-55	3	156	36	8/21	Kolb.	33	45	250	1893	202
9/22	G.Prob.	15	49-55	0	156	80	8/22	Kolb.	35	43	168	283	132
5/09	Rügw.	18	54	56	352	93	8/22	Stolp.	31	45-50	41	593	146
8/09	Stolp.	19	60	0	330	85	9/09	Kolb.	30	45	54	404	287
8/21	Rügw.	11	48,50	1	154	5	9/21	Kolb.	28	45	124	633	743
9/09	Stolp.	19	60	0	264	127	9/22	Stolp.	30	45-48	44	365	116
10/09	Stolp.	15	60	0	102	75	10/11	Rügw.	35	48,50	57	962	-
3/10	Rügw.	24	52,54	0	146	66	10/22	Stolp.	22	43-45	4	196	303
4/10	Rügw.	31	52,54	4	20	19	11/11	Rügw.	37	48	34	1406	-
7/09	Rügw.	25	52,54	?	288	0	11/21	Stolp.	31	42-45	-	1232	291
8/22	Stolp.	21	58	1	102	0	11/22	Kolb.	28	43	30	484	96
9/22	Stolp.	30	58	0	183	8	12/09	Rügw.	26	47	11	357	119
10/09	Rügw.	21	52,53	2	302	66	12/22	Kolb.	28	43	18	888	70
Schleppnetzfänge (Stk/Kutter/Reise)							12/11	Rügw.	54	48,49	5	1256	5
1/23	Kolb.	28	43	4	1152	67	4/22	Kolb.	10	45	103	839	381
2/23	Kolb.	30	42	5	673	88	5/22	Stolp.	13	45	50	619	179
3/23	Kolb.	33	41	55	190	103	6/09	Kolb.	20	40	80	551	42
4/23	Kolb.	38	43	208	322	69	6/22	Kolb.	20	40	350	771	207
5/22	Kolb.	30	45	396	324	73	7/22	Kolb.	15	42	72	456	97
6/21	Stolp.	29	45	121	477	54	8/21	Kolb.	15	45	45	542	222
6/22	Kolb.	31	45	455	907	508	9/11	Kolb.	17	45	12	316	101
6/22	Kolb.	25	42	335	603	290	9/21	Kolb.	12	45	26	136	381
6/22	Stolp.	25	45-47	55	426	186	11/09	Kolb.	18	45	6	185	232
							11/21	Kolb.	15	45	21	1514	64

Tab. 24 : Quantitative Fänge von Kliescheneiern im Bornholmbecken mit "Hensen-Vertikalnetz" (Kändler 1949)
Angegeben : Eier/m² (Anzahl Fänge)

Jahr	Mai	Juni	Juli	August	Max.	Datum
1903-11	205 (5)	393 (1)	334 (2)	17 (5)	428	22.7.1907
26-31	/	162 (3)	145 (5)	/	203	11.7.1926
38	/	/	4 (12)	2 (9)	12	22.7.1938

Tab. 25 : Quantitative Fänge von Kliescheneiern und Klieschenlarven mit einem Ringnetz
Angaben : (Stk/m²), aus Lindblom (1973)

Gebiet	Datum	Anz. Stat.	Maximum		Mittelw.	
			Eier	Larv.	Eier	Larv.
Arkona Becken	5-6/67	3	0	0	0	0
	4/68	3	0	0	0	0
	5-6/70	8	0	0	0	0
E von Bornholm	5-6/67	12	0	1	0	0.25
	4/68	5	0	3	0	0.8
	5-6/70	8	6	0	0.9	0
S von Gothland	5-6/67	2	0	3	0	1.5
	4/68	2	0	0	0	0
	5-6/70	9	0	1	0	0.1

Tab. 26 : Eifänge (Kliesche, Scholle und Flunder) aus dem Bornholmbecken nach Hansen (1978)

CALCOFI oder BONGO Netz					im Ringnetz						
Dat. Stat.		Gesamtanzahl Eier				Dat. Stat.		Gesamtanzahl Eier			
		ges.	Kli.	Sch.	Flu.			ges.	Kli.	Sch.	Flu.
3/74	14	18312	0	116	11263	6/73	8	68	0	0	0
3/74	20	1686	0	5	131	7/73	11	1377	6	0	0
6/74	19	35427	0	0	0	6/74	3	366	1	0	0
7/74	9	1102	1	0	0	7/74	3	100	0	0	0
4/75	26	23211	0	0	622	4/75	9	273	0	0	0
4/74	26	46535	1	0	95	4/75	10	587	0	0	0
5/75	25	52622	0	0	0	5/75	10	2608	3	0	0
3/76	27	14055	6	13	11183	3/76	10	673	0	0	569
4/76	27	6867	0	1	3720	4/76	10	818	0	0	556
5/76	21	15349	2	0	59	5/76	6	1340	0	0	13
5/76	26	31870	56	0	44	6/76	9	1555	0	0	0
4/77	14	10711	0	6	1546	4/77	8	528	0	111	0
4/77	15	18874	0	6	992	4/77	8	1711	0	77	0
5/77	16	21963	0	1	192	5/77	3	436	0	10	0
6/77	17	29069	3	0	0	6/77	6	755	0	0	0
6/77	18	27397	12	0	0	6/77	4	693	0	0	0

6.3.5 Netzselektion und Sterblichkeit

Der von Borowik verwendete Steert hatte eine Maschenweite 45 mm, für ihn ergibt sich eine 50%-Selektionslänge von 17.8 cm (Abb. 30), eine Selektionsspanne von 1.8 cm (Abstand zwischen der 25%- und der 75%-Selektionslänge). Der Selektionsfaktor läßt sich nicht genau ermitteln, da die lichte Öffnung der Masche nicht bekannt ist.

Die mit nichtlinearer Regression ermittelten Werte der Gesamtsterblichkeit steigen von 1919, Gesamtsterblichkeit $Z=0.6$, bis 1927, $Z=0.96$, an und bleiben dann konstant bei etwa $Z=1.0$ (Tab. 27).

Der berechnete Wert der fischereilichen Sterblichkeit beträgt $F=0.49$, in den nicht berücksichtigten ersten beiden Monaten betrug der Wert $F=1.04$ (Tab. 28).

6.4 Diskussion

6.4.1 Diskussion der Fehlerquellen

Die Anlandungen enthalten generell keine untermaßigen Klieschen. Da das Wachstum in der eigentlichen Ostsee in den meisten Jahren schlechter als in den westlichen Ostsee war (Poulsen, 1933, 1938), kann man von hohen nichtangelandeten Fanganteilen ausgehen.

Die Einheitsfänge müßten normalerweise sehr kritisch im Hinblick auf die unterschiedlichen Netztypen, Fangplätze und Probennahmezeitpunkte beurteilt werden. Die Einheitsfänge sollen in der folgenden Diskussion als Beleg für den Niedergang der Bestandsdichte dienen. Dabei geht es vor allem um den Vergleich der "hohen" Einheitsfänge aus den ersten drei Dekaden mit den "Nullfängen" der Jahren nach 1960. Für die Richtigkeit dieses grundsätzlichen Befundes sind die Einzelheiten über Netztypen und genaue Positionen nicht entscheidend. Ähnliches gilt für die Gegenüberstellung der Eifänge aus den verschiedenen Zeiträumen.

Tab. 27 : Gesamtsterblichkeit des Klieschenbestandes in der mittleren Ostsee, berechnet aus Fangkurven (Daten aus Molander 1938)

Jahr		1919	1925	1927	1931	1935	1937
% in AK	2					38	60
"	3					22	25
"	4	44			40	3	5
"	5	33	36	33	18	0	0
"	6	7	17	15	0(1)*		
"	7	10	7	3			
"	8	2	0	0			
"	9	0					
Lineare Regress.	incl. AK Z r ²	4-8 0.74 0.872	5-7 0.82 0.998	5-7 1.20 0.962	4-6 1.84* 0.900	2-4 1.27 0.900	2-4 1.24 0.972
Nicht lineare Regress.	incl. AK Z r ²	4-9 0.6 0.992	5-8 0.84 0.986	5-8 0.96 0.982	4-6 1.04 0.950	2-5 0.85 0.940	2-5 1.02 0.988

* künstlicher Wert, werden nur AK 4 und 5 einbezogen, beträgt Z=0.8.

Tab. 28 : Wiederfänge aus einem Markierungsexperiment mit Klieschen in der mittleren Ostsee (Laurinat 1932, 1933). Das Experiment wurde im Winter 1930/31 durchgeführt, die Auswertung erfolgte mit dem im Anhang (Kap. 10) beschriebenen Verfahren . Insgesamt wurden 594 Klieschen markiert (N0).

Intervall Nummer	Vermisch- ungsphase	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl Monate	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Anzahl Wiederfänge	87	47	33	23	12	6	4	5	4	2
Sterblich- keiten	F=1.04 Z=2.1	F=0.49 Z=1.54		r ² =0.94						

Eine gewisse Unsicherheit enthält die Bestimmung der Gesamtsterblichkeit, hier ist nichts über die Datenbasis bekannt, so daß eine differenzierte Bewertung nicht möglich ist. Die Anzahl der Altersbestimmungen ist vermutlich recht gering gewesen.

Die Bestimmung der fischereilichen Sterblichkeit enthält ebenfalls einige Unsicherheiten. Zum einen ist die Anzahl der markierten Klieschen mit 594 nicht sehr hoch, zum anderen sind die Fische nur in zwei Gebieten und nur zu einer Jahreszeit ausgesetzt worden. Außerdem fällt ein großer Anteil der Rückmeldungen in die Zeit unmittelbar nach dem Aussetzen und geht daher nicht in die eigentliche Berechnung ein. Die verwendeten "Petersen Marken" erhöhen die Fängigkeit der Fische (Bagge, 1970), von daher ist der ermittelte Wert zumindest nicht unterschätzt.

6.4. Diskussion der Ergebnisse

Im folgenden sollen die Fragen aus der Einleitung vor dem Hintergrund der vorgestellten Ergebnisse diskutiert werden.

6.4.1 Gründe für den Anstieg der Anlandungen

Die Einheitsfänge, die aus den ersten zwei Dekaden des Jahrhunderts vorliegen, zeigen allgemein sehr hohe Bestandsdichten, in den schwedischen Fängen wird sogar die Flunder an Häufigkeit übertroffen. Das gleiche Ergebnis zeigen die quantitativen Eifänge. Man kann also davon ausgehen, daß hohe Bestandsdichten bereits vor dem Anstieg der Anlandungen existierten.

Die Fischerei in der eigentlichen Ostsee war am Anfang des Jahrhunderts noch auf die unmittelbare Küstennähe beschränkt. Für den Fang von Plattfischen, hier vor allem Flundern, wurden Schleppnetze und Stellnetze von Segelbooten aus eingesetzt, mit denen auch im Gespann geschleppt wurde (Henking & Fischer, 1905; Otterström, 1904; Trybom & Wollebaek, 1904).

Während der ersten drei Dekaden des Jahrhunderts nahm die Zahl der Motorboote und der Scherbrettnetze ständig zu; gleichzeitig stieg auch die mittlere Bootsgröße und Motorenleistung an. Mit

den größeren und besser motorisierten Booten konnte weiter entfernt von der Küste, auf größeren Wassertiefen und bei schlechteren Wetterbedingungen als zuvor gearbeitet werden (Strodtmann & Kändler, 1934).

Im Jahr 1922 begann eine neue Fischerei auf die zuvor ungenutzten reichen Plattfischbestände im Arkona und Bornholm Gebiet, deren Vorkommen sich auch in große Tiefen erstreckte, nachdem die Ergebnisse der Versuchsfischerei mit dem schwedische Forschungsdampfer "Skagerak" bekannt geworden waren (Molander, 1925, 1926).

Im Zuge dieser Entwicklungen dehnte sich die Befischung zunehmend auf die Tiefenbereiche aus, in denen die Kliesche ihren Verbreitungsschwerpunkt hatte.

Solange die mittlere Länge des akkumulierten Bestandes gering war (Hessle, 1923; Strodtmann & Kändler, 1934), wurden die meisten gefangenen Klieschen aber nach dem Fang wieder über Bord geworfen (Möbius & Heincke, 1883; Henking & Fischer, 1905). Erst als in den zwanziger Jahren die mittlere Länge anstieg, nahmen die Anlandungen zu (Strodtmann & Kändler, 1934). Nach Meinung zahlreicher Autoren war das verbesserte Wachstum vor allem eine Folge der Ausdünnung der Bestände (Molander, 1938; Poulsen, 1933, 1938; Strodtmann & Kändler, 1934).

Zusätzlich können aber auch verbesserte Sauerstoffbedingungen in der Zeit nach der Stagnationsperiode der Jahre 1903 bis 1906 (Gehrke, 1910) das Wachstum positiv beeinflusst haben. In den Jahren 1905 und 1906 fand Gehrke im Bornholmbecken O₂-Werte unterhalb von 1 ml/l. In die Zeit zwischen 1906 und 1921 fallen vier der 10 intensivsten Salzwassereinbrüche zwischen 1897 und 1976 (Franck et al., 1987). Das entspricht etwa der doppelten Häufigkeit gegenüber dem Gesamtzeitraum oder knapp der dreifachen Häufigkeit gegenüber dem restlichen Zeitraum. Untersuchungen von Kreikemeier (1987) ergaben, daß Klieschen auf sinkenden Sauerstoffgehalt mit einer stetigen Reduzierung ihres Stoffwechsels reagieren.

6.4.2 Ausdehnung des Verbreitungsgebietes nach Osten

Das einzige wichtige Laichgebiet in der eigentlichen Ostsee war das Bornholmbecken (Stodtmann, 1906, 1918). Weiter östlich wird ein Salzgehalt von 12 ‰, d.h. der minimale Salzgehalt bei dem Stodtmann die Eier noch schwebend fangen konnte, nur in einem sehr kleinen Wasserkörper in großen Tiefen vorgefunden (Bock, 1971). Es ist zudem nicht sicher, ob dieser Grenzwert der Schwebfähigkeit für die Eipopulation im Mittel gültig ist, oder nur für einen kleineren Teil leichterer Eier. Stellt man sich die Schwebfähigkeit der Eier normalverteilt um einen Mittelwert vor, dann wird es vor allem von der Stärke der Eiproduktion in einem Jahr abhängen, wieviele Eier man bei einem bestimmten Salzgehalt noch schwebend findet.

Maximale Dichten adulter Tiere wurden außerhalb der Laichzeit in den flacheren Gebieten rund um das Bornholm Becken beobachtet: vor der schwedischen Küste, auf der südlichen Mittelbank und vor der pommerschen Küste. Nördlich und östlich dieser Gebiete nahmen die Dichten sehr rasch ab.

Erstaunlicherweise fing Borowik 1929 bei seinen Selektionsexperimenten in der Danziger Bucht neben den Flundern sehr große Mengen von Klieschen, so daß er sie in seine Auswertung einbezog. In den Fängen der "Poseidon" wurden nur im Juni 1906 4.5 kg/Std auf 104 m Tiefe erreicht, im April 1925 wurden nur 2 Stk/Std gefangen.

Borowik spricht, bezogen auf die Klieschenfänge, von "unnormalem Auftreten besonders individuenreicher junger Jahrgänge". Seine Längenmeßreihen aus den Jahren 1928 und 1929 weisen Maxima im Bereich von 11-13 cm und 16-19 cm auf, die nach den Angaben von Molander (1938) für diesen Zeitraum den Altersklassen II und III-IV zuzuordnen sind. Demnach haben die Jahre 1925 bis 1927 sehr starke Jahrgänge der Kliesche hervorgebracht, die dann 1929 bis 1932, vermutlich als AK IV und V, auch zu maximalen Anlandungen führen. Die Jahre 1925, 1927 und 1928 ergaben im Bornholmgebiet auch sehr gute Schollenjahrgänge (Kändler & Krüger, 1941). Starke Jahrgänge haben also das Siedlungsgebiet nach Osten ausgedehnt.

Begrenzend für die Verbreitung der adulten Klieschen wird der Salzgehalt gewesen sein. Molander (1925) gibt als Grenze etwa 7 ‰ an. Spaargaren (1976) zeigt für die Kliesche der Nordsee eine geringere Toleranz gegenüber geringen Salzgehalten im Vergleich zu Flunder und Scholle. Im Gegensatz zu Scholle und Flunder überlebten Klieschen in seinen Experimenten das Absenken des Salzgehaltes auf 2 ‰ nicht.

Im übrigen dürfte auch die zunehmende Entfernung von dem einzigen Laichplatz, dem Bornholm Becken eine Barriere für weiteres Eindringen in die östliche Ostsee gewesen sein.

6.4.3 Hauptsächlich besiedelte Tiefenbereiche

Der flache, küstennahe Bereich von 1 bis 10 m ist das ganze Jahr hindurch kaum bevölkert (Poulsen, 1933). In den Daten von Schiemenz (1902) beträgt die mittlere Dichte in diesem Tiefenbereich nur ein Zehntel derjenigen zwischen 30 und 39 m.

Die Besiedelung des Flachwassers wird neben dem Salzgehalt auch noch durch die dort herrschenden höheren Temperaturen beschränkt. Nach den Untersuchungen von Spaargaren (1976) ist die Temperaturtoleranz der Kliesche geringer als die der Scholle und Flunder. Eine von Scholle und Flunder überstandene schrittweise Erwärmung des Wassers auf 20°C überlebten die Klieschen nicht. Vermutlich wird die im Flachwasser vorherrschende Kombination von niedrigen Salzgehalten und hohen Temperaturen besonders schlecht vertragen, da im allgemeinen ein ungünstiger Faktor besser vertragen wird, wenn andere Faktoren im Optimalbereich sind. Nach der Laichzeit werden Tiefen zwischen 20 und 59 m bevorzugt.

Während der Laichzeit werden Tiefen zwischen 70 und 90 m aufgesucht, vermutlich wegen der für die Brut erforderlichen Salzgehaltsbedingungen. In den Daten des schwedischen Fischereiprogramms erkennt man eine Abnahme der Klieschendichte jenseits der 90 Tiefe auch während der Laichzeit. Dies kann entweder ein Anzeichen für eine allgemeine Bevorzugung flacherer Gebiete sein, oder, wahrscheinlicher noch, eine Reaktion auf die gerin-

geren Sauerstoffgehalte in diesen Tiefenbereichen. Die Salzgehaltsbedingungen in den Jahren dieser Untersuchung dürften günstig gewesen sein, bedingt durch die Salzgehaltseinbrüche der Jahre 1913, 1921 und 1922, die zu den 10 stärksten der Periode 1897 - 1976 gehörten (Francke et al., 1987). Dadurch fanden die Klieschen in flacherem Wasser einen ausreichenden Salzgehalt zum Laichen.

Strodtmann (1918) erzielte Anfang August 1905 im Bornholmbecken maximale Konzentrationen (2110 Stk/Std) auf 96 m Tiefe bei einem Sauerstoffgehalt von 0.76 ml/l. In diesem vorletzten Jahr der von Gehrke (1910) beschriebenen Stagnationsperiode dürfte der geringe Salzgehalt die Klieschen zum Laichen in diese Wassertiefe gezwungen haben.

6.4.4 Höhe der Bestandsdichte in der Zeit nach dem Niedergang der Anlandungen

Alle Datenserien zeigen übereinstimmend den Niedergang nach 1932. Über den Zeitraum nach 1939 geht nur die dänische Serie der Forschungsdaten und die schwedischen Serie von Einheitsfängen aus der Berufsfischerei hinaus. Beide Serien zeigen einen weiteren stetigen Niedergang.

Höhere Fänge werden nur noch einmal im Jahr 1955 in den schwedischen Forschungsfängen erreicht. Diese bestehen zu 93% aus dem Jahrgang 1952, der in der Folge des größten je beobachteten Salzwassereinbruchs im Jahr 1951 (Wyrcki, 1954) gute Überlebensbedingungen vorfand. Aber bereits zwei Jahre später lassen sich auf den meisten wiederbesuchten Stationen, mit Ausnahme der am weitesten westlich im Arkona Becken gelegenen Station, so gut wie keine Klieschen mehr fangen.

Die Forschungsreisen mit "Anthon Dorn" und "Solea" setzen die Serie von Nullfängen im Bornholm Gebiet bis 1987 fort. Lediglich in den westlichen flacheren Stationen des Arkona Becken

werden noch Klieschen gefangen. Demnach dürfte auch die Mehrzahl der Anlandungen, die immer noch in Höhe von etwa 100 mt aus der eigentlichen Ostsee gemeldet wird, aus diesen Gebieten stammen.

Ursache für den Niedergang der Anlandungen war also der Zusammenbruch des Bestandes.

6.4.5 Eigenständigkeit des Klieschenbestandes in der mittleren Ostsee

Diese Frage ist bereits ausführlich im Kap. 2 behandelt worden. Das Hauptindiz für eine erfolgreiche Rekrutierung aus dem Bornholmbecken sind die signifikanten Unterschiede in den Analflossenstrahlzahlen im Vergleich mit den westlichen Gebieten.

6.4.6 Überfischung als Grund für den Rückgang der Erträge

Für die Diskussion dieses Aspektes müssen zwei Zeiträume getrennt behandelt werden: Einerseits der rapide Absturz der Anlandungen von 1932 nach 1933 und andererseits der endgültige Niedergang nach 1939.

Daten für die Beurteilung der Situation liegen nur aus dem ersten Zeitraum vor. Die Gesamtsterblichkeit beträgt zwischen 1927 und 1937 etwa 1.0. Dieser Wert ist im Vergleich zu den für die westliche Ostsee ermittelten Werten ($Z=1.5$, Nordteil, s. Kap. 4) nicht besonders hoch. Die Population in der westlichen Ostsee zeigt aber trotz deutlich höherer Gesamtsterblichkeit keine Anzeichen eines Bestandsniederganges.

Zuverlässige Bestimmungen der natürlichen Sterblichkeit sind schwierig und selten. Der hier aus der Differenz von Z und F resultierende Wert von $M=0.5$ ist aber im Vergleich mit den für andere Populationen ermittelten Werten recht hoch. Saeger (1974) bestimmt für die Flunder der westlichen Ostsee M als 0.18 bei einem Z von 0.94. Für die Nordseescholle wurde ein M -Wert von 0.12 für die Weibchen und $M=0.22$ für die Männchen bestimmt (Beverton & Holt, 1959). In einer Zusammenstellung bei

Pauly (1980) finden sich M-Werte für Pleuronectiden in einem Bereich von 0.12 bis 0.4 mit einem Mittelwert von 0.23.

Für die hohe natürliche Sterblichkeit gibt es zwei mögliche Erklärungen : Fraßdruck durch die Dorschpopulation oder schlechte Sauerstoffbedingungen.

Der Dorschbestand ist bis in die 30er Jahre kaum befischt worden. Der gewaltige Anstieg der Anlandungen seit den 30er Jahren wird weitgehend auf gestiegenen Fischereiaufwand zurückgeführt (Thurrow, 1974). Demnach muß der Bestand am Beginn dieser Periode schon sehr groß gewesen sein. In der Längenzusammensetzung dieses Bestandes zeigt sich seit Mitte der 20er Jahre ein hohes Maximum bei etwa 70 cm Länge (Kändler 1944; Meyer, 1950a). Dorsche dieser Größe fressen größere Mengen von Plattfisch, was Daan (1973) für die Nordsee, Lühmann (1954) für die westliche Ostsee, Bagge (1981) für das Kattegat und Blegvad (1916) für verschiedene Teile der Ostsee zeigen konnten.

Möglicherweise hat die Dorschpopulation seit dem Beginn des Jahrhunderts stetig zugenommen und so die Beute irgendwann erschöpft. Indizien für eine Zunahme von Eifängen und Einheitsfängen des Dorsches in den ersten drei Dekaden des Jahrhunderts geben Poulsen (1931) und Kändler (1944, 1949).

Aufgrund ihrer geringen Biomasse kann die Kliesche aber wohl zu keiner Zeit einen wesentlichen Teil der jährlich gefressenen Nahrungsmenge des Dorsches gestellt haben. Es kann aber eine kleine Verschiebung in der Verfügbarkeit einzelner Nahrungskomponenten des Dorsches einen extremen Einfluß auf den kleinen Klieschenbestand gehabt haben. Denkbar wäre auch eine Verlagerung des Aufenthaltsschwerpunktes eines Teils der Dorschpopulation aus dem Gothlandbecken ins Bornholmbecken. Eine direkte Bestätigung für diese Vermutungen gibt es nicht, abgesehen von einigen Magenanalysen bei Hertling (1928) und den Angaben von Meyer (1950 b) für den Plattfischanteil in der Dorschnahrung ohne Artangabe.

Die zweite mögliche Ursache hoher natürlicher Sterblichkeit sind die Sauerstoffverhältnisse. Aus den Beobachtungen von Stodtmann (1918) ist bekannt, daß sich Klieschen unter bestimmten Umständen in Wasser mit sehr geringen Sauerstoffgehalt aufhalten (s.o.). Schulz (1934) maß 1931 und 1933 sehr geringe Sauerstoffgehalte im Bodenwasser des Bornholmbeckens; er folgert daraus, das eine Stagnationsperiode bis zu dem Einstrom Ende 1933 angedauert hat.

Beide Effekte, Fraßdruck durch Dorsche und geringer Sauerstoffgehalt, könnten aber auch zusammen gewirkt haben. Die durch den Sauerstoffmangel geschwächten Klieschen wären eine leichte Beute für die Dorsche gewesen, die sich im Unterschied zu den Klieschen dem Sauerstoffmangel bei Bedarf durch Ausweichen ins Pelagial entziehen können.

Hohe Sterblichkeit adulter Tiere kann zum Bestandszusammenbruch führen, wenn der Laichbestand so stark dezimiert wird, daß nicht mehr genügend Brut produziert wird. In diesem Zusammenhang ist die Frage von Bedeutung, ob die Mehrzahl der Fische vor oder nach dem ersten Laichen stirbt. Der Wegfraß durch Räuber wird sich auf die kleineren maulgerechten Klieschen konzentriert haben. Nach den Messungen von Daan (1973) fressen Dorsche der Längenklassen 50-69 cm und >70 cm Klieschen mit einer mittleren Länge von etwa 15 cm, Dorsche der Längenklassen 20-29 und 30-39 cm fressen Klieschen mit Längen unter 10 cm.

Ob die Fischerei die Klieschen überwiegend vor dem ersten Laichen fängt, hängt einmal von der Intensität der Fischerei auf den Jungfischgründen ab. Darüberhinaus ist die allgemein verwendete Maschenweite im Verhältnis zur mittleren Länge bei der ersten Geschlechtsreife entscheidend. Für die Scholle haben Kändler & Krüger (1941) nachgewiesen, daß die Mehrzahl der Weibchen vor dem Erreichen der ersten Geschlechtsreife abgefischt wurde.

Aus den Reifebestimmungen von Poulsen (1933) ergibt sich für Klieschen die Länge, bei der 50% geschlechtsreif sind, als etwa 18 cm für die Weibchen. Für die Männchen liegt sie darunter, ist aber aufgrund des geringen Materials nicht genau bestimm-

bar. Allgemein ist die Variabilität in diesen Daten sehr hoch, und der Längenbereich in dem reife und unreife Tiere auftreten ist sehr breit.

Bemerkenswert ist das Auftreten reifer Weibchen von 10 cm Länge. Da kleine Klieschen sehr viel häufiger sind als große, entspricht einem geringen Prozentsatz reifer kleiner Klieschen durchaus eine hohe absolute Anzahl. Die 50%-Selektionslänge des im Selektionsexperiment verwendeten Netzes liegt bei 17.8 cm. Die Maschenweite dieses Netzes entsprach etwa dem Mittelwert aus den Messungen von Henking (1926) an pommerschen Kutternetzen. Die Stellnetzfisherei hat zudem noch größere Maschenweiten verwendet. Man kann also davon ausgehen, daß ein hoher Prozentsatz der insgesamt reifen Weibchen nicht von den Maschen erfaßt wurde.

Zudem befischte die Kutterflotte weder die Jungfischgründe noch die Laichgründe während der Klieschenlaichzeit gezielt, wie dies bei der Scholle der Fall war (Strodtmann & Kändler, 1934).

Die Untersuchungen von Kändler und Krüger (1941) haben ergeben, daß der vergleichsweise große Schollenbestand in den 20er Jahren, sowohl reiche als auch sehr schwache Jahrgänge unmittelbar aufeinander folgend produzierte. Der bereits sehr stark dezimierte Laichbestand des Jahres 1934 brachte z.B. einen sehr reichen Jahrgang hervor. Es liegt nahe, hierfür die wechselnden hydrographischen Bedingungen verantwortlich zu machen. In den 20er Jahren wurden im Mittel sehr viel mehr gute Jahrgänge produziert als in den 30er Jahren. Es ist daher denkbar, daß der Niedergang der Klieschenpopulation Anfang der 30er Jahre die Folge von mehreren Jahrgangsausfällen war.

Die bisher diskutierten Mechanismen können alle auch in der zweiten Phase des Niedergangs nach 1939 wirksam gewesen sein. Aus dem Zeitraum während des Krieges gibt es jedoch kaum Datenmaterial.

Die Angaben in Poulsen (1933) über die Längen, bei denen Klieschen geschlechtsreif werden, sind möglicherweise für diesen Zeitraum nicht mehr gültig gewesen. Molander (1938)

zufolge hat sich mit zunehmender Ausdünnung des Bestandes das Wachstum ständig verbessert, gleichzeitig hat sich der Bestand verjüngt. Es ist wahrscheinlich, daß bei besserem Wachstum auch die erste Geschlechtsreife bei größeren Längen erreicht wird. Dann würde für diesen Zeitraum die Dezimierung unreifer Weibchen durch die Fischerei eine größere Rolle gespielt haben als Anfang der 30er Jahre.

Während des zweiten Weltkriegs wurden zwischen 80 und 100 deutsche Fischdampfer in der Ostsee eingesetzt. Das Bornholmbecken war einer der Hauptfangplätze, die flacheren Gebiete waren für die Dampferflotte gesperrt (Meyer, 1950c). Nach den Angaben von Meyer (1950b) war jedoch der Plattfischanteil am Fang kaum 1% für alle Arten zusammen. Die geschätzte Gesamtfangmenge an Plattfisch in der Dampferfischerei betrug nach seinen Angaben etwa ein Fünftel der Plattfischanlandungen der Kutterflotte. Die Dampfernetze waren mit großen Rollen im Grundtau ausgestattet, wodurch die Fängigkeit für Plattfisch gering gewesen sein kann. Die ständige Störung der Fische und die damit verbundenen Fluchtreaktionen können aber, gerade in schlechten Sauerstoffverhältnissen am Boden, zu einer stark erhöhten Mortalität geführt haben.

6.4.7 Mögliche Gründe für die ausgebleibende Erholung des Bestandes

Eine Erklärung für die ausbleibende Erholung des Klieschenbestandes kann die Einnahme ihres Siedlungsbereiches durch eine andere Art, z.B. Scholle, Flunder oder Dorsch, sein.

Vor dem Zusammenbruch des Klieschenbestandes waren Dorsch, Flunder, Scholle und Kliesche die dominanten Arten der demersalen Fischfauna im Bornholm Gebiet. Da für keine andere Art in der Zwischenzeit eine besondere Zuahme in der Besiedelungsdichte beobachtet wurde, kann der von der Kliesche verlassene Platz allenfalls durch die Vermehrung einer der drei genannten Arten besetzt worden sein. Für den Dorsch wird eine Zunahme der Bestandsdichte in dem Zeitraum von 1930 bis 1960 bezweifelt (Thurrow, 1974). Die Schollenerträge sind zusammen mit denen der Kliesche abgesunken und haben nur in wenigen Jahren nach dem

Krieg das hohe Niveau der Vorkriegsjahre wieder erreicht. Der Lebensraum der Flunder liegt generell mehr im Flachwasserbereich, und auch diese Art hat erst in den letzten Jahren das hohe Ertragsniveau der 20er und 30er Jahre wieder erlangt. Eine Verdrängung der Kliesche durch eine dieser Arten hat es damit offensichtlich nicht gegeben.

Wahrscheinlicher ist, daß eine Verschlechterung der Überlebensbedingungen für die Brut der Kliesche eine Erholung des Bestandes verhindert. Fonselius (1962) zeigt für die tiefen Becken der Ostsee eine Abnahme des mittleren Sauerstoffgehalts. Seit Beginn der 60er Jahre wird in den tiefen Becken ein vermehrtes Auftreten von Schwefelwasserstoff beobachtet (Fonselius, 1969). Die statistische Analyse von O₂-Meßwerten aus den Jahren 1900 bis 1975 auf einer festen Station in 80 m Tiefe im Bornholmbecken ergibt eine signifikante Abnahme des Sauerstoffgehaltes (Matthäus, 1979). Im Mittel sank er seit 1900 um 2.3 ml/l, und zwar von > 4ml/l am Anfang des Jahrhunderts auf < 2ml/l im Jahr 1975. Für den Salzgehalt auf der gleichen Station läßt sich keine signifikante Veränderung feststellen.

Die im Vergleich zu Dorsch und Flunder geringe Toleranz der frühen Lebensstadien der Kliesche gegenüber niedrigen Salzgehalten zwingt diese in zunehmend schlechter durchlüftete Wasserschichten. Die Schwebfähigkeit der Eier ist geringer als die der von Flunder und Dorsch (Strodtmann, 1906, 1918). Die Larven der Kliesche wurden im Bornholmbecken überwiegend bodennah gefangen (Strodtmann, 1906, 1918). Wo der Aufenthaltsort der Nullgruppe der Kliesche dort gelegen hat ist nicht bekannt. Aufgrund der Befunde in den westlichen Gebieten (s. Kap. 2) kann man aber vermuten, daß sie sich in Tiefen deutlich unterhalb von 40 m aufgehalten hat.

Im Gegensatz zur Kliesche erreichen die Schollenanlandungen aus der mittleren Ostsee nach dem Krieg zeitweise wieder die maximale Höhe der Vorkriegsanlandungen. Da die Eier der Scholle ebenfalls einen hohen Salzgehalt von rund 12 ‰ zum Schweben brauchen (Strodtmann, 1918), ist als wichtigster Vorteil dieser Art ihre frühe Laichzeit zu vermuten. Der Einstrom des salzreichen Kattegatwassers erfolgt am häufigsten im Dezember

(Franck et al., 1987). Das saisonale Maximum der Sauerstoffkonzentration im Bornholmbecken auf 70 bis 80 m Tiefe liegt im April (Matthäus, 1978), und damit zu früh für die Kliesche, die erst im Juni und Juli laicht. Die Daten von Gehrke (1910) zeigen, daß der hohe Sauerstoffgehalt von 5ml/l nach dem Einstrom im Winter 1905/06 bis zum Juni des folgenden Jahres schon wieder bis auf 1 ml/l zurückgegangen war.

Die Bedeutung des Zeitpunktes, zu dem der Einstrom auftritt, verdeutlicht ein Vergleich der Jahre 1972 und 1976. In beiden Jahren führte der neue Einstrom zu einem starken Dorschjahrgang (Fonselius, 1986a). Bei der Scholle führte dagegen nur der Jahrgang 1976 zu einem starken Anstieg der Anlandungen im Jahr 1979, als die Altersklasse III in die Fänge rekrutierte. Der Einstrom des Jahres 1976 trat um den Januar, der des Jahres 1972 erst im April auf (Fonselius, 1986b). Damit kam letzterer für die Brut der Scholle wahrscheinlich zu spät, da die Scholle im Bornholmbecken zwischen Dezember und April laicht (Kändler, 1949).

Der Klieschenbestand in der mittleren Ostsee hat sich deswegen nicht erholt, weil die Reproduktionsbedingungen aufgehört haben zu existieren.

7 Zusammenfassende Diskussion

Auswirkungen der Fischerei auf den Klieschenbestand

Ein starker Einfluß der Fischerei auf die Rekrutierung der Kliesche in der mittleren Ostsee ist für den mit Daten belegten Zeitraum Anfang der 30er Jahre nicht wahrscheinlich, für den Zeitraum Ende der 30er Jahre kann dies aber nicht ausgeschlossen werden (Kap. 6). In der westlichen Ostsee ist ein Einfluß der Fischerei auf die Rekrutierung nicht zu erkennen. Der Hauptgrund dafür ist das im Verhältnis zu anderen demersalen Nutzfischen unterdurchschnittliche Wachstum der Art, was ihre gezielte Befischung für die Berufsfischerei nicht attraktiv macht. Der adulte Teil der Population unterliegt dennoch einer hohen Gesamtsterblichkeit.

Für den Bestand in der mittleren Ostsee konnte diese für Anfang der 30er Jahre als ungefähr $Z = 1.0$ bestimmt werden. Die fischereiliche Sterblichkeit betrug davon die Hälfte mit $F = 0.5$ (Kap. 6).

Für den Bestand in der westlichen Ostsee wurde ein mittleres Z von 1.5 als Mittelwert für den Zeitraum 1954 bis 1964 bestimmt. Dieser Wert bezieht sich auf den Nordteil der westlichen Ostsee, in dem sich die Masse des Bestandes aufhält. Es ist der Mittelwert für beide Geschlechter, berechnet mit einem angenommenen M von 0.2 unter Einbeziehung von Markt-LAS (näheres s. Kap.4). Für die westliche Ostsee war eine Auftrennung in natürliche und fischereiliche Sterblichkeit nicht möglich. Die natürliche Sterblichkeit wird aber in den 50er und 60er Jahren in der westlichen Ostsee geringer gewesen sein, als die in den 30er Jahren im Bornholmgebiet. Zum einen sind die hydrographischen Bedingungen in der westlichen Ostsee günstiger, zum anderen dürfte die Zahl der potentiellen Räuber in der westlichen Ostsee geringer gewesen sein. Im Bornholmgebiet gab es Anfang der 30er Jahre einen noch weitgehend unbefischten Dorschbestand mit einem hohen Anteil großer Tiere, die mit zunehmender Größe auch vermehrt Plattfische fressen. (Kap. 6).

Zwei weitere wichtige Gründe weswegen der Klieschenbestand von einer Rekrutierungsüberfischung wenig bedroht ist, sind die geringe mittlere Länge, bei der diese Fischart ihre erste Geschlechtsreife erlangt (Poulsen, 1933; Bohl, 1957) und ihre hohen Fruchtbarkeit, die sich aus der geringen Größe der Eier ergibt (Bohl, 1957; Götting, 1961).

Hinzu kommt, daß die individuelle Variabilität der Länge bei Erreichen der ersten Laichreife sehr hoch ist; stets sind auch geringe Prozentsätze der sehr kleinen Tiere schon geschlechtsreif. Diesem kleinen Prozentsatz entspricht dabei eine große absolute Anzahl laichreifer Klieschen, da kleine Individuen häufiger sind als große. Weil sich die Maschenweiten der Berufsfischer an der durchschnittlichen Größe ihrer Zielobjekte (insbes. Dorsch, Scholle und Flunder) orientieren, entkommen die meisten unreifen und dazu ein hoher Prozentsatz der laichreifen Klieschen durch die großen Maschen.

Von Interesse ist in diesem Zusammenhang die Möglichkeit einer dichteabhängigen Regulierung des Wachstums (Kap.3). Verbessert sich das Wachstum infolge einer Bestandslichtung durch die Fischerei, verschiebt sich auch die Länge der ersten Reife nach oben. Diesen Effekt konnten Strodtmann & Langhammer (1923) für die Scholle der westlichen Ostsee zeigen, indem sie ihre Ergebnisse mit denen von Henking und Fischer (1912) verglichen. Sie beobachteten eine Verschiebung der mittleren Länge der ersten Reife um etwa 10 cm. Stellt sich die Berufsfischerei nicht rechtzeitig mit größeren Maschenweiten auf die veränderten Bedingungen ein, so droht eine Rekrutierungsüberfischung. Entsprechendes beschreibt Nümann (1967) für den Blaufelchenbestand (Coregonus wartmanni) im Bodensee. Die gleiche Situation kann theoretisch Ende 30er Jahre auch bei der Kliesche in der mittleren Ostsee eingetreten sein. Diese positive Rückkopplung wirkt sich auf den Niedergang eines Bestandes beschleunigend aus.

Bei zunehmender Bestandsdichte verschlechtert sich das Wachstum und die erste Reife wird bei kleineren Längen erreicht. Damit sinkt die Gefahr einer Rekrutierungsüberfischung. Diese Situation dürfte z.Zt. für den Klieschenbestand in der westlichen

Ostsee, und hier besonders im Nordteil gegeben sein. Trotz der sehr intensiven Befischung des Gebietes gibt es für den Klieschenbestand in der westlichen Ostsee sogar Anzeichen einer Bestandszunahme (Kap. 5). In einem ähnlichen Zustand könnten sich auch die Klieschenpopulationen im Kattegat und in der Nordsee befinden, da es für beide trotz der bestehenden hohen Fischereiintensität in diesen Gebiete Indizien für ein Anwachsen der Bestände gibt (Bagge & Nielsen, 1987; Rauck, 1978). Bei anwachsender Populationsdichte bewirkt die Wachstumsverlangsamung zusammen mit einer Verringerung der mittleren Länge bei der ersten Geschlechtsreife eine Stabilisierung des Bestandes.

Ein weiterer Schutz gegen einen hohen Befischungsdruck in der westlichen Ostsee ist gegeben, wenn sich die juvenilen und auch ein Teil der adulten Klieschen in den mit Schleppnetzen nicht befischbaren steinigen Arealen aufhält (Kap. 3). Für die auf diesen Gründen eingesetzten Stellnetze sind auch viele älteren Klieschen noch zu klein, um gefangen zu werden.

Einfluß der hydrographischen Bedingungen auf den Klieschenbestand

Während die Kliesche gegen eine hohe Beanspruchung durch die Fischerei gut gewappnet zu sein scheint, können die spezifischen hydrographischen Bedingungen der Ostsee die Bestandsentwicklung limitieren. Aufgrund der charakteristischen Schichtungsverhältnisse der Ostsee während der Laichzeit der Kliesche gelangt die auf hohe Salzgehalte angewiesene Brut stets in die am schlechtesten mit Sauerstoff versorgten Wasserschichten (Kap. 2 u. 6). Mit zunehmender Entfernung von den Belten verschlechtern sich die für das Überleben der frühen Lebensstadien wichtigen Parameter: zum einen geht die Versorgung des Tiefenwassers mit Sauerstoff zurück, zum anderen finden sich die benötigten minimalen Salzgehalte in immer größeren Tiefen und in immer geringerer regionaler Ausdehnung. Es ist deshalb nicht überraschend, daß im Zuge einer langfristigen Verschlechterung der Sauerstoffversorgung der östlichste Bestand der Kliesche zusammenbrach (Kap. 6).

Vergleich der Bestandsentwicklung der Kliesche mit den Entwicklungen bei den anderen genutzten Bodenfischarten

Im folgenden soll erörtert werden, wie sich die Situation der Kliesche im Vergleich zu den anderen genutzten Bodenfischarten der mittleren und der westlichen Ostsee vor dem Hintergrund der hydrographischen und fischereilichen Einflüsse darstellt.

Hydrographische Einflußgrößen

Für das Bornholmgebiet ist eine Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse nicht erkennbar. Es kann darüber spekuliert werden, wie hier die Bestandsentwicklung in der Zukunft verlaufen wird. Von Bedeutung ist, daß nur der Sauerstoffgehalt im Bodenwasser abnimmt, während die Salzgehalte im Mittel unverändert bleiben oder ansteigen (Matthäus, 1979). Die Reproduktionsbedingungen haben sich demnach nicht aufgrund einer sinkenden Salzgehaltssprungschicht verschlechtert. Nehring und Francke (1980) sowie Weigelt (1988) diskutieren, daß möglicherweise in jüngster Zeit das einströmende Kattegatwasser stärker mit sauerstoffzehrenden Substanzen und Nährstoffen vorbelastet ist, als es früher der Fall war. Dieses Wasser ist also nicht mehr mit Sauerstoff gesättigt und zehrt stetig an dem mitgeführten Sauerstoff. Dadurch wird der O₂-Haushalt der Ostsee zusätzlich durch den Eintrag von sauerstoffzehrenden Substanzen und Nährstoffen aus Kattegat, Skagerak und Nordsee belastet.

Wenn sich die Sauerstoffverhältnisse weiter verschlechtern, wird die Scholle in der mittleren Ostsee die nächste Art sein, deren Rekrutierung ausfällt. Ihre Eier benötigen von den im Bornholm Becken verbliebenen Arten den höchsten Salzgehalt zum Schweben. Die nach dem Krieg sehr sprunghaft wechselnde Höhe der Anlandungen ist ein Indiz, daß die Population sich in einem instabilen Zustand befindet. Es gibt Anzeichen dafür, daß gute Jahrgänge der Scholle nur nach starken Einstromsituationen entstehen, die zudem rechtzeitig vor der Schollenlaichzeit wirksam werden müssen (Kap. 6.4.7).

Auch für den Dorsch im Bornholmbecken wird vermutet, daß die sehr hohe Eisterblichkeit von 99.9% (Müller & Bagge, 1977; Wieland, 1987) mit dem geringen Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers zusammenhängt. Fonselius (1986a) wies auf die enge Beziehung zwischen guten Dorschjahrgängen und Einbrüchen sauerstoffreichen Salzwassers in der mittleren Ostsee hin. Die nach einem Salzwassereinbruch angehobene Sprungschicht bewirkt, daß ein größerer Teil der Dorscheier in besser durchlüftete Wasserschichten gelangt. Das einströmende Wasser enthält zudem mehr Sauerstoff als das zuvor stagnierende Tiefenwasser, so daß auch in tieferen Wasserschichten die Überlebensbedingungen für die Brut steigen..

Für die westliche Ostsee, insbesondere für die Kieler Bucht, haben sich in jüngster Zeit Bestätigungen für langfristige negative Veränderungen der Sauerstoffsituation im Bodenwasser ergeben (Weigelt, 1988; Barbenerd im Druck). Die Klieschenpopulation läßt hier bislang keine Anzeichen einer Beeinträchtigung erkennen. Das kann damit erklärt werden, daß die Gebiete, aus denen die Rekrutierung hauptsächlich erfolgt, noch hinreichend gute Lebensbedingungen für die frühen Jugendstadien der Kliesche bieten. Diese Interpretation stützt sich auf die Vorstellung, daß eine Rekrutierung überwiegend aus dem nördlichen Teil der westlichen Ostsee erfolgt (s. Kap. 2). Nach Norden hin steigt die Salzgehaltssprungschicht an, so daß die frühen Entwicklungsstadien den benötigten Salzgehalt in zunehmend geringeren Wassertiefen finden, wo sie besser gegen den Sauerstoffmangel geschützt sind. Aus einem Bericht des dänischen Umweltministeriums für das Jahr 1981 (Anon., 1984; s.a. Bagge, 1986) geht hervor, daß die Gebiete nördlich der Kieler Bucht nicht in gleich hohem Maße von dem Sauerstoffmangel betroffen sind, wie die weiter südlich gelegenen Gebiete.

Man kann aus dem Umstand, daß die Kliesche in der westlichen Ostsee bisher keinen Bestandsrückgang zeigt, folgern, daß auch für Scholle und Dorsch die Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse, im Zusammenhang mit einer Gefährdung der frühen Entwicklungsstadien, nicht der Grund für die beobachteten Bestandsabnahmen (s. Kap. 1) dieser beiden Arten ist. Ihre

Larven, wie auch diejenigen der Flunder, finden sich längstens bis Mai/Juni im Pelagial. Die jungen Fische der Nullgruppen wandern anschließend in flache Gebiete und sind damit ebenso wie die Larven dem Sauerstoffmangel im Tiefenwasser in den Monaten Juli bis Oktober nicht ausgesetzt.

Es ist aber vorstellbar, daß die Bestände von Scholle, Dorsch und Flunder auf andere Weise durch den Sauerstoffmangel beeinträchtigt werden. Größere Mengen von Jungfischen können sterben, wenn infolge von Auftriebserscheinungen sauerstoffarmes Tiefenwasser in küstennahe Flachwasserbereiche gelangt. Nach den Untersuchungen von Scholz (1986) ist der Dorsch mit einer LC_{50} von 3.5 mg O_2/l empfindlicher gegenüber plötzlich eintretendem Sauerstoffmangel als die drei Plattfischarten.

Von den Plattfischen ist die Kliesche mit einer LC_{50} von 2.0 mg O_2/l wiederum empfindlicher als Scholle ($LC_{50}=1.6$ mg O_2/l) und Flunder ($LC_{50}=1.3$ mg O_2/l). Da die südlichen Gebiete von dem Sauerstoffmangel offenbar stärker betroffen sind als die nördlichen (Anon., 1984), ist eine selektive Schädigung der Bestände von Scholle, Dorsch und Flunder auf den Jungfischgründen in der Kieler und Mecklenburger Bucht denkbar. Für die Kliesche sind die südlichen Gebiete als Jungfischgründe wahrscheinlich weniger wichtig, da der Verbreitungsschwerpunkt der Population im Nordteil der westlichen Ostsee liegt (Kap. 5), und die Rekrutierung in den Südteil wahrscheinlich durch Klieschen der I-Gruppe erfolgt, die im Spätsommer durch den großen Belt einwandern (Kap 2.).

Aus Gründen der Vollständigkeit soll hypothetisch noch ein weiterer möglicher Einfluß auf die Rekrutierung der genannten Bestände angesprochen werden. Die im Zusammenhang mit dem Sauerstoffmangel stehende Eutrophierung der Ostsee kann eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung des Planktons bewirkt haben, wie sie Radach et al. (1988) für das Gebiet um Helgoland nachgewiesen haben. Die Larven der einzelnen Arten können durchaus in unterschiedlichem Maße von einer Veränderung der Ernährungsbedingungen betroffen sein, wenn sich diese angenommene Veränderung auf eine bestimmte Jahreszeit beschränkt. Die

Kliesche hat durch ihre späte und ausgedehnte Laichzeit eine Sonderstellung gegenüber Scholle, Dorsch und Flunder. Insbesondere die zeitliche Ausdehnung der Laichzeit kann ein Vorteil gegenüber den anderen Arten und damit auch eine Erklärung für die gegenläufige Bestandsentwicklung sein.

Einfluß der Befischung

Für die westliche Ostsee lassen sich die unterschiedlichen Bestandsentwicklungen auch durch die Auswirkungen der Fischerei erklären. Dorsch, Scholle und Flunder werden aufgrund ihres im Vergleich zur Kliesche guten Wachstums gezielt, intensiv und teilweise schon als Juvenile befischt.

Eine Vorstellung von dem hohen Befischungsdruck auf die Scholle in der westlichen Ostsee ergibt ein Vergleich mit den Verhältnissen in der Nordsee. Bagge & Nielsen (1988) berechnen ein mittleres Z von 1.3 (Mittel AK III-V) für die westliche Ostsee, für die Nordsee beträgt die Gesamtsterblichkeit der Scholle zwischen 1978 und 1985 etwa 0.5 (Basis: VPA ab AK IV), in den Jahren davor war sie z.T. noch geringer (Anon., 1988b, 1978). Die im Verhältnis zur Nordsee höhere Befischungsintensität in der Ostsee zeigt sich auch bei der Kliesche, sofern nicht für die westliche Ostsee eine höhere natürliche Mortalität als für der Nordsee vorausgesetzt wird. Die Klieschen unterliegen in der westlichen Ostsee einer deutlich höheren Gesamtsterblichkeit von $Z=1.5$ (Nordgebiet, $M=0.2$, incl. Markt-LAS, Mittel aus beiden Geschlechtern) als die Klieschen der Nordsee mit einem Z von 1.2 (Lee, 1972).

Der Befischungsdruck kann sich auch als Folge der Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse erhöht haben. Wenn die Fische den ungünstigen Gebieten ausweichen, konzentrieren sie sich in Gegenden mit besseren Sauerstoffverhältnissen. Dort bleiben die Fänge trotz fortschreitender Ausdünnung der Bestände noch einige Zeit hoch, verbunden mit einem Anstieg der fischereilichen Sterblichkeit.

Mittelfristig ist die Perspektive für den Klieschenbestand in der Westlichen Ostsee noch günstig. Durch den Niedergang von Dorsch, Scholle und Flunder profitiert die Art in dreierlei Hinsicht.

- 1) Die interspezifische Nahrungskonkurrenz sinkt.
- 2) Der Befischungsdruck geht zurück, da eine gezielte Befischung der Kliesche bei den gegenwärtigen Preisen und dem hohen untermaßigen Fanganteil nicht rentabel ist. Bei ansteigender Bestandsdichte der Kliesche verschlechtert sich zudem das Wachstum, wodurch die Attraktivität der Kliesche für die Fischerei weiter sinkt.
- 3) Der einzige Freßfeind der Kliesche, der Dorsch, verliert an Bedeutung.

Eine Gefahr für den Bestand ist z.Zt. nur in einer weiteren Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse in den Laichgebieten zu sehen.

8 Zusammenfassung

Die Kliesche in der Ostsee spielt als Nutzfisch eine untergeordnete Rolle und ist bislang nicht eingehend untersucht worden. Dies steht im Gegensatz zu der Bedeutung, die dieser Art in Teilen des Ökosystems aufgrund ihres Individuenreichtums zukommt. Die Untersuchungen liefern einen Beitrag zur Kenntnis ihrer Biologie und Populationsdynamik. In der westlichen Ostsee wurde von 1982 bis 1986 eine Versuchsfischerei, 1986 ein Markierungsexperiment durchgeführt. Neben den daraus resultierenden Daten wurde ein umfangreiches Untersuchungsmaterial aus den Archiven des dänischen Instituts für Fischerei und Meeresforschung in Charlottenlund und der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg und ihrer Außenstelle in Kiel analysiert. Einen eigenen Aspekt bildet die Entwicklung des Klieschenbestandes im Bornholmgebiet, der in den 30er Jahren zusammengebrochen ist. Folgende Hauptergebnisse wurden erzielt:

1) Das Markierungsexperiment zeigte, daß Wanderungen, die von der Kieler und Mecklenburger Bucht ausgehen, hauptsächlich in nördlicher und westlicher Richtung stattfinden. Aus der Kieler Bucht wanderten 9% der markierten Klieschen in die Belte und ins Kattegat. Von den in der Mecklenburger Bucht markierten Fischen wanderten 24% in die letztgenannten Gebiete und 49% in die Kieler Bucht. Diese hohe Abwanderung aus der Mecklenburger Bucht wird damit erklärt, daß in diesem Gebiet kaum gelaicht wird.

2) Zur Frage der Bestandstrennung lassen von Jensen (1938) publizierte Daten zur Analflossenstrahlzahl signifikante Unterschiede erkennen. Danach sind innerhalb der Ostsee (incl. Kattegat) drei Gebiete zu unterscheiden : a) Kattegat, b) westliche Ostsee bis Møen und c) Bornholmgebiet.

Für die Existenz einer isolierten Population im Bornholmgebiet spricht zusätzlich die rundere Körperform der hier gefangenen Klieschen, die sich bei der Auswertung eines Selektionsexperimentes von Borowik (1930) in der sehr viel kleineren Selektionsspanne (1.8 cm) gegenüber der von Klieschen aus der

westlichen Ostsee (3.2 cm) zeigte. Außerdem wurde in den Markierungsexperimenten von Laurinat (1932, 1933) Anfang der 30er Jahre in der Kieler Bucht und im Bornholmgebiet kein Austausch zwischen beiden Gebieten beobachtet.

Für einen einheitlichen Bestand in der westlichen Ostsee sprechen zusätzlich die beiden folgenden Ergebnisse.

3) Schleppversuche mit Baumkurren in der Kieler Bucht auf der Suche nach Klieschen der Nullgruppe erbrachten sehr geringe Anzahlen (13 Stück in 10.2 Schleppstunden) sowohl auf weichem Grund in 22 m Tiefe als auch auf steinigem Grund in 13 bis 20 m Tiefe im Gebiet der Station Süderfahrt. Die Überlebensbedingungen der Klieschenbrut in der Kieler Bucht werden aufgrund der im Anschluß an die Laichzeit im Bodenwasser herrschenden geringen Sauerstoffkonzentrationen als ungünstig eingeschätzt. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß eine größere Zahl von Klieschen der Nullgruppe in steinigem Arealen vorkommt, da sich in diesen Gebiete keine scharf fischendenden Geräte einsetzen lassen.

4) Eine Analyse des zeitlichen und regionalen Auftretens der I-Gruppe auf den Fischereistationen der Kieler Bucht läßt auf eine Einwanderung der I-Gruppe im Spätsommer durch den großen Belt schließen.

5) Die Gegenüberstellung der Längenzusammensetzungen aus dem Nord- (Belte südlich des Kattegat) und aus dem Südteil (Kieler und Mecklenburger Bucht) der westlichen Ostsee zeigt, daß im Nordteil sehr viel weniger Klieschen das dänische Mindestmaß von 25 cm erreichen als im Südteil. Dies wird auf ein schlechteres Wachstum im Nordteil zurückgeführt. Die Unterschiede zwischen den Medianen der Längenverteilungen in gleichen Altersklassen werden mit zunehmendem Alter größer. Die minimale statistisch signifikante Mediandifferenz beträgt 1 cm bei den Weibchen der AK I im September, die maximale Differenz beträgt 8 cm bei den Weibchen der AK V im Februar/März. Die Wachstumsunterschiede werden hauptsächlich auf die im Norden sehr viel höhere Besiedlungsdichte zurückgeführt.

Im Nordteil sind die Altersklassen 0 - III, im Südteil die AK 0 - II nicht voll in die Fischerei rekrutiert. Ein großer Teil der Prärekruten hält sich wahrscheinlich in nicht mit Schleppnetzen befischbaren steinigen Gebieten auf.

6) Aufgrund der unterschiedlichen Längenzusammensetzung und des unterschiedlichen Wachstums in beiden Teilgebieten wurde die Berechnung der Gesamtsterblichkeit und der Bestandsgröße für beide Teilgebiete getrennt durchgeführt. Als Verfahren wurde die Analyse der virtuellen Population (VPA) gewählt. Die Berechnungen weichen in drei Punkten von dem üblichen Vorgehen ab.

- Anstelle von Marktmessungen, die keine untermaßigen Klieschen enthalten, wurde die Längenzusammensetzung in den Fängen der Berufsfischerei mit Hilfe modifizierter Längenmeßreihen aus Forschungsfängen geschätzt. Die Meßreihen wurden wegen des Unterschiedes in den Steertmaschen zwischen kommerziellen und Forschungsnetzen unter Ausnutzung der Kenntnis der Netzselektion korrigiert.

- Der Anteil untermaßiger Fische im Jahresgesamtfang der Berufsfischerei wurde unter der Annahme geschätzt, daß das dänische Mindestmaß streng eingehalten wird. Dazu wurde das Verhältnis der Gewichte des untermaßigen und des maßigen Anteils in der korrigierten Meßreihe mit Hilfe der Längengewichtsbeziehung berechnet.

- Die Berechnungen wurden nicht jahresweise, sondern aufgrund des unvollständigen Datenbestandes für eine einzige mittlere Kohorte berechnet. Die einbezogenen Daten stammen aus dem Zeitraum 1954 - 1963 im Nordgebiet, bzw. 1958 - 1967 im Südgebiet.

Da die natürliche Sterblichkeit nicht zu ermitteln war, wurden Berechnungen für $M=0.2$, 0.3 , 0.4 und 0.5 durchgeführt, in diesem Bereich wird der tatsächliche Wert vermutet.

Die mittleren jährlichen Anlandungen aus dem Nordgebiet betragen 897 mt, der nichtangelandete Fanganteil (Discard) beträgt 3472 mt (387% der Anlandungen), für das Südgebiet resultieren 365 mt Anlandungen und 446 mt Discard (122%).

Der Effekt der natürlichen Sterblichkeit auf die berechnete Gesamtsterblichkeit ist gering. Mit $M=0.2$ ist für das Nordgebiet $Z=1.5$ (AK IV-VII, incl. Marktproben), für das Südgebiet $Z=1.6$ (AK III-VI ohne Marktproben).

Die Bestandsgröße variiert für den Südteil zwischen 21 Millionen Stück (1200 mt) und 47 Millionen Stück (2823 mt), wenn $M=0.2$ bzw. $M=0.5$ zugrundegelegt wird. Im Nordteil bewegt sich die Bestandsgröße zwischen 180 Millionen Stück (6778 mt) und 361 Millionen (10819 mt).

7) Die Analyse einer Serie von Einheitsfängen mit einem einheitlichen Netz auf 6 festen Stationen in der Kieler Bucht ergibt nur auf der dem Eingang des großen Belt am nächsten gelegenen Station "Millionenviertel" eine signifikante Zunahme der Individuendichte über den Gesamtzeitraum von 1956 bis 1987. Diese Station weist, bedingt durch ihre Lage, im Mittel die höchsten Salzgehalte und Sauerstoffwerte im Bodenwasser auf. Aufgrund der von Bagge & Nielsen für das Nordgebiet nachgewiesenen starken Zunahme der Individuendichte seit den 50er und 60er Jahren, und wegen der seit 1979 sehr hohen Anlandungen, wird für die westliche Ostsee insgesamt von einer Zunahme des Klieschenbestandes in den letzten Jahren ausgegangen. Die Kieler Bucht bietet vermutlich aufgrund der sich verschlechternden Sauerstoffbedingungen keine günstigen Bedingungen für eine kontinuierliche Bestandsentwicklung. Die Entwicklung der Einheitsfänge auf den meisten Stationen zeigt hier einen Abfall zur Mitte des Zeitraums hin an, auf den allerdings seit dieser Zeit ein Wiederanstieg folgte.

8) Die Gefahr einer Rekrutierungsüberfischung ist für den Klieschenbestand der westlichen Ostsee unter den derzeitigen Bedingungen nicht gegeben, da der Bestand in der westlichen Ostsee trotz der hohen, überwiegend fischereilich bedingten Ge-

samtsterblichkeit sogar Anzeichen einer Zunahme aufweist. Die Hauptgründe dafür sind:

- Das im Vergleich zu den anderen Nutzfischen unterdurchschnittliche Größe, besonders im dicht besiedelten Nordteil-
- Die geringe Länge beim Eintritt der ersten Geschlechtsreife
- Der Aufenthalt eines Teils der Prärekruten in nicht mit Schleppnetzen befischbaren Gebieten.

9) Eine Analyse der räumlichen Verteilung der Einheitsfänge im Gesamtgebiet zeigt einen Verbreitungsschwerpunkt am Nordrand der westlichen Ostsee in der Bucht von Aarhus und nördlich von Fünen. Nach Süden hin nimmt die Dichte ab. Die mittlere Dichte im Nordteil der westlichen Ostsee beträgt, je nach Berechnungsverfahren, das 2.4- bis 8.7-Fache derjenigen im Südgebiet. Die niedrige Schätzung ergibt sich aus dem Verhältnis der Mediane aller Einheitsfänge, die hohe aus dem Verhältnis der auf die Gebietsfläche bezogenen Schätzwerte der Individuenzahlen aus der VPA.

10) Aus einer graphischen Darstellung von Einheitsfängen der Jahre 1982 bis 1985 aus der Kieler Bucht in Abhängigkeit vom parallel gemessenen Sauerstoffgehalt des Bodenwassers läßt sich eine Grenzkonzentration von etwa 1.5 mlO₂/l ablesen, unterhalb der keine hohen Fänge (> 100 Stk./h) mehr erzielt werden, unterhalb von 1 mlO₂/l werden nur noch einzelne oder keine Klieschen mehr gefangen.

11) Eine Zusammenstellung der Anlandungen an Klieschen aus der mittleren Ostsee zeigt einen steilen Anstieg während der 20er Jahre bis auf ein Maximum von über 2500 mt im Jahr 1931. Nach 1932 folgt ein steiler Abfall auf ein Niveau von etwa 1200 mt. Nach 1939 sanken die Anlandungen bis auf etwa 100 mt ohne sich wieder zu erholen.

12) Die Analyse von Einheitsfängen aus Archivdaten und Publikationen ergab, daß seit Beginn des Jahrhunderts ein sehr dichter Bestand von Klieschen im Bornholmgebiet existierte, der östlichste Verbreitungsschwerpunkt außerhalb der Laichzeit die südliche Mittelbank war (Verbreitungsgrenze etwa Gotland), der einzige bedeutende Laichplatz das Bornholm Becken war und daß

parallel zum Niedergang der Anlandungen ein Rückgang der Individuendichte erfolgte. Seit den 60er Jahren sind im Bornholmgebiet bis auf sehr seltene Einzelfänge, überhaupt keine Klieschen mehr in Forschungsfängen aufgetreten.

13) Die Zunahme der Anlandungen in den 20er Jahren wird auf eine zunehmende Befischung tiefer Gebiete durch Motorkutter zurückgeführt, verbunden mit einer Verbesserung des Wachstums infolge einsetzender Bestandslichtung.

14) Aus den Rohdaten zweier in den Jahren 1930 und 1931 ausgeführter Markierungsexperimente läßt sich eine fischereiliche Sterblichkeit von $F=0.5$ ermitteln.

15) Aus prozentualen Alterszusammensetzungen von Forschungsfängen aus den 30er Jahren läßt sich eine Gesamtsterblichkeit von etwa $Z=1.0$ errechnen. Als Ursache für die sich dann ergebende natürliche Sterblichkeit von $M=0.5$ werden zwei mögliche Ursachen diskutiert. Beeinträchtigung der laichenden Tiere durch niedrige Sauerstoffgehalte im Bodenwasser und Fraßdruck durch die noch weitgehend unbefischte Dorschpopulation.

16) Die Auswertung eines Selektionsexperimentes ergibt eine 50%-Selektionslänge von 17.8 cm für eine Maschenweite von 45 mm, die nach Messungen von Henking (1925) etwa der mittleren verwendeten Maschenweite entsprach. Unter Berücksichtigung der Angaben von Poulsen (1933) zur mittleren Länge bei der ersten Geschlechtsreife (ca. 18 cm bei den Weibchen) und den berechneten Sterblichkeiten wird eine Rekrutierungsüberfischung des Bestandes als Ursache des Niedergangs bezweifelt.

17) Als Ursache für den Niedergang und die ausbleibende Erholung des Bestandes wird die von Matthäus (1979) für das Bornhombecken nachgewiesene signifikante Verschlechterung des Sauerstoffgehaltes im Bodenwasser angenommen. Die frühen Lebensstadien der Kliesche benötigen einen höheren Salzgehalt als die Brut von Dorsch und Funder und sind daher an die tieferen, schlecht belüfteten Wasserschichten gebunden. Gegenüber der Scholle ist die Kliesche durch die Lage ihrer Laichzeit im Sommer benachteiligt, da die Einbrüche salz- und sauerstoff-

reichen Kattogatwassers in der Regel im Winter erfolgen. Bis zum Sommer ist dann der Sauerstoff schon weitgehend verbraucht.

18) Für die Auswertung des Markierungsexperimentes wurde ein iteratives Verfahren zur Berechnung der fischereiliche Sterblichkeit entwickelt, welches den Ausschluß der Wiederfänge aus den ersten Monaten nach der Markierung ermöglicht. Dies ist sinnvoll, wenn in dieser ersten Phase die Vermischung der markierten und der nicht markierten Fische unvollständig ist. Dieses Verfahren wurde in einem methodischen Anhang dargestellt.

9 Literatur

- Aker, E. & Rauck, G. 1967. Tagging of juvenile flatfish at the German North Sea coast. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, F:25, 1-7
- Anon. 1978. Report of the North Sea flatfish Working Group. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1978, G:9, 103 S.
- Anon. 1982. Report of the Working Group on assessment of demersal stocks in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1982, Assess: 17
- Anon. 1983. Report of the Working Group on assessment of demersal stocks in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1983, Assess: 15, 87 S.
- Anon. 1984. Iltsvind og fiskedöd i 1981. Omfang og arsager. Miljöstyrelsen, Kobenhavn, 247 S.
- Anon. 1988a. Report of the Working Group on assessment of demersal stocks in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1988, Assess: 20, 62 S.
- Anon. 1988b. Report of the North Sea flatfish Working Group. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1988, Assess: 9, 114 S.
- Arntz, W.E. 1971. Die Nahrung der Kliesche (*Limanda limanda* L.) in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch. 22, 129-183
- Arntz, E.E. 1974. A contribution to the feeding ecology of juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in the Western Baltic. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 166, 13-19
- Arntz, W.E. 1977. The food of adult cod (*Gadus morhua* L.) in the Western Baltic. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 26, 60-69
- Babenerd, B. & Prein, M. 1987. Mass Fish Mortality in the Inner Kiel Fjord in October 1986. Poster, 10th Baltic Marine Biologists Symposium Kiel, 29 Sept.-3 Oct.
- Babenerd, B. (im Druck) Increasing oxygen deficiency in Kiel Bay (Western Baltic) - a paradigm of progressing coastal eutrophication. Kieler Meeresforsch. Sonderband 6, 26 S.
- Bagge, O. 1966. Tagging of Flounder in the Wesern Baltic, the Belt Sea and the Sound in 1960-62. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1966 D:1, 8 S.
- Bagge, O. 1970. The reaction of Plaice to Transplantation and Taggings. Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. 6, 331 S.
- Bagge, O. 1978. Danish mesh selection experiments with cod in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1981, J:17

- Bagge, O. 1981. The yearly consumption of cod in the Baltic and the Kattegat as estimated from stomach content. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1981, J:28
- Bagge, O. 1983. Danish Discards in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1983, J:15, 4 S.
- Bagge, O. 1985. Danish Discards in the Cod Fishery in the Baltic 1984-85. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1985, J:16, 4 S.
- Bagge, O. 1986. Danish Discards in the Cod Fishery in the Baltic 1985-86. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1986, J:18, 4 S.
- Bagge, O. & Nielsen, E. 1986. Change in abundance and growth of Dab and Plaice in Subdivision 22 1953-64 and 1982-85. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1986, J:19, 9 S.
- Bagge, O. & Nielsen, E. 1987. Growth and recruitment of Plaice in the Kattegat. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1987, G:7
- Bagge, O. & Nielsen, E. 1988. The change in abundance and growth of Plaice and Dab in subdivision 22 1962-85. Symposium on Baltic Sea fishery resources, Int. Coun. Explor. Sea, 1988, No. 27, 6 S.
- Banse, K. 1956. Über den Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 14 (2), 147-164
- Berghahn, R. 1987. The Wadden Sea as a Nursery for fish and crustacean species. Proceeding of the 5th int. Wadden Sea Symposium, Esbjerg. Eds.: S. Tongeard u. S. Asbirk. The National Forest and Nature Agency and the Museum of Fishery and Shipping, 1987, 69-85
- Berner, M., Rechlin, O., Rhode, K.-H. & Schulz, S. 1973. Umweltbedingte Fluktuationen der Dorsch- Heringsfischerei in der Mecklenburger Bucht. Fischerei-Forsch., 11 (1), 7-18
- Beverton, R.J.H., and Holt, S.J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 140, 67-83
- Beverton, R.J.H., and Holt, S.J. 1959. A review of the life spans and mortality rates of fish in nature and the relation to growth and other physiological characteristics. Ciba foundation colloquia on aging, 5, 142-180, London 1959
- Blegvad, H. 1916. On the Food of Fish in the Danish Waters within the Skaw. Rep. Dan. biol. Stat. 24, 1916, 72 S.
- Blegvad, H. 1926. On the Renewal of the Stock of Plaice in the Baltic proper. Rep. Dan. biol. Stat., 32, 1926, 37 S

- Blegvad, H. 1935. Transplantation of Plaice from the North Sea to the Belt Sea 1928-33. Rep. Dan. biol. Stat., 39, 12-84
- Bock, K.-H. 1971. Monatskarten des Salzgehaltes der Ostsee dargestellt für verschiedene Tiefenhorizonte. Dt. hydrogr. Z., Ergänzungsheft B 4 (11), 1971,
- Bohl, H. 1957. Die Biologie der Kliesche (*Limanda limanda* L.) in der Nordsee. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch. 15, 1-57
- Bohl, H. 1964. Selektionsdaten für Kliesche und Scholle aus Schleppnetzexperimenten im Seegebiet von Helgoland. Protokolle zur Fischereitechnik, 8, 304-356
- Borowik, J. 1930. On what does the Catch of undersized Fish depend? Journal du Cons. 5., No.1, 197-215
- Borrmann, H. & Berner, M. 1984. Gesamtfänge der See- und Küstenfischerei der DDR aus der Ostsee in den Jahren 1947 - 1962. Fischerei-Forschung, 22, 11-22
- Brey, T. 1986. Increase in macrozoobenthos above the halocline in Kiel bay comparing the 1960s with the 1980s. Mar. Ecol. Prog. Ser., 28, 299-302
- Bulletin Statistique des Peches Maritimes. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Kopenhagen, 1921-1987, Vol. 6-72 (1985-1987 als Coun. Meet. Advance Release of Tables 1-6)
- Cieglewicz, W. 1962. Estimation of mortality rates of Floundre in the Gdansk Bay. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1962, No.38, 5 S.
- Daan, N. 1973. A quantitative Analysis of the Food Intake of North Sea Cod, *Gadus Morhua*. Neth. J. Sea Res., 6, (4), 479-517
- Draganik, B. 1978. The state of the Flounder stocks in the Southern Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1978, J:11, 18 S.
- Ehrhardt, M. & Wenck, A. 1984. Wind pattern and hydrogen sulphide in shallow waters of the Western Baltic Sea, a cause and effect relationship? Meeresforsch., 30, 101-110
- Fonselius, S.H. 1962. Hydrography of the Baltic Deep Basins. Fishery Board of Sweden. Ser Hydrogr., 13, 40 S.
- Fonselius, S.H. 1969. Hydrography of the Baltic Deep basins III. Fishery Board of Sweden. Ser Hydrogr., 23, 1-97
- Fonselius, S.H. 1986a. On Long-term variations of some hydrographical Parameters in the deep Basins of the Baltic Proper. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea., 1986, C:7, 5 S.
- Fonselius, S.H. 1986b. On long-term variations of dissolved oxygen in the deep water of the Balti Sea. Baltic Sea Envirement Proceedings, 19, 1-21

- Franck, H., Matthäus, W. & Sammler, R. 1987. Major Baltic inflows during this century. Beitr. Meeresk., 56, 81-82
- Gehrke, J. 1910. Beiträge zur Hydrographie des Ostseebassins. Int. Coun. Explor. Sea. Pub. Circonst. No.52, 135 S.
- Gerlach, S.A. 1986. Langfristige Trends bei den Nährstoff-Konzentrationen im Winterwasser und Daten für eine Bilanzierung der Nährstoffe bin der Kieler Bucht. Meeresforsch., 31, 153-174
- Gibson, R.N. 1973. The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the Plaice. J. exp. mar. Biol. Ecol., 1973, 12, 79-102
- Götting, K.-J. 1961. Beiträge zur Kenntnis der Grundlagen der Fortpflanzung und zur Fruchtbarkeitsbestimmung bei marinen Teleostern. Helgoländer wiss. Meeresunters., 8, 2-41
- Gröhslers, T. 1986. Zur Ernährungsbiologie der Kliesche (*Limanda limanda* L.) in der Kieler Bucht. Diplomarbeit Univ. Kiel, 86 S
- Gulland, J.A. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Report Arctic Fish. Working group. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1965, No. 3, 9 S.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment. John Wiley & Sons, Chichester, New York, 223 S.
- Hansen, U.J. 1978. Hyppighed og Forekomst af pelagiske fiskeaegi Bornholmsdybet. Specialerapport 1978, 112 S.
- Heegaard, P. 1947. Investigations on the breeding season and the quantities eggs of the food-fishes of the Kattegat and the Northern Belt Sea 1929-1941. Medd. Komm. Danm. Fisk. Havunders. Ser. Fiskeri, 11 (4), 20 S.
- Hempel, G. & Blaxter, J.H.S. 1961. Einfluß von Temperatur und Salzgehalt auf Myomerenzahl und Körpergröße von Heringslarven. Z. f. Naturforsch., 16b (3), 227-228
- Henking, H. 1926. Beiträge zur Kenntnis der Seefischerei vor Pommern. Ber. dt. Komm. Meeresforsch. 2 (2), 108 S.
- Henking, H. & Fischer, E. 1905. Die Ostsee-Fischerei in ihrer jetzigen Lage. III. Übersicht über die Seefischerei Deutschlands in den Gewässern der Ostsee. Int. Coun. Expl. Sea, Public. Circon. No. 13b, 61-140
- Henking, H. & Fischer, E. 1912. Die Scholle und Flunder im Ostseegebiet. Abdruck Protokoll v. 11.06.1912 im Ministerium f. Landwirtschaft, Domänen u. Forsten, 5-44
- Hertling, H. 1928. Untersuchungen über die Ernährung von Meeresfischen, I. Quantitative Nahrungsuntersuchungen an Pleuronectiden und einigen anderen Fischen der Ostsee. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 5 (2), 25-124

- Hessle, C. 1923. Undersökningar rörande Sandskäddan (Pleuronectes Limanda, L.) i mellerstra Östersjön. Medd. Kungl. Landbuktstyrelsen, 243 (2), 113-124
- Hohendorf, K. 1968. Zur Schwebfähigkeit pelagischer Fischeier in der Ostsee. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 19, 181-193
- Jensen, A.C. 1938. The Races of Dab in Danish Waters. Rep. Dan. Stat., 42, 57-63
- Johansen, A.C. 1908. Contributions to the Biology of the Plaice. IV. Is the Plaice indigenous to true Baltic? Medd. Komm. Havunders. Ser. Fisk., 3, (5), 22 S.
- Johnsson, G. 1962. Beiträge zur Biologie der Kliesche (Limanda limanda L.) in isländischen Gewässern. Diss. Kiel 1962, 108 S.
- Jones, R. 1956. The analysis of trawl haul statistics with particular reference to the estimation of survival rates. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 140, 30-39
- Kändler, R. 1931. Erneuerung und Nutzung des Schollen- und Flunderbestandes im Gebiet der Oderbank. Ber. dt. Komm. Meeresforsch., 6 (1), 22-61
- Kändler, R. 1944. Untersuchungen über den Ostseedorsch während der Forschungsfahrten mit dem R.F.D. "Poseidon" in den Jahren 1925-1938. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 11 (2), 137-245
- Kändler, R. 1949. Die Häufigkeit pelagischer Fischeier in der Ostsee als Maßstab für die Zu- und Abnahme der Fischbestände. Kieler Meeresforsch., 6, 73-89
- Kändler, R. 1950. Jahreszeitliches Vorkommen und periodisches Auftreten von Fischbrut, Medusen und Dekapodenlarven im Fehmarnbelt in den Jahren 1934-1943. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 12 (1), 49-85
- Kändler, R. & Krüger, K. 1941. Schwankungen im Schollenbestand der pommerschen Gewässer. Monatsh. Fisch. N.F., 9 (2), 158-163
- Kändler, R. & Thurow, F. 1959. On the stock of flatfish and cod and the yields of the German fishery in the Baltic. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 147, 24-38
- Karakiri, M. & Temming, A. 1988. Auswirkungen des Sauerstoffmangels in der Ostsee auf die Tagesringbildung in den Otolithen von Klieschen (Limanda limanda L.). Verh. dt. zool. Ges., 81, im Druck
- Kelle, W. 1974. Überlebensrate untermaßiger Schollen und anderer Plattfische im Beifang der Garnelenfischerei. Diplomarbeit, Univ. Hamburg, 54 S
- Knudsen, H. 1973. On mortality rates for dab in the Belt Sea and the Western Baltic. Coun. Meet. Int. Counc. Explor. Sea 1973/F:5, 5 S.

- Kramp, P.L. 1913. Report on the Fish eggs and Larvae collected by the Danish Research Steamer "Thor" in the Langelandsbelt in 1909. Medd. Komm. Havunders. Ser. Fisk., 4 (5), 38 S.
- Kreikemeier, J. 1987. Stoffwechselfysiologisches Verhalten der Kliesche, *Limanda limanda* (L.), bei herabgesetzter Sauerstoffspannung. Diplomarbeit, Univ. Kiel, 65 S.
- Kruse, I & Granitzki, Ch. 1982. Gesamtfänge der Hochsee-, See- und Küstenfischerei der DDR in den Jahren 1961 - 1977. Fischerei-Forschung, 20 (2), 7-38
- Kühlmorgen-Hille, G. 1963. Quantitative Untersuchungen der Bodenfauna in der Kieler Bucht und ihren jahreszeitlichen Veränderungen. Kieler Meeresforsch. 19, 42-66
- Kühlmorgen-Hille, G. 1965. Qualitative und quantitative Veränderungen der Bodenfauna in der Kieler Bucht in den Jahren 1953-1965. Kieler Meeresforsch. 21, 167-191
- Laurinat, K. 1932. Aussetzung und Wiederfang von in der mittleren und westlichen Ostsee markierten Klieschen Mitt.dt.Seefischerei Ver., 48 (4), 238-241
- Laurinat, K. 1933. Die Wiederfänge von in der mittleren und westlichen Ostsee markierten Klieschen. Mitt.dt.Seefisch. Ver., 49, 74-87
- Lee, C.K.C. 1972. The biology and population dynamics of the common dab (*Limanda limanda* L.) in the North Sea. Diss., Univ. of East Anglia, 105 S.
- Lenz, W. 1971. Monatskarten der Temperatur der Ostsee, dargestellt für verschiedene Tiefenhorizonte. Dt. hydrogr. Z., Ergänzungsh. B4 (11)
- Lindblom, R. 1973. Abundance and horizontal distribution of pelagic fish eggs and larvae in the Baltic Sea 1967-1971 Medd. havfiske. Lysekil, 140. 33 S.
- Lønning, S. & Solemdal, P. 1972. The Relation between Thickness of Chorion and specific Gravity of eggs from Norwegian and Baltic Flatfish Populations. Fisk. Dir. Skr. Ser. Hav. Unders., 16, 77-88
- Lühmann, M. 1954. Die Wachstums-Veränderungen der Körperproportionen und einzelner Körperteile und Organe beim Ostseedorsch. Ber.dt.wiss.Komm.Meeresforsch., 13 (4), 327-346
- Mankowski, W. 1951. Zmiany biologiczne w Bałtyku w ciągu ostatnich lat pięćdziesięciu Prace Morsk. Inst. Ryback. w Gdynia, 6, 95-118
- Matthäus, W. 1978. Zur mittleren jahreszeitlichen Veränderlichkeit im Sauerstoffgehalt der offenen Ostsee. Beitr.zur Meeresk., 41, 61-94

- Matthäus, W. 1979. Langzeitvariationen von Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser der zentralen Ostsee. Beitr.zur Meeresk., 42, 41-93
- Meyer, P.F. 1950 a. Die Dampferfischerei in der Ostsee während der Kriegsjahre 1939/45 und ihre Bedeutung für die Fischwirtschaft und Fischereiwissenschaft. (Biologischer Teil I). Ber.dt.wiss. Komm.Meeresforsch., 12 (2), 168-209
- Meyer, P.F. 1950 b. Die Dampferfischerei in der Ostsee während der Kriegsjahre 1939/45 und ihre Bedeutung für die Fischwirtschaft und Fischereiwissenschaft. (Biologischer Teil II). Ber.dt.wiss. Komm.Meeresforsch., 12 (4) 457-479
- Meyer, P.F. 1950 c. Die Dampferfischerei in der Ostsee während der Kriegsjahre 1939/45 und ihre Bedeutung für die Fischwirtschaft und Fischereiwissenschaft. (Wirtschaftlicher Teil). Ber.dt.wiss. Komm.Meeresforsch., 12 (1) 1-48
- Meyer, P.F. 1952. Die mutmaßlichen Ursachen der biologischen und fischereilichen Veränderungen in der Ostsee. Natur und Volk, 82, 307-313
- Meyer, P.F. & Kalle, K. 1950. Die biologische Umstimmung der Ostsee un den letzten Jahrzehnten - eine Folge hydrographischer Wasserumschichtungen? Arch. Fischereiwiss., 2, 1-9
- Möbius, K. & Heincke, Fr. 1883. Die Fische der Ostsee. P.Parey, Berlin, 206 S.
- Molander, A.R. 1925. Undersökningar över Rödspotta (*Pleuronectes platessa* L.), Flundra (*Pleuronectes flesus* L.) och Sandskädda (*Pleuronectes limanda* L.) i södra Östersjön. Svensk.Hydrogr. Biol. Komm. Skr., 1 (1), 3-38
- Molander, A.R. 1926. Recent Swedish Researches into the Fish Population of Southern Baltic. Svensk.Hydrogr.Biol.Komm. Skr., 1 (2), 3-11
- Molander, A.R. 1938. Investigations into the Growth-rates of the common Dab and the Flounder in the Southern Baltic . Rapp.Proc. Verb., 109, 90-101
- Molander, A.R. 1955. Some marginal notes on the question of the growth and size of Plaice and Flounder in the Southern Baltic. Inst. Mar. Res., Lysekil, Ser. Biol., Rep. No. 4, 3-18
- Müller, A. 1970. Über das Auftreten von Fischlarven in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch. , 21, 349-368
- Müller, A.& Bagge, O. 1977. The mortality of cod eggs, the spawning of cod and the biomass of spawning stock in the Bornholm basin. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1977, P:14,

- Mulicki, Z. 1959. The state of the south Baltic flatfish stock. Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 147, 39-47
- Nehring, D. & Francke, E. 1980. Hydrographisch-chemische Veränderungen in der Ostsee im Jahre 1977. Fischerei-Forsch., 18, 51-59
- Nümann, W. 1967. Ungewollte und gezielte Eingriffe in die Populationsdynamik der Blaufellchen. Arch. Fischereiwiss., 18, 12-24
- Otterlind, G. 1957. Swedish Investigations of Flatfish. Ann.Biol., (1955), 12, 122-123
- Otterlind, G. & Sallerberg, G. 1959. Swedish Investigations of Flatfish. Ann.Biol., (1957), 14, 100-101
- Otterström, A. 1904. Die Ostsee-Fischerei in ihrer jetztigen Lage. I. Übersicht über die Seefischerei in den dänischen Gewässern innerhalb Skagens. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, Pub. Circon. No. 13a, 25 S.
- Otterström, A. 1906. Eggs and Young of Fishes in The Danish Waters. Dan. Biol. Stat., 13, 3-85
- Pauly, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. perm. int. Explor Mer, 39 (2), 175-192
- Petersen, C.G.J. 1893. On the Biology of our flat Fishes and on the decrease of our flat Fish Fisheries. Dan. Biol. Stat., 4, 127 S.
- Petersen, C.G.Joh. 1925. The influence of fishing upon the stock of Plaice in the Baltic during recent years. Rep. dan. biol. Stat., 31, 7-11
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. bull., 9, 65-74
- Poulsen, E.M. 1931. Biological Investigations upon the Cod in Danish Waters. Med. Komm. Dan. Fisk. Havunders. Ser. Fisk., 9 (1) 149 S.
- Poulsen, E.M. 1933. Biology of Dab in Danish Waters. Rep. Dan. biol. Stat., 38, 9-30
- Poulsen, E.M. 1938. The Dab in the Danish Waters, Investigations on Stock and Growth. Rep. Dan. biol. Stat., 42, 35-54
- Radach, G., Berg, J. & Hagmeier, E. 1988. Long-term changes of the annual cycles of hydrographic, nutrient and phytoplankton time series at Helgoland, related to meteorological conditions at FV Elbe 1 in the German Bight.- in Vorbereitung

- Rauck, G. 1969. Markierungspistole für Plattfische (verbesserte Methode). Arch.Fischereiwiss., 20 (2/3), 186-187
- Rauck, G. 1973. Alters- und Längenzusammensetzung des von der deutschen Hochseefischerei genutzten Schollenbestandes in der östlichen Nordsee in den Jahren 1966-1971. Arch. Fischereiwiss., 24, 199-216
- Rauck, G. 1978. The possibility of long-term changes in stock size of fish species living in the Wadden Sea. Fishes and fisheries of the Wadden Sea. Final report of the section 'fishes and fisheries' of the Wadden Sea Working Group. Eds.: N. Dankers, W.J. Wolff u. J.J. Zijlstra, Rep. No. 5, 33-105
- Rauck, G. 1988. Results of ottertrawl surveys 1985-1988 on juvenile Plaice in the inner German Bight. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1988, G:16, 11 S.
- Reibisch, J. 1911. Biologische Untersuchungen über Gedeihen, Wanderung und Ort der Entstehung der Scholle (*Pleuronectes platessa*) in der Ostsee. Wiss. Meeresunters., 13, 131-204
- Reibisch, J. 1927. Die Verteilung der jungen Plattfische des ersten Jahrganges an der deutschen Ostseeküste im Jahre 1925. Wiss.Meeresunters.N.F., Abt.Kiel, 20, 107-143
- Reimann, Z. 1959. Composition of the Polish Catches of Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the Baltic during the Years 1957-1959. Coun. Meet. Int Coun. Explor. Sea, 1959, Baltic-Belt Seas. Cttee. No.23, 3 S.
- Sachs, L. 1984. Angewandte Statistik. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 552 S.
- Saeger, J. 1974. Der Befischungszustand der Flunderpopulation in der Kieler Bucht. Diss. ,Kiel 1974, 115 S.
- Sahlin, S. 1957. Some Comments on Statistics relating to Swedish Fisheries in the Baltic. Rapp.Proc.Verb.Reun., 147, 56-64
- Schiemenz, P. 1902. Bericht über die Fischerei-Expedition des deutschen Seefischerei-Vereins in die Ostsee 1901. Abh.dt.See-Fisch.Ver, 7, 94-282
- Scholz, U. 1986. Sauerstoffmangelresistenz von Küstenfischen unter dem Einfluß von Parasitierung. Diplomarbeit Univ. Kiel, 65 S
- Schulz, B. 1934. Die hydrographischen Arbeiten der deutschen wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung. Ber.dt.wiss. Kommn.Meeresforsch, 7 (3), 203-209
- Silva, C.D. de & Tytler, P. 1973. The influence of reduced environmental oxygen on the metabolism and survival of Herring and Plaice larvae. Neth. J. Sea Res., 7, 345-362

- Spaargaren, D.H. 1976. On osmotic and ionic Regulation in Blood, Bile and Tissues of three Pleuronectus species. Neth. J. Sea Res, 10 (4), 479-489
- Steinberg, R. 1969. Rollergeschirr für Kutter-Grundschieppnetze. Das Fischblatt, 4, 1969, 82-87
- Strodtmann, S. 1906. Laichen und Wandern der Ostseefische II. Bericht. Wiss.Meeresunters.,Abt.Helgoland, N.F. 7 (2), 137-216
- Strodtmann, S. 1918. Weitere Untersuchungen über Ostseefische. III. Bericht. Wiss. Meeresunters.,Abt.Helgoland N.F.24, 33-94
- Strodtmann, S. & Kändler, R. 1934. Die Arbeiten der Ostseeabteilung Hamburg in den Jahren 1930-1933. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch., 7 (3), 270-318
- Strodtmann, S. & Langhammer, H. 1923. Untersuchungen über die Scholle in der westlichen Ostsee. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch, 1, 305-396
- Temming, A. 1983. Untersuchungen zur Bestandssituation der Kliesche (*Limanda limanda* (L.)) in der westlichen Ostsee Diplomarbeit Univ. Kiel, 50 S..
- Thurrow, F. 1974. Changes in Population Parameters of Cod in the Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 166, 85-93
- Thurrow, F. 1962. On the significance of quantitative catches with the standard trawl in the Western Baltic. Coun. Meet. Int. Coun. Explor. Sea, 1962, 56, 1-5.
- Trybom, F. & Wollebaek, A. 1904. Die Ostseefischerei in ihrer jetzigen Lage. II. Übersicht über die Seefischerei Schwedens an den süd- und östlichen Küsten dieses Landes. Int. Coun. Explor. Sea, Publ. Circon. No.13A, 27-59
- Veen, J.F., de.,Huwae, P.H.M. & Lavaleye, M.S.S. 1975. On discarding in the sole fishery and preliminar observations on survival rates of discarded plaice and sole in 1975. Coun. Meet. Int. Coun. Expl. Sea, 1975, F:28, 9 S.
- Weigelt, M. & Rumohr, H. 1986. Effects of wide-range oxygen depletion on benthic fauna and demersal fish in Kiel Bay 1981-1983.Meeresforsch., 31, 124-136
- Weigelt, M. 1987. Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Bodenfauna der Kieler Bucht. Ber. Inst. f. Meeresk. Kiel, 176, 283 S.
- Weigelt, M. 1988. Oxygen conditions in deepwater of Kiel Bay and the impact of inflowing saltrich Kattegat-water. Proceeding of the 16th Conf. of Balt. Oceanographers, Kiel, 5-9 Sept. 1988, 15 S., im Druck

- Westernhagen, H., von. 1970. Erbrütung der Eier von Dorsch (Gadus morhua), Flunder (Pleuronectes flesus) und Scholle (Pleuronectes platessa) unter kombinierten Temperatur- und Salzgehaltsbedingungen. Helgoländer wiss. Meeresunters., 21, 21-102
- Wieland, K. 1987. Untersuchungen zur Sterblichkeit von Dorscheiern im Bornholmbecken. Diplomarbeit Univ. Kiel, 97 S.
- Wyrтки, K. 1954. Der große Salzeinbruch in die Ostsee im November und Dezember 1951. Kieler Meeresforsch., 10, 19-25
- Zijlstra, J.J., Dapper, R. & Witte, J.Ij. 1982. Settlement, growth and mortality of post-larval Plaice (Pleuronectes platessa) in the western Wadden Sea. Netherland J. of Sea Research, 15, 250-272

10 Methodischer Anhang zur Sterblichkeitsberechnung aus Wiederfängen.

10.1 Einleitung

Eine Standardmethode zur Bestimmung der Gesamtsterblichkeit (Z) aus den Wiederfängen eines Markierungsexperimentes besteht darin, die Logarithmen der Wiederfänge aus gleichlangen Zeitintervallen gegen die Zeit, hier als Intervallnummer, aufzutragen. Ein Schätzwert für Z ergibt sich dann aus der Steigung der Regressionsgeraden, geteilt durch die Intervalldauer. Wird zusätzlich der Achsenabschnitt (I_0 = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Y-Achse) ermittelt, kann unter Einbeziehung der Anzahl insgesamt markierter Fische (N_0) der Z -Wert in die Komponenten fischereiliche Sterblichkeit (F) und natürliche Sterblichkeit (M , incl. markierungsbedingter Sterblichkeit) aufgespalten werden (App. 1 im Anhang) (Jones, 1956).

Eine wichtige Voraussetzung für die Korrektheit dieser Methode ist die vollständige zufällige Vermischung der markierten mit den nicht markierten Fischen. In der Praxis ist aber die Markierung oft auf Gebiete beschränkt, in denen ausreichende Individuenmengen gefangen werden können. Auch die Berufsfischerei konzentriert sich vorzugsweise auf diesen Plätzen mit höheren Fischdichten. Die fischereiliche Sterblichkeit, der die markierten Fische zunächst unterliegen, ist dann höher als die tatsächliche mittlere fischereiliche Sterblichkeit im Gesamtbestand.

Diese Situation zeigt sich bei der Auftragung der Logarithmen der Wiederfänge durch besonders hohe Werte in den ersten Intervallen. Diese Werte liegen oberhalb einer Regressionsgeraden, die an die folgenden Werte angepaßt wird.

Gulland (1983) schlägt vor, die betroffenen Wiederfänge aus der Auswertung auszuschließen, wenn die Phase kurz ist. Die Wiederfänge werden dann einfach von der Zahl der insgesamt markierten Fische (N_0) subtrahiert.

Im folgenden wird ein iteratives Verfahren vorgestellt, das eine exakte Korrektur von N_0 unter Berücksichtigung beider Sterblichkeitskomponenten erlaubt und daher auch für längere Vermischungsphasen anwendbar ist.

10.2 Material und Methode

Die Dauer der Vermischungsphase wird zunächst an Hand der Auftragung der Logarithmen der Wiederfänge beurteilt. Der Korrekturalgorithmus beginnt mit der Berechnung der Regression (Z_2, I_1) aus den Wiederfängen nach der Vermischungsphase. Dabei wird das erste Intervall nach der Vermischungsphase genauso behandelt wie das erste Intervall im Standardverfahren (App. 1).

Im nächsten Schritt wird eine erste Approximation für N_1 berechnet, d.i. die korrigierte Zahl der insgesamt ausgesetzten Fische, N_1 ergibt sich aus N_0 abzüglich aller in der Vermischungsphase gefangenen oder gestorbenen Fische. N_1 ist damit die Zahl der insgesamt lebendigen markierten Fische am Anfang des ersten Intervalls nach der Vermischungsphase. Die erste Berechnung von N_1 erfolgt unter der einfachen Annahme, daß die Gesamtsterblichkeit der Vermischungsphase (Z_1) genauso groß war, wie diejenige in der Folgezeit (Z_2). Es gilt also $N_1 = N_0 \cdot \exp(-Z_1 \cdot T_1)$ mit $Z_1 = Z_2$, wobei T_1 die Dauer der Vermischungsphase in Jahren ist.

Das resultierende N_1 ist eine Überschätzung, da Z_1 unterschätzt ist; denn die fischereiliche Sterblichkeit der Vermischungsphase ist ja in Wahrheit höher als in der Folgezeit (Hauptphase).

Als nächstes wird mit dem überschätzten N_1 die erste F_2 (fischereiliche Sterblichkeit in der Hauptphase) berechnet, die nun ihrerseits unterschätzt ist (N_1 steht im Nenner des Ausdruckes). Außerdem ergibt sich $M = Z_2 - F_2$. Diese erste F_2 unterschätzt die wahre F_2 und die wahre F_1 (wegen $F_1 > F_2$).

Dann wird mit der Annahme $F_1 = F_2$ der Gesamtfang der Vermischungphase (C_1) berechnet, der dadurch ebenfalls unterschätzt wird und also kleiner als die beobachtete Zahl der Wiederfänge (C_{obs}) sein muß.

Die bisherigen Berechnungen ergeben den Startpunkt der Iteration. Die eigentliche Iteration beginnt damit, daß zu der alten F_1 ein festes Inkrement ($IC=0.1$) zuaddiert wird. Mit dieser zweiten F_1 werden nacheinander N_1 , F_2 , M und C_1 neu berechnet.

Wenn nun der Absolutbetrag der Differenz $C_{obs} - C_1$ kleiner als ein vorgegebens Limit (z.B. 0.5) ist, wird die Iteration abgebrochen.

Falls dies nicht der Fall ist, wird geprüft ob C_1 kleiner als C_{obs} ist. Im positiven Fall ($C_1 < C_{obs}$) wird ein weiteres Mal das Inkrement zur aktuellen F_1 addiert und die Rechnung neu gestartet. Im negativen Fall ($C_1 > C_{obs}$) wird ein Inkrement von der aktuellen F_1 abgezogen, das Inkrement wird um einen bestimmten Faktor reduziert, ein reduziertes Inkrement zuaddiert und die Berechnung neu gestartet. Im Anschluß an jede Berechnung wird geprüft, ob die Differenz $C_{obs} - C_1$ kleiner als das vorgegebene Limit ist.

Ein Flußdiagramm faßt den Ablauf der Berechnung zusammen (Abb. 31). Eine Übersicht über die Nomenklatur und der Programmtext finden sich im Anhang (App. 1 und App. 2). Das Modell wurde mit Kunstdaten (Tab. 29) geprüft, und auf die Wiederfänge von zwei reale Markierungsexperimenten (Laurinat, 1932, 1933 & Ciegiewicz, 1962) angewandt (Tab. 28 in Kap. 6 und 30).

10.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analyse der Kunstdaten zeigt Tab 31. Die beste Übereinstimmung ergibt sich im Fall a, die größte Abweichung im Fall c. In allen Fällen ist der Algorithmus in der Lage die Differenzen zwischen F_1 und F_2 zu ermitteln. Abb. 32 und Tab. 32 zeigen die Ergebnisse der Analyse von Wiederfängen aus dem Markierungsexperiment mit Flundern. Die ersten drei Monate entsprechen der Vermischungsphase. Das Iterationsverfahren schätzt F als 0.28 und Z als 1.7. Das Standard-

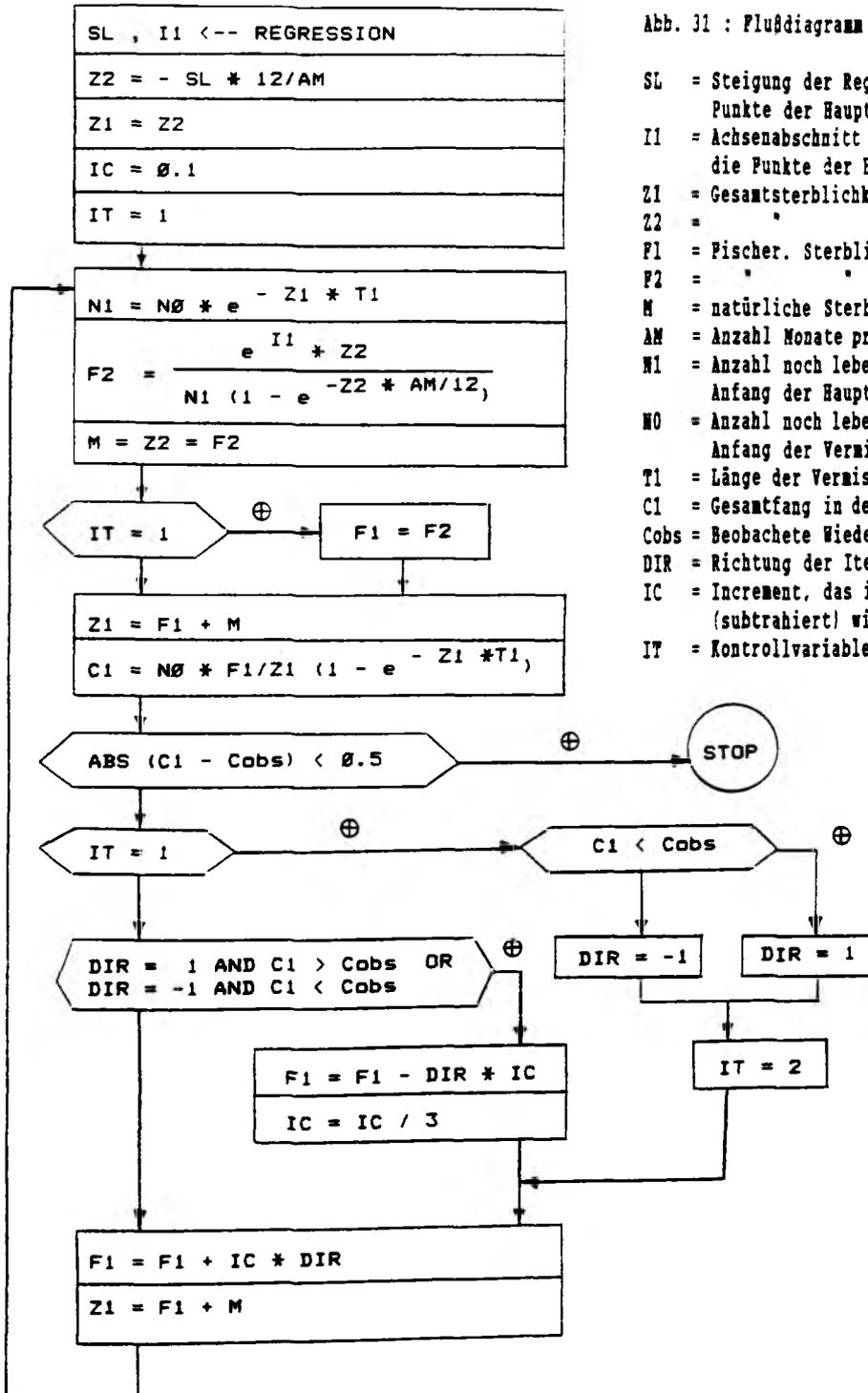
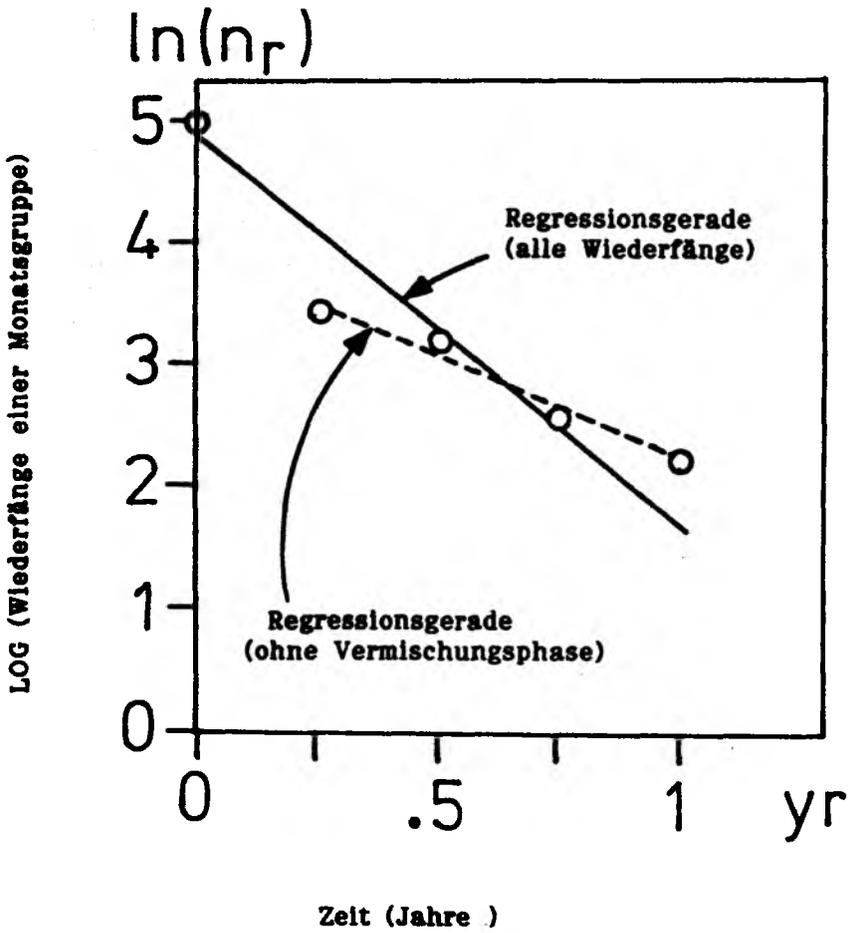


Abb. 31 : Flußdiagramm zum Iterationsverfahren

- SL = Steigung der Regressionsgeraden durch die Punkte der Hauptphase (nach der Vermischung)
- I1 = Achsenabschnitt der Regressionsgeraden durch die Punkte der Hauptphase
- Z1 = Gesamtsterblichkeit in der Vermischungsphase
- Z2 = " " " " Hauptphase
- F1 = Fischer. Sterblichk. i. d. Vermischungsphase
- F2 = " " " " Hauptphase
- M = natürliche Sterblichkeit in beiden Phasen
- AM = Anzahl Monate pro Monatsgruppe, AM/12 = T
- N1 = Anzahl noch lebender markierter Fische am Anfang der Hauptphase
- N0 = Anzahl noch lebender markierter Fische am Anfang der Vermischungsphase
- T1 = Länge der Vermischungsphase (in Jahren)
- C1 = Gesamtfang in der Vermischungsphase (mit F1)
- Cobs = Beobachtete Wiederfänge in der Vermischungsphase
- DIR = Richtung der Iteration
- IC = Increment, das in jeder Schleife zu F addiert (subtrahiert) wird
- IT = Kontrollvariable (für erste Iterationsschleife)

Abb. 32 : Wiederfänge von markierten Flundern in der Ostsee, nach Ciegiewicz (1962), verändert



Tab. 29 : Künstliche Wiederfangdaten, erzeugt mit den angegebenen Parametern

a) $F_1=0.7$, $f_2=0.5$, $M=0.2$, $N_0=3000$, $T_1=4/12$, $T=3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4	5
Wiederfänge (n_r)	255	214	180	151	127	106

Cobs = 605

b) $F_1=0.7$, $F_2=0.5$, $M=0.2$, $N_0=1000$, $T_1=4/12$, $T=3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4	5
Wiederfänge (n_r)	85	71	60	50	42	35

Cobs = 202

c) $F_1=0.7$, $F_2=0.5$, $M=0.2$, $N_0=300$, $T_1=4/12$, $T=3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4	5
Wiederfänge (n_r)	25	21	18	15	13	11

Cobs = 60

d) $F_1=0.5$, $F_2=0.7$, $M=0.2$, $N_0=1000$, $T_1=4/12$, $T=3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4	5
Wiederfänge (n_r)	124	99	79	63	50	40

Cobs = 149

e) $F_1=0.7$, $F_2=0.5$, $M=0.2$, $N_0=1000$, $T_1=1/12$, $T=3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4	5	6
Wiederfänge (n_r)	106	89	75	63	53	44	37

Cobs = 56

Tab. 30 : Wiederfänge aus einem Markierungsexperiment mit Flundern in der Ostsee (Cieglewicz 1962), $N_0 = 962$, $T = 3/12$

Monatsgruppe (r)	0	1	2	3	4
Wiederfänge (n_r)	144	30	24	13	9

Tab. 31 : Ergebnisse des Iterationsverfahrens zu den Daten aus Tab. 29.

Daten satz	F1	F2	M	r ²	I1	Anz. Iterat.
a	0.701	0.501	0.200	1.000	5.542	13
b	0.703	0.501	0.207	1.000	4.443	5
c	0.691	0.479	0.176	0.999	3.213	7
d	0.503	0.703	0.204	1.000	4.821	9
e	0.691	0.500	0.202	1.000	4.666	3

Tab. 32 : Analyse der Wiederfänge aus Tab. 30

Verfahren	Standard	Iteration
r ²	0.893	0.972
I0	4.539	3.469
Z1		2.183
Z2	2.553	1.690
F1		0.776
F2	0.526	0.282
M	2.026	1.408

Tab. 33 : Verlauf der Iteration zu Tab. 32

No.	F1	M	N1	C1	IC
1	0.250	1.440	630	49	0.00000
2	0.350	1.434	615	68	0.10000
3	0.450	1.428	601	86	0.10000
4	0.550	1.422	587	104	0.10000
5	0.650	1.415	573	122	0.10000
6	0.750	1.409	560	139	0.10000
7	0.850	1.402	547	156	0.10000
8	0.783	1.407	557	145	0.03333
9	0.761	1.409	559	141	0.01111
10	0.772	1.408	558	143	0.01111
11	0.783	1.407	556	145	0.01111
12	0.776	1.408	557	144	0.00370

verfahren überschätzt Z um 51% und F um 87% (Ergebnisse der Iteration als 100%). Tab. 33 zeigt den Verlauf der wichtigen Größen für die einzelnen Iterationsschritte.

Für das Markierungsexperiment mit Klieschen in der westlichen Ostsee ergibt sich eine doppelt so hohe fischereiliche Sterblichkeit, $F=1.04$, in der Vermischungsphase, wie in der Hauptphase mit $F=0.49$.

10.4 Diskussion

Die gegenüber der Hauptphase erhöhte fischereiliche Sterblichkeit in den ersten Monaten wird in beiden Markierungsexperimenten auf unvollständige Vermischung, verbunden mit einer Befischung der Aussetzgebiete zurückgeführt.

Die Genauigkeit der Iterationsmethode sinkt mit der Anzahl markierter Fische solange man das Limit für die minimale Differenz zwischen C_{obs} und C_1 konstant (hier $C=0.5$) läßt. Bei insgesamt 300 markierten Fischen unterscheidet das Verfahren noch zwei F -Werte mit einer Differenz von 0.2 unter idealen Bedingungen.

Grundsätzlich kann der Algorithmus sowohl höhere als auch herabgesetzte (Fall d) F_1 -Werte erkennen.

Theoretisch hat das Problem auch eine exakte (nicht iterative) Lösung; nämlich dann, wenn man in der Vermischungsphase eine eigene Regression berechnen kann. Derartige Daten dürften in der Praxis aber selten sein.

Es wäre theoretisch auch möglich, den Algorithmus zur Erkennung einer erhöhten markierungsbedingten Sterblichkeit in einer Anfangsphase einzusetzen. Das Problem liegt aber darin, daß M nur einen geringen Einfluß auf die Fangmenge C_1 hat, die hier zur Steuerung der Iteration verwendet wird. Ein kleiner Unterschied zwischen F_1 und F_2 würde vermutlich den Effekt unterschiedlicher M -Werte maskieren.

Der Vorteil der vorgestellten Methode liegt darin, daß sie keine zusätzlichen Daten, z.B. Aufwandsdaten (Beverton & Holt, 1956) benötigt. Die Iteration verläuft schnell, der simple Algorithmus läßt sich auch auf programmierbaren Taschenrechnern realisieren.

11 Anhang

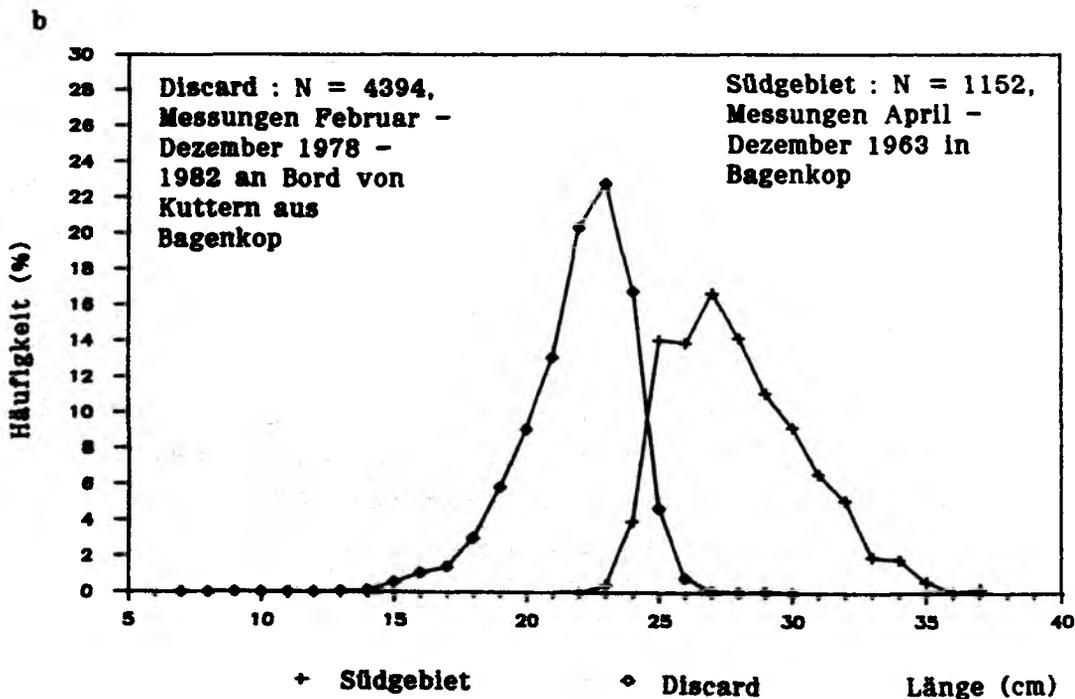
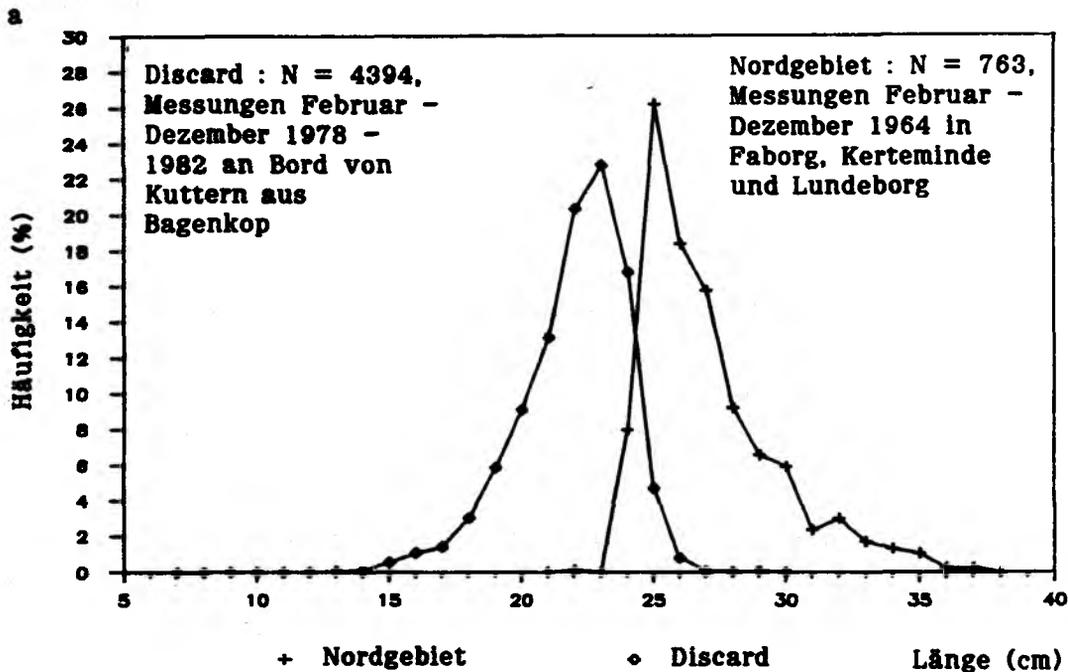


Abb. A1 : Meßreihen von Marktproben und Discard an Bord von Kuttern.
Unpubliziertes Material des dänischen Fischereiinstitutes
in Charlottenlund.

Tab. A1 : Eingabedaten für die VPA, mittlerer Jahresgesamtfang in Stückzahl je Altersklasse und mittleres Gewicht je AK. Für das Nordgebiet wurden die Jahre 1954-63, für das Südgebiet die Jahre 1958-67 in die Mittelung einbezogen. Datenbasis s. Tab. 3 u. 4.

Südgebiet

AK	Mittl. Jahresges.fang in Stk. je AK				mittleres Gewicht (g)		mittlere Länge (cm)	
	Männchen		Weibchen		Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
	Markt LAS		Markt LAS					
	mit	ohne	mit	ohne	chen	chen	chen	chen
0	707	710	0	0				
1	349571	350228	307361	307027	3.4	5.5	6.8	8.3
2	1168169	1192104	1138023	1172144	53.6	56.8	16.8	17.2
3	964497	1051749	938836	1052797	121.5	139.6	22.0	22.8
4	305872	296990	374718	375691	201.9	245.1	26.0	27.2
5	103031	64298	151193	93126	264.0	353.3	28.4	30.5
6	46590	13277	55811	8757	324.7	463.1	30.4	33.2
7	23500	1856	29733	2318	365.2	543.2	31.6	34.9
8	9584	148	15176	1046	379.4	589.2	32.0	35.8
9	2051		2662		394.0	621.2	32.4	36.4
10			294			638.0		36.7

Nordgebiet

AK	Mittl. Jahresges.fang in Stk. je AK					mittleres Gewicht (g)		mittlere Länge (cm)	
	Männchen		Weibchen			Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
	Markt LAS		Markt LAS						
	mit	ohne	mit	ohne		chen	chen	chen	chen
0	0	1734	0	0	1446				
1	1213581	1242854	723376	723376	751877	3.4	2.5	6.8	6.5
2	5230379	8042988	3856669	3856669	3926931	36.5	28.8	14.8	13.9
3	8004953	4345294	7969180	7969180	7935312	66.1	66.8	18.0	18.1
4	4490669	1171200	5181771	5181771	4917189	91.0	112.3	20.0	21.3
5	1082038	230892	1410081	1410081	1503514	108.6	151.6	21.2	23.4
6	226646	52645	419536	419536	486134	128.4	192.1	22.4	25.2
7	58301	6420	72568	72568	88511	142.8	220.2	23.2	26.3
8	9883		17207	6888	5026	158.3	236.6	24.0	26.9
9	1038			10319	9805	166.5	245.1	24.4	27.2
10					2863		254.7		27.5

A = mit Plusgruppe
B = ohne Plusgruppe

Tab. A2a : Ergebnisse der VPA für den Nordteil der westlichen Ostsee. Die Eingabedaten sind in Tab. A1 zusammengefasst, eine Übersicht über die Grunddaten geben Tab. 3 u. 4. Die Berechnungen wurden für eine mittlere (idealisierte) Kohorte durchgeführt, der betrachtete Zeitraum umfaßt die Jahre 1954-63. Es bedeuten : N = Bestand in Stückzahl, P = fischereiliche Sterblichkeit, Z = Gesamtsterblichkeit, jeweils als Mittel aus verschiedene Gruppen von AK.

Männchen, N=0.2

Weibchen, N=0.2

mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	P	Gew. (mt)	N (Mio)	P	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	P	Gew. (mt)	N (Mio)	P	Gew. (mt)
1	34.25	0.04	116	34.16	0.04	116	1	34.68	0.02	87	34.70	0.02	87
2	26.94	0.24	983	26.84	0.24	980	2	27.74	0.17	799	27.73	0.17	799
3	17.33	0.71	1145	17.32	0.72	1145	3	19.22	0.61	1284	19.15	0.61	1279
4	6.94	1.25	632	6.90	1.19	628	4	8.53	1.11	958	8.50	1.02	955
5	1.62	1.34	176	1.72	1.42	187	5	2.29	1.14	348	2.51	1.08	380
6	0.35	1.27	45	0.34	1.39	44	6	0.60	1.47	116	0.69	1.49	133
7	0.08	1.64	11	0.07	1.82	10	7	0.11	1.23	25	0.13	1.43	28
8	0.01	1.94	2	0.01	1.41	1	8	0.03	0.33	6	0.03	0.25	6
9	0.00	1.37	0				9	0.02	1.22	4	0.02	1.11	4
							10				0.00	1.25	1
Summe	88		3111	87		3111	Summe	93		3626	93		3672
Z	4-7	1.57		1.66			Z	4-7	1.44		1.45		
	4-6	1.49		1.53				4-6	1.44		1.40		
	3-7	1.44		1.51				3-7	1.31		1.33		
	3-6	1.34		1.38				3-6	1.28		1.25		

Männchen, N=0.3

Weibchen, N=0.3

mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	P	Gew. (mt)	N (Mio)	P	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	P	Gew. (mt)	N (Mio)	P	Gew. (mt)
1	45.27	0.03	154	45.16	0.03	154	1	46.96	0.02	117	47.08	0.02	118
2	32.49	0.21	1186	32.39	0.20	1182	2	34.16	0.14	984	34.23	0.14	986
3	19.57	0.64	1293	19.57	0.65	1293	3	21.99	0.55	1469	21.98	0.54	1468
4	7.61	1.16	692	7.57	1.10	689	4	9.43	1.02	1059	9.45	0.93	1061
5	1.77	1.24	192	1.87	1.32	203	5	2.53	1.04	383	2.77	1.00	420
6	0.38	1.18	49	0.37	1.30	47	6	0.66	1.35	126	0.76	1.37	146
7	0.09	1.54	12	0.07	1.73	11	7	0.13	1.09	28	0.14	1.27	32
8	0.01	1.83	2	0.01	1.32	2	8	0.03	0.29	7	0.03	0.22	7
9	0.00	1.27	0				9	0.02	1.11	4	0.02	1.02	4
							10				0.00	1.13	1
Summe	107		3581	107		3581	Summe	116		4178	116		4242
Z	4-7	1.58		1.66			Z	4-7	1.43		1.44		
	4-6	1.49		1.54				4-6	1.44		1.40		
	3-7	1.45		1.52				3-7	1.31		1.32		
	3-6	1.36		1.39				3-6	1.29		1.26		

Tab. A2b : Ergebnisse der VPA für den Nordteil der westlichen Ostsee. Die Eingabedaten sind in Tab. A zusammengefaßt, eine Übersicht über die Grunddaten geben Tab. 3 u. 4. Die Berechnungen wurden für eine mittlere (idealisierte) Kohorte durchgeführt, der betrachtete Zeitraum umfaßt die Jahre 1954-63. Es bedeuten : N = Bestand in Stückzahl, F = fischereiliche Sterblichkeit, Z = Gesamtsterblichkeit, jeweils als Mittel aus verschiedene Gruppen von AK.

Männchen, M=0.4							Weibchen, M=0.4						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	60.60	0.02	206	60.49	0.03	206	1	64.49	0.01	161	64.85	0.01	162
2	39.63	0.18	1446	39.53	0.17	1443	2	42.63	0.12	1228	42.85	0.12	1234
3	22.28	0.58	1473	22.28	0.58	1473	3	25.42	0.48	1698	25.51	0.48	1704
4	8.38	1.06	763	8.35	1.01	760	4	10.52	0.92	1181	10.60	0.84	1191
5	1.94	1.14	211	2.04	1.23	222	5	2.81	0.95	425	3.08	0.91	467
6	0.42	1.10	53	0.40	1.21	52	6	0.73	1.22	140	0.83	1.24	160
7	0.09	1.45	13	0.08	1.63	11	7	0.14	0.96	32	0.16	1.11	36
8	0.01	1.73	2	0.01	1.24	2	8	0.04	0.26	9	0.04	0.19	8
9	0.00	1.18	0				9	0.02	1.01	5	0.02	0.93	5
							10				0.01	1.02	1
Summe	133		4168	133		4168	Summe	147		4878	148		4968
Z	4-7	1.59		1.67			Z	4-7	1.41		1.42		
	4-6	1.50		1.55				4-6	1.43		1.40		
	3-7	1.46		1.53				3-7	1.31		1.31		
	3-6	1.37		1.41				3-6	1.29		1.27		

Männchen, M=0.5							Weibchen, M=0.5						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	82.25	0.02	280	82.12	0.02	279	1	89.99	0.01	225	90.85	0.01	227
2	48.94	0.15	1786	48.84	0.15	1783	2	54.02	0.10	1556	54.52	0.10	1570
3	25.61	0.51	1693	25.62	0.52	1693	3	29.76	0.42	1988	30.01	0.41	2005
4	9.30	0.97	846	9.27	0.92	844	4	11.84	0.83	1330	12.02	0.74	1350
5	2.14	1.04	233	2.24	1.13	243	5	3.15	0.86	477	3.46	0.82	525
6	0.46	1.01	59	0.44	1.13	56	6	0.81	1.09	156	0.93	1.11	178
7	0.10	1.35	14	0.09	1.53	12	7	0.17	0.83	36	0.18	0.95	41
8	0.02	1.62	3	0.01	1.15	2	8	0.04	0.23	10	0.04	0.16	10
9	0.00	1.09	0				9	0.02	0.91	5	0.02	0.83	5
10							10				0.01	0.91	1
Summe	169		4914	169		4913	Summe	190		5783	192		5912
Z	4-7	1.59		1.68			Z	4-7	1.40		1.41		
	4-6	1.51		1.56				4-6	1.42		1.39		
	3-7	1.48		1.54				3-7	1.30		1.31		
	3-6	1.38		1.42				3-6	1.30		1.27		

Tab. A2c : Ergebnisse VPA Nordgebiet, Berechnungen mit Plusgruppe, näheres s. Legende Tab. 2Aa

N		0.2			0.3			0.4			0.5		
AK		N(Mio)	F	Gew.(mt)	N(Mio)	F	Gew.(mt)	N(Mio)	F	Gew.(mt)	N(Mio)	F	Gew.(mt)
	1	34.65	0.02	87	46.88	0.02	117	64.26	0.01	161	89.39	0.01	223
	2	27.72	0.17	798	34.10	0.14	982	42.49	0.12	1224	53.65	0.10	1545
Weib-	3	19.20	0.61	1283	21.95	0.55	1466	25.32	0.49	1691	29.54	0.43	1973
chen	4	8.51	1.12	956	9.40	1.02	1055	10.45	0.93	1173	11.71	0.84	1315
mit	5	2.28	1.15	346	2.50	1.06	379	2.76	0.98	419	3.07	0.89	465
Markt	6	0.59	1.53	114	0.64	1.43	123	0.70	1.33	134	0.76	1.23	146
LAS	7	0.10	1.46	23	0.11	1.36	25	0.12	1.27	27	0.14	1.17	30
	8	0.02	1.31	5	0.02	1.21	5	0.02	1.12	6	0.03	1.03	6
	9												
	10												
Summe		93		3611	116		4153	146		4834	188		5704
	4-7		1.52			1.52			1.53			1.53	
Z	4-6		1.47			1.47			1.48			1.49	
	3-7		1.38			1.39			1.40			1.41	
	3-6		1.30			1.32			1.33			1.35	

Tab. A3a : Ergebnisse der VPA für den Südtteil der westlichen Ostsee. Die Eingabedaten sind in Tab. A1 zusammengefasst, eine Übersicht über die Grunddaten geben Tab. 3 u. 4. Die Berechnungen wurden für eine mittlere (idealisierte) Kohorte durchgeführt, der betrachtete Zeitraum umfaßt die Jahre 1958-67. Es bedeuten : N = Bestand in Stückzahl, F = fischereiliche Sterblichkeit, Z = Gesamtsterblichkeit, jeweils als Mittel aus verschiedenen Gruppen von AK.

Männchen, M=0.2

Weibchen, M= 0.2

Männchen, M=0.2							Weibchen, M= 0.2						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	4.71	0.09	16	4.53	0.09	15	1	4.91	0.07	27	4.68	0.08	26
2	3.54	0.45	190	3.40	0.49	182	2	3.74	0.41	213	3.56	0.45	202
3	1.84	0.86	224	1.70	1.15	207	3	2.04	0.71	284	1.95	0.99	258
4	0.64	0.76	129	0.44	1.36	89	4	0.82	0.71	200	0.56	1.34	138
5	0.24	0.63	65	0.09	1.46	24	5	0.33	0.70	117	0.12	1.94	42
6	0.11	0.66	35	0.02	1.83	6	6	0.13	0.62	62	0.01	0.95	7
7	0.05	0.85	17	0.00	2.20	1	7	0.06	0.82	32	0.00	0.85	2
8	0.02	1.10	6	0.00	1.44	0	8	0.02	1.54	13	0.00	1.29	1
9	0.00	0.73	2				9	0.00	1.56	2			
							10	0.00	0.69	0			
Summe	11		682	10		524	Summe	12		950	11		676
Z 3-5		0.95			1.53		Z 3-5		0.91			1.62	
Z 3-6		0.93			1.65		Z 3-6		0.89			1.51	
Z 4-7		0.92			1.91		Z 4-7		0.91			1.47	

Männchen, M= 0.3

Weibchen, M=0.3

Männchen, M= 0.3							Weibchen, M=0.3						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	6.10	0.07	21	5.68	0.07	19	1	6.47	0.06	257	5.93	0.06	33
2	4.22	0.39	226	3.91	0.44	210	2	4.53	0.35	332	4.13	0.40	234
3	2.12	0.75	258	1.87	1.06	227	3	2.38	0.61	233	2.05	0.91	286
4	0.74	0.65	150	0.48	1.27	97	4	0.95	0.61	135	0.61	1.25	150
5	0.29	0.54	76	0.10	1.37	26	5	0.38	0.61	71	0.13	1.80	46
6	0.12	0.58	40	0.02	1.73	6	6	0.15	0.55	36	0.02	0.86	7
7	0.05	0.76	19	0.00	2.10	1	7	0.07	0.74	14	0.00	0.78	3
8	0.02	0.98	7	0.00	1.35	0	8	0.02	1.43	3	0.00	1.19	1
9	0.00	0.64	2				9	0.00	1.41	0			
							10	0.00	0.60				
Summe	14		798	12		586	Summe	15		1117	13		760
Z 3-5		0.95			1.53		Z 3-5		0.91			1.62	
Z 3-6		0.93			1.66		Z 3-6		0.90			1.51	
Z 4-7		0.93			1.92		Z 4-7		0.93			1.47	

Tab. A3b : Ergebnisse der VPA für den Südtel der westlichen Ostsee. Die Eingabedaten sind in Tab. A1 zusammengefaßt, eine Übersicht über die Grunddaten geben Tab. 3 u. 4. Die Berechnungen wurden für eine mittlere (idealisierte) Kohorte durchgeführt, der betrachtete Zeitraum umfaßt die Jahre 1956-67. Es bedeuten : N = Bestand in Stückzahl, F = fischereiliche Sterblichkeit, Z = Gesamtsterblichkeit, jeweils als Mittel aus verschiedenen Gruppen von AK.

Männchen, N= 0.4

Weibchen, N= 0.4

Männchen, N= 0.4							Weibchen, N= 0.4						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	8.11	0.05	28	7.20	0.06	24	1	8.76	0.04	48	7.59	0.05	42
2	5.15	0.32	276	4.54	0.39	243	2	5.62	0.28	319	4.84	0.35	275
3	2.50	0.64	303	2.07	0.97	251	3	2.83	0.52	396	2.28	0.83	319
4	0.88	0.55	178	0.52	1.18	106	4	1.13	0.52	277	0.67	1.16	164
5	0.34	0.46	90	0.11	1.28	29	5	0.45	0.53	159	0.14	1.66	50
6	0.14	0.50	47	0.02	1.64	7	6	0.18	0.48	83	0.02	0.77	8
7	0.06	0.67	22	0.00	1.99	1	7	0.07	0.67	40	0.01	0.71	3
8	0.02	0.86	8	0.00	1.26	0	8	0.03	1.31	15	0.00	1.10	1
9	0.01	0.55	2				9	0.00	1.25	3			
							10	0.00	0.51	1			
Summe	17		954	14		661	Summe	19		1341	16		861
Z 3-5		0.95			1.54		Z 3-5		0.92			1.62	
Z 3-6		0.94			1.67		Z 3-6		0.91			1.50	
Z 4-7		0.94			1.92		Z 4-7		0.95			1.47	

Männchen, N=0.5

Weibchen, N= 0.5

Männchen, N=0.5							Weibchen, N= 0.5						
mit Markt LAS				ohne Markt LAS			mit Markt LAS				ohne Markt LAS		
AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)	AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	11.14	0.04	38	9.23	0.05	31	1	12.24	0.03	67	9.85	0.04	54
2	6.48	0.26	348	5.32	0.34	285	2	7.18	0.23	408	5.73	0.30	326
3	3.02	0.53	367	2.30	0.88	280	3	3.47	0.43	484	2.56	0.75	358
4	1.08	0.45	219	0.58	1.08	116	4	1.37	0.43	337	0.74	1.07	180
5	0.42	0.38	110	0.12	0.20	31	5	0.54	0.44	191	0.15	1.51	54
6	0.17	0.42	56	0.02	0.54	7	6	0.21	0.42	98	0.02	0.68	9
7	0.07	0.58	25	0.00	0.88	1	7	0.08	0.60	46	0.01	0.64	3
8	0.02	0.74	9	0.00	1.17	0	8	0.03	1.19	16	0.00	1.00	1
9	0.01	0.47	3				9	0.01	1.09	3			
10							10	0.00	0.43	1			
Summe	22		1175	18		752	Summe	25		1652	19		986
Z 3-5		0.95			1.55		Z 3-5		0.93			1.61	
Z 3-6		0.95			1.68		Z 3-6		0.93			1.50	
Z 4-7		0.96			1.93		Z 4-7		0.97			1.47	

Tab. A3c : VPA Südgebiet,
 Verfahren iterativ.
 (nicht Approx.n.Pope)
 Männchen, M= 0.5

mit Markt LAS

AK	N (Mio)	F	Gew. (mt)
1	10.84	0.04	37
2	6.31	0.27	338
3	2.94	0.53	357
4	1.05	0.45	213
5	0.41	0.38	108
6	0.17	0.42	55
7	0.07	0.57	25
8	0.02	0.72	9
9	0.01	0.47	3
Summe	22		1143
		0.95	
Z	3-5	0.94	
	3-6	0.96	
	4-7		

Tab. 14a : Übersicht über die nach Tiefenstufen und Zweimonatsgruppen zusammengefaßten mittleren Einheitsfänge aus 15 Untergebieten der westlichen Ostsee (s. Abb. 21a). Die Einheitsfänge stammen aus den Fischereiprogrammen des dänischen Fischereimin. in Charlottenlund und der BFA f. Fischerei in Hamburg u. Kiel. Die Angaben beziehen sich auf Stückzahl im 50'-ICES Standardtrawl bei 30 min Schleppzeit. Als Datenbasis dienen 1740 Hols aus den Jahren 1954 - 1967. S.a. Abb. 21 u. Tab. 15.

		Gebiet a						Gebiet b					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
0-9 m	Median			7.0	8.0								
	Mittelw.			7.0	8.0								
	s			0.0	0.0								
	n			1	1								
10-19	Median	37.0	20.0	27.0	26.0	20.0	39.5			38.5			
	Mittelw.	68.8	22.9	33.1	47.6	46.5	59.4			38.5			
	s	65.2	14.7	16.8	79.6	56.6	57.3			33.2			
	n	5	10	19	14	25	14			2			
20-29	Median	28.0	10.5	37.0	22.0	22.0	25.0	4.0	9.0	19.5	13.5	8.0	21.0
	Mittelw.	28.0	12.3	39.3	30.5	31.2	41.3	4.0	13.3	25.7	24.3	14.7	19.9
	s	14.1	9.7	31.4	52.2	30.0	41.4	0.0	11.4	26.7	26.0	16.1	13.6
	n	2	28	7	13	24	19	1	10	28	12	29	13
30-39	Median							9.0	5.0	16.5	10.5	0.0	8.0
	Mittelw.							9.0	11.5	23.6	10.5	0.6	9.5
	s							8.1	15.1	26.9	14.8	1.0	9.6
	n							4	4	8	2	7	8

		Gebiet c						Gebiet d					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
10-19	Median				1.0		30.0		15.0		29.0	5.5	
	Mittelw.				1.0		30.0		15.0		29.0	5.5	
	s				0.0		0.0		9.9		39.6	3.5	
	n				1		1		2		2	2	
20-29	Median	14.0	11.0	25.0	33.0	14.0	19.5	8.0	6.5	20.0	21.5	15.0	20.0
	Mittelw.	12.6	18.1	25.6	41.8	48.1	26.9	8.2	9.1	24.3	21.3	16.6	27.7
	s	8.7	10.1	17.6	37.4	65.7	24.2	5.7	6.7	18.3	16.5	16.6	25.7
	n	5	17	22	16	39	20	6	12	16	12	19	17
30-39	Median				1.0			5.0	13.5	15.5	55.0	12.5	11.0
	Mittelw.				1.0			7.7	14.1	26.6	67.5	28.6	20.1
	s				0.0			6.8	6.2	29.2	45.7	48.8	20.2
	n				1			7	14	18	11	20	15

Tab. A4b : Übersicht über die nach Tiefenstufen und Zweimonatsgruppen zusammengefaßten mittleren Einheitsfänge aus 15 Untergebieten der westlichen Ostsee (s. Abb. 21a). Die Einheitsfänge stammen aus den Fischereiprogrammen des dänischen Fischereinst. in Charlottenlund und der BFA f. Fischerei in Hamburg u. Kiel. Die Angaben beziehen sich auf Stückzahl im 50'-ICES Standardtrawl bei 30 min Schleppzeit. Als Datenbasis dienen 1740 Hols aus den Jahren 1954 - 1967. S.a. Abb. 21 u. Tab. 1.

		Gebiet e						Gebiet f					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
0-9	Median									2.0	0.0	39.0	
	Mittelw.									2.0	0.0	40.7	
	s									1.4	0.0	12.6	
	n									2	1	3	
10-19	Median		13.0	8.0	24.0	11.5	33.0		23.0	9.5	55.5	75.0	34.0
	Mittelw.		21.0	8.0	42.0	41.6	28.8		55.1	12.2	81.4	110.5	66.0
	s		15.6	2.8	42.6	65.5	12.9		102.9	9.5	85.9	104.2	77.2
	n		3	2	21	12	12		17	14	28	23	30
20-29	Median		22.0	23.0	25.0	40.0	136.0		98.0	52.0	81.5	158.0	248.0
	Mittelw.		22.0	23.0	78.8	40.0	136.0		132.8	49.0	82.8	274.4	251.7
	s		0.0	0.0	112.5	0.0	0.0		102.4	35.8	91.0	414.5	120.1
	n		1	1	3	1	1		4	4	4	8	6
30-39	Median				44.0	40.5							
	Mittelw.				44.0	40.5							
	s				0.0	43.1							
	n				1	2							

		Gebiet g						Gebiet i					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
10-19	Median		8.0	13.0	24.0	17.0	6.0		64.0	131.5	123.0	335.0	
	Mittelw.		12.4	20.8	46.2	26.4	36.4		88.9	208.8	139.7	455.8	
	s		11.5	22.1	53.6	29.7	101.8		69.1	176.1	129.9	484.4	
	n		10	13	25	37	41		8	4	7	11	
20-29	Median		6.5	17.5	12.0	7.0	18.5		137.0	135.0	190.5	250.5	326.5
	Mittelw.		8.9	18.6	23.9	16.4	25.2		137.7	165.4	220.1	314.1	429.0
	s		6.4	17.0	33.4	21.1	22.1		87.7	76.4	156.8	274.5	375.6
	n		28	16	31	45	52		19	5	10	18	8
30-39	Median	2.0	7.0	9.0	15.5	2.0	10.0		62.0	23.0	27.5	62.0	31.0
	Mittelw.	2.7	9.5	17.1	19.9	8.2	13.3		69.2	23.0	38.0	62.0	37.8
	s	3.1	9.5	18.1	17.2	16.4	19.1		49.4	21.2	41.8	11.3	21.0
	n	3	21	12	18	22	25		6	2	6	2	4
40-49	Median		1.0	19.0		12.0					8.0		
	Mittelw.		1.0	19.0		12.0					8.7		
	s		0.0	0.0		0.0					3.1		
	n		1	1		1					3		

Tab. A4c : Übersicht über die nach Tiefenstufen und Zweimonatsgruppen zusammengefaßten mittleren Einheitsfänge aus 15 Untergebieten der westlichen Ostsee (s. Abb. 21a). Die Einheitsfänge stammen aus den Fischereiprogrammen des dänischen Fischereiinst. in Charlottenlund und der BFA f. Fischerei in Hamburg n. Kiel. Die Angaben beziehen sich auf Stückzahl in 50'-ICRS Standardtrawl bei 30 min Schleppzeit. Als Datenbasis dienen 1740 Hols aus den Jahren 1954 - 1967. S.a. Abb. 21 u. Tab. 15.

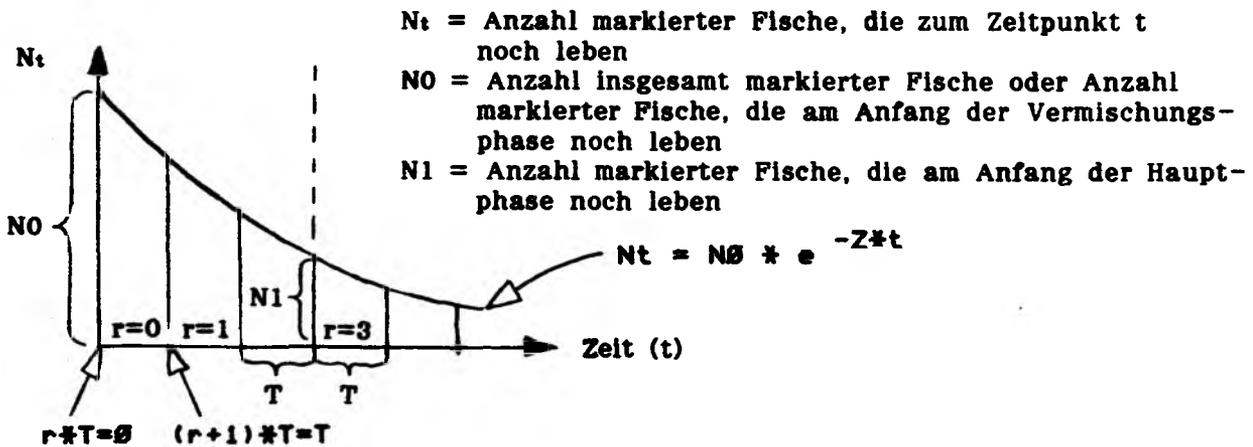
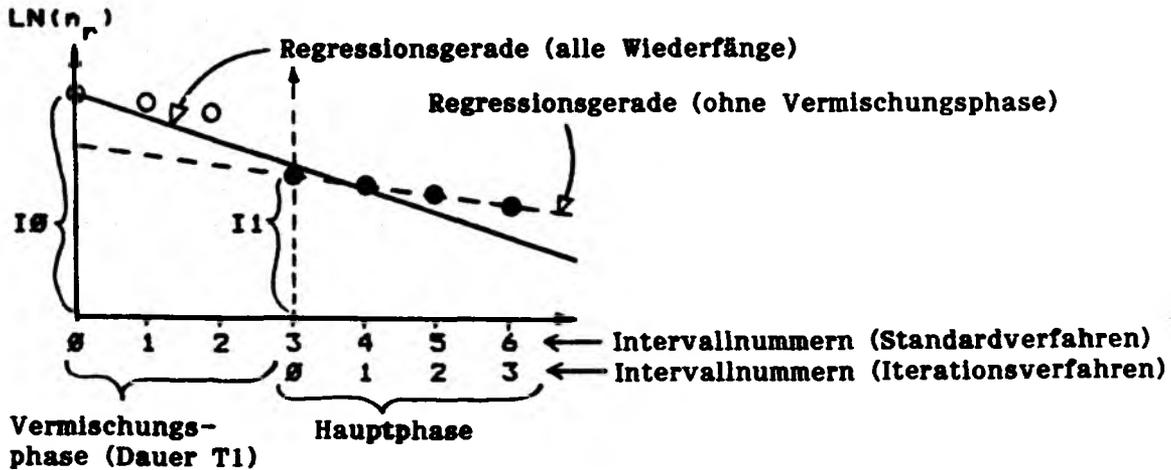
Tiefe (m)	Monat	Gebiet j						Gebiet k					
		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
0-9	Median				0.0	1.0		59.0		15.0		10.0	
	Mittelw.				0.0	2.3		59.0		29.0		10.0	
	s				0.0	3.3		0.0		38.0		9.9	
	n				4	4		1		3		2	
10-19	Median	124.0				1.0		100.0	63.0	146.0	117.0	114.0	
	Mittelw.	124.0				1.7		114.9	97.6	234.4	234.0	191.6	
	s	0.0				2.1		80.8	90.6	195.8	268.6	234.0	
	n	1				3		32	9	15	37	25	
20-29	Median	17.0	12.0	41.0	267.0	250.0		45.0	87.5	134.0	161.0	175.0	
	Mittelw.	30.3	24.5	41.0	260.6	250.0		68.5	94.3	242.1	390.6	262.6	
	s	35.0	33.5	0.0	169.2	278.6		64.0	72.6	338.0	569.0	203.5	
	n	3	4	1	7	2		17	6	13	18	5	
30-39	Median	87.0			28.0			22.0	126.0	48.5	91.0	228.0	63.0
	Mittelw.	87.0			28.0			22.0	153.4	48.5	93.0	266.6	136.9
	s	116.0			0.0			0.0	147.6	0.7	60.7	189.2	177.9
	n	2			1			1	20	2	4	10	7
40-49	Median	1.0						57.0	218.0	80.0	104.0	307.0	
	Mittelw.	1.0						91.0	218.0	80.0	104.0	307.0	
	s	0.0						66.3	0.0	69.3	0.0	0.0	
	n	1						5	1	2	1	1	
50-59	Median										245.0		
	Mittelw.										245.0		
	s										0.0		
	n										1		
60-69	Median							17.0					
	Mittelw.							17.0					
	s							0.0					
	n							1					

Tab. A4d : Übersicht über die nach Tiefenstufen und Zweimonatsgruppen zusammengefaßten mittleren Einheitsfänge aus 15 Untergebieten der westlichen Ostsee (s. Abb. 21a). Die Einheitsfänge stammen aus den Fischereiprogrammen des dänischen Fischereinst. in Charlottenlund und der BFA f. Fischerei in Hamburg u. Kiel. Die Angaben beziehen sich auf Stückzahl im 50'-ICES Standardtrawl bei 30 min Schlepplzeit. Als Datenbasis dienen 1740 Hols aus den Jahren 1954 - 1967. S.a. Abb. 21 u. Tab. 15.

		Gebiet l						Gebiet n					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
10-19	Median			65.0		6.0	166.0				14.0	5.0	4.0
	Mittelw.			65.0		6.0	151.5				14.0	5.4	4.0
	s			0.0		0.0	72.2				0.0	4.6	0.0
	n			1		1	4				1	7	1
20-29	Median		24.0	27.0	47.0	54.0	16.0		3.0	5.0	0.0	20.0	0.0
	Mittelw.		33.6	38.5	36.0	55.7	22.4		3.0	5.0	0.0	20.6	5.0
	s		27.9	38.1	24.6	52.8	23.7		0.0	3.0	0.0	20.0	8.7
	n		11	17	5	27	8		1	3	1	8	3
30-39	Median		60.0	42.0		1.5						27.5	2.0
	Mittelw.		60.0	42.0		1.5						27.5	2.0
	s		0.0	14.1		2.1						0.7	0.0
	n		1	2		2						2	1
40-49	Median										1.0	1.5	
	Mittelw.										1.0	1.5	
	s										0.0	0.7	
	n										1	2	

		Gebiet o					
Tiefe (m)	Monat	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12
0-9	Median		24.0				
	Mittelw.		24.0				
	s		0.0				
	n		1				
10-19	Median		4.0				
	Mittelw.		4.0				
	s		0.0				
	n		1				
20-29	Median		17.0	20.0	12.0	67.5	
	Mittelw.		22.6	27.0	17.4	73.3	
	s		19.5	12.1	13.6	64.9	
	n		9	3	5	8	
30-39	Median		25.0			24.0	
	Mittelw.		25.0			31.8	
	s		0.0			15.4	
	n		1			5	

App. 1 : Notation zur Berechnung der fischereilichen Sterblichkeit aus Wiederfangdaten



$n_r =$ Anzahl Wiederfänge im Intervall (zB. Monatsgruppe) r
 $r =$ Intervallnummer, Intervall r mit den Intervallgrenzen $t=r*T$ und $t=(r+1)*T$
 $T =$ Intervalldauer in Jahren

$$1) n_r = N_0 * e^{-Z*r*T} * F/Z * (1 - e^{-Z*T})$$

Anzahl markierter Fische, die am Anfang des Intervalls r noch leben

Logarithmieren der Gleichung führt zu

$$2) \underbrace{\ln(n_r)}_Y = \underbrace{-Z*T * r}_\text{Steigung} + \underbrace{\ln(N_0 * F/Z * (1 - e^{-Z*T}))}_\text{Achsenabschnitt } I_0$$

aus $I_0 = \ln(N_0 * F/Z * (1 - e^{-Z*T}))$ kann ein Ausdruck für F abgeleitet werden durch Entlogarithmieren und Umstellen

$$3) F = \frac{e^{I_0} * Z}{N_0 * (1 - e^{-Z*T})}$$

1) - 3) gelten analog nur für die Hauptphase mit $I_0=I_1$ und $N_0=N_1$

```

100 REM *** APPENDIX 2 : PROGRAM FOR THE ESTIMATION OF MORTALITIES
200 REM *** FROM TAGGING DATA WITH INCREASED (DECREASED)
300 REM *** FISHING MORTALITY IN A MIXING (1 st) PERIOD.
400 REM *** (MICROSOFT-BASIC)
500 REM ***
600 REM *** READ INPUT VALUES AND DATA ***
700 DIM B(100)
800 INPUT"NO. OF TAGGED FISH : ";N0
900 INPUT"NO. RECAPTURES IN 1st PERIOD : ";CO
1000 INPUT"DURATION OF 1st PERIOD (MONTH) : ";DV
1100 INPUT"NO. OF MONTH PER MONTHGROUP : ";AM
1200 INPUT"NO. OF MONTHGROUPS IN 2nd PERIOD : ";NX
1300 T1=DV/12
1400 FOR I=0 TO NX-1
1500 PRINT"MONTHGROUP NO ";
1600 PRINT USING"###";I;
1700 INPUT" / RECAPTURES : ";B(I)
1800 B(I)=LOG(B(I))
1900 S1=S1+I
2000 S2=S2+B(I)
2100 S3=S3+I^2
2200 S4=S4+B(I)^2
2300 S5=S5+I*B(I)
2400 NEXT I
2500 REM *** CALCULATION OF REGRESSION FOR Z2 ***
2600 SL=(NX*S5-S1*S2)/(NX*S3-S1^2)
2700 I1=(S2*S3-S1*S5)/(NX*S3-S1^2)
2800 RR=(S5-S1*S2/NX)^2/((S3-S1^2/NX)*(S4-S2^2/NX))
2900 Z2=-SL*12/AM
3000 REM *** ITERATION ALGORITHM ***
3100 Z1=Z2
3200 IC=.1
3300 IT=1
3400 N1=N0*EXP(-Z1*T1)
3500 F2=(EXP(I1)*Z2)/(N1*(1-EXP(-Z2*AM/12)))
3600 M=Z2-F2
3700 IF IT=1 THEN F1=F2
3800 Z1=F1+M
3900 C1=N0*F1/Z1*(1-EXP(-Z1*T1))
4000 IF ABS(C1-C0)<.5 GOTO 5200
4100 IF IT=1 GOTO 4600
4200 IF DI=1 AND C1<CO OR DI=-1 AND C1>CO GOTO 4800
4300 F1=F1-DI*IC
4400 IC=IC/3
4500 GOTO 4800
4600 IF C1<CO THEN DI=1 ELSE DI=-1
4700 IT=2
4800 F1=F1+IC*DI
4900 Z1=F1+M
5000 GOTO 3400
5100 REM *** OUTPUT OF RESULTS ***
5200 PRINT:PRINT:PRINT"RR = ";RR
5300 PRINT"I1 = ";I1
5400 PRINT
5500 PRINT"Z2 = ";Z2
5600 PRINT"F2 = ";F2
5700 PRINT"M = ";M
5800 PRINT
5900 PRINT"F1 = ";F1
6000 PRINT"C1 = ";C1
6100 PRINT"CO = ";CO
6200 END

```