

B e r i c h t e
aus dem
Institut für Meereskunde
an der
Christian-Albrechts-Universität Kiel

No 76

LANGFRISTIGE VERÄNDERUNGEN IN DER VERBREITUNG VON NORDSEEFISCHEN,
UNTERSUCHT DURCH KORRELATIONS- UND VARIANZANALYSE

DOI 10.3289/IFM_BER_76

von
Ulrich Damm

ISSN 0341-8561

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methoden	6
2.1	Methoden der Probennahme	6
2.1.1	Methodik der früheren Fahrten	6
2.1.2	Methodik der späteren Fahrten	7
2.1.3	Umrechnungsfaktoren	20
2.2	Methoden der Auswertung	23
2.2.1	Grundsätzliche Probleme	23
2.2.2	Korrelationsanalyse	28
2.2.3	Varianzanalyse	39
2.2.4	Geographische Schwerpunkte	46
3	Auswertung	48
3.1	Korrelationsanalyse	48
3.2	Varianzanalyse	67
3.3	Geographische Schwerpunkte	91
4	Diskussion	101
4.1	Temperaturabhängigkeit der Verbreitung	101
4.2	Einzelergebnisse	104
5	Zusammenfassung	113
	Literaturverzeichnis	114
6	Anhang: Verbreitungskarten	118

1 Einleitung

Die Nordsee gehört, mit einer Forschungstradition in den Anrainerstaaten, die bis ins vorige Jahrhundert zurückreicht, zu den wohl am besten untersuchten Meeresteilen überhaupt. Trotzdem haben die Veränderungen in den Nordsee-Fischbeständen in den letzten beiden Jahrzehnten deutlich gemacht, daß zum Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Fischen, ihrer natürlichen Umwelt und der Fischerei noch viele Kenntnisse fehlen.

Die Analyse langer Zeitserien von Daten, entweder aus den Anlandungsstatistiken der kommerziellen Fischerei oder aus routinemäßig durchgeführten Untersuchungsfahrten der Forschungsschiffe, gehören zu den wertvollsten Hilfsmitteln, wenn man die Ursachen für die Entwicklungen in und zwischen den Fischbeständen studieren und langfristige Tendenzen von kurzfristigen Schwankungen trennen will.

Die langfristige Untersuchung der Anlandungsstatistiken (z.B. LUNDBECK, 1963, HOLDEN, 1978) wird dadurch erschwert, daß rasch wechselnde Fischereimethoden und -plätze die Vergleichbarkeit der Daten beeinträchtigen, und daß viele Fänge von kleinen Exemplaren oder auf dem Markt nicht geschätzten Arten gar nicht erst in der Statistik erscheinen.

Die Daten aus den Experimentalfängen sind meistens leichter über die Zeit vergleichbar, obwohl auch hier der Wandel der Fischereimethoden oder das Ersetzen alter Schiffe durch neue nicht spurlos vorübergeht und Korrekturen erforderlich macht. Wegen des hohen Zeit- und Kostenaufwandes für die Untersuchungsfahrten können größere Areale meist nicht sehr gründlich bearbeitet werden.

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf die Fangdaten aus vier Untersuchungsreisen des FFS "Anton Dohrn" in die Nordsee zwischen 1959 und 1963 (SAHRHAGE, 1964, 1967) und vier Reisen der FS "Poseidon" und "Anton Dohrn" II zwischen 1977 und 1979, die in erster Linie der Aufnahme von Verbreitung und Dichte der häufigsten auch nichtkommerziellen Fischarten der Nordsee dienen sollten. Die Reisen sollten jeweils repräsentativ für den aktuellen Zustand der Nordsee sein, was zwar ein weiträumiges Stationsnetz, aber auch eine begrenzte Untersuchungszeit erfordert, innerhalb derer nicht allzu viele Veränderungen geschehen.

Um jahreszeitliche Aspekte zu berücksichtigen, wurden von den früheren Fahrten zwei im Sommer und zwei im Winter durchgeführt, von den späteren eine im Sommer und drei im Winter. Die Zahl der bearbeiteten Stationen pro Reise lag zwischen 45 (Winter 1978) und 99 (Sommer 1978). Das gesamte Untersuchungsgebiet hat etwa 80 000 sm² bzw. 270 000 km² Ausdehnung; bei 70 Stationen muß daher eine Station durchschnittlich eine Fläche von ca. 60 x 60 km² repräsentieren.

Angesichts der beträchtlichen Veränderungen in den Fischfängen aus der Nordsee (s. HEMPEL, 1978) soll diese Arbeit die Frage klären helfen, ob in dem Zeitraum auch Veränderungen in der Verbreitung der häufigsten Fischarten stattgefunden haben. Dabei werden Signifikanztests erarbeitet, um zu prüfen, wie weit sichtbare Veränderungen sich von der Variation zwischen einzelnen Fängen und einzelnen Jahren abheben. Die Frage nach Zu- oder Abnahme der Arten muß demgegenüber in den Hintergrund treten, weil die verwendeten Fanggeschirre nur beschränkt vergleichbar sind.

Auf der gegebenen Datengrundlage ist es nicht möglich zu sagen, wann etwaige Veränderungen eingetreten sind, ob sie Folge einer länger-dauernden Entwicklung sind oder der Ausdruck von Fluktuationen um einen mittleren Zustand. Bearbeitet werden die Arten, die mit dem verwendeten Geschirr am häufigsten gefangen wurden:

Kabeljau	<u>Gadus morhua L.</u>
Schellfisch	<u>Melanogrammus aeglefinus (L.)</u>
Wittling	<u>Merlangius merlangus (L.)</u>
Stintdorsch	<u>Trisopterus esmarki (Nilsson)</u>
Scholle	<u>Pleuronectes platessa L.</u>
Kliesche	<u>Limanda Limanda (L.)</u>
Doggerscharbe	<u>Hippoglossoides platessoides (Bloch)</u>
Limande	<u>Microstomus kitt (Walbaum)</u>
Hering	<u>Clupea harengus L.</u>
Sprott	<u>Sprattus sprattus (L.)</u>
Grauer Knurrhahn	<u>Eutrigla gurnardus (L.)</u>
Leyerfisch	<u>Callionymus lyra L.</u>
Sternrochen	<u>Raja radiata Donovan</u>
Makrele	<u>Scomber scombrus L.</u>
Stöcker	<u>Trachurus trachurus (L.)</u>

Makrele und Stöcker sind nur im Sommer häufig. Klar ist, daß diese Auswahl vom verwendeten Geschirr abhängt und kein Maßstab für die absolute Häufigkeit im Meer ist. So werden z. B. die Sandaale nicht bearbeitet, die einen sehr großen Bestand bilden, weil sie vom Geschirr nicht erfaßt werden. Das verwendete Heringstrawl, ein hochstauendes Grundschleppnetz, fängt am besten auf Fische, die über dem Boden stehen und mehr oder weniger mangelhaft auf im Boden befindliche oder im freien Wasser schwimmende. Das Netz wurde über unsauberem Grund nicht eingesetzt, deswegen sagen die Daten über solche Gebiete

(ca. 25 % der Grundfläche) nichts aus.

Der Begriff "Häufigkeit" bedeutet, wenn er im folgenden im Zusammenhang mit Netzfängen verwendet wird, natürlich ein relatives Maß: wie viele der an Ort und Stelle vorhandenen Fische im Netz hängengeblieben sind. Konkret bedeutet er Stückzahl (bei Kliesche Gewicht) pro 1/2 h Schleppdauer.

Es wäre bei einigen Arten wünschenswert gewesen, das Material noch nach Alters- oder Längengruppen aufzuspalten, um den unterschiedlichen Aufenthaltsgeohnheiten von jungen und erwachsenen Fischen gerecht zu werden, was aber die von SAHRHAGE (1964, 1967) veröffentlichten Daten nicht zuließen.

Wünschenswert wäre auch eine weitere Vergleichsfahrt im Sommer gewesen, aber zwei geplante Reisen 1977 und 1979 mußten wegen Ausfalls des FS "Poseidon" abgebrochen werden.

Eine vorläufige Auswertung der Reise mit FS "Poseidon" im Winter 1977 wurde von BOYSEN, DAMM und HEMPEL (1977) veröffentlicht.

2.1 Methoden der Probennahme

2.1.1 Methodik der früheren Fahrten

In den Jahren 1959, 1960, 1962 und 1963 wurde von SAHRHAGE (1964, 1967) je eine Reise mit dem Fischereiforschungsschiff "Anton Dohrn" (990 BRT) durchgeführt, in den ersten beiden Jahren im Sommer (Juni/Juli) und in den anderen beiden im Winter (Januar).

Diese Reisen dienten in erster Linie der systematischen Aufnahme der Verbreitung der wichtigsten Grundfischbestände unter Berücksichtigung der hydrographischen Situation. Auf den Sommerreisen mußten außerdem die Routineuntersuchungen an der Schollenbevölkerung der Deutschen Bucht fortgesetzt werden, was sich auf die Auswahl der Stationen und des Fanggeschirrs in diesem Gebiet auswirkte.

Bezüglich der Methodik der damals durchgeführten Untersuchungen sind folgende Punkte bedeutsam: Das Standardgeschirr war ein 180'- Heringstrawl aus Manila mit 40 mm Maschenweite im Steert und einem Höhenscherbrett. Allerdings wurden auf den Sommerreisen auch alternativ ein Heringstrawl aus Perlon und ein Kuttertrawl verwendet.

Gefischt wurde nach Möglichkeit nur bei Tageslicht, um die tagesperiodisch bedingte Variabilität in den Fängen klein zu halten, wobei es allerdings im Winter wegen der kurzen Tageslänge nicht immer möglich war, diese Vorgabe konsequent einzuhalten.

Die Schleppgeschwindigkeit wurde zwischen $3 \frac{1}{2}$ und 4 Knoten gehalten, Schleppdauer war $\frac{1}{2}$ h.

Das Untersuchungsareal umfaßte die gesamte Nordsee; in beiden Wintern wurde außerdem im Ärmelkanal gefischt, im ersten Sommer reichte das Untersuchungsgebiet im Norden über 60° hinaus. Die Stationen wurden so gewählt, daß eine möglichst gleichmäßige Abdeckung zustande kam, allerdings war auf den Sommerreisen das Stationsnetz in der Deutschen Bucht dichter wegen der genannten Schollenuntersuchungen. Es wurden solche Stationen gewählt, an denen vorher schon Forschungsschiffe ohne Netzschaden gefischt hatten. Nach Möglichkeit wurden auf allen Reisen dieselben Stationen befischt. In dieser Verfahrensweise liegt gewiß eine Quelle für systematische Fehler, denn unter den schon befischten Positionen mag sich ein guter Teil auf ausgesucht guten Fangplätzen für kommerziell wichtige Arten befunden haben, so daß man zumindest bei diesen mit einer quantitativen Überschätzung - verglichen mit einem Zufallsverfahren - rechnen muß. Die gefangenen Fische wurden entweder total oder als Stichproben gezählt, Klieschen aber nur gewogen. Aus einigen Vergleichshols wurden Umrechnungsfaktoren für die Korrektur der Fänge mit dem Perlon- und dem Kuttertrawl gewonnen.

2.1.2 Methodik der späteren Fahrten

Die späteren Reisen mit FS "Poseidon" (1050 BRT) vom 27.1. - 12.3.1977, 30.1. - 16.2.1978 und 9.1. - 17.2.1979 und dem neuen FFS "Anton Dohrn" (1990 BRT) vom 31.7. - 26.8.1978 sollten methodisch so eng wie möglich an die früheren Unter-

suchungen angelehnt sein, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Deshalb wurden Schleppdauer und Schleppgeschwindigkeit beibehalten, ebenso das Prinzip des Fischens bei Tageslicht (was auch wieder im Winter nicht konsequent eingehalten werden konnte, so daß einige Hols in die Dunkelheit fielen). Als Netz wurde auf der "Poseidon" wieder ein 180'- Heringstrawl mit 40 mm Maschenweite verwendet, allerdings ein moderneres Fabrikat aus Perlon, da Manila nicht mehr verwendet wird. Dieses Netz ist mit 100 kg Kette im Grundtau versehen, hat Schwimmkugeln statt eines Höhenschwerbretts und ovale Scherbretter aus Stahl. Die Höhe der Netzöffnung wurde in einigen Versuchen mit der Netzsonde mit 7 m bestimmt. Das auf der neuen "Anton Dohrn" im Sommer 1978 gefahrene Netz hatte dieselben Abmessungen, war ebenfalls aus Perlon, hatte ein Höhenscherbrett und rechteckige hölzerne Scherbretter. Es hatte schwerere Ketten am Grundtau als das auf der "Poseidon" verwendete Netz und wurde außerdem in Gegenden mit unreinem Grund mit Rollern gefahren (d. h. im gesamten Bereich der britischen Küste). Umrechnungsfaktoren für die Korrektur Roller/Kette wurden bei 2 Paar Vergleichshols im Helgoländer Gebiet gewonnen.

Leider kann der Unterschied zwischen den Materialien der früher und jetzt verwendeten Netze nicht vernachlässigt werden; nach SAHRHAGE (1964) fängt ein Netz aus Perlon, weil es leichter ist, besser auf pelagische Fische und schlechter auf Plattfische und Gadiden. Andererseits entkommen kleinere Fische leichter durch die glatten Maschen. Um den Effekt des Netzmaterials zu korrigieren, können z. T. die von SAHRHAGE (1964) angegebenen Faktoren verwendet werden; weitere

konstruktive Unterschiede sind mangels Vergleichsdaten nicht korrigierbar. Daher sind quantitative Vergleiche früher/jetzt nur beschränkt möglich.

Das Untersuchungsareal wurde eingegrenzt zwischen 52° und 60° N, 2° W im Westen und 8° E zum Skagerrak hin (Fig. 1).

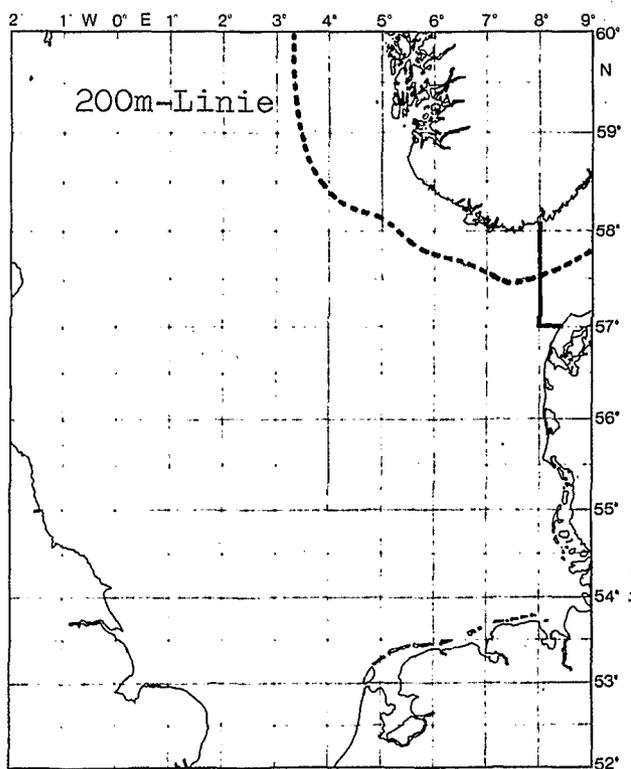


Fig. 1 Das Untersuchungsgebiet

Jenseits der 200 m-Linie wurde nicht mehr gefischt. Innerhalb dieser Grenzen liegt der weitest- aus größte Teil der von SAHRHAGE (1964, 1967) be- fischten Positionen, und auch nur diese sind für die spätere Verarbeitung berücksichtigt worden.

Im Winter 1978 mußte das Untersuchungsgebiet aus Zeitmangel um $1 \frac{1}{2}^{\circ}$ im Norden und 1° im Süden reduziert werden.

Grundsätzlich neu verfahren wurde bei der Vorbereitung des Stationsnetzes. Während das früher geübte Verfahren der willkürlichen Auswahl von Stationen an Hand von Fischereierfahrungen statistisch nicht vertretbar ist wegen der Anfälligkeit für systematische Fehler, bleibt als Alternative entweder eine systematische (etwa am Gradnetz orientierte) oder eine zufällige Anordnung der Stationen, oder eine Kombination von beiden.

Der Vorteil des Zufallsverfahrens liegt darin, daß es nicht anfällig für systematische Fehler ist. Der Nachteil ist die Redundanz, die durch räumlich eng zusammenfallende Stichproben entsteht. In zwei jüngeren Arbeiten über Stichproben für Chlorophylluntersuchungen (VENRICK, 1978) und Anlage von Echo-Surveys (FIEDLER, 1978) resümieren die Autoren den gegenwärtigen Stand der Diskussion und die Ergebnisse ihrer Modellrechnungen über die optimale Stichprobennahme im marinen Bereich. Danach hängt es von der Verteilungsstruktur des untersuchten Parameters und der Stichprobendichte ab, welches Verfahren bessere Ergebnisse liefert. Die Kriterien sind "bias", systematischer Fehler; "precision", Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und "accuracy", Richtigkeit, d. h. Genauigkeit ohne systematischen Fehler. Ohne gründliche Voruntersuchungen läßt sich jedenfalls keine sichere Wahl der günstigsten Strategie treffen. Im Zweifelsfalle rät VENRICK (1978) zum Zufallsverfahren.

Da es keine einfache Anwendungsvorschrift gibt und die Sachlage bei der gleichzeitigen Untersuchung mehrerer Arten mit jeweils unterschiedlicher Verteilungsstruktur jedenfalls recht kompliziert ist, habe ich mich für die Zufallsmethode entschieden. Letzten Endes hat die ungleichmäßige Verteilung der Stationen auch einen arbeitsökonomischen Vorteil, indem Gruppen von nahe beieinanderliegenden Stationen bei Tag befischt und längere Strecken über Nacht gefahren werden können.

Stichproben sollen, wenn das Untersuchungsgut bezüglich der untersuchten Größe deutlich inhomogen ist, als geschichtete Stichproben genommen werden. (Zur Theorie der geschichteten Zufallsstichprobe, "stratified random sample", s. COCHRAN, 1963.) Das gilt auch für Bestandsuntersuchungen an Fischen (MACKETT, 1973) einschließlich für den vorliegenden Fall, wo die Dichte der meisten Arten innerhalb des Untersuchungsgebietes starke Unterschiede aufweist.

Das Prinzip dabei ist, daß das Untersuchungsgut in mehrere Schichten (Strata) aufgeteilt wird, die bezüglich der untersuchten Größe relativ homogen sind. Mittelwert und Varianz werden innerhalb der Strata berechnet, das Gesamtmittel und die Gesamtvarianz werden als gewogene Mittel aus den Parametern der Strata geschätzt. Wenn die Stichprobendichte in den Strata proportional zu der Größe der zu erwartenden Zahlenwerte gesetzt wird, wird dadurch die Gesamtvarianz reduziert, also eine genauere Schätzung des Mittelwerts erreicht. Für Bestandsabschätzungen von Fischen läuft das darauf hinaus, das zu untersuchende

Areal in Gebiete mit annähernd gleicher Fischdichte zu unterteilen, und die Stationen proportional zu dieser Dichte auf die Gebiete aufzuteilen. Innerhalb der Gebiete (= Strata) werden die Stationen zufällig plaziert. Man muß also schon vor der Untersuchung eine zumindest grobe Kenntnis über die zu erwartende Dichte an verschiedenen Orten haben. Diese kann man aus Voruntersuchungen gewinnen oder an Hand eines Faktors, der bekanntermaßen mit der Dichte gut korreliert - in der Fischerei auf Bodenfische wird meistens dazu die Wassertiefe gewählt (MACKETT, 1973). Möglich ist auch eine nachträgliche Stratifikation.

Die Stratifikation nach der Wassertiefe ist für die Nordsee nicht geeignet, wenn man viele verschiedene Arten gleichzeitig bearbeitet, weil die bevorzugten Tiefen je nach Art verschieden sind (SAHRHAGE 1967).

Dagegen konnten SAHRHAGEs Verbreitungsuntersuchungen gut zur Abschätzung der zu erwartenden Dichte benutzt werden. MACKETT (1973) gibt keine Anleitung für den Fall, daß mehrere Arten gleichzeitig untersucht werden. Ich habe deshalb ein einfaches Verfahren angewandt, das im folgenden beschrieben wird:

Zunächst wurden - nach Sommer und Winter getrennt - diejenigen Arten ausgesucht, die häufig genug gefangen wurden, um eine weitere Bearbeitung zu lohnen. Als Kriterium galt, daß eine Art auf beiden Reisen jeweils auf wenigstens 10 Stationen vertreten sein sollte. Außerdem sollte der Durchschnittsfang auf den positiven Stationen, also da, wo die Art überhaupt vorkam, wenigstens 5 Stück pro Hol betragen. (Diese Schranken sind

willkürlich und nicht irgendwie statistisch fundiert; die Grenze von 5 pro Hol ist so gewählt, daß die Scholle im Winter noch mit in die untersuchungswürdigen Arten einbezogen wird.)

Diese Kriterien erfüllten die in der Einleitung genannten Arten Kabeljau, Schellfisch, Wittling, Stintdorsch, Scholle, Kliesche, Doggerscharbe, Limande, Hering, Sprott, Grauer Knurrhahn, Leyerfisch, Sternrochen, Makrele und Stöcker sowie das Glasauge (*Argentina sphyraena* L.). Räumliche Grundlage für die weitere Behandlung waren die $1/2^{\circ}$ -Felder des Meridiannetzes oder "statistischen Quadrate" (Fig. 1), eine gebräuchliche Basis bei Bestandsuntersuchungen in der Nordsee, die auch vom Internationalen Rat für Meeresforschung (ICES) verwendet wird. Jedem dieser statistischen Quadrate wurden - für jede der vier Reisen 1959 bis 1963 getrennt - 2 Punkte zugeteilt, wenn hier der Fang einer Art höher, und 1 Punkt, wenn er kleiner als das arithmetische Mittel über die positiven Stationen des betreffenden Jahres war, und 0 Punkte, wenn die Art hier überhaupt nicht gefangen wurde. (Im nachhinein betrachtet wäre es wohl besser gewesen, das geometrische Mittel oder den Median statt des arithmetischen Mittels zu nehmen, weil die Häufigkeitsverteilungen mehr oder weniger schief sind.) Die Verteilung der Punkte über das Untersuchungsgebiet ist dann ein grobes Maß dafür, wieviel Information über alle Arten in den verschiedenen Teilen der Nordsee zu erwarten ist. Die Summe der Punkte in jedem Quadrat wurde dann noch zwischen den je zwei Reisen einer Jahreszeit gemittelt, so daß für jede Jahreszeit eine Übersichtskarte vorlag. Innerhalb dieser wurden die Quadrate mit annähernd

gleichen Punktsummen zu möglichst homogenen Gebieten nach Augenmaß zusammengefaßt, den Strata. Die mittlere Punktsumme innerhalb eines Stratum ergibt den Gewichtungsfaktor für die proportionale Aufteilung der Stationen. Die so ermittelten Strata und die Gewichtungsfaktoren zeigt Fig. 2. Die Aufteilung erfolgte nach der Formel

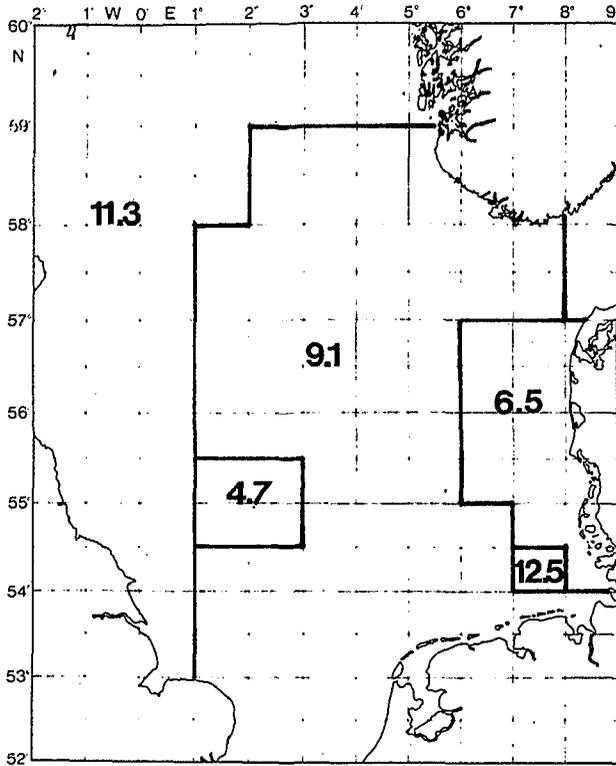
$$n_i = \frac{a_i \cdot f_i}{\sum_i a_i \cdot f_i} \cdot N \quad , \quad (2.1)$$

worin n_i die Zahl der Stationen im i -ten Stratum, a_i dessen Fläche und f_i der Gewichtungsfaktor ist. N ist die Gesamtzahl der Stationen, die in der zur Verfügung stehenden Zeit bearbeitet werden können. (Man kann im Sommer ca. 4, im Winter etwas mehr als 3 Stationen pro Arbeitstag rechnen.)

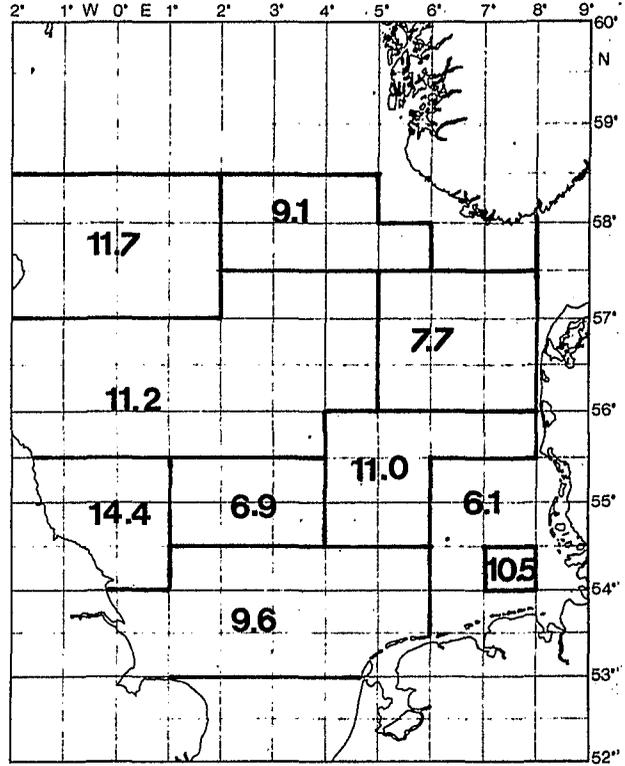
In die Vorbereitung der Winterreisen 1978 und 1979 wurden die Ergebnisse der Winterreise 1977 mit doppelter Gewichtung mit einbezogen, um die Aufteilung aktueller zu machen. Außerdem ist für diese Reisen das Glasauge nicht mehr berücksichtigt worden, weil es nur in sehr wenigen Exemplaren im Winter 1977 gefangen wurde.

Die Lage der Stationen wurde so bestimmt, daß eine größere Anzahl (ca. doppelt so viele, wie letztlich benötigt) von Paaren meridionaler Koordinaten - auf Grad und Minute genau - aus Zufallszahlen zusammengesetzt wurden. Das wurde so lange fortgesetzt, bis alle Strata mit der nötigen Zahl von Stationen besetzt waren. Positionen, die auf Land oder auf große Flächen unbefischbaren Grundes fielen, wurden verworfen, ebenso sol-

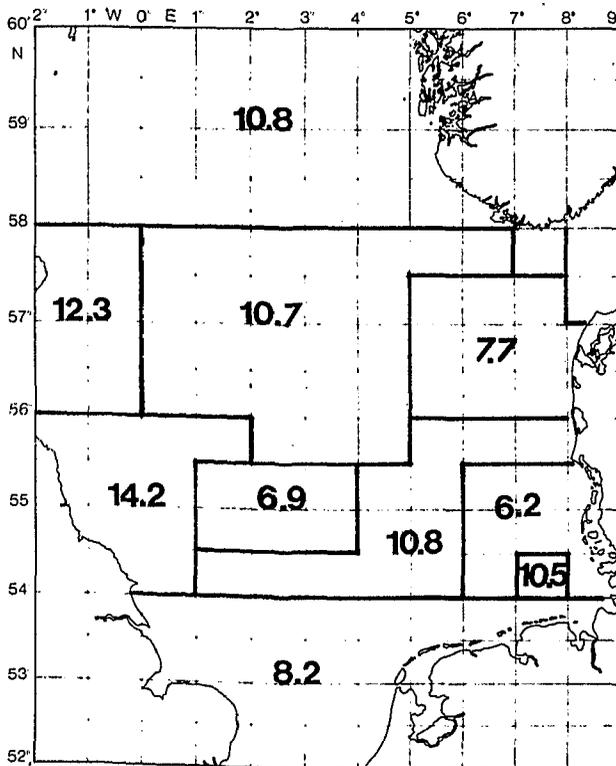
Fig. 2 Strata und Gewichtungsfaktoren



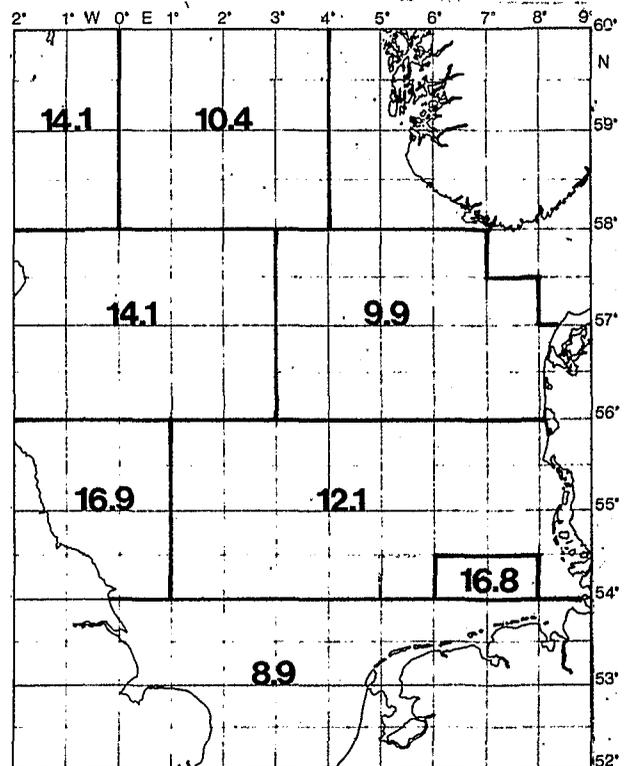
Winter 1977



Winter 1978



Winter 1979



Sommer 1978

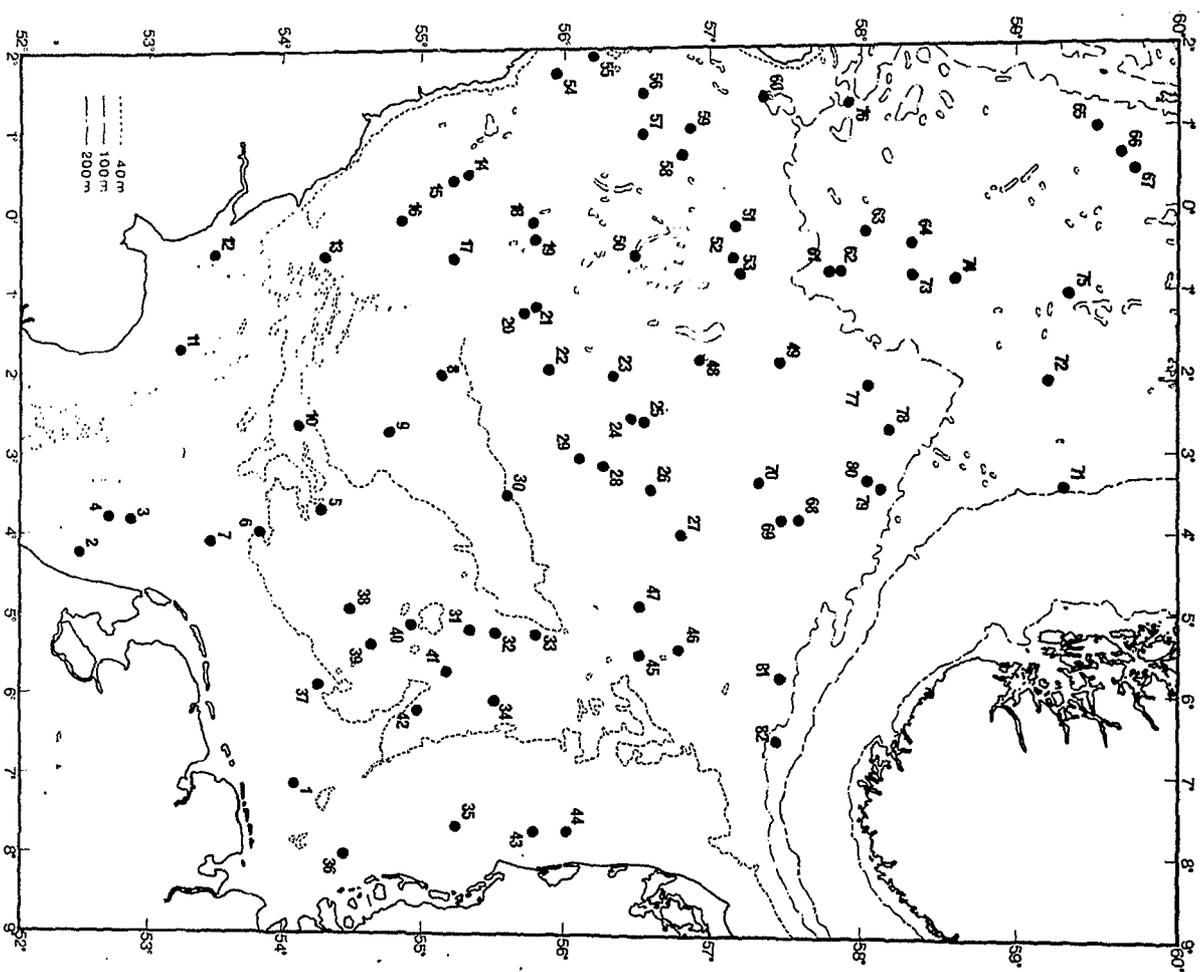
che, die näher als drei Meilen an einer anderen Station lagen (das ist eine willkürliche Grenze; immerhin ist eine Schlepstrecke bei 4 km schon 2 Meilen lang). Falls die Position auf oder in die Nähe eines kleinräumigen Hindernisses fiel, wurde sie in Absprache mit der Schiffsführung um bis zu 3 Meilen vom Hindernis weg versetzt. Hierbei kommt ein Element der Willkür ins Spiel, das in der Praxis aber wohl nicht zu vermeiden ist.

Bei der geschilderten Auslosung der Positionen in Form von meridionalen Koordinaten ist zu beachten, daß die Längengrade nach Norden hin zusammenlaufen, daß also im Norden pro realer Fläche mehr Koordinatenschnittpunkte existieren als im Süden, was aber bei der Seekartenprojektion nicht ins Auge fällt. Das führt innerhalb von Strata mit großer Nord-Süd-Ausdehnung zu einer ungewollten Bevorzugung des nördlichen Teils, auch wenn die Fläche der einzelnen Strata korrekt berechnet wird. Dieser Umstand wurde erst für die Reisen ab 1978 dadurch berücksichtigt, daß das Untersuchungsgebiet mehrfach in Nord-Süd-Richtung gestaffelt wurde. Innerhalb der so gegliederten Strata spielt der Effekt dann keine Rolle mehr, weil die Nord-Süd-Ausdehnung auf $2 - 2 \frac{10}{2}$ eingeengt wird.

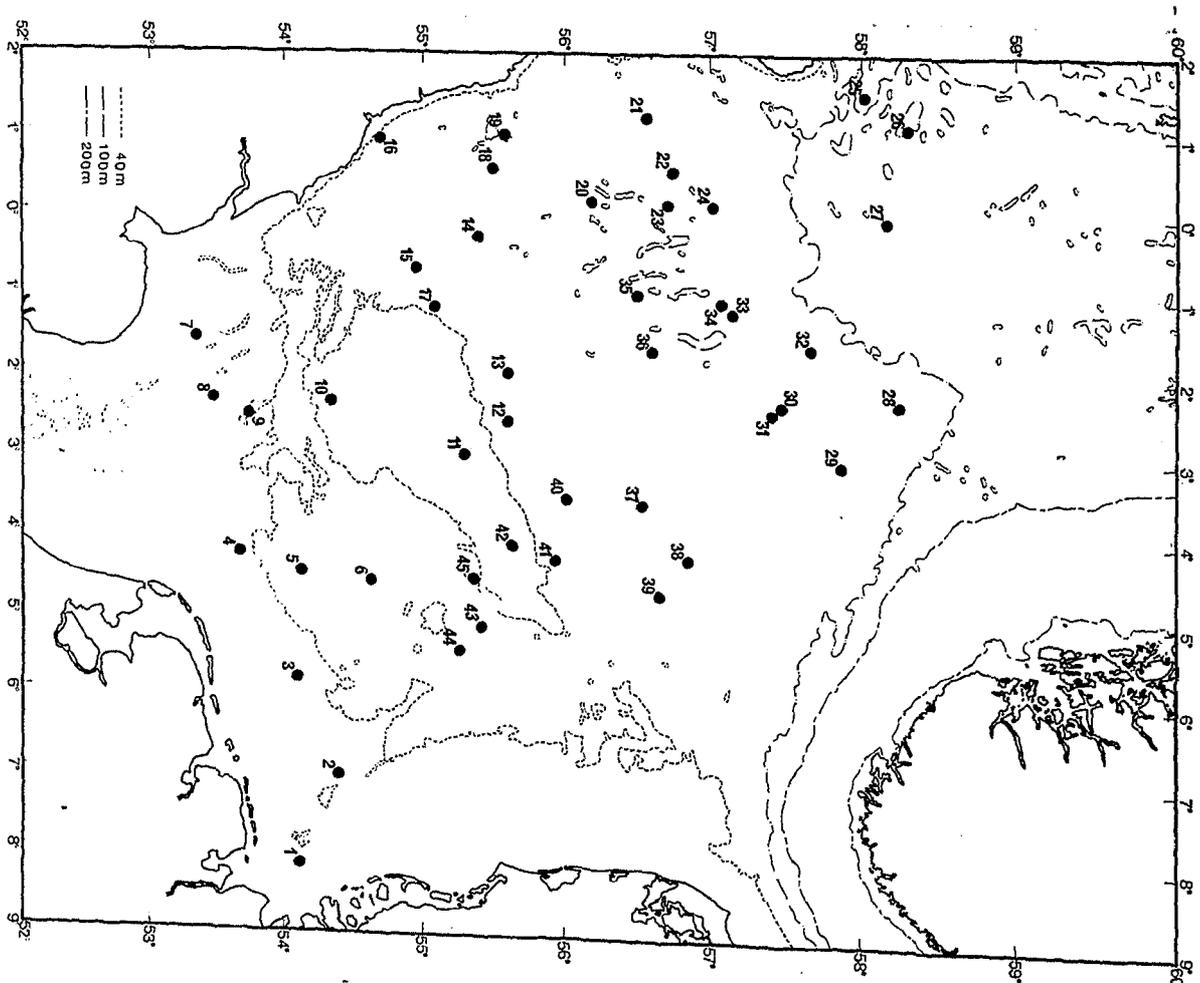
Ein unkontrollierbares Element, das die Planung teilweise wieder zunichte machen kann, sind technisch oder wetterbedingte Ausfälle von Stationen, worunter sämtliche Winterreisen litten. Fallen nur einzelne Stationen aus, ist es wahrscheinlich am besten, sie einfach zu überspringen. Gerät aber durch größere Ausfälle der gesamte Terminplan in Verzug, bleibt meist nichts anderes üb-

rig, als das verbliebene Stationsnetz zu straffen, und zwar so, daß noch eine gewisse Flächen- deckung erhalten bleibt. Dabei wird nicht nur wieder ein willkürliches Moment eingeführt, sondern auch die Proportionalität der Strata leidet darunter. Eine praktische Abhilfe weiß ich nicht. Welche Stationen in den Jahren ab 1977 befischt wurden, geht aus Fig. 3 hervor.

Fig. 3 Lage der Stationen und Hol-Nummern

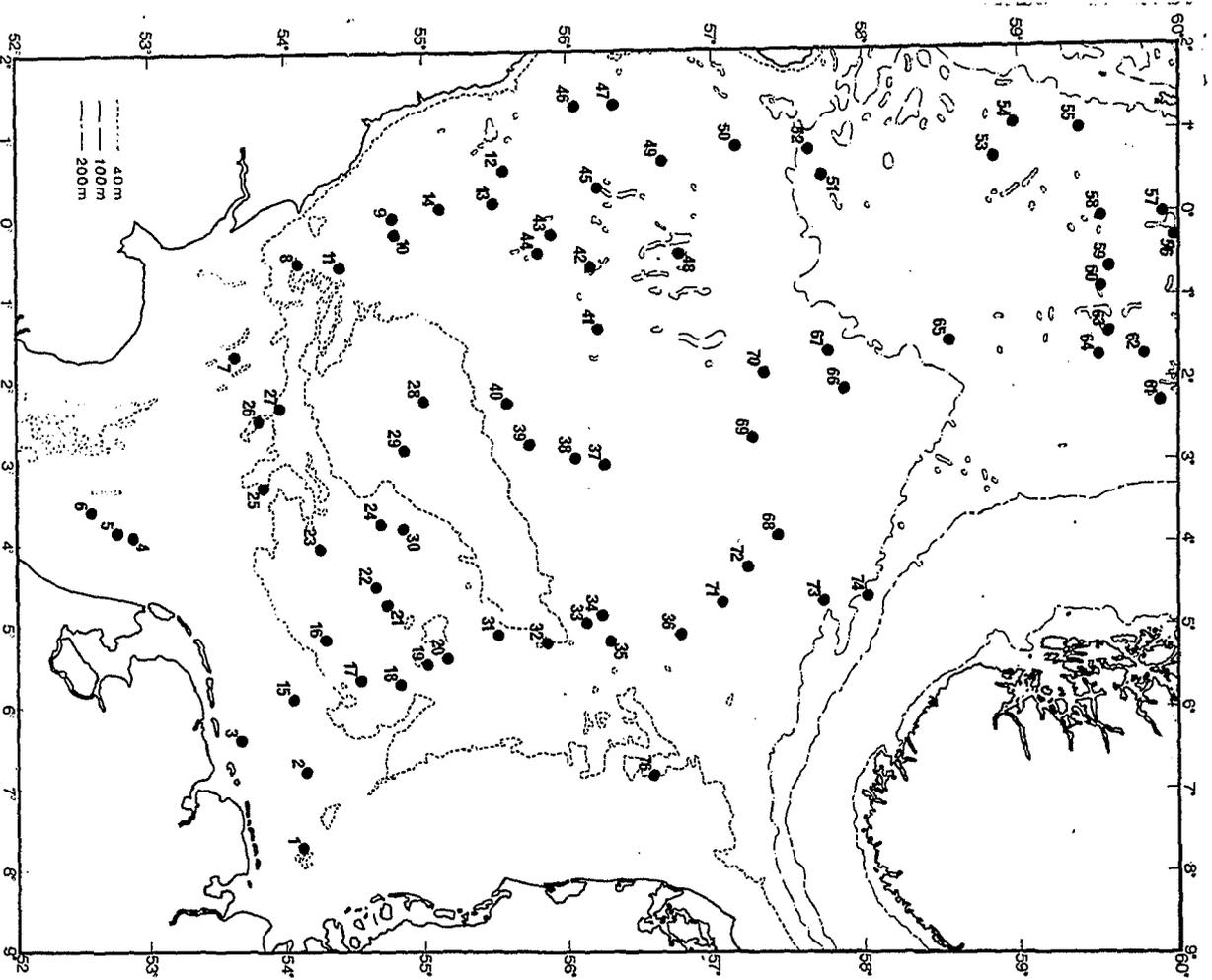


1. Winter 1977 82 Stationen

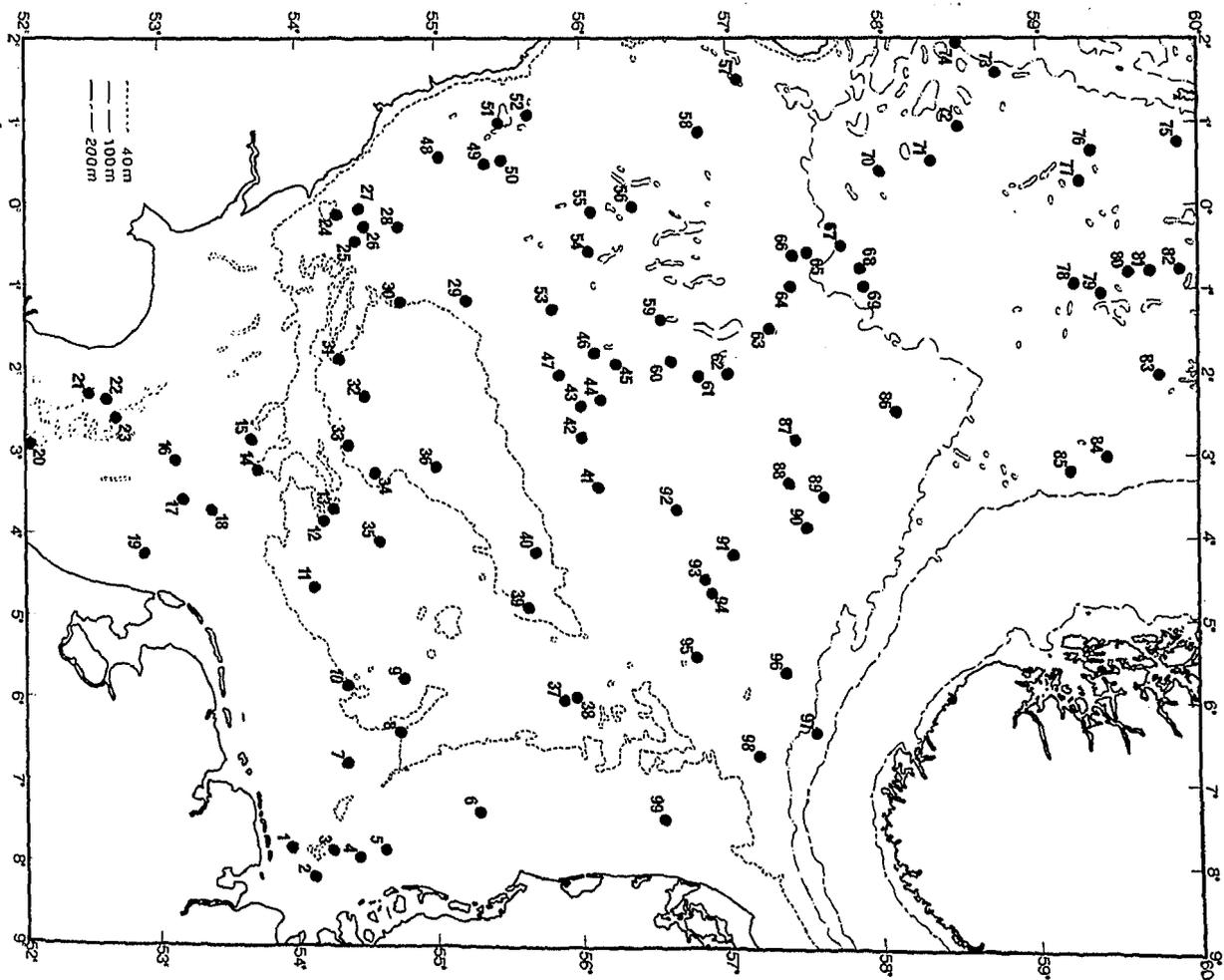


2. Winter 1978 45 Stationen

Fig. 3 (Fortsetzung)



3. Winter 1979 75 Stationen



4. Sommer 1978 99 Stationen

2.1.3 Umrechnungsfaktoren

Umrechnungsfaktoren wurden benutzt für die Korrektur der Fänge mit dem Perlon-Heringstrawl und dem Kuttertrawl auf den Standard des Manila-Heringstrawls für die Sommerreisen 1959 und 1960. Ein zweiter Satz von Faktoren wird benötigt für die Korrektur der Fänge mit dem Rollergeschirr, das auf der Sommerreise 1978 bei den Hols Nr. 21 - 32, 48 - 58, 73 - 76 und 97 - 99 gefahren wurde. Die Korrekturfaktoren Perlon/Manila wurden außerdem benutzt für den quantitativen Vergleich der früheren Fänge mit den jetzigen in der Varianzanalyse.

Die zuerst genannten Faktoren gehen auf die Vergleichsfänge von SAHRHAGE (1964) zurück, die in seinen Tabellen 1 und 2 aufgeführt sind. Die von mir benutzten Faktoren sind aber nicht identisch mit denen, die SAHRHAGE eingesetzt hat, weil ich nicht das arithmetische, sondern das geometrische Mittel der Quotienten der einzelnen Vergleichsholpaare gebildet habe, da es sich um Verhältniszahlen handelt. Abweichend davon wurde der Faktor für Makrele, Kuttertrawl gebildet, der auf zwei Fängen beruht: als Quotient der Summe der Heringstrawlfänge, geteilt durch die Summe der Kuttertrawlfänge. Der Wert von 11.3 erscheint mir realistischer als das geometrische Mittel von 20.6. Für Fische, die bei den Vergleichshols nicht erfaßt wurden, habe ich Faktoren eingesetzt von Arten, die in Lebensweise und äußerer Form am ähnlichsten sind.

Die verwendeten Umrechnungsfaktoren zeigt Tab. O.

Tab. 0 Umrechnungsfaktoren

Sommer 1959, 1960				Sommer 1978	
von auf	Kuttertrawl Heringstrawl Manila		Heringstrawl Perlon Heringstrawl Manila		mit Rollern ohne Roller
Kabeljau	2.9		0.6		2.2
Schellfisch	3.0		1.1		wie Kabeljau
Wittling	5.4		1.1		1.2
Stintdorsch	-		5.3		wie Stöcker -
Scholle	} 3.8		wie Kliesche		4.5
Kliesche			1.4		5.0
Doggerscharbe			1.8		7.7
Limande			wie Kliesche		wie Scholle
Hering	8.4		0.2		wie Stöcker -
Sprott	wie Hering	-	wie Hering	-	wie Stöcker -
Knurrhahn	2.9		0.5		8.7
Leyerfisch	wie Knurrhahn	-	wie Knurrhahn	-	47.0 -
Sternrochen	wie Plattfische		wie Kliesche		wie Scholle
Makrele	11.3	-	0.2	-	0.4
Stöcker	wie Makrele	-	0.6	-	0.3

- = riskant

Daß in vielen dieser Faktoren eine Quelle für zufällige und systematische Fehler liegt, braucht nicht weiter betont zu werden. Ich habe versucht, sie grob nach Qualität zu klassifizieren und diejenigen in der Tabelle mit einem Minuszeichen versehen, weil mir die Übertragung besonders gewagt erscheint oder die Streuung innerhalb der Vergleichshols besonders hoch ist. Ohne die Korrekturen wären die Sommerdaten aber nicht auszuwerten gewesen. Die Faktoren für Per-

lon/Manila sind in der Varianzanalyse benutzt worden im quantitativen Vergleich zwischen früher und jetzt, dabei habe ich die spekulativen Faktoren für Sprott und Leyerfisch nicht mehr verwendet. Den Sternrochen als Plattfisch zu behandeln, scheint mir eben noch tolerabel.

2.2 Methoden der Auswertung

2.2.1 Grundsätzliche Probleme

Verbreitung, wie sie hier verstanden werden soll, kann definiert werden als ein zweidimensionales Feld von Häufigkeiten bzw. Dichten in großem Maßstab (hier konkret: der gesamten Nordsee). Das übliche Hilfsmittel für das Studium von Verbreitungen ist die Kartierung, die einen optischen Eindruck davon vermittelt, wie groß die Häufigkeit der untersuchten Lebewesen an bestimmten Orten ist. Für Fische gilt allgemein, daß ihre Verbreitung selten oder niemals gleichmäßig ist, und vielfach kann man erkennen, daß die Verbreitung auch nicht zufällig, sondern an bestimmten Strukturen des Wasserkörpers, des Untergrundes, der Küstenlinie etc. ausgerichtet ist.

Das wirft Probleme auf, wenn man zwei oder mehr Verbreitungskarten daraufhin untersucht, ob und wie sie sich unterscheiden. Nicht immer sind die Unterschiede so drastisch, daß sie sofort als unbezweifelbar ins Auge fallen wie etwa in dem von SAHRHAGE (1964) angestellten Vergleich der von ihm gefundenen Verbreitung des Schellfisches mit älteren englischen Angaben von BORLEY (1926). Hier würde man kaum bestreiten, daß es sich bei dem Rückzug der südlichen Verbreitungsgrenze um $2 - 3^{\circ}$ um ein bedeutsames, nicht zufälliges Phänomen handelt.

Im allgemeinen bleibt aber der rein optische Vergleich von Verbreitungskarten unbefriedigend, und es wäre wünschenswert, einen Signifikanztest auf das Problem anzuwenden. Das ist bei quantitativen Vergleichen üblich und sollte, da die Häu-

figkeit von Fischen an gegebenen Orten ja eine quantitative Größe ist, im Prinzip auch für den Vergleich von Verbreitungen möglich sein.

Ich habe allerdings in der Literatur kein Verfahren gefunden, das für diesen Zweck zugeschnitten wäre. Wohl gibt es zahlreiche Ansätze in der Tierökologie und der Vegetationskunde, die innere Struktur einer Verbreitung von Lebewesen zu analysieren und zu beschreiben (z. B. SKELLAM, 1952, KERSHAW, 1957, BARTLETT, 1964). Dabei wird untersucht, ob eine Verbreitung gleichmäßig ist oder ob sie Flecken oder Ballungen ("patches") aufweist, und wenn ja, in welcher Größenordnung usw. Für das Studium der Probleme, die mit der Schwarmbildung zusammenhängen und für die Beurteilung der Genauigkeit quantitativer Abschätzungen sind diese Methoden auch in der Fischereibiologie nützlich. Für die Beschreibung der Größen, die eine empirische Verbreitung im großen Maßstab charakterisieren (wie Umriß, Schwerpunkte, Ausdehnung etc.), sind sie nicht mehr geeignet.

Was einer mathematischen Beschreibung großräumiger Verbreitungsstrukturen grundsätzlich im Wege steht, ist das Fehlen von Gesetzmäßigkeiten. Anders wäre das, wenn die Verbreitung der Fische etwa die Form einer zweidimensionalen Normalverteilung hätte. Dann wären Lage und Ausdehnung durch wenige Parameter beschrieben, und die Häufigkeit an einem Ort wäre mit der Häufigkeit an anderen Orten über die Parameter in einem gesetzmäßigen Zusammenhang verknüpft. Die Frage nach Unterschied zwischen gegebenen Verbreitungen ließe sich durch Tests unter Verwendung der entsprechenden Parameter prüfen. Das ist bei den empi-

risch in der Nordsee gefundenen Verbreitungen nicht möglich, sie fügen sich in keine vorgegebene, allgemein gültige zweidimensionale Verteilungsform, was die Anwendung von Tests sehr erschwert.

Ich habe deshalb, um doch wenigstens näherungsweise die Signifikanz von Verbreitungsunterschieden beurteilen zu können, voneinander unabhängig zwei Verfahren angewandt, die zu den gebräuchlichsten Werkzeugen des Statistikers gehören, nämlich die Korrelation und die Varianzanalyse. Beide Methoden sind so weit ausgearbeitet und - einschließlich einer Reihe von weiterführenden Methoden, die sich an die Grundverfahren anschließen lassen - so ausführlich in der Literatur beschrieben, daß es möglich scheint, sie auf den vorliegenden Zweck anzuwenden. Als drittes sind die geografischen Schwerpunkte der Verbreitungen berechnet worden (Diese entsprechen den Mittelpunkten zweidimensionaler Normalverteilungen, falls solche vorlägen), ohne aber Signifikanztests darauf anzuwenden. Die grundsätzlichen Überlegungen zur Anwendung der Methoden und die Berechnungsweise werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Es sei vorweg gesagt, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Testverfahren darin besteht, daß der Ansatz über die Korrelationsanalyse das Problem auf eine eindimensionale Fragestellung reduziert, also darauf, ob überhaupt Verbreitungen sich unterscheiden. Dagegen ist der Ansatz über die Varianzanalyse zweidimensional und berücksichtigt in gewissem Umfang auch die Lage der gefundenen Häufigkeiten in der Fläche, kann Unterschiede daher nicht nur feststellen, sondern auch lokalisieren.

Ein grundsätzliches Problem, das bei der Auswertung von Häufigkeitsdaten auftaucht, ist die Verteilung der Werte. (Zur Vorbeugung gegen mögliche Mißverständnisse: Der Begriff "Verteilung", wie ich ihn jetzt gebrauche, hat eine Dimension weniger als "Verbreitung" und meint, wie oft die Fänge 0; 1; 2;.....;n erzielt werden, bedeutet also gewissermaßen die Häufigkeit der Häufigkeiten.)

Empirische Häufigkeiten sind meistens nicht normal, sondern asymmetrisch verteilt (SACHS, 1973). Ein anschaulicher Grund dafür liegt darin, daß die Werte nicht kleiner als 0 werden können, nach oben hin aber theoretisch nicht begrenzt sind. Es gibt eine ganze Klasse von Verteilungen, die auf Häufigkeitsdaten anwendbar sind; welche im Einzelfall in Frage kommt, hängt u. a. von der Kleinstruktur der Verbreitung (Größenordnung der "patches" bzw. Schwärme) und der Größe der Stichproben ab (ELLIOTT, 1977). TAYLOR (1953) fand, daß sich die Verteilung der Fänge durch eine negative Binomialverteilung annähern läßt.

Um Häufigkeitsdaten der Normalverteilung anzunähern, wird das Logarithmieren der Daten empfohlen (SACHS, 1973). Darüber hinaus soll diese Transformation die Varianz stabilisieren, d. h. unabhängig vom Mittelwert machen (SOKAL und ROHLF, 1969), was neben der Normalverteilung Voraussetzung für Tests ist. PENNINGTON und GROSSLEIN (1978) warnen davor, den Normalisierungseffekt der Transformation zu überschätzen und weisen auf die sogenannte delta-Verteilung hin, die einen Parameter für den Anteil der Häufigkeit "0" aufweist, und die von einer log-Normalverteilung nur

derjenigen Werte ausgeht, die $\neq 0$ sind. Nach ihrer Meinung ergibt diese Verteilung realistischere Vertrauensbereiche des Mittels für ihre Daten aus der experimentellen Trawlfischerei als eine einfache Transformation aller Werte einschließlich 0.

Dieser Ansatz, so interessant er ist, konnte hier nicht weiter verfolgt werden, weil er m. E. vorerst nur für einfache Mittelwertvergleiche brauchbar ist. Ich habe mich deshalb mit der einfachen log-Transformation begnügt, um die Normalverteilung anzunähern (nach der Formel $y = \ln(x + 1)$; 1 wird addiert, weil x den Wert 0 annehmen kann). Daß die Näherung nicht immer befriedigend ist, darf dabei nicht vergessen werden.

2.2.2 Korrelationsanalyse

Trägt man die Anzahlen von Fischen, die zu zwei verschiedenen Zeitpunkten an denselben Orten gefangen wurden, gegeneinander auf, so sollte man eine positive Korrelation erwarten für den Fall, daß die Fische zu beiden Zeitpunkten dieselben Plätze bevorzugen, oder die Häufigkeiten sind unkorreliert, wenn dieser Vorzug wenig ausgeprägt und die Verbreitung zufällig oder gleichmäßig ist. Eine negative Korrelation würde bedeuten, daß die Fische zu den verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten zu finden sind. Im allgemeinen ist es eine gültige Tatsache, daß Fische einer Art in bestimmten Gegenden vorzugsweise anzutreffen sind, in anderen aber nicht, was die Fischerei sich ja auch zunutze macht. Von daher sollte man generell positive Korrelationen erwarten; das hat auch die Konsequenz, daß der Signifikanztest einseitig ausgeführt werden kann.

Grundsätzlich kann man sagen, daß auf diese Weise berechnete Korrelationen ähnliche Verbreitung bedeuten, wenn sie hoch positiv ausfallen, und wenig ähnliche Verbreitung, wenn sie schwach oder negativ sind. Daher sollte es möglich sein, auf diese Weise Verbreitungsunterschiede festzustellen. Das Verfahren ist aber nicht spezifisch und wird auf alle möglichen Unterschiede der Verbreitung reagieren.

Definiert werden muß nun die Bestimmung "derselbe Ort", da ja nicht immer wieder dieselben Stationen befischt wurden. Brauchbar erscheint es, als Einheit zunächst die schon beschriebe-

nen "statistischen Quadrate" von $1/2^\circ$ Breite und 1° Länge zu nehmen. Geprüft wird dann also die Korrelation zwischen den Fängen in denselben Rechtecken in zwei verschiedenen Jahren. Fallen mehrere Stationen in ein solches Quadrat, wird das arithmetische Mittel dieser Fänge gebildet. Die Zahlen, die sich ergeben, sind in den Verbreitungskarten Fig. I eingetragen.

Da auf diese Weise nur ein Teil der Information genutzt wird, weil wegen der verschiedenen Stationsnetze nicht alle befischten Quadrate sich jeweils decken, wurden in einem zweiten Rechengang noch einmal je 4 zu einem größeren Rechteck von 1° Breite und 2° Länge zusammengefaßt und die Korrelationen zwischen den darin gebildeten arithmetischen Mittelwerten berechnet (Fig. 4). Ein Teil der räumlichen Variation wird dabei ausgeglichen, was u. U. von Vorteil sein kann. Allgemein ist bei solcher Mittelwertbildung ein Ansteigen des Korrelationskoeffizienten zu erwarten (YULE u. KENDALL, 1965). (Bei der Zusammenlegung gerade 4 Rechtecke zu wählen, war willkürlich und hatte praktische Gründe.)

Wahl des Korrelationsmodells

Das - zumindest von Biologen - am häufigsten verwendete Korrelationsmodell ist die Produkt-Moment- oder PEARSON-BRAVAIS'-sche oder auch parametrische Korrelation, der Korrelationskoeffizient wird mit r bezeichnet. Der Begriff "parametrisch" besagt, daß die Anwendung auf normalverteilte Grundgesamtheiten beschränkt

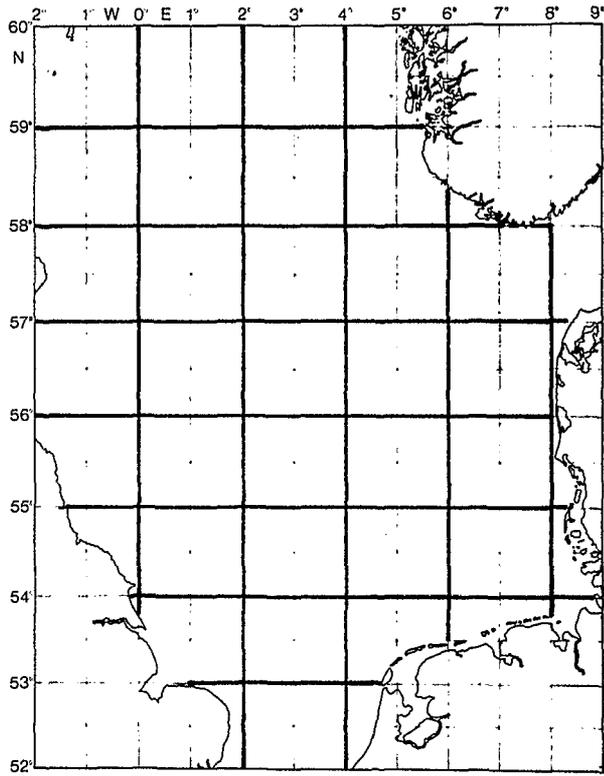


Fig. 4 Unterteilung für die
Korrelationsanalyse

ist (was oftmals ignoriert wird). Daneben sind noch zwei nichtparametrische Rangkorrelationskoeffizienten gebräuchlich, SPEARMAN's ρ (rho) und KENDALL's τ (tau), bei denen diese Einschränkung nicht gilt, die daher auch besser für die vorliegenden Daten geeignet sind. (Praktisch äußert sich das in Unempfindlichkeit gegenüber Extremwerten.) Eine Diskussion der jeweiligen Vor- und Nachteile bringen LIENERT (1973) und KENDALL (1955); davon ist hier nur interessant, daß bei Vorhandensein von Bindungen (gleichen Rängen) tau auf Signifikanz getestet werden kann, rho hingegen nicht. Von daher ist KENDALL's tau der Vorzug zu geben.

Signifikanztest

Schließlich muß festgelegt werden, wie ein Signifikanztest durchgeführt werden kann, der unter Verwendung von solcherart berechneten Korrelationskoeffizienten die Fragestellung beantworten hilft. Das hier vorgeschlagene Verfahren beruht nun darauf, Unterschiede zwischen den Korrelationskoeffizienten zu suchen und auf Signifikanz zu prüfen (nicht zu verwechseln mit dem Test eines einzelnen Koeffizienten auf Signifikanz). Genauer gesagt, ist es ein Test auf Unterschied zwischen zwei Gruppen von Korrelationskoeffizienten mit der Absicht, aus unterschiedlicher Korrelation auf unterschiedliche Verbreitung schließen zu können. Die näheren Gedankengänge seien am Beispiel der Winterfahrten erläutert:

Es sind im Winter 5 Fahrten unternommen worden: 1962, 1963, 1977, 1978 und 1979. Zwischen diesen sind 10 verschiedene Korrelationen möglich: 1962 - 63, 1962 - 77, 1962 - 78, 1962 - 79, 1963 - 77, 1963 - 78, 1963 - 79, 1977 - 78, 1977 - 79, 1978 - 79. Davon liegen 4 über einen kurzen Zeitraum von 1 bis 2 Jahren, nämlich 1962 - 63, 1977 - 78, 1977 - 79 und 1978 - 79, und der Rest über den langen Zeitraum von 14 - 17 Jahren.

Wenn nun alle 10 Korrelationskoeffizienten in derselben Größenordnung sind, kann man daraus schließen, daß alle 5 empirisch gefundenen Verbreitungen einander gleich ähnlich oder unähnlich sind (Nullhypothese). Wenn hingegen die Korrelationen über den kurzen Zeitraum höher sind als über die lange Periode, wenn also zwischen früher und jetzt geringere Ähnlichkeit in der Verbreitung besteht als zwischen nahe beieinanderliegenden Jahren, dann soll dieser Unterschied zwischen den Korrelationen als Hinweis gewertet werden auf eine Veränderung in der Verbreitung, die in der betrachteten Zeitspanne stattgefunden hat.

Zu testen wäre also, ob die Korrelationskoeffizienten 1962 - 63, 1977 - 78, 1977 - 79 und 1978 - 79 im Mittel höher sind als das Mittel der übrigen. Dasselbe gilt entsprechend für die Sommerdaten, nur daß hier bei 3 Untersuchungsfahrten - 2 früher, 1 jetzt - auch nur 3 verschiedene Korrelationen möglich sind.

Bildung mittlerer Korrelationskoeffizienten und Test auf Unterschied

Wie ein mittlerer Korrelationskoeffizient aus mehreren einzelnen berechnet wird, und wie man zwei Korrelationskoeffizienten auf Unterschied testet, beschreibt SACHS (1973) für das parametrische r . Ein analoges Verfahren für τ ist gesucht.

KENDALL (1955) gibt nicht direkt an, wie ein mittlerer τ -Koeffizient gebildet werden kann, beschreibt aber, daß man "KENDALL-Summen" (S) addieren und gegen die Summe ihrer Varianzen testen kann. Daraus läßt sich auch ein mittleres τ bilden.

Um die Ableitung verständlicher zu machen, soll zunächst die Berechnung von τ erklärt werden: S , die KENDALL-Summe, ist ein Maß dafür, wie stark sich zwei Reihen von Variablen in ihrer Rangfolge unterscheiden - je größer die Übereinstimmung in den Rängen ist, umso größer ist S . Bei umgekehrter Rangfolge (= negative Korrelation) nimmt S große negative Werte an. S , dividiert durch die maximal erreichbare Summe, ergibt τ :

$$\tau = \frac{S}{\frac{1}{2} n(n-1)} \quad (3.1)$$

Die Signifikanz wird, für $n \geq 10$, asymptotisch über S oder über τ getestet:

$$Z = \frac{S}{\sqrt{\text{var}(S)}} = \frac{\text{tau}}{\sqrt{\text{var}(\text{tau})}} \quad (3.2)$$

Z ist die Standardnormalvariable.

Die Varianz von tau lässt sich aus der Varianz von S ableiten:

$$\text{var}(\text{tau}) = \frac{\text{var}(S)}{\left(\frac{1}{2} n(n-1)\right)^2} \quad (3.3)$$

Wenn also i KENDALL-Summen gegen ihre summierten Varianzen getestet werden können

$$Z = \frac{\sum_i S_i}{\sqrt{\sum_i \text{var}(S_i)}} \quad , \quad (3.4)$$

ergibt sich der entsprechende mittlere tau-Koeffizient analog (3.1) als

$$\overline{\text{tau}} = \frac{\sum_i S_i}{\sum_i \left(\frac{1}{2} n_i (n_i - 1)\right)} \quad (3.5)$$

Die Varianz ist analog (3.3)

$$\text{var}(\overline{\text{tau}}) = \frac{\sum_i \text{var}(S_i)}{\left(\sum_i \frac{1}{2} n_i (n_i - 1)\right)^2} \quad (3.6)$$

(Im Fall, daß Bindungen vorliegen, tritt an die Stelle von $\frac{1}{2} n(n-1)$ der entsprechend korrigierte Ausdruck. Auch die Varianzen werden dann entsprechend korrigiert.)

Dieser Schritt, ein mittleres tau zu bilden, ist deswegen nötig, weil man zwei KENDALL-Summen nicht direkt miteinander vergleichen kann, sondern sie erst durch ihre maximal erreichbaren Werte dividieren muß. Der nächste Schritt ist dann der Test auf Unterschied:

Für den Vergleich zweier tau-Koeffizienten schlägt KENDALL (1955) ein konservatives (zugunsten der Nullhypothese urteilendes) Verfahren vor, bei dem die Varianz von tau mit dem Maximalwert angesetzt wird:

$$Z = \frac{\tau_{1} - \tau_{2}}{\sqrt{\frac{2}{n_{1}} (1-\tau_{1}^2) + \frac{2}{n_{2}} (1-\tau_{2}^2)}} \quad (3.7)$$

Eine Prüfgröße für den Unterschied zweier mittlerer Koeffizienten aus i und j Einzelwerten wäre dann

$$Z = \frac{\overline{\tau}_{1} - \overline{\tau}_{2}}{\sqrt{\frac{2}{\sum_{i} n_{i}} (1-\overline{\tau}_{1}^2) + \frac{2}{\sum_{j} n_{j}} (1-\overline{\tau}_{2}^2)}} \quad (3.8)$$

Wahrscheinlich ist aber dieser Test für den vorliegenden Zweck zu konservativ, und man macht keinen zu großen Fehler, wenn man die Prüfgröße mit

$$Z = \frac{\overline{\text{tau}}_1 - \overline{\text{tau}}_2}{\sqrt{\frac{\sum_i \text{var}(S_i)}{(\sum_i \frac{1}{2} n_i (n_i - 1))^2} + \frac{\sum_j \text{var}(S_j)}{(\sum_j \frac{1}{2} n_j (n_j - 1))^2}}} \quad (3.9)$$

ansetzt. Die Varianz ist darin wie (3.6). In Tab. 2 werden auf jeden Fall die Ergebnisse beider Berechnungsarten angegeben. Der Test kann m. E. einseitig ausgeführt werden, weil, wenn ein Unterschied vorhanden ist, dieser in der erwarteten Richtung (Korrelationen über die kurze Zeitspanne höher als über die längere) ausfallen dürfte.

Eingrenzung des Verbreitungsgebiets

Bei allen untersuchten Arten taucht mehr oder weniger oft die Häufigkeit "0" auf. Das wird zum Problem bei den Arten, die nicht über das gesamte Untersuchungsgebiet verbreitet sind, bei denen also gehäuft Wertepaare "0 - 0" in der Korrelation erscheinen würden. Deshalb sind von der Berechnung solche Areale (als Gruppen von 4-Quadrat-Feldern) ausgeschlossen worden, in denen zu allen verglichenen Untersuchungszei-

ten - Sommer und Winter getrennt betrachtet - die jeweilige Art nicht vertreten war. Die abgetrennten Gebiete sind aus den Übersichtskarten Fig. I zu ersehen. Möglicherweise war dieses Verfahren nicht immer rigoros genug. Für den Fall, daß noch relativ viele "0--0"-Paare in die Korrelation eingehen, ergeben sich folgende Effekte:

- Verstärkung der parametrischen Korrelation, wenn die entsprechende Regressionsgerade durch den Koordinatenursprung oder dessen Nähe verläuft,
- Abschwächung der parametrischen Korrelation, wenn die Regressionsgerade abseits vom Koordinatenursprung verläuft, und
- Erhöhung der Rangkorrelation auf jeden Fall.

Das ist insofern bedenkenswert, als eine Regression durch den Nullpunkt am ehesten zwischen fangtechnisch gleichartigen, die andere Regression aber eher zwischen fangtechnisch unterschiedlichen Reisen zu erwarten ist. Da die Korrelationen zwischen fangtechnisch gleichen Reisen aber auch gleichzeitig die Korrelationen über die kurze Zeitspanne sind, und diese durch häufige "0--0"-Paare relativ erhöht würden, könnte unter gewissen Bedingungen der gesuchte Unterschied zwischen den mittleren parametrischen Korrelationskoeffizienten nur vorgetäuscht sein. Da das bei der Rangkorrelation nicht passieren kann, spricht auch dieser Gesichtspunkt für ihre Verwendung.

2.2.3 Varianzanalyse

Der Nachteil des im vorigen Kapitel beschriebenen Korrelationsverfahrens ist, wie schon erwähnt, die unspezifische Aussage. Das Verfahren kann bestenfalls zu dem Schluß verhelfen ob, aber nicht wie oder wo sich etwas in der Verbreitung geändert hat. Im Unterschied dazu sollen mit der folgenden Methode mögliche Veränderungen auch lokalisiert werden können.

Wenn man das Verbreitungsgebiet einer Art in mehrere Untergebiete teilt (die noch zu definieren wären) und die mittleren Häufigkeiten in diesen Untergebieten zu verschiedenen Zeitpunkten vergleicht, dann läßt sich diese Problemstellung (zweidimensionaler multipler Vergleich von Mittelwerten) grundsätzlich mit Hilfe der Varianzanalyse auswerten.

Mögen die Untersuchungsjahre die Zeilen und die Untergebiete die Spalten darstellen, dann ist die mittlere Häufigkeit in einem Jahr in einem Untergebiete das Untergruppenmittel. Unterschiede in der mittleren Häufigkeit zwischen den Jahren lassen sich als Zeileneffekt auf Signifikanz testen und Unterschiede zwischen den Untergebieten als Spalteneffekte.

Drittens sollten, und das ist für die gegebene Fragestellung entscheidend, Änderungen der mittleren Häufigkeit in den Untergebieten über die Zeit unabhängig davon, ob der Fang in der gesamten Nordsee zu- oder abgenommen hat, als Wechselwirkung in Erscheinung treten. Damit ist es möglich, Verschiebungen in der Verbreitung als Wechselwirkung auf Signifikanz zu testen.

Nach dieser hoffnungsvollen Einleitung muß zu-

nächst wieder eine Einschränkung folgen: Die Varianzanalyse ist als parametrisches Verfahren an normal verteilte Daten gebunden. Sie soll zwar robust gegen Abweichung von der Normalität sein (WEBER 1972), allerdings nur bei gleicher Besetzung der Untergruppen - diese Voraussetzung trifft hier nicht zu.

Da es aber m. W. kein verteilungsfreies Verfahren gibt, das dermaßen gut ausgebaut und vielseitig wie die parametrische Varianzanalyse ist, soll sie hier dennoch verwendet werden.

Die Konsequenz ist allerdings, daß - auch bei Verwendung logarithmierter Daten - die Irrtumswahrscheinlichkeit im Test nicht auf die Ziffer genau zu nehmen ist, und dies umso weniger, je weiter die spezielle Verteilung von der Normalverteilung abweicht. Diesen Nachteil muß man wohl oder übel in Kauf nehmen.

Die Varianzanalyse läßt sich für unseren Zweck noch weiter ausbauen: Durch "Zerlegung der Quadrate" lassen sich Unterschiede zwischen Gruppen von Zeilen oder Spalten testen, ebenso lassen sich die Quadrate der Wechselwirkung aufspalten. Damit läßt sich testen, ob eine Wechselwirkung der Untergebiete mit 2 Gruppen von Jahren besteht, wobei eine Gruppe die früheren Untersuchungsjahre sind, und die zweite Gruppe die jetzigen - praktischer ausgedrückt, ob die Fische einer Art sich jetzt anders auf die Untergebiete verteilen als früher.

Weiterhin kann man mit Hilfe der Methode der "Linearen Kontraste" beliebige Differenzen von Mittelwerten - und damit lassen sich auch Wechselwirkungen beschreiben - auf Signifikanz testen, wenn die Varianzanalyse Signifikanz ergeben hat.

Die Varianzanalyse wird recht gründlich bei WEBER (1972) beschrieben, an deren Ausführungen und Beispielen ich mich bei der Berechnung orientiert habe.

Für die Beurteilung von Kontrasten gibt es verschiedene Methoden; mir scheint die nach SCHEFFE (1953) am geeignetsten, weil sie für komplizierte Kontraste empfohlen wird und auch bei ungleich besetzten Mittelwerten anwendbar ist (WEBER, 1972).

Die Anwendung sei an einem Beispiel erläutert:

Denken wir uns 5 Gebiete, die zum Zeitpunkt A die mittleren Häufigkeiten $A_1; A_2; \dots; A_5$ aufweisen und zum Zeitpunkt B die Häufigkeiten $B_1; B_2; \dots; B_5$. Liegt keine Wechselwirkung vor, sind alle Differenzen $A_i - B_i \approx \text{konst.}$; anderenfalls ist wenigstens eine Differenz signifikant von den anderen verschieden. Damit läßt sich testen, ob in einem oder mehreren Untergebieten eine Veränderung stattgefunden hat, die sich von Veränderungen in anderen Gebieten abhebt - die Aussage ist also immer relativ!

Will man in dem gegebenen Beispiel testen, ob die Differenzen $A_1 - B_1$ und $A_2 - B_2$ von den anderen verschieden sind, stellt man folgenden Kontrast auf:

$$\begin{aligned} D &= \frac{(A_1 - B_1) + (A_2 - B_2)}{4} - \frac{(A_3 - B_3) + (A_4 - B_4) + (A_5 - B_5)}{6} \\ &= \frac{1}{4} A_1 - \frac{1}{4} B_1 + \frac{1}{4} A_2 - \frac{1}{4} B_2 - \frac{1}{6} A_3 + \frac{1}{6} B_3 - \\ &\quad \frac{1}{6} A_4 + \frac{1}{6} B_4 - \frac{1}{6} A_5 + \frac{1}{6} B_5 \end{aligned} \quad (3.10)$$

Die c_i sind dann $\frac{1}{4}; -\frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \dots; -\frac{1}{6}; \frac{1}{6}$

Als Prüfgröße berechnet man

$$P = \frac{D}{\sqrt{s_R^2 \sum_k \frac{c_i^2}{n_i}}} \quad (3.11)$$

worin s_R^2 die Mittleren Quadrate (Rest) aus der Varianzanalyse sind, k die Anzahl der Mittelwerte (in unserem Beispiel: 10) und die n_i die Anzahlen der Beobachtungen pro Mittelwert.

Für $P > \sqrt{(k-1) F_{(k-1; n-k; \alpha)}}$ ist der Unterschied signifikant.

Damit lassen sich beliebige Gruppen von Differenzen gegeneinander testen bis hin zu zwei einzelnen (mit dann $k = 4$ Mittelwerten).

Auf unser praktisches Problem übertragen heißt das, daß (im Winter) die A_i die über 1962 und 1963, und die B_i die über 1977, 1978 und 1979 gemittelten Häufigkeiten im i -ten Untergebiet sind (im Sommer entsprechend 1959 und 1960 gegen 1978). Berechnet wurde P für alle denkbaren Kombinationen von Differenzen, und die Kombinationen mit den größten P -Werten wurden als die sichersten Unterschiede herausgesucht. Bei dieser Verfahrensweise ist zu beachten, daß die Irrtumswahrscheinlichkeit nicht streng gilt, weil keine vorher aufgestellten Hypothesen getestet, sondern Extremwerte aus den Daten herausgezogen werden.

Die gesamte Prozedur soll noch einmal stichwortartig zusammengefaßt werden:

Logarithmische Transformation der Daten
Zweiweg-Varianzanalyse (Jahre/Untergebiete)
Modell I (feste Effekte)
mehrfache Besetzung, unbalanzierter Fall (un-
gleiche Besetzung)
Test auf Zeileneffekt (Unterschiede zwischen
Jahren),
Test auf Spalteneffekt (Unterschiede zwischen
Untergebieten),
Test auf Wechselwirkung (Jahre mit Untergebieten)
Zerlegung der Quadrate der Zeilen (Zusammenfas-
sung der früheren und der jetzigen Untersu-
chungen zu je einer Gruppe)
Zerlegung der Quadrate der Wechselwirkung in
entsprechender Weise
Test auf Unterschied zwischen den Zeilengruppen
Test auf Wechselwirkung der Zeilengruppen mit
den Untergebieten
Analyse der Wechselwirkung mit Hilfe Linearer
Kontraste nach SCHEFFÉ (1953)

Als wichtige Aufgabe bleibt noch, die Unterge-
biete zu definieren. Dies sollte möglichst kei-
ne beliebige oder schematische Unterteilung
sein, weil in der Varianzanalyse die Wirkungen
getestet werden gegen die Mittleren Quadrate
(Rest), d. h. gegen die Abweichungen von den
Untergruppenmitteln. Diese werden aber um so
kleiner sein, je homogener die Fänge innerhalb
der Untergebiete sind.

Eine zweite Forderung wäre, daß diese Unterge-
biete einheitlich reagierende Gruppen einer Art
umfassen sollten, damit etwaige Veränderungen
sich möglichst deutlich abzeichnen.

Der ersten Forderung würde sicher am ehesten
mit einer nachträglichen Stratifikation Genüge

getan, ich weiß allerdings nicht, wie solch eine Prozedur in die Varianzanalyse einzubauen wäre. (Wahrscheinlich geht eine gewisse Menge an Freiheitsgraden verloren, weil Parameter aus den Daten geschöpft werden.) Diese Möglichkeit scheidet von daher aus.

Ein System mit dem Anspruch, biologisch einheitliche Gebiete der Nordsee abzugrenzen, verwendet seit kurzem die "North Sea Roundfish Working Group" des ICES (Internationaler Rat für Meeresforschung) (JONES, 1978, 1972; ARMSTRONG, 1977). Diese Unterteilung wurde ursprünglich entwickelt, um Daten der bodenbewohnenden Gadiden (Kabeljau, Schellfisch, Wittling) zu gruppieren, die Verwendung auch für andere Arten wird aber nahegelegt (JONES, 1978). Die natürlichen Grenzen, die diesem System zugrunde liegen, sind solche zwischen hydrografisch und planktologisch unterscheidbaren Wasserkörpern, solche, innerhalb derer eingewanderte seltene Fische regelmäßig auftauchen oder markierte, freigelassene Fische sich ausbreiten. Eingebaut wurden auch Grenzen zwischen Populationen einiger Arten, die sich genetisch oder parasitologisch voneinander scheiden lassen. Das breite Fundament läßt diese Untergliederung tatsächlich als anwendbar erscheinen auch für ein größeres Artenspektrum, ich habe sie deshalb als das geeignetste System unverändert für alle untersuchten Fischarten übernommen. (Man empfindet ein gewisses Unbehagen bei den starren, geraden Grenzen, die ja auch nur eine Näherung darstellen können an die wirklichen Gegebenheiten, die von Jahr zu Jahr und von Jahreszeit zu Jahreszeit fließend sind.) Die Grenzen dieser sieben Untergebiete, so weit sie in unser Untersuchungs-

gebiet fallen, sind in Fig. 5 eingezeichnet. Die Numerierung ist von den Autoren übernommen und wird im folgenden verwendet.

Die mittleren Häufigkeiten (Stückzahl pro $\frac{1}{2}$ h bzw. kg pro $\frac{1}{2}$ h bei der Kliesche) in den Untergebieten enthält Tab. 3, und zwar sowohl die Mittel der untransformierten Zahlen als auch die der logarithmierten Werte (die ja in die Varianzanalyse eingegangen sind). Außerdem enthält die Tabelle jeweils die Mittel über die früheren und über die späteren Jahre, sowie die Differenz zwischen beiden. Aus diesen Differenzen, in denen sich mögliche Veränderungen abzeichnen, sind die Kontraste berechnet worden.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, sind in einigen Fällen Untergebiete nicht besetzt, und zwar da, wo diese Untergebiete zusammenfallen mit ausgegrenzten Gegenden, wo die betreffende Art nicht vorkommt. In einigen anderen Fällen ist die Besetzung so schwach, daß die Verwendung in der Varianzanalyse nicht sinnvoll erscheint. Es wurden daher zusätzlich auch diejenigen Gebiete eliminiert, in denen nicht wenigstens in drei Jahren (Winter) bzw. zwei Jahren (Sommer) die betreffende Art gefangen wurde. Die weggelassenen Gebiete sind in der Tabelle vermerkt.

Weil für die Varianzanalyse die Daten verwendet wurden, wie sie für die Korrelationsuntersuchungen aufbereitet worden waren, ist die Einheit nicht der einzelne Fang, sondern der Fang in einem statistischen Quadrat, d. h. es sind z. T. Einzelwerte, z. T. Mittelwerte aus mehreren Fängen. Der damit verbundene Verlust an Information

ist zweifellos ein Nachteil, mit dem aber erhebliche technische Vorteile bei der Verarbeitung der Daten erkauft wurden. Der Effekt ist sicher eine Unterschätzung der tatsächlichen Varianz, die die Gültigkeit der Signifikanzgrenzen weiter einschränkt. Ansonsten kann ich keine Quelle für systematische Fehler darin sehen.

In Tab. 4 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse zusammengefaßt. Von Interesse ist vor allem die Rubrik "nach Zerlegung der Quadrate", in der die Tendenzen über die Zeit deutlich werden. Quantitative Veränderungen sind in den Spalten "Unterschied früher/jetzt" abzulesen, einmal unkorrigiert und einmal mit Korrektur der Fänge ab 1977 auf Manila-Netz (bei Sprott und Leyerfisch ist keine Korrektur möglich). Signifikante Verschiebungen über die Zeit erscheinen in der Spalte "Wechselwirkung" dieser Rubrik.

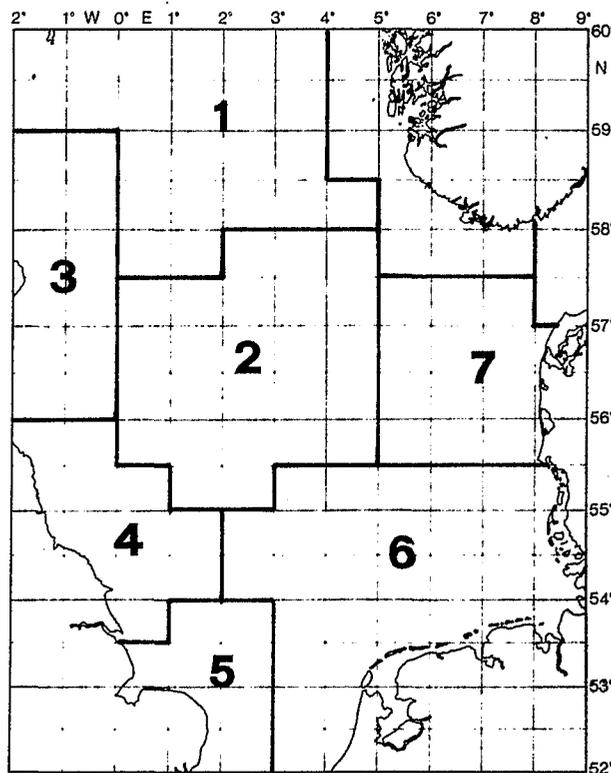


Fig. 5
ICES - Untergebiete

2.2.4 Geographische Schwerpunkte

Eine Verbreitung in einem Punkt zusammengefaßt darzustellen kann ein nützliches Hilfsmittel sein, um Verschiebungstendenzen anschaulich zu machen. Man kann sich so einen Schwerpunkt denken als gewogene mittlere Koordinaten, wobei die Koordinaten einer Fischereistation mit dem dort erzielten Fang einer Art gewogen werden. Der Schwerpunkt wird dann, je nachdem, wo die betreffende Art ihre größte Dichte hat, mehr oder weniger exzentrisch liegen.

Praktisch bin ich so vorgegangen, daß ich nicht die Koordinaten, sondern eine gröbere Einteilung benutzt haben, nämlich die 16 Zeilen und 11 Spalten in der Verbreitungskarte, die sich beim Eintragen des Gradnetzes (s. Fig. 1) ergeben. Der Schwerpunkt errechnet sich dann als gewogener mittlerer Zeilen- und Spaltenindex: Die laufenden Nummern der Zeilen bzw. Spalten werden gewogen (multipliziert) mit dem mittleren logarithmischen Fang in der jeweiligen Zeile oder Spalte, aufsummiert und durch die Summe der Gewichte geteilt. Das Logarithmieren ist nützlich, um die Extremwerte zu dämpfen. Die Matrix ist natürlich nur ein verzerrtes Abbild des realen Ausschnitts der Erdoberfläche, aber das spielt für den Zweck keine Rolle.

Wichtig ist hingegen, daß die Lage des Stationsnetzes auch die Lage der Schwerpunkte beeinflusst. Weil im Winter 1978 das Untersuchungsgebiet verkleinert war, sind getrennt noch einmal die Schwerpunkte in diesem reduzierten Gebiet berechnet worden. In der Fig.7 sind beide Ergeb-

nisse nebeneinandergestellt; in der jeweils rechten Abbildung sind alle Schwerpunkte untereinander vergleichbar, in der linken alle bis auf den Winter 1978. Die rechte Abbildung dient also nur dazu, den Schwerpunkt im Winter 1978 richtig einordnen zu können. Andere Unregelmäßigkeiten der Stationsverteilung (Zeilen oder Spalten, die in manchen Jahren nicht befischt wurden) sind nicht kompensiert worden. Für Stöcker und Makrele erübrigt sich die zweite Abbildung, weil sie im Winter nicht gefangen wurden, mithin der Winter 1978 auch nicht besonders berücksichtigt werden muß.

3 Auswertung

3.1 Korrelationsanalyse

Die meisten Korrelationskoeffizienten fallen - wie erwartet - positiv aus, signifikant negativ (im zweiseitigen Test) ist keiner (siehe dazu die Tab. 2). Wie erwartet, hat auch das Berechnungsverfahren Einfluß auf die Größe des Koeffizienten. Man kann allerdings r und τ nicht direkt der Größe nach vergleichen, τ ist dem Absolutbetrag nach immer kleiner als der entsprechende Wert von r ; ausgenommen der Fall $\tau = r = \pm 1$ (LIENERT 1973).

Die Unterschiede zwischen den angewandten Verfahren liegen wohl vor allen Dingen in der Empfindlichkeit gegenüber Extremwerten. Das Mitteln über mehrere Quadrate, das Transformieren der Häufigkeiten in Logarithmen oder Ränge bedeuten ja jeweils eine Dämpfung der Extreme, was bei den vorliegenden Daten hauptsächlich eine Hebung des Anteils der signifikanten Korrelationen bewirkt, wie sich an der folgenden Tab. 1 ersehen läßt:

Tab.: 1 Zahl der Korrelationen, die mindestens auf dem 5% - Niveau (einseitig) signifikant sind

	1 Quadrat			4 Quadrate		
	r	r(log)	tau	r	r(log)	tau
Winter	11	8	64	27	51	68
Sommer	13	17	38	18	23	30

Bei Anwendung der Rangkorrelation hat die Mittelwertbildung offenbar keine zusätzliche Wirkung mehr. Beim Knurrhahn (Tab. 2.11) nimmt der Anteil der signifikanten Korrelationen dabei sogar ab. Insgesamt wird aber auf jeden Fall bestätigt, daß die Rangkorrelation das geeignetere Verfahren bei der gegebenen Datengrundlage ist.

Auffällig ist noch, daß bei einigen Arten (Stintdorsch, Scholle, Kliesche und Doggerscharbe) alle Korrelationskoeffizienten zwischen den Jahren 1962 und 1963 im Winter deutlich höher sind als die anderen drei vergleichbaren über die kurzen Zeitperioden. Das liegt sehr wahrscheinlich daran, daß 1962 und 1963 weitgehend dieselben Stationen befischt wurden (Effekt der "verbundenen Stichproben"), und kann ein Hinweis auf die besondere Standorttreue dieser Arten sein. Dazu paßt, daß drei der genannten Arten Plattfische sind, die ja besondere Ansprüche an Wassertiefe und Untergrund stellen. Allerdings ist die Limande als vierter untersuchter Plattfisch nicht darunter, stattdessen der Stintdorsch, der ja von seinen Ansprüchen her den Plattfischen sehr wenig ähnelt.

Es ist nicht möglich, die Sommerdaten zur Bestätigung heranzuziehen, weil die Korrelation 1959/60 sich in zweierlei Weise von den anderen beiden unterscheidet: Sie ist die einzige über einen kurzen Zeitraum, und die einzige, wo auf denselben Stationen gefischt wurde. Wenn sie höher ist als die anderen, kann man die möglichen Ursachen nicht trennen. Umgekehrt könnte aber, wenn die Korrelation 1959/60 nicht höher als die anderen ist, daraus auf das Fehlen des

genannten Effektes geschlossen werden. Tatsächlich weist von den vier Arten im Sommer nur noch die Doggerscharbe eine erhöhte Korrelation 1959/60 über alle sechs Verfahren auf, die anderen drei Arten nicht mehr (dafür aber die Limande, die als Plattfisch auch eigentlich dafür disponiert ist). Wie weit das zufällig ist, auf unterschiedlichem Verhalten zwischen Sommer und Winter beruht, oder etwa durch die Verwendung der Umrechnungsfaktoren bedingt ist, kann ich nicht sagen.

Man könnte vielleicht auch, wenn man diese Gedankengänge ein wenig ausbauen und die Methodik verfeinern würde, zu einem Maß für die lokale Variation innerhalb der großräumigen Verbreitung der Arten gelangen. Ist z. B. die Korrelation am höchsten, wenn dieselben Stationen befischt werden (wie etwa bei den drei genannten Plattfischen), ist die räumliche Variation klein; ist die Korrelation am höchsten zwischen einzelnen Quadraten (wie beim Knurrhahn), so liegt die Variation in der Größenordnung dieser Quadrate; ist die Korrelation am höchsten zwischen Gruppen von 4 Quadraten (wie beim Schellfisch), liegt die Variation in dieser Größenordnung usw.

Diese einleitenden Bemerkungen befaßten sich mit einzelnen Korrelationskoeffizienten, ihrer Größe und Signifikanz. Die eigentliche Fragestellung war, Unterschiede zwischen jeweils zwei mittleren Korrelationskoeffizienten zu suchen und auf Signifikanz zu testen. Dazu müssen zwei Dinge beachtet werden, die sich aus dem eingangs Gesagten ergeben:

Erstens sollte der Test möglichst nur auf der

Rangkorrelation basieren, weil so am ehesten eine Beeinflussung durch zufällige Extremwerte vermieden wird, und zweitens muß der Effekt der "verbundenen Stichproben" in Rechnung gestellt werden.

Sieht man nun die Tab. 2 nach signifikanten Unterschieden zwischen den mittleren Rangkorrelationskoeffizienten durch, finden sich positive Ergebnisse für den Winter bei Kabeljau, Kliesche, Doggerscharbe, Hering und Knurrhahn, und für den Sommer bei Kabeljau, Doggerscharbe und Limande.

Bei Kliesche (Tab. 2.6) und Doggerscharbe (Tab. 2.7) wäre der Unterschied nicht gesichert, wenn die Korrelation 1962/63 nicht höher wäre als die drei anderen über die kurzen Zeitperioden - der Unterschied kann also sehr wohl durch die verschiedenartige Methodik der Probennahme erzeugt sein. Die relativ vielen signifikanten Einzelkorrelationen über die lange Zeitspanne bei der Kliesche sprechen ansonsten eher dafür, daß keine Veränderung stattgefunden hat.

Bei Hering (Tab. 2.9) und Knurrhahn (Tab. 2.11) besteht nicht der Verdacht auf eine methodische Beeinflussung, beim Knurrhahn ist allerdings anzumerken, daß der Unterschied gerade in derjenigen Serie von Korrelationen (4 Quadrate) signifikant ist, in der die Koeffizienten durchweg niedriger als in der anderen (1 Quadrat) sind, was den Wert des Ergebnisses in gewisser Weise einschränkt. Beim Hering fällt auf, daß im Winter 1962 womöglich eine untypische Verbreitung vorlag, jedenfalls sind drei der vier Korrelationskoeffizienten für dieses Jahr negativ.

Am besten abgesichert ist der Unterschied beim Kabeljau (Tab. 2.1), wo die Signifikanz sogar im konservativen Test besteht. Der Unterschied wäre noch größer, wenn nicht die Verbreitung im Winter 1979 verhältnismäßig unähnlich denjenigen der Winter 1977 und 1978 wäre.

Im Sommer ist es wieder der Kabeljau, der einen signifikanten Unterschied in der Rangkorrelation aufweist, dazu die Doggerscharbe und die Limande (Tab. 2.8). Die Signifikanz beim Kabeljau ist wieder hoch und hält auch dem konservativen Test stand. Bei der Doggerscharbe gilt derselbe Einwand wie für den Winter: daß der Unterschied ein Artefakt sein kann. Für die Limande dagegen kann dergleichen aus den Winterdaten nicht abgeleitet werden.

Man kann die Fragestellung auch umkehren und untersuchen, welche Art in ihrer Verbreitung am stabilsten war. Ein geeignetes Kriterium dafür wäre eine möglichst große Zahl von hohen Einzelkorrelationen, d. h. Ähnlichkeit zwischen möglichst vielen Jahren. Sieht man die Tab. 2 (nur die Winterdaten) daraufhin einmal durch, fällt zuerst der Schellfisch ins Auge wegen der ausnahmslos hochsignifikanten Einzelkorrelationen über die lange Zeitspanne. Als nächste wären Sprott und Scholle zu nennen, dann Kliesché, Stintdorsch und Knurrhahn. Ein geeigneter Signifikanztest wäre ein Chi-Quadrat-Test auf Homogenität aller Korrelationskoeffizienten, wie bei SACHS (1973) für r beschrieben, den ich aber auf τ nicht anwenden kann. Deshalb sei es in diesem Fall mit dem Augenschein belassen.

Tab. 2.1

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

KABELJAU
=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.119		.091		.116		50	.511	xx	.459	xx	.393	xx	29
1977/78	.382		.195		.500	xx	21	.407	x	.283		.400	xx	21
1977/79	.167		.039		.114		22	.154		.099		.211		23
1978/79	.390	x	.101		.054		19	.187		.174		.271		19
1962/77	-.012		.009		-.024		30	-.150		-.087		-.064		27
1962/78	.044		-.021		-.127		22	-.037		.006		-.031		22
1962/79	-.071		-.019		-.008		29	-.127		.015		.118		26
1963/77	.012		.016		.007		35	-.235		-.172		-.162		26
1963/78	.035		.029		-.030		23	-.052		-.004		.011		20
1963/79	-.055		.007		.049		29	-.108		.116		.132		26
Unterschied		x				x			xxx		x		xxx	
					kons:	-						kons:	x	

Sommer

1959/60	.270	x	.339	xx	.436	xxx	60	.441	xx	.675	xxx	.649	xxx	31
1959/78	-.033		.008		.042		39	-.061		-.036		.057		27
1960/78	.012		-.003		-.014		38	-.098		-.071		-.023		27
Unterschied				x		xxx			x		xxx		xx	
					kons:	x						kons:	x	

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.2

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
 (in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
 den Untersuchungsjahren
 SCHELLFISCH
 =====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.389	xx	.510	xxx	.576	xxx	49	.419	x	.763	xxx	.606	xxx	28
1977/78	.006		.090		.358	x	19	.028		.323		.493	xx	18
1977/79	.014		.131		.509	xxx	22	.082		.562	xx	.680	xxx	22
1978/79	-.003		.113		.486	xx	19	.722	xxx	.435	x	.618	xxx	18
1962/77	-.002		.173		.443	xxx	30	.202		.639	xxx	.565	xxx	24
1962/78	.033		.089		.312	x	21	.702	xxx	.554	xx	.723	xxx	19
1962/79	.347	x	.287		.604	xxx	28	.285		.583	xx	.498	xxx	25
1963/77	.142		.326	x	.545	xxx	35	.577	xx	.733	xxx	.696	xxx	24
1963/78	.049		.129		.424	xx	23	.306		.541	xx	.659	xxx	19
1963/79	.050		.266		.627	xxx	28	.281		.722	xxx	.644	xxx	25
Unter- schied														

Sommer

1959/60	.196		.430	xxx	.432	xxx	55	.105		.728	xxx	.398	xx	26
1959/78	-.012		.220		.484	xxx	36	.194		.663	xxx	.458	xx	24
1960/78	.111		.140		.279	xx	37	.089		.434	x	.175		24
Unter- schied														

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.3

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

WITTLING

=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.114		.085		.280	xx	50	.316	x	.229		.266	x	29
1977/78	.315		.065		.218		21	.334		.019		.043		21
1977/79	.016		.039		.304	x	22	.207		.022		.044		23
1978/79	.000		.082		.340	x	19	-.021		.120		.253		19
1962/77	.075		.011		.069		30	.155		.095		.157		27
1962/78	.000		.017		.092		22	.018		.090		.208		22
1962/79	.004		.005		.047		29	-.003		.091		.096		26
1963/77	.119		.015		.079		35	.302		.085		.220		25
1963/78	.075		.028		.236	x	23	.089		.126		.301	x	20
1963/79	.071		.037		.172		29	.708	xxx	.222		.349	xx	26
Unter- schied														

Sommer

1959/60	.464	xxx	.302	x	.449	xxx	59	.683	xxx	.499	xx	.525	xxx	31
1959/78	.061		.113		.280	xx	39	.381	x	.284		.330	xx	27
1960/78	.112		.106		.407	xxx	37	.493	x	.197		.300	x	27
Unter- schied		x												

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.4

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren
STINTDORSCH
=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.677	xxx	.685	xxx	.625	xxx	42	.721	xxx	.895	xxx	.771	xxx	24
1977/78	-.001		.078		.182		17	-.007		.131		.262		15
1977/79	.001		.057		.363	x	18	.400	x	.500	x	.535	xx	18
1978/79	.000		.094		.355	x	17	.015		.219		.256		15
1962/77	.083		.242		.547	xxx	26	.224		.566	xx	.534	xxx	20
1962/78	-.019		-.064		-.100		18	-.023		.169		.266		16
1962/79	-.027		.165		.356	x	23	.110		.654	xxx	.575	xxx	21
1963/77	.097		.289		.438	xxx	30	.548	xx	.522	xx	.558	xxx	20
1963/78	-.002		-.039		-.108		20	-.012		.163		.215		16
1963/79	.301		.182		.366	x	23	.621	xx	.649	xxx	.587	xxx	21
Unter- schied		x		x										

Sommer

1959/60	.019		.550	xxx	.476	xxx	48	.617	xxx	.653	xxx	.436	xx	23
1959/78	.016		.192		.313	x	31	.042		.428	x	.511	xx	21
1960/78	.013		.177		.286	x	31	.210		.401	x	.318	x	21
Unter- schied				x					x					

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig

xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig

xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.5

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

SCHOLLE

=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.359	x	.544	xxx	.671	xxx	39	.451	x	.589	xx	.646	xxx	24
1977/78	.085		.107		.256		20	.103		.161		.155		21
1977/79	.007		.059		.182		20	.007		.131		.301	x	19
1978/79	.047		.065		.037		19	.043		.107		.087		19
1962/77	.047		.192		.487	xx	26	-.023		.509	xx	.347	x	23
1962/78	.079		.195		.374	x	22	.496	xx	.503	xx	.393	x	22
1962/79	.069		.218		.376	xx	25	-.009		.604	xx	.447	xx	21
1963/77	-.001		.116		.307	x	30	.007		.655	xxx	.447	xx	22
1963/78	.211		.077		-.013		23	.241		.386	x	.306		20
1963/79	.125		.230		.416	xx	25	.041		.439	x	.344	x	21
Unterschied														

Sommer

1959/60	.541	xxx	.479	xxx	.549	xxx	49	.321		.612	xxx	.494	xxx	25
1959/78	.258		.322	x	.587	xxx	35	.480	xx	.629	xxx	.562	xxx	24
1960/78	.127		.283	x	.603	xxx	35	.494	xx	.415	x	.629	xxx	24
Unterschied		x												

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.6

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren
KLIESCHE
=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.594	xxx	.515	xxx	.634	xxx	50	.810	xxx	.746	xxx	.611	xxx	29
1977/78	-.000		.125		.226		21	.479	x	.563	xx	.510	xxx	21
1977/79	.101		.109		.146		22	.285		.485	xx	.434	xx	23
1978/79	-.011		.161		.348	x	19	.150		.337		.330	x	19
1962/77	.043		.106		.242	x	30	.225		.469	xx	.357	xx	27
1962/78	.147		.055		.013		22	.317		.229		.166		22
1962/79	.133		.284		.610	xxx	29	.047		.447	x	.479	xxx	26
1963/77	.098		.192		.320	xx	35	.350		.427	x	.267	x	26
1963/78	.257		.177		.071		23	.544	xx	.386	x	.228		20
1963/79	.229		.259		.403	xx	29	.109		.392	x	.455	xxx	26
Unterschied						x			x		x		x	
						kons: -							kons: -	

Sommer

1959/60	.577	xxx	.527	xxx	.529	xxx	60	.653	xxx	.508	xx	.426	xxx	31
1959/78	.152		.340	x	.542	xxx	39	.675	xxx	.544	xx	.534	xxx	27
1960/78	.163		.220		.369	xx	38	.407	x	.351	x	.379	xx	27
Unterschied		xx		x										

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.7 Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren
DOGGERSCHARBE
=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.658	xxx	.566	xxx	.633	xxx	49	.713	xxx	.817	xxx	.631	xxx	28
1977/78	.071		.069		.191		20	.500	x	.316		.326	x	20
1977/79	.017		.065		.233		21	-.164		-.018		.027		22
1978/79	.080		.058		.183		19	.138		.264		.270		19
1962/77	.101		.087		.220		29	.243		.311		.365	xx	25
1962/78	.085		.070		.209		22	.144		.199		.283	x	21
1962/79	.110		.136		.267	x	28	.313		.359	x	.289	x	25
1963/77	.027		.059		.159		34	.013		.165		.188		24
1963/78	-.001		.056		.168		23	-.041		.075		.062		20
1963/79	.062		.073		.155		38	.188		.251		.205		25
Unter- schied	xx		x		xxx kons: x			x		x				

Sommer

1959/60	.306	x	.485		.541	xxx	45	.387	x	.488	x	.481	xx	21
1959/78	.008		.170		.298	xx	38	.071		.268		.229		25
1960/78	.030		.161		.232	x	33	.303		.221		.154		20
Unter- schied			x		x kons: -									

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.8

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

LIMANDE=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.031		.025		.009		47	.035		.169		.183		28
1977/78	.099		.211		.421	x	19	.204		.488	x	.474	xx	19
1977/79	.027		.213		.482	xx	21	.151		.393	x	.379	x	22
1978/79	.675	xx	.325		.432	x	18	.637	xx	.277		.112		18
1962/77	.019		.023		.034		28	.197		.146		.061		25
1962/78	-.038		-.025		-.007		21	.304		.515	x	.372	x	20
1962/79	.081		.104		.119		27	.287		.366	x	.322		25
1963/77	-.045		.019		.009		33	-.112		-.008		.050		25
1963/78	-.037		-.088		-.262		22	.257		.067		-.029		19
1963/79	.007		.027		.063		27	.495	xx	.538	xx	.476	xx	25
Unter- schied														

Sommer

1959/60	.228	x	.551	xxx	.433	xxx	60	.820	xxx	.812	xxx	.655	xxx	31
1959/78	.084		.210		.393	xxx	39	.023		.234		.267	x	27
1960/78	.001		.065		.161		38	.216		.299		.264	x	27
Unter- schied				xx					xxx		xxx		x	kons: -

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.9

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

HERING=====

Winter

	1 Quadrat						4 Quadrate					
	r		r(log.)		tau	n	r		r(log.)		tau	n
1962/63	.011		.104		.106	50	.005		.167		.189	29
1977/78	.028		.150		.455	xx 21	.185		.279		.315	x 21
1977/79	.072		.164		.414	xx 22	.060		.231		.246	23
1978/79	.062		.167		.409	xx 19	.055		.104		.162	19
1962/77	-.012		-.048		-.028	30	-.149		-.270		-.285	27
1962/78	-.002		-.045		-.135	22	-.125		-.190		-.158	22
1962/79	-.074		-.025		-.012	29	-.117		-.153		-.130	26
1963/77	.348		.181		.306	xx 35	.523	xx	.222		.152	26
1963/78	.004		.092		.144	23	.118		.134		.097	20
1963/79	.001		.162		.346	xx 29	.003		.340	x	.286	x 26
Unter- schied											xx kons: -	

Sommer

1959/60	-.081		.224	x	.159	x 60	-.104		.332	x	.315	x 31
1959/78	-.046		.053		.172	31	-.029		.168		.246	27
1960/78	.237		.094		.021	38	.341	x	.336	x	.162	27
Unter- schied												

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.10

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

SPROTT
=====

Winter

	1 Quadrat				4 Quadrate			
	r	r(log.)	tau	n	r	r(log.)	tau	n
1962/63	.729 xxx	.279 x	.284 x	43	.429 x	.369 x	.298 x	25
1977/78	.231	.163	.608 xxx	21	.324	.451 x	.498 xx	21
1977/79	.097	.151	.427 xx	21	.346	.390 x	.536 xxx	21
1978/79	.158	.260	.686 xxx	19	.209	.374	.399 x	19
1962/77	.035	.157	.483 xxx	29	.098	.430 x	.413 xx	25
1962/78	.048	.241	.512 xx	22	.283	.350	.325 x	22
1962/79	.031	.174	.341 x	26	-.009	.133	.181	23
1963/77	-.007	.167	.389 xx	33	.045	.477 xx	.458 xx	24
1963/78	-.007	.142	.329 x	23	-.080	.388 x	.583 xxx	20
1963/79	.034	.234	.373 xx	26	-.006	.462 x	.373 xx	23
Unter- schied	xxx				x			

Sommer

1959/60	-.055	.137	.304 x	21	.263	.339	.304	18
1959/78	-.078	.146	.325 x	21	.012	.291	.339 x	16
1960/78	.050	.061	.009	19	.252	.272	.244	16
Unter- schied								

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.11

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

KNURRHAHN=====

Winter

	1 Quadrat				4 Quadrate			
	r	r(log.)	tau	n	r	r(log.)	tau	n
1962/63	.020	.332 x	.304 xx	49	-.142	.423 x	.269 x	27
1977/78	.127	.095	.229	20	.220	.243	.292 x	20
1977/79	.057	.217	.496 xx	22	.142	.420 x	.384 x	23
1978/79	.065	.198	.403 x	19	.143	.283	.364 x	19
1962/77	.072	.229	.421 xx	30	.021	.279	.190	26
1962/78	.258	.119	.252	22	.170	.224	.166	21
1962/79	.071	.233	.398 xx	28	-.046	.305	.307 x	25
1963/77	.111	.184	.234 x	34	.311	.259	.110	26
1963/78	-.095	-.018	-.019	23	-.122	-.137	-.181	20
1963/79	.038	.183	.277 x	29	-.070	-.003	.011	25
Unter- schied							kons: x	-

Sommer

1959/60	.488 xxx	.300 xx	.348 xxx	60	.407 x	.152	.221 x	31
1959/78	.300 x	.285 x	.502 xxx	39	.452 x	.391 x	.451 xxx	27
1960/78	.266	.101	.300 xx	38	.238	.321	.320 x	27
Unter- schied								

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.12

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

LEYERFISCH
=====

Winter

	1 Quadrat				4 Quadrate			
	r	r(log.)	tau	n	r	r(log.)	tau	n
1962/63	.187	.214	.167	35	.173	.240	.190	22
1977/78	-.085	-.141	-.290	17	.066	.131	.030	18
1977/79	-.020	-.030	-.033	19	.013	.026	.067	18
1978/79	-.063	-.018	-.052	16	.260	.365	.338	17
1962/77	-.021	.051	.090	21	.296	.493	x .466	xx 20
1962/78	.463	x .192	.143	18	.503	x .059	-.090	18
1962/79	.057	.003	-.298	25	-.046	-.132	-.084	20
1963/77	.090	.150	.170	24	.069	.239	-.292	20
1963/78	-.085	-.135	-.240	19	-.192	-.306	-.350	17
1963/79	-.120	-.153	-.275	24	-.207	-.282	-.266	20
Unter- schied								

Sommer

1959/60	.630	xxx	.533	xxx	.565	xxx	43	.570	xx	.590	xx	.585	xxx	23
1959/78	.128		.340	x	.520	xxx	32	.154		.513	xx	.545	xxx	22
1960/78	.137		.237		.357	xx	33	.106		.306		.398	xx	22
Unter- schied		xx							xx					

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab. 2.13 Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren
STERNROCHEN
=====

Winter

	1 Quadrat							4 Quadrate						
	r		r(log.)		tau		n	r		r(log.)		tau		n
1962/63	.097		.163		.168		45	.381		.401	x	.282	x	25
1977/78	.083		.189		.408	x	17	.256		.501	x	.641	xxx	16
1977/79	.055		.135		.319		17	.110		.358		.309	x	19
1978/79	-.021		.087		.399	x	15	-.033		.160		.099		16
1962/77	.112		.141		.256	x	21	.111		.175		.268		21
1962/78	-.074		-.059		-.113		18	-.036		-.027		-.008		17
1962/79	.061		.170		.305		24	.412	x	.557	xx	.444	xx	22
1963/77	.009		.067		.105		32	.277		.398	x	.389	x	21
1963/78	.132		.174		.322		20	.060		.261		.361	x	17
1963/79	.112		.142		.275		23	.815	xxx	.507	xx	.221		22
Unter- schied														

Sommer

1959/60	.521	xxx	.464	xxx	.385	xxx	48	.668	xxx	.563	xx	.399	xx	24
1959/78	.168		.226		.322	x	31	-.064		.098		.058		22
1960/78	.126		.283		.424	xx	31	.172		.290		.207		22
Unter- schied		x							xx					

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
 xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
 xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

Tab.2.14

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

MAKRELE
=====

Sommer

	1 Quadrat				4 Quadrate			
	r	r(log.)	tau	n	r	r(log.)	tau	n
1959/60	-.040	.101	.091	60	-.020	.157	.142	31
1959/78	-.007	.051	.140	39	-.045	-.085	-.100	27
1960/78	.033	.206	.382 xxx	38	.078	.296	.261	27
Unter- schied								

Tab. 2.15

Korrelation der Häufigkeiten an gleichen Orten
(in je 1 bzw. 4 statistischen Quadraten) zwischen
den Untersuchungsjahren

STÖCKER
=====

Sommer

	1 Quadrat				4 Quadrate			
	r	r(log.)	tau	n	r	r(log.)	tau	n
1959/60	.304 x	.435 xx	.416 xxx	39	.251	.562 xx	.577 xxx	21
1959/78	.074	.220	.345 x	28	.002	.288	.264	19
1960/78	.704 xxx	.237	.410 xx	26	.683 xxx	.350	.447 xx	19
Unter- schied								

x = signifikant auf dem 5 % -Niveau, einseitig
xx = signifikant auf dem 1 % -Niveau, einseitig
xxx = signifikant auf dem 0,1% -Niveau, einseitig

3.2 Varianzanalyse

Eingangs soll auf die Wirkung des Logarithmierens der Daten aufmerksam gemacht werden. Allgemein müßten die Mittelwerte der Logarithmen den Mittelwerten der untransformierten Zahlen proportional sein, was auch im großen und ganzen für die in Tab. 3 zusammengefaßten Werte ersichtlich ist. In einigen Fällen gibt es aber deutliche Disproportionalitäten, wie etwa beim Stintdorsch, Sommer 1959, Gebiet 1 - 3 (Tab. 3.4). In einigen Fällen kehren sich auch die Vorzeichen der Tendenz über die Zeit um, wie beim Hering (Mittel über alle Gebiete) im Sommer (Tab. 3.9). Der Grund ist einfach, daß das Logarithmieren den Einfluß der Extremwerte reduziert, und daß in den erwähnten Fällen die hohen arithmetischen Mittel auf einigen abgehobenen Fängen beruhen. Es leuchtet daher ein, daß das Mittel der Logarithmen eine verlässlichere Größe für Test- und Vergleichszwecke ist, obwohl es im Falle der Heringe nicht leicht eingeht, von einer negativen Tendenz zu sprechen, wenn in Wirklichkeit mehr Fische gefangen worden sind (allerdings in ungleichmäßigerer Verteilung). Festzuhalten bleibt also, daß der Effekt des Logarithmierens recht drastisch sein kann und sich auch auf die Stabilisierung der Varianz auswirken muß.

Die relativen Verschiebungen, die mit Hilfe der linearen Kontraste ermittelt worden sind, sind in Fig. 6 graphisch dargestellt für alle Arten, bei denen sowohl signifikante Wechselwirkung früher/jetzt als auch wenigstens ein signifikanter Kontrast vorlag. Die Zeichnungen geben die

Untergebiete wieder, und die Plus- und Minuszeichen relative Zu- oder Abnahmen in diesen Gebieten. Nicht besetzte Gebiete sind schraffiert. Es ist jeweils eine Reihe von Kontrasten pro Art angegeben, und zwar die höchsten für je 2;3;4... bis maximal 7 einbezogene Untergebiete. Die berechnete Prüfgröße steht unter der jeweiligen Abbildung, nicht signifikante Werte sind eingeklammert. Die höchste Prüfgröße, also diejenige Kombination von Differenzen, die sich am deutlichsten von der Restvarianz abhebt, ist jeweils unterstrichen. (In P gehen nach (3.11) außer den Mittelwertdifferenzen auch die Besetzungsstärken der Mittelwerte ein.) Meistens kommt eine solche Reihe einfach dadurch zustande, daß immer ein weiteres Gebiet in den Kontrast mit einbezogen wird.

An einem Beispiel (Kliesche, Sommer, Fig. 6.3) soll das verdeutlicht werden: Stärkster Kontrast zwischen zwei Gebieten ist mit $P = 3.94$ derjenige zwischen Gebiet 2 (Abnahme) und Gebiet 6 (Zunahme). Durch Einbeziehung von Gebiet 4 ergibt sich der höchste Kontrast für 3 Gebiete mit $P = 4.04$. Durch weitere Einbeziehung von Gebiet 7 entsteht der höchste Kontrast für 4 Gebiete mit $P = 3.92$, usw. Die Vorzeichen bleiben jeweils erhalten. Nur beim Kabeljau (Sommer), Fig. 6.1 ist der Kontrast über 7 Gebiete, der sich aus dieser Reihe ergibt, mit $P = 4.72$ nicht der höchste gefundene für 7 Gebiete, sondern ein anderer mit $P = 5.60$ (in der Abb. darunter), mit anderen Vorzeichen in den Gebieten 1, 5 und 7. Diesem würde man auch nach dem Augenmaß die größere Bedeutung zumessen, da er alle positiven Differenzen gegen alle negativen stellt (Tab. 3.1, Kabeljau, Sommer, Diff. m. l. H.). Ich weiß nicht, warum beim

Kabeljau dieser Bruch in der Reihe der Kontraste auftritt und bei anderen Fischen nicht, halte es aber auch nicht für sehr wichtig.

Ansonsten kann man bei dieser Aufreihung recht gut die relative Bedeutung der Veränderungen in einzelnen Untergebieten ablesen, je nachdem, ob die Prüfgröße bei ihrer Einbeziehung ab- oder zunimmt. Oft sind mehrere Prüfgrößen in einer Reihe annähernd gleich groß, dann müssen auch die jeweils zugrunde liegenden Veränderungsmuster als entsprechend gleichwertige Interpretationsmöglichkeiten gelten.

Im Winter gibt es signifikante Verschiebungen bei Doggerscharbe, Limande, Hering, Sprott, Knurrhahn und Leyerfisch: Bei der Doggerscharbe ist die stärkste Tendenz eine Zunahme in den südlichen und östlichen Randgebieten gegenüber der nördlichen Nordsee. Bei der Limande sind es die beiden westlichen Gebiete, die gegenüber den nördlichen und südlichen Teilen zunehmen. Beim Hering ist es vor allem eine Abnahme in der zentralen Nordsee gegenüber den nordwestlichen und südöstlichen Gebieten, die deutlich wird. Der Sprott nimmt in der Deutschen Bucht relativ zu den nördlichen und westlichen Teilen der Nordsee zu, der Knurrhahn im zentralen Gebiet relativ zu den westlichen und südlichen Randgebieten. Beim Leyerfisch schließlich ist es umgekehrt eine relative Zunahme im zentralen Teil, die aber bei den wenigen insgesamt gefangenen Fischen nicht glaubwürdig ist.

Im Sommer findet man signifikante Kontraste bei Kabeljau, Wittling, Kliesche, Doggerscharbe, Limande und Hering. Auffällig ist, daß bei den ersten vier genannten Arten durchweg eine relative

Zunahme im südöstlichen Gebiet, verbunden mit einer Abnahme im zentralen Teil der Nordsee vorliegt.

Daß gerade dieser Kontrast so deutlich hervortritt, liegt wohl auch mit daran, daß er auf den am besten besetzten Mittelwerten beruht, was aber die Realität einer Süd-Ost-Verschiebung nicht in Frage stellt. Denkbar wäre aber auch, daß ein gemeinsam die vier Arten betreffendes Artefakt vorliegt, etwa ein Effekt unrealistischer Korrekturfaktoren; in der Deutschen Bucht wurde ja auf den früheren Fahrten hauptsächlich mit dem Kuttertrawl gefischt. Allerdings dürfte dann der Wittling nicht betroffen sein, für den ein recht zuverlässiger Umrechnungsfaktor vorliegt mit geringer Streuung der Einzeldaten. Immerhin stützt bei der Doggerscharbe auch der Befund im Winter die relative Zunahme im südöstlichen Gebiet, wobei hier aber die Abnahme im zentralen Teil geringere Bedeutung hat.

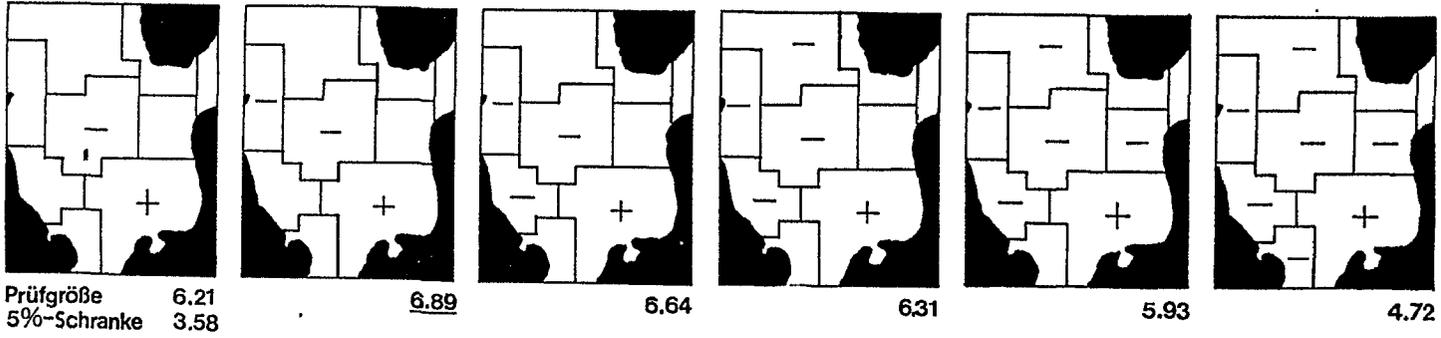
Bei der Limande stimmen die Ergebnisse von Sommer und Winter nicht gut überein; während im Winter das Gebiet der schottischen Küste die deutlichste relative Zunahme zeigt, ist es im Sommer gerade umgekehrt. Entgegengesetzte Tendenzen zeigen auch das nördliche und das südöstliche Gebiet, die anderen Tendenzen stimmen überein.

Beim Hering nehmen im Sommer die Fänge in der mittleren und nördlichen Nordsee relativ ab zugunsten des Bereichs der dänischen Küste, im Win-

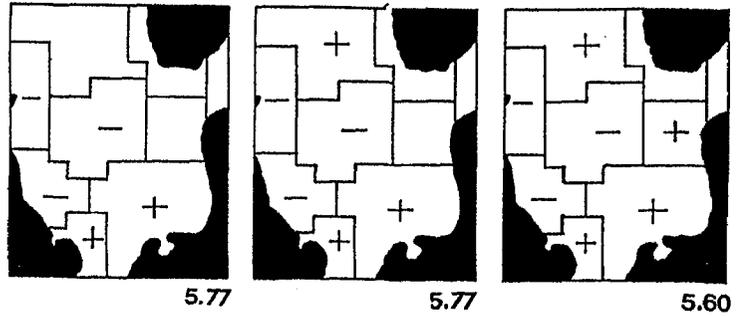
ter hingegen hat der nördliche Teil eine relative Zunahme zu verzeichnen. In den im Sommer verlassenen Gebieten liegen allerdings die bekannten Freßgebiete der erwachsenen Heringe, die seit den früheren Fahrten ja erheblich abgenommen haben (s. etwa ANON., 1978). Im Winter dagegen wurden auch von SAHRHAGE (1967) vorwiegend und in den späteren Jahren praktisch ausschließlich unreife Heringe gefangen, so daß die verschiedenen Tendenzen sicher unterschiedliche Ursachen haben.

Fig. 6 Graphische Darstellung der linearen Kontraste
Erläuterungen siehe Text.

1 KABELJAU SOMMER



oder:



2 WITTLING SOMMER

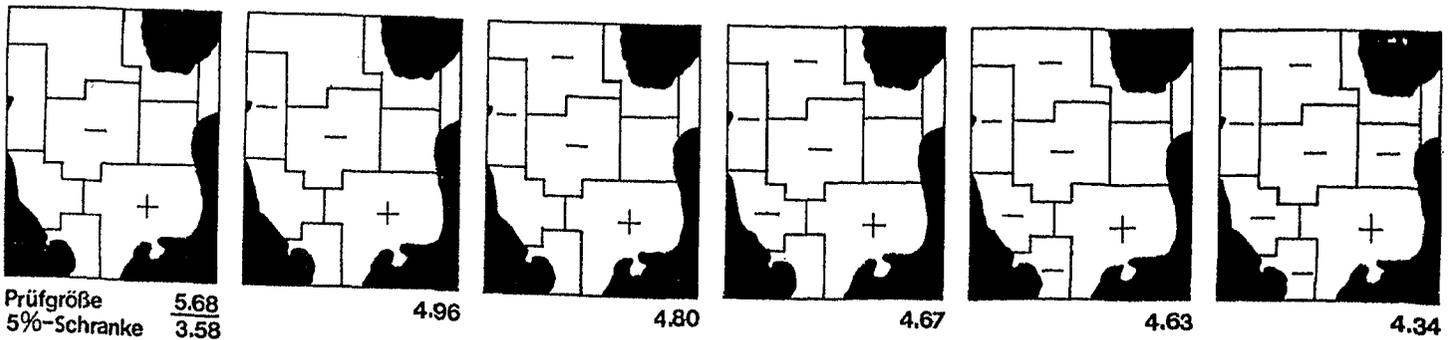
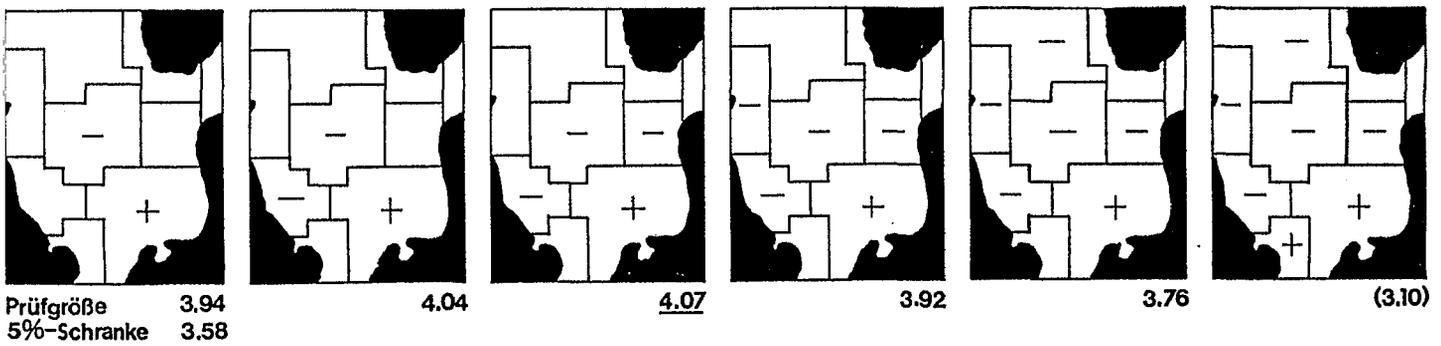
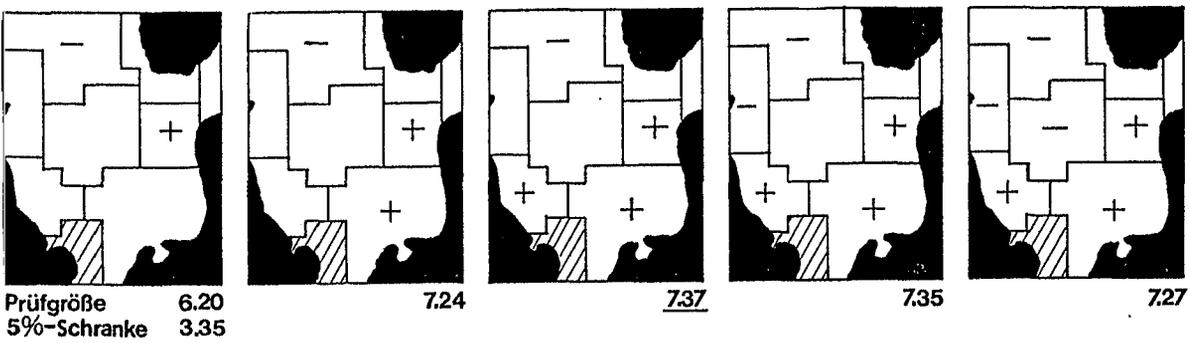


Fig. 6 Fortsetzung

3 KLIESCHE SOMMER



4 DOGGER-SCHARBE WINTER



4 DOGGER-SCHARBE SOMMER

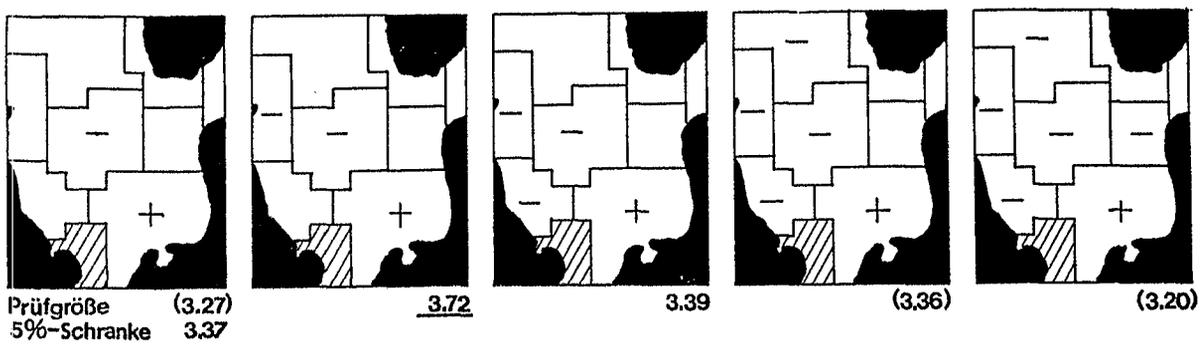
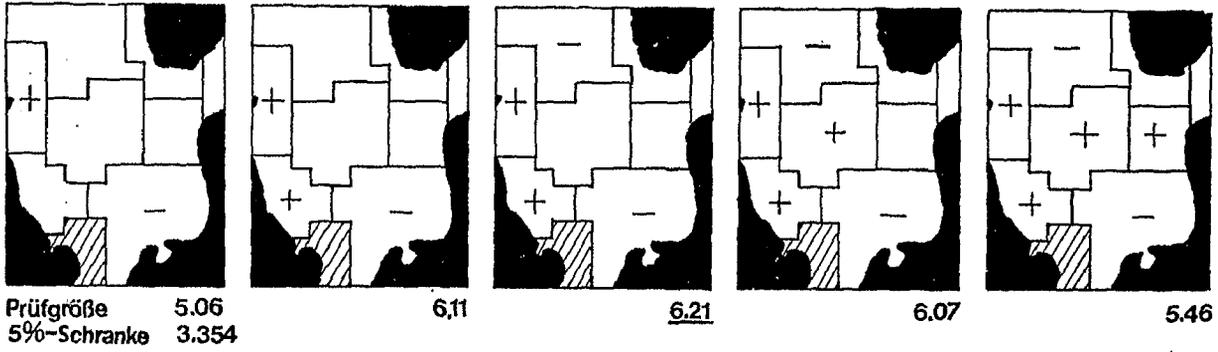


Fig. 6 Fortsetzung

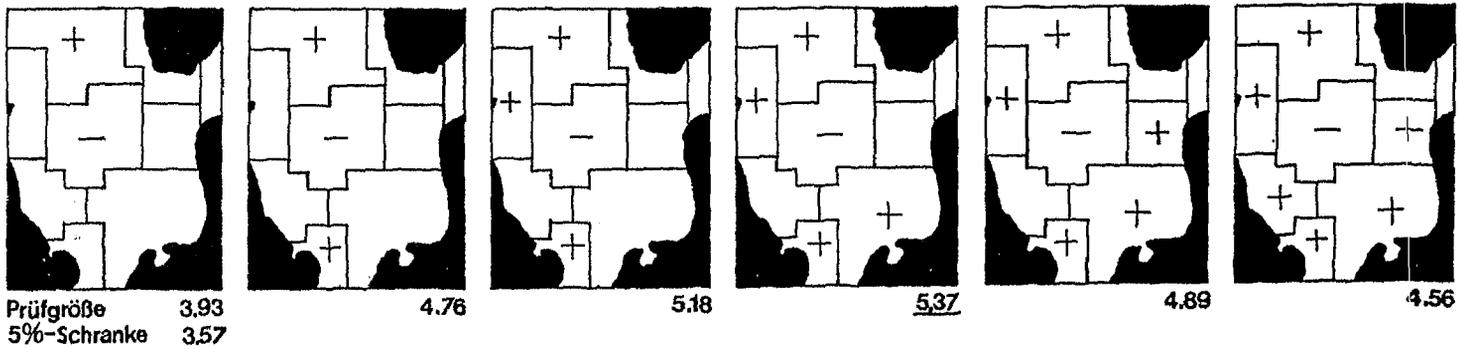
5 LIMANDE WINTER



5 LIMANDE SOMMER



6 HERING WINTER

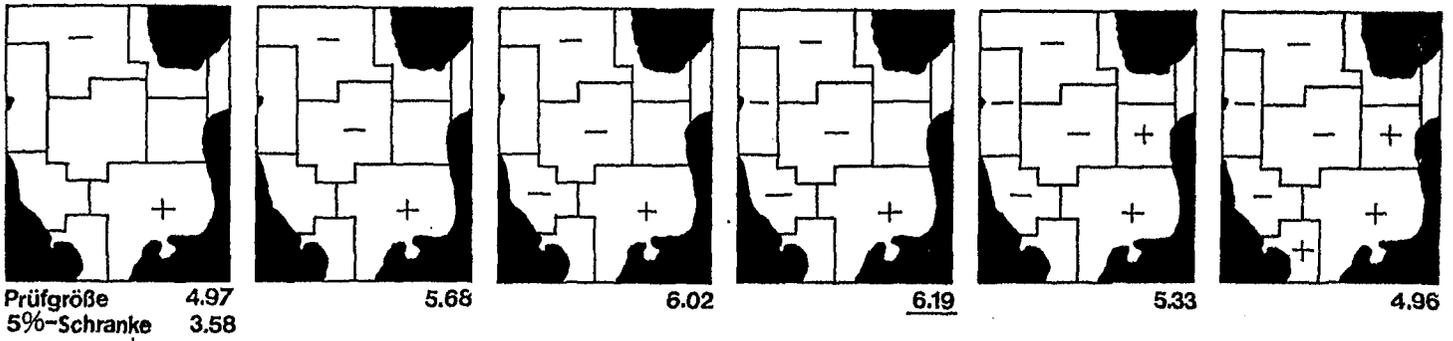


6 HERING SOMMER

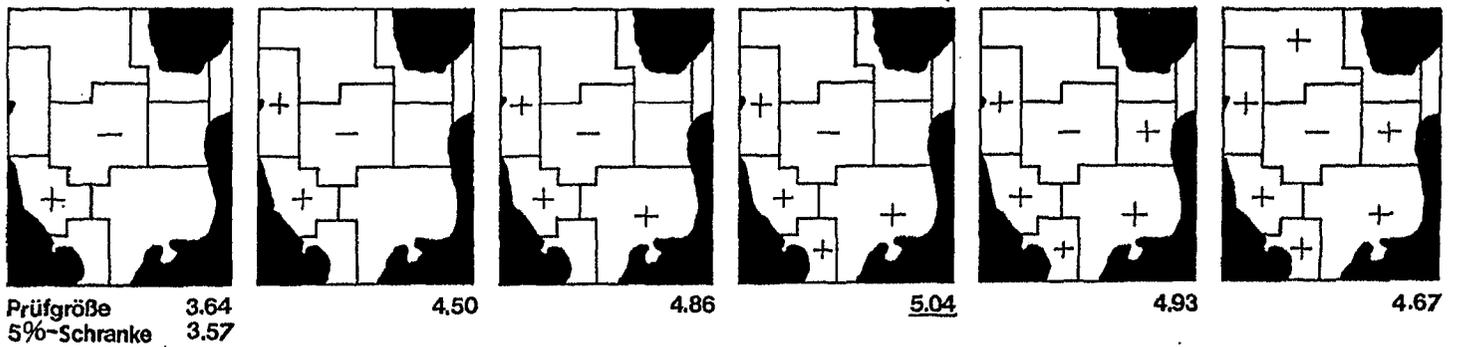


Fig. 6 Fortsetzung

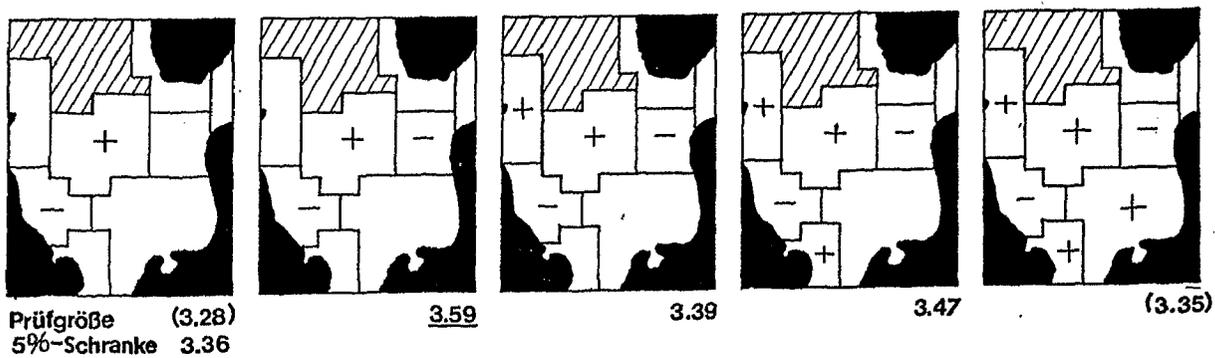
7 SPROTT WINTER



8 KNURRHAHN WINTER



9 LEYERFISCH WINTER



Tab. 3.1

- 76 -

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

KABELJAU
=====

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	6.0	4.1	12.4	18.0	5.0	3.1	8.5	6.8
mlH	1.5	1.4	1.8	2.5	1.8	1.1	1.8	1.5
n	15	13	7	4	2	13	6	60
1963 mH	5.0	10.8	8.7	11.0	0.6	2.8	4.2	6.4
mlH	1.6	1.5	1.2	1.8	0.4	0.8	1.5	1.3
n	15	15	7	5	3	15	7	67
∅ mH	5.6	7.7	10.6	14.1	2.4	3.0	6.2	6.6
mlH	1.5	1.5	1.5	2.1	0.9	1.0	1.7	1.4
n	30	28	14	9	5	28	13	127
1977 mH	7.4	16.6	3.0	26.0	15.0	13.8	31.0	15.1
mlH	1.9	2.4	1.1	2.9	2.3	2.2	2.6	2.2
n	10	15	5	5	2	15	5	57
1978 mH	7.6	4.0	1.2	54.2	2.6	35.7	-	18.4
mlH	1.4	1.3	0.6	3.2	1.1	2.4	-	1.7
n	3	13	5	5	3	10	-	39
1979 mH	9.1	9.3	4.5	5.2	0.5	18.0	13.0	10.7
mlH	2.0	1.7	1.2	1.3	0.3	1.8	2.3	1.7
n	8	14	7	4	2	12	4	51
∅ mH	8.1	10.3	2.9	30.1	5.6	21.1	23.0	14.2
mlH	1.9	1.8	1.0	2.6	1.2	2.1	2.5	1.8
n	21	42	17	14	7	37	9	147
Diff. mH	2.5	2.6	- 7.7	16.0	3.2	18.1	16.8	7.6
mlH	0.4	0.3	- 0.5	0.5	0.3	1.1	0.8	0.4

Sommer

1959 mH	8.6	89.0	14.7	76.5	1.0	35.8	28.4	40.9
mlH	2.1	3.8	2.2	4.1	0.7	2.3	2.7	2.7
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	11.8	66.4	17.7	32.0	25.3	31.3	40.8	34.0
mlH	1.9	4.0	2.6	2.7	1.4	2.6	3.1	2.8
n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅ mH	10.2	77.7	16.3	57.4	19.2	33.6	36.1	37.3
mlH	2.0	3.9	2.4	3.5	1.3	2.5	2.9	2.7
n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978 mH	19.8	27.2	2.0	18.0	53.3	233.0	41.5	79.4
mlH	2.5	2.8	0.8	2.7	3.9	4.6	3.5	3.1
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	9.6	-50.5	-14.3	-39.4	34.1	199.4	5.4	42.1
mlH	0.5	- 1.1	- 1.6	- 0.8	2.6	2.1	0.6	0.4

Tab. 3.2

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgegliedert
nach Untergebieten

SCHELLFISCH

Winter Gebiet 5 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	314.8	266.9	357.8	11.0	0.0	2.0	25.1	191.5
mlH	4.6	3.1	5.4	2.0	0.0	0.6	1.9	3.1
n	15	13	7	4	1	1.1	6	57
1963 mH	3447.2	384.2	1462.4	422.6	0.0	0.1	29.4	1077.4
mlH	7.6	4.8	6.5	2.9	0.0	0.1	2.0	4.0
n	15	15	7	5	2	14	7	65
∅ mH	1881.0	329.7	910.1	239.7	0.0	1.0	27.5	663.5
mlH	6.1	4.0	5.9	2.5	0.0	0.3	2.0	3.7
n	30	28	14	9	3	25	13	122
1977 mH	615.3	114.2	221.8	63.2	-	1.9	41.0	183.1
mlH	5.6	3.6	4.7	3.6	-	0.5	2.6	3.3
n	10	15	5	5	-	12	5	52
1978 mH	247.3	124.0	224.2	56.2	0.0	2.3	-	104.9
mlH	5.0	2.9	4.4	3.2	0.0	0.9	-	2.7
n	3	13	5	5	2	8	-	36
1979 mH	500.0	276.5	595.5	32.5	1.0	0.5	12.5	249.6
mlH	6.0	3.5	6.3	2.5	0.7	0.3	2.4	3.4
n	8	14	7	4	1	11	4	49
∅ mH	518.8	171.3	376.4	51.9	0.3	1.5	28.3	186.3
mlH	5.7	3.4	5.3	3.1	0.2	0.5	2.5	3.3
n	21	42	17	14	3	31	9	137
Diff. mH	-1362.2	-158.4	-533.7	-187.7	0.3	0.5	0.8	-477.2
mlH	-0.4	-0.6	-0.6	0.6	-0.2	0.2	0.5	-0.4

Sommer Gebiet 5 nicht verwendet

1959 mH	227.4	388.5	569.1	1358.7	-	0.4	32.6	324.6
mlH	4.7	4.7	6.1	6.6	-	0.2	1.9	3.8
n	15	15	7	4	-	12	5	58
1960 mH	161.8	291.8	427.7	116.6	-	5.7	170.7	200.8
mlH	3.7	4.1	5.7	3.4	-	1.2	3.3	3.5
n	15	15	8	3	-	12	8	61
∅ mH	194.7	340.2	509.7	826.4	-	3.1	117.6	261.2
mlH	4.2	4.4	5.9	5.2	-	0.7	2.7	3.7
n	30	30	15	7	-	24	13	119
1978 mH	632.2	159.4	601.3	234.4	-	3.5	43.3	250.4
mlH	5.8	4.5	5.8	5.2	-	0.7	2.7	4.0
n	10	18	6	5	-	12	3	
Liff. mH	437.5	-180.8	91.6	-592.0	-	0.4	-74.3	-10.8
mlH	1.6	0.1	0.1	0.0	-	0.0	0.0	0.3

Tab. 3.3

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

WITTLING

=====

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	254.9	220.6	326.5	498.7	216.5	475.2	119.0	305.0
mlH	4.7	5.0	5.6	5.9	4.6	5.4	4.6	5.1
n	15	13	7	4	2	13	6	60
1963 mH	480.0	773.0	1666.8	1161.6	39.6	217.6	161.2	614.6
mlH	5.3	4.6	6.7	5.7	2.7	4.5	3.8	4.9
n	15	15	7	5	3	14	7	67
∅ mH	367.5	516.5	996.7	867.0	110.4	341.7	141.8	467.2
mlH	5.0	4.8	6.1	5.8	3.4	5.0	4.2	5.0
n	30	28	14	9	5	28	13	127
1977 mH	499.5	77.1	400.8	1243.8	58.5	226.0	250.4	335.7
mlH	5.4	3.8	5.6	6.7	3.1	4.1	4.3	4.6
n	10	15	5	5	2	15	5	57
1978 mH	887.0	259.6	179.8	2012.0	11.6	286.9	-	510.2
mlH	5.4	3.3	4.4	7.2	1.7	4.3	-	4.2
n	3	13	5	5	3	10	-	3.9
1979 mH	594.6	519.3	3454.9	293.2	2.5	115.3	118.2	769.8
mlH	4.4	3.6	6.8	5.1	1.2	3.5	4.5	4.2
n	8	14	7	4	2	12	4	51
∅ mH	591.1	281.0	1594.3	1246.6	22.4	206.6	191.7	532.6
mlH	5.0	3.6	5.7	6.4	2.0	3.9	4.4	4.4
n	21	42	17	14	7	37	9	147
Diff. mH	223.6	-235.5	597.6	379.6	-88.0	-135.1	49.9	65.5
mlH	0.0	-1.2	0.4	0.6	-1.4	-1.1	0.2	-0.6

Sommer

1959 mH	128.3	652.3	724.0	744.0	1326.0	681.0	252.4	532.3
mlH	4.1	4.7	6.2	5.5	7.2	5.5	4.7	5.0
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	90.5	782.5	554.2	208.3	477.6	1961.1	864.3	867.3
mlH	3.5	5.4	5.7	5.3	6.2	6.8	6.1	5.5
n	15	15	8	3	3	17	8	69
∅ mH	109.4	717.4	633.5	514.4	689.7	1302.8	629.0	704.8
mlH	3.8	5.1	6.0	5.4	6.4	6.1	5.6	5.3
n	30	30	15	7	4	35	13	134
1978 mH	47.8	26.3	980.5	263.8	923.3	1818.7	944.6	730.9
mlH	2.9	1.9	5.7	5.0	6.4	7.0	3.7	4.4
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	-61.6	-691.1	347.0	-250.6	233.6	515.9	315.7	26.1
mlH	-0.9	-3.2	-0.3	-0.4	0.0	0.9	-1.9	-0.9

Tab. 3.4

- 79 -

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

STINTDORSCH

Winter Gebiete 5, 6 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	625.0	96.8	188.1	27.0	-	0.0	3.5	241.6
mlH	4.9	3.0	4.7	1.8	-	0.0	0.6	3.1
n	15	13	7	4	-	5	6	50
1963 mH	2261.8	108.3	1135.0	0.2	-	0.0	22.7	779.6
mlH	6.4	2.6	4.8	0.1	-	0.0	1.1	3.2
n	15	15	7	5	-	7	7	56
∅ mH	1443.4	103.0	661.6	12.1	-	0.0	13.8	525.8
mlH	5.7	2.8	4.7	0.9	-	0.0	0.9	3.2
n	30	28	14	9	-	12	13	106
1977 mH	3335.1	11.4	174.6	204.2	-	0.2	2.8	787.4
mlH	5.9	1.8	4.3	3.4	-	0.1	1.0	2.9
n	10	15	5	5	-	5	5	45
1978 mH	1433.0	0.3	73.0	53.4	-	0.0	-	154.2
mlH	2.8	0.2	2.7	2.9	-	0.0	-	1.2
n	3	13	5	5	-	6	-	32
1979 mH	1895.3	18.9	1950.1	33.0	-	0.0	1.7	695.7
mlH	5.6	1.0	4.9	2.5	-	0.0	0.7	2.5
n	8	14	7	4	-	5	4	42
∅ mH	2514.9	10.5	875.8	101.4	-	0.1	2.3	584.7
mlH	5.4	1.1	4.1	3.0	-	0.0	0.9	2.3
n	21	42	17	14	-	16	9	119
Diff. mH	1071.5	-92.5	214.2	89.3	-	0.1	-11.5	58.9
mlH	-0.3	-0.7	-0.6	2.1	-	0.0	0.0	-0.9

Sommer Gebiet 5 nicht verwendet

1959 mH	4666.2	19301.8	4005.7	36.2	-	16.7	430.0	7773.7
mlH	7.0	3.7	5.2	1.5	-	0.9	4.6	4.4
n	15	15	7	4	-	7	2	50
1960 mH	1396.2	949.4	1166.5	125.6	-	195.0	37.5	892.5
mlH	4.9	3.2	4.4	2.5	-	1.9	1.6	3.5
n	15	15	8	3	-	7	4	52
∅ mH	3031.3	10125.6	2491.5	74.6	-	105.9	168.3	4265.6
mlH	6.0	3.4	4.8	1.9	-	1.4	2.6	4.0
n	30	30	15	7	-	14	6	102
1978 mH	494.5	0.8	1928.1	34.2	-	0.0	1.2	340.9
mlH	5.5	0.3	3.7	2.3	-	0.0	0.4	2.0
n	10	17	6	5	-	7	4	49
Diff. mH	-3924.7	-10124.8	-563.3	-40.4	-	-105.9	-167.1	-3924.7
mlH	-0.5	-3.1	-1.1	0.4	-	-1.4	-2.2	-2.0

Tab. 3.5

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

SCHOLLE
=====

Winter Gebiet 1 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	0.0	0.6	0.4	1.5	14.5	8.1	2.5	3.5
mlH	0.0	0.2	0.2	0.8	2.7	2.0	1.2	0.9
n	5	13	7	4	2	19	6	50
1963 mH	0.0	0.2	0.0	1.4	5.3	3.4	1.7	1.6
mlH	0.0	0.1	0.0	0.6	1.4	0.9	0.8	0.5
n	4	15	7	5	3	15	7	56
∅ mH	0.0	0.4	0.2	1.4	9.0	6.0	2.1	2.5
mlH	0.0	0.2	0.1	0.7	1.9	1.4	0.9	0.7
n	9	28	14	9	5	28	13	106
1977 mH	0.3	1.0	1.0	7.2	4.0	8.2	30.6	7.0
mlH	0.2	0.5	0.5	1.7	1.4	1.8	2.3	1.2
n	3	15	4	5	2	15	5	49
1978 mH	1.0	0.5	0.8	1.2	4.0	9.5	-	3.3
mlH	0.5	0.3	0.5	0.6	1.2	1.9	-	0.9
n	3	13	5	5	3	10	-	39
1979 mH	0.0	0.6	2.3	1.2	1.5	3.1	13.2	2.8
mlH	0.0	0.4	0.8	0.8	0.7	1.2	1.3	0.8
n	1	14	7	4	2	12	4	44
∅ mH	0.6	0.7	1.5	3.4	3.3	6.9	22.9	4.5
mlH	0.3	0.4	0.6	1.1	1.1	1.6	1.8	1.0
n	7	42	16	14	7	37	9	132
Diff. mH	0.6	0.3	1.3	2.0	-5.7	1.0	20.8	2.0
mlH	0.3	0.2	0.5	0.4	-0.8	0.2	0.9	0.3

Sommer

1959 mH	0.2	3.4	3.5	15.0	14.0	194.7	214.8	86.0
mlH	0.1	0.9	0.6	2.5	2.7	3.9	2.7	2.1
n	5	15	7	4	1	18	5	55
1960 mH	1.6	1.8	2.1	3.0	17.3	189.8	87.6	68.5
mlH	0.7	0.8	0.7	1.4	2.8	4.3	2.6	2.2
n	5	15	8	3	3	17	8	59
∅ mH	0.9	2.7	2.8	9.9	16.5	192.4	136.5	77.0
mlH	0.4	0.8	0.7	2.0	2.8	4.1	2.7	2.1
n	10	30	15	7	4	35	13	114
1978 mH	1.0	2.0	0.0	4.6	22.3	146.6	11.3	46.4
mlH	0.5	0.9	0.0	1.2	2.7	3.9	1.7	1.9
n	3	18	6	3	3	17	6	56
Diff. mH	0.1	-0.7	-2.8	-5.3	5.8	-45.8	-125.2	-30.6
mlH	0.1	0.1	-0.7	-0.8	-0.1	-0.2	-1.0	-0.2

Tab. 3.6

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgegliedert
nach Untergebieten

KLIESCHE

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	1.5	14.4	2.1	4.9	9.6	16.6	9.4	9.0
mlH	0.4	1.9	0.8	1.7	2.1	2.2	2.1	1.5
n	15	13	7	4	2	13	6	60
1963 mH	0.8	5.6	1.2	2.4	5.8	13.5	4.4	5.5
mlH	0.4	1.2	0.6	0.9	1.5	2.0	1.5	1.2
n	15	15	7	5	3	15	7	67
∅ mH	1.2	9.8	1.7	3.5	7.3	15.0	6.7	7.2
mlH	0.4	1.5	0.7	1.2	1.8	2.1	1.8	1.3
n	30	28	14	9	5	28	13	127
1977 mH	0.1	1.7	1.0	2.1	0.8	10.3	6.6	4.1
mlH	0.1	0.8	0.6	1.0	0.6	2.0	1.6	1.1
n	10	15	5	5	2	15	5	57
1978 mH	0.1	1.1	1.7	0.5	6.7	32.1	-	9.4
mlH	0.1	0.4	1.0	0.4	1.9	2.6	-	1.1
n	3	13	5	5	3	10	-	39
1979 mH	0.1	0.6	1.9	14.8	2.8	10.6	3.9	4.6
mlH	0.1	0.4	0.7	1.6	1.2	1.7	1.5	0.9
n	8	14	7	4	2	12	4	51
∅ mH	0.2	1.2	1.6	5.2	3.9	16.3	5.4	5.7
mlH	0.1	0.5	0.8	1.0	1.3	2.1	1.5	1.0
n	21	42	17	14	7	37	9	147
Diff. mH	-1.0	-8.6	-0.1	1.7	-3.4	1.3	-1.3	-1.5
mlH	-0.3	-1.0	0.1	-0.2	-0.5	0.0	-0.3	-0.3

Sommer

1959 mH	1.6	6.0	5.7	33.0	5.1	49.1	50.5	22.0
mlH	0.5	1.6	1.5	2.7	1.8	3.6	2.9	2.0
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	1.4	8.4	9.2	14.9	8.5	61.3	33.4	23.8
mlH	0.5	1.7	1.5	2.6	2.2	3.5	2.7	2.1
n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅ mH	1.5	7.3	7.6	25.3	7.6	55.2	40.0	22.9
mlH	0.5	1.6	1.5	2.6	2.1	3.5	2.8	2.0
n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978 mH	0.8	2.1	2.6	12.3	29.0	101.0	32.8	32.7
mlH	0.3	0.4	1.0	1.2	3.0	4.2	1.9	1.8
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	-0.7	-5.2	-5.0	-13.0	21.4	45.8	-7.2	9.8
mlH	-0.2	-1.2	-0.5	-1.4	0.9	0.7	-0.9	-0.2

Tab. 3.7

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

DOGGERSCHARBE
=====

Winter Gebiet 5 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	93.1	60.6	163.1	76.2	1.0	4.4	9.0	64.4
mlH	4.3	3.5	4.9	2.8	0.5	1.2	1.6	3.1
n	15	13	7	4	2	11	6	58
1963 mH	132.2	45.6	142.7	15.8	0.0	8.0	4.8	60.7
mlH	4.3	2.9	4.2	1.7	0.0	1.5	1.2	2.7
n	15	15	7	5	2	13	7	64
∅ mH	112.7	52.6	152.9	42.7	0.5	6.4	6.8	62.5
mlH	4.3	3.2	4.6	2.2	0.2	1.4	1.4	2.9
n	30	28	14	9	4	24	13	122
1977 mH	2.0	5.6	4.0	6.2	0.5	0.6	4.6	3.5
mlH	0.9	1.3	1.3	1.6	0.3	0.4	1.4	1.0
n	10	15	5	5	2	12	5	54
1978 mH	1.6	1.0	6.2	10.2	0.0	3.6	-	3.5
mlH	0.8	0.5	1.8	2.1	0.0	0.8	-	1.0
n	3	13	5	5	3	9	-	38
1979 mH	4.0	10.7	26.4	2.7	0.0	2.0	16.5	9.3
mlH	1.2	2.0	2.6	1.1	0.0	0.8	2.1	1.6
n	8	14	7	4	2	11	4	50
∅ mH	2.7	5.9	13.9	6.6	0.1	2.0	9.9	5.5
mlH	1.0	1.3	2.0	1.7	0.1	0.7	1.7	1.3
n	21	42	17	14	7	32	9	142
Diff. mH	-110.0	-46.7	-139.0	-36.0	-0.4	-4.4	3.1	-57.0
mlH	-2.3	-1.9	-2.6	-0.5	-0.1	-0.7	0.3	-1.7

Sommer Gebiet 5 nicht verwendet

1959 mH	446.5	235.6	469.0	28.2	0.0	5.3	95.8	232.5
mlH	4.5	3.2	5.1	2.4	0.0	0.8	2.5	3.0
n	15	15	7	4	1	14	5	61
1960 mH	132.8	230.7	258.7	162.0	0.0	11.4	8.2	135.3
mlH	4.6	4.0	4.7	3.5	0.0	0.9	1.5	3.0
n	6	14	8	3	2	13	4	50
∅ mH	356.9	233.3	356.9	85.6	0.0	8.3	56.9	188.7
mlH	4.5	3.6	4.9	2.9	0.0	0.9	2.1	3.0
n	21	29	15	7	3	27	9	111
1978 mH	43.5	13.2	55.7	22.0	0.0	27.2	21.3	27.1
mlH	3.7	1.9	2.7	1.9	0.0	1.8	1.5	2.2
n	10	18	6	5	1	14	6	60
Diff. mH	-313.4	-220.1	-301.2	-63.6	0.0	18.9	-35.6	-161.6
mlH	-0.8	-1.7	-2.2	-1.0	0.0	0.9	-0.6	-0.8

Tab. 3.8

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgegliedert
nach Untergebieten

LIMANDE
=====

Winter Gebiet 5 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	0.2	0.3	2.7	0.0	0.0	0.5	0.3	0.6
mlH	0.1	0.2	0.9	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3
n	15	13	7	4	2	9	6	56
1963 mH	0.2	0.8	0.4	0.2	0.0	0.3	0.2	0.4
mlH	0.1	0.4	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2
n	15	15	7	5	3	12	7	64
∅ mH	0.2	0.6	1.6	0.1	0.0	0.4	0.3	0.5
mlH	0.1	0.3	0.6	0.1	0.0	0.3	0.2	0.3
n	30	28	14	9	5	21	13	120
1977 mH	0.2	1.5	4.2	7.6	1.0	0.0	1.0	1.7
mlH	0.1	0.7	1.6	2.0	0.5	0.0	0.6	0.6
n	10	15	5	5	2	12	5	54
1978 mH	0.3	0.5	9.2	1.2	0.3	0.2	-	1.7
mlH	0.2	0.3	2.1	0.6	0.2	0.2	-	0.5
n	3	13	5	5	3	8	-	37
1979 mH	0.4	3.0	6.7	1.3	0.0	0.0	0.8	2.1
mlH	0.3	1.1	1.2	0.8	0.0	0.0	0.4	0.7
n	8	13	7	4	2	9	4	47
∅ mH	0.3	1.7	6.7	3.5	0.4	0.1	0.9	1.8
mlH	0.2	0.7	1.6	1.2	0.2	0.0	0.5	0.6
n	21	41	17	14	7	29	9	138
Diff. mH	0.1	1.1	5.1	3.4	0.4	-0.3	0.6	1.3
mlH	0.1	0.4	1.0	1.1	0.2	-0.3	0.3	0.3

Sommer

1959 mH	2.4	1.0	30.4	6.2	0.0	5.3	1.6	6.1
mlH	0.8	0.6	2.6	1.8	0.0	0.8	0.8	1.0
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	2.9	3.0	22.1	11.3	0.6	1.9	1.1	4.9
mlH	0.5	1.0	2.4	1.9	0.4	0.7	0.5	0.9
n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅ mH	2.7	2.1	26.0	8.4	0.5	3.6	1.3	5.5
mlH	0.7	0.8	2.5	1.9	0.3	0.8	0.6	1.0
n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978 mH	2.5	3.3	2.1	18.5	3.7	3.3	1.2	4.1
mlH	0.9	1.2	0.8	2.8	1.4	0.8	0.6	1.1
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	-0.2	1.3	-23.8	10.1	3.2	-0.3	-0.1	-1.4
mlH	0.2	0.4	-1.7	0.9	1.1	0.0	0.0	0.1

Tab. 3.9

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgegliedert
nach Untergebieten

HERING
=====

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	3.1	100.1	0.7	7.7	0.5	11.5	49.1	30.5
mlH	0.6	2.3	0.4	1.9	0.3	1.2	3.2	1.4
n	15	13	7	4	2	13	6	60
1963 mH	4.6	137.7	125.2	689.2	4.6	1286.4	317.4	417.8
mlH	1.0	3.2	2.5	5.3	1.6	5.0	3.6	3.2
n	15	15	7	5	3	15	7	67
∅ mH	3.9	120.2	63.0	386.3	3.0	694.5	193.6	234.8
mlH	0.8	2.8	1.5	3.8	1.1	3.2	3.4	2.3
n	30	28	14	9	5	28	13	127
1977 mH	9.6	1.6	235.8	15.4	143.0	92.8	104.6	62.8
mlH	1.8	0.8	3.7	2.7	3.8	3.4	3.8	2.4
n	10	15	5	5	2	15	5	57
1978 mH	16.0	93.9	26.4	51.2	69.0	630.3	-	209.4
mlH	2.1	1.0	1.6	3.1	3.9	4.3	-	2.5
n	3	13	5	5	3	10	-	39
1979 mH	12.1	11.7	32.5	221.0	30.0	80.1	8.0	47.6
mlH	1.5	1.4	2.3	4.2	3.4	4.1	1.9	2.5
n	8	14	7	4	2	12	4	51
∅ mH	11.5	33.6	90.5	86.9	79.0	234.0	61.7	96.4
mlH	1.7	1.1	2.5	3.3	3.7	3.9	2.9	2.5
n	21	42	17	14	7	37	9	147
Diff. mH	7.6	-86.6	27.5	-299.4	76.0	-460.5	-131.9	-138.4
mlH	0.9	-1.7	1.0	-0.5	2.6	0.5	-0.5	0.2

Sommer Gebiet 5 nicht verwendet

1959 mH	109.8	121.7	410.8	212.5	0.0	114.7	1.6	142.7
mlH	3.0	2.1	4.9	2.6	0.0	2.6	0.4	2.6
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	257.0	74.8	147.2	262.0	0.0	520.2	249.0	261.4
mlH	4.0	1.3	3.8	5.4	0.0	3.0	1.8	2.8
n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅ mH	183.4	98.3	270.3	233.7	0.0	317.5	153.8	204.2
mlH	3.5	1.7	4.3	3.8	0.0	2.8	1.3	2.8
n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978 mH	1.0	0.9	32.2	18.8	7.6	16.8	5177.8	487.5
mlH	0.4	0.3	2.7	1.7	2.0	1.6	3.4	1.4
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	-182.4	-97.4	-238.1	-214.9	7.6	-300.7	5024.0	283.3
mlH	-3.1	-1.4	-1.6	-2.1	2.0	-1.2	2.1	-1.4

Tab. 3.10

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgegliedert
nach Untergebieten

SPROTT

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	0.8	0.0	0.2	0.2	0.0	5.9	0.8	1.7
mlH	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	1.3	0.4	0.4
n	10	13	7	4	2	13	5	54
1963 mH	1.7	1.5	3.8	98.0	276.6	1012.7	13.8	282.1
mlH	0.5	0.4	1.2	4.3	4.9	3.1	1.2	1.8
n	9	15	7	5	3	15	5	59
∅ mH	1.3	0.8	2.1	54.5	166.0	545.3	7.3	148.1
mlH	0.4	0.2	0.7	2.4	3.0	2.2	0.8	1.2
n	19	28	14	9	5	28	10	113
1977 mH	6.5	27.8	122.2	103.6	333.0	998.8	1492.8	457.5
mlH	1.4	2.3	4.3	4.1	5.8	6.5	5.6	4.2
n	7	15	5	5	2	15	5	54
1978 mH	0.3	623.3	4.0	172.2	1476.3	2208.4	-	910.2
mlH	0.2	2.1	1.3	3.0	7.0	6.6	-	3.5
n	3	13	5	5	3	10	-	39
1979 mH	13.0	9.4	4.0	41.5	341.5	1096.6	38.7	312.2
mlH	1.2	1.3	1.1	2.9	5.5	6.8	2.7	2.9
n	3	14	7	4	2	12	4	46
∅ mH	6.6	206.0	38.8	110.4	825.4	1357.5	846.5	536.4
mlH	1.1	1.9	2.1	3.4	6.2	6.4	4.3	3.6
n	13	42	17	14	7	37	9	139
Diff. mH	5.3	205.2	36.7	55.8	659.4	812.2	839.2	388.3
mlH	0.7	1.7	1.4	1.0	3.2	4.2	3.5	2.4

Sommer Gebiet 1 nicht verwendet

1959 mH	-	0.0	42.8	0.0	1.0	89.1	0.0	50.2
mlH	-	0.0	1.9	0.0	0.7	1.6	0.0	1.1
n	-	6	7	4	1	18	2	38
1960 mH	-	0.3	41.7	63.3	1095.0	36.5	2.0	106.5
mlH	-	0.2	2.4	2.8	4.5	1.8	0.8	1.8
n	-	8	8	3	3	18	2	42
∅ mH	-	0.2	42.3	27.1	821.5	62.9	1.0	79.8
mlH	-	0.1	2.2	1.2	3.6	1.7	0.4	1.5
n	-	14	15	7	4	36	4	80
1978 mH	-	4.3	3.0	19.0	60.7	378.3	120.0	174.9
mlH	-	0.8	0.9	1.9	2.4	4.0	2.7	2.5
n	-	7	6	5	3	17	2	40
Diff. mH	-	4.1	-39.3	-8.1	-760.8	315.4	119.0	95.1
mlH	-	0.7	-1.3	0.7	-1.2	2.3	2.3	1.0

Tab. 3.11

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

KNURRHAHN

Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	10.1	60.3	13.2	21.5	1.0	35.4	3.3	27.7
mlH	1.7	3.3	2.0	2.8	0.5	1.8	0.8	2.1
n	15	13	7	4	2	12	3	56
1963 mH	10.0	14.6	5.4	15.4	0.3	3.8	1.0	8.9
mlH	1.7	2.1	1.4	1.5	0.2	0.9	0.7	1.4
n	15	16	7	5	3	15	2	63
∅ mH	10.1	35.1	9.4	18.1	0.6	17.8	2.4	17.7
mlH	1.7	2.6	1.7	2.1	0.4	1.3	0.8	1.8
n	30	29	14	9	5	27	5	119
1977 mH	1.2	5.2	5.6	60.8	2.5	15.5	1.2	11.6
mlH	0.5	1.0	0.9	3.5	1.2	1.0	0.5	1.1
n	10	15	5	5	2	14	5	56
1978 mH	0.3	1.6	17.6	20.0	2.0	14.2	-	9.1
mlH	0.2	0.5	2.9	1.9	0.8	1.4	-	1.2
n	3	13	5	5	3	9	-	38
1979 mH	3.2	1.7	15.2	6.2	0.0	1.1	0.6	4.0
mlH	0.5	0.5	1.3	1.5	0.0	0.5	0.4	0.7
n	7	14	7	4	2	12	3	49
∅ mH	1.8	2.9	13.1	30.6	1.6	10.2	1.0	8.3
mlH	0.5	0.7	1.7	2.4	0.7	0.9	0.4	1.0
n	20	42	17	14	7	35	8	143
Diff. mH	-8.3	-32.2	3.8	12.5	1.0	-7.6	-1.4	-9.4
mlH	-1.2	-1.9	0.0	0.3	0.3	-0.4	-0.4	-0.8

Sommer

1959 mH	19.0	49.4	55.7	100.7	78.0	133.3	103.6	74.1
mlH	1.8	2.2	3.3	4.2	4.4	4.2	3.1	3.0
n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960 mH	39.5	143.9	57.7	87.6	44.6	94.3	190.5	97.7
mlH	2.4	4.0	3.5	4.4	3.7	3.9	4.8	3.7
n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅ mH	29.4	96.7	56.8	95.1	53.0	113.8	157.1	86.3
mlH	2.1	3.1	3.4	4.3	3.9	4.0	4.2	3.4
n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978 mH	1.3	36.6	11.8	81.4	80.3	110.9	67.3	56.6
mlH	0.4	2.0	1.3	3.4	4.2	4.0	2.6	2.5
n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff. mH	-28.1	-60.1	-45.0	-13.7	27.3	-2.9	-89.8	-29.7
mlH	-1.7	1.1	-2.1	-0.9	0.3	0.0	-1.6	-0.9

Tab. 3.12

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

LEYERFISCH
=====

Winter Gebiet 1 nicht verwendet

Gebiet	1.	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	1.0	0.0	0.4	7.7	1.0	4.2	5.3	2.7
mlH	0.7	0.0	0.2	1.8	0.5	0.9	1.1	0.6
n	2	11	7	4	2	11	6	43
1963 mH	0.0	0.0	1.8	1.2	0.0	3.0	2.5	1.7
mlH	0.0	0.1	0.5	0.7	0.0	0.6	0.8	0.4
n	2	11	7	5	3	15	7	50
∅ mH	0.5	0.0	1.1	4.1	0.4	3.5	3.8	2.1
mlH	0.4	0.0	0.4	1.2	0.2	0.7	0.9	0.6
n	4	22	14	9	5	26	13	93
1977 mH	0.0	0.1	0.2	1.0	0.0	0.7	0.3	0.4
mlH	0.0	0.1	0.1	0.5	0.0	0.3	0.2	0.2
n	2	11	5	5	2	15	5	45
1978 mH	-	0.3	0.5	0.0	1.0	2.6	-	1.0
mlH	-	0.1	0.3	0.0	0.5	0.8	-	0.4
n	-	10	5	5	3	10	-	33
1979 mH	0.0	0.3	0.2	0.2	0.7	0.1	0.2	0.3
mlH	0.0	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1	0.2	0.2
n	1	10	7	4	2	12	4	40
∅ mH	0.0	0.2	0.3	0.4	0.6	1.0	0.3	0.5
mlH	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3
n	3	31	17	14	7	37	9	118
Diff. mH	-0.5	0.2	-0.8	-3.7	0.2	-2.5	-3.5	-1.6
mlH	-0.4	0.1	-0.2	-1.0	0.1	-0.3	-0.7	-0.3

Sommer Gebiet 1 nicht verwendet

1959 mH	0.0	2.3	0.2	32.0	16.0	35.2	34.8	20.1
mlH	0.0	0.4	0.1	1.9	2.8	2.7	2.2	1.6
n	1	13	7	4	1	18	5	49
1960 mH	2.0	3.2	1.8	10.6	2.6	14.4	6.1	7.3
mlH	1.1	0.6	0.8	2.2	1.2	2.1	1.5	1.4
n	1	14	8	3	3	17	8	54
∅ mH	1.0	2.8	1.1	22.9	6.0	25.1	17.2	13.4
mlH	0.5	0.5	0.5	2.0	1.6	2.4	1.8	1.5
n	2	27	15	7	4	35	13	103
1978 mH	0.0	0.4	8.3	7.0	83.3	106.4	0.0	39.8
mlH	0.0	0.2	0.9	1.1	2.2	3.5	0.0	1.5
n	2	15	6	5	3	17	6	54
Diff. mH	-1.0	-2.4	7.2	-15.9	77.3	81.3	-17.2	26.4
mlH	-0.5	-0.3	0.4	-0.9	0.6	1.1	-1.8	0.1

Tab. 3.13

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

STERNROCHEN=====

Winter Gebiete 5, 6 nicht verwendet

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7	Alle
1962 mH	3.3	4.6	2.5	3.0	-	0.2	5.3	2.9
mlH	1.1	1.4	1.0	1.0	-	0.2	0.7	1.0
n	15	13	7	4	-	8	6	53
1963 mH	1.7	2.0	3.0	2.4	-	0.0	2.5	1.7
mlH	0.7	0.8	1.2	0.5	-	0.0	0.5	0.6
n	15	15	7	5	-	10	7	59
∅ mH	2.5	3.3	2.8	2.7	-	0.1	1.5	2.2
mlH	0.9	1.1	1.1	0.7	-	0.1	0.6	0.9
n	30	28	14	9	-	18	13	112
1977 mH	1.1	2.2	0.6	4.8	-	0.1	0.3	1.5
mlH	0.5	0.9	0.3	1.3	-	0.1	0.0	0.6
n	10	15	5	5	-	7	5	47
1978 mH	0.3	0.9	1.3	2.6	-	0.0	-	1.0
mlH	0.2	0.4	0.8	0.9	-	0.0	-	0.5
n	3	13	5	5	-	5	-	31
1979 mH	2.1	3.5	5.7	27.0	-	0.0	0.2	5.6
mlH	1.0	1.3	1.6	2.5	-	0.0	1.5	1.3
n	8	14	7	4	-	5	4	42
∅ mH	1.4	2.3	2.9	10.4	-	0.1	2.4	2.8
mlH	0.7	0.9	1.0	1.5	-	0.0	0.6	0.9
n	21	42	17	14	-	17	9	120
Diff. mH	-1.1	1.0	0.1	7.7	-	0.0	0.9	0.6
mlH	-0.2	-0.2	-0.1	0.8	-	-0.1	0.0	0.0

Sommer Gebiete 5, 6 nicht verwendet

1959 mH	3.4	11.2	14.5	23.5	-	0.5	3.0	8.3
mlH	1.0	1.4	1.6	2.6	-	0.2	0.9	1.2
n	15	15	7	4	-	7	4	52
1960 mH	2.6	13.8	1.9	5.0	-	0.0	1.5	5.3
mlH	0.9	2.0	0.7	1.3	-	0.0	0.6	1.1
n	14	15	8	3	-	7	7	54
∅ mH	3.1	12.5	7.8	15.6	-	0.3	2.1	6.8
mlH	1.0	1.7	1.1	2.0	-	0.1	0.7	1.3
n	29	30	15	7	-	14	11	106
1978 mH	2.4	4.6	1.5	0.2	-	0.0	0.5	2.4
mlH	1.0	1.4	0.6	0.1	-	0.0	0.2	0.9
n	10	18	6	5	-	4	6	49
Diff. mH	-0.7	-7.9	-6.3	-15.4	-	-0.3	-1.6	-4.4
mlH	0.0	-0.3	-0.5	-1.9	-	-0.1	-0.5	-0.4

Tab. 3.14

Mittlere Häufigkeit (als Fang pro 1/2 h) "mH",
mittlere logarithmische Häufigkeit "mlH" und
Anzahl der befischten Quadrate "n", aufgliedert
nach Untergebieten

MAKRELE
=====

Sommer

1959	mH	14.7	24.5	2.0	6.2	1.0	7.7	4.2	12.1
	mlH	1.4	1.7	0.9	1.4	0.7	0.8	1.2	1.2
	n	15	15	7	4	1	18	5	65
1960	mH	85.2	24.6	157.1	302.0	54.6	83.2	10.0	79.3
	mlH	3.1	2.1	2.9	3.1	2.7	3.3	1.3	2.7
	n	15	15	8	3	3	18	8	70
∅	mH	50.0	24.6	84.7	133.0	41.2	45.5	7.8	47.0
	mlH	2.3	1.9	1.9	2.1	2.2	2.1	1.3	2.0
	n	30	30	15	7	4	36	13	135
1978	mH	59.7	268.2	16.8	84.6	10.0	84.3	0.2	114.0
	mlH	2.3	1.6	1.8	2.4	1.8	3.4	0.1	2.2
	n	10	18	6	5	3	17	6	65
Diff.	mH	9.7	243.6	-67.9	-48.4	-31.2	38.8	-7.6	67.0
	mlH	0.0	-0.3	-0.1	0.3	-0.4	1.3	-1.2	0.2

Tab. 3.15

STÖCKER
=====

Sommer

1959	mH	0.0	13.3	1.1	85.5	0.0	303.5	2.5	133.3
	mlH	0.0	1.2	0.4	2.1	0.0	3.1	0.6	1.7
	n	7	3	7	4	1	18	4	44
1960	mH	0.1	36.5	33.2	48.6	241.6	642.4	53.4	279.0
	mlH	0.1	1.2	1.4	3.3	4.9	5.4	2.9	3.2
	n	6	4	8	3	3	18	5	47
∅	mH	0.1	26.6	18.3	69.7	181.2	473.0	30.8	208.6
	mlH	0.0	1.2	0.9	2.6	3.7	4.2	1.9	2.5
	n	13	7	15	7	4	36	9	91
1978	mH	0.4	1.7	0.1	9.1	19.0	301.6	0.3	116.5
	mlH	0.3	0.8	0.1	2.2	2.2	4.5	0.2	2.2
	n	7	3	6	5	3	17	4	45
Diff.	mH	0.3	-24.9	-18.1	-60.5	-162.2	-171.3	-30.5	-92.1
	mlH	0.3	-0.4	-0.8	-0.4	-1.5	0.3	-1.7	-0.3

Tab. 4 Ergebnisse der Varianzanalyse

	Vor Zerlegung der Quadrate						Nach Zerlegung der Quadrate					
	Unterschied zw. Jahren		Unterschied zw. Gebieten		Wechselwirkung		Unterschied früher/jetzt		Unterschied früher/jetzt korrigiert		Wechselwirkung	
	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S
Kabeljau	xxx		x	xxx		xxx	+++	+			x	xxx
Schellfisch	x		xxx	xxx	x	x	-					
Wittling	x	xxx	xxx	xxx		xxx	---	---	--	--		xxx
Stintdorsch	xx	xxx	xxx	xxx			++	---	---	-		
Geholle	xxx		xxx	xxx			+		+++		x	
Kliesche	x		xxx	xxx		x	--				x	xx
Doggerscharbe	xxx	x	xxx	xxx	xxx		---	--	---		xxx	x
Limande	xxx		xxx	xxx	xxx	x	+++		+++	+	xxx	xx
Hering	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x		---	---	---	xxx	x
Sprott	xxx	xxx	xxx	xx	xx		+++	++			xxx	x
Knurrhahn	xxx	xxx	xxx	xxx	xx		---	+++	---	---	xxx	
Ieyerfisch	x		xx	xxx		x	--				x	xx
Sternrochen	xxx			xx								
Makrele	xxx		x							--		
Stöcker	xxx		xxx							-		

Es bedeutet 1 Symbol : Signifikanz auf dem 5 % Niveau
 2 Symbole: Signifikanz auf dem 1 % Niveau
 3 Symbole: Signifikanz auf dem 0,1 % Niveau
 + Zunahme
 - Abnahme

3.3 Geographische Schwerpunkte

Wenn die Verbreitungsschwerpunkte der späteren Jahre deutlich und in der gleichen Richtung von denen der früheren Jahre abgesetzt sind (wobei man Winter und Sommer getrennt vergleichen soll), kann man das als eine gerichtete Veränderung auffassen. Vorteil der Methode ist vor allem ihre Anschaulichkeit; Nachteil ist, daß sie keinen Signifikanztest beinhaltet. Schwerpunkte im Koordinatensystem zeigt Fig. 7. Zur Kontrolle, wie weit der Schwerpunkt des Winters 1978 durch die Reduzierung des Areals beeinflusst wird, dient jeweils die rechte Abbildung. Die Ergebnisse werden im einzelnen vorgestellt:

Beim Kabeljau liegen die Schwerpunkte der Winter 1977, 1978 und des Sommers 1978 südwestlicher als in den Vorjahren, nicht aber der des Winters 1979. Es sind keine Unterschiede zwischen Winter und Sommer ersichtlich.

Beim Schellfisch liegen alle Schwerpunkte eng beieinander, es gibt keine Anzeichen für Veränderungen.

Der Wittling zeigt ein ähnliches Bild wie der Kabeljau: In den Wintern 1977 und 1978 und im Sommer 1978 liegen die Schwerpunkte südlicher als in den Vergleichsjahren, nicht aber im Winter 1979. Die sommerliche Verbreitung ist insgesamt südlicher als in den Wintern.

Die Verbreitung des Stintdorsches hat sich nach Westen verschoben. In den früheren Jahren lag die

Verbreitung im Sommer südöstlicher als im Winter, das trifft für den Sommer 1978 nicht mehr zu. .

Die Scholle zeigt keine eindeutige Tendenz. In den Wintern 1977 und 1979 liegt die Verbreitung westlicher, das gilt aber nicht für den Winter 1978. In den früheren Sommern wurde die Scholle nordöstlicher gefunden als in den damaligen Wintern, während im Sommer 1978 der Schwerpunkt südöstlicher liegt als in den vergleichbaren Wintern.

Bei der Kliesche sind die Schwerpunkte weiter nach Süden gerückt, und zwar im Sommer wie im Winter. Im Sommer liegt die Verbreitung südwestlicher als im Winter.

Eine Südverschiebung ist auch bei der Doggerscharbe sichtbar, die aber im Winter drastischer ausfällt als im Sommer.

Uneinheitlich ist das Bild bei der Limande. Während im Winter die Verbreitung nach Westen geschoben ist, liegt sie im Sommer jetzt südlicher. Früher lagen die Schwerpunkte in den Sommern nördlicher als in den Wintern, jetzt ist es umgekehrt.

Der Hering wurde früher nördlicher angetroffen als jetzt, und zwar zu beiden Jahreszeiten, mit allerdings schon beträchtlichen Unterschieden zwischen den früheren Winterreisen. In den Sommern liegt die Verbreitung nordwestlicher als in den Wintern.

Der Sprott zeigt im Winter überhaupt keine Tendenz, nur im Sommer ist der Schwerpunkt nach Südwesten verschoben.

Beim Knurrhahn liegt eine deutliche Südverlagerung

in beiden Jahreszeiten vor, im Sommer liegen die Schwerpunkte insgesamt südwestlicher als im Winter.

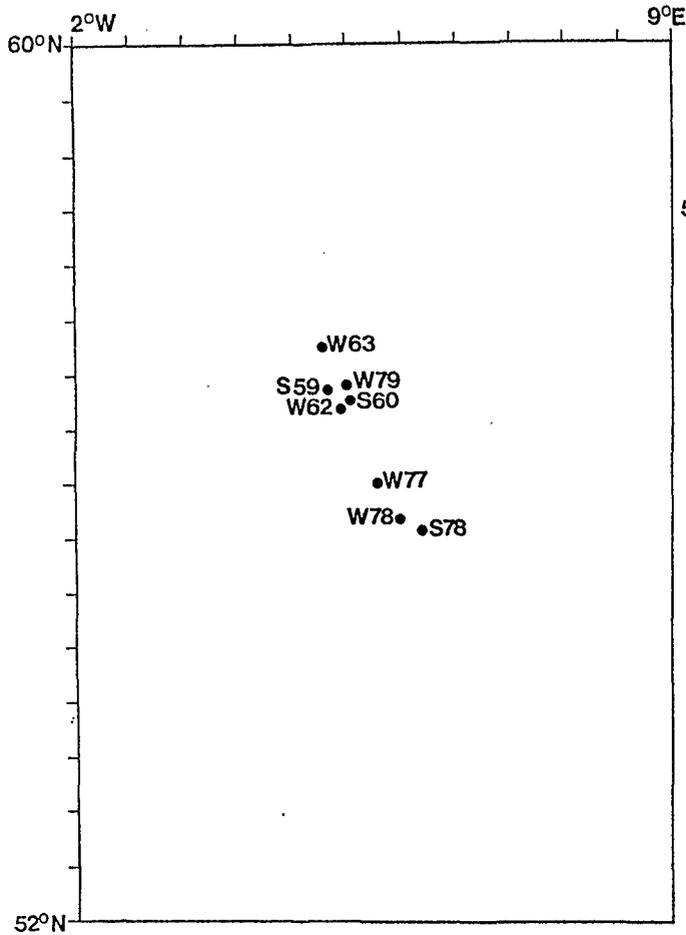
Starke Schwankungen von Jahr zu Jahr treten beim Leyerfisch auf. Tatsächlich ist die Zahl der im Winter gefangenen Tiere so klein (vergl. Fig.I.12), daß eine Interpretation nicht lohnt. Im Sommer, wo die Fänge größer sind, ist keine Tendenz ersichtlich.

Der Sternrochen zeigt zwischen den Jahreszeiten gegensätzliche Tendenzen: südwärts im Winter und nordwärts im Sommer, so daß auch die früheren Verhältnisse zwischen den Jahreszeiten (früher: Sommer südlicher als Winter) sich umkehren.

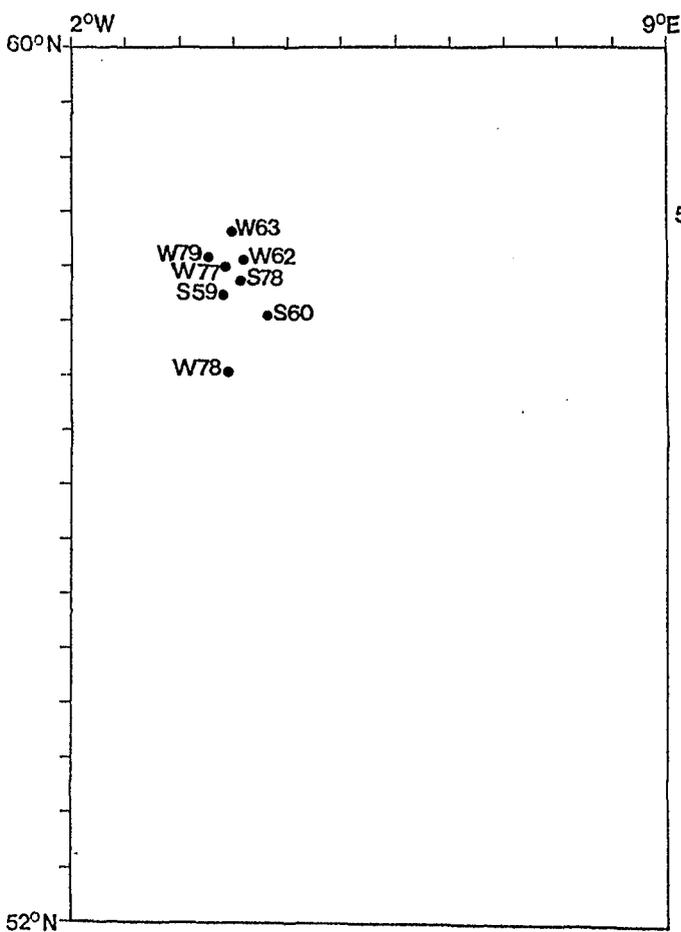
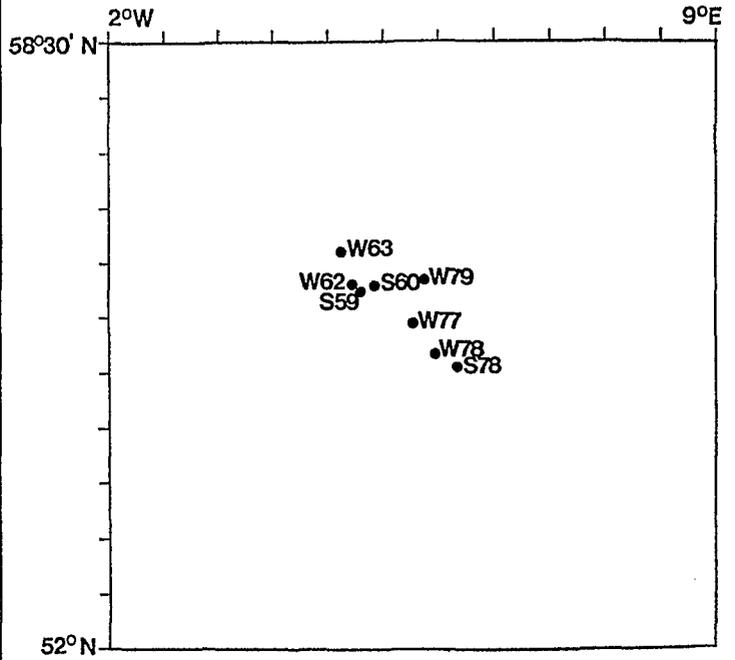
Bei Makrele und Stöcker ist, bei nur je drei Schwerpunkten aus den Sommern, keine sichere Aussage möglich. Drastische Veränderungen sind jedenfalls nicht ablesbar.

Insgesamt ist das häufigste Resultat also eine Verschiebung in südlicher Richtung.

Fig. 7 Geographische Schwerpunkte der Verbreitung



1 KABELJAU



2 SCHELLFISCH

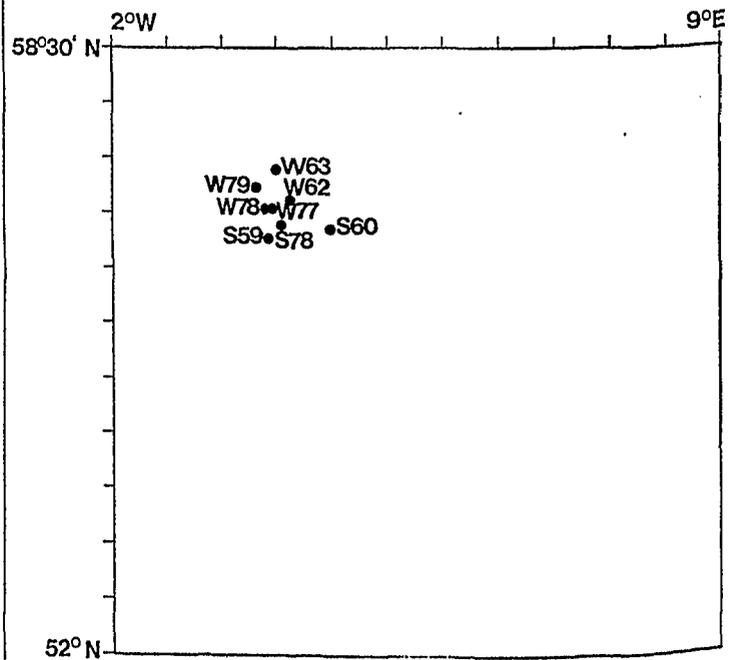
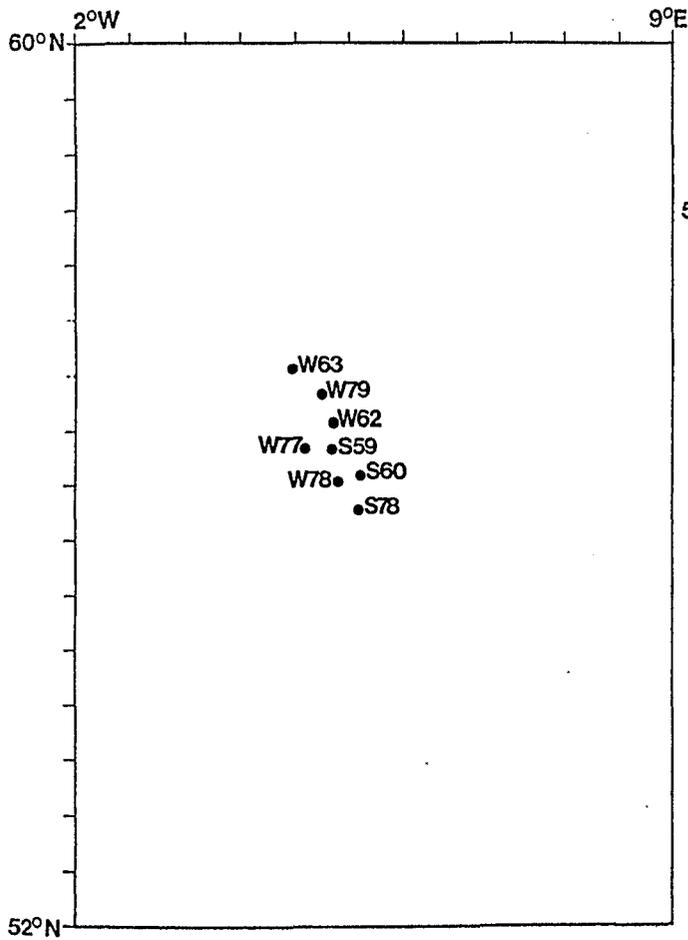
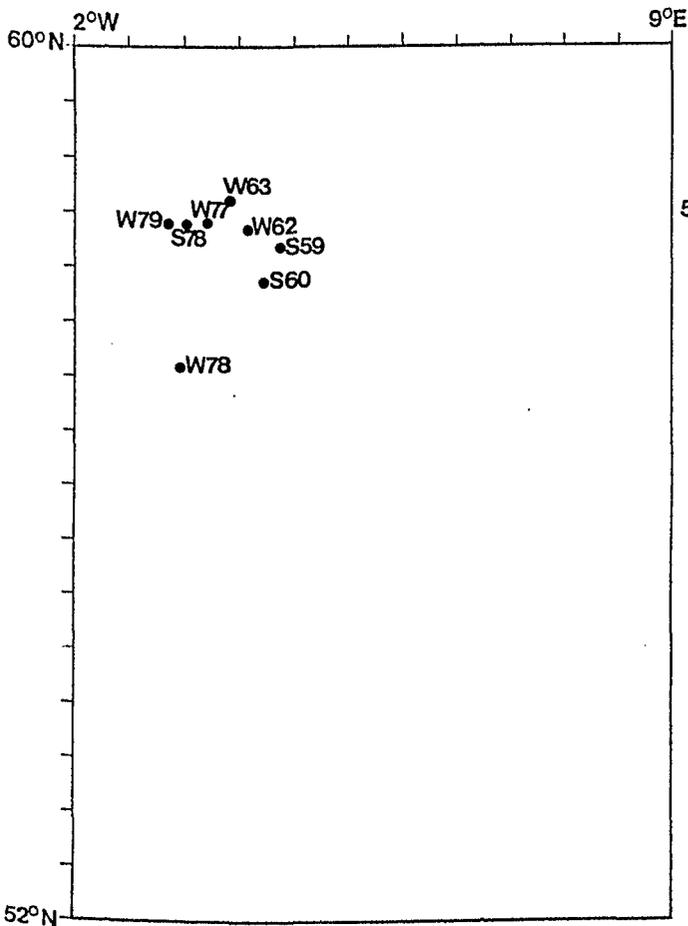
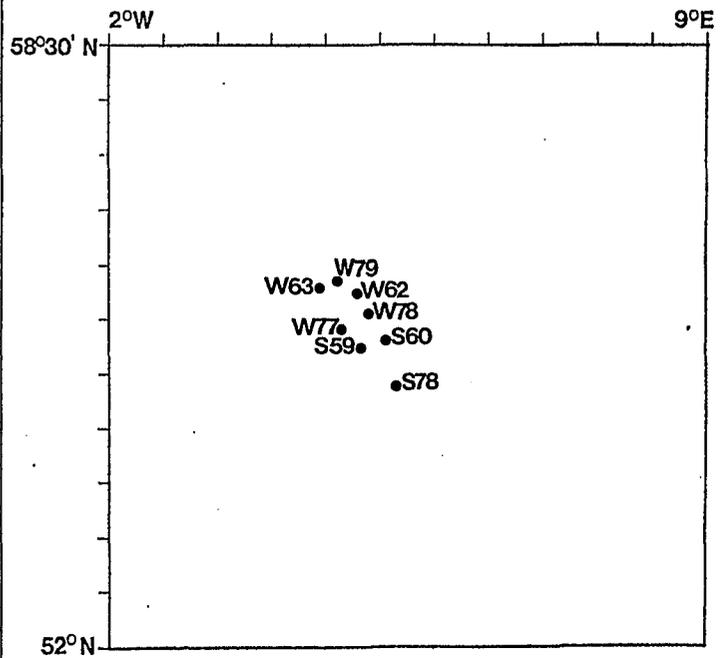


Fig. 7 Fortsetzung



3 WITTLING



4 STINTDORSCH

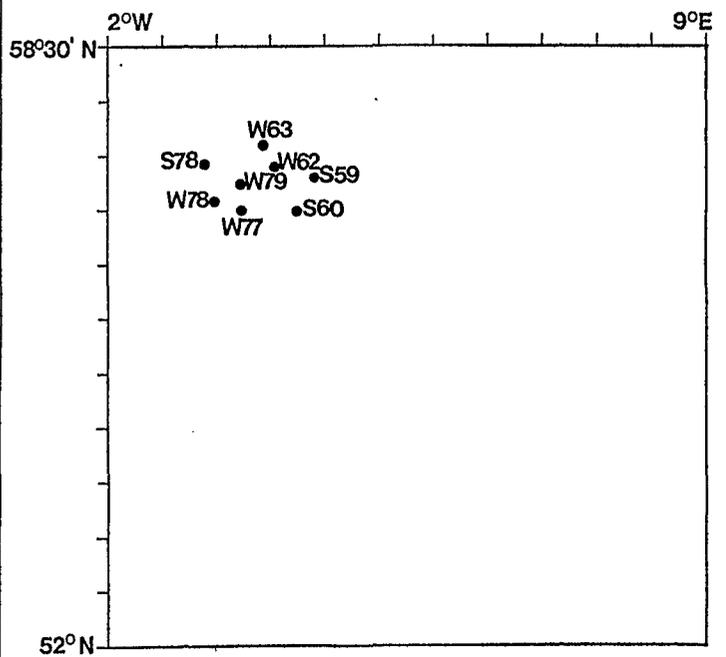
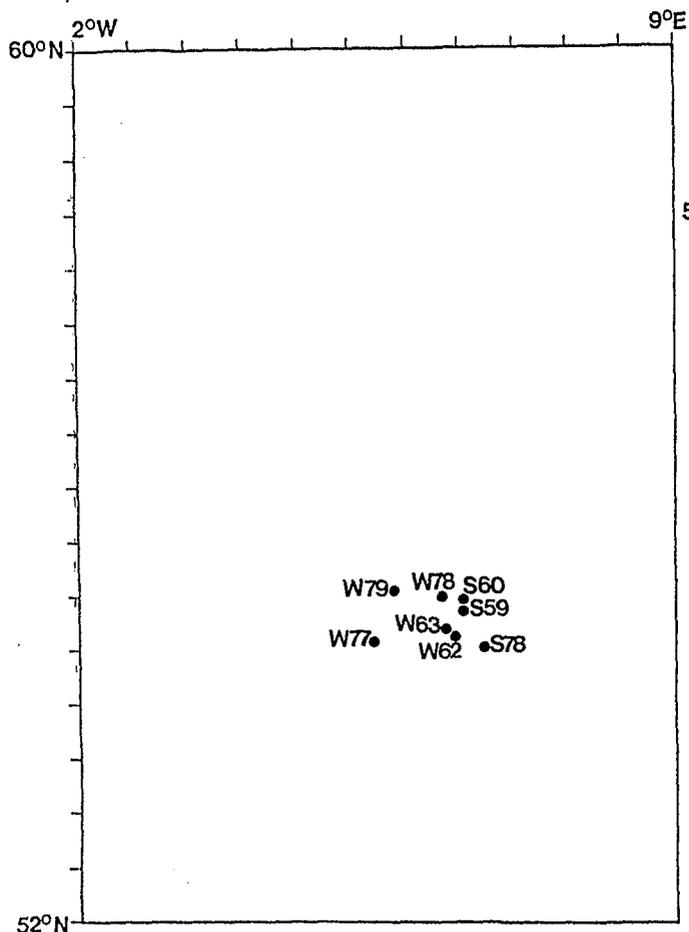
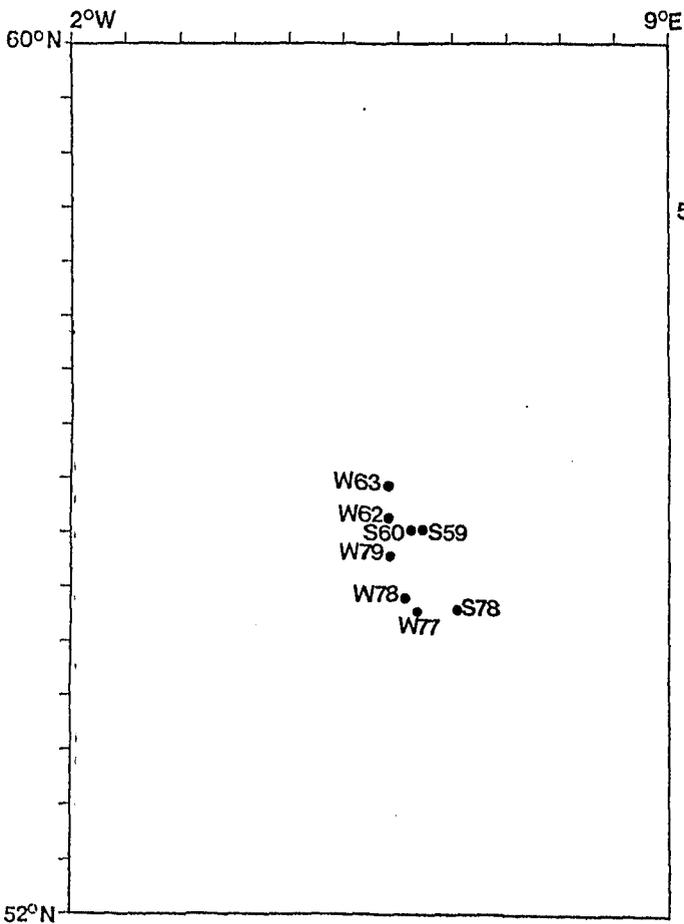
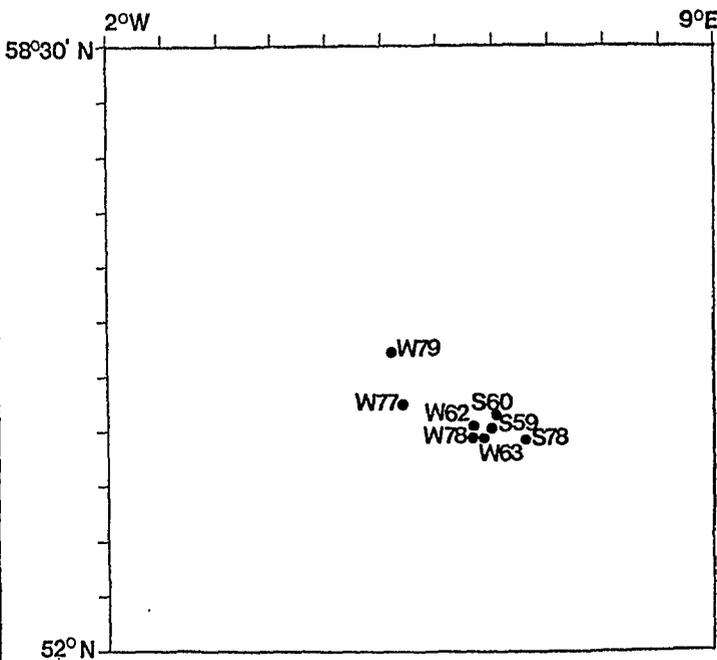


Fig. 7 Fortsetzung



5 SCHOLLE



6 KLIESCHE

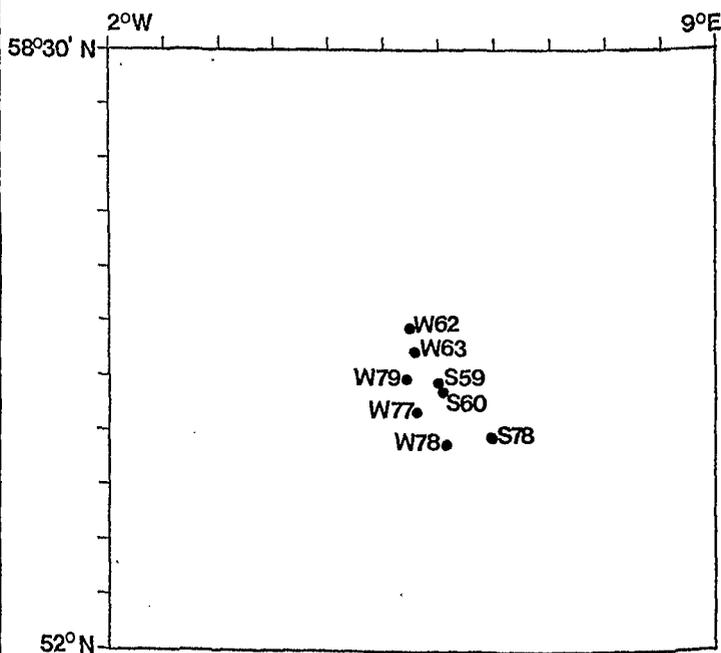
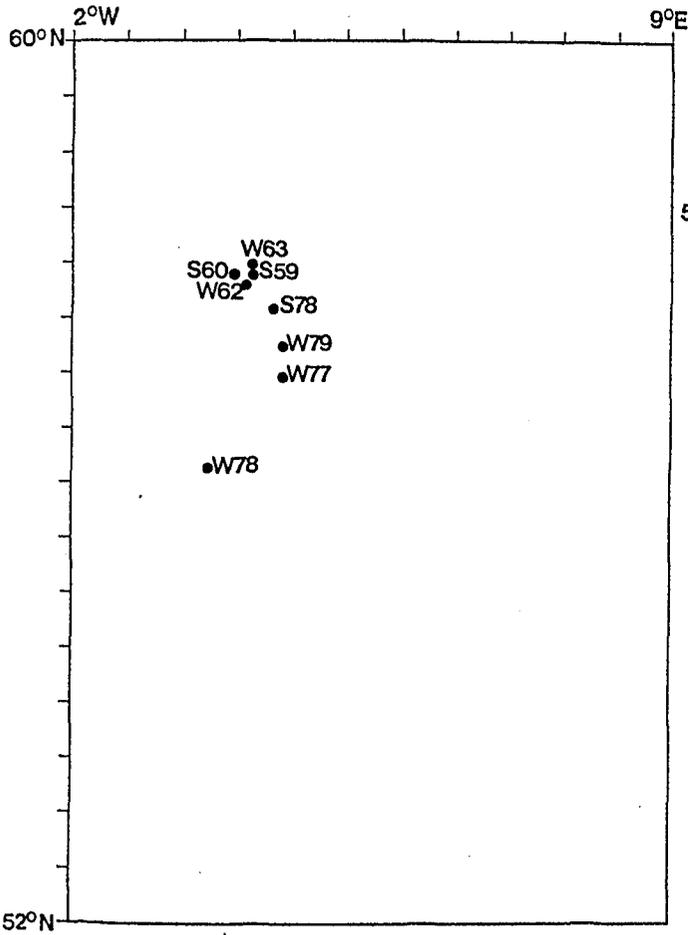
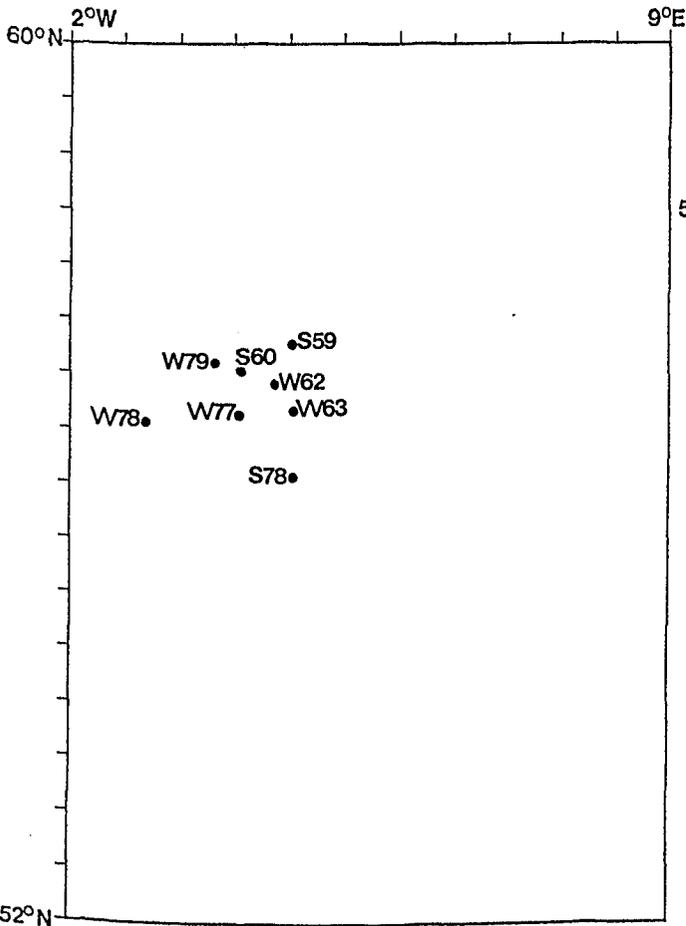
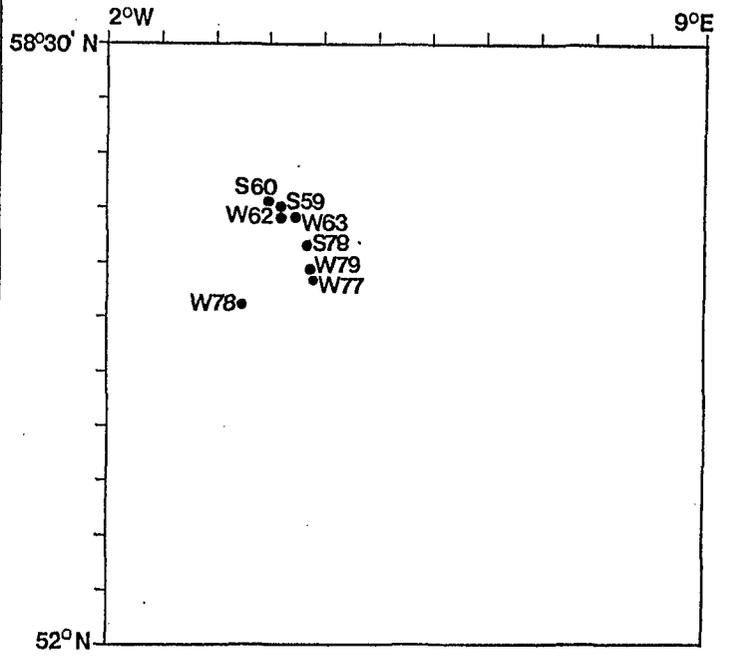


Fig. 7 Fortsetzung



7 DOGGERSCHARBE



8 LIMANDE

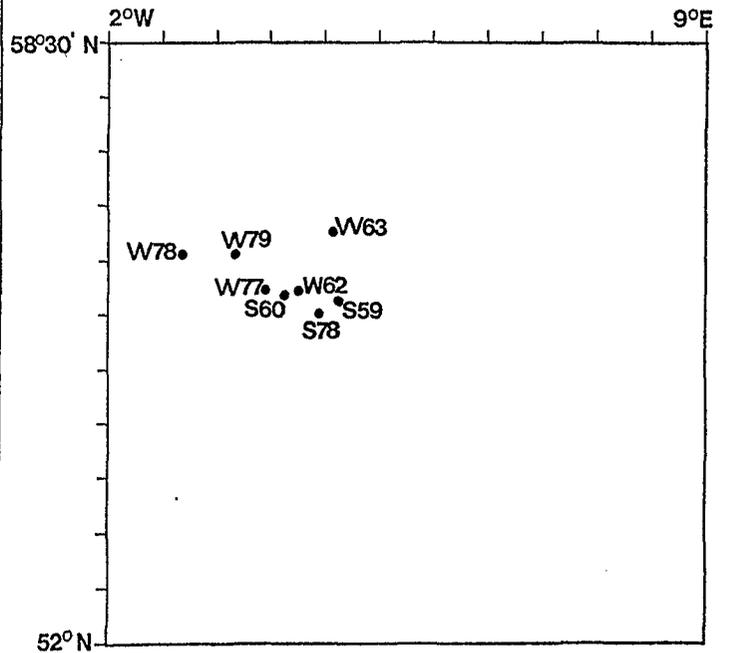
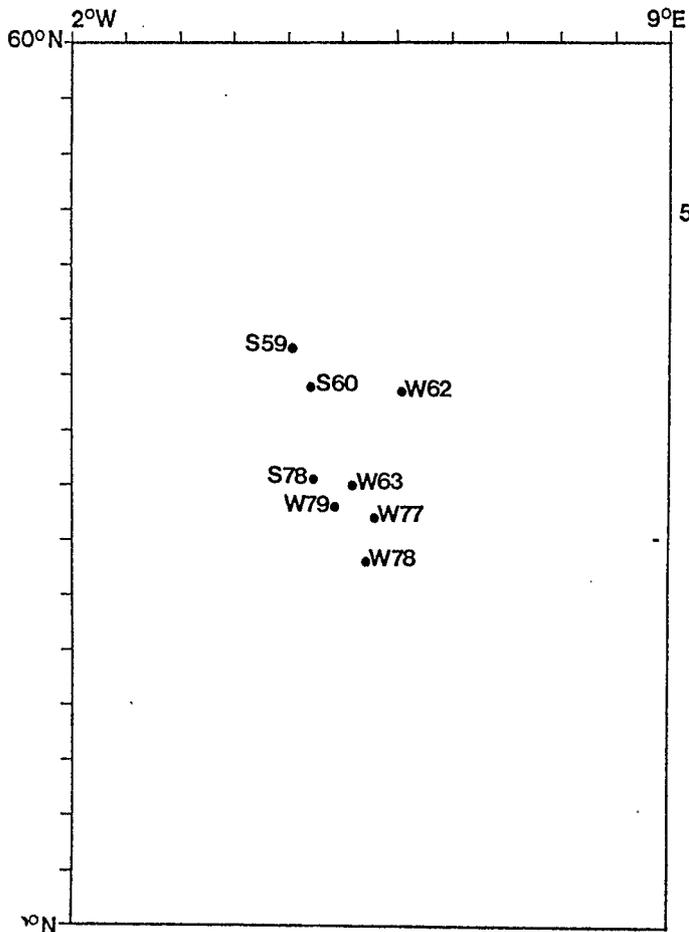
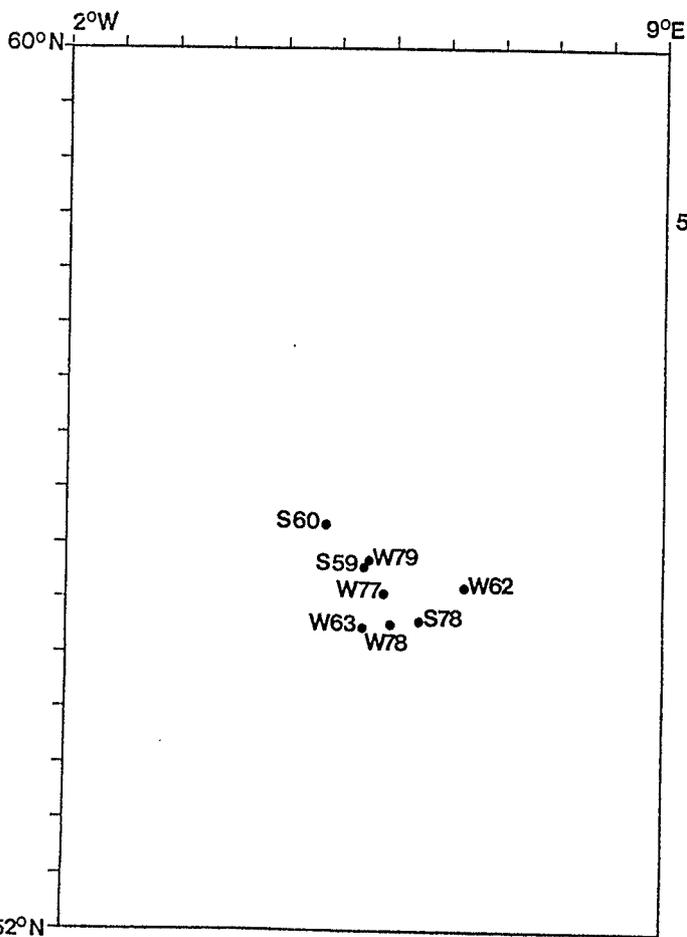
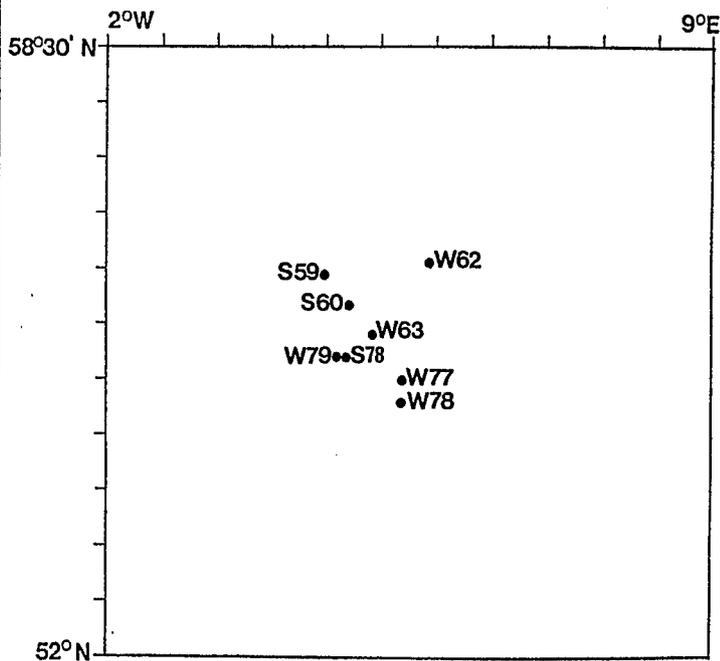


Fig. 7 Fortsetzung



9 HERING



10 SPROTT

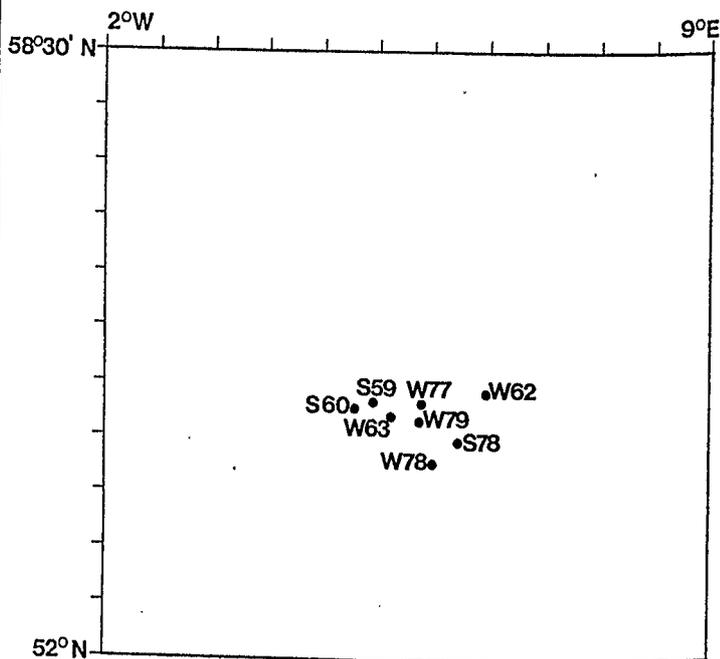
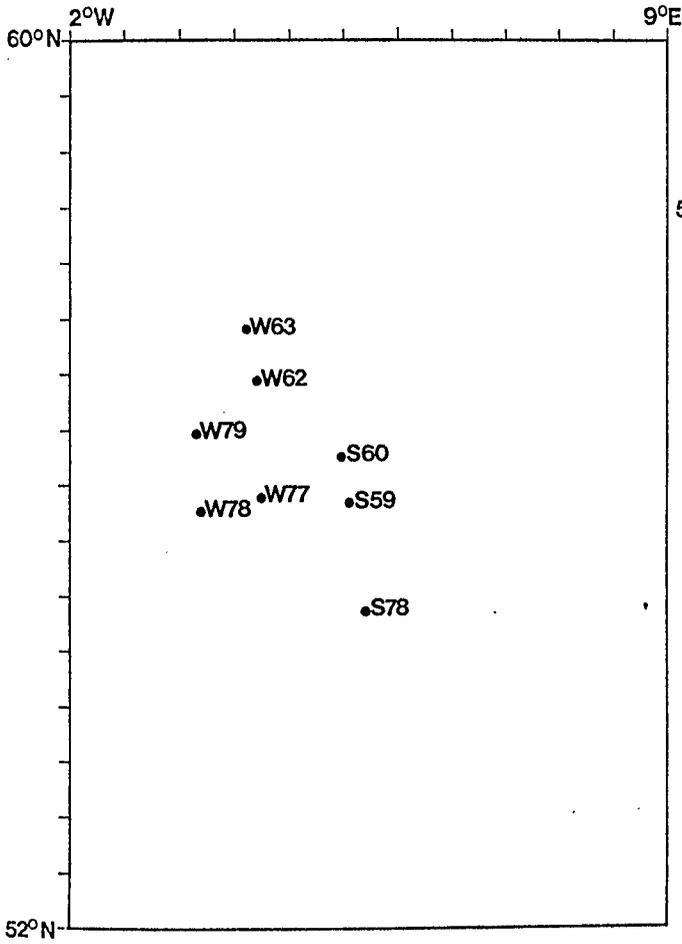
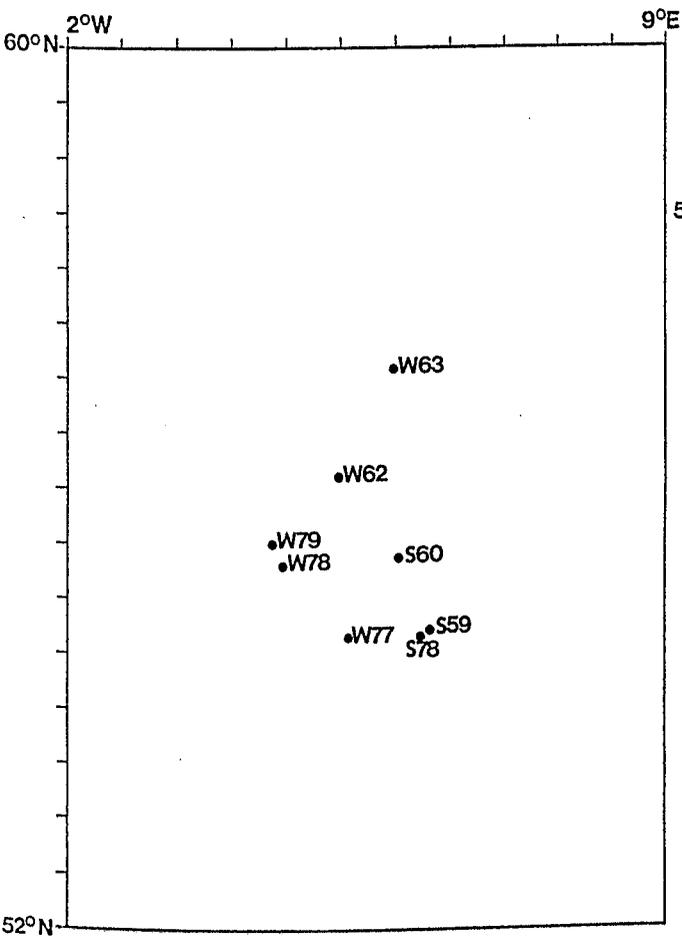
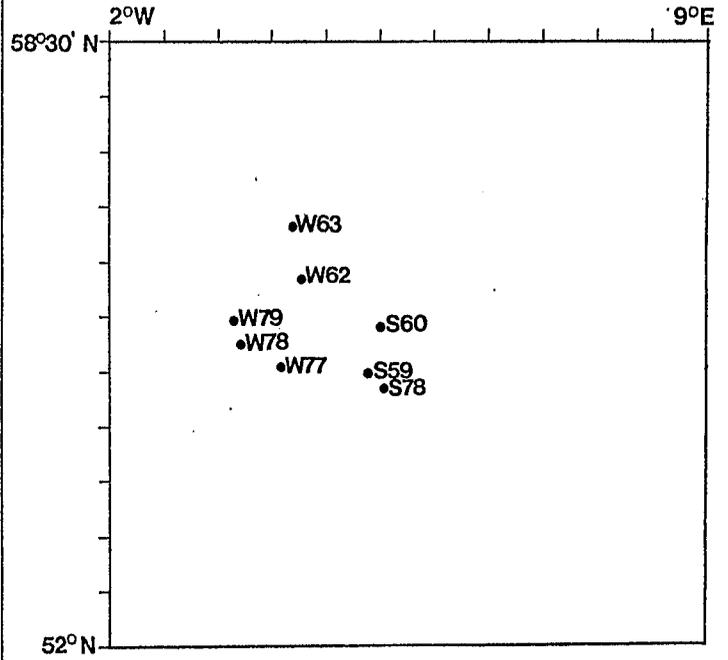


Fig. 7 Fortsetzung.



11 KNURRHAHN



12 LEYERFISCH

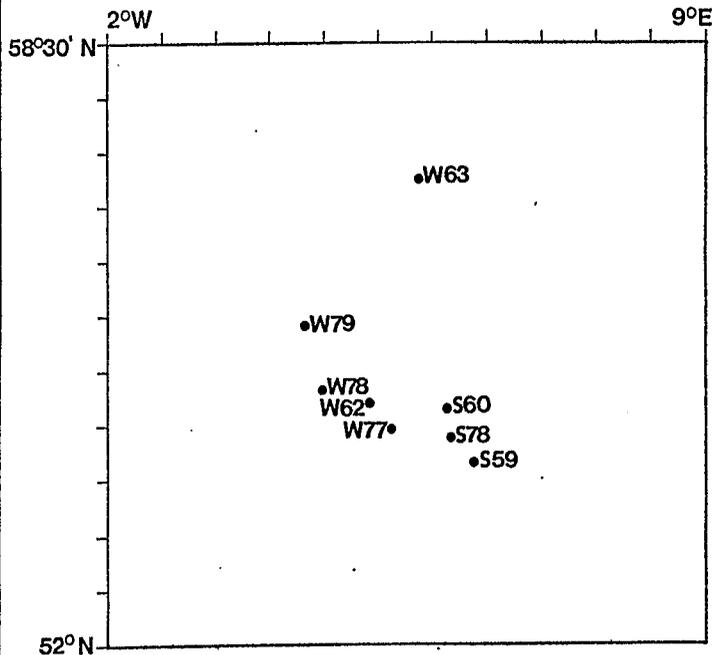
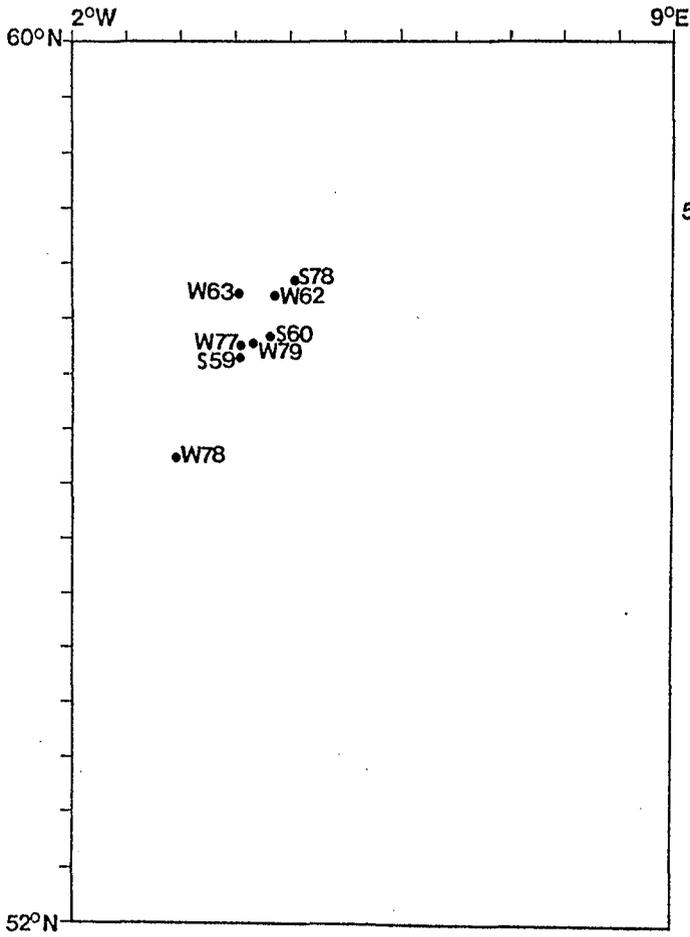
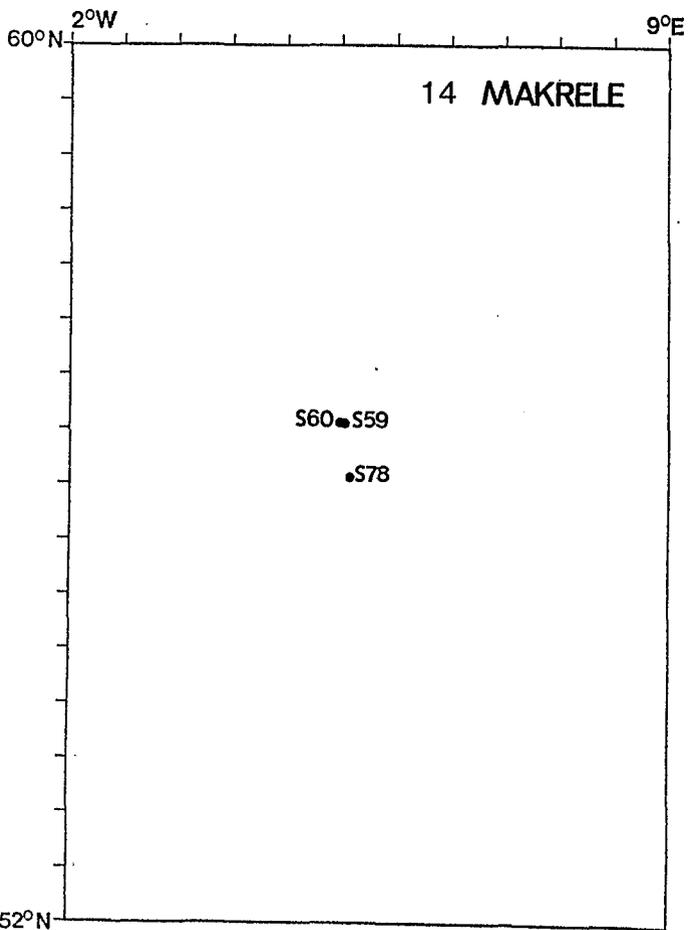
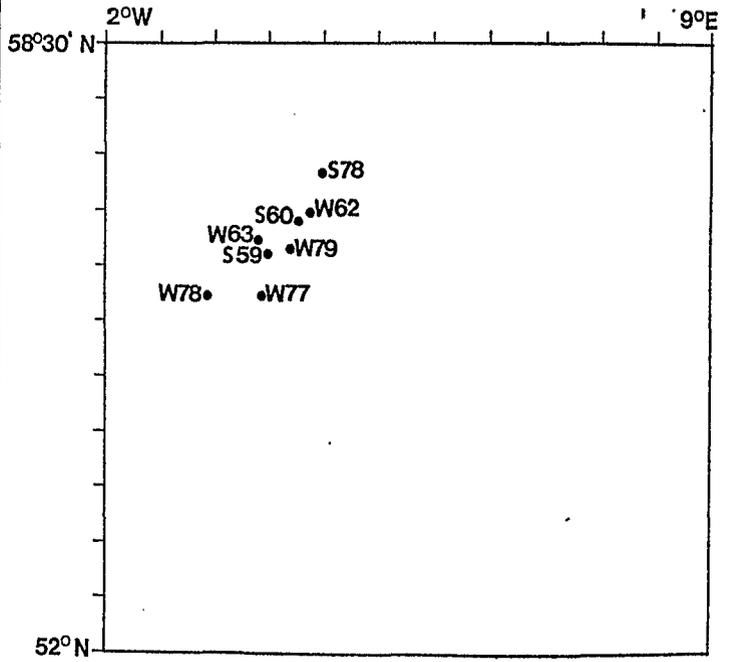


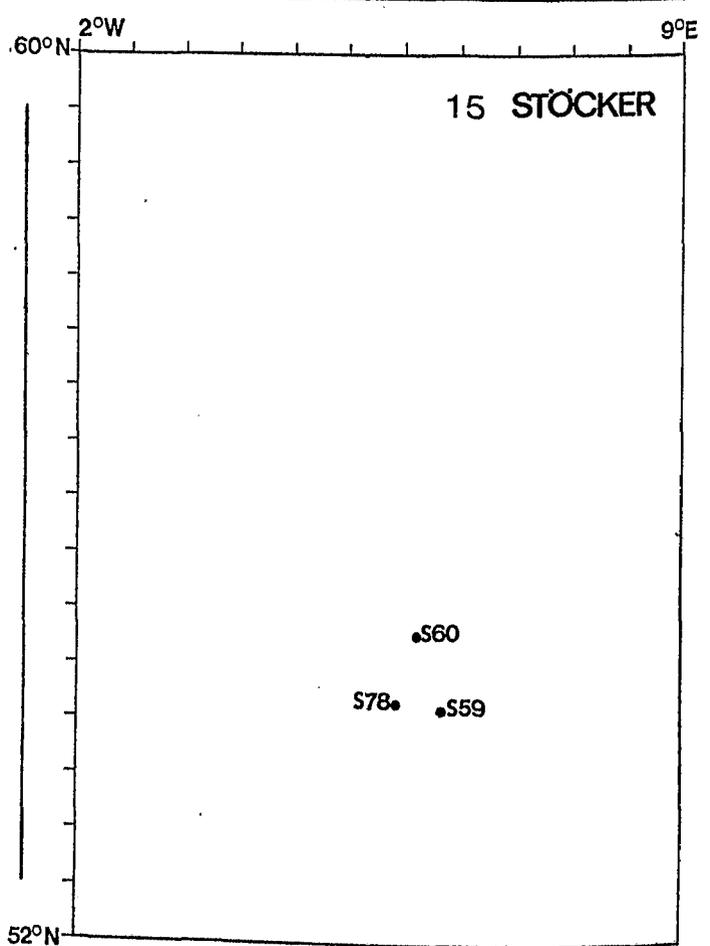
Fig. 7 Fortsetzung



13 STERNROCHEN



14 MAKRELE



15 STÖCKER

4 Diskussion

4.1 Temperaturabhängigkeit der Verbreitung

Es ist naheliegend, bei Änderungen in der Verbreitung von Meeresfischen nach Ursachen in der Hydrographie, besonders der Wassertemperatur zu suchen. Daß Fische (manchmal abhängig von der Phase des Lebenszyklus) jeweils gewisse Vorzugstemperaturen haben, ist bekannt und kann der Fischerei manchmal als Wegweiser zu Fangplätzen dienen (DIETRICH, SAHRHAGE und SCHUBERT, 1959). LUNDBECK (1963) versucht in seiner langfristigen Analyse der Statistik der deutschen Seefischerei, die Trends in den Anlandungen, vor allem auch das sich über Jahrzehnte hinziehende Verschwinden des Schellfisches aus der südlichen Nordsee, mit klimatischen Zyklen in Einklang zu bringen. So kann diese Entwicklung beim Schellfisch mit einer langfristigen Erwärmung der Nordsee erklärt werden, wozu auch das vermehrte Auftreten südlicher Arten (Sardine, Sardelle, Stöcker, Makrele, Seezunge) paßt. Allerdings verhalten sich die Trends für nördliche und südliche Arten nicht in allen Zeitphasen in der erwarteten entgegengesetzten Weise, worin sich vielleicht andeutet, daß die Zusammenhänge zwischen Wassertemperatur und Verbreitung nicht immer ganz einfach sind.

Sicher ist eine mittlere Jahrestemperatur, die der Optimaltemperatur möglichst nahe kommt, meistens nicht der einzige Anspruch, den eine Fischart an das Temperaturmilieu stellt. Bedeutsam kann auch das Ausmaß der Temperaturschwankungen sein, oder daß bestimmte kritische Temperaturen nicht über- oder unterschritten werden, oder daß kritische Temperaturen (für das Laichen) zur rechten Zeit erreicht werden.

Darüber hinaus wirkt die Temperatur ja nicht nur direkt, sondern über das gesamte Ökosystem auf den Fisch ein.

Wenn ich im folgenden die Einzelergebnisse der Verbreitungsuntersuchungen diskutiere, sollten nach Möglichkeit die Temperaturverhältnisse mit einbezogen werden, ohne daß ich aber das Thema in sehr komplexem Rahmen behandeln kann.

Als ein Hilfsmittel können die mittleren Temperaturen in den Untergebieten (Tab. 5) dienen, die aus den begleitenden hydrographischen Untersuchungen der Winterreisen stammen. Diese sind Mittelwerte über diejenigen statistischen Quadrate, aus denen auch die Fischfänge zu der betreffenden Zeit stammen. Für 1962 und 1963 sind die Bodentemperaturen den Temperaturkarten von SAHRHAGE (1967) entnommen, für 1977 und 1979 sind es die Oberflächentemperaturen an den hydrographischen Stationen. Die begleitenden Messungen von 1978 waren nicht zuverlässig, deshalb sind die Werte für dieses Jahr der DHI-Wochenkarte der Oberflächentemperaturen der Nordsee für die Woche vom 1.2.-7.2.1978 entnommen worden.

Tab. 5 Mittlere Temperaturen im Winter

Gebiet	1	2	3	4	5	6	7
Jahr							
1962	7.5	7.1	7.2	7.0	6.1	5.9	5.1
1963	6.5	5.0	6.0	4.4	2.6	4.3	4.4
1977	5.8	5.3	5.8	6.1	4.9	4.8	4.2
1978	6.7	6.1	6.4	6.0	5.6	5.0	-
1979	5.7	4.6	5.7	6.6	5.4	4.0	3.9

Da man im Winter meistens von einer Durchmischung des Wasserkörpers der Nordsee ausgehen kann (DIETRICH 1950), sind diese Oberflächen- und Bodentemperaturen wohl vergleichbar. Die entsprechenden Bodentemperaturen im Sommer habe ich nicht zusammengetragen, weil bei nur drei Untersuchungsjahren Abhängigkeiten kaum nachzuweisen sind.

Im Mittel sind die während der Winterreisen vorgefundenen Temperaturen in der zweiten Untersuchungsperiode niedriger als in der ersten, und zwar in allen Teilen der Nordsee bis auf die Untergebiete 4 und 5 an der englischen Küste. Von den früheren Wintern war der von 1963 besonders kalt (er ist sogar als solcher in die Literatur eingegangen), von den späteren war 1978 der kälteste. Hier zeigt sich nun, wenn man die Schwerpunktkarten (Fig.7) betrachtet, ein interessanter Zusammenhang: Bei mehreren Arten liegen die Schwerpunkte der Winter 1963 und 1979 nördlicher oder nordwestlicher als die Schwerpunkte von 1962 bzw. 1977 und 1978. Das ist sichtbar bei Kabeljau, Schellfisch, Wittling, Kliesche, Knurrhahn und Leyerfisch, und sehr schwach bei der Doggerscharbe - beim Leyerfisch muß wieder die Verlässlichkeit des Ergebnisses bezweifelt werden, wegen der kleinen absoluten Anzahlen. Diese Verlagerung der Schwerpunkte läßt sich gut so erklären, daß die genannten Arten sich zumindest in strengen Wintern zum wärmeren Wasser hin bewegen.

Eine Übersicht über die langfristigen Trends in den Oberflächentemperaturen in verschiedenen Teilen der Nordsee gibt die Arbeit von HILL und DICKSON (1978), deren Daten aber nur bis 1973 reichen.

Danach ist die allgemeine durchgehende Tendenz seit Anfang des Jahrhunderts tatsächlich eine Erwärmung, die aber zu verschiedenen Jahreszeiten unterschiedlich ausfällt. Für unser Untersuchungsgebiet und den Trend seit ca. 1960 läßt sich folgendes zusammenfassen: Fortsetzung des allgemeinen Trends der Erwärmung in den Monaten April bis Dezember, leicht fallende Temperaturen im 1. Quartal im östlichen zentralen Teil. Zu vermerken ist ferner, daß die Schwankungen von Jahr zu Jahr leicht größere Beträge annehmen können als der Trend über eine Spanne von 20 Jahren.

Falls die langfristigen Tendenzen sich über 1973 hinaus bis heute fortgesetzt hätten (was ich nicht überprüfen konnte), wären damit allein Verbreitungsänderungen bei den untersuchten Arten nicht gut zu erklären, weil alle Untergebiete ähnlich davon betroffen wären.

4.2 Vergleich der Einzelergebnisse

Die Befunde der einzelnen Auswertungsmethoden sollen nun miteinander verglichen und eingeordnet werden.

Beim Kabeljau hatte die Korrelationsmethode signifikante Verbreitungsunterschiede in beiden Jahreszeiten ergeben (Tab. 2.1) ebenso liegt signifikante Wechselwirkung (gemeint ist in diesem Zusammenhang immer nach Zerlegung der Quadrate), in beiden Jahreszeiten vor (Tab. 4), signifikante Kontraste dagegen lassen sich nur für den Sommer berechnen, nicht aber für den Winter. Stärkste Tendenz im Sommer ist die relative Zunahme in der südöstlichen gegenüber der mittleren und westlichen Nordsee. Dem entspricht die Schwerpunktverlagerung im Sommer

nach Südost (Fig. 7.1). Im Winter ist die Schwerpunktverlagerung nicht eindeutig, weil der Winter 1979 herausfällt, und zwar vermutlich wegen der niedrigen Temperatur in diesem Jahr. Möglicherweise sind deswegen keine signifikanten Kontraste im Winter zu berechnen. Immerhin ist im Winter der stärkste Kontrast unterhalb der Signifikanzschwelle eine Zunahme im südöstlichen Gebiet gegenüber der schottischen Küste, was die Tendenz im Sommer zumindest unterstützt. Der Kabeljau reagiert offenbar auf besonders kalte Wintertemperaturen mit Ausweichen nach Norden. Wenn er dennoch seine Schwerpunkte in einer insgesamt kälteren Periode nach Südosten verlagert, läßt sich das mit dem Trend der Temperatur nicht begründen.

Der Schellfisch zeigt keine signifikanten Veränderungen, im Gegenteil spricht die Analyse der Korrelationskoeffizienten für eine bemerkenswerte Konstanz der Verbreitung. Nach dem höchst dramatischen Rückzug des Bestandes in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts scheint die Verbreitung des Schellfisches, abgesehen von kurzfristigen Schwankungen, nun in eine Phase der Stabilität eingetreten zu sein.

Beim Wittling liegt als einziges Ergebnis eine signifikante Wechselwirkung im Sommer vor. Wie beim Kabeljau ist es eine relative Zunahme in der Deutschen Bucht, am stärksten gegenüber der zentralen Nordsee (Fig. 6.2). Dem entspricht eine Verlagerung des Schwerpunktes nach Süden. Eine entsprechende Tendenz ist aus den Schwerpunkten im Winter nicht herauszulassen (Fig. 7.3), wohl auch weil der Schwerpunkt des Winters 1979 nach Norden verschoben ist. Für den Wittling als eine eher

südliche Art läßt sich das auch sehr plausibel mit den Temperaturgradienten begründen. Dadurch würden sich auch die in den Wintern relativ weiter nördlich liegenden Schwerpunkte erklären lassen. SAHRHAGE (1967) erklärt ebenfalls so seine Beobachtung, daß die größten Fänge im Winter in größerer Tiefe gemacht werden als im Sommer.

Beim Stintdorsch läßt sich keine Veränderung durch Signifikanztest nachweisen. Eine unübersehbare Westverlagerung in den Schwerpunkten (Fig. 7.4) drückt sich nicht in signifikanten Verschiebungen zwischen den Untergebieten aus.

Auch die Scholle weist keinen signifikanten Befund auf. Zwar ist die Wechselwirkung im Winter signifikant, aber kein Kontrast erreicht die 5%-Schwelle. Die Korrelationsanalyse hatte auch eher für gleichgebliebene Verbreitung gesprochen. Der Schwerpunkt ist im Sommer nach Südosten verschoben, die Tendenz im Winter ist nicht eindeutig (Fig. 7.5). Die Schwerpunkte liegen im Winter weiter westlich als im Sommer, was sicher eine Reaktion auf die Wassertemperatur ist. SAHRHAGE (1967) dagegen fand im Winter keine andere Tiefenverteilung der Scholle als im Sommer, was er mit der Unsicherheit durch kleine Fänge im Winter erklärt. Bei der Scholle - und das gilt auch für die anderen Plattfische - ist nicht abzuschätzen, wie weit geringere Fänge bei niedriger Wassertemperatur auf tatsächlichem Abwandern oder auf Eingraben im Grund beruhen. Daß von allen Plattfischen insgesamt erheblich mehr Exemplare im Sommer als im Winter gefangen werden, spricht mehr für letztere Annahme, weil kaum so viele das Untersuchungsgebiet verlassen haben können.

Bei der Kliesche ergibt die Varianzanalyse signifikante Wechselwirkung, aber nur im Sommer lassen sich auch signifikante Kontraste berechnen. Die Korrelationsmethode andererseits zeigt nur im Winter einen signifikanten Unterschied an. Dieser ist aber, wie schon erwähnt, wahrscheinlich beeinflusst durch das Fischen auf denselben Stationen und von daher nur beschränkt vertrauenswürdig. Das Ergebnis für den Winter ist also nicht eindeutig. Im Sommer ist der stärkste Kontrast eine Zunahme im süd-östlichen Gebiet gegenüber den nordwestlich und nördlich angrenzenden Gebieten, hauptsächlich dem zentralen Gebiet (Fig. 6.3). An den Schwerpunkten (Fig. 7.6) ist für Sommer wie Winter eine Verlagerung nach Südosten abzulesen. Die Kliesche reagiert deutlich auf niedrige Wassertemperaturen: Die Schwerpunkte im Winter liegen nordwestlicher als im Sommer, und sind in kalten Wintern relativ weiter nach Norden verschoben.

Zu- oder Abnahme des Gesamtfangs sind nach den Ergebnissen der Varianzanalyse (Tab. 4) wahrscheinlich, wenn man die Korrektur für unterschiedliches Netzmaterial einsetzt. Nach Daten von TIEWS (1978) hat die Kliesche in den Beifängen der deutschen Krabbenfischerei seit Ende der fünfziger Jahre bis 1973 zugenommen, während die Fänge der schottischen Forschungsschiffe in der westlichen und zentralen Nordsee in demselben Zeitraum keinen Trend zeigen (RICHARDS et al., 1978). Wenn nicht nach 1973 eine Trendumkehr stattgefunden hat, würden auch diese Daten die Annahme einer Südostverschiebung stützen.

Bei der Doggerscharbe liegt ein signifikanter Korrelationsunterschied für beide Jahreszeiten vor, der aber wohl, noch offenkundiger als bei der Kliesche, methodisch erzeugt ist (Tab. 2.7).

In der Varianzanalyse lassen sich signifikante Kontraste in beiden Jahreszeiten berechnen, im Winter als Zunahme in der südlichen und östlichen gegen die nördliche Nordsee. Im Sommer ist es ähnlich eine Zunahme im südöstlichen gegen das zentrale Gebiet, in beiden Fällen also wieder eine Südost-Verschiebung (Fig. 6.4). Die Signifikanz der Ergebnisse für den Winter ist sehr hoch, für den Sommer nicht so sehr. Begleitet werden diese Erscheinungen von einem allgemeinen Rückgang der Fänge (Tab. 3.7). In der Varianzanalyse ist diese Abnahme nach Korrektur im Winter signifikant, im Sommer nicht mehr. Eine Abnahme stimmt aber nicht überein mit schottischen Daten bis 1973 (RICHARDS et al., 1978), wonach die Fänge der Doggerscharbe eine steigende Tendenz aufweisen. Möglicherweise sind die gefundenen absoluten Differenzen also methodischen Ursprungs, was aber noch nicht die relativen Verschiebungen erklären kann.

Es wäre denkbar, daß auf den früheren Fahrten einige Doggerscharben versehentlich in den Klieschen mit untergegangen sind, die ja damals nicht weiter bearbeitet wurden (auf den späteren Reisen jedenfalls fanden sich beim Messen der Klieschen häufig noch Doggerscharben, die beim Sortieren übersehen worden waren). Das könnte bei den verhältnismäßig kleinen Stückzahlen im Winter in den Randgebieten schon einen Effekt ausmachen, könnte aber das Ergebnis im Sommer nicht erklären, wo ja absolut viel größere Zahlen gefangen wurden.

Von den methodischen Überlegungen her gibt es also keinen triftigen Grund, die These einer Südost-Verschiebung zurückzuweisen. Eine solche Verlagerung kommt auch in den Schwerpunkten (Fig. 7.7) zum Ausdruck. Auf die winterlichen Wassertemperaturen scheint die Doggerscharbe, die ohnehin im tieferen Bereich

lebt, kaum zu reagieren.

Bei der Limande liegt ein signifikanter Korrelationsunterschied für den Sommer vor und signifikante Kontraste für beide Jahreszeiten, hier aber mit widersprüchlichen Ergebnissen bezüglich der Tendenz im Gebiet der schottischen Küste (Zunahme im Winter - Abnahme im Sommer, s. Fig. 6.5). Will man eine Entscheidung über die Zuverlässigkeit beider Aussagen treffen, steht man vor dem Dilemma, daß im Winter nur sehr kleine Zahlen von Limanden gefangen wurden, im Sommer zwar mehr, aber dafür auf weniger Reisen und mit unterschiedlichem Geschirr. Da in dem Gebiet der schottischen Küste, auf das es hier ankommt, im Sommer 1978 auch mit Rollergeschirr gefischt wurde, und die Korrektur womöglich unzureichend war, kann hier sehr wohl ein methodischer Fehler vorliegen. Aus den schon zitierten schottischen Untersuchungen von RICHARDS et al. (1978) geht gerade ein starker Anstieg der Häufigkeit in dem betreffenden Gebiet hervor. Von daher geben die Ergebnisse aus dem Winter die Tendenz richtiger wieder. Angesichts der kleinen Zahlen bleiben weitere Interpretationen aber fragwürdig.

In den Schwerpunkten (Fig 7.8) kommt auch die unterschiedliche westwärts-Tendenz zwischen Sommer und Winter zum Ausdruck. Reaktionen auf die Wintertemperatur lassen sich nicht aus den Schwerpunkten herauslesen.

Signifikante Verbreitungsunterschiede beim Hering zeigt die Korrelationsmethode für den Winter und die Varianzanalyse für beide Jahreszeiten an. Die Kontraste (Fig. 6.6) weisen im Sommer eine Abnahme, im Winter aber eine Zunahme im nördlichen Gebiet aus.

In beiden Fällen nehmen die Fänge im zentralen Teil relativ ab. Das kann, wie schon angesprochen, unterschiedliche Bedeutung haben. Durch den bekannten Rückgang der Nordseeheringsbestände auf den späteren Reisen der Anteil der erwachsenen Heringe viel kleiner als früher, und die Tendenz im Sommer wäre dann eine Entvölkerung der Freißgebiete der Erwachsenen zugunsten eines Aufwuchsgebietes der Jungheringe vor der dänischen Küste.

Im Winter dagegen, wo auch früher schon vorwiegend Jungheringe gefangen wurden, handelt es sich mehr um Verschiebungen innerhalb dieser Gruppe, zugunsten auch der südlichen Aufwuchsgebiete. Welche Bedeutung das hat, ist schwer zu sagen, wenn, wie SAHRHAGE (1967) feststellt, die Heringe im Winter sich völlig unabhängig von der Wassertemperatur verteilen.

Nach den Schwerpunkten (Fig. 7.9) ist die Tendenz in beiden Jahreszeiten eine Verlagerung nach Süden, in die Gefilde der Jungheringe.

Beim Sprott gibt es keinen signifikanten Unterschied in den mittleren Korrelationen, aber signifikante Wechselwirkung in Winter und Sommer; mit signifikantem Kontrast nur im Winter. Wesentliche Tendenz ist wieder eine relative Verschiebung nach Südosten auf Kosten der westlichen und nordwestlichen Gebiete (Fig. 6.7). Die verhältnismäßig hohe Signifikanz dieses Befundes steht im Widerspruch zu den vielen gleichmäßig hohen Korrelationen zwischen den einzelnen Jahren (Tab. 2.10), die eigentlich eher für eine stabil gebliebene Verbreitung sprechen. Allerdings sind die Verhältnisse im Winter 1962 ziemlich abnorm; die Nullfänge sind so häufig, daß die Daten aus diesem Jahr für die Testverfahren wohl nicht geeignet sind (Fig. I.10). Die Gültigkeit der Signifikanz in der Varianzanalyse muß daher bezweifelt werden.

In den Schwerpunkten (Fig. 7.10) zeigt sich eine Südost-Verschiebung nur im Sommer; aus den Winterdaten geht keine Tendenz hervor.

Beim Knurrhahn zeigen die Ergebnisse von Korrelations- und Varianzanalyse einen signifikanten Unterschied im Winter an. Stärkster Kontrast ist ein Rückgang in der zentralen Nordsee gegen die westlich und südlich angrenzenden Gebiete (Fig. 6.8). Die Gesamttendenz nach Netzkorrektur ist Abnahme (s. Tab.4), was von RICHARDS et al. (1978) nicht bestätigt wird, deren Daten annähernd gleichbleibende Häufigkeit andeuten. Eher noch zeigen die Daten von TLEWS (1978 b) aus dem Beifang einen Abwärtstrend an. (In beiden zitierten Datenreihen sind auch noch andere Knurrhähne als der Graue enthalten.) Wie die relative Abnahme in der zentralen Nordsee zu deuten ist, weiß ich nicht, auf jeden Fall scheint es keine Ausbreitung aus Populationsüberdruck zu sein.

Die Schwerpunkte (Fig. 7.11) weisen für beide Jahreszeiten eine Südverschiebung auf. Der Knurrhahn steht im Winter weiter nördlich als im Sommer und weicht offenbar auch bei besonders kalten Temperaturen weiter nach Norden aus.

Beim Leyerfisch liegt signifikante Wechselwirkung im Sommer und Winter vor, aber es gibt im Sommer keine signifikanten Kontraste, und im Winter sind die Fänge zu klein, um Aussagen darauf aufbauen zu können.

Keinen signifikanten Befund gibt es beim Sternrochen. Die Tendenz bei den Schwerpunkten ist Südverschiebung im Winter und Nordverschiebung im Sommer (Fig. 7.13).

Bei der Makrele und beim Stöcker gibt es keine

signifikanten Unterschiede in der Verbreitung. Die Schwerpunktdifferenzen sind jeweils nicht groß.

Insgesamt ist das häufigste Ergebnis dieser Untersuchung eine Verlagerung des Verbreitungsschwerpunktes nach Süden bzw. in die Deutsche Bucht hinein. Wie das mit dem langfristigen Temperaturtrend in Verbindung zu bringen ist, kann ich nicht sagen. An sich bringt dieser Trend für die östliche Nordsee (gleichbleibende Winter-, steigende Sommer- und Herbsttemperaturen) eine größere Amplitude im Jahreszyklus des Temperaturverlaufes, was ja Stress bedeutet. Weshalb dann trotzdem ein Fisch wie die Doggerscharbe, die sonst tieferes Wasser vorzieht, ihren Schwerpunkt nach Südosten verlegt, kann ich nicht erklären. Vielleicht sollte dieses Problem besser, als ich es hier leisten kann, unter stärkerer Berücksichtigung gesamtökologischer Aspekte und kritischer Temperaturen behandelt werden.

5 Zusammenfassung

Fangdaten über 15 Fischarten der Nordsee, die aus 4 Untersuchungsfahrten mit FFS "Anton Dohrn" zwischen 1959 und 1963 und aus 4 Fahrten zwischen 1977 und 1979 mit FS "Poseidon" und FFS "Anton Dohrn" II stammen, sind auf Unterschiede in der Verbreitung untersucht worden.

Es wird versucht, solche Unterschiede mit Hilfe zweier verschiedener Signifikanztests zu beurteilen. Das erste Verfahren testet den Unterschied zwischen zwei mittleren Rangkorrelationskoeffizienten, das andere ist eine Varianzanalyse. Beide Verfahren scheinen grundsätzlich brauchbar zu sein. Die Varianzanalyse liefert mehr Information, ist aber an Voraussetzungen gebunden: Das Areal muß sich sinnvoll in Untereinheiten zergliedern lassen, und die Verteilung der Häufigkeiten darf nicht zu viele Nullen enthalten. Die Varianzanalyse liefert häufiger signifikante Befunde als das Korrelationsverfahren, allerdings ist die Irrtumswahrscheinlichkeit nur näherungsweise gültig.

Als Methode zur Veranschaulichung werden die graphischen Schwerpunkte der Verbreitungen berechnet.

Sehr häufig wurde als Ergebnis gefunden eine Süd- oder Südost-Verschiebung der Verbreitung. Eine Kausalbeziehung zwischen der relativern Zunahme von Bodenfischen (Kabeljau, Wittling, Kliesche, Doggerscharbe) in der Deutschen Bucht mit dem langfristigen Temperaturtrend kann nicht hergestellt werden. Dagegen kann gezeigt werden, daß mehrere Arten (Kabeljau, Schellfisch, Kliesche, Knurrhahn) zu kurzfristigen Reaktionen auf besonders kalte Wintertemperaturen in der Lage sind, indem sie nach Norden ausweichen.

Literaturverzeichnis

- ANON., 1977: Report of the Herring Assessment Working Group for the area south of 62° N. ICES Cooperative Research Report 87.
- ANON., 1978: The Biology, Distribution and state of exploitation of shared stocks in the North Sea area. ICES Cooperative Research Report 74.
- ARMSTRONG, D. W., 1977: A proposed subdivision of the North Sea for biological sampling purposes. ICES CM 1977/F: 38.
- BARTLETT, M. S., 1964: Spectral analysis of two-dimensional point processes. Biometrika 44: 299 - 311.
- BORLEY, J. O., 1926: Distribution of the food fishes in the North Sea during 1923 and 1924. Fish. Invest. Ser. II, 9 (4).
- BOYSEN, H. O., U. DAMM und G. HEMPEL, 1977: Distribution and abundance of fish in the North Sea in February 1977 as compared with earlier winter surveys. ICES C. M. 1977/H: 10.
- COCHRAN, W. G., 1963: Sampling Techniques. John Wiley and Sons, New York.
- DAAN, N., 1974: Growth of North Sea cod, *Gadus morhua*. Neth. J. Sea Res., 6 (4): 479 - 517.
- DAAN, N., 1978: Changes in cod stocks and cod fisheries in the North Sea. Rapp. P.-V. Réun. cons. int. Explor. Mer 172: 39 - 57
- DIETRICH, G., 1950: Die natürlichen Regionen von Nord- und Ostsee auf hydrographischer Grundlage. Kieler Meeresforsch. 7 (2): 35 - 86.

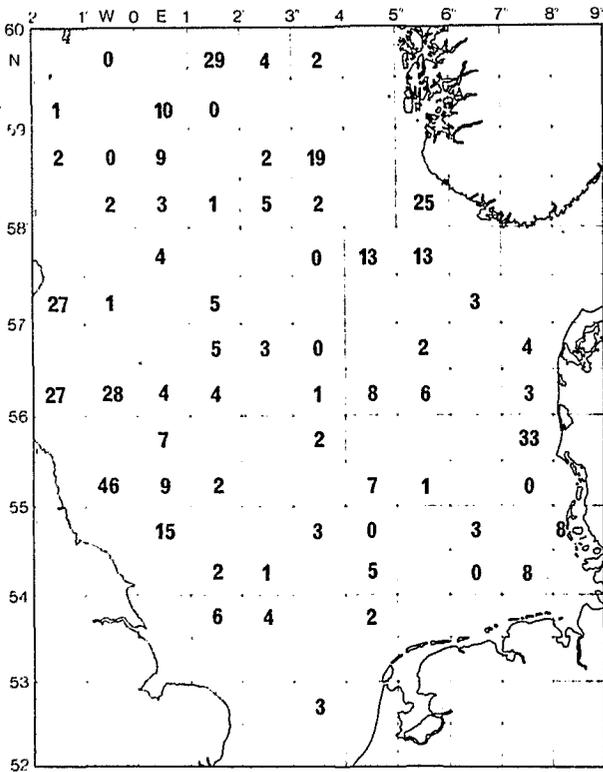
- DIETRICH, G., D. SAHRHAGE und K. SCHUBERT, 1959: The localization of fish concentrations by thermometric methods.- In: Modern Fishing Gear of the World, H. KRISTJONSSON ed., 453 - 461, London 1959
- ELLIOTT, J. M., 1977: Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 25.
- FIEDLER, P. C., 1978: The precision of simulated transect surveys of northern anchovy, *Engraulis mordax*, school groups. Fish Bull. U. S. 76 (3): 679 - 685.
- HEMPEL, G., 1978: Synopsis of the symposium on North Sea fish stocks - recent changes and their causes. Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer 172: 445 -449
- HILL, H. W. und R. R. DICKSON, 1978: Long-term changes in North Sea hydrography. Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer 172: 310 - 334.
- HOLDEN, M. J., 1978: Long-term changes in landings of fish from the North Sea. Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer 172: 11 - 26.
- JONES, R., 1972: The subdivision of demersal stocks within the North Sea. ICES C. M. 1972/F: 13.
- JONES, R., 1978: Grouping of data for assessment purposes in the North Sea. ICES C. M. 1978/G: 52.
- JONES, R. und J. R. G. HISLOP, 1978: Changes in North Sea haddock and whiting. Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer 172: 58 - 71.
- KENDALL, M. G., 1955: Rank correlation methods. London

- KERSHAW, K. A., 1957: The use of cover and frequency in the detection of pattern in plant communities. *Ecology* 38: 291 - 299.
- LIENERT, G. A., 1973: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. A. Hain, Meisenheim am Glan.
- LUNDBECK, J., 1963: Biologisch-statistische Untersuchungen über die deutschen Hochseefischerei. IV. Die Entwicklung der Hochseefischerei in fangtechnischer, räumlicher und biologischer Hinsicht. 7. (Schluß). Ertrags- und Bestandsveränderungen bei den Nutzfischen. *Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch.* 17 (2): 45 - 118.
- MACKETT, D. J., 1973: Standard methods and techniques for demersal fisheries resource surveys. *Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal, Part 3. FAO Fisheries Technical Paper* 124.
- MESSTORFF, J., 1959: Untersuchungen über die Biologie des Wittlings *Merlangius merlangus* (L.) in der Nordsee. *Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch.* 15, 277 - 334.
- PENNINGTON, M. R. und M. D. GROSSLEIN, 1978: Accuracy of abundance indices based on stratified random trawl surveys. *ICES C. M.* 1978/D: 13.
- SACHS, L., 1973: *Angewandte Statistik*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 545 S.
- SAHRHAGE, D., 1964: Über die Verbreitung der Fischarten in der Nordsee. I. Juni - Juli 1959 und Juli 1960. *Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch.* 17 (3): 165 - 278.
- SAHRHAGE, D., 1967: Über die Verbreitung der Fischarten in der Nordsee. II. Januar 1962 und 1963. *Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch.* 19 (2): 66 - 197.

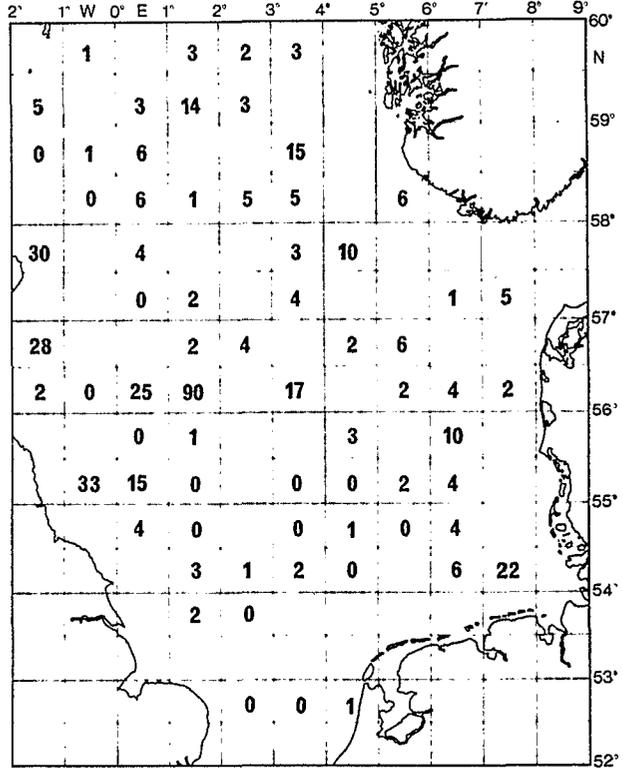
- SCHEFFÉ, H., 1953: A method for judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika* 40: 87 - 104.
- SKELLAM, J. G., 1952: Studies in statistical ecology. I. Spatial patterns. *Biometrika* 39: 346 - 362.
- SOKAL, R. R. und F. J. ROHLF, 1969: *Biometry*. W. H. Freeman & Co., San Franc., 776 S.
- TAYLOR, C. C., 1953: Nature of variability in trawl catches. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull. 54: 145 - 166.
- TIEWS, K., 1978 a: The German industrial fisheries in the North Sea and their by-catches. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 172: 230 - 238.
- TIEWS, K., 1978 b: Non-commercial fish species in the German Bight: Records of by-catches of the brown shrimp fishery. *Rapp. R.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 172: 259 - 265.
- VENRICK, E. L., 1978: Systematic sampling in a planktonic ecosystem. *Fish Bull. U. S.* 76: 617 - 627.
- RICHARDS, J. et al., 1978: Trends in Scottish research-vessel catches of various fish species in the North Sea, 1922 - 1971. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 172: 211 - 224.
- WEBER, E., 1972: *Grundriß der biologischen Statistik*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 706 S.
- YULE, G. U. und M. G. KENDALL, 1965: *An introduction to the Theory of Statistics*. London

6 Anhang
Verbreitungskarten⁺)

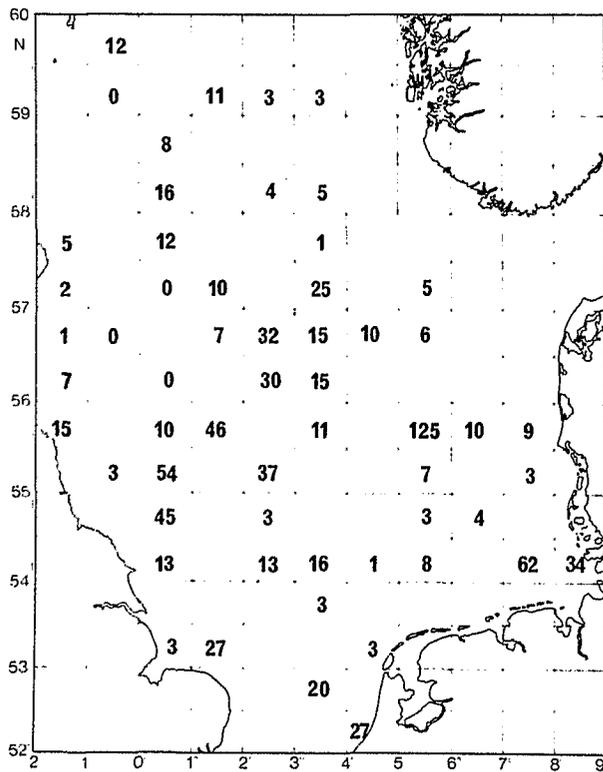
Fig. I.1 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



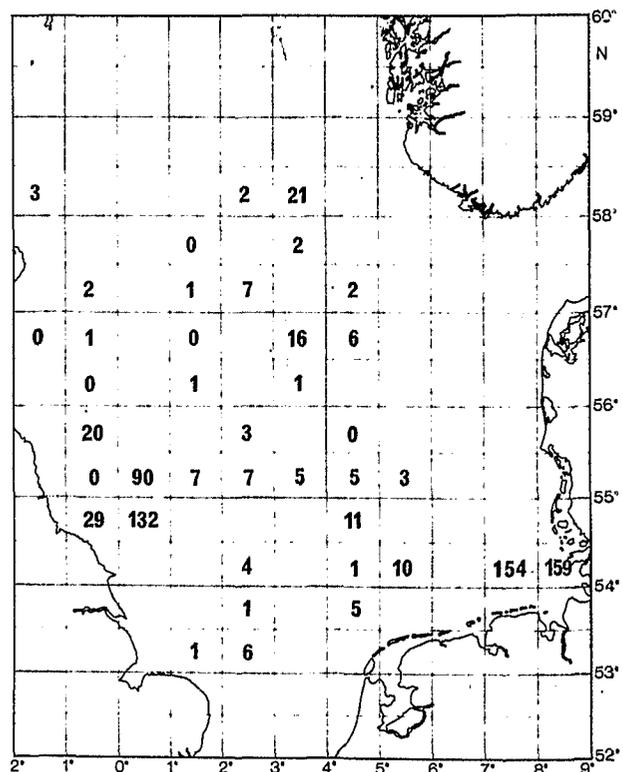
Kabeljau Winter 1962



Kabeljau Winter 1963



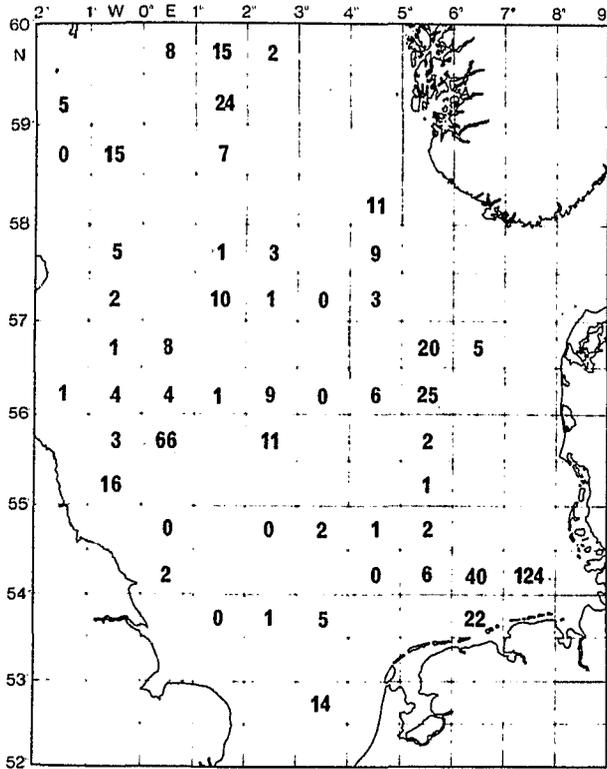
Kabeljau Winter 1977



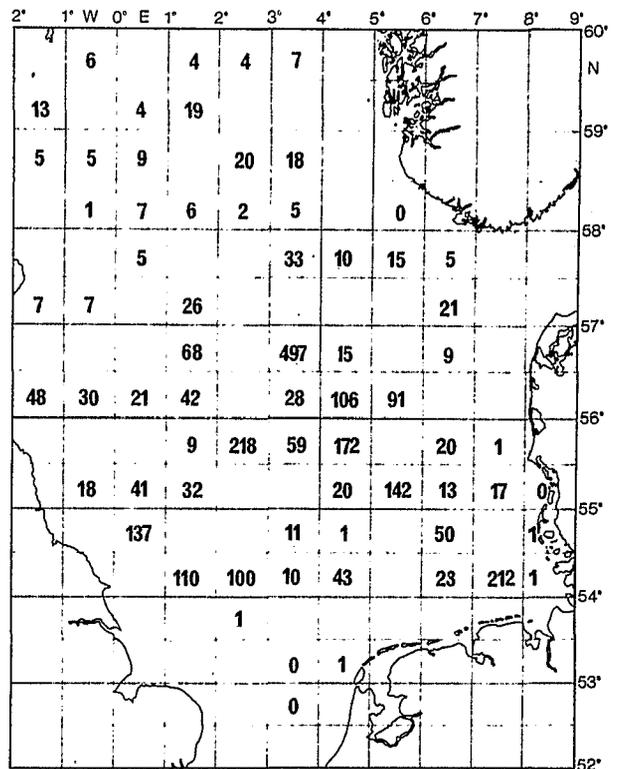
Kabeljau Winter 1978

⁺) Zahlen für 1959 bis 1963 nach SAHRHAGE (1964, 1967)

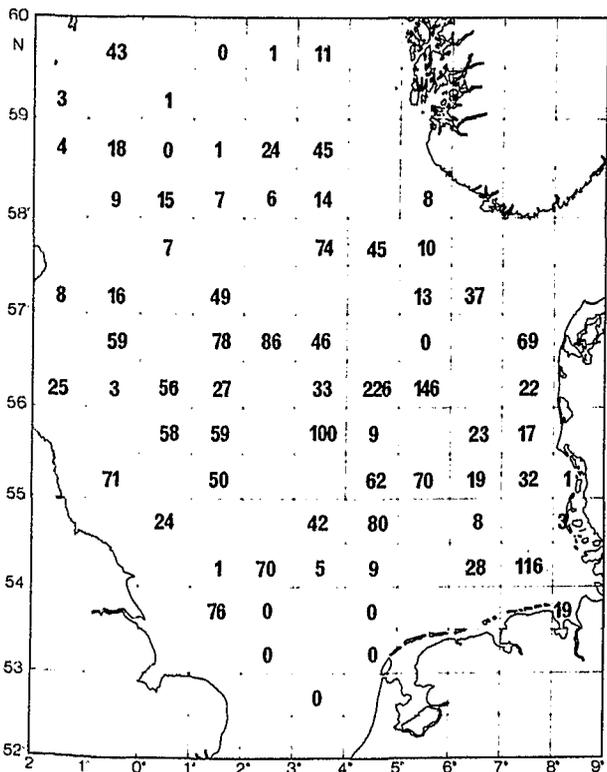
Fig. I.1 Fortsetzung



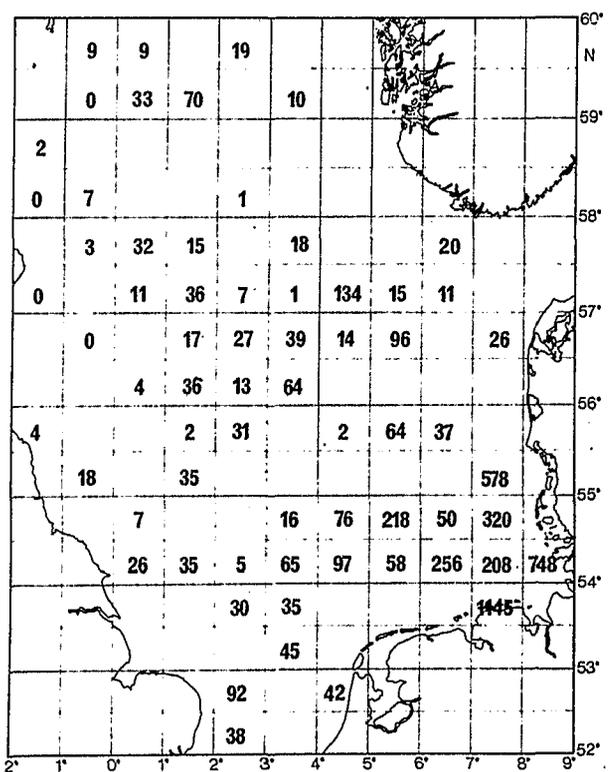
Kabeljau Winter 1979



Kabeljau Sommer 1959

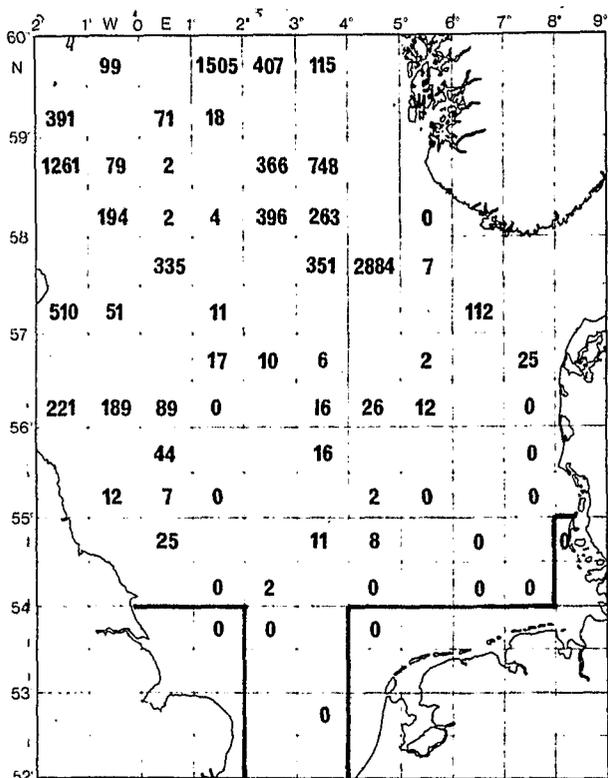


Kabeljau Sommer 1960

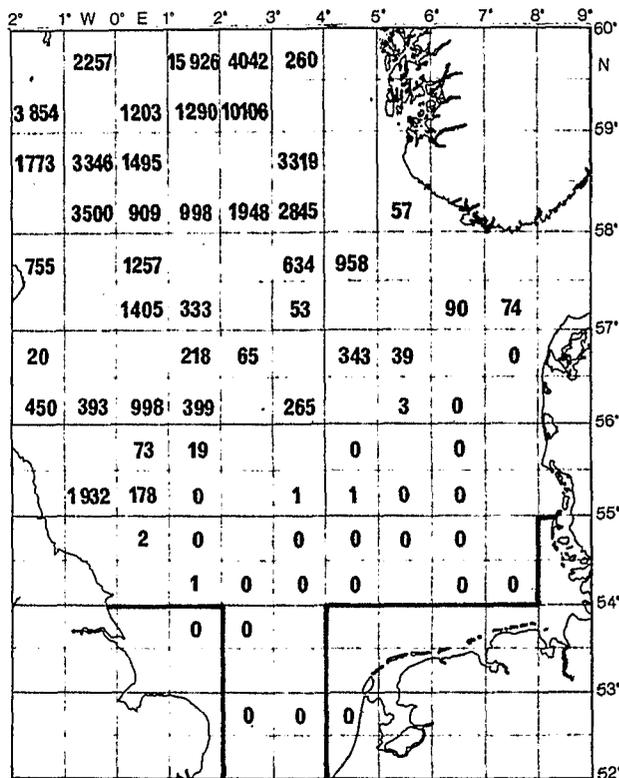


Kabeljau Sommer 1978

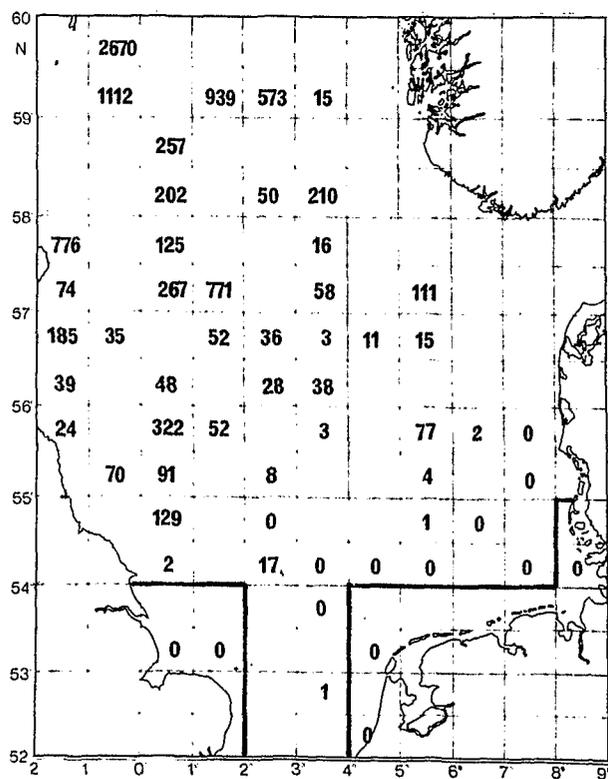
Fig. I.2 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



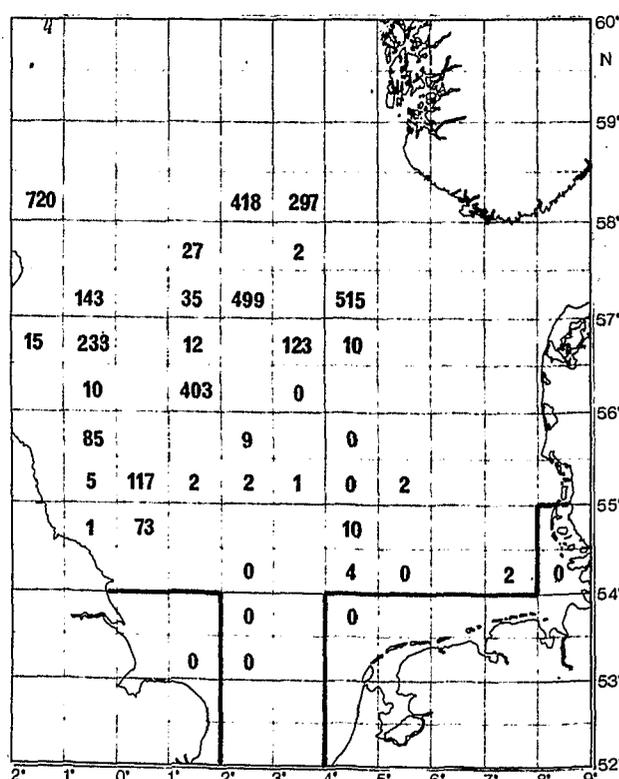
Schellfisch Winter 1962



Schellfisch Winter 1963

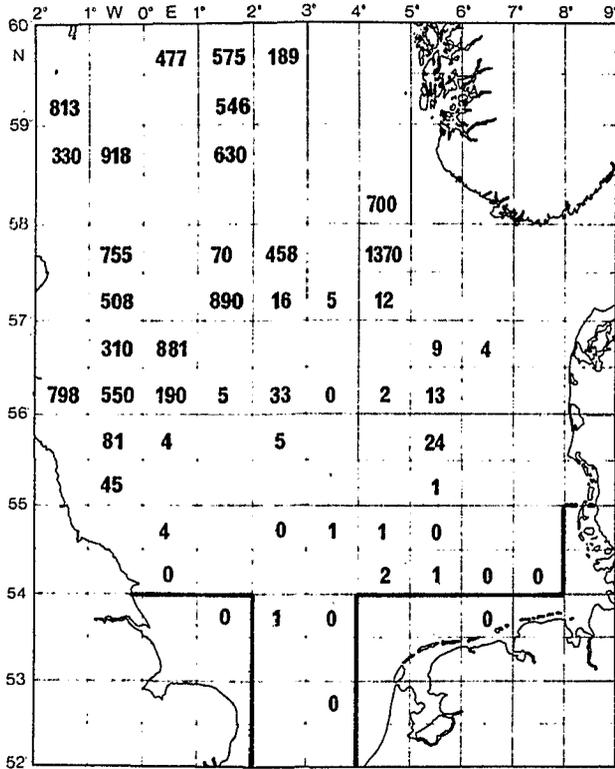


Schellfisch Winter 1977

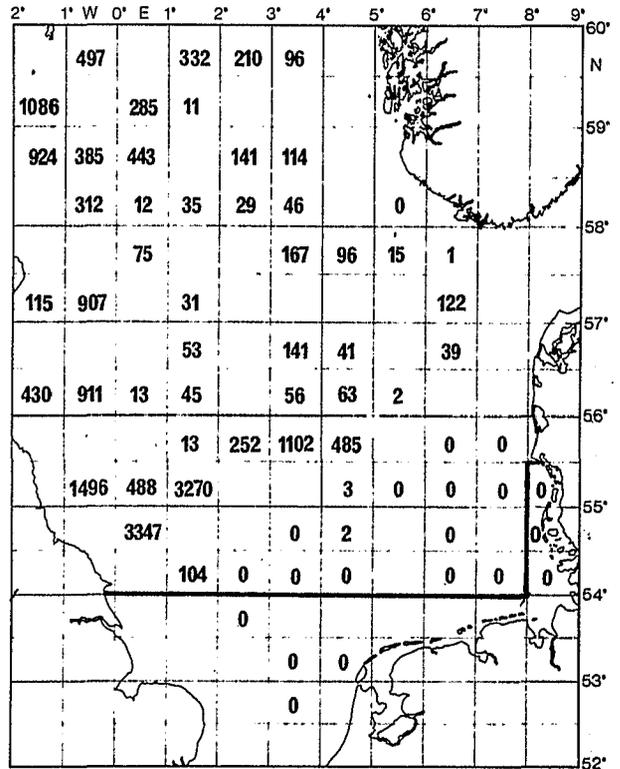


Schellfisch Winter 1978

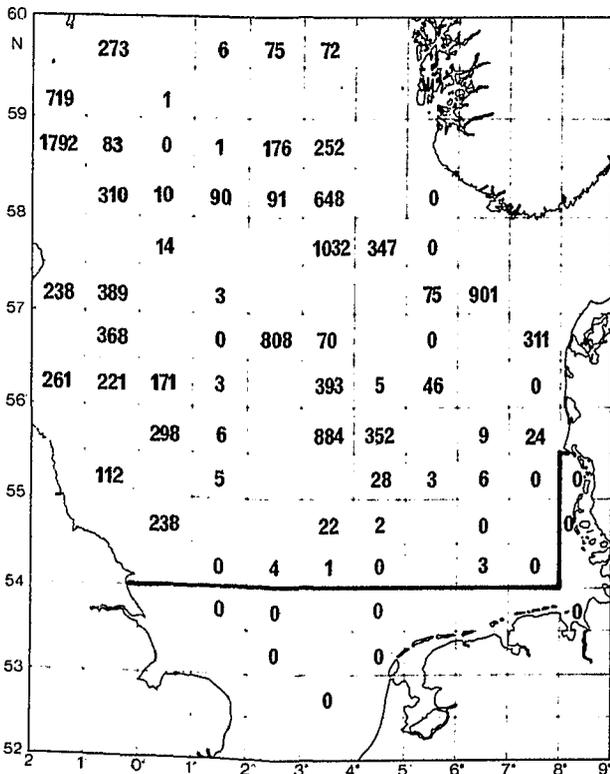
Fig. I.2 Fortsetzung



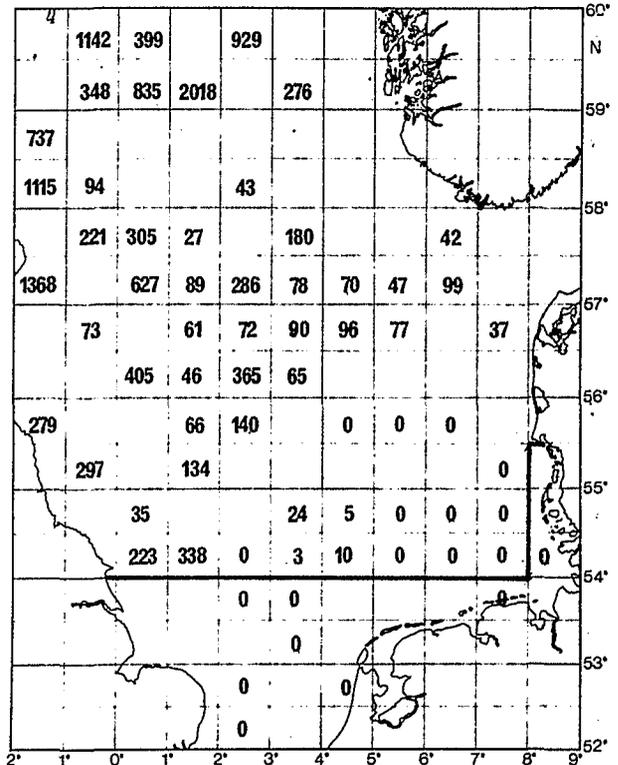
Schellfisch Winter 1979



Schellfisch Sommer 1959

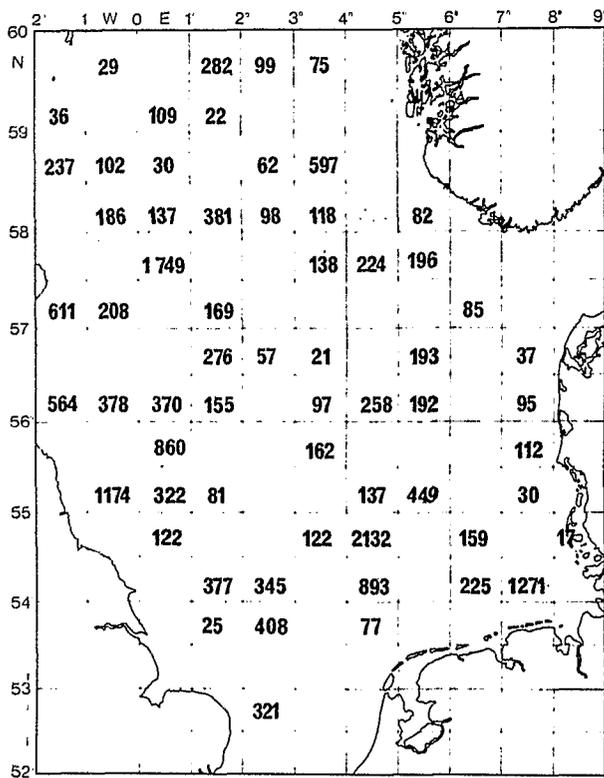


Schellfisch Sommer 1960

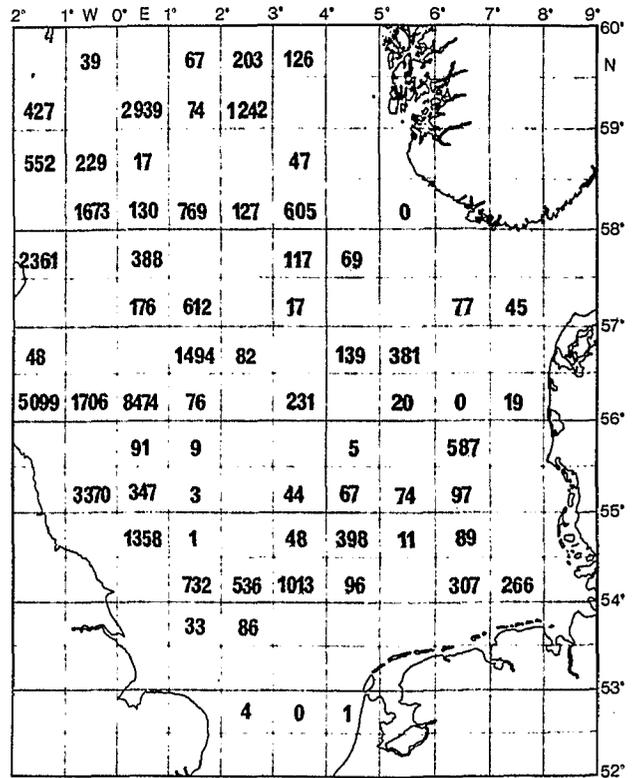


Schellfisch Sommer 1978

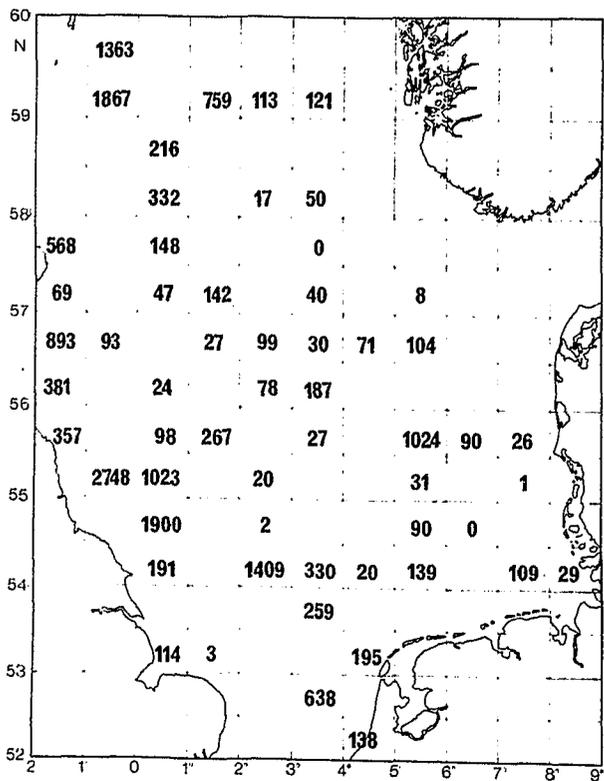
Fig. I.3 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



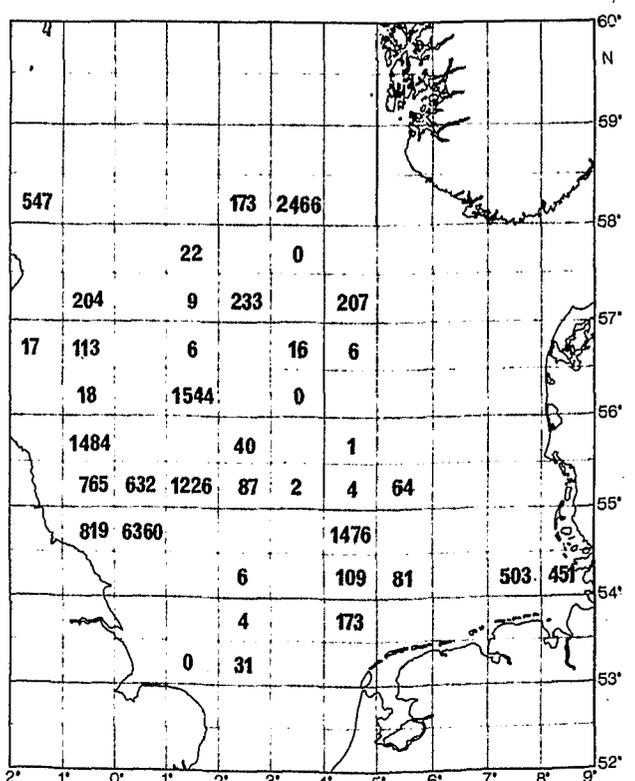
Wittling Winter 1962



Wittling Winter 1963

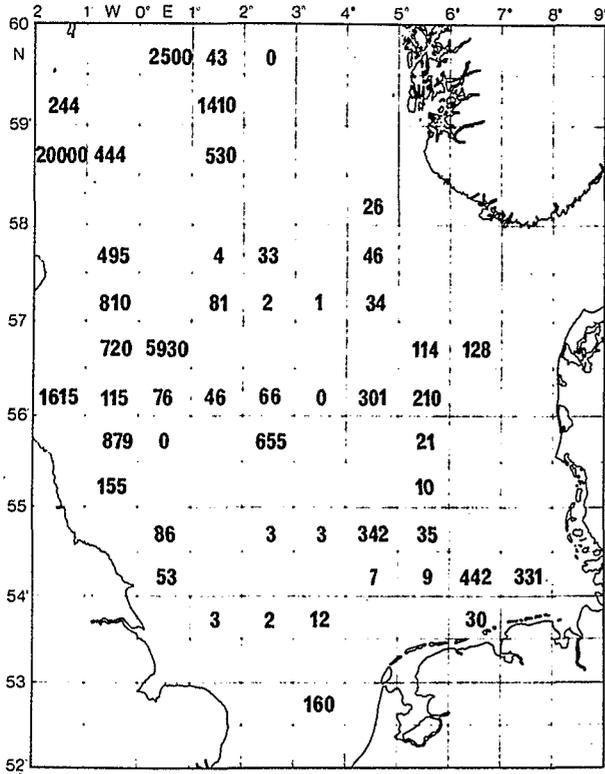


Wittling Winter 1977

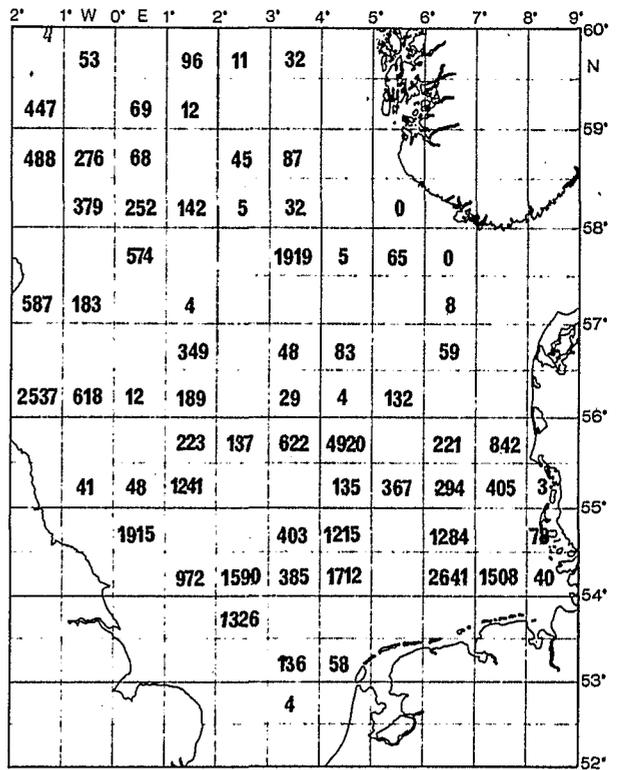


Wittling Winter 1978

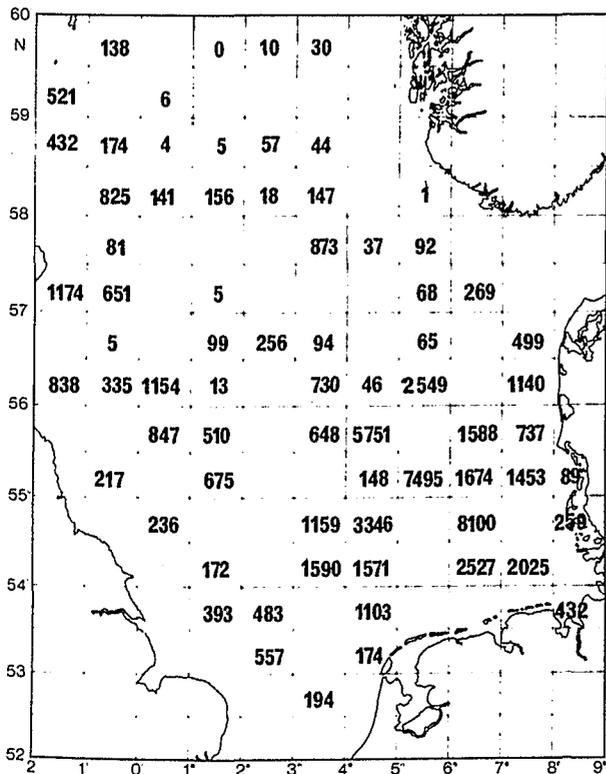
Fig. I.3 Fortsetzung



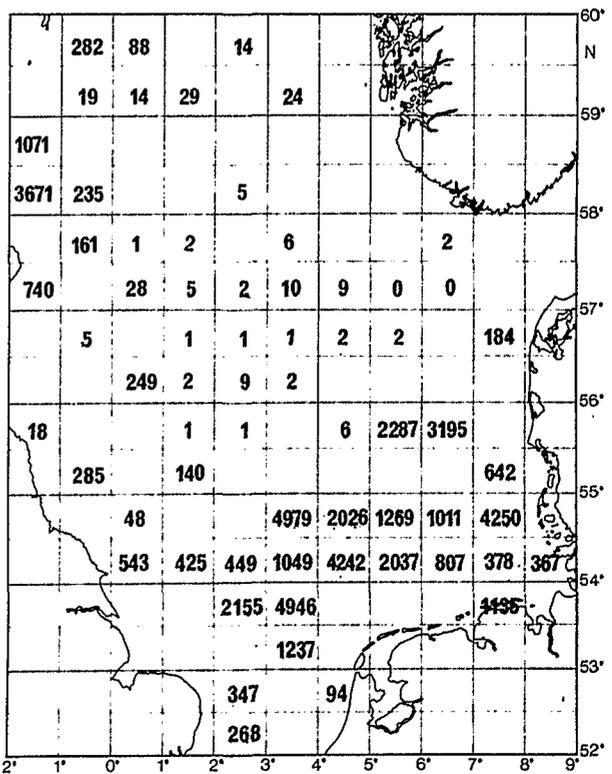
Wittling Winter 1979



Wittling Sommer 1959

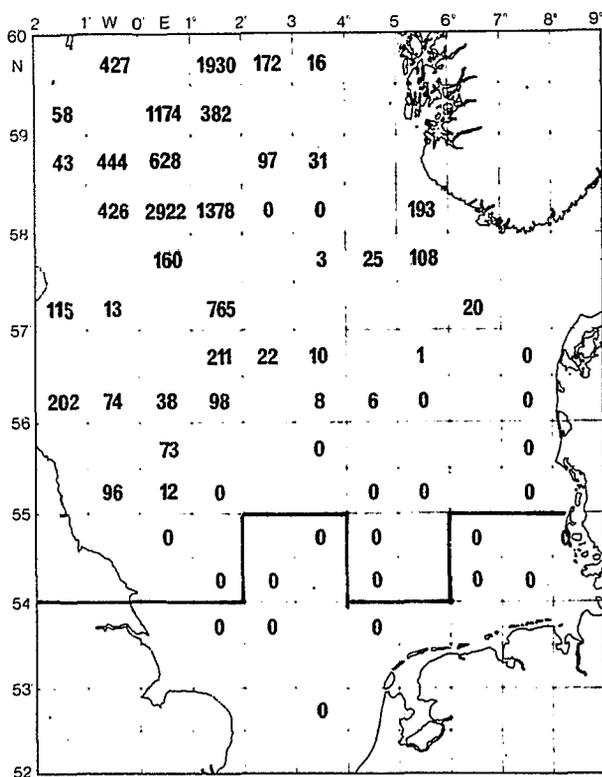


Wittling Sommer 1960

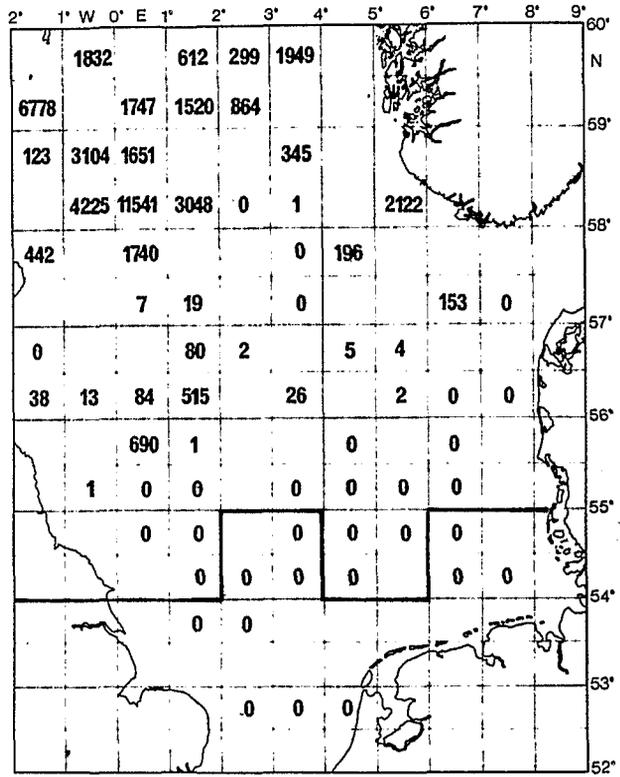


Wittling Sommer 1978

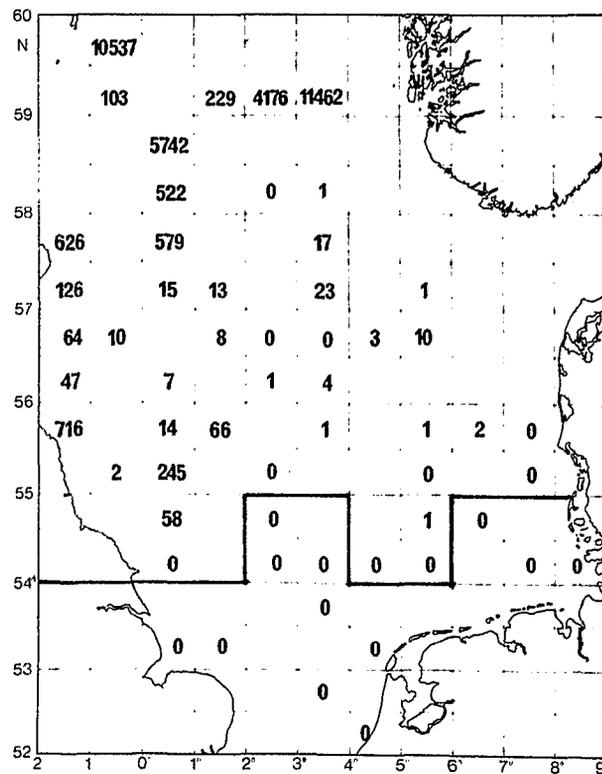
Fig. I.4 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



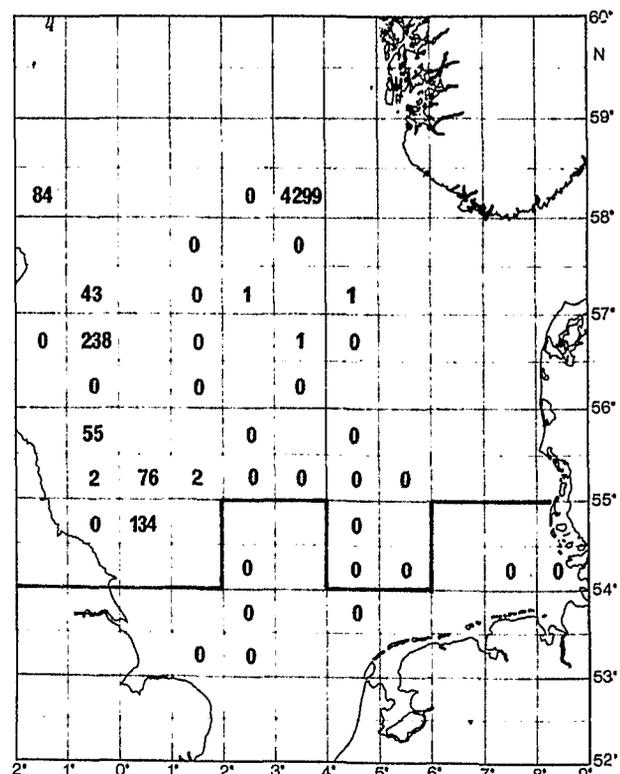
Stintdorsch Winter 1962



Stintdorsch Winter 1963

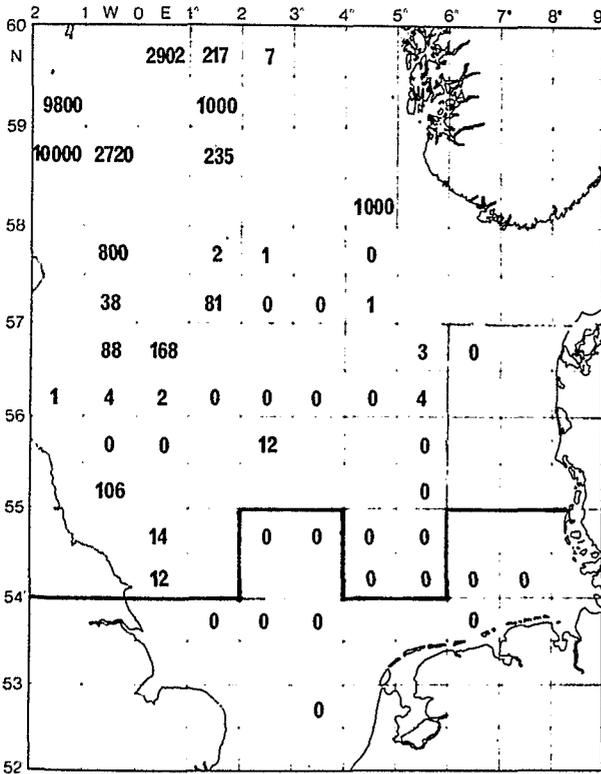


Stintdorsch Winter 1977

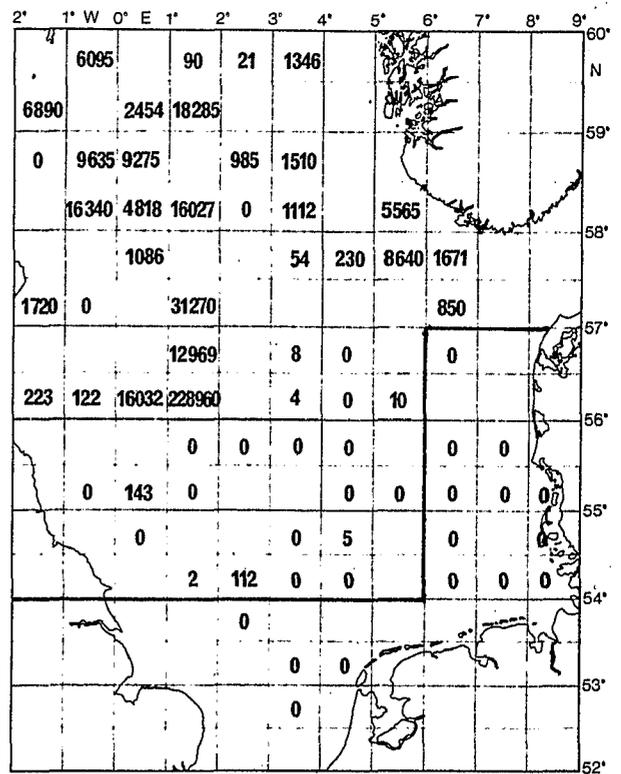


Stintdorsch Winter 1978

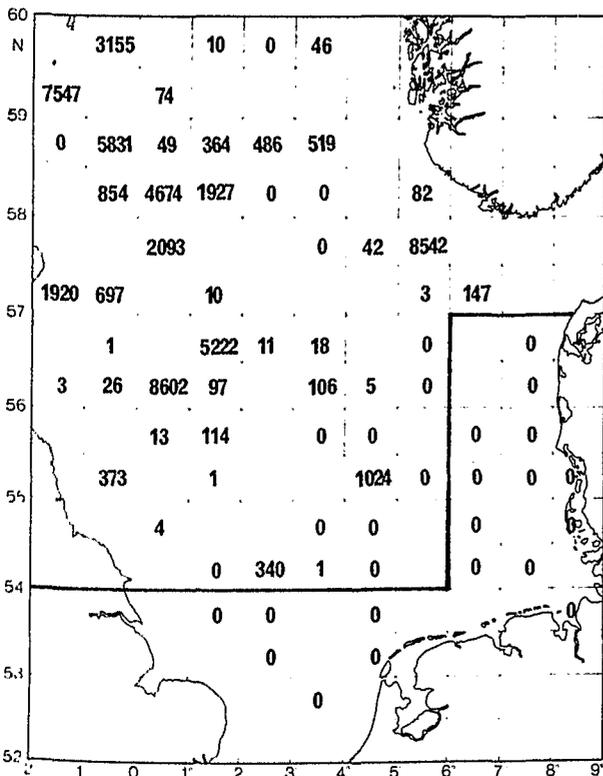
Fig. I.4 Fortsetzung



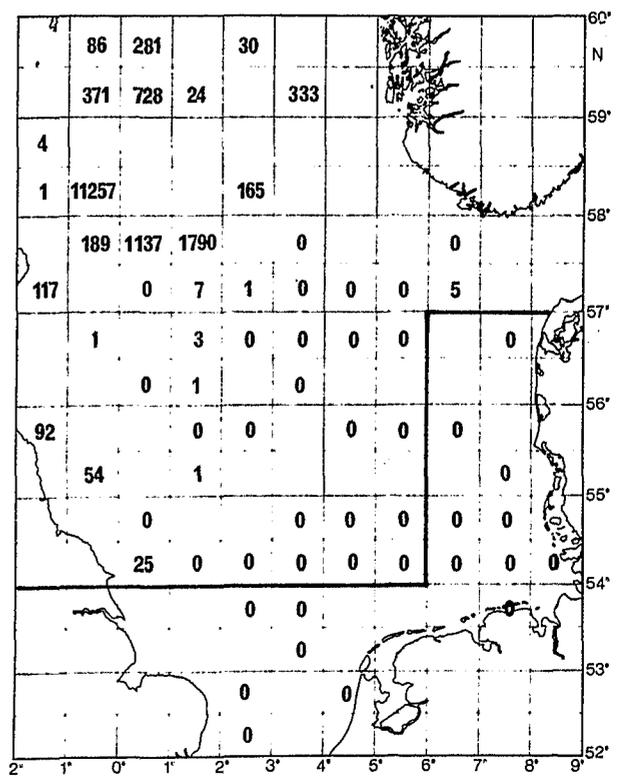
Stintdorsch Winter 1979



Stintdorsch Sommer 1959

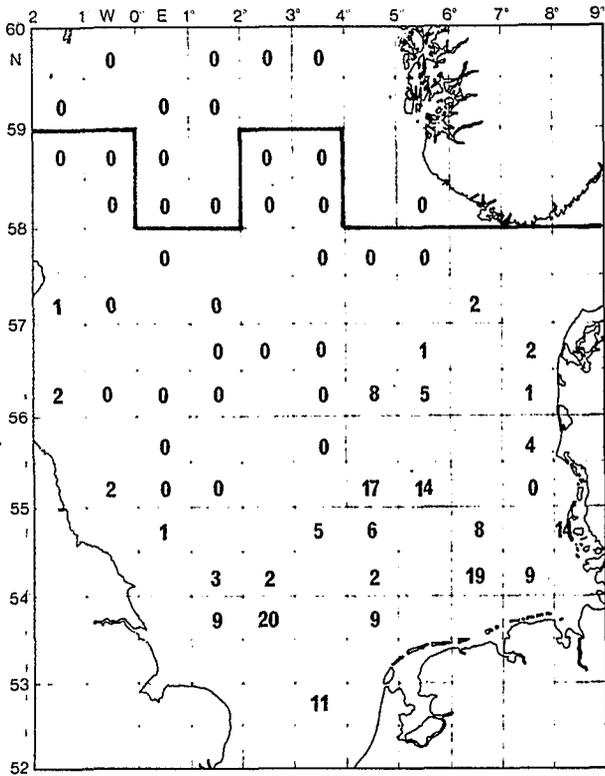


Stintdorsch Sommer 1960

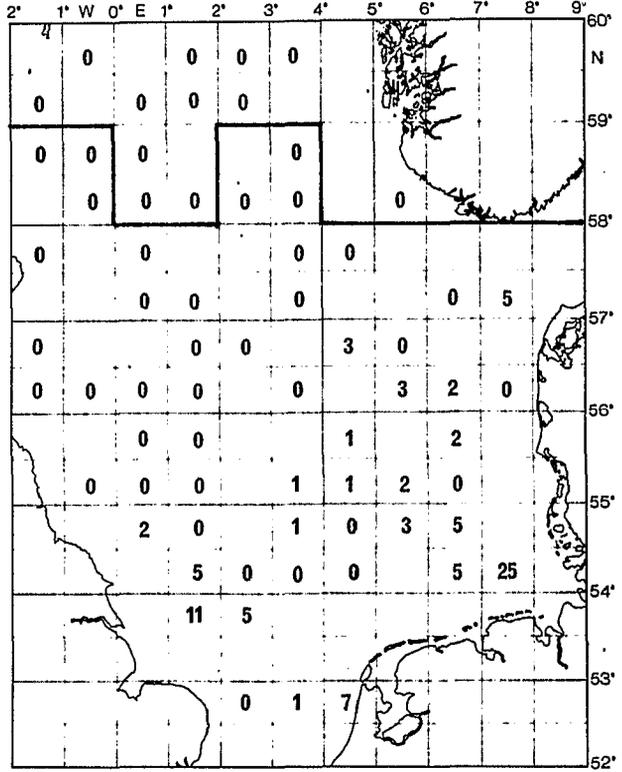


Stintdorsch Sommer 1978

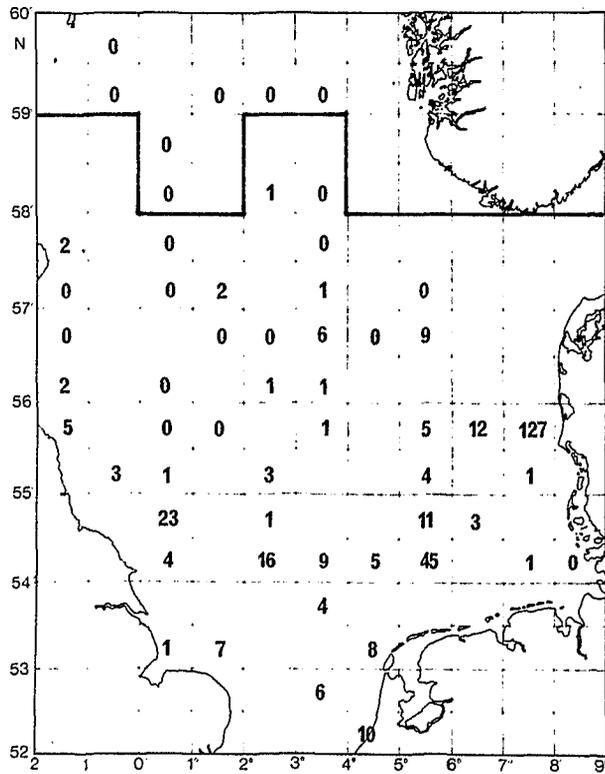
Fig. I.5 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



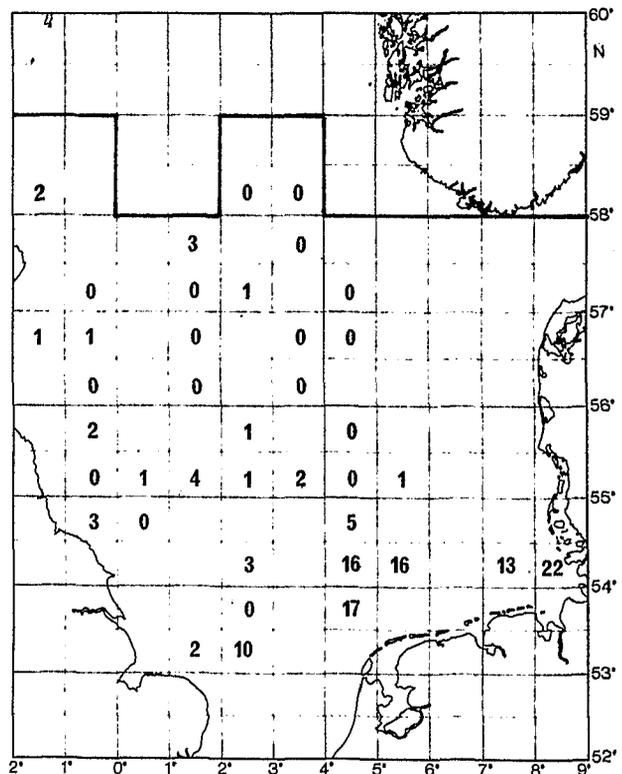
Scholle Winter 1962



Scholle Winter 1963

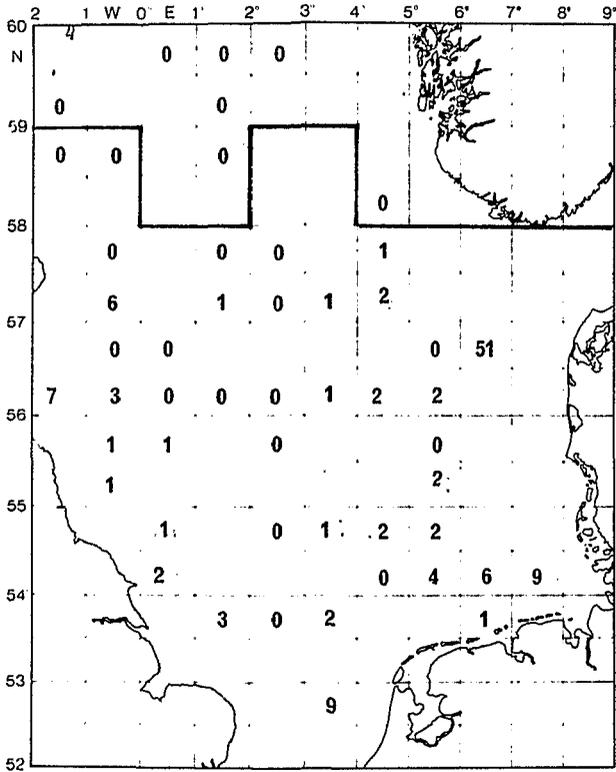


Scholle Winter 1977

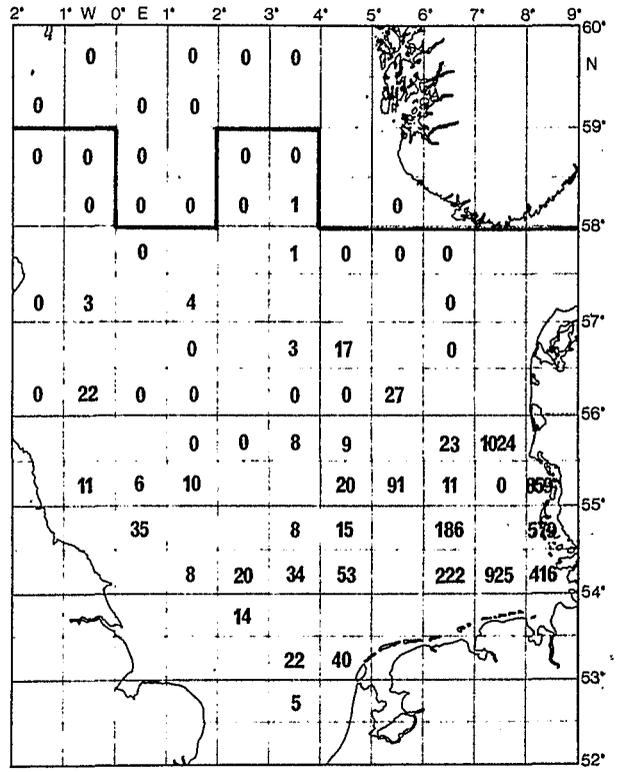


Scholle Winter 1978

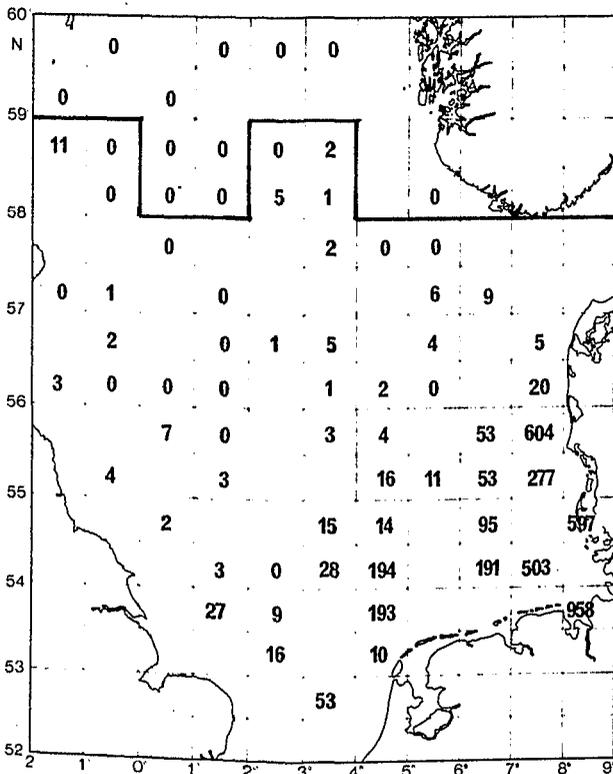
Fig. I.5 Fortsetzung



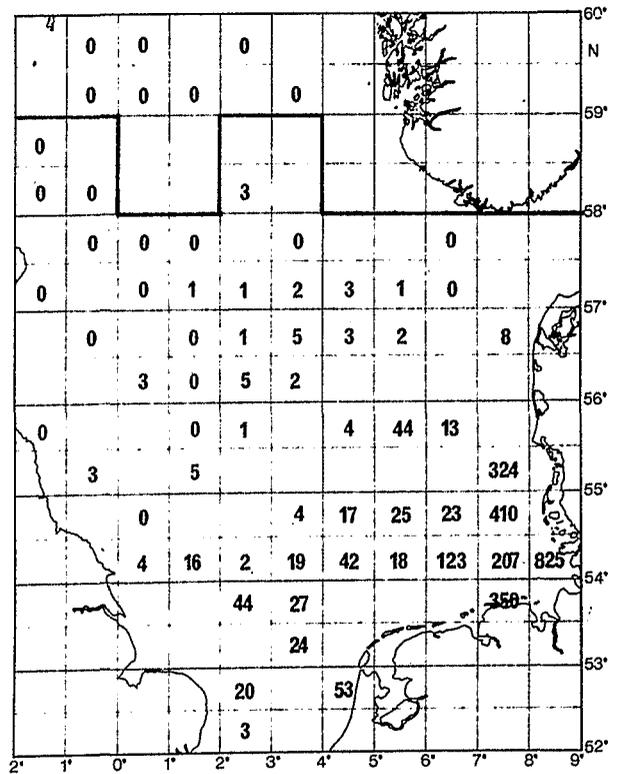
Scholle Winter 1979



Scholle Sommer 1959

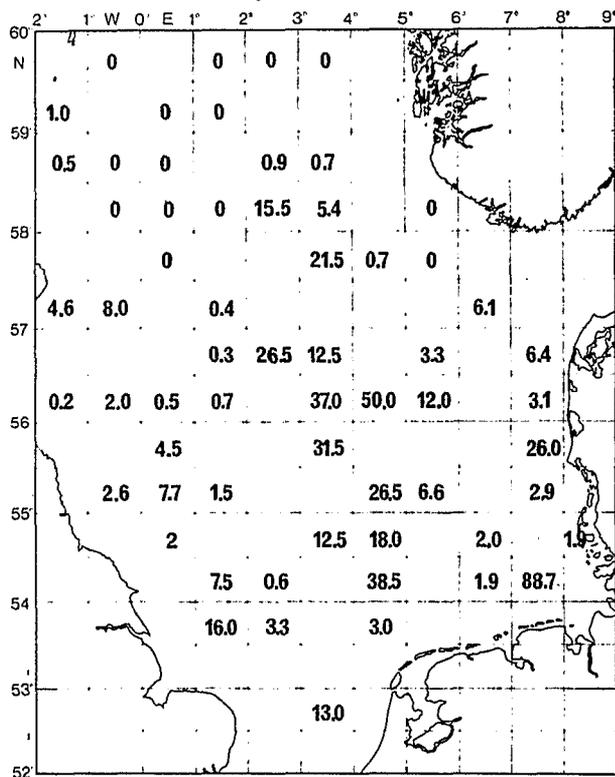


Scholle Sommer 1960

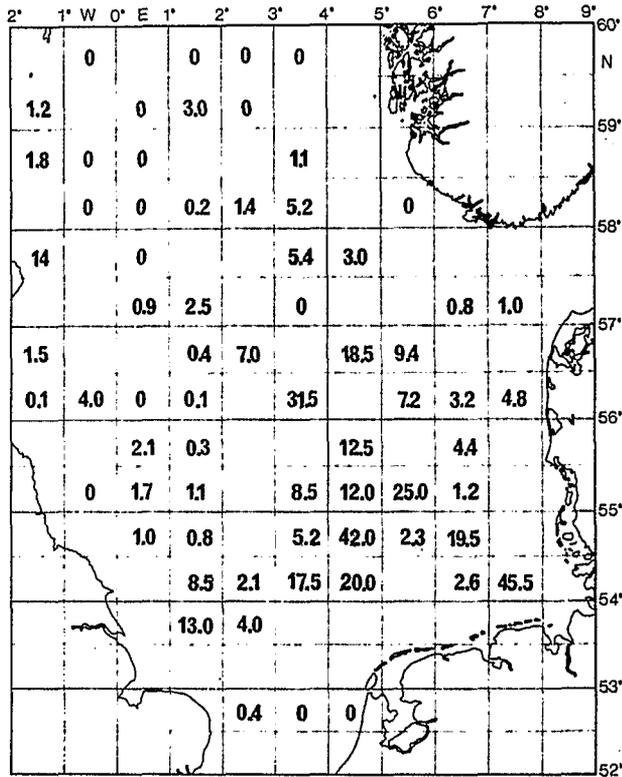


Scholle Sommer 1978

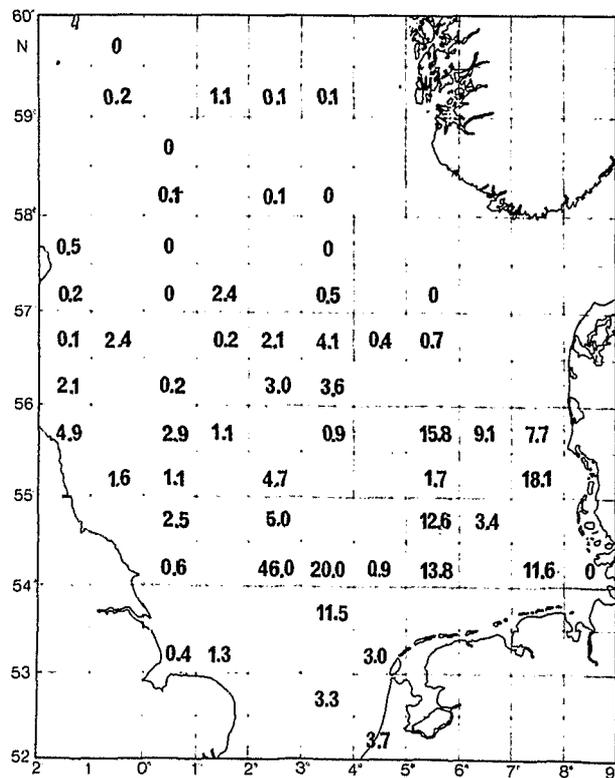
Fig. I.6 Fang (Gewicht) pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



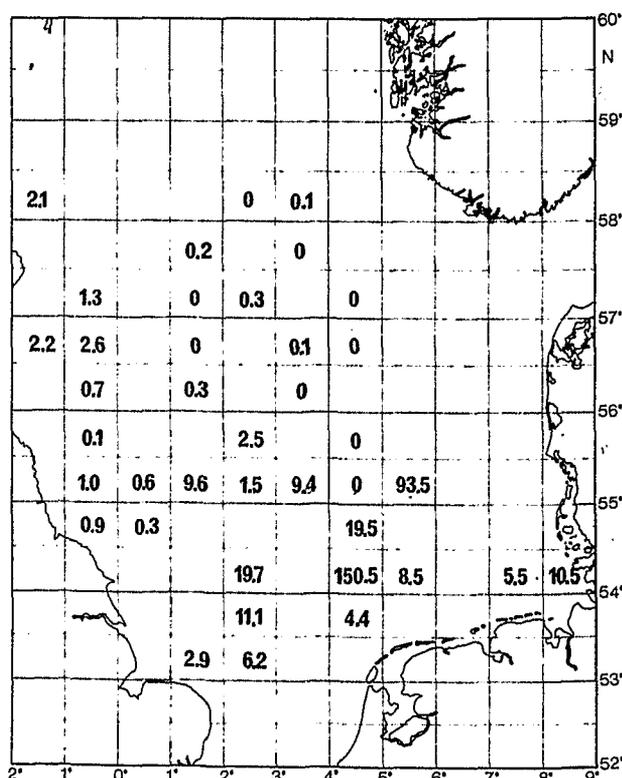
Kliesche Winter 1962



Kliesche Winter 1963

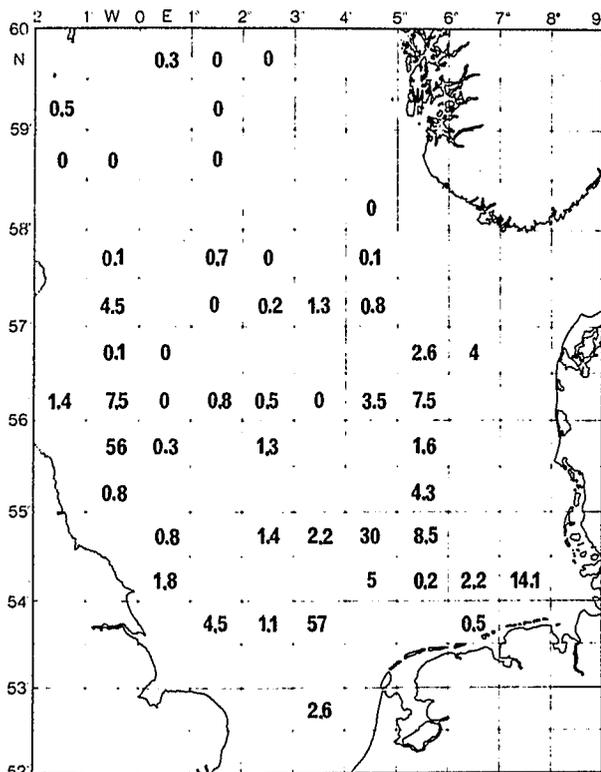


Kliesche Winter 1977

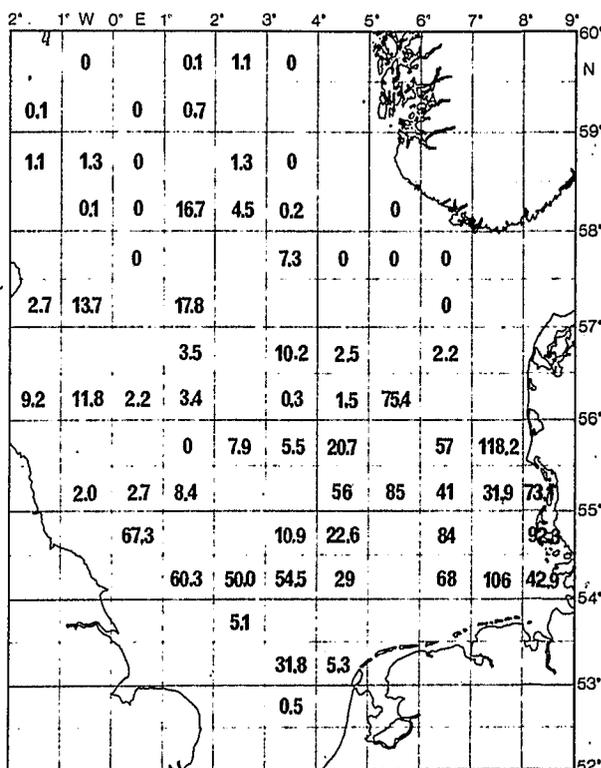


Kliesche Winter 1978

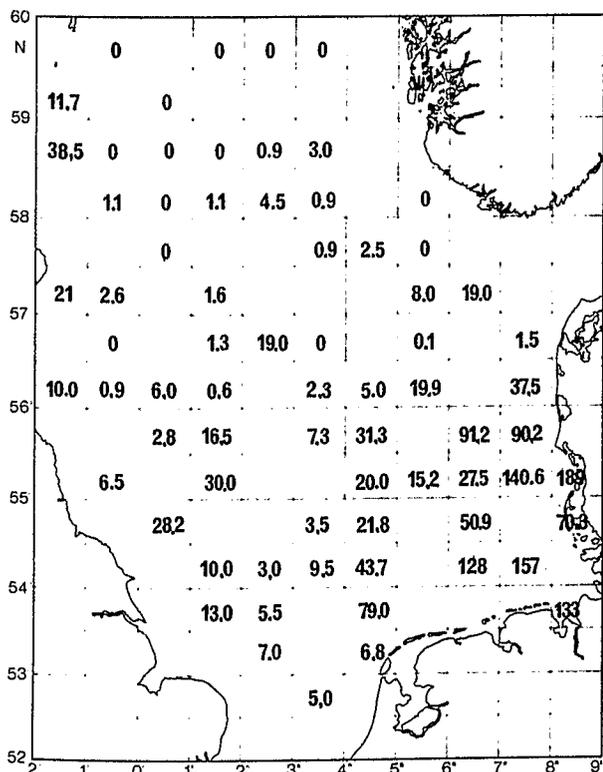
Fig. I.6 Fortsetzung



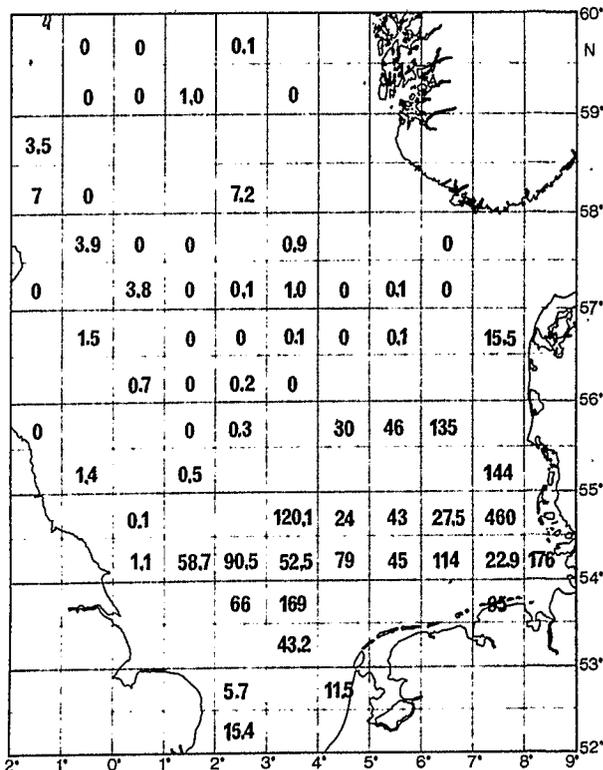
Kliesche Winter 1979



Kliesche Sommer 1959

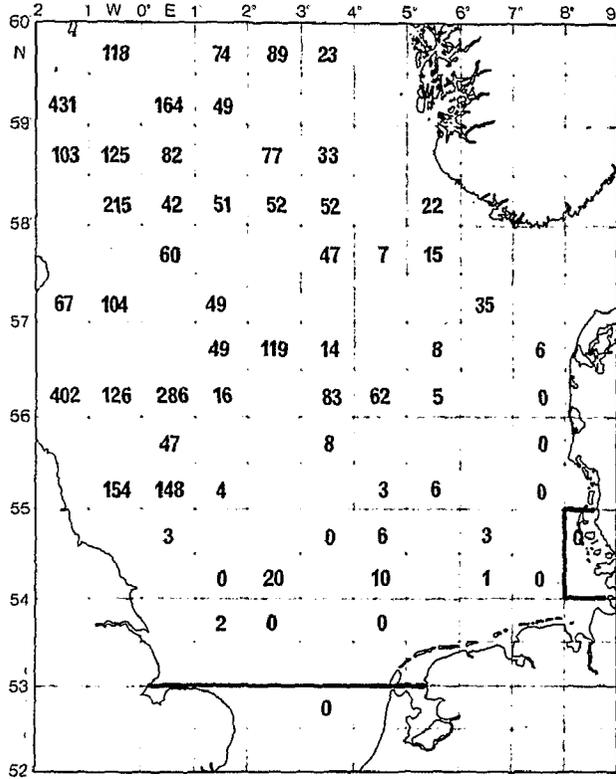


Kliesche Sommer 1960

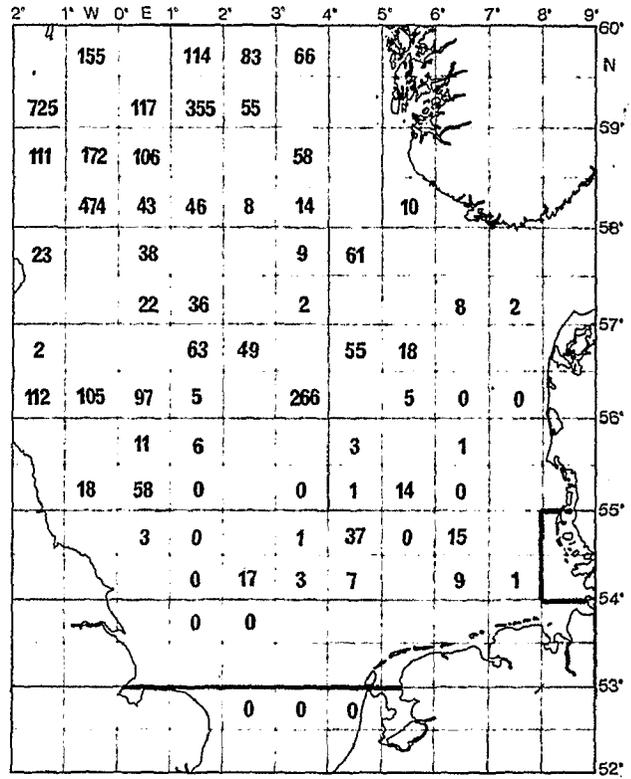


Kliesche Sommer 1978

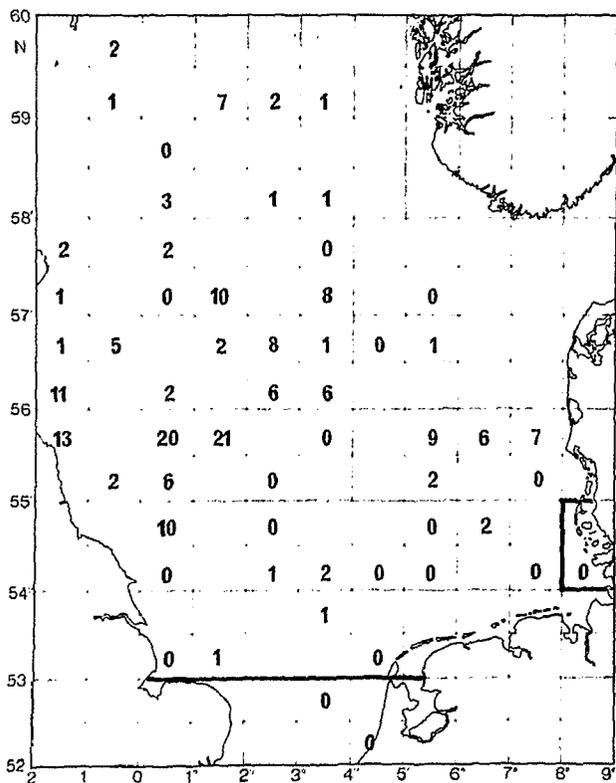
Fig. I.7 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



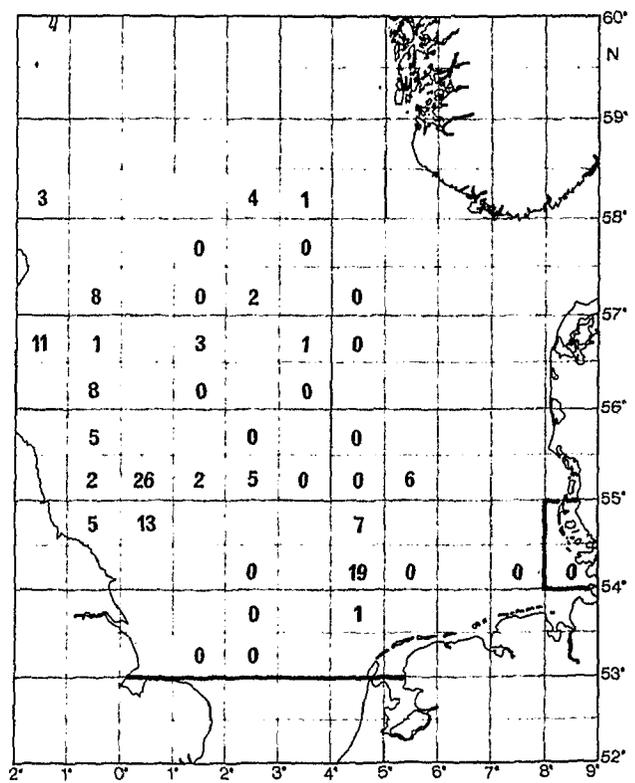
Doggerscharbe Winter 1962



Doggerscharbe Winter 1963

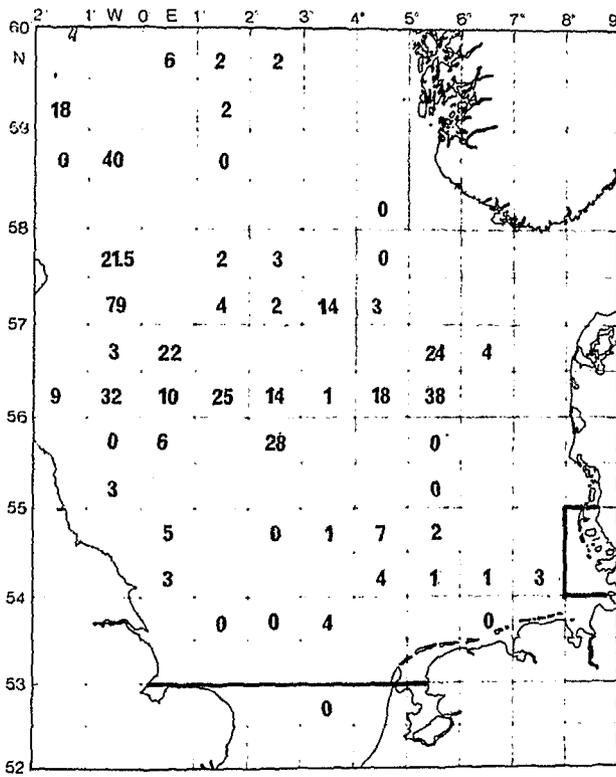


Doggerscharbe Winter 1977

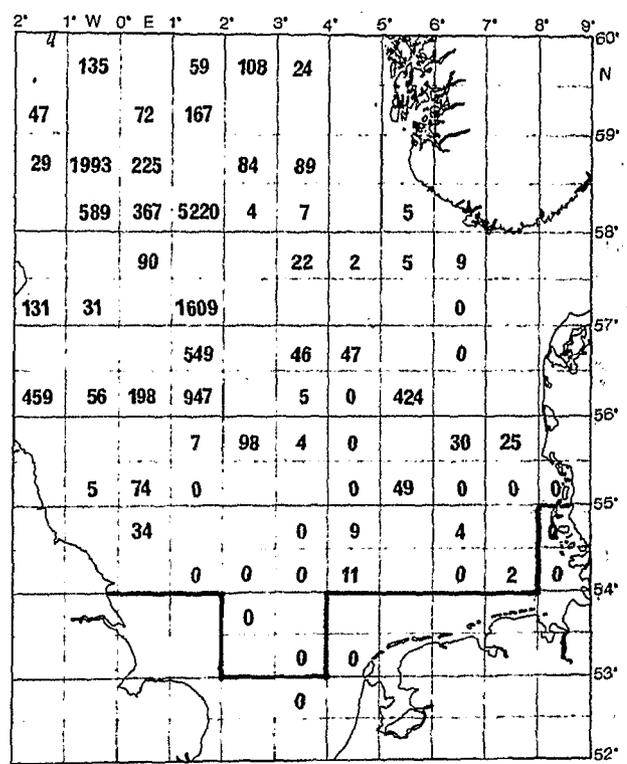


Doggerscharbe Winter 1978

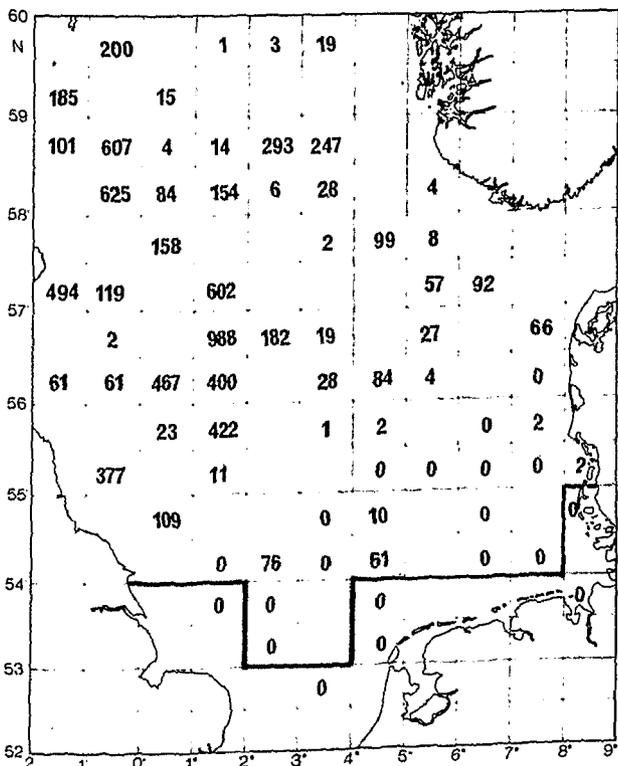
Fig. I.7 Fortsetzung



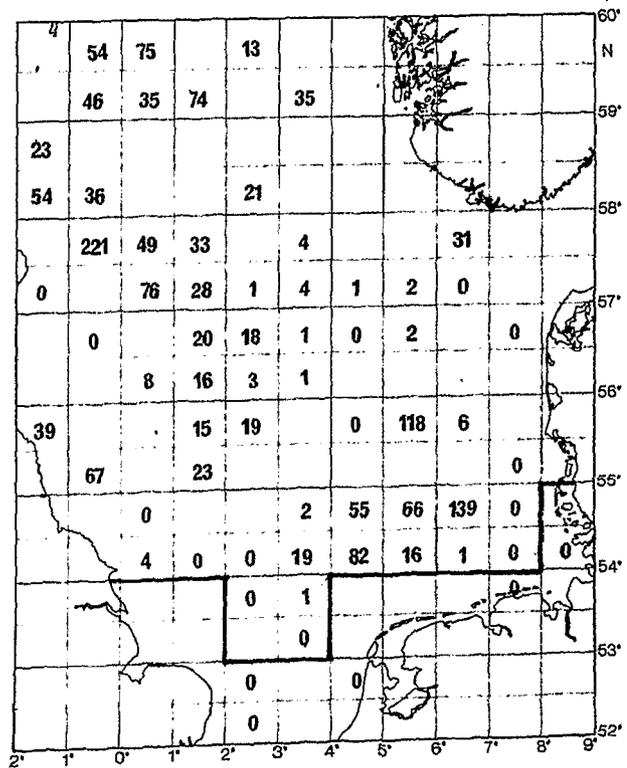
Doggerscharbe Winter 1979



Doggerscharbe Sommer 1959

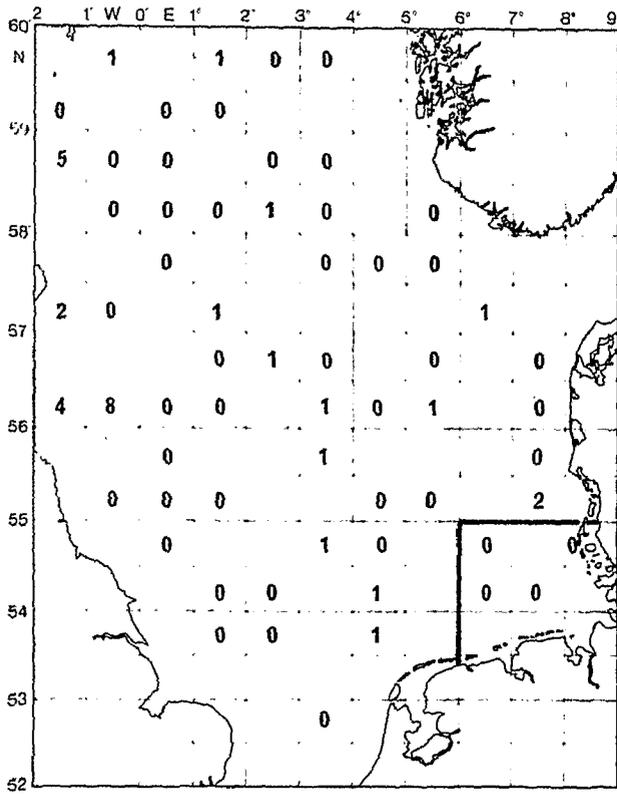


Doggerscharbe Sommer 1960

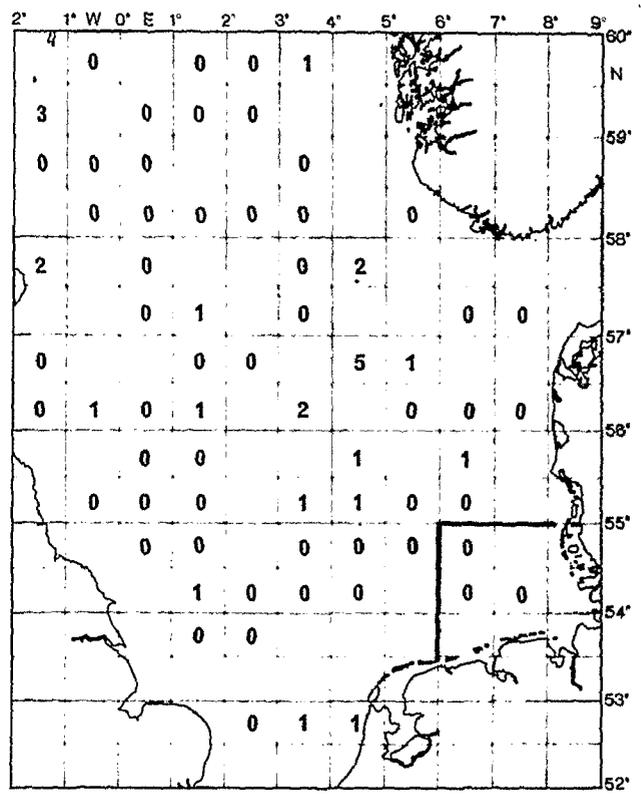


Doggerscharbe Sommer 1978

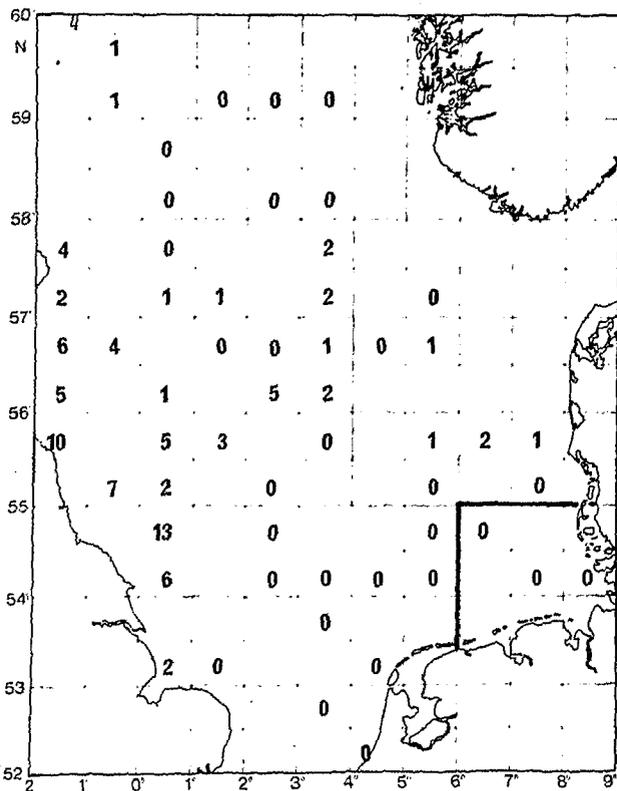
Fig. I.8 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



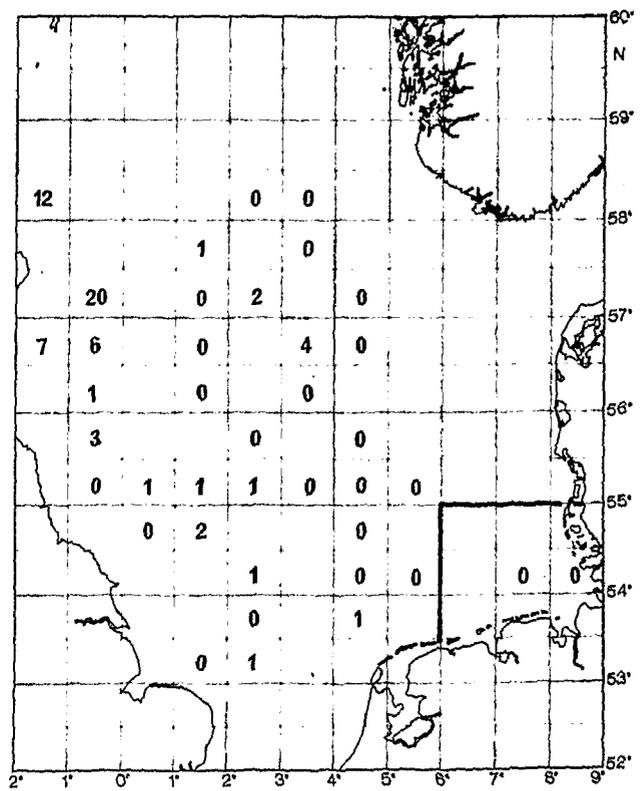
Limande Winter 1962



Limande Winter 1963

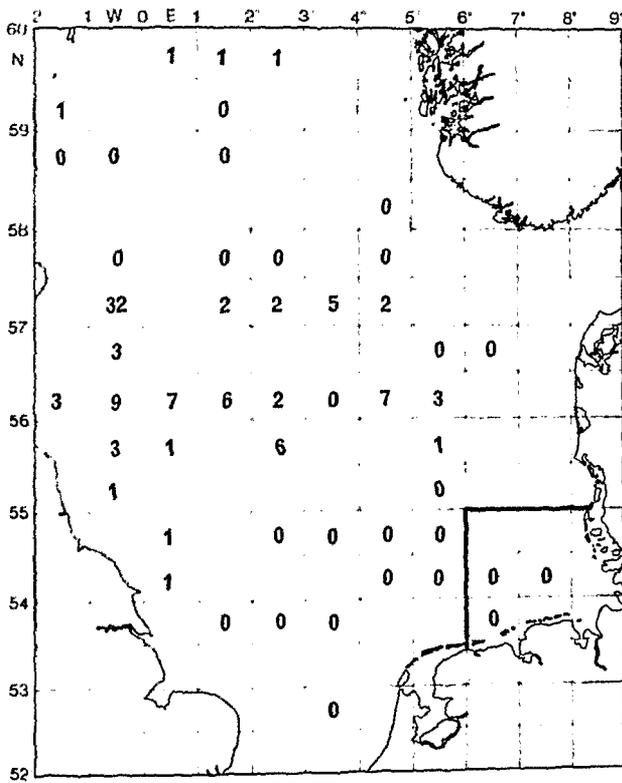


Limande Winter 1977

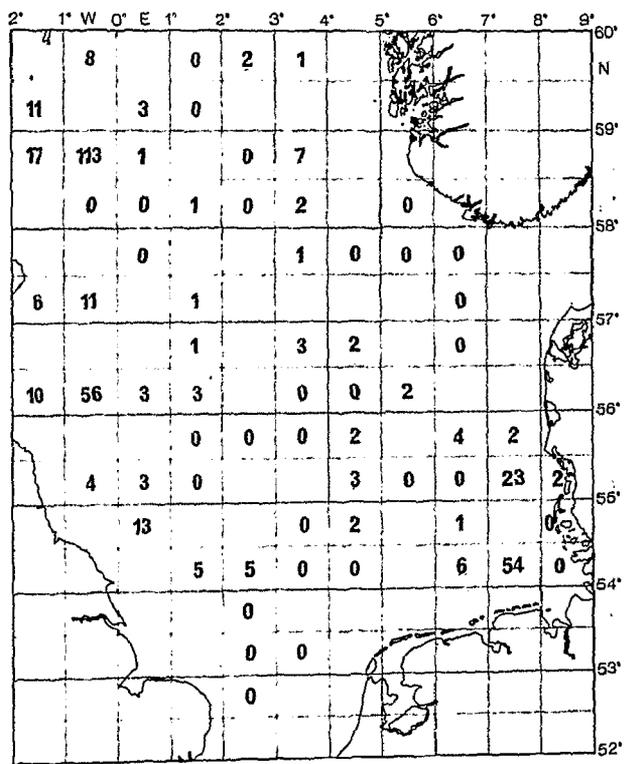


Limande Winter 1978

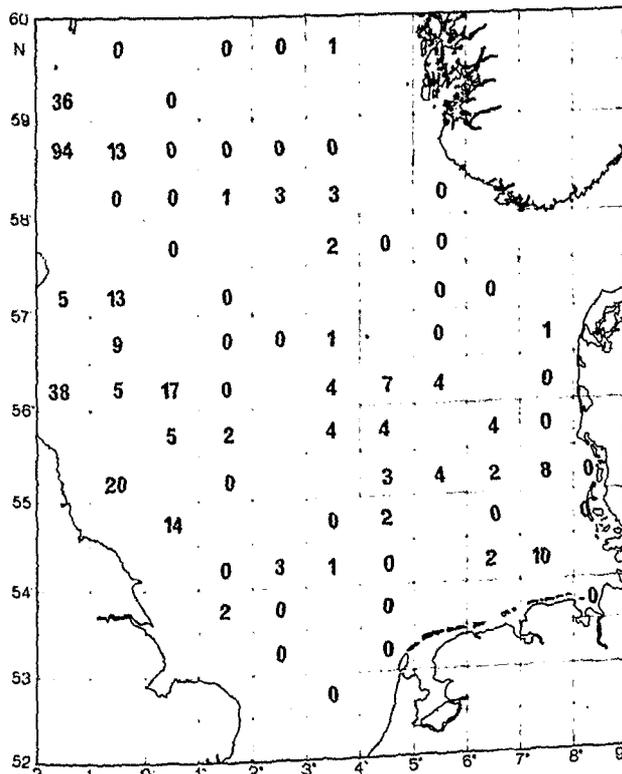
Fig. I.8 Fortsetzung



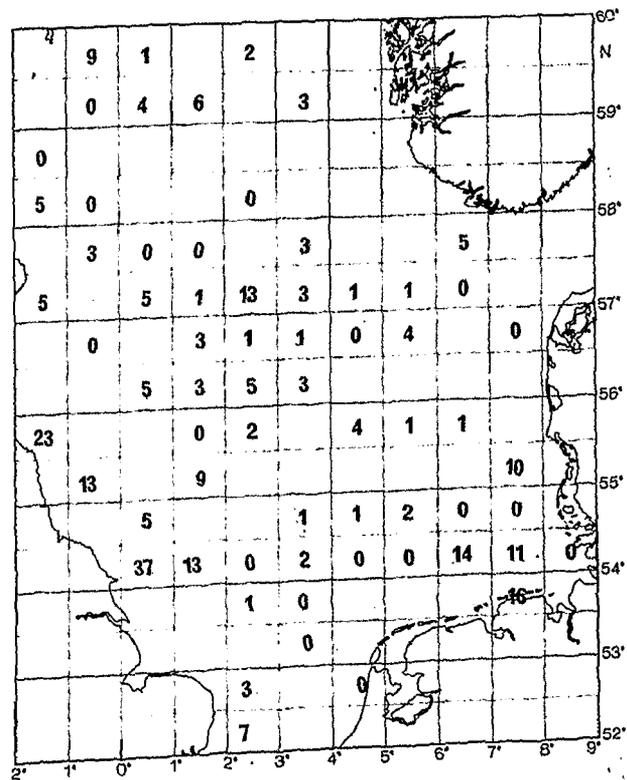
Limande Winter 1979



Limande Sommer 1959

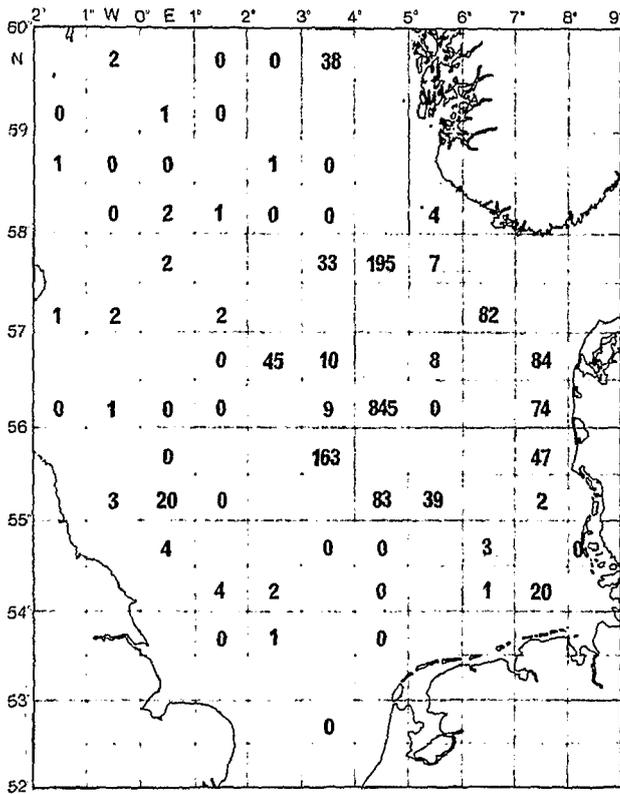


Limande Sommer 1960

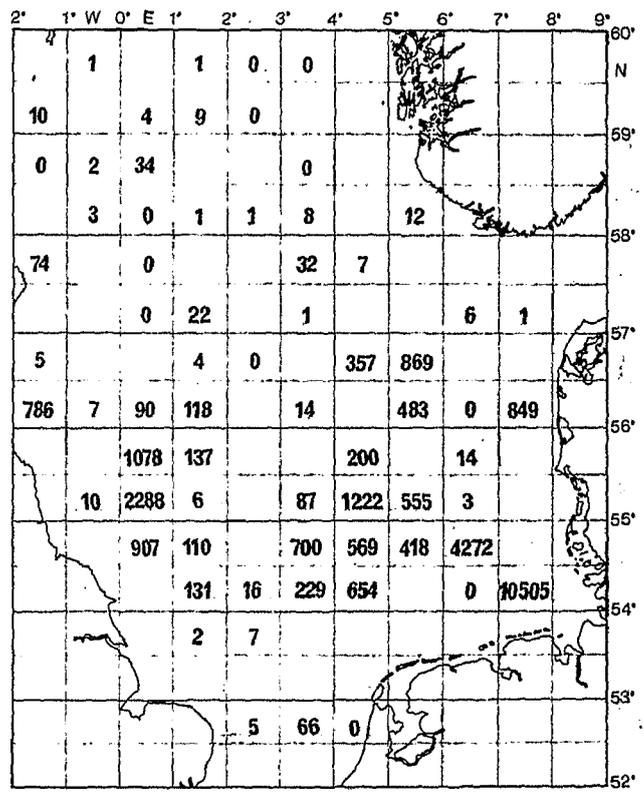


Limande Sommer 1978

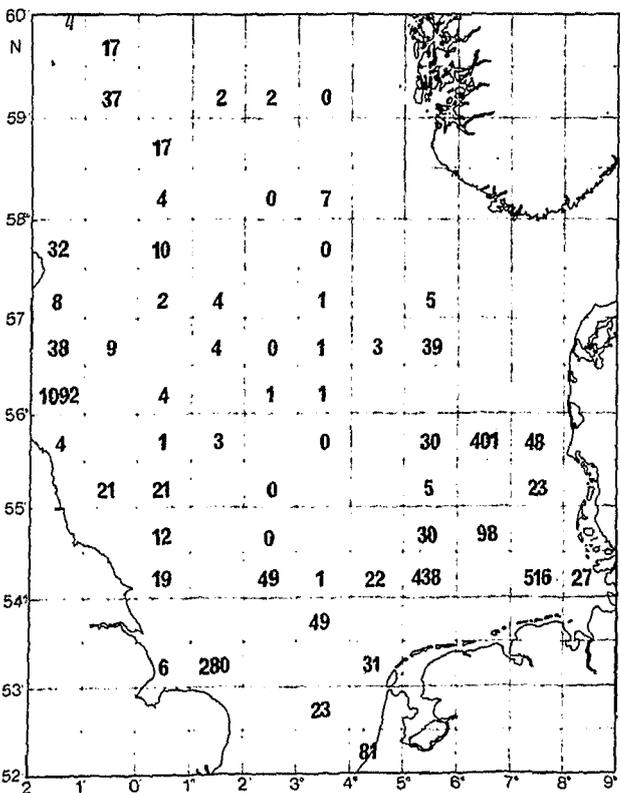
Fig. I.9 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



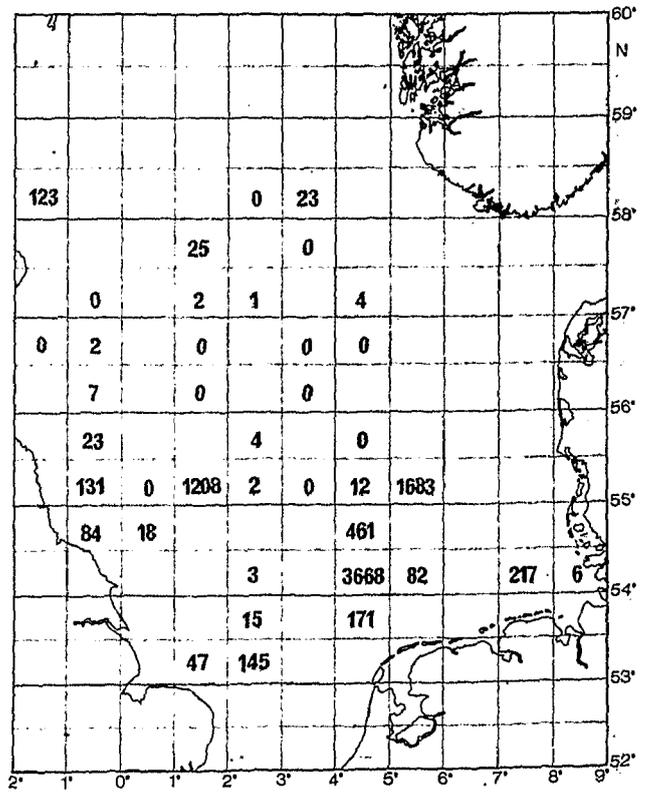
Hering Winter 1962



Hering Winter 1963

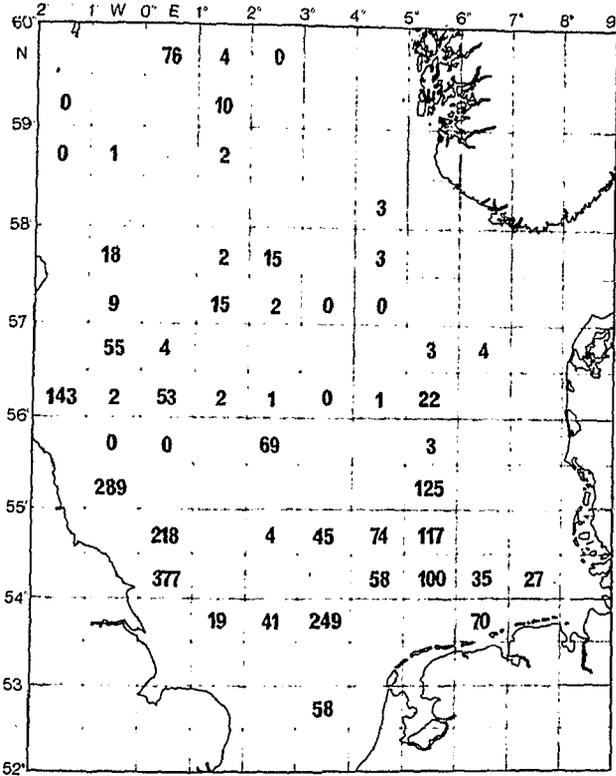


Hering Winter 1977

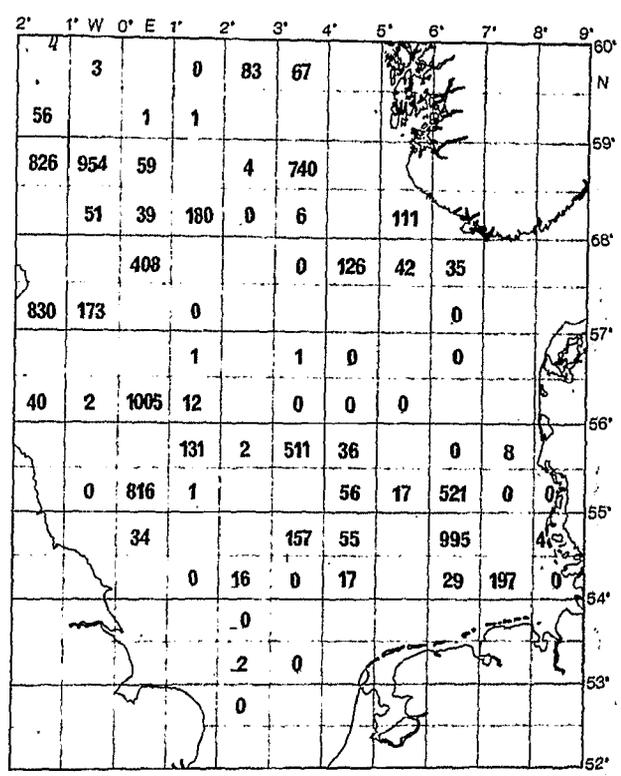


Hering Winter 1978

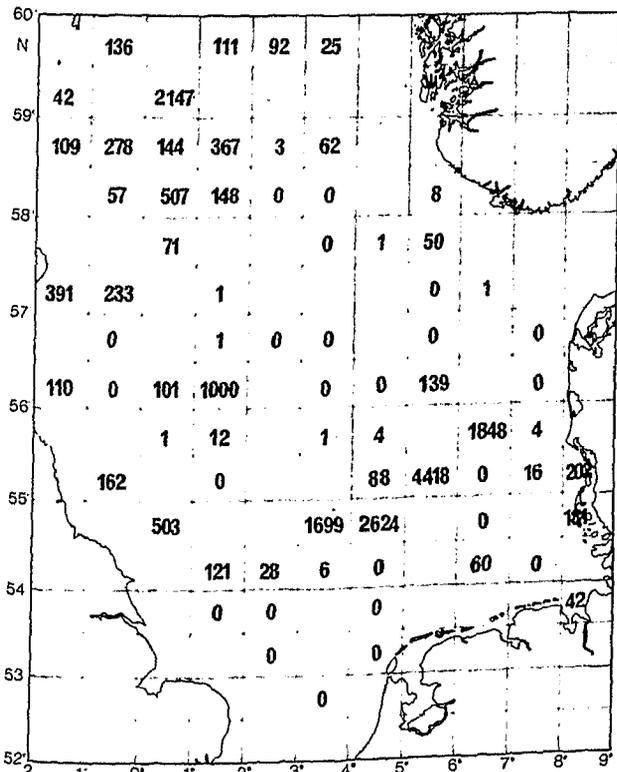
Fig. I.9 * Fortsetzung



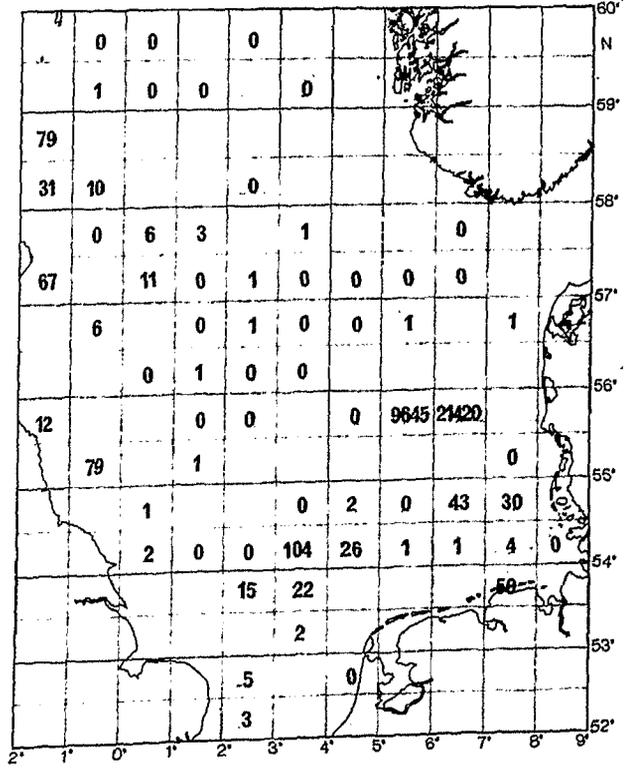
Hering Winter 1979



Hering Sommer 1959

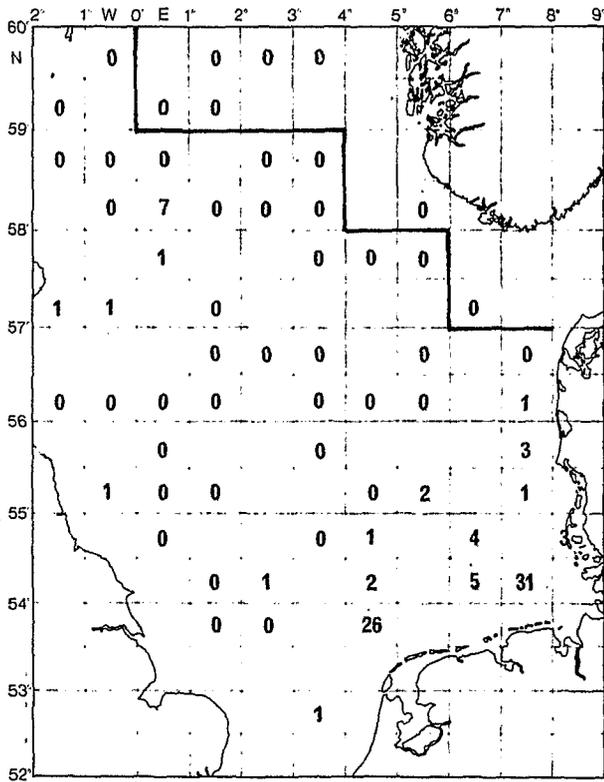


Hering Sommer 1960

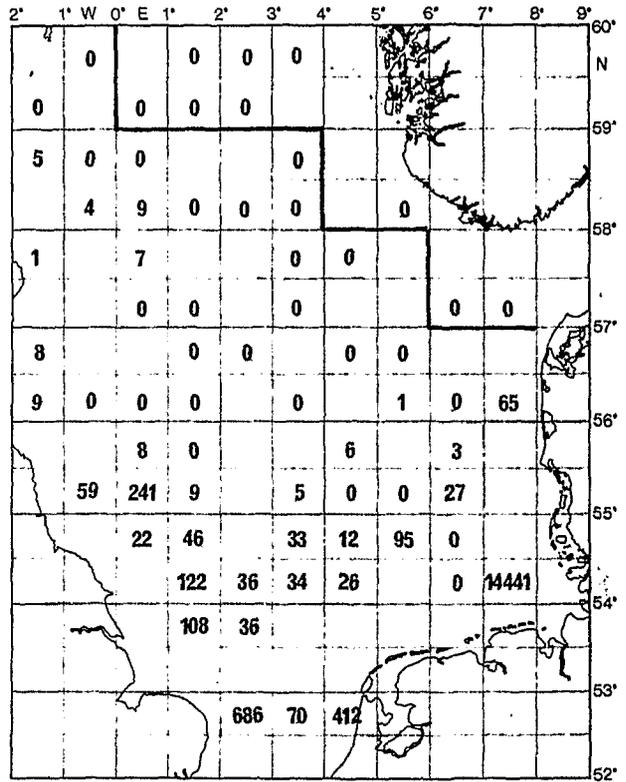


Hering Sommer 1978

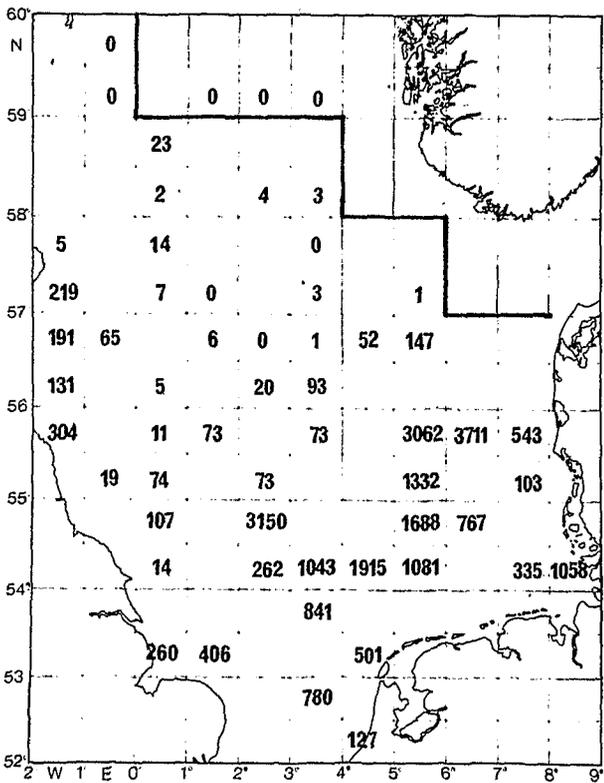
Fig. I.10 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



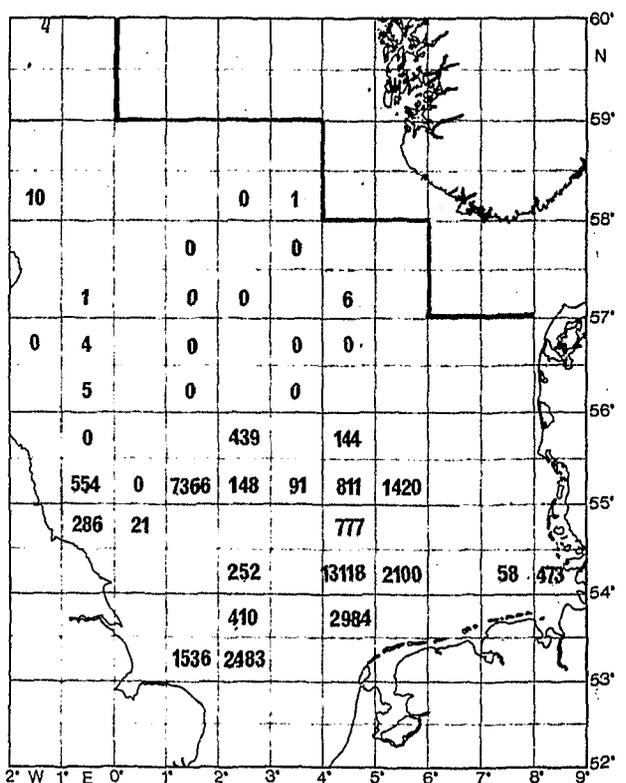
Sprott Winter 1962



Sprott Winter 1963

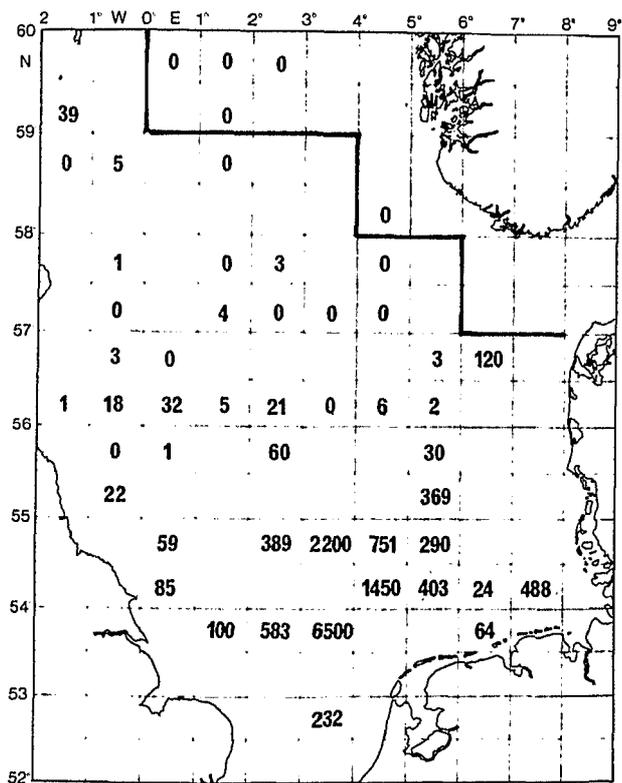


Sprott Winter 1977

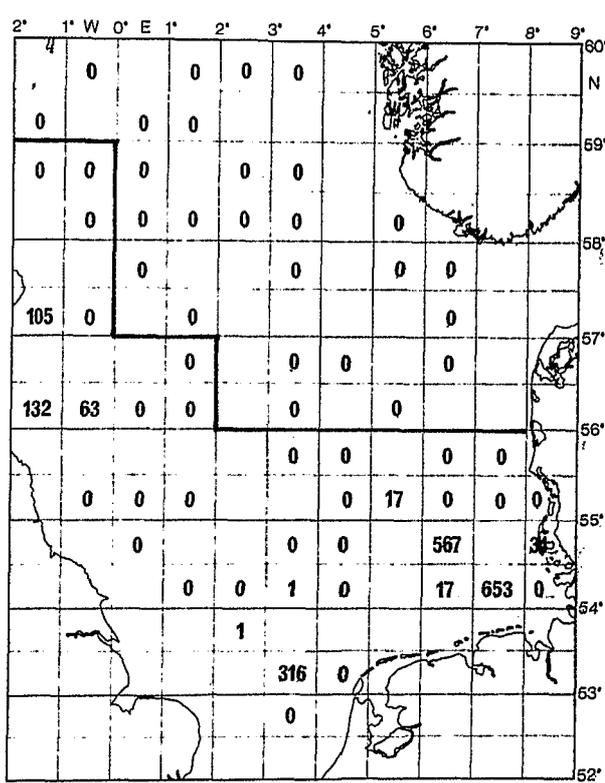


Sprott Winter 1978

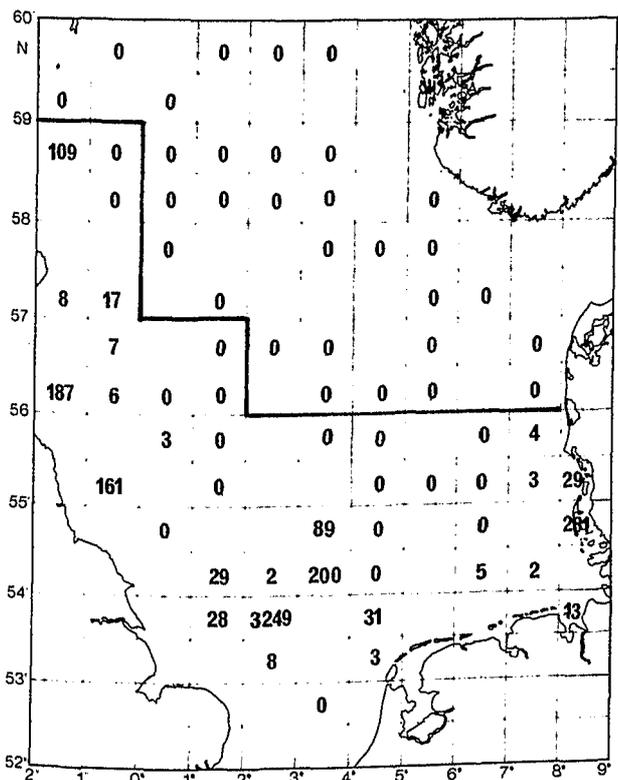
Fig. I.10 Fortsetzung



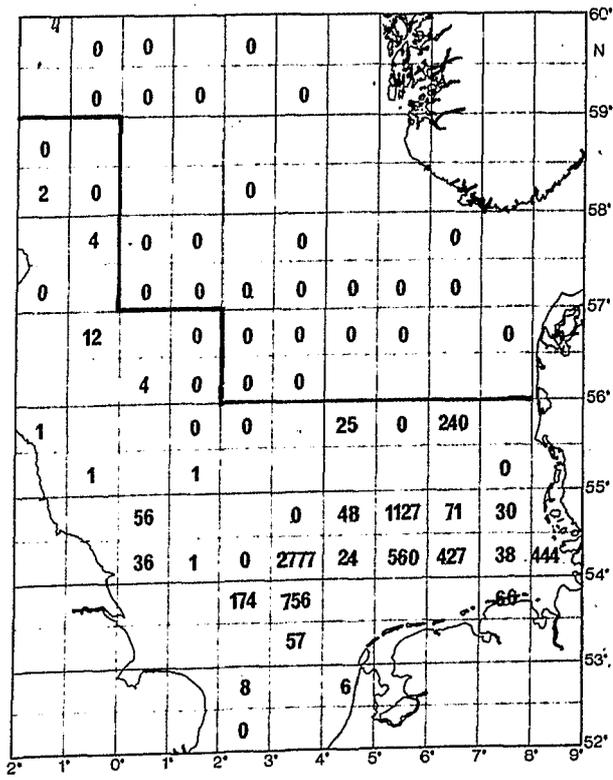
Sprött Winter 1979



Sprött Sommer 1959

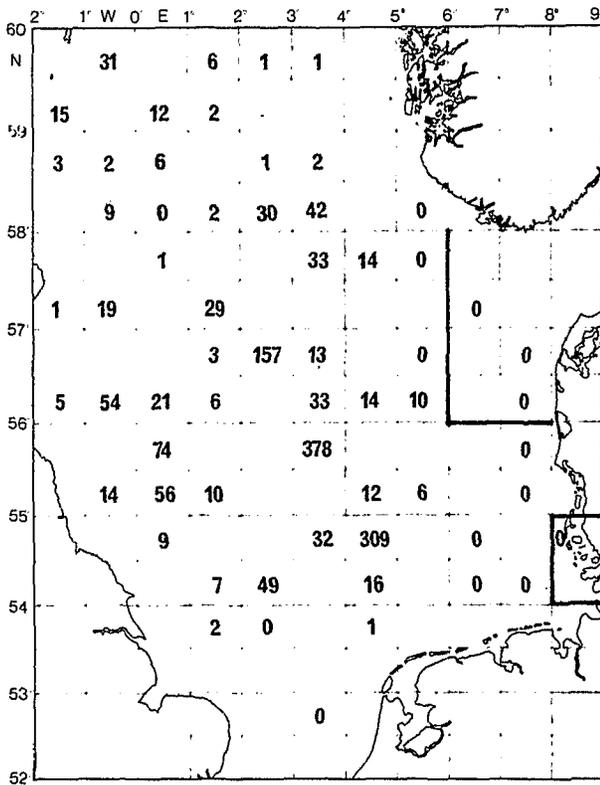


Sprött Sommer 1960

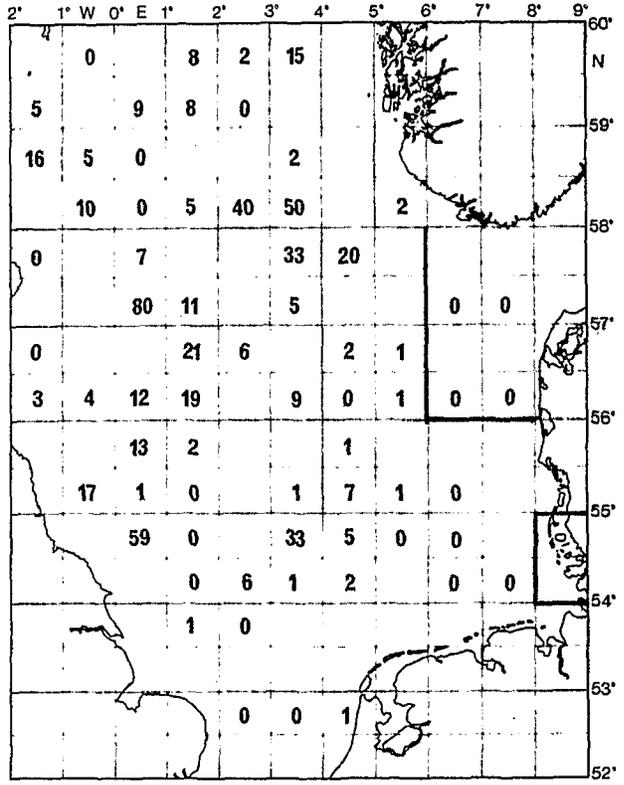


Sprött Sommer 1978

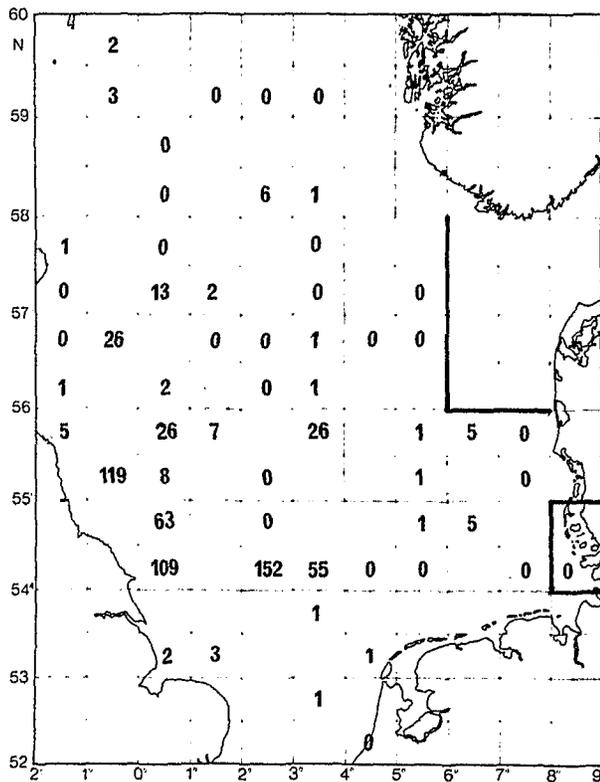
Fig. I.11 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



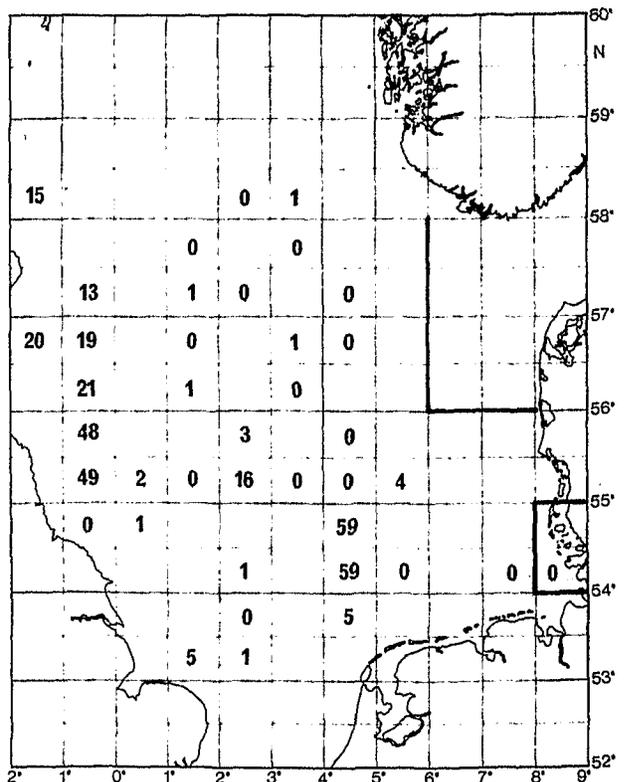
Knurrhahn Winter 1962



Knurrhahn Winter 1963

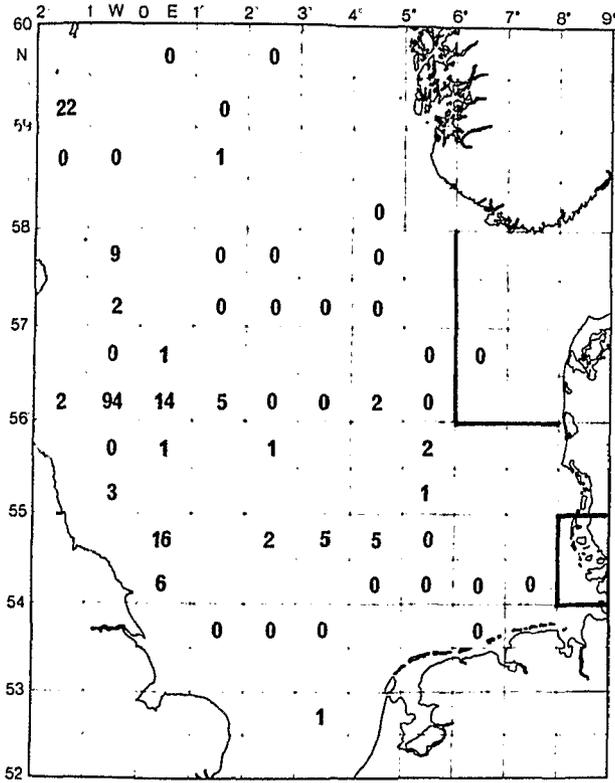


Knurrhahn Winter 1977

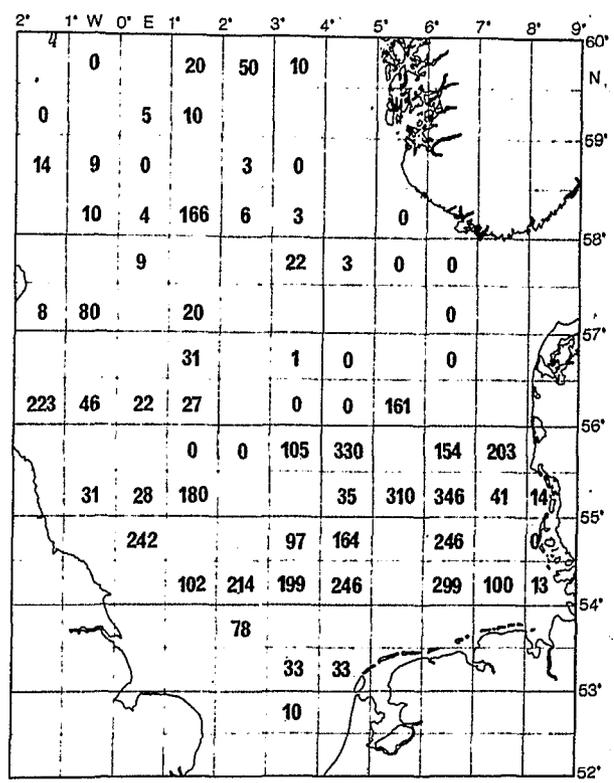


Knurrhahn Winter 1978

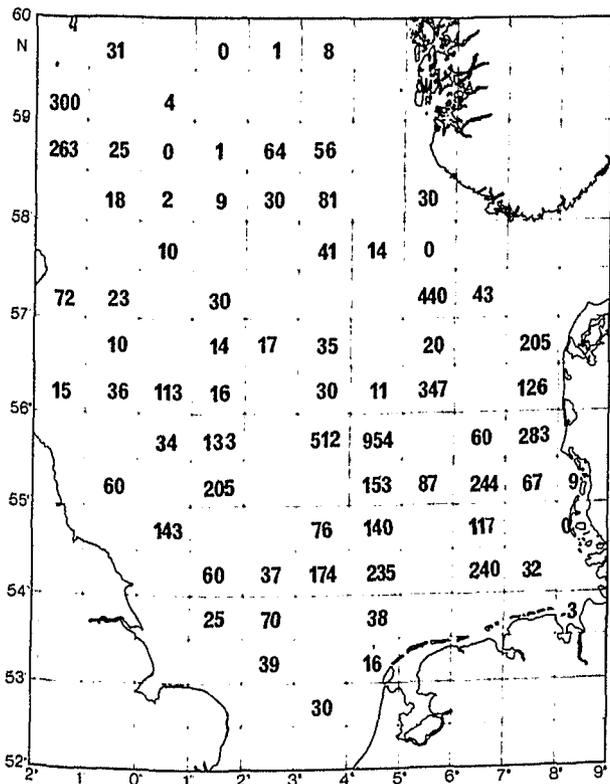
Fig. I.11 Fortsetzung



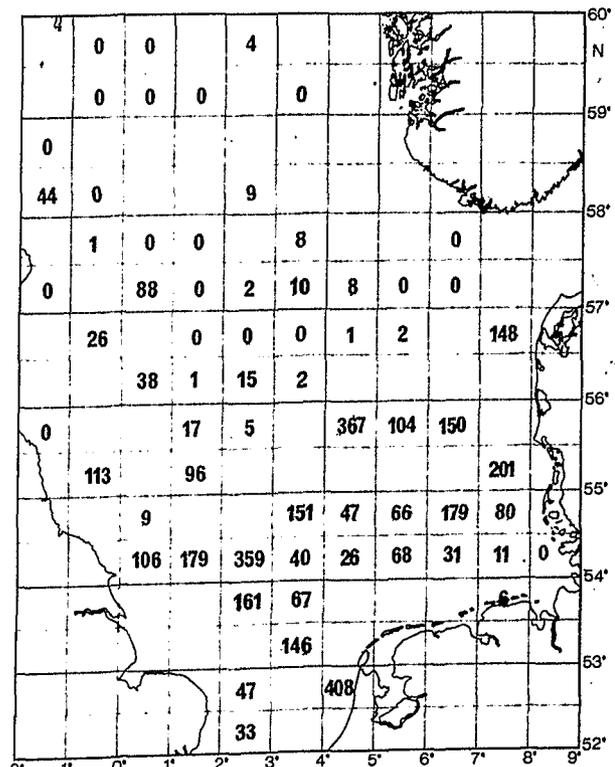
Knurrhahn Winter 1979



Knurrhahn Sommer 1959

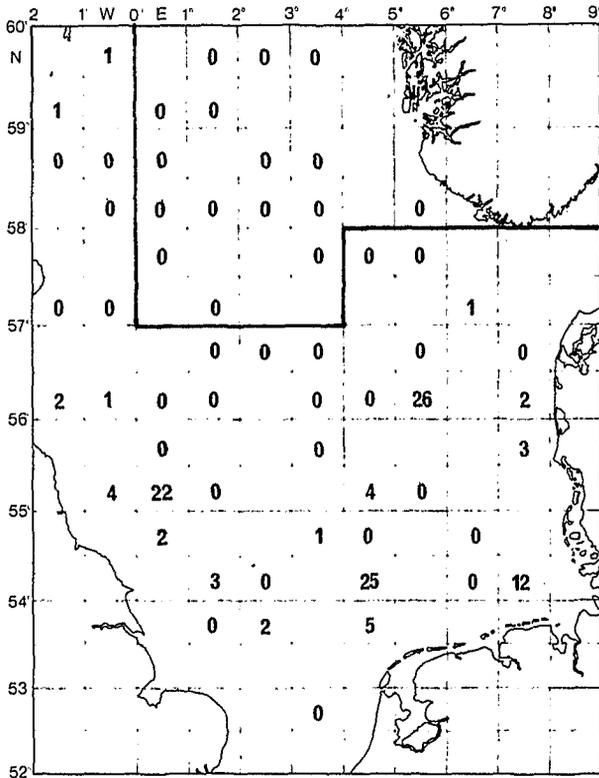


Knurrhahn Sommer 1960

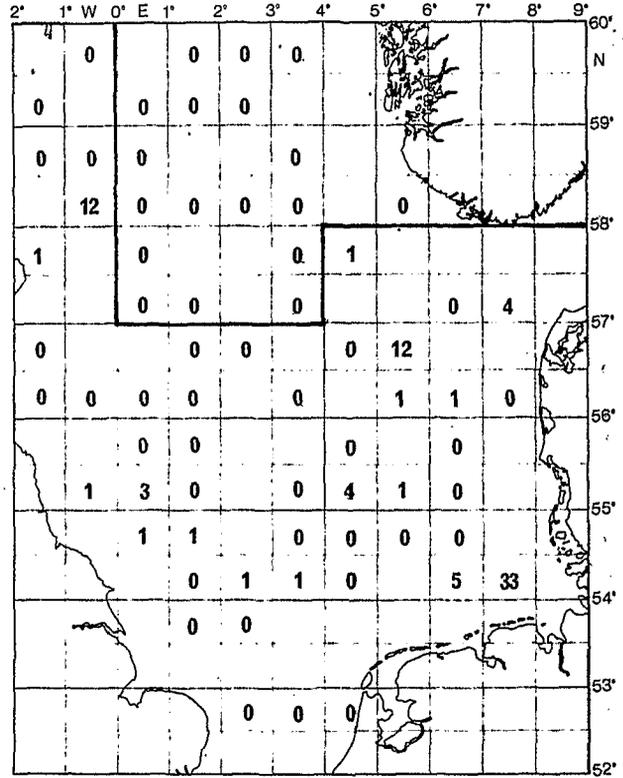


Knurrhahn Sommer 1978

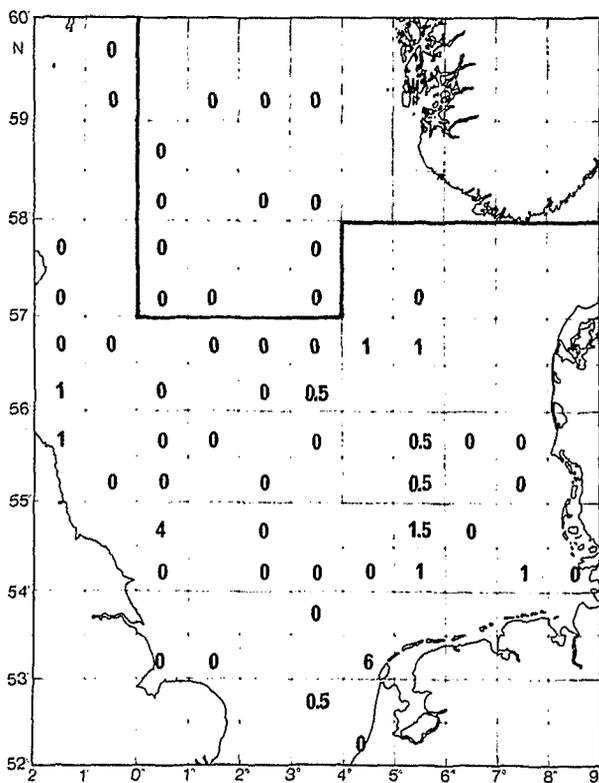
Fig. I.12 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten ⁺)



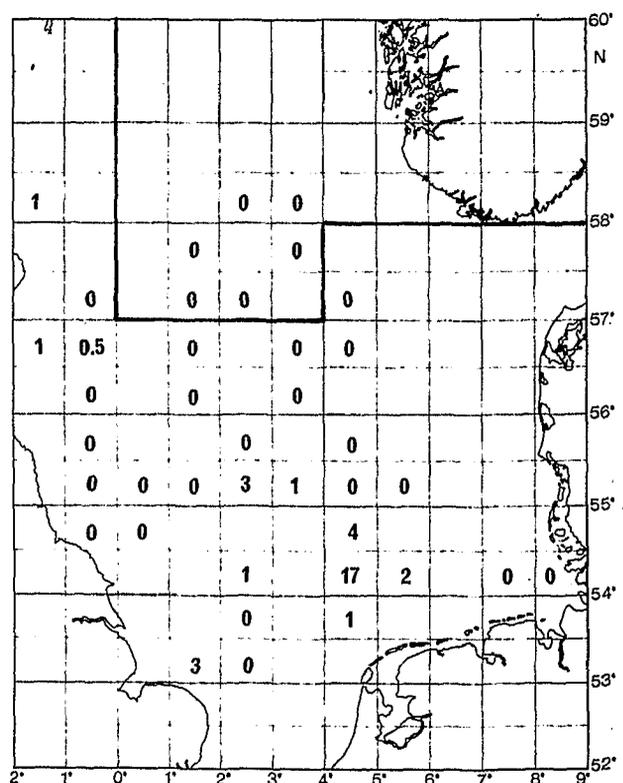
Leyerfisch Winter 1962



Leyerfisch Winter 1963



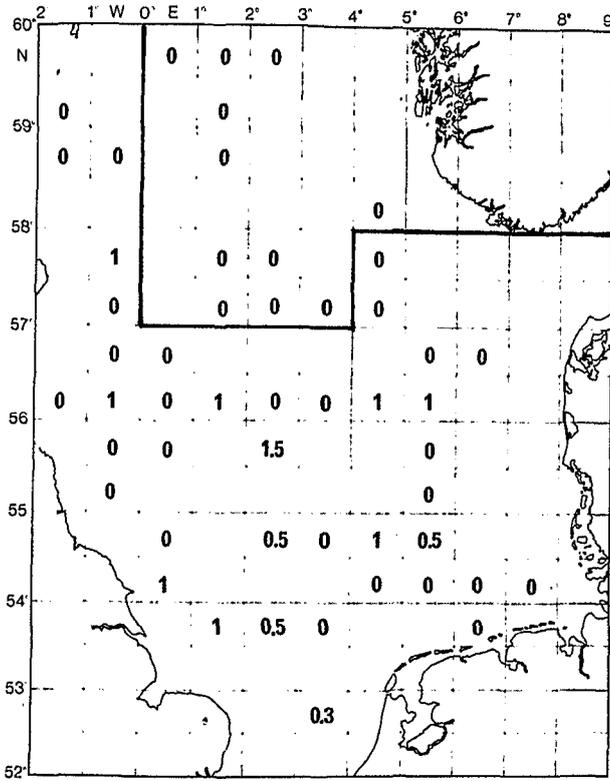
Leyerfisch Winter 1977



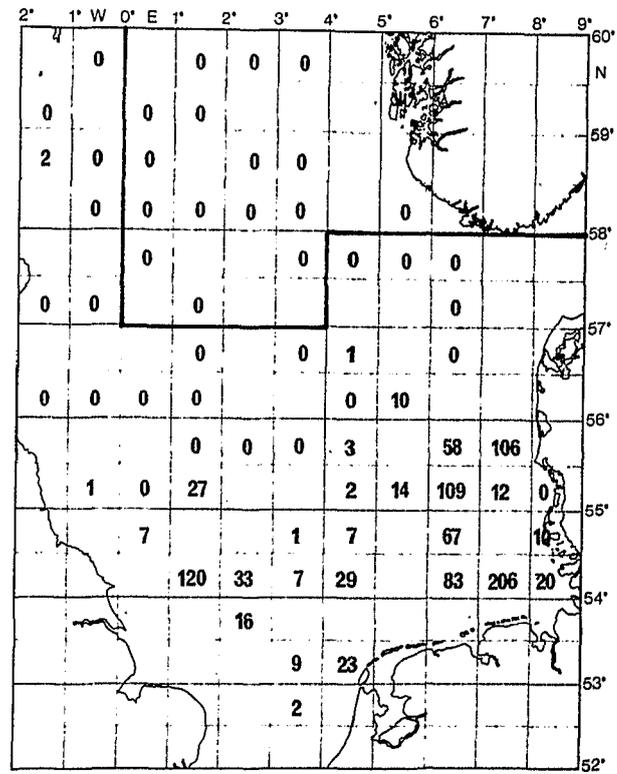
Leyerfisch Winter 1978

⁺) kleine Zahlen sind nicht gerundet

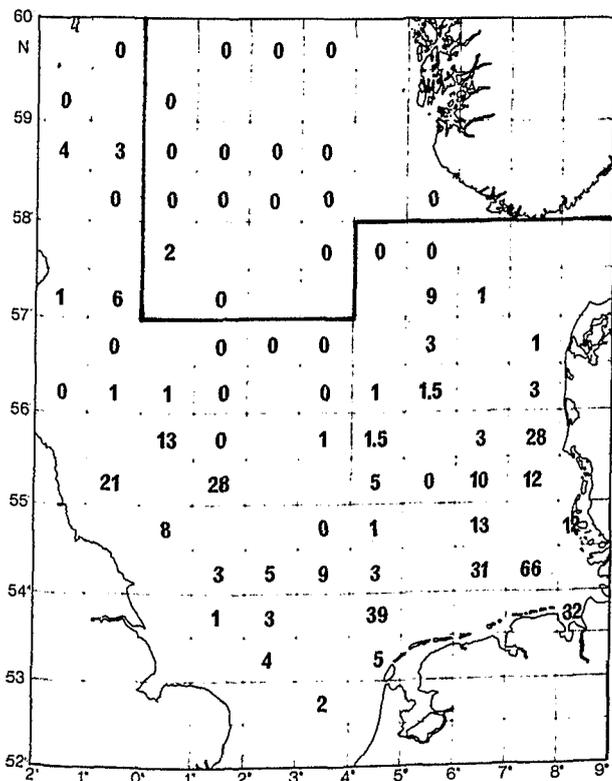
Fig. I.12 Fortsetzung



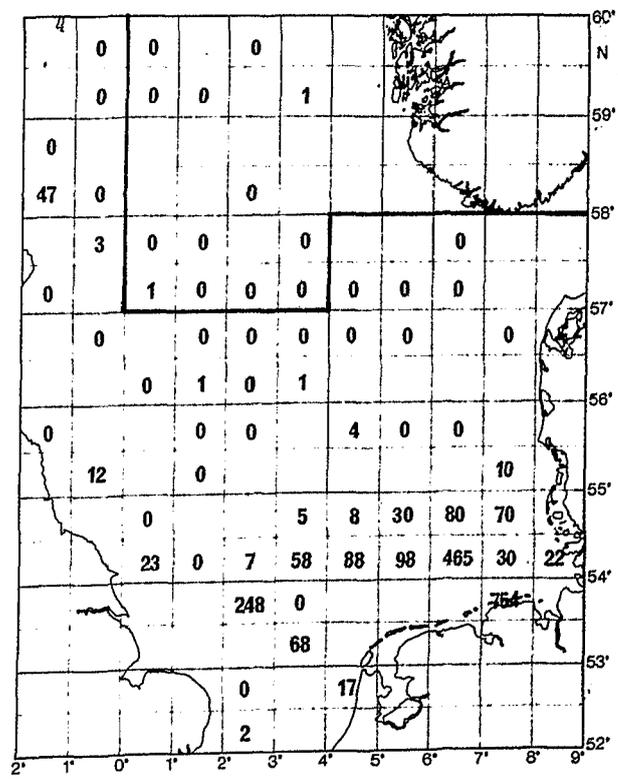
Leyerfisch Winter 1979



Leyerfisch Sommer 1959

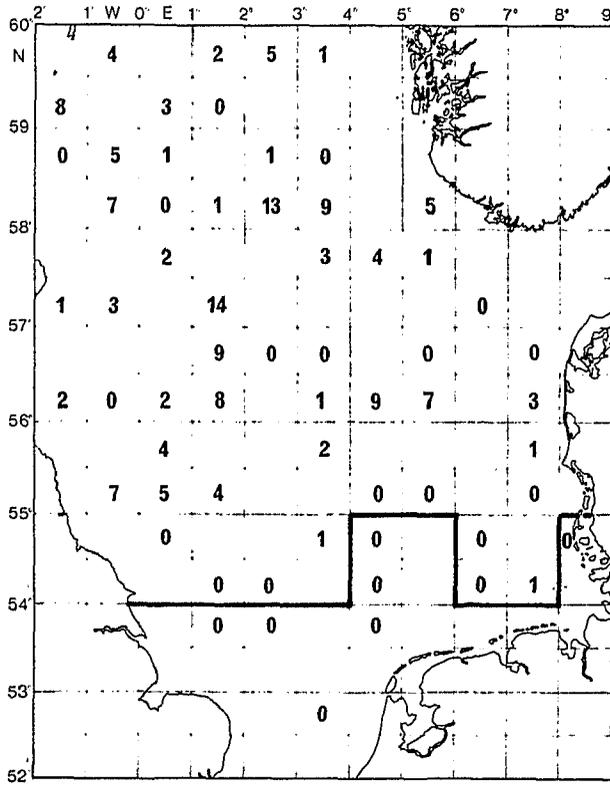


Leyerfisch Sommer 1960

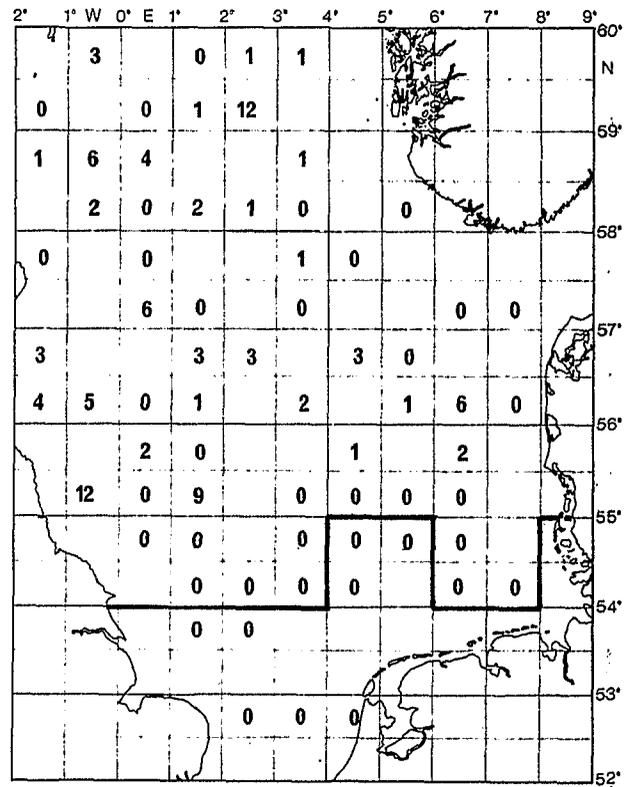


Leyerfisch Sommer 1978

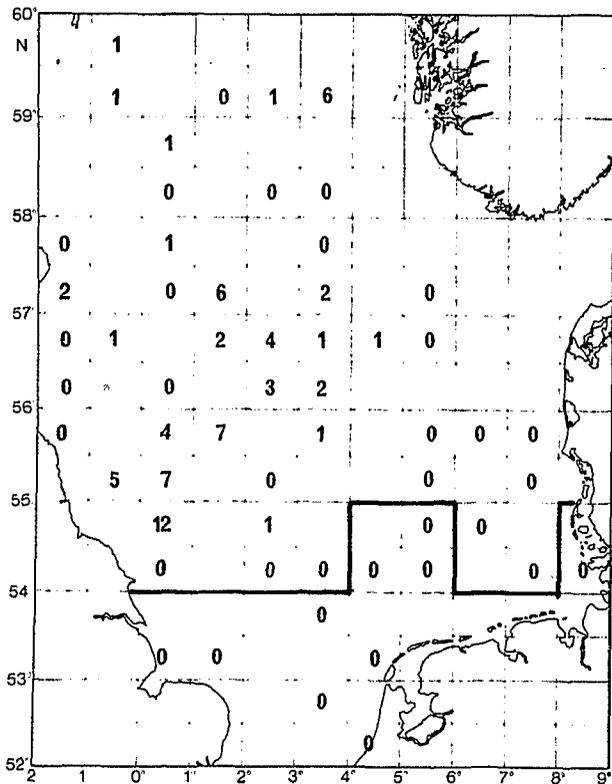
Fig. I.13 Fang pro 1/2 h in den statistischen Quadraten



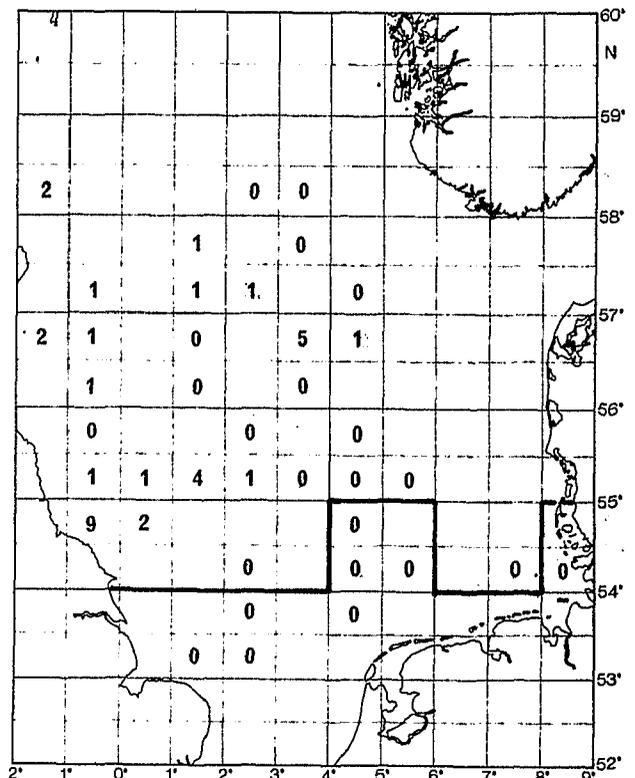
Sternrochen Winter 1962



Sternrochen Winter 1963

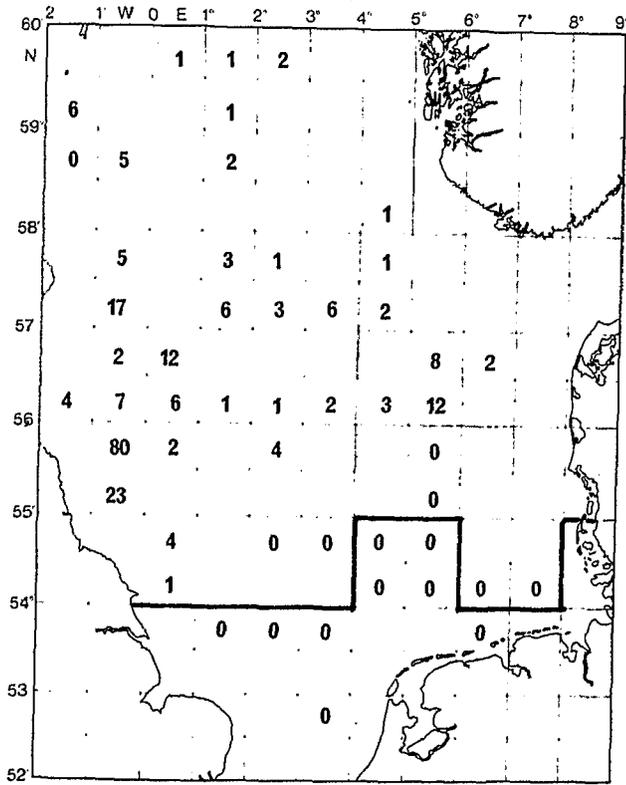


Sternrochen Winter 1977

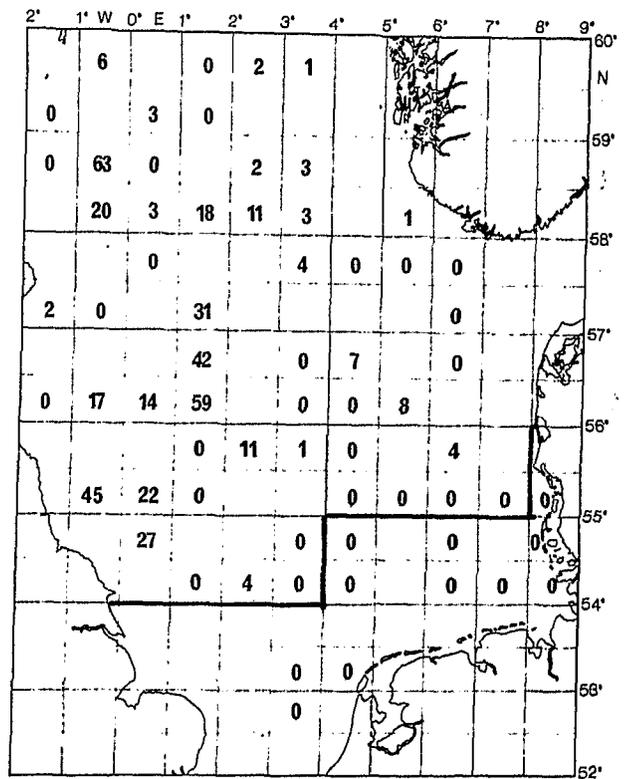


Sternrochen Winter 1978

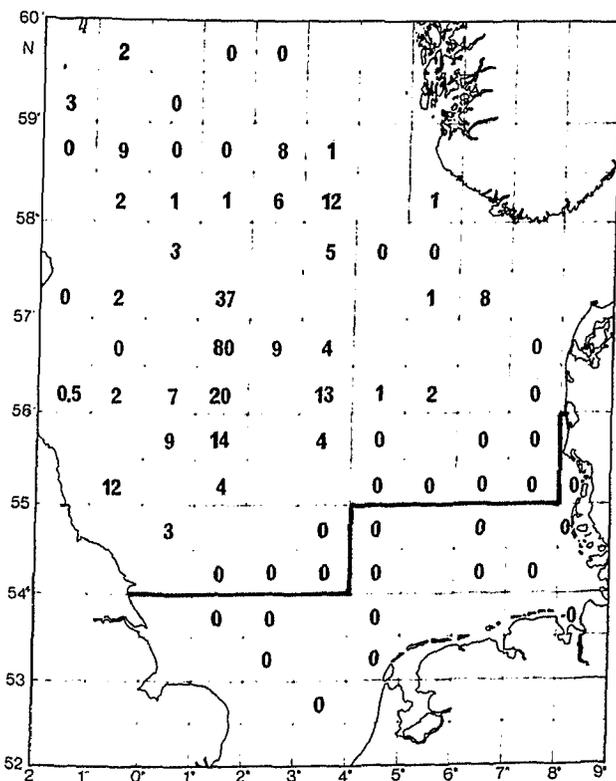
Fig. I.13 Fortsetzung



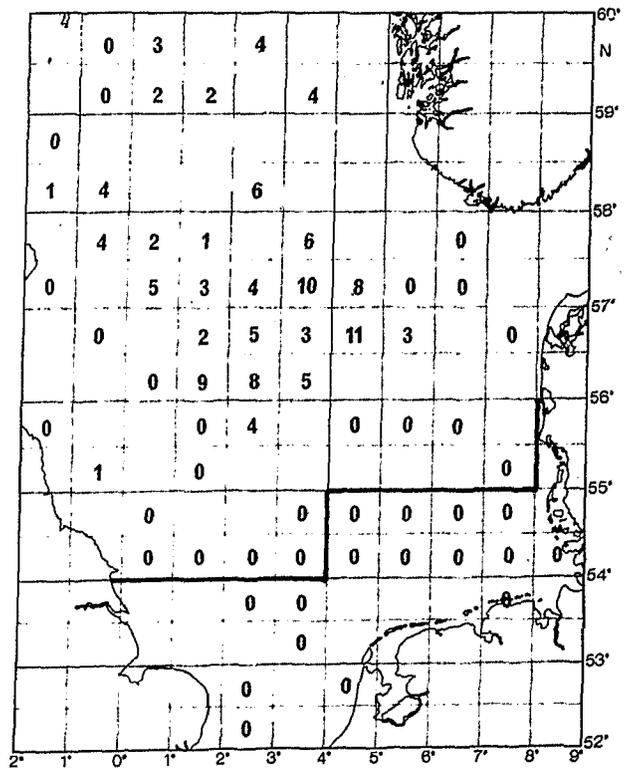
Sternrochen Winter 1979



Sternrochen Sommer 1959



Sternrochen Sommer 1960



Sternrochen Sommer 1978

