

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

Nr. 151

Fische als Fischräuber, dargestellt an  
der Nahrung demersaler Fische der Nordsee

von

Nasrollah Zarkeschwari

1986

DOI 10.3289/IFM\_BER\_151

---

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von:

Institut für Meereskunde  
Abtlg. Fischereibiologie  
Düsternbrooker Weg 20  
2300 Kiel

ISSN 0341-8561

## Inhaltsverzeichnis

	Seite	
A	Einleitung	1
B	Das Untersuchungsgebiet	3
C	Material und Methoden	7
D	Verbreitung der untersuchten Fischarten in der Nordsee	10
E	Ergebnisse	13
E.1	Nahrungsuntersuchungen	13
E.1.1	Dornhai	13
E.1.1.1	Die Nahrung des Dornhais	14
E.1.1.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	18
E.1.1.2.1	Im Sommer	18
E.1.1.2.2	Im Winter	19
E.1.1.3	Vergleichende Betrachtung	21
E.1.2	Rochen	23
E.1.2.1	Die Nahrung des Rochen	23
E.1.2.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	24
E.1.2.2.1	Im Sommer	25
E.1.2.2.2	Im Winter	26
E.1.2.3	Vergleich der Sommer- und Winternahrung	26
E.1.2.4	Nahrungselektion	27
E.1.3	Kabeljau	30
E.1.3.1	Die Kabeljaunahrung	30
E.1.3.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	31
E.1.3.2.1	Im Sommer	31
E.1.3.2.2	Im Winter	38
E.1.3.3	Änderung der Nahrungszusammensetzung In Abhängigkeit von der Fischlänge	44
E.1.3.3.1	Im Sommer	44
E.1.3.3.2	Im Winter	48
E.1.3.4	Vergleich der Nahrungszusammensetzung im Sommer und Winter	50

	Seite	
E.1.4	Schellfisch	51
E.1.4.1	Die Nahrung des Schellfisches	51
E.1.4.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	52
E.1.4.2.1	Im Winter	52
E.1.4.2.2	Im Sommer	54
E.1.4.3	Änderung der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlänge	57
E.1.4.3.1	Im Winter	57
E.1.4.3.2	Im Sommer	57
E.1.4.4	Vergleich der Winter- und Sommernahrung	57
E.1.5	Wittling	61
E.1.5.1	Die Nahrung des Wittlings	61
E.1.5.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	62
E.1.5.2.1	Im Sommer	62
E.1.5.2.2	Im Winter	63
E.1.5.3	Änderung der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlänge	66
E.1.5.3.1	Im Sommer	66
E.1.5.3.2	Im Winter	66
E.1.5.4	Vergleich der Sommer- und Winterernährung	68
E.1.6	Knurrhahn	70
E.1.6.1	Die Nahrung der Knurrhähne	70
E.1.6.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	71
E.1.6.2.1	Im Winter	71
E.1.6.2.2	Im Sommer	73
E.1.6.3	Vergleich der Sommer- und Winterernährung	74
E.1.7	Doggerscharbe	76
E.1.7.1	Die Nahrung der Doggerscharbe	76
E.1.7.2	Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen	77
E.1.7.2.1	Im Winter	77
E.1.7.2.2	Im Sommer	77
E.1.7.3	Vergleich der Sommer- und Winterernährung	79

		Seite
E.2	Nahrungsbiologie der Gadiden	80
E.2.1	Längen/Gewichtsbeziehungen	80
E.2.2	Beziehung zwischen Fischlänge und Nahrungsgewicht	82
E.2.3	Beziehung zwischen Fischgewicht und Nahrungsgewicht	85
E.2.4	Nahrungsgewicht als prozentualer Anteil des Fischgewichtes in Abhängigkeit von der Fischlänge	87
E.2.5	Nahrungsspektren	89
E.2.5.1	Methoden	89
E.2.5.1.1	Diversität	89
E.2.5.1.2	Similarity	90
E.2.5.1.3	Nahrungsüberlappung	91
E.2.5.1.4	Nährtierpräsenz	91
E.2.5.2	Ergebnisse	91
E.2.5.2.1	Kabeljau	92
E.2.5.2.2	Schellfisch	100
E.2.5.2.3	Wittling	110
E.2.5.2.4	Nahrungsüberlappung der Gadiden	116
F	Diskussion	121
G	Zusammenfassung	128
H	Literaturverzeichnis	130

## A. Einleitung

Bereits seit den Ursprüngen der Meeresforschung haben Wissenschaftler sich mit der Ernährung der Fische beschäftigt. Die meisten Untersuchungen wurden begreiflicherweise an den kommerziell wichtigen Fischarten durchgeführt. Überwiegend untersuchte man die Zusammensetzung der Nahrung, die Menge der aufgenommenen Nahrung und die zeitliche (Freßphasen) und altersmäßige Änderung der Nahrungsmenge und -zusammensetzung. Aus der Erkenntnis, daß das Nahrungsspektrum vom Biotop abhängig ist, ging man schließlich dazu über, die aufgenommene Nahrung mit dem Angebot an Nährtieren zu vergleichen und die Nahrung in Haupt-, Neben- und Gelegenheitsnahrung zu unterteilen.

Eine Änderung des Ökosystems durch Schwankungen sowohl des Fischbestandes als auch des Bestandes an Nährtieren kann erhebliche Umstellungen der Freßgewohnheiten zur Folge haben. Als besonders starker Eingriff in das Ökosystem muß die Fischerei angesehen werden. So hatte z. B. in der Nordsee der Heringsbestand in den sechziger Jahren stark abgenommen, während der Schellfischbestand größer wurde (HEMPEL 1978).

Welche Auswirkungen diese Änderung auf die Freßgewohnheiten der Fische - besonders bei Nahrungskonkurrenten - hatte, blieb zunächst unbekannt, obwohl eigentlich zu fordern wäre, daß die Beziehungen innerhalb eines Ökosystems bekannt sein sollten, bevor man größere Eingriffe unternimmt. Diese Erkenntnis war bereits Ende des letzten Jahrhunderts verbreitet und führte schließlich u. a. zur Gründung des Internationalen Rates für Meeresforschung. Aber lange Zeit blieb die Forschung bei der Untersuchung einzelner Arten stehen. Erst in neuerer Zeit werden Wechselbeziehungen zwischen den Arten, Nahrungsnetze und konkurrierende Nahrungsgewohnheiten zum Gegenstand der Untersuchungen.

Erste Arbeiten zur Fischnahrung und -ernährung wurden 1885 (BROOK) veröffentlicht. In zunehmender Zahl folgten dann maßgebliche Arbeiten von SCOTT (1901, 1903), BLEGVAD (1916), PETERSEN (1918), BOYSEN-JENSEN (1919), OGILVIE (1938), WIBORG

(1948, 1949, 1960), MARAK (1960), ARNTZ (1970) und DAAN (1973, 1974). Diese Liste gibt nur eine kleine Auswahl. Als bedeutende neuere Arbeit gilt das rechnerische Modell von URSIN (1973), in dem Primärproduktion, Biomasse, Nahrungsaufnahme, Energiefluß und Fischproduktion der Nordsee zusammenfassend untersucht werden. Ohnehin gilt die Nordsee in dieser Hinsicht als das bisher am besten untersuchte Ökosystem, weil schließlich die Fischerei hier seit Jahrhunderten überragende Bedeutung hat. Gewaltige Änderungen in der Größe und Verbreitung einzelner Fischbestände in der Nordsee sind bekannt (HEMPEL, 1978). Ob entstandene ökologische Nischen von anderen Arten besiedelt werden können, blieb weitgehend unbekannt.

Diese Arbeit soll dazu beitragen, den o. g. Fragenkomplex zu klären. Durch Mageninhaltsuntersuchungen sollen die Rolle der wichtigsten Fischarten als Fischräuber, sowie die Bedeutung der zahlreich vorhandenen kleinen Arten als deren Nahrung beschrieben werden. Durch Vergleich der Nahrungsspektren und deren Überlappung werden Aussagen über die Nahrungskonkurrenz zwischen den räuberischen Arten ermöglicht. Durch Gegenüberstellung des im Sommer und Winter gewonnenen Untersuchungsmaterials lassen sich Unterschiede in der Nahrung und dem Freßverhalten zu zwei verschiedenen Jahreszeiten herausarbeiten.

## B. Das Untersuchungsgebiet

Geographisch gesehen ist die Nordsee ein Randmeer des Nordatlantik. Begrenzt wird sie im Norden durch die Verbindungslinie Schottland - Orkneys - Shetlands und den 61. Breitengrad, im Westen durch die Linie Dover - Calais und im Osten durch die Linie Hanstholm - Lindesnes.

Bei einer mittleren Tiefe von 93 m und einer mittleren Oberfläche von  $0,58 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  hat sie ein Wasservolumen von etwa  $0,05 \cdot 10^6 \text{ km}^3$  (MENARD & SMITH, 1966). Die größte Wassertiefe von 725 m wurde in der Norwegischen Rinne am Eingang zum Skagerrak gemessen.

Der Wasserkörper wird hauptsächlich durch den Zufluß von salzreichem Atlantikwasser durch den breiten, tiefen nördlichen Zugang sowie durch den Englischen Kanal bestimmt. Aus der Ostsee fließt in Oberflächennähe salzarmes Ostseewasser ein. Besonders im Bereich der südlichen Nordsee mit den Flüssen Elbe, Weser, Rhein und Themse, sowie vor der norwegischen Westküste ist der festländische Abfluß von Süßwasser von großer Bedeutung.

Langjährige Änderungen des Abflusses bewirken deutliche Änderungen im Oberflächensalzgehalt. Dieser liegt im nördlichen Teil bei 35 ‰ und fällt nach Süden hin auf 32 - 34 ‰ ab. In der inneren Deutschen Bucht liegt er gar bei 29 ‰.

Die Wassertemperatur der Nordsee ist geprägt einerseits durch das für diese geographische Breite einmalige warme Wasser der Golfstromausläufer und andererseits durch die jahreszeitlich unterschiedliche Erwärmung im flachen Bereich, dem Wattenmeer.

Während die Oberflächentemperatur im Winter in der Deutschen Bucht bei  $3,5^{\circ}\text{C}$  liegt, mißt sie über dem Fladengrund etwa  $7^{\circ}\text{C}$ . Im Sommer dagegen zeigt der Temperaturgradient in die entgegengesetzte Richtung. Die Temperatur von  $13^{\circ}\text{C}$  nahe der schottischen Küste steigt dann zur Deutschen Bucht hin auf  $16 - 17^{\circ}\text{C}$  an.

Sehr große Auswirkungen auf die Hydrographie der Nordsee gehen von den Gezeitenerscheinungen aus. Die mit der hier vorherrschenden halbtägigen Gezeit einhergehenden Gezeitenströme erreichen Geschwindigkeiten von 5 kn in Landnähe und 0,5 - 1 kn in der offenen Nordsee. Dabei herrscht starke vertikale Turbulenz und somit Vermischung. Der Jahresgang der Oberflächentemperatur wird dadurch stark gedämpft und die Eintrittszeit des Temperaturmaximums verschoben. Im südlichen und westlichen Teil der Nordsee wird durch die starke Turbulenz die Ausbildung einer sommerlichen Dichteschichtung unterbunden, während im restlichen Teil die Schichtung durch die etwas schwächeren Gezeitenströme noch begünstigt wird. Es bildet sich dort in etwa 30 m Tiefe eine Temperatursprungschicht. Die Deckschicht ist im Frühling und Sommer stark erwärmt, gut durchlüftet, aber nährstoffarm. In der Unterschicht bleibt die Temperatur winterlich, der Sauerstoffgehalt ist gering, und die Nährstoffe werden durch Oxidation von absinkendem Detritus angereichert.

Das Material dieser Arbeit wurde auf Forschungsreisen in der Nordsee im Bereich zwischen  $52^{\circ}$  'N und  $60^{\circ}$  'N bzw.  $2^{\circ}$  'W und  $8^{\circ}$  'E gesammelt (Abb. 1, 2). Dieses Gebiet weist Wassertiefen von 18 bis 97 m auf. Es umfaßt rund  $80\ 000\ \text{sm}^2$  oder  $270\ 000\ \text{km}^2$ . Jede Station repräsentiert ungefähr eine Fläche von  $3\ 500\ \text{km}^2$  (Winterreise) oder rund  $2\ 700\ \text{km}^2$  (siehe auch DAMM, 1980).



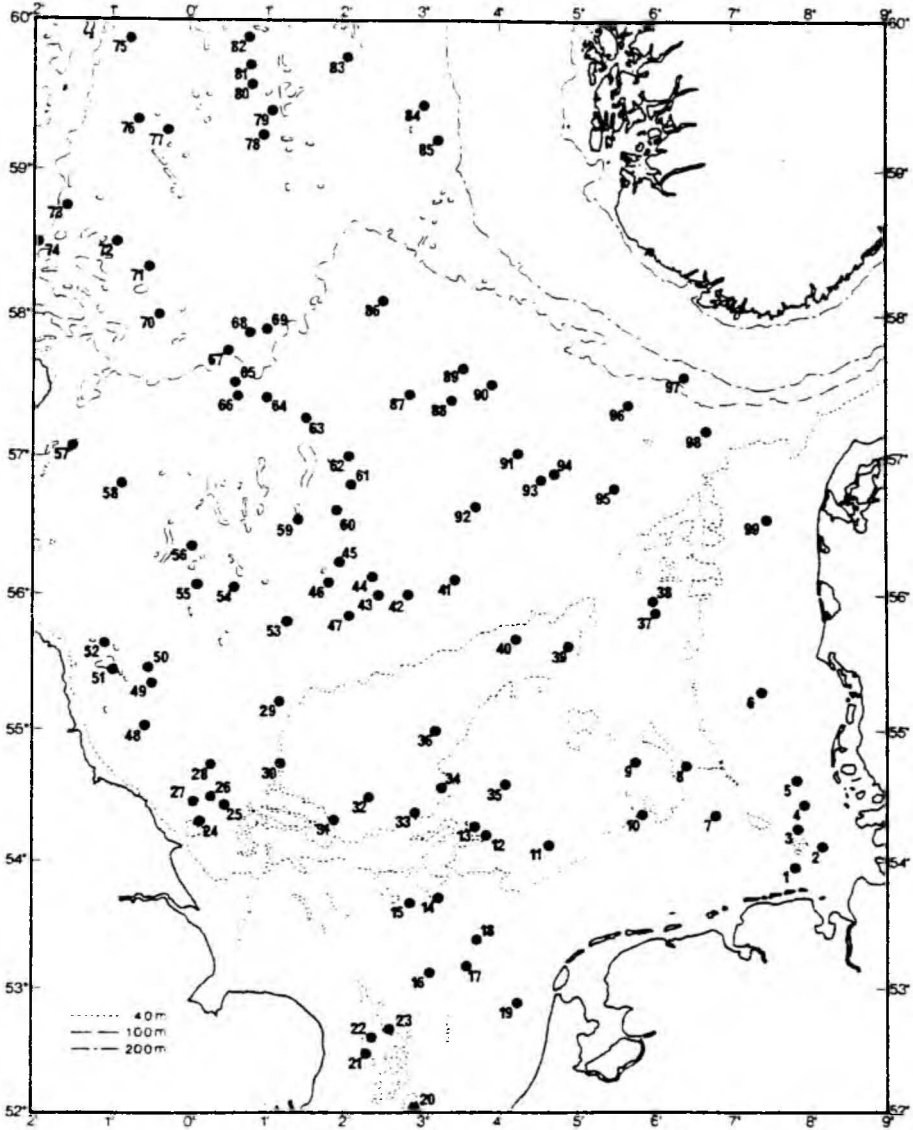


Abb. 1: Stationsnetz der "Anton Dohrn"-Reise  
im Sommer 1978

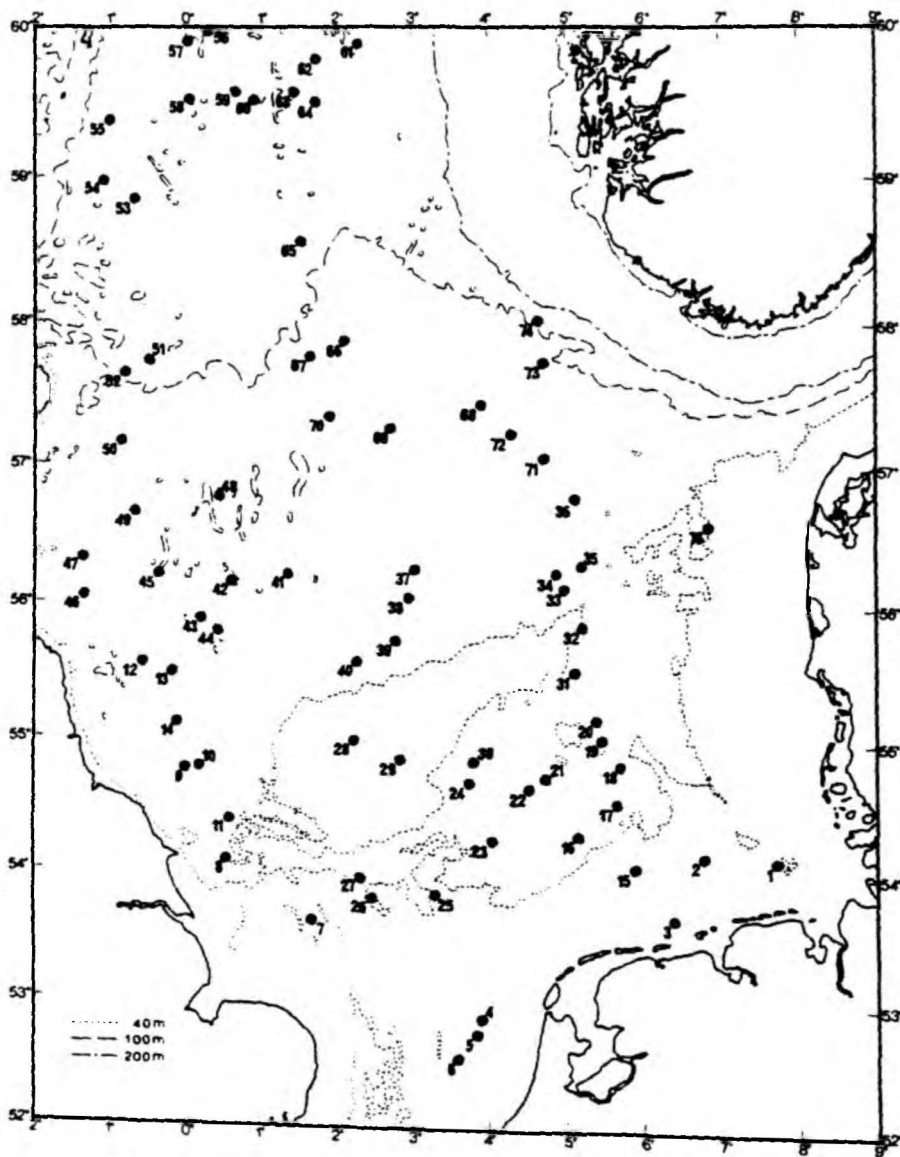


Abb. 2: Stationsnetz der "Poseidon"-Reise  
im Winter 1979

### C. Material und Methoden

Im Zusammenhang mit einer systematischen Aufnahme der Fischbestände der Nordsee zum Zwecke von Verbreitungsstudien wurde das Material für die hier vorgelegte Untersuchung gesammelt. Die Verbreitungsstudien machten vier Reisen in die Nordsee erforderlich; auf zwei dieser Reisen, einer Sommer- und einer Winterfahrt, wurden Magen- und Nahrungsuntersuchungen durchgeführt. Die Sommerproben wurden auf einer Ausfahrt mit FFS "Anton Dohrn" im August 1978 und die Winterproben auf einer Reise mit FS "Poseidon" im Februar 1979 genommen. Das Untersuchungsgebiet umfaßte die Nordsee zwischen  $52^{\circ}$  und  $60^{\circ}$ N und  $2^{\circ}$ W und  $8^{\circ}$ E (siehe Abb. 1).

Auf jeder dieser Reisen waren etwa 100 Fangstationen nach dem "stratified random sampling system" (DAMM, 1980) über die Nordsee verteilt festgelegt. Die Anzahl der Stationen pro Areal wurde nach der zu erwartenden Fischdichte festgesetzt und die Position dann nach dem Zufallsprinzip "at random" festgelegt. Auf jeder Station wurde 30 min mit einem 180'ft-Heringsgrundschleppnetz bei einer Schleppgeschwindigkeit von 3 bis 4 kn gefischt. Es wurde nur tagsüber gearbeitet, um eine gute Vergleichbarkeit aller Hols zu gewährleisten. Daher muß diese Arbeit auf eine Untersuchung tageszeitlicher Unterschiede verzichten.

Die zu untersuchenden Fische wurden an Bord aus den z. T. sehr großen Fängen entnommen. Die weniger häufigen Arten wie Rochen, Dornhai und Knurrhahn konnten fast alle aufgearbeitet werden, während von den in größeren Mengen auftretenden Arten wie Kabeljau, Schellfisch, Wittling nur Unterproben, aufgeteilt nach Längensklassen, untersucht werden konnten. Trotz der großen Zahl der Hols auf beiden Reisen gelang es nicht, für alle Arten oder bei den häufigeren Arten für alle Längensklassen ausreichend Material zu sammeln, so daß besonders für die jeweils größte Längengruppe der einzelnen Arten nur bedingt abzusichernde Aussagen gemacht werden können.

Die zu untersuchenden Fische wurden an Bord auf den unteren cm genau gemessen; bei Dornhai und Rochen wurden zusätzlich Geschlecht und Einzelgewicht ermittelt. Allen Fischen wurde sofort der Magen entnommen und in 10 % Formaldehyd-Seewasserlösung konserviert. Nur bei zu großen Fischen mußte der Mageninhalt sofort analysiert werden. In diesen Fällen wurden Beutefische nach der Länge vermessen, um dann später deren Gewicht berechnen zu können. Der Rest, meist Wirbellose, wurde auch in diesen Fällen konserviert.

Das konservierte Material wurde im Labor an Land aufgearbeitet. Zunächst erfolgte die Bestimmung des Naßgewichtes des gesamten Mageninhalts. Schließlich wurde das Material nach Tiergruppen und, soweit möglich, nach Arten sortiert und jede Gruppe genau ausgewogen. Der nicht bestimmbare Anteil des Mageninhaltes wurde als "mazerierter Anteil" bezeichnet. Stark angebaute Fischnahrung ließ sich allerdings oft noch nach Platt- und Rundfischresten aufteilen. Die Identifikation konnte außerdem z. T. durch noch vorhandene Otolithen vorgenommen werden, da jede Fischart eine für sie charakteristische Otolithenform aufweist (SCHMIDT, 1968). Nicht definierbare Fischreste wurden schließlich im Verhältnis der vorgefundenen Rund- und Plattfischanteile diesen beiden Gruppen anteilig zugeschlagen.

Zur Erfassung der Fischnahrung wurden die Räuber in Längensklassen von 10 cm (Dornhai, Rochen, Kabeljau, Schellfisch, Wittling) bzw. 5 cm (Knurrhahn, Doggerscharbe) aufgeteilt. Die Nahrung jeder Längensklasse wurde zusammengefaßt bearbeitet, um auch Abhängigkeiten der Nahrung von der Länge des Räubers ermitteln zu können.

Das gesamte Datenmaterial wurde auf Lochkarten und Magnetbändern gespeichert. Mit Hilfe eines eigens für die Aufarbeitung dieses Materials entwickelten Programms konnten die notwendigen Berechnungen der Nahrungsspektren einzelner Arten und Längensklassen durchgeführt werden. Basis für alle Berechnungen bilden die Gewichtsanteile der verschiedenen Taxa am

Gesamtnahrungsgewicht der untersuchten Einheit (Längenklasse/Art). Darauf aufbauend ließ sich ein rechnerischer Vergleich der Nahrungsspektren und deren Überlappung wiederum zwischen den Arten und innerhalb einer Art zwischen den verschiedenen Längenklassen ermitteln.

Um den Wegfraß von Fischen durch Fische in der Nordsee voll zu erfassen, hätten alle räuberisch lebenden Fischarten einbezogen werden müssen. Leider wurden aber mit dem Grundschleppnetz nicht die rein pelagisch lebenden Räuber in ausreichender Anzahl erfaßt. Die Untersuchung konnte also nur für folgende Arten erfolgen:

Dornhai	( <i>Squalus acanthias</i> L.)
Rochen	( <i>Raja spec.</i> )
Kabeljau	( <i>Gadus morhua</i> L.)
Schellfisch	( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> (L.))
Wittling	( <i>Merlangius merlangus</i> (L.))
Grauer Knurrhahn	( <i>Eutrigla gurnadus</i> (L.))
Doggerscharbe	( <i>Hippoglossoides platessoides</i> (Bloch))

#### D. Verbreitung der untersuchten Fischarten in der Nordsee

Die Verbreitung der Fische ist abhängig von den Umweltfaktoren wie Temperatur und Salzgehalt, an die sich die verschiedenen Arten im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte angepaßt haben. Kurzfristige Änderungen der Verbreitung haben ihre Ursache meist in den Lebensgewohnheiten, wie z. B. jahreszeitlichen Wanderungen zwischen Freß- und Laichplätzen. Langfristig können sich diese Wanderungen verschieben, wenn durch Klimaschwankungen die natürlichen Grenzen des Lebensraumes verschoben werden. Die Räuber unter den Fischen müssen den Verbreitungen der Beutfische folgen, wenn sie sich nicht auf ausreichend vorhandene andere Nahrung umstellen.

Zur horizontalen Verbreitung der wichtigsten Fischarten in der Nordsee liegt eine Fülle von Literatur über einzelne Arten vor. Zusammenfassende Darstellungen sind allerdings selten. Neuere, bedeutende Untersuchungen zu diesem Problem sind von SAHRHAGE (1967) und von BOYSEN und DAMM (1977) vorgestellt worden. Aus den Angaben dieser Autoren werden die für die vorliegende Untersuchung wichtigsten Ergebnisse herausgegriffen.

##### 1. Dornhai (*Squalus acanthias* L.)

Der Dornhai wandert vom Atlantik her in den nördlichen Teil der Nordsee ein (AASEN, 1964). Er zeigt deutliche, jahreszeitliche Unterschiede in seiner Verbreitung. Nach SAHRHAGE (1967) hält sich der Dornhai im Winter nur im nordwestlichen Teil der Nordsee auf. Im Sommer verbreitet er sich über die gesamte nördliche Nordsee. Nach SAHRHAGE (1967) lag die sommerliche Verbreitungsgrenze bei seiner Untersuchung weiter im Süden.

##### 2. Rochen (*Raja* spp.)

Rochen halten sich bevorzugt in Wassertiefen von 80 - 100 m auf (SAHRHAGE 1967). Entsprechend kommen sie nur vor der englischen Küste nördlich 55<sup>0</sup> und in der nördlichen Nordsee

vor. Im Winter sind sie auf die westlichen Teile der mittleren und nördlichen Nordsee beschränkt. In der östlichen Nordsee kommen Rochen kaum noch vor.

### 3. Kabeljau (*Gadus morhua*)

Der Kabeljau lebt während des gesamten Jahres in allen Teilen der Nordsee und den angrenzenden Seegebieten. Während der Untersuchungsfahrten fanden sich Konzentrationen im Winter im Bereich der englischen Ostküste und im Sommer vor allem in der Deutschen Bucht.

### 4. Schellfisch (*Melanogrammus aeglefinus* L.)

SAHRHAGE (1967) vermutet, daß der Schellfisch tieferes Wasser bevorzugt und daher fast nur in der westlichen, mittleren und nördlichen Nordsee vorkommt. Die größten kommerziellen Fänge werden vor der englischen Küste in der nördlichen Nordsee gemacht. Im Winter ziehen sich die Schellfische noch weiter in tieferes Wasser und damit nach Norden und Nordwesten zurück. Im Sommer kommt der Schellfisch bis 54°N vor, erreicht aber nur im Skagerrak die Westküste des europäischen Festlandes.

### 5. Wittling (*Merlangius merlangus* L.)

Wittlinge wurden während der Untersuchungsfahrten in allen Teilen der Nordsee gefangen. Im Sommer allerdings nimmt die Besiedlungsdichte im Bereich der südlichen Nordsee und der Deutschen Bucht deutlich zu, während große Teile der Population sich im Winter nach Westen und Nordwesten zurückziehen. Nach SAHRHAGE (1967) bevorzugen Wittlinge im Sommer Wassertiefen bis 60 m und im Winter von 80 - 100 m. Diese Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von DAAN et al. (1980) überein.

### 6. Grauer Knurrhahn (*Eutrigla gurnadus* L.)

HENKING (1905) und SAHRHAGE (1967) geben für den Grauen Knurr-

hahn erhebliche Unterschiede zwischen winterlicher und sommerlicher Verbreitung an. Im Sommer sind Graue Knurrhähne über die gesamte südliche Nordsee verbreitet, im Winter sind sie nur in der westlichen und mittleren Nordsee zu finden.

#### 7. Doggerscharbe (*Hippoglossoides platessoides* (Bloch))

Die Doggerscharbe kam auf beiden Reisen, d. h. sommers wie winters, in der gesamten Nordsee nördlich  $54^{\circ}$  N vor. Nach Norden und Westen hin nahm die Dichte zu. Im Sommer wurden die größten Fänge in Tiefen von 100 - 120 m im Juni/Juli gemacht SAHRHAGE (1967), im Winter (Januar) allerdings nur in 120 - 150 m Tiefe.



## E. Ergebnisse

### E.1 Nahrungsuntersuchungen

Im folgenden werden die Untersuchungsergebnisse an die sieben bearbeiteten Räubern dargestellt. Für jede Art wird zunächst der Anteil voller und leerer Mägen untersucht. Es folgt die Darstellung der aufgenommenen Nahrung getrennt nach Beutefischen und Wirbellosen. Anschließend werden Beutefisch- und Wirbellosenanteil nach Arten getrennt untersucht. Alle Untersuchungen wurden zudem getrennt nach Längenklassen und Jahreszeit (Sommer/Winter) durchgeführt.

#### E.1.1. Dornhai (Squalus acanthias)

Auf beiden Reisen wurden zusammengerechnet 512 Dornhaie auf ihren Mageninhalt untersucht. Leider wiesen etwa 80 % aller Tiere leere Mägen auf (siehe Tab. 1). Wieviele dieser Fische den Mageninhalt während des Fanges ausgespuckt hatten, ließ sich nicht ermitteln. Es ist aber unwahrscheinlich, daß 80 % der Tiere mit leerem Magen ins Netz gingen. Aus der Untersuchung der Magenfüllung der restlichen 20 %, immerhin über 100 Tiere, entsteht der Eindruck, daß der Dornhai sich in einem Zuge vollfrißt, um dann seine Freßaktivität für eine ganze Weile einzustellen und zu verdauen. Um diese These zu beweisen, hätte zumindest eine 24-Stunden-Fischerei zur Erfassung des Tagesrhythmus der Freßaktivitäten des Dornhais gemacht werden müssen. Leider war das nicht möglich; Nachtfänge fehlen daher völlig.

Tab. 1: Dornhai

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Sommer	Winter
n	512	385	127
leer	79.8	77.7	86.6
Beutefische	17.0	18.4	12.6
Wirbellose	1.2	1.3	0.8
gemischt	2.0	2.6	-

Tab. 2: Dornhai

Anteil (%) gefüllter und leerer Mägen an der Gesamtzahl untersuchter Mägen (n), getrennt nach Längenklassen der Fische.

Im Sommer

Länge (cm)	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	≥ 91
n	11	45	136	127	17	46
leer	81.8	95.6	82.6	85.0	64.7	30.4
voll	18.2	4.4	17.4	15.0	53.3	69.6

Im Winter

Länge (cm)	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	≥ 91
n	4	10	21	43	30	17	2
leer	100.0	80.0	90.5	93.0	73.3	94.1	50.0
voll	-	20.0	9.5	7.0	26.7	5.9	50.0

Aus früheren Untersuchungen (MUUS, DAHLSTRÖM) ist bekannt, daß die Geschlechter beim Dornhai unterschiedlich wachsen. Auch im vorliegenden Material blieben die männlichen Tiere in der Körpergröße stark hinter den Weibchen zurück. Männchen traten im Fang bis maximal 88 cm, Weibchen bis 107 cm Länge auf. Das Längen/Gewichtsverhältnis von Männchen und Weibchen weicht bis zu einer Länge von 76 cm allerdings nicht stark voneinander ab (siehe Abb. 4). Erst bei größeren Tieren sind die Weibchen im Verhältnis zur Länge deutlich schwerer.

E.1.1.1. Die Nahrung des Dornhais

Aus dem großen Nahrungsangebot an Fischen der Nordsee wurden beim Dornhai nur 11 Arten festgestellt. Hinzu kommen nach den Befunden aus den Magenuntersuchungen noch Crustaceen (Decapoda) und Polychaeten (Aphroditen). Ohne Berücksichtigung der Häufigkeit und Menge wurden folgende Fischarten gefressen:

1. Sprott	<i>Sprattus sprattus</i> (L.)
2. Hornhecht	<i>Belone belone</i> L.
3. Kabeljau	<i>Gadus morhua</i> L.
4. Schellfisch	<i>Melanogrammus aeglefinus</i> (L.)
5. Wittling	<i>Merlangius merlangus</i> (L.)
6. Sandaal	<i>Ammodytes spec.</i>
7. Leierfisch	<i>Callionymus spec.</i>
8. Makrele	<i>Scomber scombrus</i> L.
9. Knurrhahn	<i>Eutrigla gurnardus</i> (L.)
10. Doggerscharbe	<i>Hippoglossoides platessoides</i> (FABR.)
11. Kliesche	<i>Limanda limanda</i> (L.)

Tab. 1 zeigt, daß im Mittel rd. 17 % der Mägen mit Fischen, 1.2 % mit Wirbellosen und 2 % aller Mägen mit gemischter Nahrung gefüllt waren. Im wesentlichen bestand die Nahrung im Winter aus Beutefischen (12.6 %), andere Beutetiere wurden kaum gefressen (s. Tab. 1). Leider enthielten im Winter nur 17 der 127 untersuchten Fische überhaupt Nahrung, so daß eine gesicherte, abschließende Aussage über die Winternahrung nicht gemacht werden kann.

Zur Untersuchung der Änderung der Freßgewohnheiten mit zunehmender Länge des Dornhais muß die Nahrungsaufnahme nach Längenklassen getrennt untersucht werden. Tab. 2 zeigt, daß im Sommer wie im Winter der Anteil leerer Mägen mit steigender Länge der untersuchten Tiere deutlich abnimmt. Besonders die größten Tiere scheinen im Sommer große Freßaktivität zu zeigen. Diese Aussagen gewinnen ihre Bedeutung allerdings erst, wenn sie im Zusammenhang mit der Alters- oder Längenverteilung des Gesamtbestandes gesehen werden. Hier wird zunächst die Längenzusammensetzung der untersuchten Fische herangezogen.

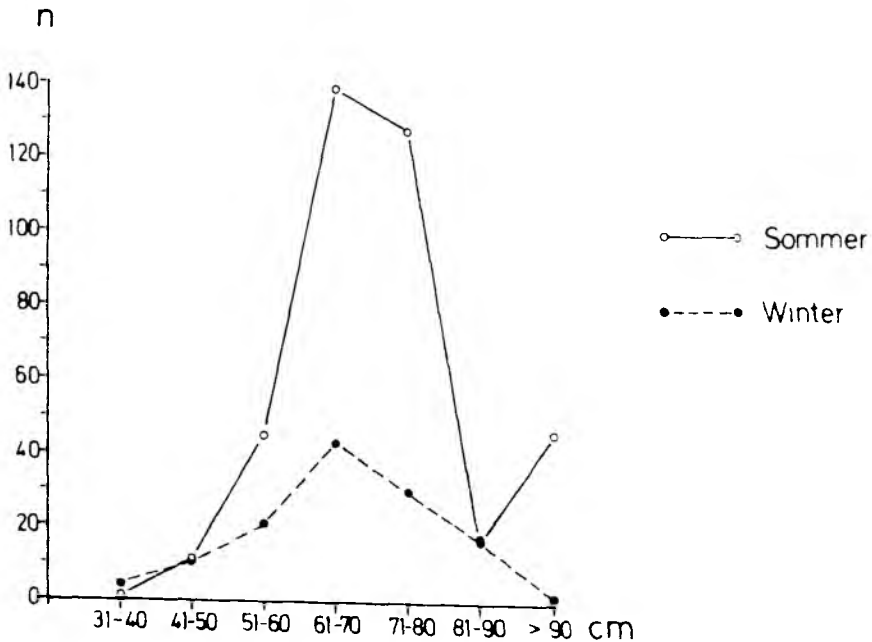


Abb. 3: Dornhai, Längenhäufigkeitsverteilung n = 512

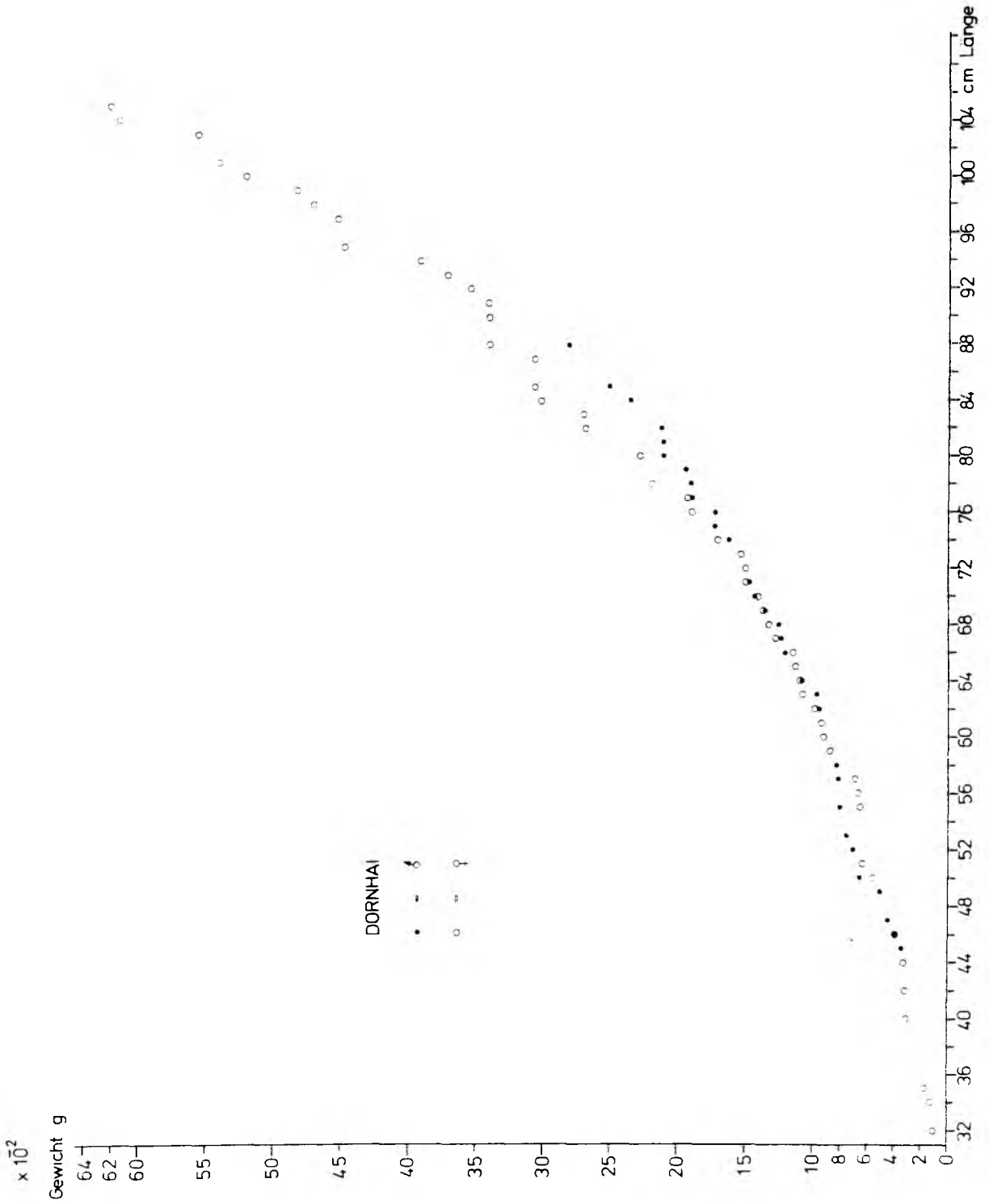


Abb. 4: Dornhai, Längen/Gewichtsbeziehung

## E.1.1.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

### E.1.1.2.1. Im Sommer

Im Sommer wurde in 22.3 % aller untersuchten Mägen ( $n = 385$ ) Nahrung gefunden. Zur Untersuchung der Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit von der Größe der Dornhaie wurde das Material in Längenklassen von 10 cm aufgeteilt. Wegen der geringen Anzahl von Tieren bis 60 cm Länge wurden diese zur Untersuchung in einer Gruppe zusammengefaßt. Die Nahrungszusammensetzung in den Mägen der einzelnen Längenklassen des Dornhais ist in Tab. 3 dargestellt. Danach fressen Tiere bis 60 cm Länge im Sommer zu 74.25 % des Nahrungsgewichtes Fische und zu 25.75 % Polychaeten. Die identifizierbare Fischnahrung bestand nur aus Sandaal, so daß wahrscheinlich auch der gesamte Anteil an Rundfischresten (70.36 %) zu dieser Art gerechnet werden können. Polychaeten waren ausschließlich durch die Art Aphrodite aculeata vertreten. Mit zunehmender Länge der Dornhaie geht der Anteil an Polychaeten stark zurück. Fische von 61 bis 70 cm bzw. 71 bis 80 cm Länge hatten zu 96.50 bzw. 96.33 % Fische gefressen, und nur 3.5 bzw. 3.67 % entfielen auf Polychaeten. Nach Aufteilung der Rundfischreste auf die identifizierten Beutfische ergab sich für Fische von 61 bis 70 cm, daß Makrelen (65.75 % der Gesamtnahrung), Hornhecht (23.33 %) und Sandaal (7.42 %) bevorzugt gefressen wurden. Fische von 71 bis 80 cm Länge hatten in gleicher Menge Makrelen (62.7 %) aber keinen Hornhecht, dafür allerdings Wittling (15.38 %), Kliesche (13.75 %) und Sandaale (4.50 %) gefressen. Polychaeten machten einen Anteil von 3.67 % aus. Die Längenklasse 81 bis 90 cm war mit sechs Exemplaren nur schwach besetzt. Erstaunlicherweise wurden in diesen Mägen nur 26.59 % Fischreste, dafür aber 62.43 % Crustaceen (Euphausiacea) gefunden. Die restlichen 10.98 % entfallen auf Polychaeten. Fische der Längenklasse 91 bis 100 cm hatten erheblich mehr Fisch gefressen. Der Mageninhalt bestand im Mittel zu 93.78 % aus Fischen, am häufigsten Wittling (63.04 %) gefolgt von Kabeljau (12.01 %), Kliesche (11.56 %), Leierfisch (3.84 %),

Doggerscharbe (3.21 %) und Makrele (0.12 %). Die größten Dornhaie, d. h. Tiere über 100 cm Länge, hatten ebenfalls hauptsächlich Fisch gefressen. Den größten Anteil stellte auch hier der Wittling mit 33.22 % der Gesamtnahrung, gefolgt von Doggerscharbe (16.56 %), Kliesche (15.84 %), Hornhecht (9.22 %), Knurrhahn (7.64 %), Sandaal (3.51 %) und Leierfisch (0.36 %).

#### E.1.1.2.2. Im Winter

In den Wintermonaten wurden nur sehr wenige Dornhaie mit vollem Magen gefunden (siehe Tab. 1 und Tab. 2). Bemerkenswert ist, daß im Winter keine Polychaeten und Crustaceen in den Mägen gefunden wurden. Die Nahrung bestand nur aus Fischen. Die Längenklasse 51 bis 60 cm wiesen 54.08 % Leierfische und zu 45,92 % Rundfischreste auf. Fische der Längenklasse 61 bis 70 cm hatten nur Sprott gefressen. Fische von 71 bis 80 cm hatten Sprott (35.57 %), Schellfisch (53.57 %) und zu 10.86 % mazerierte, unidentifizierbare Nahrungsreste im Magen.

Tab. 3: Dornhai, Prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %)

<u>Sommer</u>						
Länge (cm)	31 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100	100
n	5	24	19	6	20	12
Hornhecht	-	23.33	-	-	-	9.22
Dorsch	-	-	-	-	12.01	-
Wittling	-	-	15.38	-	63.04	33.22
Sandaal	3.89	7.42	4.50	-	-	3.51
Leierfisch	-	-	-	-	3.84	0.36
Makrele	-	65.75	62.70	-	0.12	-
Knurrhahn	-	-	-	-	-	7.64
Doggerscharbe	-	-	-	-	3.21	16.56
Kliesche	-	-	13.75	-	11.56	15.84
Rundfischrest	70.36	-	-	22.01	-	-
Plattfischrest	-	-	-	4.58	-	-
Crustaceen	-	3.50	-	62.43	-	0.55
Polychaeten	25.75	-	3.67	10.98	0.34	-
Mazeriert	-	-	-	-	5.88	13.10



der verschiedenen Längenklassen

Winter

Länge (cm)	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80
n	2	2	3	8
Sprott	-	-	36.51	35.57
Schellfisch	-	-	-	53.57
Leierfisch	-	54.08	-	-
Rundfischrest	100.0	45.92	63.49	-
Mazert	-	-	-	10.86

E.1.1.3. Vergleichende Betrachtung

Die bevorzugte Nahrung der Dornhaie ändert sich offensichtlich mit der Länge der Tiere und zeigt Differenzen zwischen den Jahreszeiten, auch wenn letzteres nicht abschließend aus dem vorliegenden Material beurteilt werden kann.

In den Wintermonaten werden offensichtlich keine Polychaeten gefressen. Auffällig ist weiterhin, daß im Winter keine Hornhechte, Dorsche, Sandaale und Makrelen, im Sommer hingegen keine Sprotten und Schellfische gefressen werden.

Umgekehrt sind im Sommer Makrele, Sandaal und Wittling die wichtigsten Beutefische der Dornhaie, während im Winter Sprotten eine große Bedeutung zu haben scheinen.

Die Änderung der Nahrungszusammensetzung mit der Länge des Dornhais läßt sich nur am Sommermaterial darstellen. Eine Zunahme oder Änderung des Anteils von Polychaeten an der Nahrung steht offensichtlich in keinem Zusammenhang mit der Fischlänge.

Die reine Fischnahrung zeigt wohl eine solche Änderung. So werden von kleineren Fischen häufig Makrelen gefressen, große Tiere nehmen dafür mehr Wittling als Nahrung auf. Doggerscharben, Leierfisch, Knurrhahn und Kabeljau wurden im Sommer ausschließlich in Fischen über 80 cm Länge angetroffen.

Die Menge der aufgenommenen Nahrung steigt erwartungsgemäß mit der Fischlänge an. In Abb. 5 wird der Zusammenhang zwischen aufgenommener Nahrungsmenge und der Fischlänge dargestellt. Auch hier wurde nur Material aus dem Sommer verwendet.

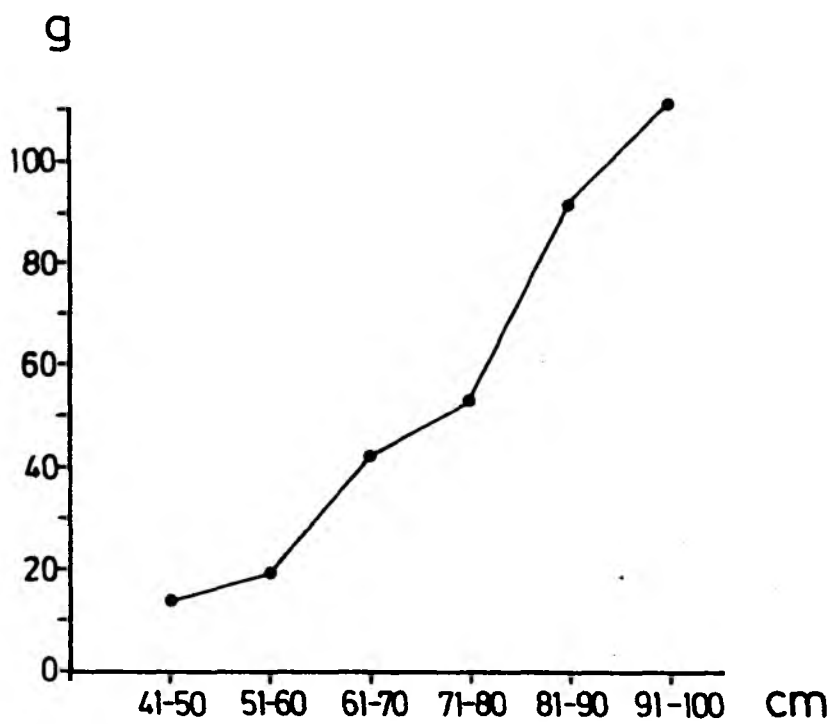


Abb. 5: Dornhai, mittleres Gewicht des Mageninhaltes im Sommer nach Längenklassen

E 1.2. Rochen (Raja radiata)

Rochen weisen in der Nordsee nur eine dünne Besiedlung auf. Dies konnte sowohl auf diesen als auch auf anderen Untersuchungsfahrten (DAMM. 1980) festgestellt werden. Für die vorliegende Untersuchung standen 209 Exemplare zur Verfügung. Im Sommer konnten nur 29 Tiere gefangen werden, die restlichen 180 Exemplare wurden auf der Winterreise erbeutet.

E 1.2.1. Die Nahrung des Rochen

Es wurden die Arten R. radiata und R. batis gefunden. Da R. b. nur einige Exemplare ausmachte, wurde diese Art zwar untersucht aber nicht getrennt berücksichtigt. Ihre Nahrung unterschied sich ohnehin nicht von der Nahrung von R. r. Die Magenfüllung ist in Tab. 4 dargestellt. Im Sommer waren über 75 % der untersuchten Mägen gefüllt, im Winter dagegen nur 54,4 %. Es standen insgesamt 120 volle Mägen zur Untersuchung zur Verfügung.

Tab. 4: Rochen

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Sommer	Winter
n	209	29	180
leer	42.6	24.1	45.6
Beutefische	29.7	3.4	33.9
Wirbellose	24.9	58.6	19.4
gemischt	2.9	13.8	1.1

Im Sommer wurden in 3,4 % aller Mägen nur Beutefische gefunden, im Winter stieg dieser Anteil auf immerhin 33,9 % an. Erstaunlich hoch ist im Sommer der Anteil der Fische, die nur Wirbellose gefressen hatten. Leider ist die Zahl der im Sommer untersuchten Mägen zu gering, um sichere Aussagen zu machen. Im gesamten Material wurde in rund ein Drittel (siehe Tab. 4) aller Mägen nur Fische gefunden. Läßt man die leeren Mägen

außer acht, ergibt sich, daß etwa zur Hälfte nur Fische oder Wirbellose gefressen werden. Der Anteil Mägen mit gemischter Nahrung ist gering.

Die Rochen hatten folgende Fischarten gefressen:

Kabeljau	Gadus morhua L.
Wittling	Merlangius merlangus (L.)
Sandaal	Ammodytes spec.
Leierfisch	Callionymus spec.
Bandfisch	Lumperus lampretæformis (WALH.)
Doggerscharbe	Hippoglossoides platessoides (FABR.)

Hinzu kommen Wirbellose Crustaceen, Mollusken und Polychaeten. Bei den Crustaceen handelt es sich um Dekapoden und Amphipoden, als Mollusken wurden nur Tintenfische gefunden, und die Polychaeten waren fast ausschließlich durch die Gattung Nephtys vertreten.

#### E 1.2.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

In Abb. 6 ist die Anzahl der pro Längenkategorie gefangenen Rochen dargestellt. Ein deutliches Maximum ergibt sich im Größenbereich von 31 bis 50 cm.

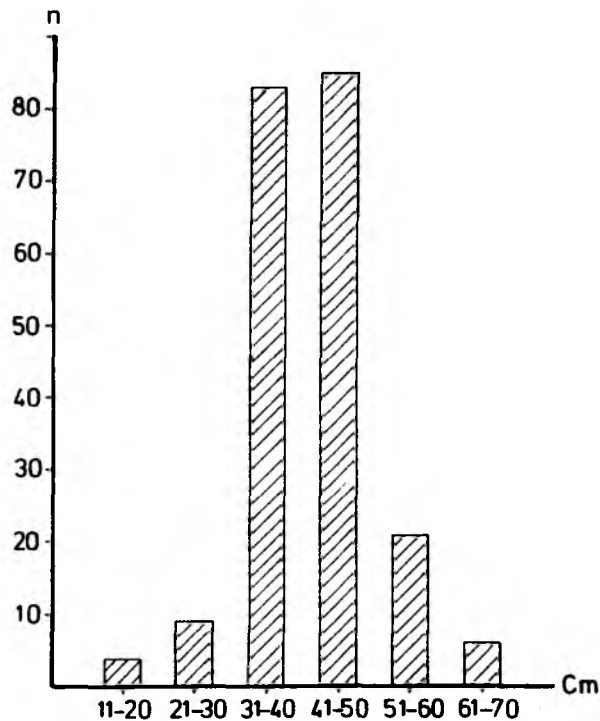


Abb. 6: Rochen, Längenverteilung der untersuchten Fische. n = 209

#### E 1.2.2.1 Im Sommer

Im Sommer (Tab. 5) wurden kaum Fische gefressen. Allein Sandaal machte 3.09 % (41 bis 50 cm Länge) bis 10.09 % (31 bis 40 cm Länge) des mittleren Nahrungsgewichtes aus. Die Hauptnahrung machten im Sommer Crustaceen und Polychaeten aus. Größere Tiere nahmen häufiger Crustaceen auf (siehe Tab. 5) als kleinere. Entsprechend sank der Anteil der Polychaeten bei zunehmender Länge von 24.45 % (31 bis 40 cm) auf 5.57 % (41 bis 50 cm) ab. Das Gewicht pro Magenfüllung stieg von durchschnittlich 3.79 g auf 4.09 g an, wenn nur gefüllte Mägen einbezogen wurden. Bei Einbeziehung der leeren Mägen kehrt sich diese Tendenz um. Das ist sicherlich eine Folge der zu geringen Anzahl an untersuchten Mägen.

#### E 1.2.2.2. Im Winter

Die Werte der Wintermonate basieren auf mehr Material und sind daher besser abgesichert. In den Wintermonaten wird von Rochen fast aller Längenklassen zu über 80 % Fisch aufgenommen (siehe Tab. 5). Hauptsächlich werden wie im Sommer Sandaale gefressen. Fische bis 30 cm Länge nahmen nach dem vorliegenden Material nur Sandaal auf. In der Längenklasse 11 bis 20 cm wurden eindeutig nur Sandaale gefunden. Daher ist zu vermuten, daß auch die Rundfischreste in der Längenklasse 21 bis 30 cm nur aus Sandaal bestehen. Andere Beutefische wie Leierfisch, Kabeljau, Bandfisch, Doggerscharbe und Wittling wurden erst in Rochen ab 31 cm Länge gefunden. Crustaceen machten im Gegensatz zur Sommernahrung nur rund 3 bis 20 % des Nahrungsgewichtes aus. Polychaeten waren nur in den Mägen größerer Fische (ab 31 cm) häufig. Das Durchschnittsgewicht des Mageninhaltes aller vollen Mägen variiert stark, da der Probenumfang in den einzelnen Längenklassen recht unterschiedlich ist (Tab. 5, Abb. 8). Eine Zunahme des durchschnittlichen Nahrungsgewichts mit zunehmender Länge der Rochen deutet sich aber an.

#### E 1.2.3 Vergleich der Sommer und Winterernährung

Wegen des sehr geringen Materials aus den Sommermonaten kann ein jahreszeitlicher Vergleich der aufgenommenen Nahrung und damit der Freßgewohnheiten kaum durchgeführt werden. Es ergeben sich aber aus den oben geschilderten Befunden bestimmte Hinweise, die sich bei weiteren Untersuchungen zu sicheren Aussagen verdichten könnten. So scheint der wesentliche Unterschied in der Nahrung darin zu liegen, daß Rochen im Winter deutlich mehr Fische fressen, während sie in den Sommermonaten zum größten Teil Crustaceen und Polychaeten aufnehmen. Dieser Vergleich bezieht sich nur auf Fische von 31 bis 50 cm Länge, da im Sommer nur Fische dieser Größenklassen untersucht wurden.

E 1.2.4 Nahrungsselektion

Ebensowenig wie beim jahreszeitlichen Vergleich lassen sich über die Selektion im Sommer verlässliche Aussagen machen. In den Wintermonaten hingegen zeigen die Zahlen in Tab. 5, daß zwar mit zunehmender Größe nicht mehr Fisch gefressen wird, es erfolgt aber offensichtlich eine Erweiterung des Nahrungsspektrums. Während von kleinen Rochen im Winter nur Sandaale aufgenommen werden, sind größere Tiere offensichtlich in der Lage, auch andere Fischarten zu erbeuten. Die Ursache dieser Selektion ist schwer zu beurteilen.

Tab. 5: Rochen

Prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen

Länge (cm)	Sommer		Winter				
	31 - 40	41 - 50	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60
n	13	8	3	9	42	38	11
Kabeljau	-	-	-	-	-	4.26	-
Wittling	-	-	-	-	1.77	2.90	-
Sandaal	10.09	3.09	91.22	-	71.75	61.49	44.64
Leierfisch	-	-	-	-	8.25	20.02	16.64
Bandfisch	-	-	-	-	2.14	-	-
Doggerscharbe	-	-	-	-	-	5,92	-
R.F.R.	-	-	-	63.44	-	-	-
P.F.R.	-	-	-	-	-	-	20.86
Crustaceen	65.46	91.34	8.78	20.89	9.95	3.12	9.11
Mollusken	-	-	-	-	0.88	-	-
Polychaeten	24.45	5.57	-	-	2.75	0.48	8.75
Maziert	-	-	-	15.67	0.93	1.81	-
Sonstige	-	-	-	-	1,58	-	-
$\bar{N}g$ voll	3.79	4.09	5.31	3.99	8.92	11.63	5.73
$\bar{N}g$ ges.	3.53	2.04	5.31	1.56	5.43	6.23	3.00

R.F.R. = Rundfischrest

P.F.R. = Plattfischrest

$\bar{N}g$  voll = durchschnittliches Nahrungsgewicht der gefüllten Mägen

$\bar{N}g$  ges. = durchschnittliches Nahrungsgewicht aller Mägen



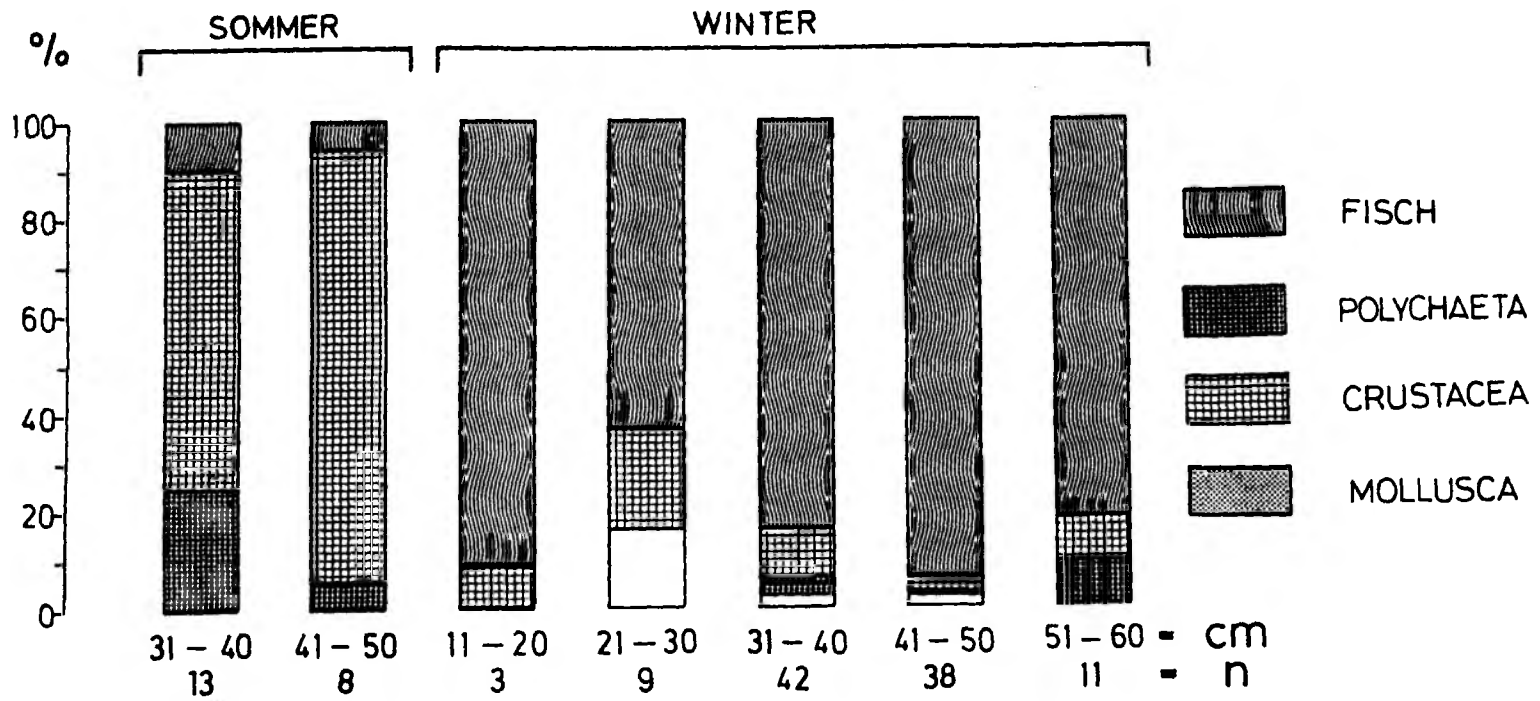


Abb. 7: Rochen, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes nach Längenklassen

Nach den o. g. Ergebnissen ernährt sich der Rochen im Winter hauptsächlich von Fischen. Sowohl nach dem Anteil am Nahrungsgewicht als auch nach der Häufigkeit des Vorkommens in den untersuchten Mägen ist der Sandaal der bedeutendste Beutefisch des Rochens. Sandaal trat in 72 % aller gefüllten Mägen auf, gefolgt vom Leierfisch, der in 15 % der Mägen gefunden wurde. Alle anderen Fischarten wurden jeweils in weniger als 4 % der Mägen angetroffen.

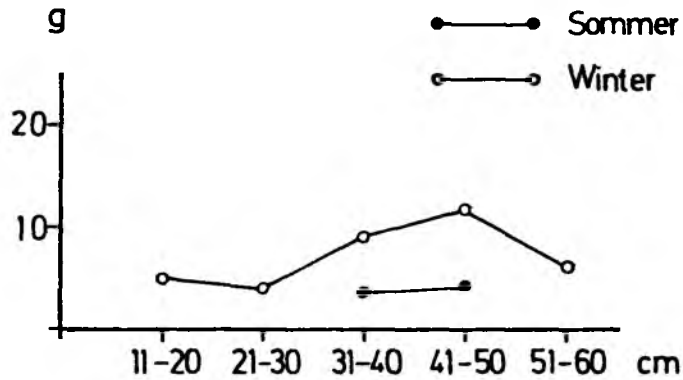


Abb. 8: Rochen, mittleres Gewicht des Mageninhaltes nach Längenklassen

E 1.3. Kabeljau (Gadus morhua L.)

Der Kabeljau ist die häufigste Grundfischart in der Nordsee. Insgesamt wurden 2253 Tiere auf ihre Nahrung hin untersucht. Auf der Sommerreise konnten 1806 und im Winter 447 Exemplare bearbeitet werden (siehe Tab. 6). Im Mittel fanden sich 40,9 % leere Mägen im gesamten Untersuchungsmaterial. Die Abweichung von diesem Wert war besonders deutlich im Winter mit 28,4 % leerer Mägen, während im Sommer immerhin 44,0 % der Mägen leer waren.

E 1.3.1. Die Kabeljaunahrung

Die Nahrung bestand in beiden Jahreszeiten aus Wirbellosen und Fischen. Allerdings stieg im Winter der Anteil an reiner Fischnahrung auf 26,4 % aller untersuchten Mägen, während es in der warmen Jahreszeit nur 11,8 % waren. Entsprechend reduzierte sich im Winter der Anteil an Mägen, in denen nur wirbellose Benthosorganismen gefunden wurden, gegenüber dem Sommer (37,1 %) auf 32,9 % (siehe Tab. 6). Die restlichen Mägen waren mit gemischter Nahrung (Fische und Wirbellose) gefüllt.

Tab. 6: Kabeljau

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Sommer	Winter
n	2253	1806	447
leer	40,9	44,0	28,4
Beutefische	14,7	11,8	26,4
Wirbellose	36,3	37,1	32,9
gemischt	8,1	7,0	12,3

Insgesamt wurden in den untersuchten Mägen 20 verschiedene Fischarten festgestellt. Die wirbellosen Beutetiere gehörten den Decapoden, Polychaeten, Mollusken und Echinodermen an. Ohne Berücksichtigung von Häufigkeit und Menge im Auftreten als Nahrung wurden folgende Fischarten gefunden:

Hering	(Clupea harengus L.)
Sprott	(Sprattus sprattus (L.))
Kabeljau	(Gadus morhua L.)
Schellfisch	(Melanogrammus aeglefinus (L.))
Zwergdorsch	(Trisopterus minutus (L.))
Wittling	(Merlangius merlangus (L.))
Stintdorsch	(Trisopterus esmarki (NILLSS.))
Silberdorsch	(Gadiculus thori J. Schm.)
Sandaal	(Ammodytes spec.)
Leierfisch	(Callionymus spec.)
Makrele	(Scomber scombrus L.)
Bandfisch	(Lumperus lampretæformis (WALH.))
Grundel	(Gobius spec.)
Butterfisch	(Pholis gunellus (L.))
Seequappe	(Lotinae spec.)
Seezunge	(Solea solea (L.))
Doggerscharbe	(Hippoglossoides platessoides (FABR.))
Kliesche	(Limanda limanda (L.))
Rochen	(Raja spec.)
Seeteufel	(Lophius spec.)

### E 1.3.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

#### E 1.3.2.1. Im Sommer

Im Sommer wurde in 56 % aller Mägen Nahrung gefunden. Zur Ermittlung der Abhängigkeit des Nahrungsspektrums von der Fischgröße wurde das Material getrennt nach Längenklassen ausgewertet. Die Nahrungszusammensetzung ist in Tab. 7 dargestellt.

#### Längenkategorie 11 bis 20 cm

Die kleinen Kabeljau hatten im Sommer hauptsächlich Fische gefressen (siehe Tab. 7). Insgesamt machten Fische 67,33 % vom Gewicht des Mageninhalts aus. Allein 63,08 % wurden vom Sandaal und ein kleiner Rest von 4,25 % vom Stintdorsch gestellt.

Die Wirbellosen waren ausschließlich durch Decapoden (*Corystes cassevelaunus*) mit 32,67 % des durchschnittlichen Gewichtes des Mageninhaltes vertreten. Im Mittel wurde in den vollen Mägen 1,97 g Nahrung gefunden, unter Einrechnung der leeren Mägen waren es 0,41 g.

#### Längenklasse 21 bis 30 cm

In den Mägen dieser Längenklasse wurde nur zu 23,67 % Beutefische gefunden. Diese setzen sich wie folgt zusammen: 12,08 % Sprott, 3,39 % Schellfisch, 3,01 % Sandaal, 2,61 % Kabeljau und 1,60 % Bandfisch. Erstaunlich hoch war in dieser Kategorie der Anteil der Crustaceen am Durchschnittsgewicht der aufgenommenen Nahrung. Insgesamt machten Crustaceen 63,01 % der Nahrung aus (siehe Tab. 7). In der genannten Reihenfolge waren folgende Taxa am häufigsten vertreten: Eupagurus spec., Corystes cassevelaunus, Crangon crangon und Macropinus spec. Die Polychaeten, allein vertreten durch die Gattung Aphrodite, stellen 10,82 % des Nahrungsgewichtes, während Mollusken, meist als Bruchstücke, nur noch 1,15 % ausmachten. Das Durchschnittsgewicht aller vollen Mägen lag bei 3,71 g, unter Einrechnung der leeren Mägen betrug die Magenfüllung im Mittel 1,33 g (siehe Tab. 7).

#### Längenklasse 31 bis 40 cm

Kabeljau der Längen 31 bis 40 cm hatten im Durchschnitt des Mageninhaltes zu 31,43 % Fische gefressen, und zwar nach dem Gewichtsanteil in folgender Reihenfolge: Schellfisch 8,41 %, Sandaal 5,52 %, Doggerscharbe 5,32 %, Wittling 3,81 %, Stintdorsch 3,49 %, Sprott 3,31 % und die Arten Kabeljau, Zwergdorsch, Leierfisch und Butterfisch jeweils weniger als 1 % (siehe Tab. 7).

Wie bei den beiden vorigen Längenklassen zählten auch hier die Crustaceen mit 50,18 % des Nahrungsgewichtes zur bedeutendsten Nahrung. Es handelte sich im wesentlichen um Decapoden (Crangon crangon 17,52 %, Macropinus spec. 14,56 %, Corystes cassevelaunus 5,48 % und Eupagrus spec. 3,04 %).

Als dritte, bedeutende Gruppe folgten wiederum die Polychaeten mit 17,21 % des durchschnittlichen Gewichtes des Mageninhaltes. Mollusken waren nur in geringen Mengen mit insgesamt weniger als 1 % vertreten. Das Durchschnittsgewicht einer Magenfüllung lag bei 7,29 g. Unter Einrechnung der leeren Mägen errechnet sich ein durchschnittlicher Mageninhalt von 4,72 g.

#### Längenklasse 41 bis 50 cm

Kabeljau von 41 bis 50 cm Länge hatten im Durchschnitt zu 49,19 % des Nahrungsgewichtes Fische gefressen. Am häufigsten war die Doggerscharbe mit 16,67 % des Gewichtes vertreten, gefolgt von jungen Schellfischen (13,04 %), Stintdorsch (8,68 %), Sandaal (4,28 %), Wittling (3,45 %), Hering (1,23 %) und Butterfisch, Dorsch, Leierfisch, Silberdorsch und Sprott mit jeweils unter 1 % der Magenfüllung (siehe Tab. 7). An erster Stelle unter den Wirbellosen folgten wie bei den vorigen Längenklassen wieder die Crustaceen mit 39,77 % des durchschnittlichen Nahrungsgewichtes. Unter den Crustaceen wiederum waren am häufigsten die Decapoden vertreten. Polychaeten erreichten im Mittel 5,37 %, Mollusken 3,73 % und Echinodermen, die erstmalig in dieser Längenklasse auftraten, 1,19 % des Nahrungsgewichtes. Im Mittel wog der Mageninhalt in dieser Längenklasse 16,58 g. Dieser Wert reduziert sich bei Einrechnung der leeren Mägen auf 10,93 g.

#### Längenklasse 51 bis 60 cm

Die Nahrung der Kabeljau der Längenklasse 51 bis 60 cm bestand im Sommer (siehe Tab. 7) zu 38,27 % aus Fischen, die durch folgende Arten vertreten waren: Doggerscharbe (11,41 %), Kabeljau (7,23 %), Hering (5,22 %), Sandaal (4,52 %), Kliesche (2,87 %), Makrele (1,82 %), Schellfisch (1,90 %), Stintdorsch (1,40 %), Seequappe (1,26 %) und Wittling, Bandfisch und Butterfisch (zusammen unter 1 %). Mehr als die Hälfte der aufgenommenen Nahrung wurde mit 51,65 % des Nahrungsgewichtes durch die Crustaceen gestellt. Die Art Crangon crangon machte

allein 20,87 % des Mageninhaltes dieser Längensklasse aus, gefolgt von Macropinus spec. mit 16,39 % und Corystes casseve-launus mit 11,23 %. Polychaeten (überwiegend Aphrodite) machten 6,63 % der Nahrung aus. Echinodermen erreichten nur einen Anteil von 0,91 %. Das Durchschnittsgewicht des Mageninhaltes lag bei 21,61 g, unter Einrechnung der leeren Mägen bei 15,36 g.

#### Längensklasse 61 bis 70 cm

Die Längensklasse 61 bis 70 cm fällt durch einen sehr hohen Anteil an Fischen in der Nahrung auf. Durchschnittlich wurden 71,08 % der Nahrung von folgenden Fischen gestellt: Doggerscharben (20,47 %), Klieschen (13,34 %), Wittlinge (12,96 %), Schellfische (7,00 %), Leierfische (6,76 %), Stintdorsche (5,42 %), Kabeljau (2,42 %), Zwergdorsche (1,85 %) und Sandaale und Seequappen mit jeweils weniger als 1 % (siehe Tab. 7). Entsprechend dem hohen Fischanteil reduzierte sich der Anteil der Wirbellosen. Crustaceen (15,02 %) und Echinodermen (4,55 %) machten im Vergleich zu allen anderen Längensklassen allerdings einen recht hohen Anteil an der Nahrung aus. Polychaeten machten ähnlich wie in der vorigen Längensklasse 7,17 % des Nahrungsgewichtes aus. Das mittlere Gewicht des Mageninhaltes lag bei 49,94 g. Über alle untersuchten Mägen berechnet ging dieser Wert durch den Einfluß leerer Mägen auf 28,98 g zurück (siehe Tab. 7).

#### Längensklasse 71 bis 80 cm

Auch in dieser Längensklasse war der Fischanteil an der Nahrung recht hoch. Die insgesamt ermittelten 71,41 % verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Beutfische: Doggerscharbe (34,44 %), Makrele (18,35 %), Kliesche (8,00 %), Wittling (4,42 %), Schellfisch (3,27 %) und Stintdorsch (2,08 %). Ein einzelner Seeteufel allerdings machte durch seine Größe allein 0,38 % des mittleren Mageninhaltsgewichtes dieser Längensklasse aus (siehe Tab. 7). Die Crustaceen waren fast nur mit den Decapoden Crangon crangon (17,15 %) und Macropinus spec.

(7,91 %) zu insgesamt 25,92 % am Mageninhalt beteiligt. Echinodermen (1,87 %), Mollusken (0,23 %) und Polychaeten (0,57 %) erreichten im Vergleich mit kleineren Fischen weniger Bedeutung als Nahrung. Das Durchschnittsgewicht des Mageninhalt lag bei 62,52 g, unter Einrechnung der leeren Mägen bei 43,38 g Nahrungsgewicht (siehe Tab. 7).

#### Längenklasse 81 bis 90 cm

Es fällt auf, daß Kabeljau dieser Längenklasse weniger Fisch gefressen hatten als alle anderen Fische über 60 cm Länge. Möglicherweise ist aber die Ursache dafür im geringen Probenumfang ( $n = 18$ ) zu suchen. Immerhin machten Beutefische 66,27 % des Nahrungsgewichtes aus. Häufigster Beutefisch war der Wittling (34,36 %), gefolgt von Makrelen (15,48 %), Doggerscharben (7,98 %), Klieschen (6,68 %), Rochen (1,23 %), Sandaal (0,29 %) und Seequappen (0,26 %). Den überwiegenden Rest der Nahrung stellten die Crustaceen mit 33,33 % (siehe Tab. 7). Wichtigste Vertreter dieser Gruppe waren wiederum Crangon crangon (18,59 %) und Macropinus spec. (14,20 %). Polychaeten bleiben mit 0,40 % unbedeutend, Mollusken und Echinodermen waren nicht vertreten. Das Durchschnittsgewicht des Mageninhalt wurde mit 116,08 g errechnet, unter Zurechnung der leeren Mägen verringerte sich dieser Wert auf 94,97 g (siehe Tab. 7).

#### Längenklasse 91 bis 100 cm

Diese sehr großen Kabeljaus waren nur mit 9 Exemplaren im Untersuchungsmaterial des Sommers vertreten. Sie hatten überwiegend Fisch (94,63 %) gefressen. Unter den Beutefischen waren Hering (39,24 %), Wittling (32,59 %) und Doggerscharbe (17,64 %) von herausragender Bedeutung. Stintdorsch (4,12 %) und Leierfisch (1,04 %) wurden weniger häufig gefunden. An Wirbellosen ließen sich nur Crustaceen (5,37 %) im Magen finden. Letztere bestanden ausschließlich aus Exemplaren der Art Crangon crangon. Der durchschnittliche Mageninhalt betrug 187,57 g, unter Einbeziehung der leeren Mägen 153,47 g (siehe Tab. 7).



Längenklasse über 100 cm

Leider konnten nur 5 Tiere über 100 cm Länge gefangen werden, so daß keinerlei verlässliche Aussage gemacht werden kann. Die Nahrung dieser wenigen Tiere bestand zu 56,19 % aus Fischen der Arten Stintdorsch (24,37 %) und Doggerscharben (31,82 %). Crustaceen stellten den Rest des Mageninhaltes mit 43,81 %. Dieser recht hohe Anteil an Wirbellosen muß angezweifelt werden, da er aus dem Vergleich mit den vorhergehenden Längenklassen stark nach oben verschoben ist. Der durchschnittliche Mageninhalt wog 108,06 g (nur volle Mägen).

Tab. 7: Kabeljau, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen im Sommer

Länge (cm)	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	≥ 101
n	18	183	300	219	140	47	34	18	9	5
Hering	-	-	-	1,23	5,22	-	-	-	39,24	-
Sprott	-	12,08	3,31	0,02	-	-	-	-	-	-
Kabeljau	-	2,61	0,76	0,73	7,23	2,42	-	-	-	-
Schellfi.	-	3,39	8,41	13,04	1,90	7,00	3,27	-	-	-
Zwergdor.	-	-	0,39	-	-	1,85	-	-	-	-
Wittling	-	-	3,81	3,45	0,31	12,96	4,42	34,36	32,59	-
Stintdor.	4,25	-	3,49	8,68	1,40	5,42	2,08	-	4,12	24,37
Silberdor.	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-
Sandaal	63,08	3,01	5,52	4,28	4,52	0,28	0,47	0,29	-	-
Leierfi.	-	-	0,28	0,26	-	6,76	-	-	1,04	-
Makrele	-	-	-	-	1,82	-	18,35	15,48	-	-
Bandfisch	-	1,60	-	-	0,26	-	-	-	-	-
Butterfi.	-	-	0,14	0,73	0,07	-	-	-	-	-
Seequappe	-	-	-	-	1,26	0,58	-	0,26	-	-
Doggersch.	-	-	5,32	16,67	11,41	20,47	34,44	7,97	17,64	31,82
Kliesche	-	-	-	-	2,87	13,34	8,00	6,68	-	-
Rochen	-	-	-	-	-	-	-	1,23	-	-
Seeteufel	-	-	-	-	-	-	0,38	-	-	-
Crustacea	32,67	63,01	50,18	39,77	51,65	15,02	25,92	33,33	5,37	43,81
Mollusken	-	1,15	0,97	3,73	1,03	0,22	0,23	-	-	-
Polychaete	-	10,82	17,21	5,37	6,63	7,17	0,57	0,40	-	-
Echino.	-	-	-	1,19	0,91	4,55	1,87	-	-	-
Maziert	-	0,85	-	-	1,51	1,96	-	-	-	-
Sonstige	-	0,50	0,21	0,75	-	-	-	-	-	-
$\bar{N}_g$ voll	1,95	3,71	7,29	16,58	21,61	49,94	62,52	116,08	187,57	108,06
$\bar{N}_g$ gesamt	0,41	1,33	4,72	10,93	15,36	28,98	43,38	94,97	153,47	108,06

$\bar{N}_g$  siehe Tab. 5

#### E 1.3.2.2. Im Winter

Auf der Winterreise wurde weniger Kabeljau gefangen und untersucht als im Sommer. 71,6 % der insgesamt 447 untersuchten Mägen waren mit Nahrung gefüllt. Die Nahrungszusammensetzung, ermittelt aus der Untersuchung dieser 320 gefüllten Mägen, ist in Tab. 8 dargestellt.

#### Längenklasse 11 bis 20 cm

Beutefische waren in den Mägen dieser Klasse nur mit 16,54 % (ausnahmslos Grundeln) vertreten. Eine überragende Bedeutung als Nahrung hatten Crustaceen (hauptsächlich Crangon crangon), mit einem Anteil von 58,51 % am Nahrungsgewicht. Ebenfalls häufiger als die Beutefische wurden Polychaeten (Nephtys spec. und Nereis spec.) mit durchschnittlich 24,29 % der Nahrung ermittelt.

#### Längenklasse 21 bis 30 cm

Die Nahrung dieser Längenklasse ist vielseitig (siehe Tab. 8). Sie besteht zu 68,98 % aus Beutefischen, unter denen der Stintdorsch (23,77 %), Bandfische (14,21 %) und Makrelen (11,93 %) die größte Bedeutung erlangen. Es folgen Kliesche (6,78 %), Sprott (4,29 %) und Seequappen (4,13 %) als weniger bedeutende Fischnahrung und schließlich die gelegentlich aufgenommenen Arten wie Schellfisch (2,05 %), Leierfisch (1,31 %) und Grundeln (0,51 %). Es fällt besonders auf, daß die Grundeln im Vergleich zur Längenklasse 11 bis 20 cm stark zurückgehen. Ebenso weisen hier die Crustaceen einen deutlich geringeren Anteil an der Nahrung auf. Der Anteil von 24,01 % am Nahrungsgewicht wird allein von der Art Crangon crangon gestellt. Mollusken treten hier mit 2,60 % in der Nahrung auf. Die Polychaeten machen nur noch 1,06 % des mittleren Nahrungsgewichtes aus.

Längenklasse 31 bis 40 cm

Der Beutefischanteil liegt in dieser Längenklasse bei 52,01 % und umfaßt das größte Artenspektrum aller untersuchten Klassen. Von größerer Bedeutung als Nahrung sind Stintdorsch (15,67 %), Kabeljau (11,10 %), Seequappe (6,71 %), Schellfisch (4,36 %) und Sprott (4,35 %). Die restlichen Arten wie Sandaal (2,70 %), Grundel (2,33 %), Seezunge (1,67 %), Leierfisch (1,13 %), Doggerscharbe (1,08 %) und Kliesche (0,91 %) treten nur selten in der Nahrung dieser Längenklasse auf. Crustaceen haben weiterhin eine große Bedeutung als Nahrung (35,19 %). Auffällig hoch ist in dieser Klasse der Anteil der Mollusken mit 5,61 % des ermittelten Nahrungsgewichtes. Ähnlich bedeutend sind Polychaeten mit einem mittleren Anteil von 7,19 %, die allein von Nephtys spec. gestellt werden.

Längenklasse 41 bis 50 cm

Fische von 41 bis 50 cm Länge hatten einen Fischanteil von 72,05 % in den Mägen. Die Bedeutung des Stintdorsches als Nahrung nahm im Vergleich zu kleineren Fischen zu und erreichte 33,32 % des Nahrungsgewichtes. Erstmals und recht häufig wurden Wittlinge (21,60 %) gefressen. Ihnen folgte als nächste wichtige Art der Schellfisch mit 8,41 % des Mageninhaltes. Seezungen (2,89 %), Sprott (2,31 %), Seequappen (1,87 %) und Leierfisch (1,65 %) wurden nur relativ selten in den Mägen gefunden. Entsprechend dem hohen Fischanteil an der Nahrung ging die Bedeutung anderer Gruppen zurück. Crustaceen machten allerdings noch 22,19 % der Nahrung aus. Mollusken (0,20 %) hingegen waren kaum noch vertreten. Etwas rückläufig im Vergleich zur vorhergehenden Längenklasse waren die Polychaeten, deren mittlerer Anteil am Nahrungsgewicht immerhin aber noch 5,04 % erreichte. Allein in dieser Längenklasse wurden Echinodermen, wenn auch in sehr geringen Mengen (0,06 %) gefunden.

Längenklasse 51 bis 60 cm

Kabeljau von 51 bis 60 cm Länge hatten sich fast ausschließlich von Fischen ernährt, die 93,69 % der Nahrungsmenge ausmachten. Fast die Hälfte der Beutefische wurde allein vom Wittling mit einem Anteil von 43,47 % am Gesamtnahrungsgewicht gestellt. Der Stintdorsch hielt mit 17,61 % neben dem Schellfisch (15,15 %) seine bedeutende Stellung als Nahrung des Kabeljau. Kabeljau (7,97 %) und Hering (6,85 %) konnten als weitere Beutefische mit nennenswertem Anteil an der Gesamtnahrung ermittelt werden. Sandaal (2,04 %) und Doggerscharbe (0,60 %) traten nur selten auf. Die Crustaceen hatten im Vergleich zu kleineren Längenklassen mit 5,43 % der Nahrung nur noch eine geringe Bedeutung. Mollusken tauchten nicht mehr auf, und Polychaeten stellten nur noch 0,45 % der Gesamtnahrung.

Längenklasse 61 bis 70 cm

Die Längenklasse 61 bis 70 cm war nur mit 11 Exemplaren (volle Mägen) im Untersuchungsmaterial vertreten. In der Nahrung fanden sich mit 99,37 % des Nahrungsgewichtes fast ausschließlich Fische der Arten Wittling (89,02 %) und Doggerscharbe (10,35 %). Von den restlichen Gruppen waren nur gelegentlich Crustaceen (0,23 %) und Polychaeten (0,40 %) aufgenommen worden (siehe Tab. 8).

Längenklasse 71 bis 80 cm

In den 7 untersuchten, vollen Mägen dieser Längenklasse waren fünf Fischarten vertreten, die zusammen 55,01 % des Nahrungsgewichtes ausmachten. Als wichtigster Beutefisch wurde auch hier der Wittling mit 25,67 % der Nahrung ermittelt, gefolgt von Schellfisch mit 21,02 %. Leierfisch (4,95 %) und Doggerscharbe (3,37 %) waren von geringerer Bedeutung. Die Crustaceen nahmen 14,05 % des Nahrungsgewichtes ein und damit gegenüber den beiden vorhergehenden Längenklassen deutlich an Bedeutung zu. Polychaeten erreichten mit 1,55 % wiederum nur

einen geringen Anteil. Mollusken und Echinodermen fehlten vollständig.

#### Längenklasse 81 bis 90 cm

Diese Längenklasse war mit 18 Exemplaren im untersuchten Material vertreten. Der Anteil der Beutefische an der Nahrung ist gegenüber den drei vorhergehenden und den nachfolgenden Längenklassen erstaunlich niedrig. So machten Fische nur 63,34 % des Nahrungsgewichtes aus. Als häufigster Beutefisch tritt auch hier der Wittling mit 25,83 % auf. Besonders hoch ist in dieser Klasse der Anteil an Sprotten mit 23,64 % des Nahrungsgewichtes. Erstmals bei Fischen über 40 cm Länge treten hier Klieschen als Beutefische mit einem Anteil von 8,34 % auf. Leierfisch (2,68 %), Doggerscharbe (2,33 %) und Sandaal (0,52 %) wurden nur gelegentlich gefunden. Die Crustaceen liegen mit 34,30 % der Nahrung deutlich über dem Niveau der benachbarten Längenklassen, während Polychaeten wie bei allen großen Kabeljau nur gering (2,36 %) vertreten sind.

#### Längenklasse 91 bis 100 cm

Die 11 untersuchten Exemplare der Längenklasse 91 bis 100 cm hatten sich überwiegend von Fischen ernährt. Insgesamt machten Fische 95,62 % des Nahrungsgewichtes aus. Allein die Kliesche stellte 52,73 % des Gesamtnahrungsgewichtes. Schellfische machten mit 28,19 % ebenfalls einen bedeutenden Anteil an der Nahrung aus. Wittlinge erreichten mit 6,49 % nicht die Bedeutung, die sie als Nahrung der benachbarten Längenklassen spielten, dafür waren Leierfische mit 8,21 % der Nahrung häufiger als in anderen Gruppen vertreten. Die deutliche Abnahme der Crustaceen (4,38 %) als Nahrung großer Kabeljau scheint charakteristisch für große Tiere zu sein, da auch bei Tieren über 100 cm Länge nur noch geringe Mengen Crustaceen angetroffen wurden.

Tab. 8: Kabeljau, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen im Winter

Länge (cm)	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	≥ 101
n	19	67	74	74	27	11	7	18	11	12
Hering	-	-	-	-	6,85	-	-	-	-	-
Sprott	-	4,29	4,35	2,31	-	-	-	23,64	-	-
Kabeljau	-	-	11,10	-	7,97	-	-	-	-	-
Schellfi.	-	2,05	4,36	8,41	15,15	-	21,02	-	28,19	-
Wittling	-	-	-	21,60	43,47	89,02	25,67	25,83	6,49	32,91
Stintdor.	-	23,77	15,67	33,32	17,61	-	-	-	-	0,33
Sandaal	-	-	2,70	-	2,04	-	-	0,52	-	-
Leierfi.	-	1,31	1,13	1,65	-	-	4,95	2,68	8,21	0,63
Makrele	-	11,93	-	-	-	-	-	-	-	-
Bandfi.	-	14,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Grundel	16,54	0,51	2,33	-	-	-	-	-	-	-
Seequappe	-	4,13	6,71	1,87	-	-	-	-	-	-
Seezunge	-	-	1,67	2,89	-	-	-	-	-	-
Doggersch.	-	-	1,08	-	0,60	10,35	3,37	2,33	-	48,56
Kliesche	-	6,78	0,91	-	-	-	-	8,34	52,73	12,05
Crustacea	58,51	24,01	35,19	22,19	5,43	0,23	14,05	34,30	4,38	2,83
Mollusken	-	2,60	5,61	0,20	-	-	-	-	-	-
Polychaet	24,29	1,06	7,19	5,04	0,45	0,40	1,55	2,36	-	2,69
Echinoder.	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-
Mazeriert	0,66	3,35	-	0,46	0,43	-	29,39	-	-	-
$\bar{N}_g$ voll	0,88	3,78	9,09	15,08	39,16	71,42	72,89	177,85	119,71	186,07
$\bar{N}_g$ voll+leer	0,41	2,40	6,94	13,13	30,21	39,28	51,02	128,05	77,46	186,07

$\bar{N}_g$  siehe Tab. 5

Längenklasse über 100 cm

Ähnlich wie in der vorhergehenden Klasse stellten Fische auch bei Kabeljau über 100 cm Länge den weitaus größten Teil der Nahrung mit insgesamt 94,48 % des Nahrungsgewichtes. Allerdings waren es nicht Klieschen, sondern Doggerscharben, die hier mit 48,56 % des Gesamtnahrungsgewichtes den größten Teil der Nahrung stellten, gefolgt von Wittlingen mit 32,91 % des Nahrungsgewichtes. Klieschen (12,05 %), Leierfisch (0,63 %) und Stintdorsch erreichten in dieser Längenklasse nur geringen Anteil. Crustaceen (2,83 %) und Mollusken (2,69 %) machen nur geringe Mengen aus und scheinen als Nahrung für große Kabeljau kaum noch eine Rolle zu spielen (siehe Tab. 8).



E 1.3.3. Änderung der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlänge

E 1.3.3.1. Im Sommer

Aus den in Tab. 7 dargestellten Werten über die Nahrungszusammensetzung des Kabeljaus wird deutlich, daß der Anteil der Beutefische an der Nahrung mit zunehmender Länge des Kabeljaus zunimmt. Ausgenommen von dieser Tendenz sind lediglich Tiere unter 21 cm Länge, da in diesem Größenbereich große Mengen Sandaale in der Nahrung gefunden wurden. Diese Tatsache ändert aber nichts an der Aussage, daß mit zunehmender Größe der Räuber auch die Größe der aufgenommenen Beutefische ansteigt. Schließlich werden kleine Beutefische wie Sandaal und Sprott nur von kleineren Kabeljau von 40 bis 60 cm Länge in nennenswerten Mengen aufgenommen. Heringe wurden nur als Nahrung der Kabeljau von 41 bis 60 cm und 91 bis 100 cm Länge gefunden. Besonders groß war der Anteil an Heringen in den Mägen der Längenkategorie 91 bis 100 cm. Kannibalismus wurde nur im Bereich der Längen von 21 bis 70 cm beobachtet und hier besonders bei Tieren über 50 cm Länge. Diese Erscheinung deckt sich mit den Ergebnissen anderer Autoren (DAAN, 1973). Schellfische wurden von Kabeljau ab 21 cm Länge aufgenommen. Den größten Anteil an der Nahrung erreichte diese Art in den Mägen der Längensklassen 31 bis 50 und 61 bis 70 cm. Größere Kabeljau fraßen keinen Schellfisch. Eine große Rolle in der Nahrung spielte der Wittling. Beginnend bei der Längensklasse 31 bis 40 cm steigerte sich der Anteil der Wittlinge an der Beute erheblich bis hin zu den großen Tieren. Daß Tiere über 100 cm Länge keinen Wittling gefressen hatten, dürfte Zufall sein und seine Ursache im geringen Probenumfang haben. Geringer als erwartet fiel der Anteil an Stintdorsch in der Nahrung aus. Er wurde zwar in fast allen Längensklassen beobachtet, spielte allerdings nie eine dominierende Rolle. Der große Anteil an Stintdorsch in den Mägen der Tiere über 100 cm Länge dürfte wiederum Zufall sein. Eine bedeutende Nahrung des Kabeljaus war die Doggerscharbe. Tiere ab 31 cm Länge hatten diese Art gefressen. Mit zunehmender Länge nahm der Anteil der

Doggerscharbe an der Nahrung zu, erreichte bei Tieren von 61 bis 80 cm Länge den größten Anteil, um dann wieder leicht zurückzugehen. Der hohe Wert in den Mägen der Längenkategorie über 100 cm ist zweifelhaft. Als weiterer bedeutender Beutefisch wurde die Kliesche in Kabeljauen der Länge 51 bis 90 cm gefunden. Ihre Häufigkeit ist ähnlich wie die der Doggerscharbe am größten in den Mägen der Kabeljaue von 61 bis 80 cm Länge. Makrelen wurden fast ausschließlich von Tieren der Länge 71 bis 90 cm, dort allerdings recht häufig, gefressen. Die restlichen Beutefische wie Leierfisch, Zwergdorsch, Silberdorsch, Bandfisch, Butterfisch, Seequappe, Rochen und Seeteufel wurden nur gelegentlich, meist allerdings von Kabeljau mittlerer Größe, aufgenommen. Insgesamt hatten die mittleren Größenklassen das größte Artenspektrum an Beutefischen aufgenommen, während Kabeljau unter 30 cm und über 90 cm Länge sich auf weniger Beutearten beschränken. Nach den Beutefischen spielten die Crustaceen, ausschließlich durch Decapoden vertreten, die größte Rolle in der Nahrung des Kabeljaus. Mit zunehmender Größe der Räuber geht hier allerdings die Bedeutung als Nahrung deutlich zurück. Eine Ausnahme davon bilden kleine Tiere (11 bis 20 cm), die nur halb so viel Crustaceen gefressen hatten wie die nächste Längenkategorie und Tiere über 100 cm Länge mit einem großen Anteil an Crustaceen an der Nahrung. Diese beiden Klassen waren allerdings nur in geringer Zahl im Untersuchungsmaterial vertreten, so daß diese Aussagen nicht abgesichert sind.

Polychaeten machten nur bei Kabeljau bis zu 70 cm Länge einen nennenswerten Anteil an der Nahrung aus. Mit zunehmender Länge der Räuber allerdings ging ihre Bedeutung zurück. Für Tiere unter 40 cm Länge stellen sie immerhin einen wesentlichen Teil der Nahrung dar.

Mollusken sind als Nahrung kaum von Bedeutung. Ähnlich wie die Polychaeten ist ihre Aufnahme auf Tiere mittlerer und kleiner Größenklassen beschränkt. Von nennenswertem Anteil waren sie nur in Tieren der Größenklasse 41 bis 50 cm. Echinodermen wurden nur in den Mägen der Längenkategorie 41 bis 80 cm, und hier häufiger bei Tieren von 61 bis 70 cm Länge, gefunden. Insgesamt stellen sie keine bedeutende Kabeljaunahrung dar.

Ein Überblick über die gesamte in Tab. 7 dargestellte Kabeljaunahrung zeigt deutlich, daß Kabeljau mittlerer Größe das breiteste Nahrungsspektrum haben. Neben vielen Fischarten werden Crustaceen, Mollusken, Polychäten und Echinodermen aufgenommen. Kleine Fische und besonders deutlich Kabeljau über 80 cm Länge beschränken sich in ihrer Nahrung auf Crustaceen und Fische. Der Zusammenhang zwischen Fischgröße und Größe der Beutetiere ist deutlich dadurch gekennzeichnet, daß mit zunehmender Größe der Räuber die Größe der Beutetiere zunimmt und schließlich das Artenspektrum in der Nahrung schmaler wird (siehe Abb. 9).

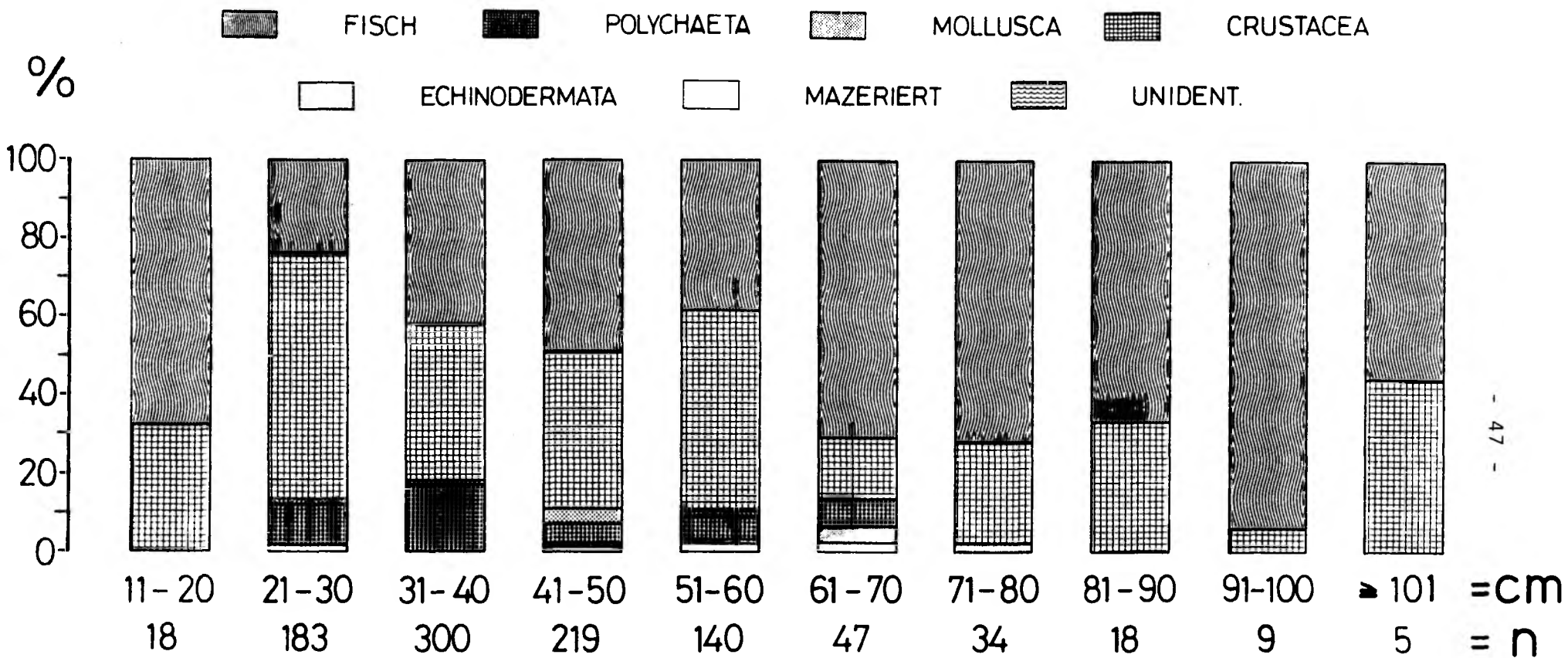


Abb. 9: Kabeljau, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes im Sommer nach Längenklassen

### E 1.3.3.2. Im Winter

Grundsätzlich machen im Winter Beutefische den größten Anteil an der Nahrung des Kabeljaus über 20 cm Länge aus. Mit zunehmender Länge der Tiere werden mehr Fische aufgenommen. Allein im Längenbereich 71 bis 90 cm geht der Anteil an Beutefischen zugunsten der Crustaceen deutlich zurück (siehe Tab. 8). Fische unter 20 cm Länge ernähren sich überwiegend von Crustaceen und Polychaeten. Als Beutefisch tritt hier nur die Grundel auf, die bei Fischen über 40 cm Länge aus der Nahrung verschwindet. Entsprechend dem Anstieg des Anteils der Fische an der Gesamtnahrung nimmt die Bedeutung der Crustaceen ab. Nur bis zu einer Fischlänge von 50 cm sind Crustaceen als bedeutende Nahrung anzusehen. Erstaunlich ist allerdings, daß im Längenbereich 71 bis 90 cm die Crustaceen wieder bis zu einem Drittel des Nahrungsgewichtes stellen. Mollusken werden nur von Kabeljau zwischen 21 und 50 cm Länge als Nahrung aufgenommen, allerdings in kleinen Mengen. Polychaeten sind ebenfalls von geringer Bedeutung, sie treten zwar in fast allen Längensklassen auf, machen aber nur bei Tieren unter 20 cm Länge einen bedeutenden Anteil der Gesamtnahrung aus. Echinodermen wurden nur in einer Längensklasse in sehr geringer Menge gefunden. Die Bedeutung der Fische als Kabeljaunahrung ist über-  
ragend. Insgesamt wurden 15 Arten Beutefische in den Kabeljaumägen gefunden. Mit steigender Länge des Kabeljaus wächst der Anteil der Beutefische an der Nahrung deutlich. Große Kabeljau ernährten sich im Winter überwiegend von Fischen. Der hohe Anteil an Crustaceen in der Längensklasse 81 bis 90 cm kann als Ausreißer angesehen werden. Mit zunehmender Größe der Kabeljaue verschiebt sich auch das Artenspektrum der Beutefische. Fressen kleine Kabeljau von 11 bis zu 50 cm Länge noch kleinere Arten wie Sprott, Stintdorsch, Grundel, Seequappen und Sandaal, so finden sich in den Mägen der Tiere über 50 cm Länge zunehmend größere Arten als Beutefische wie Wittling, Schellfisch, Doggerscharbe und Klieschen. Kannibalismus wurde nur bei Kabeljau der Längensklassen 31 bis 40 und 51 bis 60 cm beobachtet. Hering wurde nur von Tieren der Klasse 51 bis 60 cm Länge aufgenommen (siehe Abb. 10).

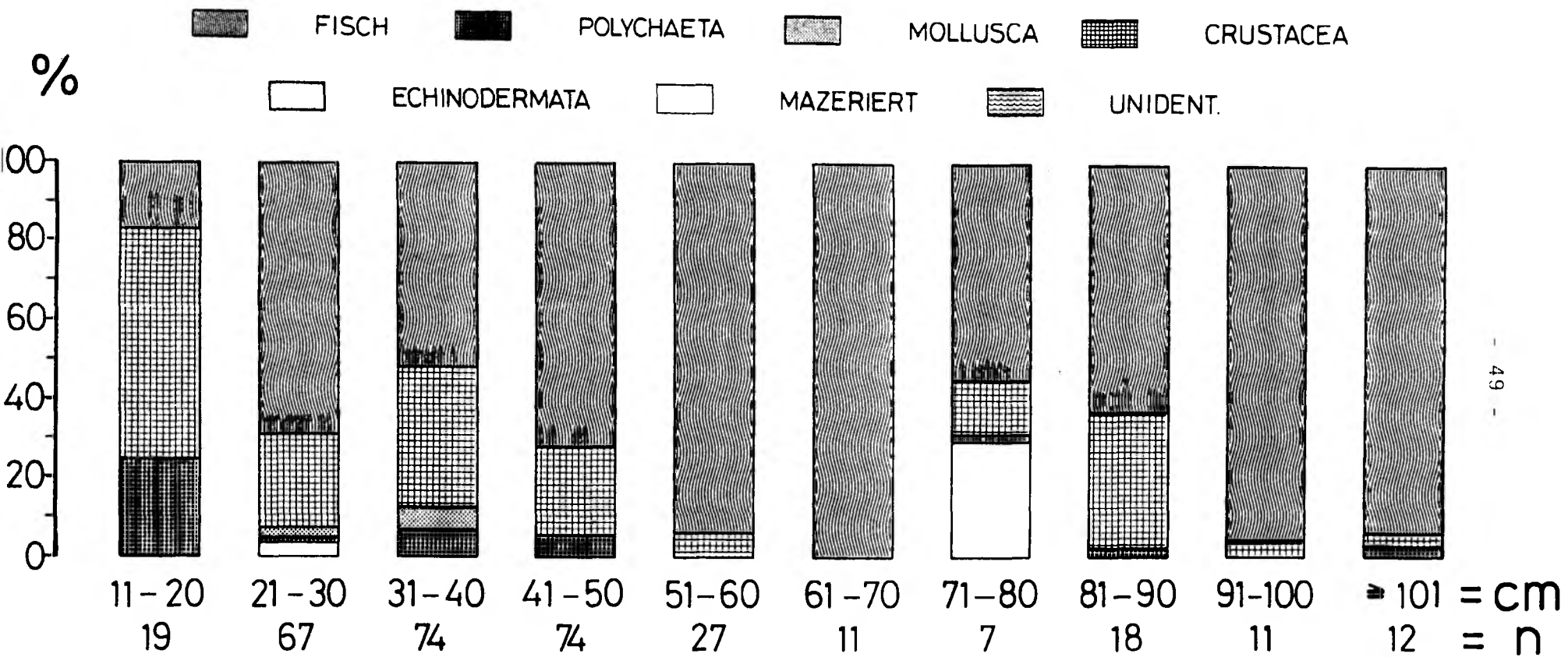


Abb. 10: Kabeljau, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes im Winter nach Längenklassen

E 1.3.4. Vergleich der Nahrungszusammensetzung im Sommer und Winter

Der Kabeljau frißt sowohl im Winter als auch im Sommer mehr Fische als Wirbellose. Der Anteil der Beutefische an der Gesamtnahrung liegt dabei im Winter deutlich höher als im Sommer. Die Arten Silberdorsch, Rochen, Seeteufel, Zwergdorsch und Butterfisch wurden nur im Sommer in geringen Mengen in den Mägen gefunden, die Seezunge hingegen trat nur im Winter in der Nahrung auf. Kannibalismus war im Sommer häufiger als im Winter. Sandaale ließen sich im Sommer in fast allen Längenklassen als Nahrung treffen, im Winter dagegen nur selten. Auffallend dabei ist, daß sich Kabeljau unter 20 cm Länge im Sommer fast zu zwei Drittel von Sandaal ernähren. Makrelen wurden im Winter nur von Kabeljau zwischen 21 und 30 cm Länge, im Sommer dagegen von Tieren des Größenbereiches 51 bis 90 cm aufgenommen. Grundeln spielten nur in den Wintermonaten eine Rolle als Nahrung kleiner Kabeljau bis zu 40 cm Länge. Die Längenklasse 11 bis 20 cm nimmt offensichtlich im Sommer nur Sandaal und wenig Stintdorsch und im Winter nur Grundeln als Fischnahrung auf. Seequappen fanden sich im Sommer nur in Tieren über 50 cm und im Winter nur in Kabeljau unter 50 cm Länge. Schellfisch und Wittling wurden sommers wie winters gefressen, im Winter allerdings häufiger als im Sommer. Stintdorsch wurde im Sommer von Kabeljau aller Größen und im Winter nur von solchen unter 60 cm Länge in größeren Mengen gefressen. Der Anteil der Crustaceen an der Kabeljaunahrung war im Sommer insgesamt höher als im Winter. Mollusken wurden das ganze Jahr über aufgenommen, im Winter allerdings nur von Fischen bis 50 cm Länge. In der Nahrung der Kabeljaue unter 20 cm Länge wurden keine Mollusken gefunden. Polychaeten wurden sommers wie winters in fast allen Längenklassen beobachtet. Auffällig ist dabei der hohe Anteil an Polychaeten im Winter in der Nahrung der kleinsten Kabeljaue (11 bis 20 cm Länge). Echinodermen kamen mit einer Ausnahme nur im Sommer in der Nahrung vor, und zwar bei Kabeljau von 41 bis 80 cm Länge.

E 1.4. Schellfisch (Melanogrammus aeglefinus L.)

Der Schellfisch kommt sowohl im Sommer als auch im Winter überall, besonders aber in der nördlichen und westlichen Nordsee, vor.

Insgesamt wurden 3507 Schellfische, davon 1589 im Winter und 1918 im Sommer, untersucht. Tab. 9 gibt einen Überblick über die Verteilung von Mägen mit bzw. ohne Nahrungsinhalt und einen Überblick über die Mägen, in denen die jeweilige Nahrungstiergruppe vorkam.

Tab. 9: Schellfisch, Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Sommer	Winter
n	3507	1918	1589
leer	50,1	38,7	63,9
Beutefische	0,9	3,6	2,7
Wirbellose	45,8	56,5	32,8
gemischt	3,2	1,1	2,7

Die Aufteilung der aufgenommenen Nahrung nach Beutefischen, Wirbellosen und gemischter Nahrung gab folgende Ergebnisse: Reine Fischnahrung fand sich nur in 0,9 % aller (= 1,8 % der vollen) Mägen, Fische und Wirbellose gemischt in 3,2 % aller (= 6,4 % der vollen) Mägen. Am häufigsten waren volle Mägen mit rein wirbelloser Nahrung (siehe Tab. 9).

E 1.4.1. Die Nahrung des Schellfisches

Bei dieser Untersuchung fanden sich die sechs folgenden Fischarten in den Schellfischmägen:

Schellfisch	(Melanogrammus aeglefinus (L.))
Stintdorsch	(Trisopterus esmarki (NILLSS.))
Sandaal	(Ammodytes spec.)
Leierfisch	(Callionymus spec.)
Knurrhahn	(Trigla spec.)



Doggerscharbe (*Hippoglossoides platessoides* (FABR.)).

Wenn man die gefressenen Fische mit dem Nahrungsangebot an Beutefischen in der Nordsee vergleicht, sieht man, wie wenig der Schellfisch von Beutefischen Gebrauch macht. An Wirbellosen wurden neben Crustaceen, Mollusken und Polychaeten auch Echinodermen reichlich verzehrt.

E 1.4.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

E 1.4.2.1. Im Winter

Längenkategorie 11 bis 20 cm

Die kleinen Schellfische von 11 bis 20 cm Länge hatten nur Wirbellose verzehrt. Mit 27,66 % wurden Polychaeten bevorzugt, die allerdings meistens nur noch aus Resten bestanden. Die Mollusken waren mit 11,55 %, überwiegend Tintenfische (*Alloteuthis subulata*), vorhanden. *Crangon crangon* war die führende Art der Crustaceen (8,35 %), und Amphipoden waren nur mit 0,18 % beteiligt. Echinodermen machten 3,81 % der gesamten Nahrung aus. Fast die Hälfte der Nahrung (48,63 %) war mazeriert (siehe Tab. 10).

Längenkategorie 21 bis 30 cm

Im Magen dieser Längenkategorie wurden 18,64 % Fische festgestellt. Sandaal mit etwa 11,63 % lag dabei an erster Stelle, gefolgt von Stintdorsch (5,86 %), Doggerscharbe (1,05 %) und Fischlarven (0,10 %). Die Fischlarven konnten wegen starker Verdauung nicht identifiziert werden. Crustaceen, hauptsächlich *Crangon* und Amphipoden, hatten einen Anteil von 21,13 %. Mollusken wurden in dieser Längenkategorie zu 20,65 % verzehrt, wobei auf die Tintenfische *Alloteuthis subulata* 11,78 %, *Sepiola atlantica* 3,30 % und auf Muscheln der Rest des Molluskenanteiles fiel. Polychaeten waren mit 11,42 % und Echinodermen mit 3,82 % an der Nahrung beteiligt. Mazerierte und unidentifizierte Nahrung machten zusammen 24,34 % aus (Tab. 10).

Längenklasse 31 bis 40 cm

Die Schellfische der 31 bis 40 cm-Längenklasse hatten 44,31 % Beutefische im Magen. Davon entfallen allein auf Sandaal 36,04 % und auf Stintdorsch 8,24 %. Von Plattfischen wurde nur Doggerscharbe (etwa 0,03 % der gesamten Nahrung) verzehrt. Crustaceen fanden sich mit insgesamt 7,11 % in den Schellfischmägen dieser Längenklasse. Mollusken (8,63 %) waren wiederum überwiegend durch Tintenfische (Alloteuthis subulata) vertreten. Polychaetenstücke machten etwa 5,86 % der gesamten Nahrung aus. Ophiurus spec., als einziger Vertreter der Echinodermen, stellte 6,41 %. Der mazerierte Anteil der gesamten Nahrung betrug hier 23,87 %. Der Rest (3,81 %) bestand je zur Hälfte aus unidentifizierten Tieren und Pflanzenstücken.

Längenklasse 41 bis 50 cm

In dieser Längenklasse steigt der Beutefischanteil auf 54,91 %. Der Stintdorsch ist gewichtsmäßig mit 32,42 % an erster Stelle zu nennen. Sandaal wurde zu 17,66 % verzehrt. Kannibalismus wurde erstmals bei dieser Längenklasse beobachtet (Tab. 10). Eupagurus spec. (7,96 %), Crangon crangon (2,62 %) und Amphipoden (0,12 %) waren die häufigsten der insgesamt mit 11,68 % vertretenen Crustaceen in dieser Längenklasse. Gastropoden stellten 5,26 % der Nahrung. Nephtys sp. und Polychaetenreste waren mit 9,66 % vertreten. Von Echinodermen (8,20 %) wurde hauptsächlich die Art Ophiurus spec. (7,94 %) und in geringen Mengen die Art Echinus spec. (0,25 %) gefunden. Ein Rest von 10,29 % war mazerierte Tiere.

Längenklasse 51 bis 60 cm

Insgesamt wurden 12 Fische dieser Größenklasse gefangen, davon sieben mit vollen Mägen. Der Beutefischanteil liegt wieder mit 52,59 % recht hoch. Im Gegensatz zu anderen Längenklassen wurde hier kein Sandaal verzehrt, statt dessen war der Leierfisch mit 22,63 % die häufigste Fischart. Auch der Anteil der Doggerscharbe steigt auf 21,37 % des gesamten Nahrungsgewichts

an. Stintdorsch wurde auch von großen Schellfischen zu 8,59 % gefressen. Die 5,64 % Crustaceen bestanden ausschließlich aus Amphipoden. Der Molluskenanteil sinkt hier auf 3,92 % ab, dagegen nimmt der Polychaetenanteil auf 31,33 % zu. 6,52 % der Nahrung waren mazeriert. Wegen der geringen Anzahl untersuchter Fische ist es nicht möglich, eine verlässliche Aussage zu machen.

#### E 1.4.2.2. Im Sommer

##### Längenklasse 11 bis 20 cm

Im Sommer wurde von kleinen Schellfischen der Längenklasse 11 bis 20 cm nur ein Exemplar gefangen; vermutlich wandern die kleinen Schellfische im Sommer weiter nach Norden.

##### Längenklasse 21 bis 30 cm

Räuber dieser Längenklasse haben zu 10,48 % Sandaal gefressen. Stintdorsche machten 2,95 % aus. Andere Beutefische wie Schellfisch, Knurrhahn und Fischlarven sind sehr gering vertreten und bedeutungslos. Kannibalismus wurde in dieser Längenklasse zu 0,71 % beobachtet. Crustaceen machten etwa 47,30 % der gesamten Nahrung aus, davon allein Crangon crangon über 38 %. Die Muscheln waren mit nur 3,55 % an der Nahrung beteiligt. Polychaeten bestanden aus Nephtys und Nereis mit zusammen insgesamt 8,30 %. Echinodermen waren nur durch die Art Ophiurus spec. (10,54 %) vertreten. Unidentifizierbare Tiere machten unter 1 % aus. Ein Rest von 14,96 % war mazeriert (siehe Tab. 10).

##### Längenklasse 31 bis 40 cm

In dieser Längenklasse spielen wiederum Sandaal (7,74 %) und Stintdorsch (1,52 %) die gleiche Rolle wie in der vorherigen Längenklasse.

Tab. 10: Schellfisch, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen

Länge (cm)	W i n t e r					S o m m e r				
	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
n	90	249	182	48	7	590	427	132	22	3
Schellf.	-	-	-	4,83	-	0,71	0,39	-	-	-
Stintdor.	-	5,86	8,24	32,42	8,59	2,95	1,52	-	-	-
Sandaal	-	11,63	36,04	17,66	-	10,48	7,74	3,30	1,67	-
Leierfi.	-	-	-	-	22,63	-	-	-	-	-
Knurrh.	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-
Doggers.	-	1,05	0,03	-	21,37	-	0,02	-	-	-
Fischlarv.	-	0,10	-	-	-	0,35	-	-	-	-
Crustacea	8,35	21,13	7,11	11,68	5,64	47,30	53,10	29,46	9,34	-
Mollusk.	11,55	20,65	8,63	5,26	3,92	3,55	2,75	0,40	0,58	-
Polychaet.	27,66	11,42	5,86	9,66	31,33	8,30	13,60	27,49	12,36	27,06
Echinode.	3,81	3,82	6,41	8,20	-	10,54	14,46	33,32	72,32	72,94
Unident.	-	2,47	3,81	-	-	0,80	0,36	2,76	3,73	-
Mazeriert	48,63	21,87	23,87	10,29	6,52	14,96	6,06	3,27	-	-
$\bar{N}_g$ voll	0,86	1,60	2,72	5,49	6,15	1,86	4,23	5,84	24,40	35,72
$\bar{N}_g$ ges.	0,05	0,56	1,09	4,40	3,59	1,06	2,82	3,82	17,32	35,72

$\bar{N}_g$  siehe Tab. 5

Kannibalismus ist hier nicht bedeutender als in der vorherigen Gruppe (0,39 %). Doggerscharben wurden nur in einem Fall gefunden. Die meisten Fische dieser Größe waren mit Crangon crangon (46,13 %) vollgestopft, deshalb war der Anteil an Crustaceen mit insgesamt 53,10 % der Nahrung sehr hoch. Muscheln wurden weit weniger (2,75 %) verzehrt. Von Polychaeten (13,60 %) konnte hier nur Nephtys festgestellt werden, sonst waren Bruchstücke kaum zu bestimmen. Echinodermen waren mit insgesamt 14,46 % durch die Arten Ophiurus spec. (14,19 %) und Echinus spec. (0,27 %) vertreten. Mazeriert und unidentifizierbar waren 6,06 % bzw. 0,36 % der aufgenommenen Nahrung.

#### Längenklasse 41 bis 50 cm

Die Beutefische dieser Längenklasse bestehen nur aus Sandaal (3,3 %). Crustaceen und Polychaeten wurden ungefähr gleich viel gefressen (29,46 % bzw. 27,49 %). Bevorzugt wurden offensichtlich Echinodermen mit einem Anteil von 33,32 % der Gesamtnahrung. Mollusken (0,40 %) wurden selten gefressen. Unidentifizierbar waren 2,76 % der gesamten Nahrung. Der Rest (3,27 %) war mazeriert.

#### Längenklasse 51 bis 60 cm

Hier wurden kaum Fische gefressen, und der Anteil von Sandaal als einzigem Beutefisch sinkt bis 1,67 % der Gesamtnahrung ab. Der prozentuale Anteil an Echinodermen steigt auf 72,32 % an. Mollusken sind dagegen bedeutungslos. Auch Crangon wurde nur zu 9,34 % verzehrt. Nephtys machte hier 12,36 % aus. Der unidentifizierbare Anteil betrug 3,73 %.

#### Längenklasse 61 bis 70 cm

In dieser Längenklasse wurden nur 3 Fische mit vollem Magen gefunden. Sie hatten nur Polychaeten (27,06 %) und Echinodermen (72,94 %) gefressen (siehe Tab. 10).

### E 1.4.3. Änderung der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlänge

#### E 1.4.3.1. Im Winter

Die kleinen Schellfische von 11 bis 20 cm Länge hatten keine Beutefische gefressen. Statt dessen bevorzugten sie generell Polychaeten, Mollusken, Crustaceen und z. T. Echinodermen. Der Beutefischanteil steigt von 18,64 % bei Tieren von 21 bis 30 cm Länge bis auf mehr als 50 % der Gesamtnahrung in den Längenklassen 41 bis 50 cm und 51 bis 60 cm an. Die Crustaceen variieren von Längenkategorie zu Längenkategorie; sie wurden am meisten von der Längenkategorie 21 bis 30 cm gefressen (Tab. 10). Eine Aufteilung der restlichen Nahrungsgruppen ergibt einen abnehmenden Gehalt von Mollusken mit zunehmender Größe der Räuber. Der Polychaetenanteil geht zuerst zwischen 11 und 40 cm zurück, nimmt danach aber wieder zu. Echinodermen finden sich zunehmend mit steigender Größe, allerdings nicht mehr in der Längenkategorie 51 bis 60 cm. Die Beutefische bestehen im Winter überwiegend aus Sandaal und Stintdorsch, wobei der Anteil von Stintdorsch mit einem Maximum in der 41 bis 50 cm-Kategorie (Abb. 11) auftritt.

#### E 1.4.3.2. Im Sommer

Die Längenkategorie 11 bis 20 cm fehlt im Sommer. Im Sommer nimmt der Anteil von Beutefischen, Crustaceen und Mollusken mit zunehmender Räubergröße ab. Dagegen steigt der Anteil von Echinodermen und Polychaeten in der Nahrung stark an (Tab. 11). Der wichtigste Beutefisch im Sommer war der Sandaal, der mit zunehmender Größe der Räuber von 10,48 % bei der Längenkategorie 21 bis 30 cm bis 1,67 % bei der Längenkategorie 51 bis 60 cm abnimmt. Plattfische (Doggerscharbe) wurden kaum gefressen (Abb. 12).

#### E 1.4.4. Vergleich der Winter- und Sommernahrung

Wie oben erwähnt, wurde im Winter nur in 36,1 % der unter-

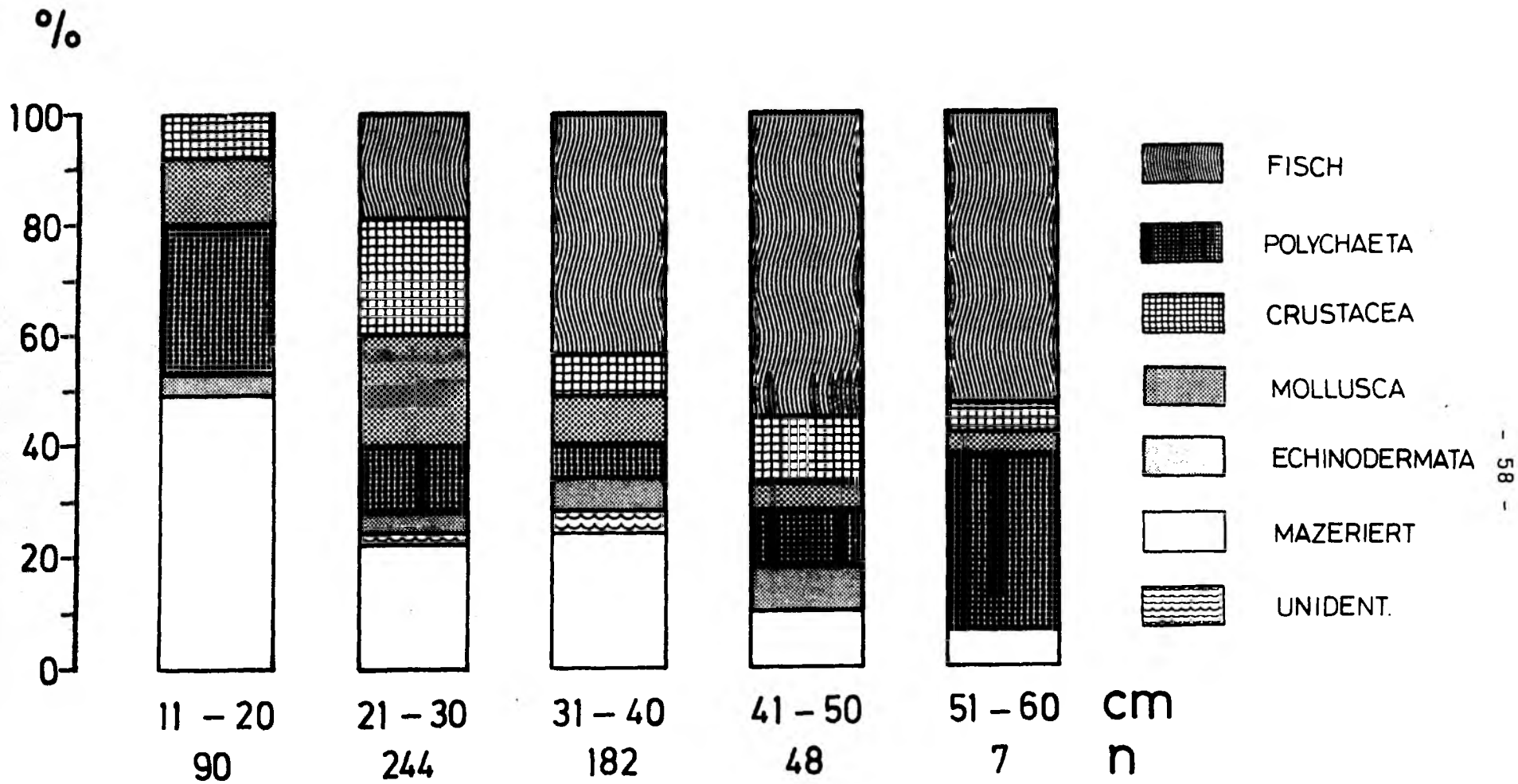


Abb. 11: Schellfisch, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes im Winter nach Längenklassen

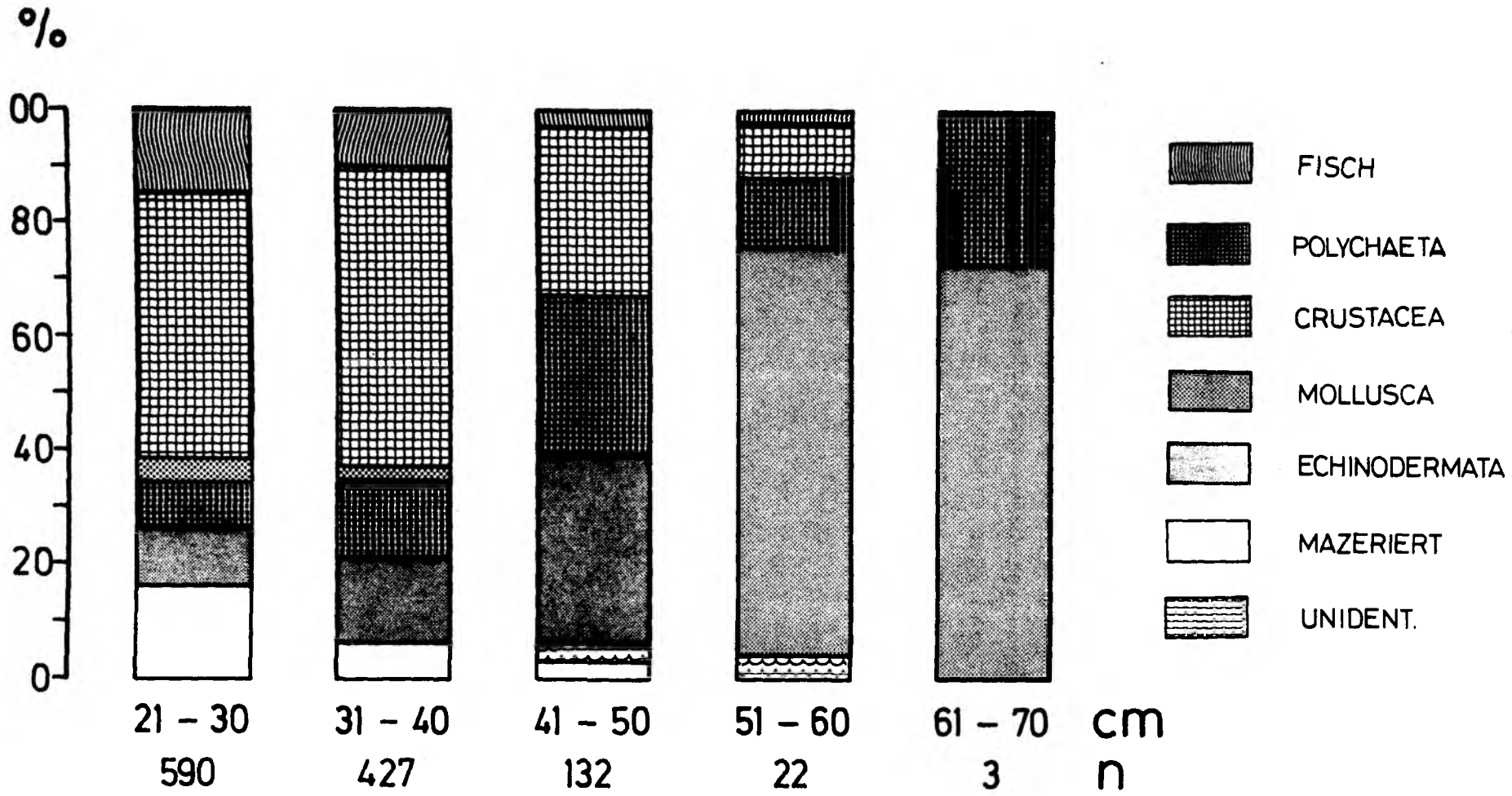


Abb. 12: Schellfisch, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes im Sommer nach Längenklassen



suchten Mägen Nahrung angetroffen, gegenüber 61,3 % im Sommer. Der Schellfisch frißt im Winter viel mehr Fisch als im Sommer. Die Fischnahrung der Schellfische ist in erster Linie Sandaal, danach folgt Stintdorsch. Kannibalismus ist sowohl im Winter als auch im Sommer in geringem Umfang festzustellen. An Plattfischen wurden nur Doggerscharben gefressen, u. z. in bedeutenden Mengen nur im Winter von der Längensklasse 51 bis 60 cm. Fischlarven wurden in beiden Jahreszeiten nur von kleinen Schellfischen (21 bis 30 cm) in geringen Mengen gefressen. Crustaceen und Mollusken nahmen sommers wie winters mit zunehmender Fischlänge an Bedeutung ab, wobei die Mollusken im Sommer ohnehin eine geringe Rolle als Nahrung für Schellfisch spielen. Der Anteil der Polychaeten nimmt im Winter offensichtlich mit zunehmender Länge der Schellfische ab, während im Sommer dieser Trend eher umgekehrt verläuft. Die Echinodermen sind im Winter von geringer Bedeutung, im Sommer allerdings nehmen sie besonders bei großen Schellfischen eine überragende Stellung als Nahrung ein (Abb. 11/12).

E 1.5. Wittling (Merlangius merlangus (L.))

Der Wittling ist neben Kabeljau und dem Schellfisch der häufigste Fisch in Grundschleppnetzfangen aus der Nordsee. Die Beschaffung von ausreichendem Fischmaterial für Magenuntersuchungen bereitet somit kaum Schwierigkeiten. Insgesamt wurden 3680 Wittlinge bearbeitet (siehe Tab. 11).

Tab. 11: Wittling

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Sommer	Winter
n	3680	2015	1665
leer	73,4	69,1	78,7
Beutefische	16,4	17,7	14,7
Wirbellose	9,7	12,6	6,2
gemischt	0,5	0,6	0,4

Auffällig ist, daß der Anteil von Mägen mit Beutefischen beim Wittling, im Vergleich mit denen der anderen untersuchten Fischarten, recht hoch ist.

E 1.5.1. Die Nahrung des Wittlings

Als Beutefische des Wittlings konnten die folgenden 12 Fischarten festgestellt werden:

Hering	<i>Clupea harengus</i> L.
Sprott	<i>Sprattus sprattus</i> (L.)
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i> L.
Schellfisch	<i>Melanogrammus aeglefinus</i> (L.)
Zwergdorsch	<i>Trisopterus minutus</i> (L.)
Wittling	<i>Merlangius merlangus</i> (L.)
Stintdorsch	<i>Trisopterus esmarki</i> (NILLSS.)
Sandaal	<i>Ammodytes spec.</i>
Viperqueise	<i>Trachinus vipera</i>
Grundel	<i>Gobius spec.</i>

Seequappe	Lotinae spec.
Silberdorsch	Gadiculus thori J. Schm..

Die wirbellosen "Beutetiere" gehörten den Gruppen Crustaceen, Mollusken und Polychaeten an.

### E 1.5.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

#### E 1.5.2.1. Im Sommer

##### Längenklasse 11 bis 20 cm

Die Nahrung der kleinen Wittlinge bestand im Sommer zu 44 % aus Beutefischen. Diese waren vor allem Sandaale (24,52 %), Stintdorsche (13,55 %) und nicht zu identifizierende Plattfische (6,07 %).

Weitere 54 % stellen die Wirbellosen, allen voran die Nordseegarnele (Crangon crangon) mit 39,7 % sowie Polychaeten (12,40 %) und Mollusken (1,40 %). Rund 2 % entfielen auf den mazerierten Anteil.

Die errechnete durchschnittliche Nahrungsmenge pro Magen betrug 1,94 g, unter Einbeziehung der leeren Mägen 0,37 g (siehe Tab. 12).

##### Längenklasse 21 bis 30 cm

Wittlinge dieser Längenklasse hatten zu 67 % Fische gefressen. Auffällig ist ein weitaus größeres Beutefischspektrum als bei vorangegangenen Längenklassen.

Stintdorsche stellen mit 36,12 % den wichtigsten Beutefisch dar, es folgen Sprott (11,04 %), Sandaal (8,49 %), Schellfisch (3,18 %), Silberdorsch (2,75 %), Zwergdorsch (1,40 %), Wittling (1,06 %), Hering (1,05 %), Plattfische (unidentifizierbar) (0,84 %), Kabeljau (0,57 %) und Seequappe (0,53 %).

An Wirbellosen wurden zu 30,76 % Crustaceen und 1,37 % Polychaeten gefressen.

Die durchschnittliche Nahrungsmenge pro Magen betrug in dieser Längenklasse 4,22 g, wenn man nur Mägen mit Nahrungsinhalt

berücksichtigte, unter Einbeziehung der leeren Mägen verringert sich der Wert auf 1,37 g.

#### Längenklasse 31 bis 40 cm

Beutefische machen bei Fischen dieser Längenklasse 74,27 % an der Gesamtnahrung aus.

Der Stintdorsch war auch hier der bevorzugte Beutefisch (29,67 %). Weiterhin fanden sich Sprott (19,45 %), Sandaal (8,95 %), Schellfisch (5,72 %), Hering (3,71 %), Silberdorsch (3,18 %), Seequappe (2,23 %) und Wittling (1,36 %) in den untersuchten Mägen.

Unter der aufgenommenen Evertebratennahrung stellen die Crustaceen 24,53 %, davon alleine Crangon crangon 23,44 %, und Polychaeten 1,20 %. Der Wert der durchschnittlichen Nahrungsmenge pro Magen lag bei 4,54 g bzw. 1,55 g bei Einbeziehung der leeren Mägen.

#### E 1.5.2.2. Im Winter

Im Winter stand mit 1665 Wittlingen etwas weniger Material als im Sommer zur Verfügung, von denen 21,3 % Nahrung im Magen hatten. Den größten Anteil am Fang stellte die Längenklasse 21 bis 30 cm.

#### Längenklasse 11 bis 20 cm

Mehr als die Hälfte der Nahrung der kleinen Wittlinge besteht im Winter aus Beutefischen (55,96 %). Das Beutefischspektrum ist jedoch recht schmal, da sie sich hauptsächlich von Sprott (41,75 %) und Hering (11,49 %) und zu einem unbedeutenden Teil von Sandaal (1,78 %) und Grundel (0,94 %) ernährt hatten. Die Evertebratennahrung bestand aus Crustaceen der Art Crangon crangon (16,17 %), Mollusken der Art Sepiola atlantica (5,97 %) sowie nicht identifizierbaren Molluskenresten (4,45 %) und unbestimmbaren Polychaetenbruchstücken (3,27 %). Mit 14,18 % stellt mazerierte Nahrung einen relativ großen Restanteil. Im Mittel betrug die Nahrungsmenge pro Magen 1,49 g, mit Einbe-

rechnung der leeren Mägen 0,26 g (siehe Tab. 12).

#### Längenklasse 21 bis 30 cm

Fische dieser Längenklasse ernährten sich zu 92,64 % von Beutefischen. Allein der Sandaal stellt schon 52,03 % der Fischnahrung; es folgen Stintdorsch mit 20,55 % und Sprott mit 14,18 %. Weniger bedeutend als Beutefische sind Hering (3,13 %), Wittling (1,07 %), Grundel (1,04 %) und Viperqueise (0,64 %). Auch Wirbellose waren von geringer Bedeutung. Mollusken hatten einen Anteil von 2,68 % (Alloteuthis subulata und Sepiola atlantica), Crustaceen einen Anteil von 3,65 % (Crangon crangon) und Polychaeten einen Anteil von 0,05 % an der Nahrung dieser Gruppe. Das mittlere Nahrungsgewicht dieser Längenklasse betrug 5,06 g, unter Einrechnung der leeren Mägen im Mittel 0,11 g (siehe Tab. 12).

#### Längenklasse 31 bis 40 cm

Die Nahrung dieser Längenklasse besteht fast ausschließlich aus Beutefischen (94,50 %). An erster Stelle steht der Stintdorsch mit 49,38 %, es folgen Hering mit 15,17 % und Sandaal mit 14,89 %. Zwergdorsche wurden im Winter nur von dieser Längenklasse gefressen, und zwar zu 12,96 %. Viperqueise (1,32 %) und Grundel (0,78 %) sind als Zufallsnahrung zu bezeichnen. Die Wirbellosen stellen einen geringen Anteil an der Gesamtnahrung, d.h. sie werden nur durch Crustaceen mit 3,77 % (Crangon crangon und Macropinus spec.) vertreten. Mollusken und Polychaeten waren von Fischen dieser Längenklasse nicht gefressen worden. Das Durchschnittsgewicht der Nahrungsmenge pro Magen betrug 4,74 g, unter Einbeziehung der leeren Mägen 1,42 g (siehe Tab. 12).

Tab. 12: Wittling, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen

Länge (cm)	W i n t e r			S o m m e r		
	11-20	21-30	31-40	11-20	21-30	31-40
n	61	234	59	55	421	144
Hering	11,49	3,13	15,17	-	1,05	3,71
Sprott	41,75	14,18	-	-	11,04	19,45
Kabeljau	-	-	-	-	0,57	-
Schellfisch	-	-	-	-	3,18	5,72
Zwergdorsch	-	-	12,96	-	1,40	-
Wittling	-	1,07	-	-	1,06	1,36
Stintdorsch	-	20,55	49,38	13,55	36,12	29,67
Silberdorsch	-	-	-	-	2,75	3,18
Sandaal	1,78	52,03	14,89	24,52	8,49	8,95
Viperqueise	-	0,64	1,32	-	-	-
Grundel	0,94	1,04	0,78	-	-	-
Seequappe	-	-	-	-	0,53	2,23
Plattfischrest	-	-	-	6,07	-	-
Crustacea	16,17	3,65	3,77	39,70	30,76	24,53
Mollusken	10,42	2,68	-	1,40	-	-
Polychaeten	3,72	0,05	-	12,47	1,37	1,20
Maziert	14,18	0,98	1,73	2,36	0,84	-
$\bar{N}_g$ voll	1,49	5,06	4,74	1,49	4,22	4,54
$\bar{N}_g$ gesamt	0,26	0,11	1,42	0,37	1,37	1,55

### E 1.5.3. Änderung der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlänge

#### E 1.5.3.1. Im Sommer

Anhand der Tab. 12 wird deutlich, daß der Anteil der Beutefische an der Nahrung des Wittlings mit steigender Räuberlänge von 44,14 % (Längenkategorie 11 bis 20 cm) auf 74,27 % (Längenkategorie 31 bis 40 cm) ansteigt. Weiterhin läßt sich entnehmen, daß das Beutefischspektrum sich von den kleinen zu den großen Wittlingen hin erweitert. So fanden sich in den Mägen der kleinen Wittlinge (11 bis 20 cm) nur drei, bei den größeren hingegen neun (21 bis 30 cm) bzw. sieben (31 bis 40 cm) Beutefischarten (siehe Tab. 12).

Kannibalismus tritt erst ab der Längenkategorie 21 bis 30 cm auf (1,06 %) bzw. 1,36 % bei Längenkategorie 31 bis 40 cm.

Der Anteil der Wirbellosen an der Nahrung fällt mit zunehmender Räubergröße von 39,7 % (Längenkategorie 11 bis 20 cm) auf 25,53 % (Längenkategorie 31 bis 40 cm) ab. Kleine Wittlinge (11 bis 20 cm) haben neben Crustaceen auch einen großen Teil an Polychaeten gefressen (12,40 %). Der Polychaetenanteil fällt bei der Längenkategorie 21 bis 30 cm schon auf 1,20 % ab.

Mollusken wurden nur von kleinen Wittlingen der Längenkategorie 11 bis 20 cm gefressen.

#### E 1.5.3.2. Im Winter

Wittlinge aller Längensklassen ernähren sich im Winter hauptsächlich von Fischen. Der Anteil der Fische an der Nahrung steigt mit zunehmender Größe der Räuber (Abb. 13) von 55,96 % in der Längensklasse 11 bis 20 cm auf 94,50 % bei der Längensklasse 31 bis 40 cm an.

Eine deutliche Steigerung erfährt vor allem der Stintdorsch von 20,55 % in der Längensklasse 21 bis 30 cm auf 49,38 % in der Längensklasse 31 bis 40 cm. Umgekehrt sind die Verhältnisse beim Sprott, der von 41,45 % in der Längensklasse 11 bis 20 cm auf 14,18 % abfällt.

Zwergdorsche wurden nur von Fischen über 31 cm Länge gefressen.

FISCH    
  POLYCHAETA    
  MOLLUSCA    
  CRUSTACEA

ECHINODERMATA    
  MAZERIERT    
  UNIDENT.

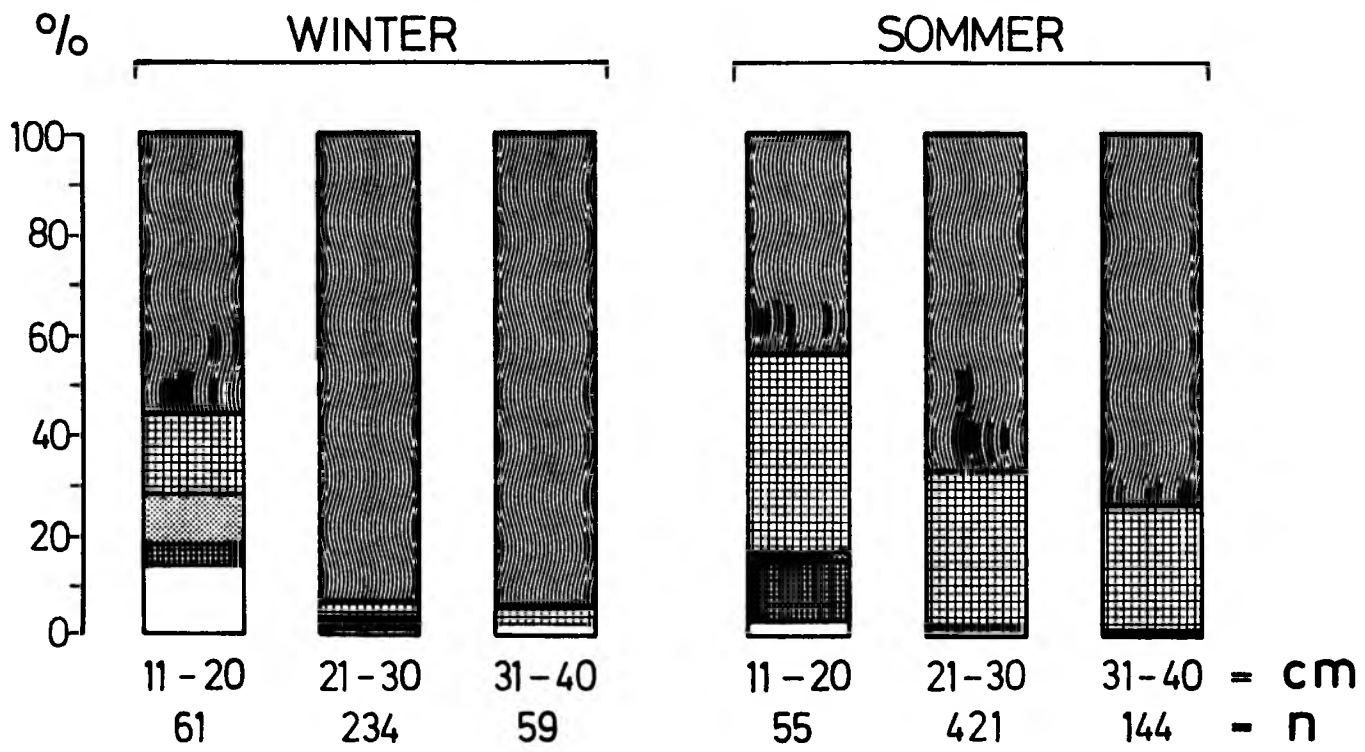


Abb. 13: Wittling, prozentualer Anteil verschiedener taxonomischer Gruppen am Gewicht des Mageninhaltes nach Längenklassen



Kannibalismus ist nur in der Längenklasse 21 bis 30 cm zu beobachten. Viperqueise wurde nur von Wittlingen ab 21 cm Länge in geringer Zahl gefressen. Der Anteil von Crustaceen an der Nahrung nimmt mit steigender Räubergröße von 16,17 % in der Längenklasse 11 bis 20 cm auf 3,77 % in der Längenklasse 31 bis 40 cm ab.

Mollusken und Polychaeten wurden von kleineren Wittlingen (11 bis 20 cm) bevorzugt.

#### E 1.5.4. Vergleich der Sommer- und Winternahrung

Die Wittlinge fraßen im Winter mehr Fische als im Sommer. Heringe, Sprott, Stintdorsch und Sandaal wurden in beiden Jahreszeiten gefressen, wobei Heringe und Sprotten im Winter einen größeren Anteil als im Sommer stellten, Viperqueise und Grundeln wurden allerdings nur im Winter in geringen Mengen gefressen. Dagegen wurden Schellfische, Silberdorsche, Seequappen und kleine Kabeljau nur im Sommer aufgenommen. Crustaceen wurden sowohl im Winter als auch im Sommer in unterschiedlichen Mengen in der Nahrung gefunden. Der Anteil der Crustaceen an der Nahrung ist im Sommer deutlich größer als im Winter. Mollusken wurden im Winter von kleineren Wittlingen gefressen. Polychaeten traten im Sommer stärker als im Winter in der Nahrung auf. Abb. 13 zeigt die Beziehung zwischen dem Anteil von Beutefischen an der Nahrung und der Länge der Räuber (Wittling). Hier ist deutlich zu erkennen, daß der Wittling sowohl im Winter als auch im Sommer tendenziell die gleiche Menge Fischnahrung zu sich nimmt. Bisherige Untersuchungen an anderen Fischen zeigten, daß Raubfische in der Regel im Winter mehr Fische fressen als zu anderen Jahreszeiten.

Die Hauptnahrung des Wittlings stellt an erster Stelle der Stintdorsch, der in mehr als 40 % der gefüllten Mägen gefunden wurde. Nur in 27,21 % der untersuchten Mägen wurden Sandaale gefunden. Von den Clupeiden wurde der Sprott in mehr als 18 % der Mägen gefunden.

Die drei genannten Fische sind die weitaus wichtigsten Futterfische des Wittlings in der Nordsee. Die anderen Fischarten sind entweder Neben- oder Zufallsnahrung. Der Kannibalismus liegt für das ganze Jahr bei 1,53 %. Im Winter wurde in den Mägen am häufigsten Sandaal und Sprott und im Sommer überwiegend Stintdorsch gefunden.

E 1.6. Knurrhahn (Eutrigla gurnardus (L.))

Die Knurrhähne wurden im Sommer wie auch im Winter in der Nordsee gefangen. Alle gefangenen Knurrhähne (n = 882) wurden untersucht. Die Anzahl der untersuchten Knurrhähne lag im Sommer bei 463 und im Winter bei 419 Stück. Nach Tab. 15 steht fest, daß im Sommer viel mehr volle Mägen angetroffen wurden als im Winter. Erstaunlicherweise wurde im Winter keine gemischte Nahrung von Knurrhähnen aufgenommen. Aber der Anteil der Beutefische machte im Winter nur 0,5 % des Mageninhaltes aus. Dagegen ist im Sommer der Anteil der Beutefischnahrung bis auf etwa 24 % gestiegen. Knurrhähne, die nur Wirbellose gefressen hatten, stellten im Winter 8,4 % der gesamten Fische, entsprechend 94 % der Fische mit vollen Mägen. Die entsprechenden Werte für den Sommer sind 10,6 und 29 %. Gemischte Nahrung wurde nur im Sommer zu etwa 1,3 % aufgenommen.

Tab. 15: Knurrhahn

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	gesamt	Winter	Sommer
n	882	419	463
leer	77,0	91,1	64,1
Beutefische	12,8	0,5	24,0
Wirbellosen	9,5	8,4	10,6
gemischt	0,7	-	1,3

E 1.6.1. Die Nahrung der Knurrhähne

Die Knurrhähne gehören nicht zu den schnell schwimmenden Fischen der Nordsee. Charakteristisch ist bei diesen Fischen die Umwandlung der Brustflossenstrahlen zu getrennten fingerähnlichen Extremitäten, die einzeln beweglich sind und ein "Krabbeln" auf dem Meeresgrund ermöglichen. Bei dieser Bewegungsweise ist der Knurrhahn wohl nicht in der Lage, schnell schwimmende Beutefische zu schnappen. Nur fünf Fischarten waren im Nahrungsspektrum vertreten:

Sprott	Sprattus sprattus (L.)
Sandaal	Ammodytes spec.
Leierfisch	Callionymus spec.
Bandfisch	Lumpenus lampretaeformis (WALH.)
Doggerscharbe	Hippoglossoides platessoides (FABR.).

Außer von Fischen hatten sich die Knurrhähne von Crustaceen (hauptsächlich Decapoden), Mollusken (nur Tintenfische) und Polychaeten ernährt.

#### E 1.6.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

##### E 1.6.2.1. Im Winter

Auf der Winterreise 1979 wurden insgesamt 419 Knurrhähne in verschiedenen Größen gefangen. Die Aufteilung erfolgte in 5 cm-Klassen. Über 90 % der Mägen waren leer (Tab. 16). Volle Mägen fanden sich nur in drei Längenklassen. In beiden Jahreszeiten wurden nur Fische über 15 cm Länge gefangen.

##### Längenkategorie 16 bis 20 cm

In dieser Längenkategorie wurden im Winter keine Fische gefressen. Deshalb liegt der Anteil der Crustaceen mit 83,51 % ziemlich hoch. Dabei handelte es sich ausschließlich um die Nordseegarnele (Crangon crangon). Mollusken wurden zu 15,70 % verzehrt, davon allein 12,78 % Alloteuthis subulata. Der Anteil von Polychaeten in der Gesamtnahrung machte nur 0,79 % aus.

##### Längenkategorie 21 bis 25 cm

Nach Untersuchung der Mägen dieser Längenkategorie wurden auch hierin keine Beutefische angetroffen. Der Crustaceenanteil ist wie in der vorhergehenden Längenkategorie hoch mit 82,21 %, wiederum ausschließlich Crangon. Molluskenbruchstücke lagen mit 6,74 % an zweiter Stelle. Der mazerierte Anteil bei dieser Längenkategorie war 9,05 %.

Tab. 16: Knurrhahn, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen

Länge (cm)	Winter			Sommer				
	16-20	21-25	26-30	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
n (volle Mägen)	17	12	6	12	53	57	29	14
n, gesamt	210	136	40	91	188	115	48	18
Sandaal	-	-	-	29,95	74,95	71,89	52,35	70,32
Bandfisch	-	-	-	-	2,29	-	-	-
Doggerscharbe	-	-	-	46,54	7,76	-	10,20	-
Fischlarve	-	-	-	-	1,54	0,89	-	-
Crustaceen	83,51	82,21	100,00	23,51	13,46	27,22	37,45	29,68
Mollusken	15,70	6,74	-	-	-	-	-	-
Polychaeten	0,79	-	-	-	-	-	-	-
Maziert	-	9,05	-	-	-	-	-	-
$\bar{N}_g$ voll	1,79	0,40	1,41	1,54	2,21	3,12	5,36	11,04
$\bar{N}_g$ gesamt	0,15	0,03	0,21	0,20	0,63	1,55	3,24	8,59

$\bar{N}_g$  siehe Tab. 5

Längenklasse 26 bis 30 cm

Die sechs untersuchten Exemplare dieser Längenklasse hatten sich ausschließlich von Crangon crangon ernährt; andere Nährtiergruppen wurden nicht gefunden.

E 1.6.2.2. Im Sommer

Auf der Sommerreise 1978 wurden insgesamt 463 Knurrhähne gefangen, deren Größenspektrum sich auf fünf 5 cm-Klassen verteilte.

Längenklasse 16 bis 20 cm

Im Sommer fressen die kleinen Knurrhähne reichlich Fisch (76,49 %), vorzugsweise Doggerscharben mit einem Anteil von 46,54 % der Gesamtnahrung. Es folgt Sandaal mit 29,95 %. An Wirbellosen fanden sich nur Crustaceen (23,51 %). Andere Beutetierarten wurden nicht verzehrt (Tab. 16).

Längenklasse 21 bis 25 cm

Der Beutefischanteil beträgt bei dieser Längenklasse 86,54 % der Gesamtnahrung. Am häufigsten wurde Sandaal (74,95 %), daneben Doggerscharbe (7,76 %) und Bandfisch (2,29 %) gefressen. Von dieser Größenklasse wurden auch Fischlarven verzehrt (1,54 %). Der Rest von 13,46 % sind Crustaceen, an erster Stelle Amphipoden mit 10,69 %, sonst Macropinus spec. (1,80 %) und Crangon crangon (0,97 %).

Längenklasse 26 bis 30 cm

Fische von 26 bis 30 cm Länge haben sich wie vorherige Längenklassen überwiegend von Fischen (72,78 %) ernährt. Sandaal war mit einem Anteil von 71,89 % die am häufigsten aufgenommene Fischart. Außer 0,89 % Fischlarven wurde sonst kein Fisch mehr gefressen. Die Crustaceen waren mit einem Anteil von 27,22 % hauptsächlich durch Decapoden vertreten.

### Längenklasse 31 bis 35 cm

Der Anteil der Sandaale beträgt in dieser Längenklasse 52,35 % und der Anteil von Doggerscharben etwa 10,20 %. Von den 37,45 % Crustaceen fielen 23,86 % an Macropinus spec., 12,28 % an Crangon und der Rest von 1,31 % an Corystes cassevelaunus (Tab. 16).

### Längenklasse 36 bis 40 cm

Knurrhähne dieser Größe wurden seltener gefangen, insgesamt nur 18 Exemplare. Die großen Knurrhähne fressen wie die anderen Längenklassen überwiegend Sandaale (70,32 %) und kaum andere Fische. Wirbellose kamen nur als Crustaceen vor (29,68 %), und zwar ausschließlich Macropinus spec..

### E 1.6.3. Vergleich der Sommer- und Winternahrung

Trotz relativ weniger voller Mägen im Winter reicht das Material für einen Vergleich Sommer/Winter aus. Nach Tab. 16 ist zu erkennen, daß die Knurrhähne im Winter keine Fische fressen. Nur bei zwei größeren (nicht in der Tabelle angeführten) Exemplaren von 38 und 43 cm Länge wurden Beutefische gefunden, und zwar unidentifizierte Fischreste. Es steht fest, daß die Knurrhähne im Winter Wirbellose bevorzugen, und zwar Crustaceen (82,21 bis 100 %).

Die kleinen Fische fressen im Winter auch Mollusken. Mit zunehmender Größe nimmt der Anteil an Mollusken deutlich ab. Größere Knurrhähne fressen keine Mollusken. Im Sommer wurden von Wirbellosen nur Crustaceen gefressen. Der prozentuale Anteil der Crustaceen ist im Sommer allerdings in verschiedenen Längenklassen sehr unterschiedlich.

Im Sommer liegt der Anteil an Beutefischen zwischen 60 und 86 %. Da Fische im Sommer die Hauptnahrung der Knurrhähne darstellen, nimmt der Anteil an Crustaceen entsprechend ab. Die bevorzugte Beutefischart war Sandaal. Bandfische wurden im Sommer nur von der Längenklasse 21 bis 25 cm gefressen. Kleine Doggerscharben machten bis zu 46,54 % der Nahrung von

Knurrhähnen der 16 bis 20 cm-Klasse aus, auch in den Längensklassen 21 bis 25 cm (7,76 %) und 31 bis 35 cm (10,20 %) (siehe Tab. 16) wurden sie regelmäßig gefunden.

Im Sommer wurden auch Fischlarven in Knurrhähnen von 21 bis 30 cm Länge (1,54 bis 0,89 %) gefunden.



E 1.7. Doggerscharbe (Hippoglossoides platessoides (FABR.))

Doggerscharbe kommt das ganze Jahr über in der Nordsee vor. Insgesamt wurden 585 Doggerscharben, 98 im Winter und 487 im Sommer, gefangen. Nach Tab. 13 fanden sich mehr als 74 % der gesamten untersuchten Mägen leer. Der Rest von 25,8 % voller Mägen teilte sich in 23,6 % mit nur Beutefischen und 2,3 % mit Wirbellosen. Danach vermeiden Doggerscharben, gemischte Nahrung aufzunehmen. Aber der Anteil an Beutefischen und Beutetieren (Wirbellosen) ändert sich im Sommer und im Winter. So ernährten sich im Winter nur 2,0 % von Beutefischen (15,2 % der vollen Mägen). Dagegen steigt im Sommer der Beutefischanteil auf 27,9 % der gesamten Mägen (= 98 % der vollen Mägen). Im Sommer ernährte sich weniger als ein Prozent von Beutetieren (Wirbellosen).

Tab. 13: Doggerscharbe

Häufigkeit (%) der Mägen, getrennt nach Inhalt

	Gesamt	Winter	Sommer
n	585	98	487
leer	74,2	86,7	71,2
Beutefische	23,6	2,0	27,9
Wirbellose	2,3	11,2	0,9

E 1.7.1. Die Nahrung der Doggerscharbe

Vom gesamten Fisch Nahrungsangebot der Nordsee haben die Doggerscharben folgende Fischarten, ohne Berücksichtigung von Menge und Häufigkeit, aufgenommen:

Sprott	Sprattus sprattus (L.)
Schellfisch	Melanogrammus aeglefinus (L.)
Stintdorsch	Trisopterus esmarki (NILLSS.)
Sandaal	Ammodytes spec.
Grundel	Gobius spec..

Die wirbellosen "Beutetiere" gehörten zu den Crustaceen, Mol-

lusken und Polychaeten.

### E 1.7.2. Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen

#### E 1.7.2.1. Im Winter

Im Winter standen insgesamt weniger Doggerscharben mit gefüllten Mägen (13,2 %) zur Verfügung. In der 11 bis 15 cm Längengruppe gab es nur einen Fisch mit vollem Magen, dessen Inhalt ausschließlich aus Crustaceen bestand. Die Doggerscharben von 16 bis 20 cm Länge hatten an Fischnahrung nur Grundeln (7,22 %) gefressen. Hauptnahrung waren Mollusken (47,74 %), hauptsächlich Alloteuthis subulata, ansonsten nur Bruchstücke von Mollusken. Der Anteil von Crustaceen beträgt bei dieser Längensklasse 45,04 %, ausschließlich Decapoden: Eupagurus spec. (34,91 %) und Crangon crangon (10,13 %). Bei Doggerscharben über 20 cm Länge fanden sich nur leere Mägen.

#### E 1.7.2.2. Im Sommer

Von den insgesamt 487 im Sommer untersuchten Doggerscharben wurden 138 mit vollen Mägen angetroffen (siehe Tab. 14). Bei Doggerscharben konnte ich kein Anzeichen von Ausspucken der Nahrung feststellen. Die großen Längensklassen waren nur in wenigen Exemplaren vertreten.

#### Längensklasse 11 bis 15 cm

Diese kleinen Doggerscharben leben räuberisch und hatten 97,20 % Beutefisch in ihren Mägen. Sie sind in der Lage, schnell schwimmende Stintdorsche und Schellfische zu erbeuten. Auffallend ist der hohe Anteil von Stintdorsch (85,61 %) und Schellfischen (11,59 %) an der gesamten Nahrung. Der Rest von 2,80 % waren Polychaeten-Bruchstücke. Der Wert für die durchschnittliche Nahrungsmenge pro Magen lag bei 1,02 g bzw. 0,20 g bei Einbeziehung der leeren Mägen.

Längenklasse 16 bis 20 cm

Die Doggerscharben dieser Längenklasse haben sich ausschließlich von Fischen ernährt, und zwar konnten vier Arten identifiziert werden. Meist wurde wie in der vorherigen Längenklasse Stintdorsch (83,83 %) festgestellt, gefolgt von Schellfisch (12,14 %), Sprott (2,60 %) und Sandaal (1,21 %). Der Anteil an Fischlarven lag etwa bei 0,21 %, die Arten konnten wegen starker Verdauung allerdings nicht identifiziert werden.

Die durchschnittliche Nahrungsmenge pro Magen betrug in dieser Längenklasse 1,18 g, wenn man nur die Mägen mit Nahrungsinhalt berücksichtigt. Unter Einbeziehung der leeren Mägen verringerte sich der Wert auf 0,38 g.

Tab. 14: Doggerscharbe, prozentuale Nahrungszusammensetzung (Gewicht %) der verschiedenen Längenklassen.

Länge (cm)	Winter		Sommer			
	11-15	16-20	11-15	16-20	21-25	26-30
n (volle Mägen)	1	12	45	72	17	4
n, gesamt	22	66	223	225	26	5
Sprott	-	-	-	2,60	-	-
Schellfisch	-	-	11,59	12,14	75,03	49,14
Stintdorsch	-	-	85,61	83,83	24,97	50,86
Sandaal	-	-	-	1,21	-	-
Grundel	-	7,22	-	-	-	-
Fischlarve	-	-	-	0,21	-	-
Crustaceen	100,00	45,04	-	-	-	-
Mollusken	-	47,74	-	-	-	-
Polychaeten	-	-	2,80	-	-	-
$\bar{N}_g$ voll	0,98	1,14	1,02	1,18	3,30	1,45
$\bar{N}_g$ ges.	0,04	0,21	0,20	0,38	2,16	1,16

$\bar{N}_g$  siehe Tab. 5

Längenklasse 21 bis 25 cm

Die Doggerscharben von 21 bis 25 cm Länge haben von der Vielfalt der Beutefischarten weniger Gebrauch gemacht und sich mit

zwei Arten, Schellfisch und Stintdorsch, begnügt. Die Nahrung dieser Längenklasse besteht zu 75,03 % aus Schellfischen und zu 24,97 % aus Stintdorsch.

Die durchschnittliche Nahrung pro Magen lag bei 3,30 g, unter Einbeziehung der leeren Mägen bei 2,16 g.

#### Längenklasse 26 bis 30 cm

Die großen Doggerscharben, wie alle anderen Längenklassen, haben sich ausschließlich von Beutefischen ernährt; dabei stellen Schellfische (49,14 %) und Stintdorsch (50,86 %) etwa den gleichen Anteil (Tab. 14). Der Wert für die durchschnittliche Nahrungsmenge pro Magen lag bei 1,45 g, bzw. 1,16 g bei Einbeziehung der leeren Mägen.

#### E 1.7.3 Vergleich der Sommer- und Winterernährung

Sprotten wurden im Sommer nur von der Längenklasse 16 bis 20 cm gefressen. Der Schellfisch wurde von allen Längenklassen aufgenommen. Sein Anteil nimmt mit zunehmender Räubergröße bis 25 cm Länge zu, danach in der 26 bis 30 cm-Klasse wieder ab. Stintdorsch wird mehr gefressen als Schellfisch und machte für kleinere Doggerscharben bis 20 cm Länge mehr als 83 % der gesamten Nahrung aus. Aber der Anteil an Stintdorsch bei Doggerscharben von 21 bis 25 cm Länge lag bei 24,97 % und steigt bei der Länge 26 bis 30 cm auf 50,86 % der gesamten Nahrung. Sandaal (1,21 %) wurde nur bei drei Doggerscharben von 16 bis 20 cm Länge gefunden und die Räuber dieser Längenklasse hatten 0,21 % Fischlarven in der Nahrung. Im Sommer wurden kaum Wirbellose gefressen. 2,80 % Polychaetenreste fanden sich bei kleinen Doggerscharben (11 bis 15 cm Länge). Ein Vergleich Winter/Sommer zeigt große Unterschiede in der Nahrungsaufnahme bei Doggerscharben, wobei im Sommer fast nur Beutefische gefressen wurden. Im Winter spielten die Wirbellosen eine größere Rolle (siehe Tab. 14).

## E 2. Nahrungsbiologie der Gadiden

Die Gadiden Kabeljau, Schellfisch und Wittling sind die häufigsten, demersal lebenden Fischräuber in der Nordsee. Dementsprechend waren sie auch in großer Zahl im Probenmaterial für diese Arbeit vertreten. Im Gegensatz dazu waren die Übrigen hier untersuchten Arten von zu geringem Probenumfang, um sie in die weitere Auswertung einzubeziehen. Die weitergehenden Untersuchungen über die Abhängigkeit der Nahrungsmengen von der Fischgröße sowie Diversität und Überlappung beschränkt sich in den folgenden Abschnitten daher auf die Arten Gadus morhua, Melanogrammus aeglefinus und Merlangius merlangus.

### E 2.1. Längen-/Gewichtsbeziehungen

Die Längen-/Gewichtsbeziehung für die drei untersuchten Gadiden wurde aus dem vorliegenden Untersuchungsmaterial errechnet. Sie können vom Ergebnis anderer Autoren abweichen, da hier insgesamt ein für exakte Aussagen zu geringes Material vorlag. Besonders die kleinen und großen Längenklassen sind unterrepräsentiert. Da in den folgenden Untersuchungen Aussagen über die Nahrungsmengen in Bezug auf Länge und Gewicht der Fische getroffen werden, erscheint es trotzdem notwendig, die Längen-/Gewichtsbeziehungen diesem Kapitel voranzustellen. Ein Vergleich der Wachstumskurven (doppelt logarithmisch) in Abb. 14, 15 und 16 zeigt, daß keine gravierenden Unterschiede im Wachstum der drei Gadidenarten bestehen.

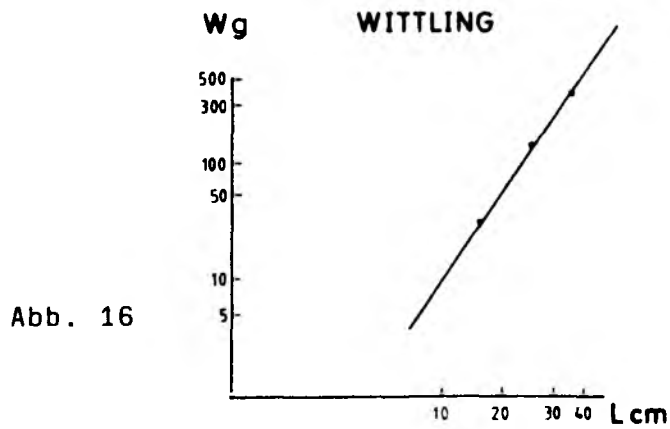
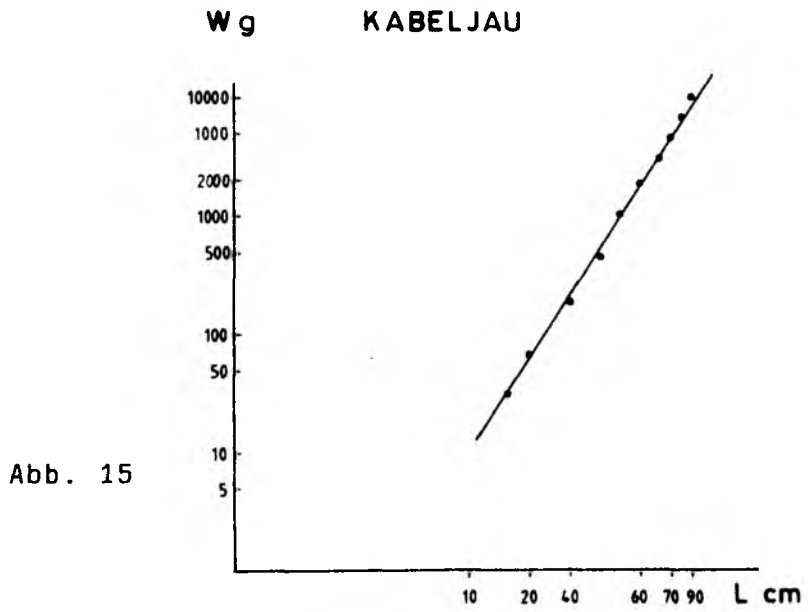
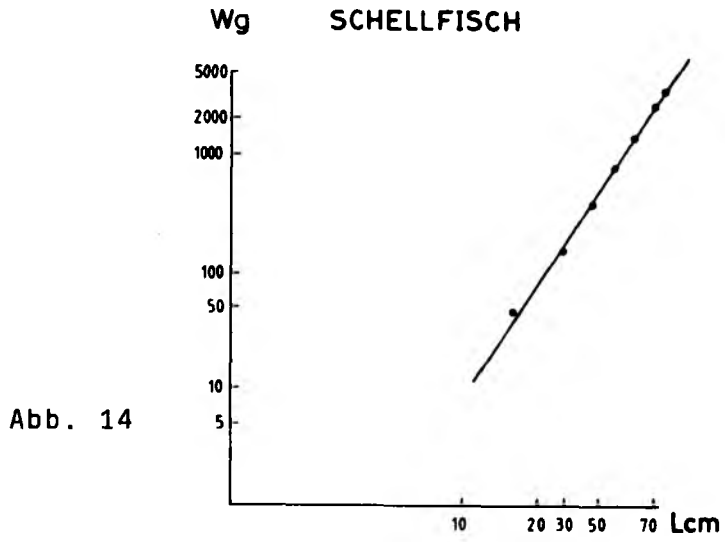


Abb. 14 - 16: Längen-/Gewichtsbeziehung

## E 2.2. Beziehung zwischen Fischlänge und Nahrungsgewicht

Zur Ermittlung des durchschnittlichen Nahrungsgewichtes wurden nur Mägen mit Inhalt herangezogen. Anders als bei AHLHEIT (1979) mußten allerdings Proben verwertet werden, die sich über den ganzen Tag verteilen. Eine Auswertung nach bestimmten täglichen Freßperioden konnte nicht erfolgen, da die Probenahme nur am Tage stattfand, und außerdem bei weiterer Aufteilung des Probenmaterials der jeweilige Stichprobenumfang zu klein geworden wäre. Diese Einschränkungen gelten auch für die folgenden Kapitel.

Der Zusammenhang zwischen Fischlänge und durchschnittlichem Nahrungsgewicht ist in den Abb. 17, 18 und 19 dargestellt. Zur Ermittlung der Geraden wurde in Anlehnung an DAAN (1973), ROHWEDDER (1977) und AHLHEIT (1979) folgende Gleichung verwendet:

$$\overline{NG} = c L^d$$

$\overline{NG}$  = Nahrungsgewicht

c = Konstante

L = Fischlänge

d = Exponent der Fischlänge

Die Konstante c wird von DAAN (1973) als "feeding coefficient" bezeichnet. Nach Umwandlung in logarithmische Form ergibt sich folgende Gleichung:

$$\lg \overline{NG} = d \lg L - c$$

für die graphische Darstellung auf logarithmischer Skala. Aus der erstgenannten Gleichung wurden die in Tab. 17 dargestellten mathematischen Beziehungen zwischen Fischlänge und Nahrungsgewicht ermittelt.

Der "feeding coefficient" steigt vom Schellfisch über Kabeljau bis zum Wittling an. Einen größeren Einfluß auf die Veränderung der Beziehungen und damit dem Zusammenhang zwischen Fischlänge und Nahrungsgewicht hat allerdings der Exponent d

(ROHWEDDER, 1977), der hier für den Wittling am kleinsten und den Schellfisch am größten ausfällt (siehe Tab. 17).

Tab. 17: Gadiden

Beziehungen zwischen Fischlänge und durchschnittlichem Nahrungsgewicht

Gadus morhua	$\overline{NG} = 2,91 \times 10^{-4} L^{2,88}$
Merlangius merlangus	$\overline{NG} = 6,06 \times 10^{-2} L^{1,25}$
Melanogrammus aeglefinus	$\overline{NG} = 7,98 \times 10^{-6} L^{3,66}$



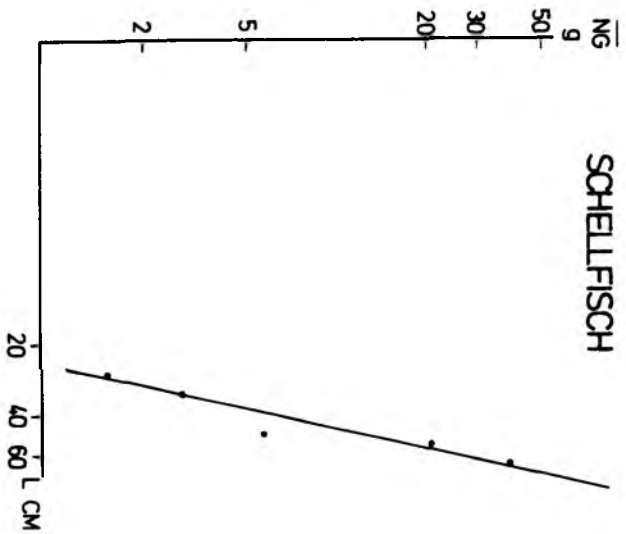


Abb. 17

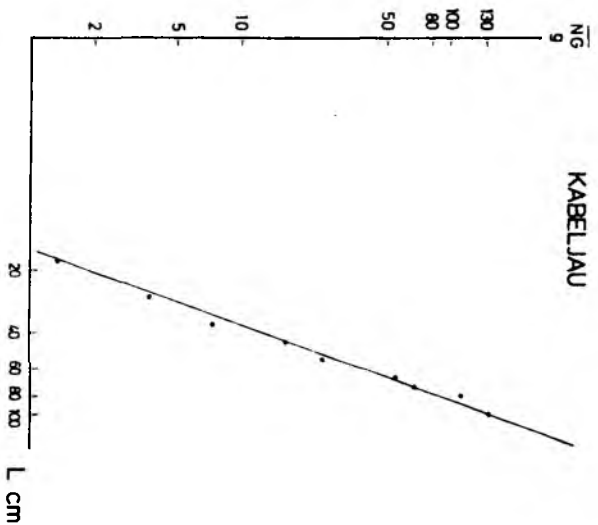


Abb. 18

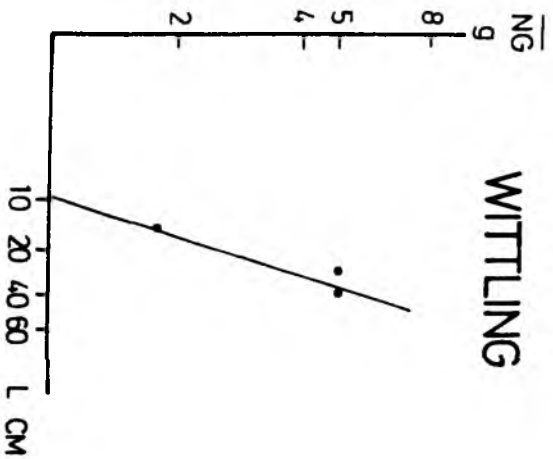


Abb. 19

Abb. 17 - 19: Beziehung zwischen Fischlänge und durchschnittlichem Nahrungsgewicht

### E 2.3. Beziehungen zwischen Fischgewicht und Nahrungsgewicht

Basierend auf den in Kapitel E 2.1. ermittelten Beziehungen zwischen Fischlänge und Nahrungsgewicht wurde eine Funktion zwischen Fischgewicht und durchschnittlichem Nahrungsgewicht (nur Mägen mit Inhalt) aufgestellt:

$$\begin{aligned} W &= a L^b \\ \overline{NG} &= c L^d \\ \overline{NG} &= e W^f \end{aligned}$$

Diese Funktionen wurden von ROHWEDDER (1977) und AHLHEIT (1979) zur Berechnung der Beziehung zwischen Fischgewicht und durchschnittlichem Gewicht der Magenfüllung verwendet. Zur graphischen Darstellung der Funktion für die drei untersuchten Arten in Abb. 20, 21 und 22 wurde die logarithmische Form der letztgenannten Gleichung verwendet:

$$\lg \overline{NG} = f \times \lg W - e$$

#### Tab. 18: Gadiden

Beziehung zwischen Fischgewicht und durchschnittlichem Nahrungsgewicht

Gadus morhua	$\overline{NG} = 2,35 \times 10^{-2} W^{0,96}$
Merlangius merlangus	$\overline{NG} = 4,49 \times 10^{-2} W^{0,42}$
Melanogrammus aeglefinus	$\overline{NG} = 2,30 \times 10^{-3} W^{1,23}$

Die Steigung der Geraden ist bei Schellfisch und Kabeljau ähnlich (siehe Abb. 20 und 21). Einen deutlich geringeren Anstieg der Nahrungsmenge mit zunehmendem Fischgewicht weist die Gerade in Abb. 22 für den Wittling aus. Allerdings beruht die Berechnung für den Wittling nur auf drei Wertepaaren, d.h. drei Längenklassen.

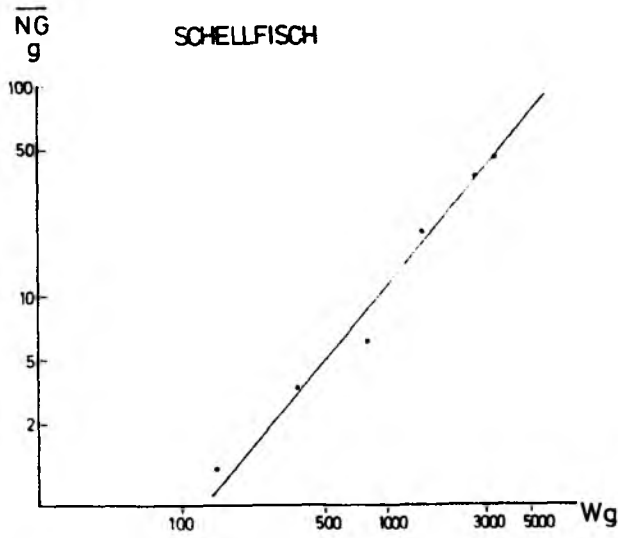


Abb. 20

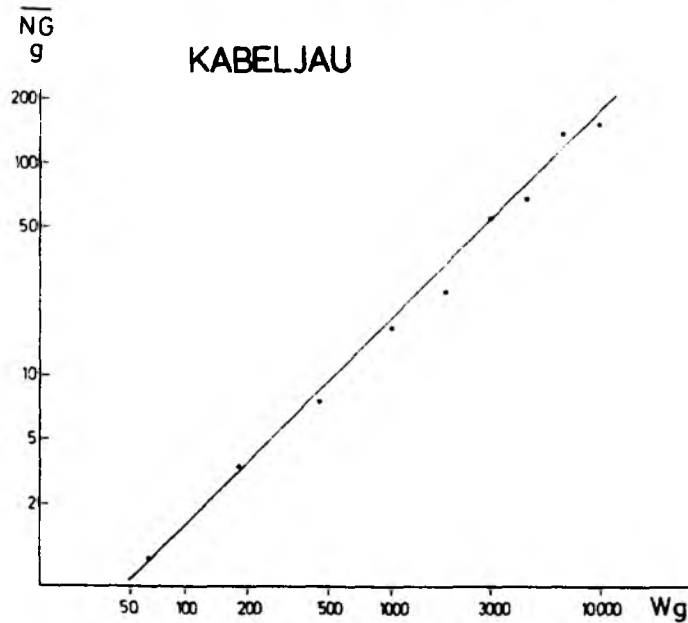


Abb. 21

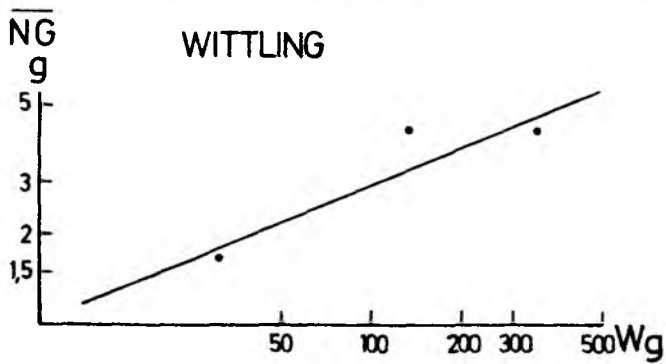


Abb. 22

Abb. 20 - 22: Beziehung zwischen Fischgewicht und durchschnittlichem Nahrungsgewicht

E 2.4. Nahrungsgewicht als prozentualer Anteil des Fischgewichtes in Abhängigkeit von der Fischlänge

Nach ROHWEDDER (1977) wurde anhand der in den beiden vorigen Kapiteln Beziehungen zwischen Nahrungsgewicht und Fischgewicht bzw. Fischlänge die Beziehung zwischen dem Nahrungsgewicht ausgedrückt in Prozent des Fischgewichtes und der Fischlänge aus dem hier vorliegenden Material berechnet. Auch hier kamen nur Mägen mit Inhalt zur Auswertung und zur Berechnung des durchschnittlichen Nahrungsgewichtes pro Längensklasse. Die von ROHWEDDER (1977) entwickelte Beziehung lautet:

$$\frac{\overline{NG}}{\overline{W}} \times 100 = g L^h$$

Die aus dieser Funktion entwickelten Werte für die drei Gadiden sind in Tab. 19 angegeben und in Abb. 23 dargestellt.

Tab. 19: Gadiden

Beziehung zwischen Mageninhalt als Prozent des Fischgewichtes und Fischlänge

Gadus morhua	$\overline{NG}/W \times 100 = 2,84 \times L^{-0,124}$
Merlangius merlangus	$\overline{NG}/W \times 100 = 731,9 \times L^{-1,75}$
Melanogrammus aeglefinus	$\overline{NG}/W \times 100 = 0,081 \times L^{0,677}$

Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen für alle drei Arten eine unterschiedliche Tendenz (siehe Tab. 19, Abb. 23). Das Nahrungsgewicht als Anteil des Körpergewichtes nimmt beim Kabeljau und beim Wittling mit zunehmender Länge der Tiere ab. Diese Abnahme ist gering beim Kabeljau und sehr ausgeprägt beim Wittling. Allerdings muß wiederum bedacht werden, daß für die Berechnungen beim Wittling nur drei Wertepaare zur Verwendung kommen konnten. Ganz anders ist die Beziehung zwischen dem Nahrungsgewicht ausgedrückt als Prozent des Körpergewichtes und der Länge beim Schellfisch (siehe Abb. 23). Mit

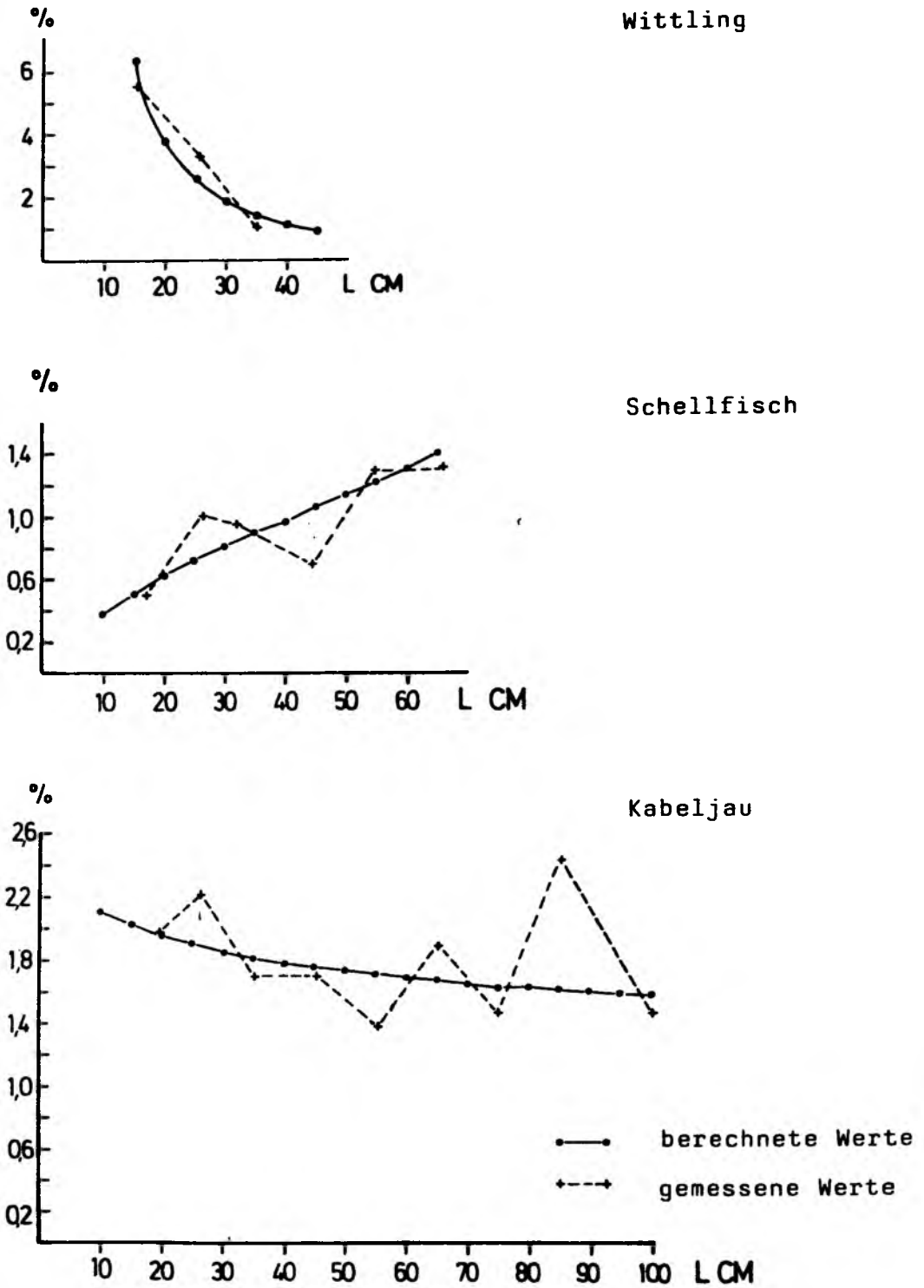


Abb. 23: Gadiden, Beziehung zwischen Mageninhalt als Prozent des Fischgewichtes und Fischlänge

zunehmender Länge nimmt offensichtlich der Schellfisch mehr Nahrung im Verhältnis zu seinem Körpergewicht auf. Dieses Ergebnis steht allerdings im Widerspruch zu DAAN (1973), wobei DAAN allerdings auch leere Mägen in die Berechnung einbezogen hat.

### E.2.5. Nahrungsspektren

Über die in Kapitel E 1. vorgestellten Ergebnisse hinaus werden weitere Analysen der Nahrung der drei Gadiden durchgeführt. Die im folgenden dargestellten Untersuchungen wurden alle auf dem Wege der Datenverarbeitung ermittelt.

#### E 2.5.1 Methoden

##### E 2.5.1.1. Diversität

Durch Berechnung der Diversität soll ein kombiniertes Vergleichsmaß für die Vielfalt und Äquität der Nährtiergruppen in der Gesamtbiomasse des Mageninhaltes ermittelt werden.

Ein ursprünglicher Diversitäts-Index ist von FISCHER, CORBET und WILLIAMS entwickelt worden. Er wurde später mannigfaltig verändert bzw. weiterentwickelt, u. a. von SIMPSON (1949), der ein inzwischen sehr häufig verwendetes Maß der Diversität vorgeschlagen hatte. Diese Arbeit verwendet den nach OWESON (1976) wohl gebräuchlichsten Diversitäts-Index. Das ist der informationstheoretisch begründete Index nach SHANNON/WEAVER (SHANNON, 1949):

$$H'_{sn} = - C \quad (p_i) \times (\log p_i)$$

Diese Formel wurde von SHANNON als ein Maß des Informationsgehalts pro Symbol eines Codes vorgeschlagen, der aus drei Arten diskreter Symbole zusammengesetzt ist, deren Auftretenswahrscheinlichkeiten  $p_1, p_2, \dots, p_5$  sind. Im ökologischen Kontext mißt  $H'_{sn}$  die Diversität pro Individuum in einer

Mehr-Arten-Population. Üblicherweise wird  $C = 1$  gesetzt; die Basis des Logarithmus kann entweder 2, e oder 10 sein; ist sie 2, so spricht man bezüglich der diskreten Symbole eines Codes auch von "binary digit" (= bit). Hier hingegen wird der natürliche Logarithmus zur Basis e verwendet.

Praktisch ergeben sich die Auftretenswahrscheinlichkeiten  $p_i$  aus  $h_i/N$  mit  $h_i$  als Maß für die Abundanz der Individuen.  $h_i + N$  gehen als Gewichtsanteil in die Formel ein. Der Index  $i$  stellt eine Laufvariable dar, die von  $i = 1$  bis  $i = s$  reicht, wobei  $s$  die Artenzahl ist.

#### E 2.5.1.2. Similarity

Der Begriff "Percentage Similarity" wurde von WHITTAKER und FAIRBANKS (1958) in die Ökologie eingeführt und 1971 von COLWELL und FUTUYAMA (1971) in der folgenden mathematischen Form wieder aufgegriffen:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum_j (|p_{ij} - p_{hj}|)$$

Es bedeuten

- p = die Gewichtsanteile der Nährtiergruppe,
- i, h = Fischarten und
- j = die Nährtiergruppen.

Der Index C geht gegen 0, wenn nur geringe oder schließlich keine gemeinsamen Nährtiere in der Nahrung der verglichenen Fischarten vorhanden sind. Bei steigendem Index nimmt die Gemeinsamkeit, d. h. artenmäßige Übereinstimmung der Nahrung, zu. Nimmt C den Wert 1 an, haben beide Fischarten das gleiche Nahrungsspektrum, d. h. sie fressen die gleichen Arten zu gleichen Gewichtsanteilen. Die Similarity kann außer zum Nahrungsvergleich verschiedener Fischarten natürlich auch zum Vergleich zwischen Längenklassen einer Art angewendet werden.

### E 2.5.1.3 Nahrungsüberlappung

Der Similarity-Index wurde von GROSSLEIN (1978), TARGETT (1978) und ALHEIT (1979) zur Untersuchung von Fischnahrung verwendet. ALHEIT (1979) entwickelte eine Similarity-Matrix zur Darstellung der intraspezifischen Nahrungsüberlappung zwischen den verschiedenen Längensklassen einer Fischart. Mit Hilfe dieser Matrix lassen sich dann Längensklassen, die untereinander eine auffällig hohe Nahrungsüberlappung (Similarity), d. h. hohe C-Werte, aufweisen, zu sogenannten "Feeding classes" zusammenfassen (ALHEIT, 1979). Mit einer gleichen Matrix lassen sich natürlich auch die Nahrungsspektren verschiedener Fischarten vergleichen, um Aussagen über die interspezifische Nahrungsüberlappung oder Nahrungskonkurrenz der verglichenen Arten zu treffen.

### E 2.5.1.4. Nährtierpräsenz

Die Nährtierpräsenz gibt die Zahl der Mägen an, in denen eine bestimmte Nährtiergruppe gefunden wurde. Dabei spielt die Anzahl der Nährtiere einer Art pro Magen keine Rolle. Trotzdem ist die Präsenz, ausgedrückt in Prozent, ein Maß für die Regelmäßigkeit, mit der bestimmte Nahrungsorganismen aufgenommen werden (ZANDER, 1979). Sie erlaubt einen schnellen, groben Überblick über die Nahrungspräferenz der untersuchten Fischart.

### E 2.5.2. Ergebnisse

Im folgenden wird die Nahrungszusammensetzung der drei untersuchten Gadiden nach den o. g. Methoden dargestellt mit dem Ziel, die Nahrungskonkurrenz der in der Nordsee sehr häufigen Gadiden untereinander und für eine Art innerhalb der verschiedenen Längensklassen zu ermitteln.



#### E 2.5.2.1. Kabeljau

Der Kabeljau hat als bedeutende Nährtiergruppen nur Fische und Crustaceen gefressen. Fische machen am Gesamtmaterial im Durchschnitt 66,41 % des Nahrungsgewichtes aus und Crustaceen 27,94 % (siehe Tab. 23 und Abb. 40), Polychaeten (4,19 %), Mollusken (0,75 %) und Echinodermen (0,69 %) sind von geringer Bedeutung als Kabeljaunahrung. Die jahreszeitliche Änderung der Nahrungszusammensetzung sowie die Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen sind in Abschnitt E 1.3. (siehe dort Tab. 7 und 8) beschrieben worden.

Die Präsenz der Fische in der Nahrung nimmt im Sommer und Winter zunächst bis zur Längenkategorie 31 bis 40 cm zu, um dann mit weiter zunehmender Fischgröße stetig abzufallen (siehe Abb. 24). Das Durchschnittsgewicht der Fischnahrung allerdings steigt mit zunehmender Fischlänge deutlich an (Abb. 24). Umgekehrt verlaufen diese Kurven bei den Crustaceen (Abb. 25); Präsenz und Gewicht (%) dieser Gruppe nehmen mit steigender Fischlänge ab. Der Wert für die Längenkategorie über 100 cm im Sommer dürfte ein Ausreißer sein, der durch zu geringen Probenumfang bedingt ist. Die Präsenz der Polychaeten (Abb. 26) ist allgemein in allen Längenkategorien gering und geht im Sommer bei zunehmender Fischlänge noch zurück; im Winter sind die Werte über alle Längenkategorien in etwa gleich, eine Tendenz ist nicht zu erkennen. Die Gewichtsanteile der Polychaeten zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Präsenz. Es fällt auf, daß im Winter die Gewichtsanteile der Polychaeten an der Gesamtnahrung besonders gering sind.

Anhand der Similarity-Matrix (Abb. 27) wurde versucht, die Längenkategorien in "Feeding-classes" zusammenzufassen. Diese Gruppierung ist z.T. schwierig, da der Kabeljau in allen Längenkategorien zu hohen Anteilen Fische und Crustaceen aufnimmt (siehe Tab. 7 und 8). Dadurch wirkt rechnerisch eine hohe Dominanz dieser beiden Nährtiergruppen, und die Trennschärfe der Similarity-Matrix wird gering. Besonders im Winter leidet zudem die Exaktheit durch geringen Probenumfang. Trotz dieser Schwierigkeiten wurden folgende "Feeding-classes" aufgestellt:

Tab. 20: Kabeljau, Nahrungszusammensetzung (%) nach Nährtiergruppen und Längenklassen

<u>Winter</u>										
cm	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	≧ 101
Fisch	16,54	68,98	52,01	72,05	93,69	99,37	55,01	63,34	95,62	94,48
Crust	58,51	24,01	35,19	22,19	5,43	0,23	14,05	43,30	4,38	2,83
Mollusk	-	2,60	5,61	0,20	-	-	-	-	-	-
Poly	24,29	1,06	7,19	5,04	0,45	0,40	1,55	2,36	-	2,69
Echino	-	-	-	0,06	0,43	-	-	-	-	-

=====

<u>Sommer</u>										
Fisch	67,33	23,67	31,43	49,19	38,27	71,08	71,41	66,27	94,63	56,19
Crust	32,67	63,01	50,18	39,77	51,65	15,02	25,92	33,33	5,37	43,81
Mollusk	-	1,15	0,97	3,73	1,03	0,22	0,23	-	-	-
Poly	-	10,82	17,21	5,37	6,63	7,17	0,57	0,40	-	-
Echino	-	-	-	1,19	0,91	4,55	1,81	-	-	-

Sommer

- 11 bis 20 cm Fisch-/Crustaceenfresser
- 21 bis 70 cm Crustaceen-/Fischfresser mit Polychaetenanteil
- 71 bis 100 cm Fisch-/Crustaceenfresser

Winter

- 11 bis 20 cm Crustaceen-/Polychaetenfresser mit Fischanteil
- 21 bis 50 cm Fisch-/Crustaceenfresser mit Polychaeten- und Molluskenanteil
- 51 bis 100 cm Fisch-/Crustaceenfresser

Auffallend abgesetzt von den übrigen Längenklassen ist die Klasse 11 bis 20 cm, die im Sommer hauptsächlich Fische und Crustaceen (Tab.20) und im Winter überwiegend Wirbellose (Crustaceen, Polychaeten) aufnimmt. Alle übrigen Feeding-classes sind sommers wie winters durch einen hohen Anteil an Fischen und Crustaceen gekennzeichnet. Unterschiede ergeben sich überwiegend aus dem Verhältnis dieser beiden Gruppen zueinander sowie mehr oder weniger großen Anteilen an Polychaeten; die Mollusken sind dabei kaum von Bedeutung. Daraus folgt auch für die Diversität des Nahrungsspektrums, daß die Längenklasse 11 bis 20 cm immer einen geringen Diversitätsindex hat (Abb. 28). Besonders im Sommer steigt die Diversität in den mittleren Längenklassen an und fällt bei großen Fischen wieder ab. Im Winter hat die Diversität ihren höchsten Wert im Längenbereich 21 bis 40 cm und geht danach kontinuierlich zurück. Der Wert der Längenklasse 61 bis 70 cm muß als Ausreißer angesehen werden.

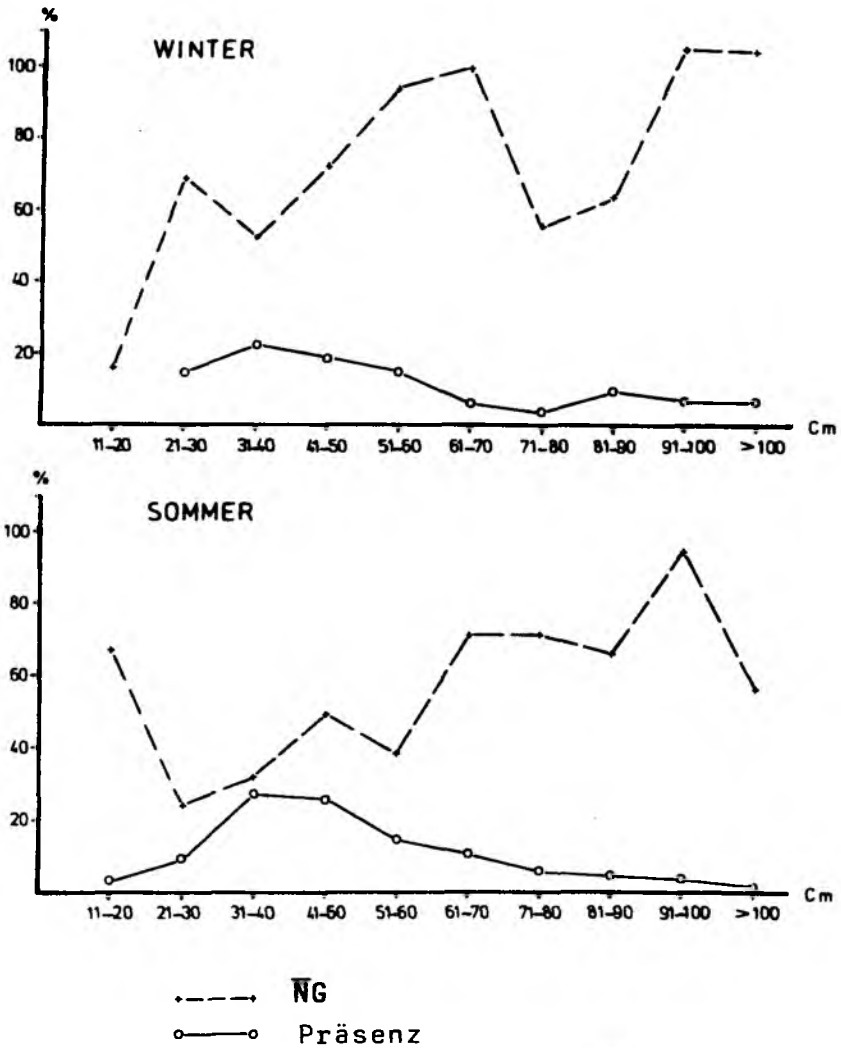


Abb. 24: Kabeljau  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Fischen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längenklassen der Kabeljau

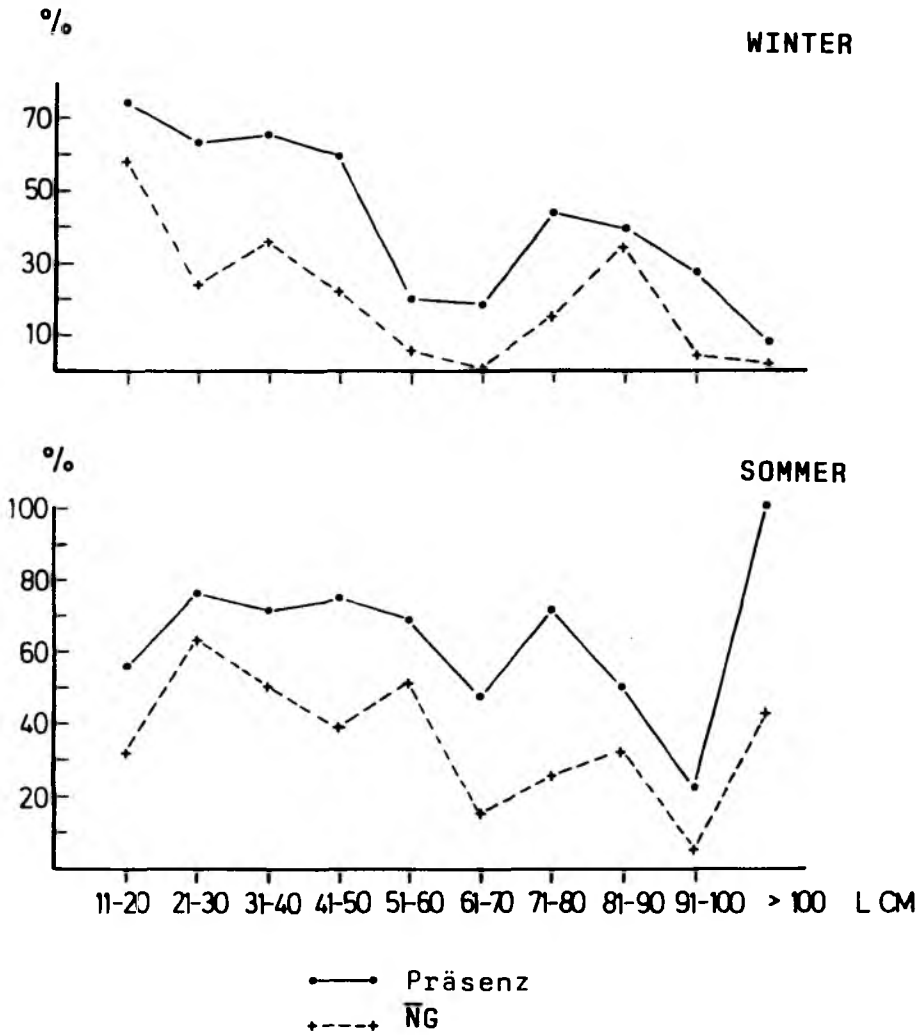


Abb. 25: Kabeljau  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Crustaceen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längenklassen der Kabeljau

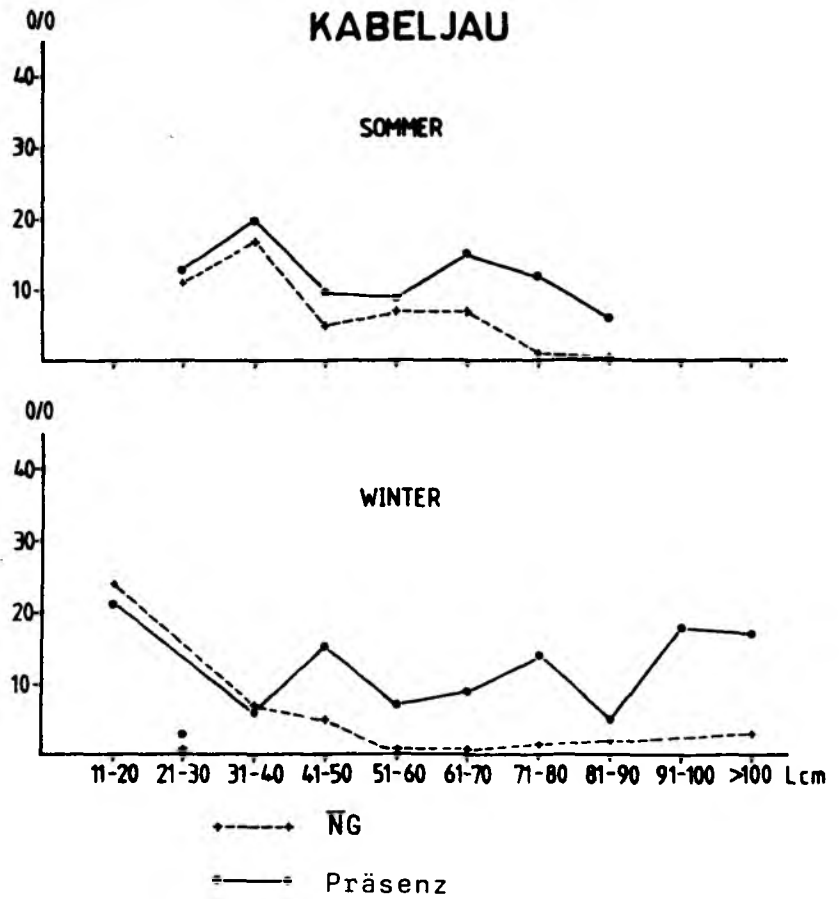


Abb. 26: Kabeljau  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Polychaeten in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längsklassen der Kabeljau

WINTER

Length Class (cm)	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	> 100
11-20										
21-30	32									
31-40	44	64								
41-50	27	61	61							
51-60	14	35	50	68						
61-70	10	18	25	46	63					
71-80	21	31	40	64	66	59				
81-90	30	47	50	64	53	54	73			
91-100	12	29	31	43	50	41	72	57		
> 100	12	36	28	48	52	61	72	68	59	

SOMMER

Length Class (cm)	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	> 100
11-20										
21-30	42									
31-40	46	74								
41-50	45	57	46							
51-60	43	64	73	77						
61-70	23	36	93	67	63					
71-80	26	36	49	63	64	73				
81-90	28	36	49	56	61	65	76			
91-100	15	21	36	47	49	61	57	69		
> 101	36	40	52	69	65	64	74	68	62	



Abb. 27: Kabeljau

Similarity-Matrix. Prozentuale Nahrungs-  
überlappung der Längenklassen

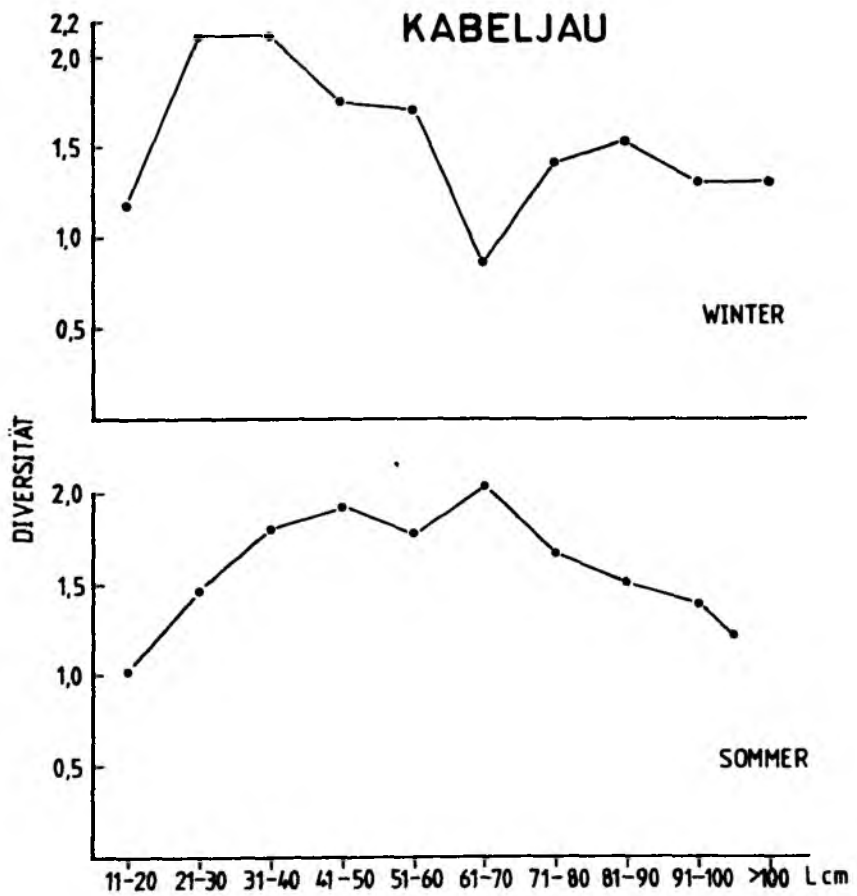


Abb. 28: Kabeljau  
Nahrungsdiversität nach Längenklassen



#### E 2.5.2.2. Schellfisch

Die in den Nahrungsanalysen gefundenen Nährtiergruppen weisen den Schellfisch als Wirbellosenfresser aus. Im Mittel fanden sich im gesamten Material zu 40,16 % des Gewichtsanteiles Crustaceen, gefolgt von Echinodermen (23,84 %), Polychaeten (15,59 %) und Mollusken (4,32 %). Fische machen nur einen Anteil von 16,09 % an der Gesamtnahrung aus (siehe Tab. 23 und Abb. 40). Die Änderung der Nahrungszusammensetzung nach Längenklassen ist bereits in Abschnitt E 1.4. ausführlich abgehandelt (siehe auch Tab. 21).

Die Präsenz der Crustaceen in der Nahrung des Schellfisches ist besonders hoch im Sommer in den mittleren Längenklassen und nimmt bei großen Fischen deutlich ab (Abb. 29). Im Winter verläuft die Kurve der Präsenz fast waagrecht, das Maximum in der Längenkategorie 21 bis 30 cm ist nur schwach ausgeprägt. Der Anteil der Crustaceen am Nahrungsgewicht verläuft ähnlich wie die Präsenzkurve (Abb. 29). Die Präsenz der Echinodermen in den Schellfischmägen verläuft entgegengesetzt zur Präsenz der Crustaceen, d.h. sie steigt erst ab der Längenkategorie 41 bis 50 cm deutlich an (Abb. 30). Besonders ausgeprägt ist diese Steigerung in den Sommermonaten. Der Gewichtsanteil der Echinodermen verläuft naturgemäß wiederum ähnlich wie die Präsenz. Die Präsenz der Polychaeten in den Schellfischmägen ist insgesamt gering. Sie verläuft im Sommer anders als im Winter (Abb. 31), d.h. in den Sommermonaten nimmt sie mit zunehmender Fischlänge zu, im Winter dagegen ab. Da allerdings der Probenumfang der Längenkategorie 51 bis 60 cm im Winter gering ist (siehe Tab. 10), kann dieser Wert in Abb. 31 angezweifelt werden, so daß u.U. die Kurven für den Längensbereich 21 bis 60 cm in beiden Jahreszeiten gleich verlaufen. Darauf deutet schließlich auch der Verlauf der Kurve des Gewichtsanteils hin. Die Längenkategorie 11 bis 20 cm ist leider nur im Sommer vertreten, so daß ein Vergleich der Kurven erschwert wird. Die Präsenz der Mollusken bleibt in beiden Jahreszeiten in allen Längenklassen gering (Abb. 32), ähnlich wie der Gewichtsanteil der Mollusken an der Schellfischnahrung. Die Präsenz der Fische (Abb. 33) ist in beiden Jahreszeiten

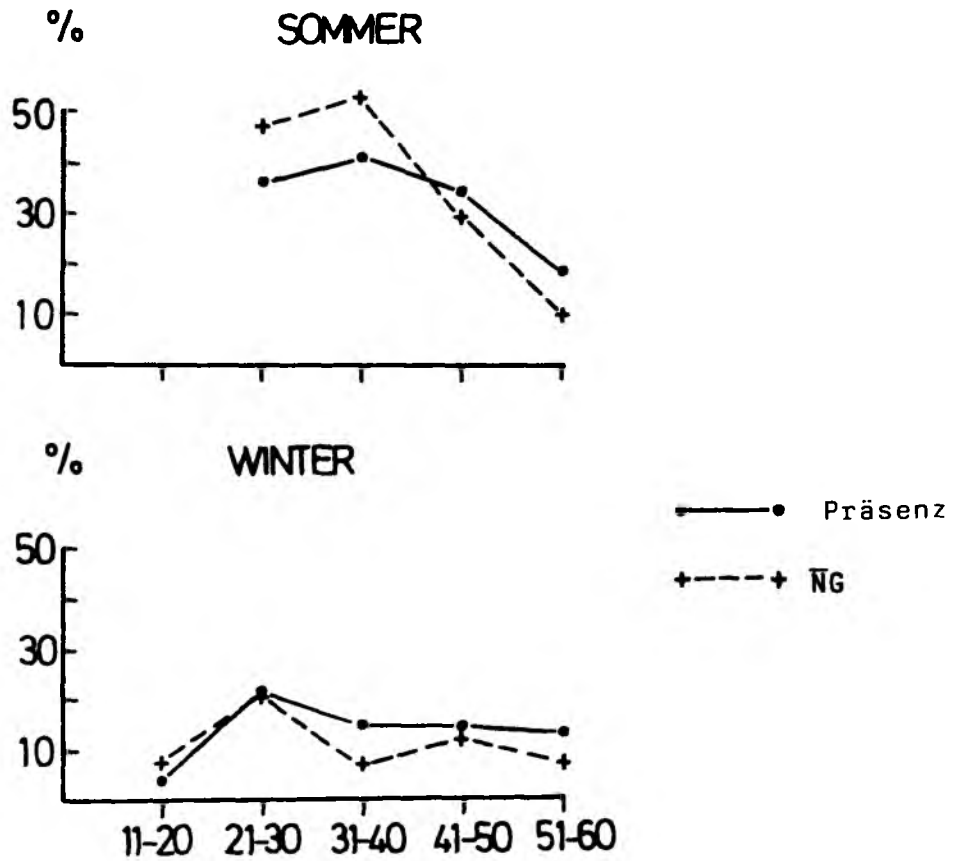


Abb. 29: Schellfisch  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{NG}$ ) von Crustaceen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längsklassen der Schellfische

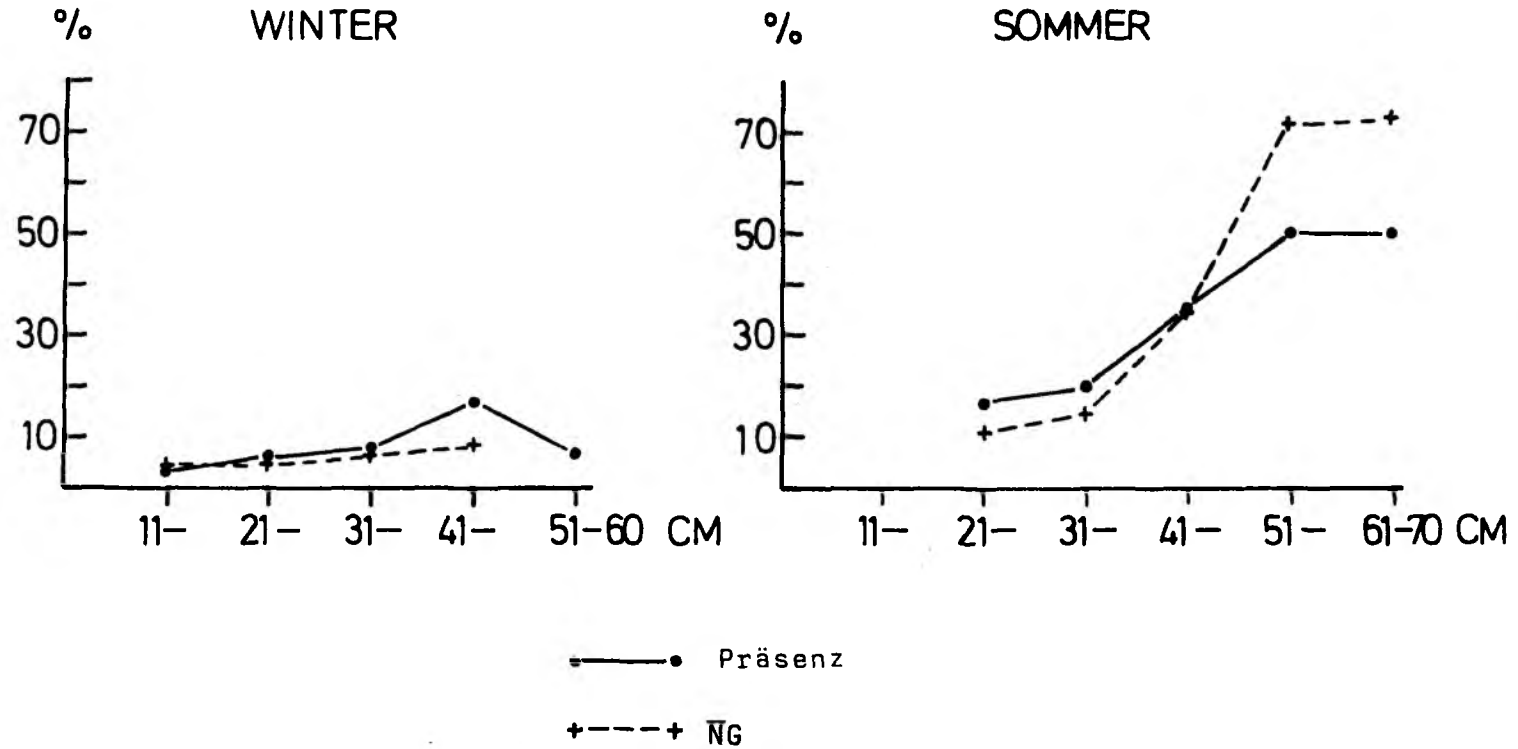


Abb. 30: Schellfisch  
 Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Echinodermen in der  
 Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längenklassen der Schellfische

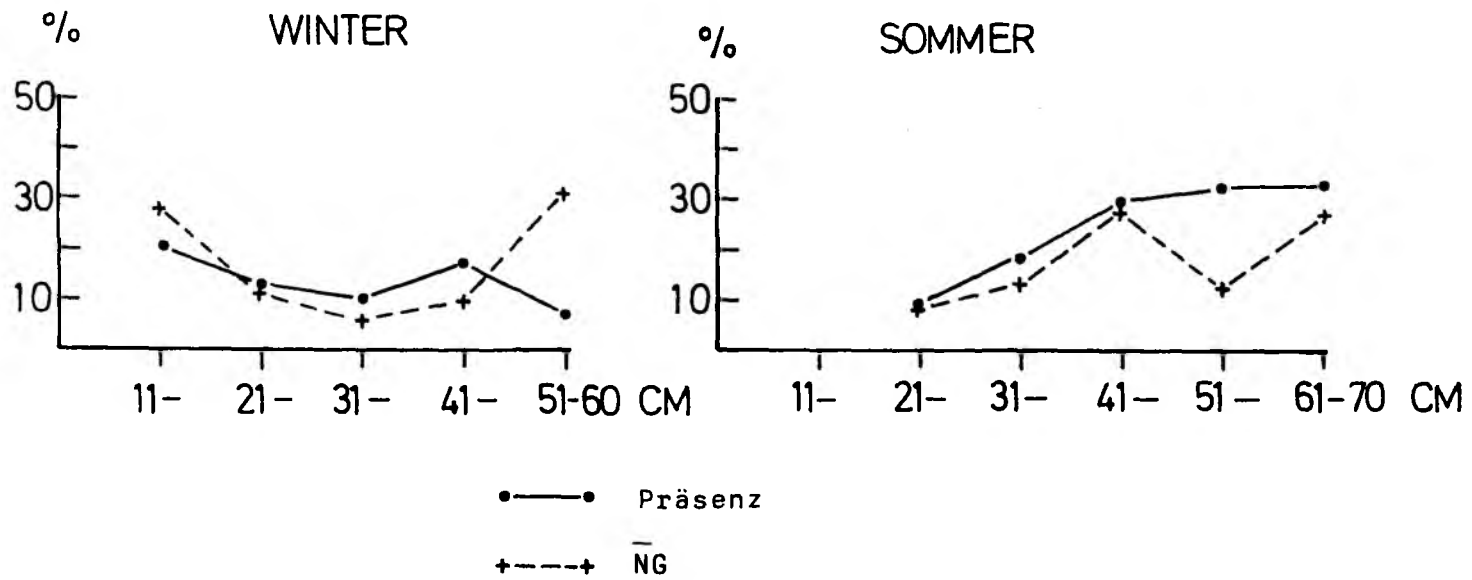


Abb. 31: Schellfisch  
 Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{NG}$ ) von Polychaeten in der  
 Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längensklassen der Schellfische

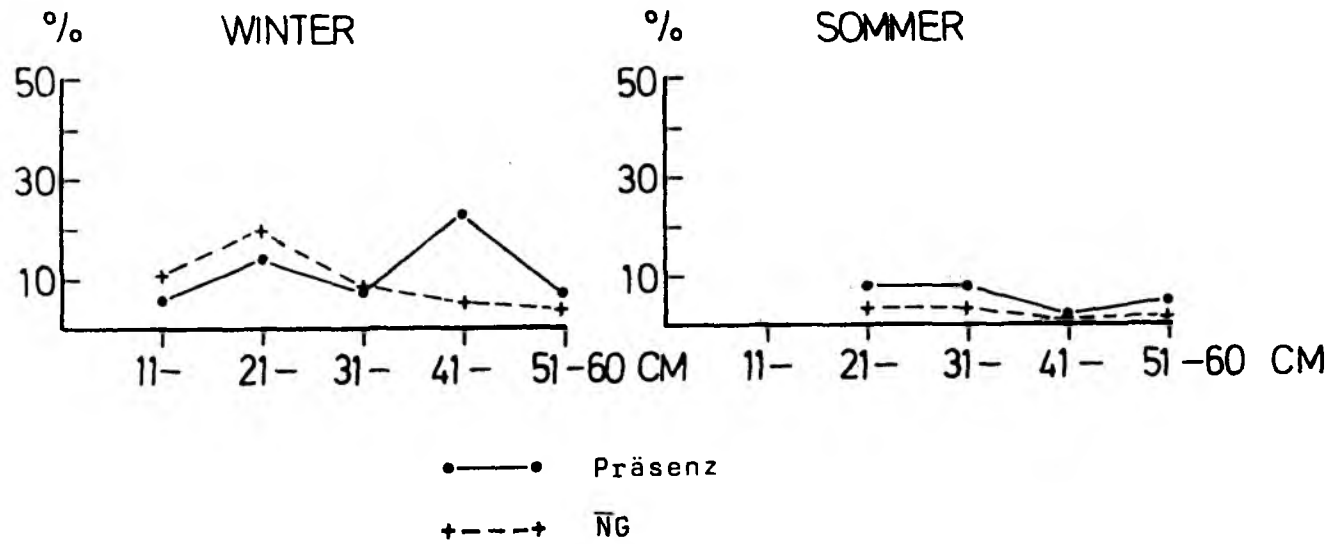


Abb. 32: Schellfisch  
 Präsenz und Gewichtsanteil ( $\overline{NG}$ ) von Mollusken  
 in der Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längenklassen  
 der Schellfische

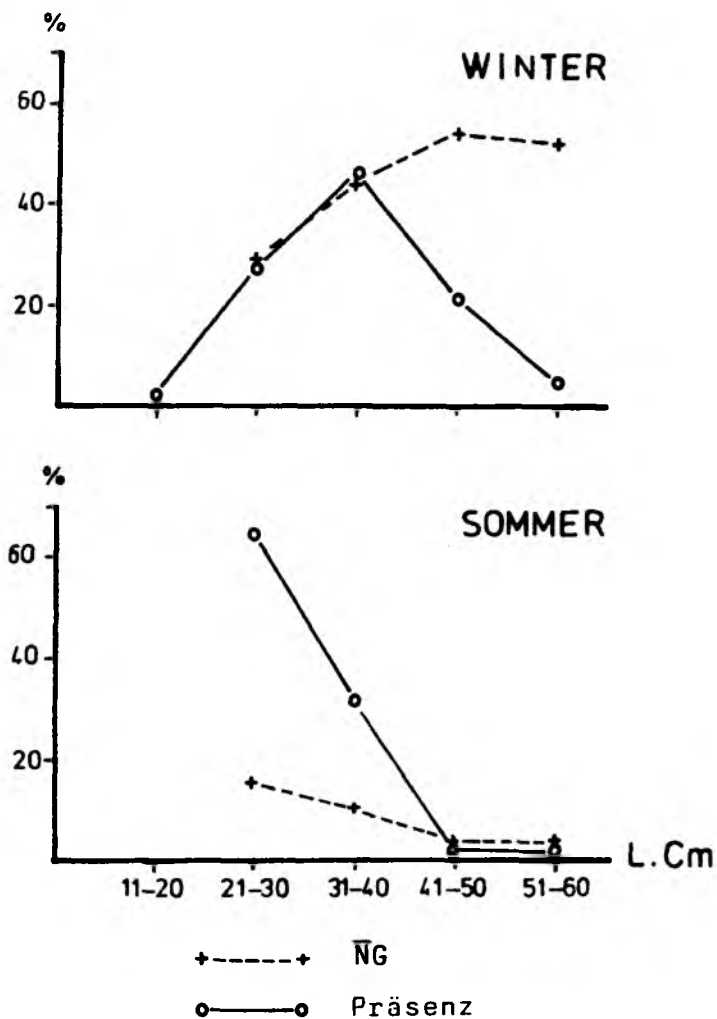


Abb. 33: Schellfisch  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{NG}$ ) von Fischen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längenklassen der Schellfische

hoch im Bereich mittlerer Längen und nimmt mit zunehmender Länge dann rasch ab. Die Kurve des Nahrungsgewichtsanteils folgt diesem Verlauf nur im Sommer. In den Wintermonaten hält die Fischnahrung trotz geringer Präsenz einen hohen Gewichtsanteil. Die Längenklasse 11 bis 20 cm nimmt zumindest im Winter fast keinen Fisch auf.

Die Similarity-Matrix (Abb. 34) wird im wesentlichen durch das Verhältnis der Wirbellosen in der Nahrung beeinflusst. Die Einteilung in "Feeding-classes" ist wiederum schwierig und kann nicht befriedigen. Trotzdem scheinen sich folgende "Feeding-classes" herauszuschälen:

#### Winter

11 bis 20 cm	Wirbellosenfresser
21 bis 30 cm	Wirbellosen-/Fischfresser
31 bis 50 cm	Fisch-/Wirbellosenfresser
über 50 cm	Fisch-/Wirbellosenfresser ohne Mollusken

#### Sommer

21 bis 40 cm	Crustaceenfresser
41 bis 50 cm	Wirbellosenfresser
über 50 cm	Echinodermen-/Polychaetenfresser

Auffallend ist, daß Schellfische nur im Winter Fische fressen, während sie gerade im Sommer überwiegend Echinodermen aufnehmen (siehe auch Tab. 21). Insgesamt hat der Schellfisch ein breites Nahrungsspektrum.

Entsprechend ist auch die Diversität in allen Längenklassen hoch (Abb. 35), geht im Sommer allerdings beim Übergang auf Echinodermennahrung kontinuierlich zurück.

Tab. 21: Schellfisch  
Nahrungszusammensetzung (%) nach Nährtiergruppen und Längenklassen

Winter						
cm	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Fisch	-	18,64	44,31	54,91	52,54	-
Crust.	8,35	21,13	7,11	11,68	5,64	-
Moll.	11,55	20,65	8,63	5,26	3,92	-
Poly.	27,66	11,42	5,86	9,66	31,33	-
Echino.	3,81	3,82	6,41	8,20	-	-
Sommer						
Fisch	-	14,55	9,67	3,30	1,67	-
Crust.	-	47,30	53,10	29,46	9,34	-
Moll.	-	3,55	2,27	0,40	0,58	-
Poly.	-	8,30	13,60	27,49	12,36	27,06
Echino.	-	10,54	14,46	33,32	72,33	72,94



SCHELLFISCH

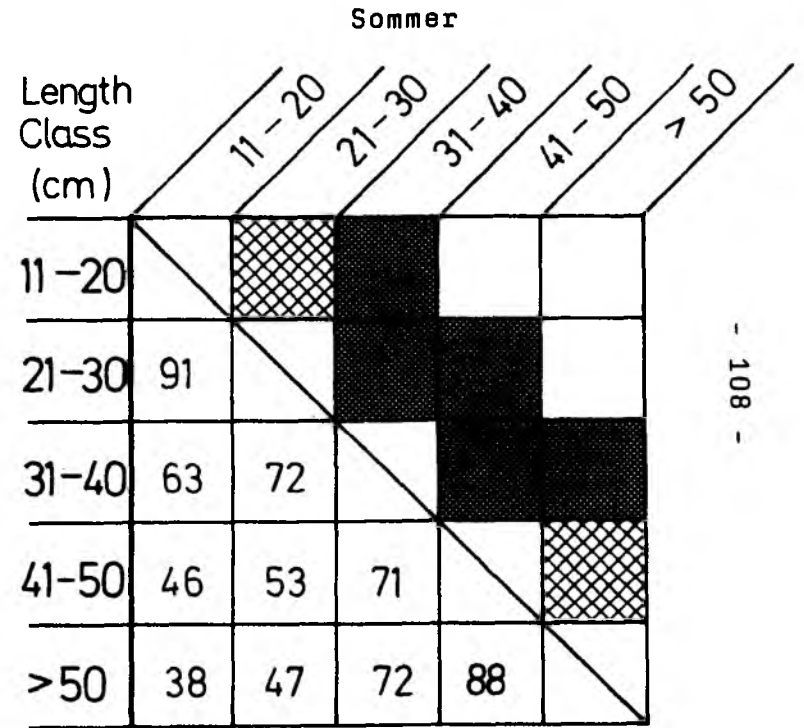
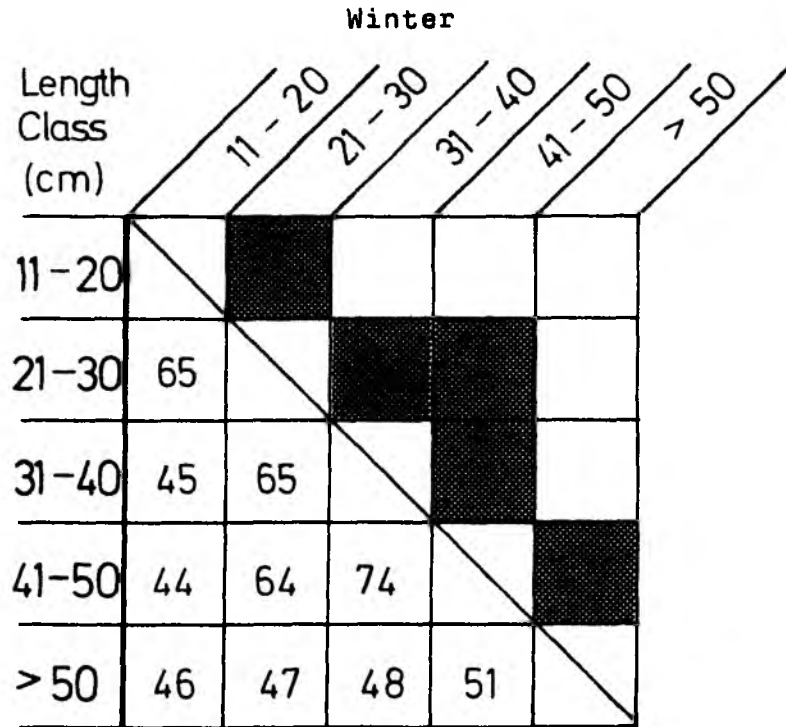


Abb. 34: Schellfisch  
Similarity-Matrix Prozentuale Nahrungsüberlappung nach Längenklassen

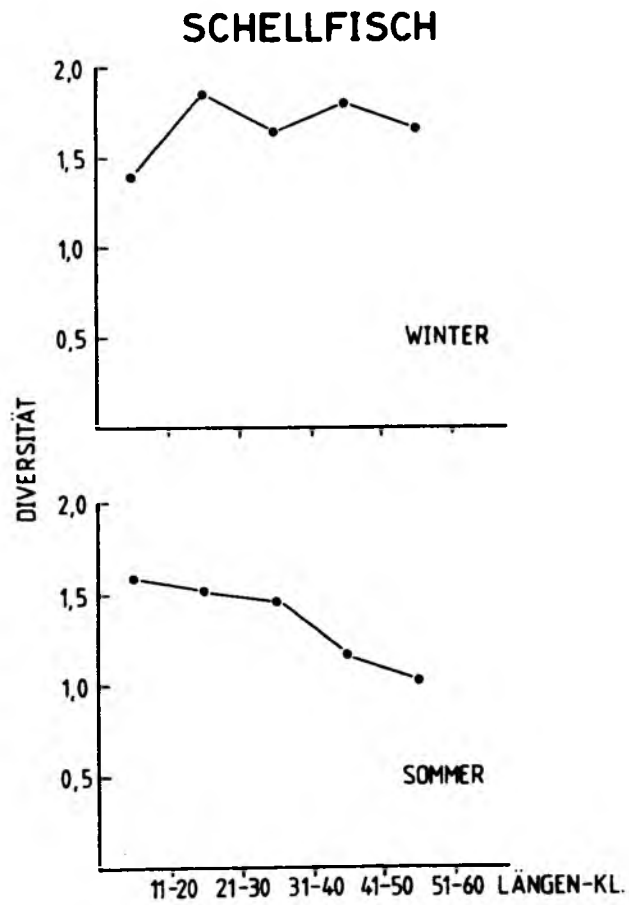


Abb. 35: Schellfisch  
Nahrungsdiversität nach Längen-  
klassen

### E 2.5.2.3. Wittling

Die bedeutendsten Nährtiergruppen des Wittlings sind Fische und Crustaceen. Im Durchschnitt des gesamten Jahres machen Fische 77,33 % des Nahrungsgewichtes und Crustaceen 20,64 % aus (siehe Tab. 23 und Abb. 40). Die Fischnahrung nimmt mit steigender Länge des Wittlings noch zu (Tab. 22). Umgekehrt verhält sich die Crustaceennahrung, die nur im Sommer von Bedeutung ist. Polychaeten werden nur im Sommer von kleinen Wittlingen aufgenommen.

Die Präsenzkurven (Abb. 36 und 37) drücken ebenfalls die Bedeutung der Fische und Crustaceen als Nahrung des Wittlings aus. Dabei verlaufen die Kurven von Präsenz und Nahrungsgewicht bei den Crustaceen parallel und klaffen bei den Fischen auffällig auseinander, eine Tatsache, die später noch diskutiert wird.

Die Similarity-Matrix (Abb. 38) erlaubt die Einteilung folgender "Feeding-classes":

#### Winter

11 bis 20 cm	<u>Fisch-/Crustaceen-/Molluskenfresser</u>
21 bis 40 cm	Fischfresser

#### Sommer

11 bis 20 cm	<u>Fisch-/Crustaceen-/Polychaetenfresser</u>
21 bis 40 cm	<u>Fisch-/Crustaceenfresser</u>

Auffallend ist auch hier der Übergang zu großen Anteilen an Fischen bei großen Wittlingen (siehe auch Tab. 22).

Die Diversität (Abb. 39) des Nahrungsspektrums verläuft im Winter für alle Längenklassen gleich, im Sommer zeigt sie mit zunehmender Fischlänge ansteigende Tendenz.

Tab. 22: Wittling

Nahrungszusammensetzung (%) nach Nährtiergruppen

Winter	11-20	21-30	31-40
cm			
Fisch	55,96	93,64	94,50
Crust.	16,17	3,65	3,77
Moll.	10,42	2,68	-
Poly.	3,27	0,05	-
Sommer			
Fisch	44,14	67,03	74,27
Crust.	39,70	30,76	24,53
Moll.	1,40	-	-
Poly.	12,40	1,37	1,20

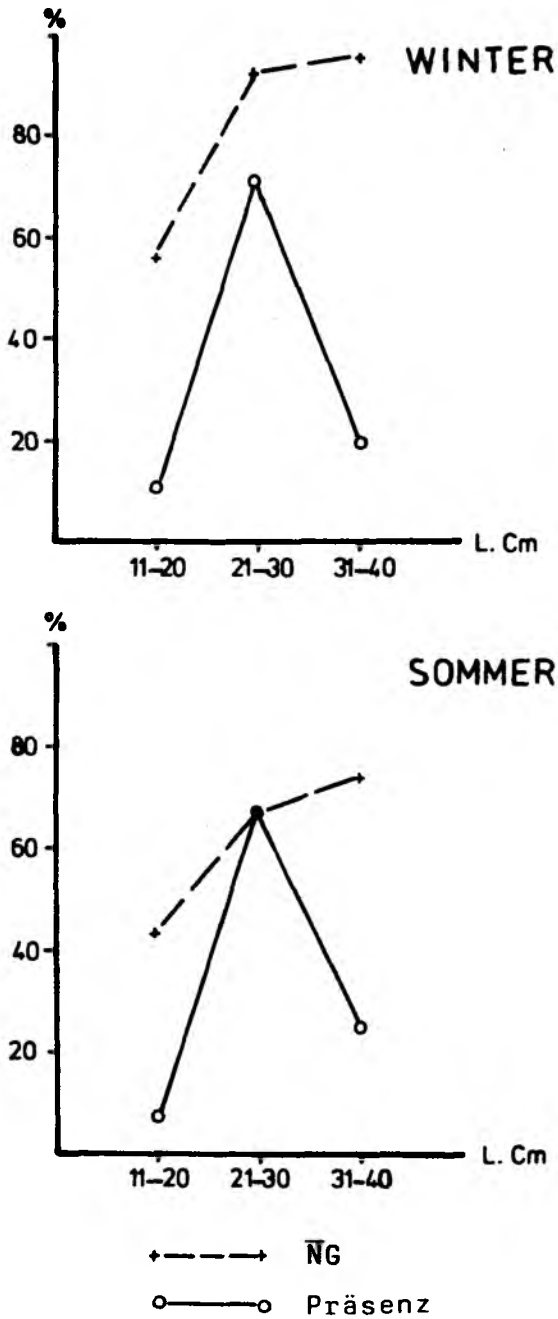


Abb. 36: Wittling  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Fischen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längensklassen der Wittlinge

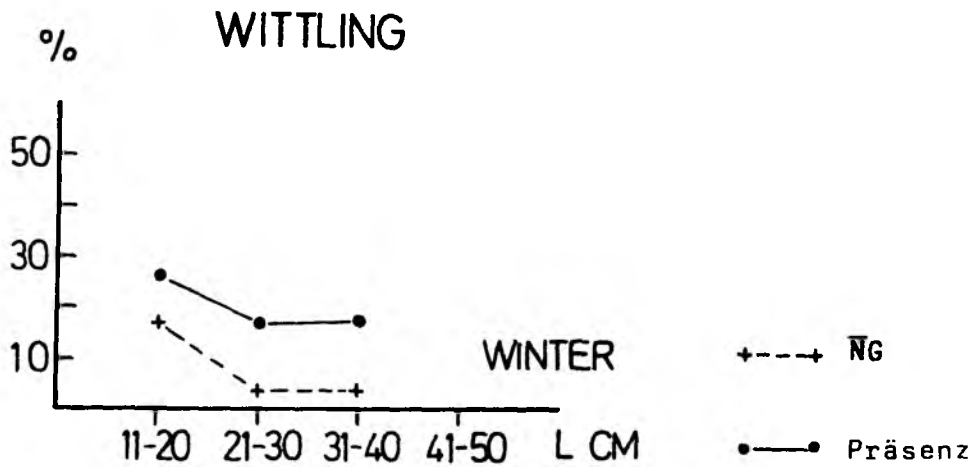
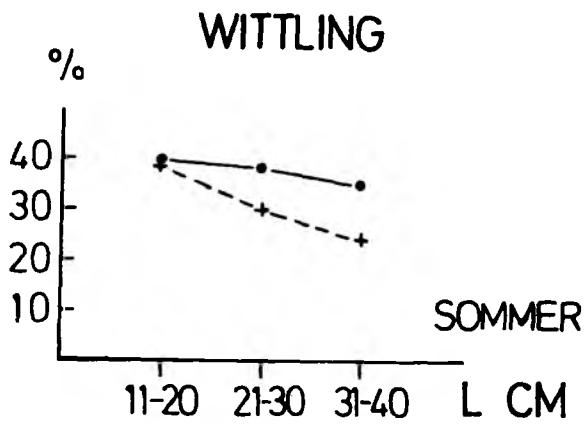


Abb. 37: Wittling  
Präsenz und Gewichtsanteil ( $\bar{N}G$ ) von Crustaceen in der  
Nahrung, aufgeschlüsselt nach Längsklassen der Wittlinge

Winter

Length Class (cm)	11 - 20	21 - 30	31 - 40
11 - 20			
21 - 30	33		
31 - 40	28	53	

Sommer

Length Class (cm)	11 - 20	21 - 30	31 - 40
11 - 20			
21 - 30	57		
31 - 40	51	83	

Abb. 38: Wittling  
Similarity-Matrix. Nahrungsüberlappung nach Längenklassen

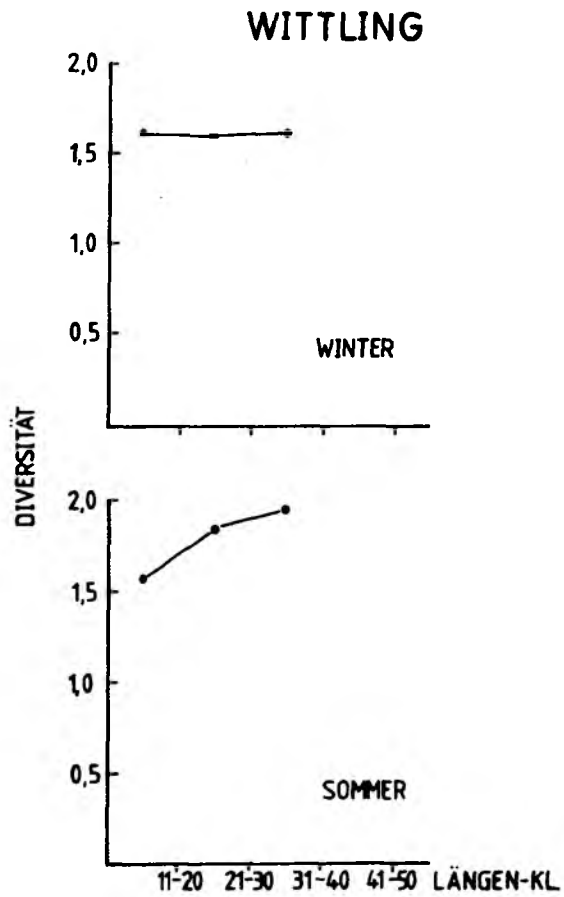


Abb. 39: Wittling  
Nahrungsdiversität nach Längenklassen



#### E 2.5.2.4. Nahrungsüberlappung der Gadiden

Ein Vergleich der Zusammensetzung der Gadidennahrung in Tab. 23 und Abb. 40 weist aus, daß Kabeljau und Schellfisch ein breiteres Nahrungsspektrum haben als der Wittling. Während der Wittling fast nur Fische und Crustaceen frißt, nehmen die beiden anderen Arten auch Polychaeten und besonders der Schellfisch in größeren Mengen Mollusken und Echinodermen auf (Tab. 23).

#### Tab. 23: Gadiden.

Durchschnittlicher jährlicher prozentualer Anteil der Nährtiergruppen an der Gesamtnahrung.

	Kabeljau	Wittling	Schellfisch
Fisch	66,41	77,33	16,09
Crust.	27,96	20,64	40,16
Mollusk.	0,75	0,93	4,32
Poly.	4,19	1,10	15,59
Echino.	0,69	-	23,84

Entsprechend der Aufteilung der Nahrung nach Nährtiergruppen in Tab. 23 zeigt auch die Diversität der Gesamtnahrung im Jahresmittel den höchsten Wert für den Schellfisch, der ein deutlich breiteres Nahrungsspektrum hat als die beiden anderen Arten (siehe Tab. 24).

#### Tab. 24: Gadiden.

Diversität ( $H'_{sn}$ ) des gesamten Nahrungsspektrums (Jahresmittel)

	$H'_{sn}$
Schellfisch	1,4276
Kabeljau	0,8321
Wittling	0,6176

Tab. 25: Gadiden.

Prozentuale Zusammensetzung der Fischnahrung im  
Jahresmittel.

	Kabeljau	Schellfisch	Wittling
Hering	4,91	-	5,09
Sprott	5,64	-	17,31
Hornhecht	-	-	-
Kabeljau	2,19	-	0,22
Schellfi.	8,78	3,47	2,29
Zwergdor.	0,24	0,78	1,73
Wittling	24,20	1,77	1,09
Stintdor.	7,40	26,31	37,57
Silberdor.	0,02	-	1,74
Sandaal	2,41	65,05	31,27
Viperq.	-	-	0,40
Leierfi.	2,89	1,43	-
Makrele	4,71	-	-
Bandfi.	1,33	-	-
Grundel	0,08	-	0,56
Butterfi.	0,14	-	-
Knurrh.	1,02	0,08	-
Steinpick.	-	-	-
Seequappe	0,55	-	-
Seezunge	0,15	-	-
Doggersch.	13,44	0,91	-
Kliesche	14,18	-	-
Rochen	0,09	-	-
Seeteufel	0,04	-	-
Seequappe	0,08	-	0,73

Die prozentuale Zusammensetzung der reinen Fischnahrung (Tab. 25) zeigt, daß bei allen drei Arten nur wenige Beutefische von quantitativer Bedeutung sind. Der Kabeljau hat zwar das größte Fischnahrungsspektrum, nimmt als wichtige Beutefische aber nur Wittling, Doggerscharbe und Kliesche auf; von geringerer Bedeutung als Nahrung für den Kabeljau sind dann Schellfisch, Stintdorsch, Makrele, Sprott und Hering. Für Schellfisch und Wittling, deren Fischnahrungsspektrum sehr viel kleiner ist, sind als Beute nur Sandaal und Stintdorsch und allein für den Wittling noch Sprott und Hering von Bedeutung (siehe Tab. 25). Das schmalste Artenspektrum der Fischnahrung hat der Schellfisch.

Diese Ergebnisse werden durch die Diversitätsindices in Tab. 26 ebenfalls widergespiegelt. Der Kabeljau hat im Jahresmittel der Gesamtfischnahrung die größte Diversität, gefolgt von Schellfisch und Wittling.

Tab. 26: Gadiden.

Diversität ( $H'_{sn}$ ) der Fischnahrung (Jahresmittel)

	$H'_{sn}$
Kabeljau	2,2974
Schellfisch	1,5952
Wittling	1,1206

Die Similarity-Matrix (Abb. 41) weist entsprechend den o.g. Ergebnissen auch aus, daß Kabeljau und Schellfisch als Arten mit breitem Nahrungsspektrum aus allen erfaßten Nährtiergruppen dem Wittling mit einem schmaleren Spektrum gegenüberstehen. Bei Betrachtung der reinen Fischnahrung zeigt sich, daß die Überlappung des Nahrungsspektrums zwischen Wittling und Schellfisch am größten ist, während der Kabeljau ein ganz anderes Spektrum der Fischnahrung bevorzugt (Abb. 41). Insgesamt betrachtet stehen die drei Arten jeweils für sich. Der Wittling ist fast reiner Fischfresser, der Schellfisch nimmt überwiegend Wirbellose als Nahrung auf, und der Kabeljau ernährt sich aus allen Nährtiergruppen. Dabei nimmt er zwar

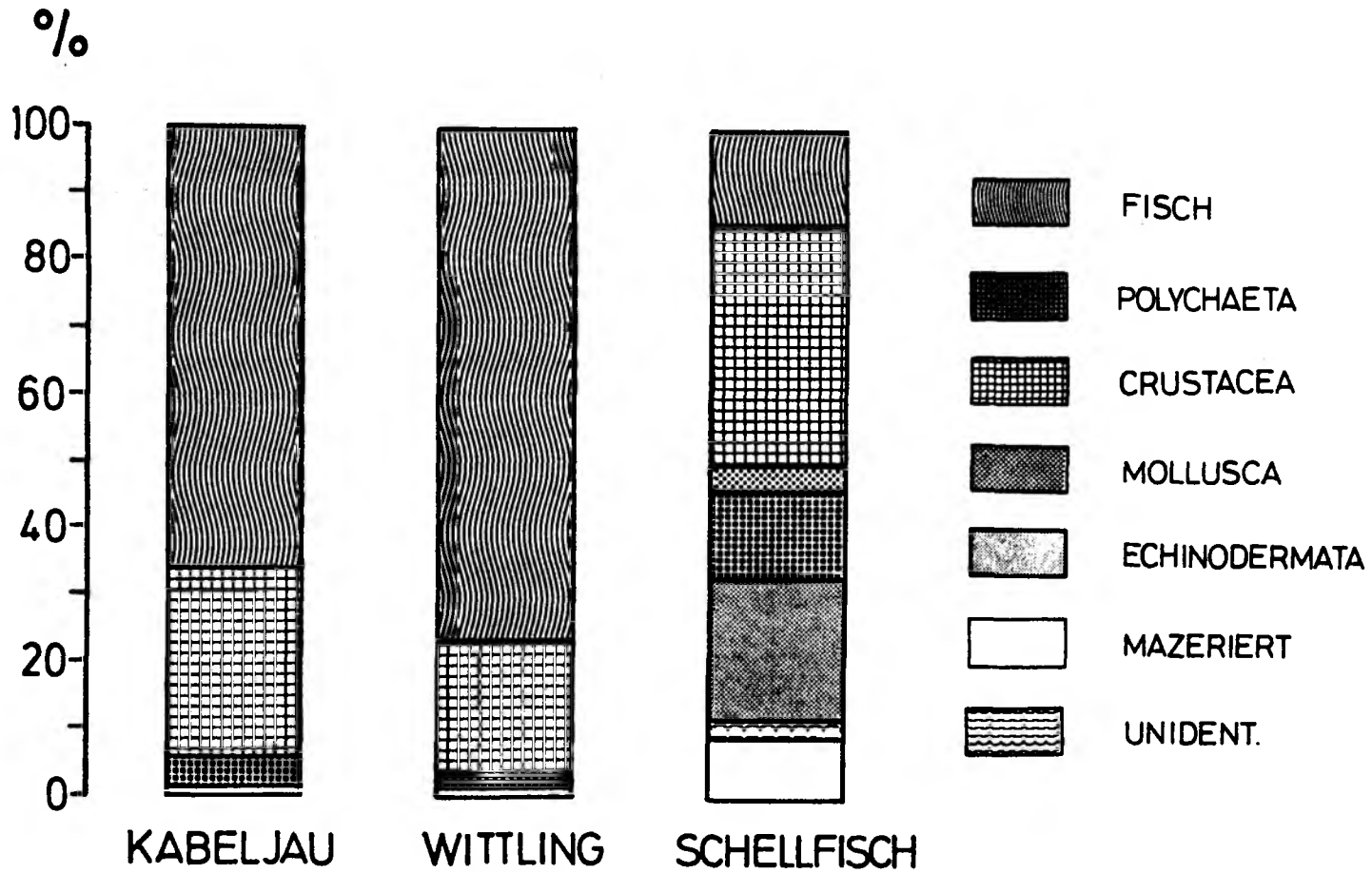


Abb. 40: Gadiden, Zusammensetzung der Gesamtnahrung im Jahresmittel

überwiegend Fisch auf, allerdings i. w. andere Arten als Wittling und Schellfisch (siehe Tab. 25 und Abb. 40).

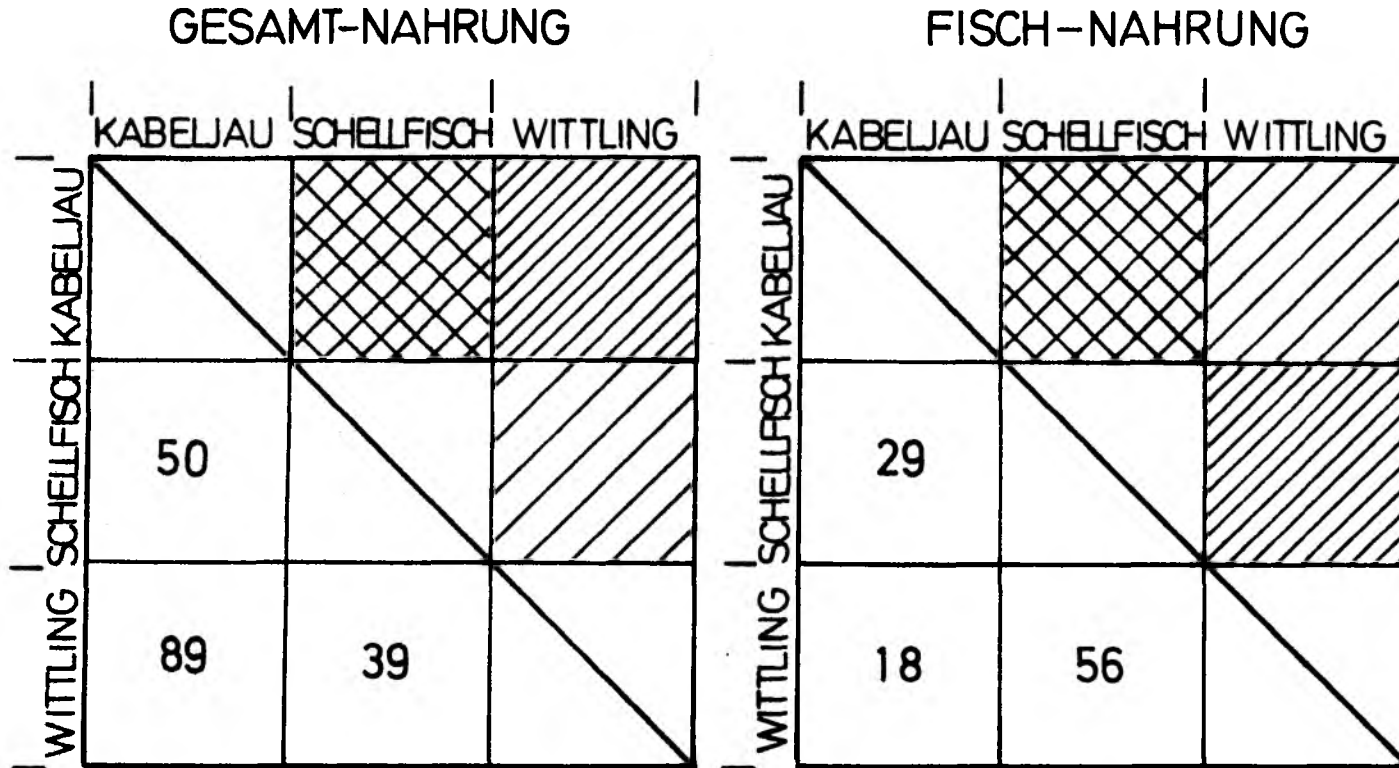


Abb. 41: Gadiden.  
 Similarity-Matrix. Nahrungsüberlappung der Gesamtnahrung  
 und der reinen Fischnahrung.

## F. Diskussion

Die sieben hier untersuchten Arten leben alle in Bodennähe und konnten daher in größeren Mengen mit dem Grundschleppnetz erbeutet werden. Die bodennahe Lebensweise drückt sich auch im Nahrungsspektrum aller Arten aus. Sie hatten alle neben Fischen auch rein benthische Tiergruppen als Nahrung aufgenommen, wobei die Bedeutung einzelner Nährtiergruppen durchaus große Unterschiede zwischen den Arten und bei den einzelnen Arten zwischen den Jahreszeiten und den verschiedenen Längengruppen aufwies.

Bei sechs der untersuchten Arten bestand die Nahrung im Jahresmittel zu über 60 % aus Fisch (siehe Tab. 23 und 27). Eine Ausnahme macht hier allein der Schellfisch, dessen Fischnahrung nur rund 16 % der Gesamtnahrung umfaßt (Tab. 23). Als fast reine Fischfresser sind Doggerscharbe, Dornhai und mit Abstrichen Rochen anzusehen, deren Gesamtnahrung im Jahresmittel zu rund 90 % bzw. 80 % beim Rochen aus Fischen bestand.

Daraus folgt, daß andere Nährtiergruppen für diese drei Arten nur als Gelegenheitsnahrung angesehen werden können. Der Rochen nimmt nur noch Crustaceen (siehe Tab. 27) auf. Für die drei Gadiden und den Knurrhahn stellen die Crustaceen mit rund 20 bis 40 % der Gesamtnahrung einen wichtigen Nahrungsfaktor dar. Dabei sind sie für den Schellfisch mit 40,16 % des Nahrungsgewichtes die wichtigste Nährtiergruppe (Tab. 23).

Die restlichen Nährtiergruppen Mollusken, Polychaeten und Echinodermen sind für die meisten Fischarten von geringer Bedeutung als Nahrung (siehe Tab. 23 und 27). Wiederum macht hier allerdings der Schellfisch eine Ausnahme. Er nimmt im Jahresmittel der Gesamtnahrung zu 15,59 % Polychaeten und zu 23,84 % Echinodermen als Nahrung auf.

In der Literatur wurden nur wenige Angaben über die Nahrung von Dornhai und Rochen gefunden. GROSSLEIN et al. (1979) fanden auf der Georges Bank eine ähnliche Bedeutung der Fische als Nahrung des Dornhais. Für Rochen allerdings beschreiben GROSSLEIN et al. Crustaceen mit 66,1 % als Hauptnahrung dieser Art. Der Schellfisch fraß nach o. g. Autoren auf der Georges Bank keine Fische, im übrigen waren auch dort die wirbellosen Nährtiergruppen von ähnlicher Bedeutung wie im vorliegenden Material in der Nordsee. HERTLING (1939) beschreibt ebenfalls die geringe Bedeutung von Fischen als Schellfischnahrung in der Nordsee. Entsprechend weisen auch seine Ergebnisse auf die besondere Rolle der Echinodermen und Mollusken für die Ernährung des Schellfisches hin. Crustaceen haben nach HERTLING (1939) allerdings einen deutlich geringeren Anteil an der Nahrung des Schellfisches als im vorliegenden Material. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß HERTLING nur mit geringem Material aus einer Jahreszeit gearbeitet hat. GROSSLEIN et al. (1979) und MINET et al. (1978) fanden auf der Georges Bank bzw. im Nordwest-Atlantik eine ähnliche Bedeutung der Fische und Crustaceen als Nahrung des Kabeljaus. Die Werte von HERTLING (1939) weisen Crustaceen als weniger bedeutend, Polychaeten allerdings als bedeutsameren Anteil der Kabeljaunahrung in der Nordsee aus. Ganz andere Nahrungsverhältnisse beschreibt ARNTZ (1974) für die tiefere Kieler Bucht. Danach tritt dort Fisch als Dorschnahrung in seiner Bedeutung deutlich hinter Crustaceen, Mollusken und Polychaeten zurück. Noch größer wird die Bedeutung der Crustaceen in ufernahen, flachen Bereichen der Kieler Bucht. Nach ZARKESCHWARI (1978) fressen Dorsche dort zu 72,6 % der Gesamtnahrung Crustaceen und nur zu rund 10 % Fisch. Die Bedeutung von Fischen als Nahrung des Wittlings wird auch von HERTLING (1939) beschrieben, allerdings weisen seine Ergebnisse nicht Crustaceen sondern Mollusken als zweitwichtigste Nahrung des Wittlings in der Nordsee aus.

Die jahreszeitlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Nahrung aller untersuchten Arten sind in den früheren

Tab. 27: Dornhai, Rochen, Knurrhahn, Doggerscharbe

Durchschnittlicher jährlicher prozentualer Anteil  
der Nährtiergruppen an der Gesamtnahrung

	Dornhai	Rochen	Knurrhahn	Doggerscharbe
Fisch	88,66	81,91	68,37	93,49
Crustaceen	4,18	12,18	29,74	2,98
Mollusken	-	0,76	1,51	3,00
Polychaeten	1,42	3,20	0,08	0,53
Echinodermen	-	-	-	-



Kapiteln ausführlich dargestellt. Ganz allgemein läßt sich bei den Gadiden die Tendenz finden, daß im Winter Fische als Nahrung eine größere Bedeutung haben als im Sommer. Das gilt auch für Dornhai und Rochen. Anders hingegen verhalten sich Knurrhahn und Doggerscharbe, die beide im Winter keine (Knurrhahn) oder nur wenige (Doggerscharbe) Fische fressen und sich statt dessen dann von Crustaceen und Mollusken ernähren.

Die Rolle einzelner Fischarten als Nahrung demersaler Raubfische der Nordsee geht aus Tab. 25 und 28 hervor. Danach hat der Sandaal eine überragende Bedeutung als Fischnahrung. Er wird von Wittling, Rochen und Knurrhahn bevorzugt aufgenommen. Der Schellfisch bevorzugt zwar auch den Sandaal, frißt allerdings insgesamt wenig Fisch. An zweiter Stelle in der Bedeutung als Fischnahrung stehen Wittling und Stintdorsch. Wittlinge werden fast nur von Dornhai und Kabeljau, Stintdorsch von Wittling und Doggerscharbe gefressen.

Der Sprott ist allein als Nahrung des Wittlings von Bedeutung, während die Plattfische, Doggerscharbe und Kliesche in nennenswertem Umfang nur dem Kabeljau als Nahrung dienen.

Die Bedeutung von Sandaal, Stintdorsch, Wittling, Sprott, Doggerscharbe und Kliesche im Nahrungsnetz der Nordsee wird noch dadurch unterstrichen, daß diese Arten den besonders häufig vorkommenden Fischräubern wie Kabeljau und Wittling als Nahrung dienen. Ob bei wieder ansteigendem Heringsbestand in der Nordsee eine Verschiebung in der Zusammensetzung der Fischnahrung einzelner Arten eintritt, muß offen bleiben.

Über die in den ersten Kapiteln behandelte Nahrungszusammensetzung hinaus wurde schließlich die Nahrung der Gadiden weiteren Untersuchungen unterworfen, da der Probenumfang dies nur für diese drei Arten zuließ. Bei allen drei Arten fand sich ein Anstieg des durchschnittlichen Nahrungsgewichtes

Tab. 28: Dornhai, Rochen, Knurrhahn, Doggerscharbe

Prozentuale Zusammensetzung der Fischnahrung im Jahresmittel

	Dornhai	Rochen	Knurrhahn	Doggerscharbe
Sprott	0,92	0,34	1,53	0,95
Hornhecht	5,68	-	-	
Kabeljau	5,92	2,13	-	
Schellfisch	0,35	-	-	32,82
Wittling	47,80	2,24	-	
Stintdorsch	-	0,10	-	62,64
Sandaal	2,61	73,51	85,35	2,74
Leierfisch	2,38	15,72	2,51	-
Makrele	13,12	-	-	-
Bandfisch	-	0,96	0,53	-
Grundel	-	-	-	0,85
Knurrhahn	2,99	-	-	-
Doggerscharbe	7,13	5,00	10,08	-
Kliesche	11,10	-	-	-

mit zunehmender Länge und mit zunehmendem Gewicht der Räuber. Der Zusammenhang zwischen Nahrungsgewicht, ausgedrückt als prozentualer Anteil des Körpergewichtes, und der Länge der Räuber zeigt bei zunehmender Länge eine Abnahme des relativen Nahrungsgewichtes für Wittling und Kabeljau und erstaunlicherweise einen deutlichen Anstieg dieser Kurve beim Schellfisch. Eine Erklärung dafür ist schwierig zu finden. Es könnte sein, daß die gewaltige Zunahme der Echinodermen als Nahrung größerer Schellfische im Sommer hier durchschlägt und der geringe Nährwert dieser Gruppe große Nahrungsmengen erfordert.

Der Diversitätsindex als Ausdruck der Vielfalt des Nahrungsspektrums ist für das Gesamtnahrungsspektrum eines Jahres am größten beim Schellfisch, der ja, wie die Untersuchung gezeigt hat, fast alle Nährtiergruppen häufig aufnimmt. Den kleinsten Diversitätsindex der Gesamtnahrung hat folgerichtig der Wittling als größter Fischfresser unter den drei Gadiden. Diese Spezialisierung auf ein schmales Nahrungsspektrum wird beim Wittling noch deutlicher bei Betrachtung des Diversitätsindexes der reinen Fischnahrung. Auch hier hat der Wittling den geringsten Wert (Tab. 26), während der Kabeljau, ausgedrückt durch den sehr hohen Diversitätsindex, die größte Bandbreite an Fischnahrung hat.

Aus dieser Spezialisierung auf bestimmte Gruppen oder gar Arten von Nährtieren folgt auch eine mehr oder weniger große Überlappung der Gesamtnahrung der drei Gadiden. So haben Wittling und Kabeljau eine hohe Übereinstimmung in der Zusammensetzung ihrer Nahrung nach Nährtiergruppen. Die Ausnutzung der reinen Fischnahrung durch Doggerscharbe, Dornhai und Rochen ist nicht so groß, da diese Arten eine geringe Besiedlungsdichte in der Nordsee haben.

In den Wintermonaten allerdings dürfte die Konkurrenz sich etwas verschärfen, da die meisten Arten dann ihr Nahrungsspektrum einengen und mehr Fischnahrung zu sich nehmen, während im Sommer eine Ausdehnung auf alle Nährtiergruppen bei

fast allen Arten zu beobachten ist. Da im Winter die Verbreitung der untersuchten Fischräuber geringer ist, und sie sich alle aus den flacheren Teilen der Nordsee nach Norden und Westen zurückziehen, ergibt sich die Verschiebung des Nahrungsspektrums u. U. als Folge der Änderung der Verbreitung.

Daraus läßt sich für die Konkurrenz der drei Gadiden folgern, daß sie sich in der Nordsee wenig Konkurrenz machen. Der Schellfisch frißt wenig Fisch. Wittling und Kabeljau stimmen zwar in der groben Zusammensetzung ihrer Nahrung nach Nährtiergruppen überein, da sie aber beide viel Fisch fressen und sich in der Fischnahrung kaum überlappen, kommt es hier selten zu ausgeprägter Konkurrenz. Insgesamt lassen sich Wittling und Kabeljau in der Nordsee als Fischfresser und der Schellfisch als Wirbellosenfresser einstufen. Die Konkurrenz als Fischfresser steigt im Winter möglicherweise dadurch, daß die produktiveren, benthosreichen flachen Teile der Nordsee in den Wintermonaten nicht als Weidegründe aufgesucht werden, und die Bodenfische daher vermehrt auf Jagd nach Fischen gehen müssen.

## G. Zusammenfassung

1. Im Sommer 1978 und Winter 1979 wurde die Nahrung von sieben Grundfischarten der Nordsee untersucht:

Dornhai	( <i>Squalus acanthias</i> )
Rochen	( <i>Raja</i> sp.)
Kabeljau	( <i>Gadus morhua</i> )
Schellfisch	( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> )
Wittling	( <i>Merlangius merlangus</i> )
Knurrhahn	( <i>Trigla gurnardus</i> )
Doggerscharbe	( <i>Hippoglossoides platessoides</i> )

Ziel dieser Untersuchung war, die Nahrung dieser Arten unter besonderer Berücksichtigung ihrer Rolle als Fischräuber zu untersuchen.

2. Die Zusammensetzung der Nahrung nach Nährtiergruppen wurde aus vollen Mägen ermittelt. Anschließend wurde der prozentuale Gewichtsanteil pro Jahreszeit und Längenkategorie genauer untersucht. Es wurden folgende Nährtiergruppen gefunden: Fische, Crustaceen, Mollusken, Polychaeten und Echinodermen.
3. Die Nahrung der drei Gadiden, als häufigste Fischarten der Nordsee, wurde folgenden weiteren Analysen unterzogen: Präsenz der Nährtiere nach Fischlänge, Änderung der Nahrungsmenge mit Körperlänge und -gewicht, Diversität der Nahrung, Diversität der reinen Fischnahrung, Nahrungsüberlappung (Similarity-Matrix).
4. Sechs der untersuchten Arten waren überwiegend Fischräuber, die mit zunehmender Körperlänge mehr Fisch aufnehmen. Der Schellfisch allerdings muß als Wirbellosenfresser eingestuft werden.
5. Im Winter wurde, von einer Ausnahme abgesehen (Knurrhahn), überwiegend mehr Fisch gefressen als im Sommer, während das Nahrungsspektrum im Sommer allgemein breiter ist und neben Fischen Crustaceen, Polychaeten, Mollusken und Echinodermen umfaßt.

6. Als wichtigste Fischnahrung wurden Sandaal, Stintdorsch, Wittling, Sprott, Doggerscharbe und Kliesche gefunden. Sandaal wird häufig von Schellfisch, Wittling, Rochen und Knurrhahn, Stintdorsch von Schellfisch, Wittling und Doggerscharbe und der Wittling von Kabeljau und Dornhai gefressen. Sprott ist nur für Wittling als Nahrung von Bedeutung. Die Plattfische Kliesche und Doggerscharbe werden fast nur von Kabeljau und Dornhai gefressen.
7. Nach dem Diversitätsindex hat der Schellfisch das breiteste Nahrungsspektrum bei Betrachtung der Gesamtnahrung. Innerhalb der reinen Fischnahrung weist der Kabeljau das breiteste Nahrungsspektrum auf. Wittling zeigt in beiden Fällen das schmalste Nahrungsspektrum.
8. Bei allen untersuchten Gadidenarten nahm das durchschnittliche Gewicht des Mageninhaltes mit steigender Länge und steigendem Körpergewicht des Fisches zu. Das relative Nahrungsgewicht (Mageninhalt als Prozent des Körpergewichtes) nimmt bei Kabeljau und Wittling mit der Länge ab, beim Schellfisch allerdings deutlich zu.
9. Die Similarity Matrix weist für die Gesamtnahrung der Gadiden (berechnet nach Nährtiergruppen) eine Überlappung der Nahrung von Kabeljau und Wittling aus. Die Überlappung der reinen Fischnahrung allerdings ist zwischen diesen beiden Arten gering.
10. Die Nahrungskonkurrenz unter den drei Gadiden ist gering. Wittling und Kabeljau fressen zwar viel Fisch aber im wesentlichen andere Arten. Der Schellfisch ernährt sich hauptsächlich von Wirbellosen.

H. Literaturverzeichnis

- AASEN, O., 1964: The exploitation of the Spiny Dogfish (*Squalus acanthias* L.) in European waters. Fiskeridirektoratets skrifter, 13 (7). 5 - 16.
- ALHEIT, J., 1979: Die Stellung der Fische im Ökosystem einer subtropischen Lagune Bermudas. Dissertation Universität Kiel.
- ARNTZ, W. E., 1970: Das Makrobenthos der Kieler Bucht im Jahre 1968 und seine Ausnutzung durch die Kliesche (*Limanda limanda* L.). Dissertation, Universität Kiel.
- ARNTZ, W. E., 1974: Die Nahrung juveniler Dorsche (*Gadus morhua* L.) in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 23, H. 2, 97 - 120.
- 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
- BOYSEN - JENSEN, P., 1919: Valuation of the Limfjord. I. Studies on the fish food in the Limfjord 1909 - 1917, its quantity, variation and annual production. Rep. Danish biol. Sta. 26, 1 - 44.
- BLEGVAD, H., 1916: On the food of fishes in Danish waters within the skaw. Rep. Danish biol. Sta. 24, 19 - 72.
- BROOK, G., 1885: Preliminary report on the food of fishes. Rep. Fish. Bd. of Scotl. 4, 128 - 147.
- COLWELL, R. K. and D. G. FUTUYAMA, 1971: On the measurement of niche width and overlua. Ecology. 52, 567 - 76.
- DAAN, N., 1973: A quantitative analysis of the food intake of North Sea Cod, *Gadus morhua*. Netherlands Journal of Sea Research. 6, 497 - 517.
- DAAN, N., 1974: Growth of North Sea Cod, *Gadus morhua*. Netherlands Journal of Sea Research. 8, 27 - 48.
- DAAN, N. et al., 1980: Results of the international O-group-gadoid-survey in the North Sea. ICES CM 1980/G:5.

- DAMM, U., 1980: Langfristige Veränderungen in der Verbreitung von Nordseefischen, untersucht durch Korrelations- und Varianzanalyse. Dissertation, Universität Kiel.
- GROSSLEIN, M. D., R. W. LAGTON and M. P. SISSEWINE, 1979: Recent fluctuations in pelagic fish stocks of the Northwestern Atlantic, Georges Bank region, in relationship to species interactions. ICES' Symposium on the biological basis of the Pelagic Fish Stock Management, Edinburgh.
- HEMPEL, G., 1978: Fisch frißt Fisch, Nahrungsketten und Fang-erträge in der Nordsee. Umschau in Wissenschaft und Technik. 78 (9), 271 - 277.
- HENKING, 1905: Eine Fahrt des "Poseidon" in das Fanggebiet der Großen Heringsfischerei. Berlin 1907, 14 S.
- HERTLING, H., 1939: Untersuchung über die Ernährung von Meeresfischen. Br. dt. wiss. komm. Meeresforsch. 9, 274 - 317.
- MARAK, R. R., 1960: Food Habits of larval Cod, Haddock and Coalfish in the Gulf of Maine and Georges Bank Area. Journ. du Cons., Vol. XXV, No. 2.
- MINET, J. P. et al., 1978: Predation of Cod, *Gadus morhua*, on Capelin, *Mallotus villosus*, off Eastern Newfoundland and in the Gulf of St. Lawrence. ISNAF Research Bulletin Nr. 13.
- MUUS, B. J. und P. DAHLSTRÖM, 1973: Meeresfische. BLV, München, 244 S.
- OGILVIE, H. S., 1938: The Food of Post-larval Haddock with Reference to the annual Fluctuations in the Haddock Broods. Rapp. Cons. Explor. Mer. 107 (3), 57 - 66.
- OWESEN, H. A., 1976: Artendiversität in der Ökologie. Reportss SFB 95, Wechselwirkung Meer-Meeresboden, Nr. 16.
- PETERSEN, C. C. J., 1918: The Sea Bottom and its Production of fish food. Rep. Danish biol. Sta. 25, 1 - 62.
- PIELOU, E. C., 1969: An introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience, 286 S.



- ROWEDDER, U., 1977: Nahrungsbiologie der antarktischen Myctophidenart *Elektrona antarctica* (Günter, 1878), Diplomarbeit, Universität Kiel.
- SAHRHAGE, D., 1967: Über die Verbreitung der Fischarten in der Nordsee, II Januar 1962 und 1963. Ber. dt. wiss. komm. Meeresforsch. 19 (2), 66 - 179.
- SCHMIDT, W., 1968: Vergleichend - morphologische Studie über die Otolithen mariner Knochenfische. Arch. Fischerei-wiss. XIX (1), 1 - 96.
- SCOTT, T., 1901: Observations on the food of fishes. Rep. Fish. Bd. Scotl. 20, 486 - 538.
- SCOTT, T., 1903: Some further observations on the food of fishes. Rep. Fish. Bd. Scotl. 21, 218 - 239.
- SIMPSON, G. G., 1949: Measurement of diversity. Nature. 163, 688 S.
- TARGETT, T. E., 1978: Food resource partitioning by the pufferfishes *Sphoeroides spenleri* and *S. testudineus* from Biscayne Bay, Florida. Mar. Biol. 49, 83 - 91.
- URSIN, E., 1973: On the prey size Preferences of Cod and Dab. The Danish Institute for Fishery and Marine Research.
- WHITTAKER, R. H. and C. W. FAIRBANKS, 1958: A study of plankton copepod Communities in the Columbia Basin, Southeast Washington. Ecology. 39, 46 - 65.
- WIBORG, K. F., 1948: Some observations on the food of Cod of the 0 - II - group from deep water and the littoral zone in Northern Norway and from deep water at Spitzbergen. Fiskeridirektoratets skrifter. Serie Havunders., Vol. IV, No. 4.
- WIBORG, K. F., 1949: The food of Cod of the 0 - II - group from deep water in some fjords of Northern Norway. Fiskeridirektoratets skrifter. Serie Havunders., Vol. IV, No. 8.
- WIBORG, K. F., 1960: Investigations of pelagic fry of Cod and Haddock in coastal and offshore Areas of Northern Norway in Juli-August 1957. Fiskeridirektoratets skrifter. Serie Havunders., XII, No. 8.

- ZANDER, C. D., 1979: On the biology and food of small-sized fish from the North and Baltic Sea Areas. II Investigation of a stony ground off Møn, Denmark. *Ophelia*. 18, 179 - 190.
- ZARKESCHWARI, N., 1978: Nahrungsuntersuchungen am Dorsch (*Gadus morhua*) im Flachwasser vor Surendorf (Kieler Bucht). Reports SFB 95, Wechselwirkung Meer-Meeresboden, Nr. 38.