

5419 : M 1977, 10

BMFT-FB M 77-10

**Bundesministerium für Forschung und Technologie**

1977

**Forschungsbericht M 77-10**

**Meeresforschung**

**Erforschung und wirtschaftliche Erschließung  
der Krillbestände und Nutzfische in der Antarktis**

**Bericht**

**über die Antarktis - Expedition 1975/76  
der Bundesrepublik Deutschland**

**von**

**Bundesforschungsanstalt  
für Fischerei  
Hamburg**

**und**

**Institut für Meereskunde  
an der Universität  
Kiel**

**Koordinationsgruppe:**

Dietrich Sahrhage, Hamburg  
Wolfgang Schreiber, Hamburg  
Rolf Steinberg, Hamburg  
Gotthilf Hempel, Kiel

**Projektleiter:**

**Leiter der Bundes-  
forschungsanstalt  
für Fischerei**

**April 1977**

G

1. Berichtsnummer BMFT FB M 77 - 10	2. Berichtsort Abschlußbericht	3.
4. Titel des Berichts Erforschung und wirtschaftliche Erschließung der Krillbestände und Nutzfische in der Antarktis. Bericht über die Antarktis-Expedition 1975/76 der Bundesrepublik Deutschland		
5. Autor(en) (Name, Vorname(n)) Sahrhage, Dietrich; Schreiber, Wolfgang; Steinberg, Rolf; Hempel, Gotthilf		6. Abschlußdatum April 1977
		7. Veröffentlichungsdatum Dezember 1977
8. Durchführende Institution (Name, Adresse) Bundesforschungsanstalt für Fischerei Palmaille 9, 2000 Hamburg 50 Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Niemannsweg 11, 2300 Kiel		9. Ber.Nr.Auftragnehmer
		10. Förderungskennzeichen MFE 0310
		11. Seitenzahl 49
		12. Literaturangaben 26
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) Postfach 20 07 06 5300 Bonn 2		14. Tabellen 3 und 2 Stations- listen
		15. Abbildungen 8
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
18. Kurzfassung (Gliederung s. Hinweise) Mit Hilfe des FFS "Walther Herwig" und des FMS "Weser" wurde von Mitte November 1975 bis Mitte Mai 1976 der atlantische Sektor der Antarktis zwischen 68° West und 14° Ost und 50° und 68° Süd durch ein integriertes Forschungsprogramm untersucht. Beim Krill wurden von der fischereibiologischen Seite Ergebnisse über Häufigkeit, Horizontal- und Vertikalverbreitung und biologische Parameter der Krebse und ihrer Brut gesammelt, sowie fischereihydrographische Daten zur Ermittlung der Umweltbedingungen. Ferner wurden die lot- und fangtechnischen Voraussetzungen für die Krillfischerei weitgehend gelöst. Bei der Verarbeitung des Krill und der Herstellung von Krillprodukten wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken erprobt mit dem Schwerpunkt der Herstellung von Produkten für die menschliche Ernährung. Außer dem Krill wurden antarktische Fische gefangen und untersucht sowie zum Teil auch verarbeitet.		
19. Schlagwörter Antarktische Gewässer, Expedition, Fischereiforschungsschiffe, Krill-Biologie, Krill-Verbreitung, Krill-Fangtechnik, Krill-Verarbeitung, Neue Nutzfische, Fischbare Bestände		
20.	21.	22. Preis DM 10.30

1. Report No. BMFT FB M 77 - 10	2. Type of Report Final Report	3.
4. Report Title Research and exploration of the resources of krill and food fish in the Antarctic. Report on the 1975/76 Antarctic expedition of the Federal Republic of Germany		
5. Author(s) (Family Name, First Name(s)) Sahrhage, Dietrich; Schreiber, Wolfgang; Steinberg, Rolf; Hempel, Gotthilf		6. Report Date April 1977
		7. Publication Date December 1977
8. Performing Organization (Name, Address)  Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Palmaille 9, 2000 Hamburg 50  Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Niemannsweg 11, 2300 Kiel		9. Originator's Report No.
		10. BMFT-Reference No. MFE 0310
		11. No. of Pages 49
		13. No. of References 26
12. Sponsoring Agency (Name, Address)  Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT)  5300 Bonn 2  Postfach 20 07 06		14. No. of Tables 3 and 2 list of stations
		15. No. of figures 8
16. Supplementary Notes		
17. Presented at (Title, Place, Date)		
18. Abstract  From mid November 1975 till mid May 1976 an integrated research programme has been carried out in the Atlantic sector of the Antarctic between 68° West and 14° East and 50° and 60° South by means of the FRV "Walther Herwig" and FMS "Weser".  Data on krill and krill larvae have been gathered concerning frequency, horizontal and vertical distribution with respect to the krill biology. Furthermore hydrographical data on the environmental conditions have been recorded. The problems of locating and catching the krill have been solved to a large extent. The processing of krill and the development of krill products has been tested by a great number of different technologies. The investigations have been concentrated on the development of the products for human consumption.  Besides krill, antarctic fishes have been caught, investigated and partly processed.		
19. Keywords Antarctic Marine Waters, Expedition, Fishery Research Vessels, Krill-Biology, Krill-Distribution, Krill-Fishing Technique, Krill-Processing, New Commercial Fish Species, Fishable Stocks		
20.	21.	22. Price DM 10.30

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	3
2. Aufgaben .....	4
3. Organisation und Vorbereitungsarbeiten .....	4
4. Fahrtverlauf .....	7
5. Eingesetzte Geräte und durchgeführte Arbeiten..	19
5.1 Biologie und Umwelt .....	19
5.2 Ortung und Fangtechnik .....	25
5.3 Verarbeitung und Produktentwicklung .....	32
6. Aspekte internationaler Zusammenarbeit .....	38
7. Ausblick .....	40
8. Literaturverzeichnis .....	42

Anhang

I. Verzeichnis der wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer.....	44-46
--	-------

## 1. Einleitung

Es sind im wesentlichen zwei Gründe, die die Bundesrepublik Deutschland bewogen haben, ab 1975 ein intensives Programm zur Erforschung und wirtschaftlichen Erschließung der Vorkommen des Krills oder Walkrebschens (Euphausia superba) und der dort heimischen Fische in der Antarktis zu beginnen:

- (a) Der Krill ist in ungeheuren Mengen im südlichen Weltmeer zu finden. Er bildet ohne Zweifel die größte, bisher kaum genutzte Quelle tierischen Eiweißes, die für die Ernährung der rasch anwachsenden Weltbevölkerung noch verfügbar ist. Die bisherigen Schätzungen der Biologen über die Größe der Krillvorkommen und ihre jährliche Produktion gehen noch ziemlich weit auseinander. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit kann davon ausgegangen werden, daß die Gesamtproduktion von Krill bei wenigstens 200 Mill. t im Jahr liegt. Danach könnten jährlich sicher 50-60 Mill. t oder sogar mehr gefischt werden, d.h. etwa ebensoviel wie der augenblickliche Weltfischereiertrag (65-70 Mill. t). Weniger konservative Berechnungen kommen auf einen möglichen Jahresertrag von 100 Mill. t oder mehr, bei einer gesamten Krillbiomasse von 800-5000 Mill. t.
- (b) Es ist notwendig geworden, nach zusätzlichen Möglichkeiten für den Einsatz der deutschen Fang- und Verarbeitungsschiffe zu suchen. Durch raschen und zu intensiven Ausbau der Fischereiflotten in manchen Ländern wurden immer mehr Fischbestände über das vertretbare Maß hinaus ausgenutzt, und die Fangerträge der traditionellen Fischarten in vielen Meeresgebieten, vor allem im Nordatlantik, gingen zurück. Unter dem Zwang der Verhältnisse mußten in den letzten Jahren durch internationale Fischereiabkommen in zunehmendem Maße rigorose Fangbeschränkungen eingeführt werden, um die Fischbestände zu erhalten oder wieder gesunden zu lassen. Hinzu kommt, daß die Einführung von 200 Sm-Wirtschaftszonen durch die Küstenländer nach dem zukünftigen internationalen Seerecht zum Verlust vieler, seit langem von deutschen Fischdampfern genutzten Fanggebiete führen wird.

Diese Gründe haben auch in anderen Ländern das Interesse an den Krill- und Fischvorkommen in der Antarktis belebt. Forschungsschiffe der Sowjetunion waren die ersten, die sich seit 1961 mit der systematischen Untersuchung der Krillvorkommen in der Antarktis beschäftigten. Inzwischen haben eine ganze Anzahl weiterer Expeditionen stattgefunden, und es hat sich daraus eine regelmäßige russische Fischerei auf Krill und antarktische Fische mit Fabrikschiffen entwickelt, die allerdings hinsichtlich des Krills noch keine größeren Ausmaße angenommen hat. Die Japaner begannen ihre Untersuchungen in der Krillfischerei 1972/73 und haben ihr Forschungsprogramm seither in jedem Südsommer (etwa November bis April) durchgeführt. Beide Staaten setzen ihre Bemühungen intensiv fort, wobei die Russen hauptsächlich im atlantischen

tischen Sektor der Antarktis operieren, die Japaner dagegen weiter östlich im Bereich des Indischen und Pazifischen Ozeans. Etwa gleichzeitig mit der deutschen Krillexpedition fand 1975/76 auch ein ähnlich angelegtes polnisches Forschungsunternehmen statt. In Argentinien, Chile und Südafrika werden ebenfalls bereits Untersuchungen über die fischereiliche Nutzbarkeit des Krill durchgeführt. 1976/77 ist auch Norwegen als Teil einer umfassenderen Expedition auf diesem Gebiet tätig geworden, und eine Reihe anderer Länder, unter ihnen Großbritannien und Frankreich, zeigen ebenfalls Interesse (siehe Abschnitt 6).

Mit der ersten Krill-Expedition schließt die Bundesrepublik Deutschland an eine lange Reihe bedeutsamer und erfolgreicher deutscher Unternehmungen auf dem Gebiet der Meeresforschung in der Antarktis an. Die Reihe begann 1874-76 mit ozeanographischen und Tiefseeuntersuchungen von S.M.S. "Gazelle" und setzte sich mit den Expeditionen der "Valdivia" (1898-99), "Gauß" (1901-03), "Deutschland" (1911-12), "Meteor" (1925-27) und "Schwabenland" (1938-39) fort. Auch die deutschen Walfangunternehmungen, insbesondere die mit dem Mutterschiff "Jan Wellem", in den Jahren 1936-39 sind hier zuzurechnen, bei denen Biologen nicht nur über die Wale, sondern auch über den Krill Untersuchungen anstellten.

## 2. Aufgaben

Hauptziel der Expedition war die Erforschung der Möglichkeiten für den Aufbau einer kommerziellen Fischerei auf Krill und Nutzfische in den antarktischen Gewässern. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde ein eng koordiniertes und integriertes Forschungsprogramm mit folgenden Arbeitsrichtungen durchgeführt:

- (a) Biologische Untersuchungen über die Verbreitung und Dichte des Krills und seiner Brut sowie der Nutzfische und ihrer Jugendstadien, Abschätzung der Bestände und ihres Potentials für fischereiliche Nutzung. Erfassung der für die Verteilung dieser Lebewesen bedeutsamen physikalischen und chemischen Umweltfaktoren.
- (b) Fangtechnische Untersuchungen zur Entwicklung und Erprobung leistungsfähiger Ortungs- und Fanggeräte für die speziellen Gegebenheiten der Krillfischerei. Ermittlungen realistischer Fangraten für Krill und antarktische Fischarten unter quasi-kommerziellen Einsatzbedingungen, Untersuchungen über tageszeitabhängige, fangbeeinflussende Vertikalwanderungen des Krills.
- (c) Verarbeitungstechnologische Untersuchungen zur Entwicklung marktfähiger Krillprodukte, wie Fleisch in stückiger oder Breiform, Proteinkonzentrate und Futtermehl. Versuche zur Verarbeitung neuer Nutzfische aus der Antarktis.

## 3. Organisation und Vorbereitungsarbeiten

Im Rahmen der vielfältigen Bemühungen der deutschen Fischereiforschung, der Großen Hochseefischerei durch Erschließen neuer

Fanggebiete und Nutztierarten zu helfen, waren schon seit einigen Jahren Überlegungen über die potentielle Nutzbarkeit der großen Krillreserven in der Antarktis angestellt worden. Erst 1974 rückte jedoch die Möglichkeit zur Durchführung eines Forschungsunternehmens in greifbare Nähe, als von den zuständigen Bundesministerien die für eine Operation in einem so weit entfernten und klimatisch besonders unwirtschaftlichen Gebiet benötigten erheblichen Geldmittel in Aussicht gestellt werden konnten. Von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg wurden in enger Zusammenarbeit mit der fischereibiologischen Abteilung des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel ab Herbst 1974 detaillierte Pläne für eine Krillexpedition in den atlantischen Sektor der Antarktis entwickelt. Aufgrund eines Antrages auf Bewilligung besonderer Förderungsmittel für ein Projekt zur "Erforschung und wirtschaftlichen Erschließung der Krillbestände und Nutzfische in der Antarktis" stellte das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) 1975 rund 10 Mill. DM für die Charterung eines kommerziellen Fischereifahrzeuges, die Beschaffung wissenschaftlicher Geräte und Materialien sowie für zusätzliches wissenschaftliches und technisches Personal in den beteiligten Instituten der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFA) und im Institut für Meereskunde Kiel (IfM) zur Verfügung. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) beteiligte sich an dem Unternehmen mit dem Fischereiforschungsschiff "Walther Herwig" (2250 BRT, 4600 PS, siehe Abb. 1) sowie einem Teil des Personals und den Einrichtungen der Bundesforschungsanstalt (BFA).

Die ersten 9 Monate des Jahres 1975 waren mit intensiven Vorbereitungsarbeiten ausgefüllt. In Abstimmung mit dem BMFT und enger Zusammenarbeit mit dem Verband der Deutschen Hochseefischereien e.V. wurde aufgrund einer Ausschreibung das Fischereimotorschiff "Weser" (2176 BRT, 3000 PS, siehe Abb. 2), bereedert von der Hanseatischen Hochseefischerei AG. in Bremerhaven, ausgewählt und von der BFA für den Einsatz in der Antarktis gechartert.

Umfangreiche fangtechnische, verarbeitungstechnologische, biologische und hydrographische Ausrüstungen wurden beschafft bzw. vorhandene instandgesetzt, die beiden Expeditionsschiffe gründlich überholt und unter anderem mit Satellitennavigationsanlagen und Spezial-Echoloten versehen, die sich später als sehr nützlich erwiesen. Wissenschaftler und Techniker bereiteten sich durch Literaturstudien (FISCHER 1975, KOCK 1975, SAHRHAGE und STEINBERG 1975, STEIN 1975), gemeinsame Arbeitstagungen und Diskussionen mit ausländischen, in der Krillforschung schon erfahrenen Kollegen auf die Expedition vor. Die Informations- und Dokumentationsstelle der BFA erstellte eine umfangreiche Bibliographie über den Sektor Nahrungsreserven in antarktischen Meeresgebieten. Ein vorläufiges Forschungsprogramm wurde gedruckt und verteilt, Kontakte mit ausländischen Fischereieinrichtungen führten zu Vereinbarungen über Zusammenarbeit (siehe Abschnitt 6).

Als sehr nützlich erwies sich eine Vorerprobung der für die Krillfischerei entwickelten Schwimmschleppnetze und Lotanlagen





Abb. 1: FFS "Walther Herwig"



Abb. 2: FMS "Weser"

während einer Reise des FFS "Walther Herwig" in das Seegebiet östlich der Azoren im Juni/Juli 1975. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse konnten die Geräte dem Einsatz in der Antarktis schon weitgehend angepaßt werden.

Auf dem verarbeitungstechnologischen Sektor wurden intensive Planungsarbeiten gemeinsam mit Unternehmen der deutschen Nahrungsmittel- und Maschinenindustrie durchgeführt sowie Modellversuche unter Verwendung von Nordseekrabben (Cranqon cranqon) vorgenommen. Gleichzeitig arbeiteten das zuständige Referat des BML zusammen mit der Reederei Hanseatische Hochseefischerei AG. an der Lösung der logistischen Probleme des Unternehmens (z.B. Frage der Anlaufhäfen und Versorgung mit Treibstoff und Nahrungsmitteln). Wegen der seinerzeit unruhigen Verhältnisse in Argentinien wurde Montevideo (Uruguay) als Basishafen für die Operationen ausgewählt und über britische Behörden Möglichkeiten zum Zwischenbunkern in Port Stanley (Falklandinseln) vereinbart. Es wurde beschlossen, das insgesamt 8 Monate dauernde Unternehmen (mit 6 Monaten Einsatz im Untersuchungsgebiet) in 3 Fahrtabschnitte von je etwa 2 Monaten Dauer zu unterteilen. Dank der vom BMFT zur Verfügung gestellten Geldmittel konnte eine Ablösung der jeweils beteiligten Wissenschaftler und Techniker sowie eines Teiles der Besatzungen in Südamerika vorgesehen werden.

Auf Veranlassung des BMFT bildete die BFA eine "Projektgruppe Krill" mit Vertretern des Verbandes der Deutschen Hochseefischereien e.V., der Firma Hanseatische Hochseefischerei AG., des Bundesverbandes der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels e.V., der beiden Bundesministerien BMFT und BML sowie Leitern und Mitarbeitern der vier beteiligten Forschungsinstitute (Institute für Seefischerei, für Fangtechnik, für Biochemie und Technologie der BFA; Institut für Meereskunde Kiel). Diese Gruppe hielt vor, während und nach der Expedition eine Reihe von Sitzungen ab und beriet bei der Planung, Durchführung und Auswertung des Forschungsprojektes.

Mit Mitteln des BMFT konnte die BFA einen Dokumentarfilm über die Expedition in Auftrag geben, der während des II. Fahrtabschnittes von der Firma Teleterra K.G. gedreht wurde und inzwischen dazu beigetragen hat, die Öffentlichkeit angemessen über die Bemühungen um den Krill zu unterrichten.

#### 4. Fahrtverlauf

##### I. Fahrtabschnitt

FFS "Walther Herwig" und FMS "Weser" verließen am 20. Oktober 1975 Bremerhaven und trafen am 11.11. bzw. 14.11.1975 in Montevideo ein. Hier gingen die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer (siehe Anhang II) an Bord, und nach Neuaustrüstung beider Schiffe begann der I. Fahrtabschnitt am 16. November 1975. Mit FFS "Walther Herwig" wurde zunächst während der Reise nach Süden ein biologisch-hydrographischer Schnitt längs 50°W zwischen

35°S und der antarktischen Konvergenz (53°S) bearbeitet, um die Verbreitungsgrenzen subtropischer, subantarktischer und antarktischer Krill-Verwandter und ozeanischer Fische in Abhängigkeit von den ozeanographischen Gegebenheiten zu erfassen (siehe Wegekarte in Abb. 3). Hierbei wurden auf Stationen in regelmäßigen Abständen hydrographische Serien gefahren, "Rectangular Midwater Trawl" (RMT) und Neustonnetze eingesetzt sowie mit pelagischen Schleppnetzen gefischt. FMS "Weser" lief inzwischen in die Gegend der Falkland-Inseln, wo bei 4 Hols mit dem 200'-Grundsleppnetz in Tiefen von 250-350 m insgesamt 7 t Blauer Wittling (Micromesistius australis) gefangen wurden. Anschließend trafen sich beide Schiffe auf dem östlichen Teil der Burdwood-Bank. Hier erzielte die "Weser" an der NO-Kante bei 6 Hols in 180-330 m Tiefe jeweils Fänge von 1-3 t Blauem Wittling. Weitere 6 Hols an der SO-Kante der Bank erbrachten insgesamt 760 Korb Blauen Wittling, der sehr stark von Parasiten (Nematoden und Sporozoen) befallen war, so daß er zu Fischmehl verarbeitet werden mußte. Wie die Fänge der "Weser", so enthielten auch die der "Walther Herwig" (4 Hols) daneben einige Mengen von "Schwarzen Seehechten" (Dissostichus eleginoides) und einigen anderen Arten. Schlechte Wetterbedingungen (SW 7-8) behinderten den auf der Burdwood-Bank vorgesehenen Einsatz des "Meßhais" zum Fang von Fischbrut erheblich.

Nach Verlassen der Burdwood-Bank setzte die "Walther Herwig" zunächst den pelagischen N/S-Schnitt, jetzt westwärts auf 55°W versetzt, bis fast 60°S fort. Am Süden dieses Schnittes wurden am 29.11. zum ersten Mal Krill mit dem Schwimmschleppnetz (300 kg/30 min) und dem RMT gefangen. Anschließend wurden die weiträumige Verbreitung des Krills und seiner Brut sowie die hydrographischen Gegebenheiten im Gebiet der Scotia-See auf weiteren drei N/S-Schnitten (längs 52°W, 46°30'W und 40°W) zwischen etwa 60°S und 53°S aufgenommen. Im Verlaufe dieser Schnitte wurde alle 50 Sm eine hydrographische Serie bis 350 m Tiefe gefahren und je ein Hol mit dem RMT und dem Neustonnetz durchgeführt. Bei Auftreten von Krill im RMT sowie nach Echolotanzeigen wurde das Krill-Schwimmschleppnetz eingesetzt, und Halbstundenfänge mit diesem Gerät erbrachten bis zu 7 t meist großen Krills. FMS "Weser" bearbeitete im gleichen Zeitraum 3 parallele N/S-Schnitte in jeweils 150 Sm Abstand von denen der "Walther Herwig" (ca. 58°W, 49°W und 42°30'W), auf denen in regelmäßigen Abständen hydrographische Stationen durchgeführt wurden. Das Schwergewicht lag hier auf fangtechnischen Versuchen zur richtigen Einstellung des Krill-Schwimmschleppnetzes und Anpassung der Echoloteinrichtungen. Der Erfolg stellte sich bald ein, und in der Gegend nordöstlich der Süd-Orkney-Inseln (ca. 58°S, 42°30'W) lieferte die Befischung von Echolotanzeigen, die auf stärkere Krillkonzentrationen schließen ließen, gute Fänge von adultem Krill bis 35 t (2.12.). Gleich nach Beginn der Krillfischerei wurde an Bord beider Fahrzeuge mit den diesbezüglichen verarbeitungstechnologischen Arbeiten begonnen.

Am Süden des 3. Schnittes erreichte FMS "Weser" am 3.12.1975 auf Position 59°59'S, 42°30'W die Packeisgrenze und mußte daher

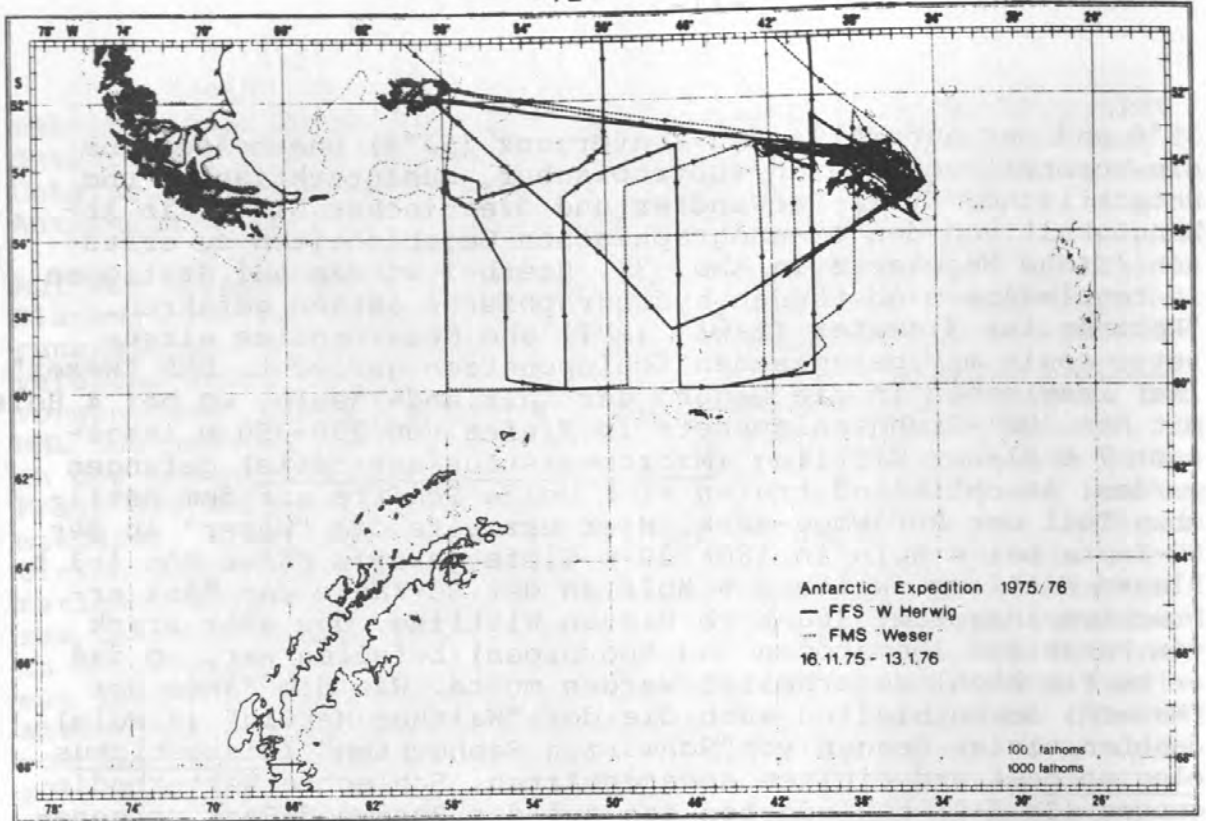


Abb. 3 : Wegekarte I. Fahrtabschnitt

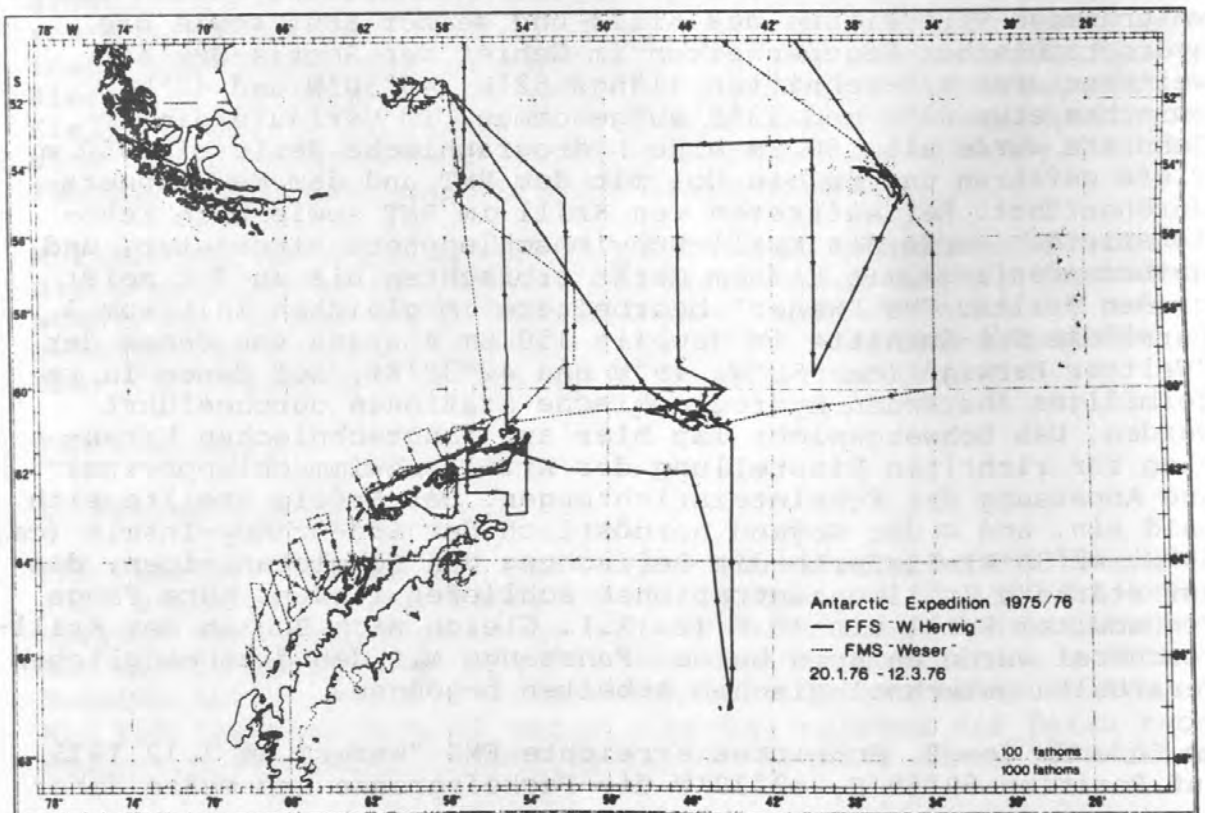


Abb. 4 : Wegekarte II. Fahrtabschnitt

nach NO, später nach N abdrehen. Der 4. Schnitt auf 38°W konnte daher erst auf etwa 58°S begonnen werden und verlief nordwärts bis 52°30'S.

An die weiträumige Aufnahme der Scotia-See schloß sich vom 9. bis 15.12.1975 eine Untersuchung der Gewässer um Südgeorgien an, nachdem von den britischen Behörden freundliche Erlaubnis zum Fischen auch innerhalb der Hoheitsgewässer erteilt worden war. Die "Walther Herwig" bearbeitete dabei 5 senkrecht zur Nordostküste der Insel verlaufende Schnitte mit je 4 Halbstundenholts mit dem Grundschleppnetz auf etwa 100, 200, 400 und 800 m Tiefe. Die Fangmengen waren hier nur mäßig, doch konnten 22 der 25 Fischarten, die die Grundfischfauna um Südgeorgien bilden, gesammelt werden. Unterhalb von 500 m erweckte die Fauna nur noch wenig fischereiliches Interesse, und größere Netzverluste zeigten, daß diese Zone schwer zu befischen ist. In der gleichen Zeit fischte FMS "Weser" vor der Südwestküste Südgeorgiens, wo die Grundschleppnetzfänge meist unergiebig blieben (18 Hols mit 5-40 Korb Chaenichthyiden und Nototheniiden) und um die Shag Rocks, wo bei insgesamt 15 Hols gelegentlich bessere Fänge, vor allem von Dissostichus eleginoides und Champscephalus gunnari, erzielt wurden.

Zum Ergänzen der Treibstoffvorräte liefen beide Schiffe vom 18. bis 20.12.1975 den Hafen von Port Stanley auf den Falklandinseln an.

FFS "Walther Herwig" fuhr dann auf SE-Kurs bis zur Position 58°S, 45°W und absolvierte von dort einen Schnitt bis zur Südost-Spitze Südgeorgiens. Auch während dieses Abschnitts wurde die Krillsuche kombiniert mit regelmäßigen Stationen in 50 Sm Abstand, auf denen RMT, Neustonschlitten und hydrographische Geräte, hier vor allem Strommesser (Profiler), eingesetzt wurden. Nach Echolotanzeigen durchgeführte Halbstundenholts mit dem Krill-Schwimmschleppnetz ergaben recht variable Fänge von 6-150 Korb. Am 26.12. begann weitere systematische Krillsuche auf 3 je 60 Sm langen Schnitten senkrecht zur Süd- und Südwestküste Südgeorgiens, die allerdings nur wenig und vorwiegend jugendlichen Krill, gemischt mit Mysidaceen und Fischbrut, erbrachte. Nach einem Besuch der britischen Forschungsstation auf Südgeorgien und der verlassenen Walfangstation Grytviken am 29.12. setzte die "Walther Herwig" die Krilluntersuchungen nördlich und nordwestlich von Südgeorgien fort, wobei einige Stundenfänge von 10-12 t Krill an Bord genommen werden konnten. Am 2.1.1976 verließ das Schiff die Gewässer um Südgeorgien, und während der Rückreise nach Montevideo wurde vom 3.-10.1. auf 40°W ein biologisch-hydrographischer Schnitt von 54°S bis 35°S, parallel zu dem während der Anreise im November bearbeiteten, durchgeführt.

FMS "Weser" war nach Verlassen von Port Stanley in der freien Jagd auf den Krill eingesetzt. Dabei wurde zunächst eine von der "Walther Herwig" gemeldete Krillkonzentration auf 56°50'S, 41°05'W befischt (Stundenfang 3 t) und dann ein Gebiet auf etwa

57°S und 41°W mit konzentrierten Anzeigen gefunden, die im Verlaufe von zwei Tagen rund 65 t Krill lieferten. Die "Weser" setzte anschließend die Krillsuche und -fischerei im Osten Südgeorgiens auf 5 Schnitten fort, wobei am 30.12. 1975 Fänge von 30-75 t Krill je Hol erzielt werden konnten.

Nach einem Besuch Grytvikens wechselte die "Weser" wieder zur Fischerei mit dem 200'-Grundschieppnetz auf dem Schelf nördlich, östlich und südlich von Südgeorgien über. Bis zur Abreise nach Montevideo am 8.1.1976 wurde hier mit stark wechselndem Erfolg gefischt. In den Fängen zwischen meist 10-25 Korb je Stunde (gelegentlich auch erheblich mehr) erschien das typische Artenspektrum der Chaenichthyiden und Nototheniiden (insgesamt 8 Arten), wobei Fische der Arten Champscephalus gunnari, Notothenia gibberifrons und Notothenia rossi marmorata am zahlreichsten vertreten waren.

Am 13.1. liefen beide Schiffe wieder in den Hafen von Montevideo ein.

## II. Fahrtabschnitt

Nach ausführlichen Besprechungen zwischen den Fahrtteilnehmern des I. und II. Reiseabschnittes, Bunkern und Ausrüsten sowie Reparatur einiger Geräte verließen die beiden Expeditionsschiffe Montevideo am 20.1.1976 zum II. Abschnitt. Das Forschungsprogramm begann am 24.1. mit einer nochmaligen fischereilichen Aufnahme der östlichen Burdwood-Bank (siehe Wegekarte in Abb.4). FMS "Weser" erzielte hier bei einer Reihe von Hols mit dem 200'-Grundschieppnetz einen Gesamtfang von 600 Korb Blauem Wittling (mittlerer Stundenfang 8,5 t), der wieder erheblich von Parasiten befallen war. Auf FFS "Walther Herwig" stand neben hydrographischen Untersuchungen die Aufnahme der Fischbrut durch Schrähols mit dem RMT im Vordergrund der Arbeiten.

Am 25.1. bearbeitete die "Walther Herwig" einen biologisch-hydrographischen Schnitt auf 55°W über die Drake-Passage, auf dem die nördliche Verbreitungsgrenze des Krills durch RMT-Fänge überprüft wurde. Vom Auftreten der ersten lohnenderen Krillkonzentrationen an wurde das Krill-Schwimmschieppnetz eingesetzt und auch mit verarbeitungstechnologischen Arbeiten begonnen. Nach einem Treffen beider Schiffe vor Elephant-Inland (27.1.) nahm die "Walther Herwig" mit einem engmaschigen Stationsnetz die Verbreitung des Krills und seiner Jugendstadien in der Bransfield Strait und dem Grenzgebiet zum Weddell-See sowie nördlich der Süd-Shetland-Inseln auf. Dabei wurde auf der Position 61°30'S, 55°W ab 6.2. eine viertägige Dauerstation mit regelmäßigen RMT-Schließhols und detaillierten hydrographischen Untersuchungen, insbesondere Strömungsmessungen, durchgeführt, um die Vertikalverteilung des Krills und seiner Brut in Beziehung zu den Wasserkörpern zu verschiedenen Tageszeiten zu erfassen. In der Bransfield Strait wurden Krilleier sowie Massenvorkommen von Krill-Larven (Calyptopis-Stadium) gefunden. Gute Fänge mit dem Krill-Schwimmschieppnetz konnten vor allem südwestlich der Süd-Shet-

land-Inseln und zwischen dieser Inselgruppe und Elephant-Island erzielt werden (12 - 60 t je Stunde). Unergiebig waren dagegen Fangversuche mit dem 200'-Grundschieppnetz auf dem schwer zu befischenden Schelf in der Bransfield Strait.

Als argentinische Meldungen ergaben, daß das Weddell-Meer teilweise eisfrei war, wurde die Gelegenheit ergriffen, auch dort nach Krillvorkommen zu suchen. Vom 10.2. an dampfte die "Walther Herwig" erst östlich und dann südlich, bis am 12.2. im Weddell-Meer die Position 67°S, 44°W bei dichter werdendem Treibeis erreicht wurde. Hier wurden ausführliche Untersuchungen des antarktischen Tiefenwassers vorgenommen und dann mit einem Schnitt nach Norden bis zu den Süd-Orkney-Inseln zur Aufnahme der Krillvorkommen begonnen. Die laufenden Echolotbeobachtungen und Fänge mit dem RMT und Krill-Schwimmschieppnetz ergaben nur im nördlichen Weddell-Meer geringe Mengen vorwiegend jugendlichen Krills.

FMS "Weser" fand nach Ablafen von der Burdwood-Bank die ersten als Krill deutbaren Echolotanzeigen in der mittleren Scotia-See, die sich jedoch aufgrund der Ergebnisse von Probehols mit dem Krill-Schwimmschieppnetz zumeist als Salpen herausstellten. In der Folgezeit erwies sich auf beiden Schiffen die Unterscheidung von Krill- und Salpenanzeigen als schwierig, und nicht selten wurden gemischte Krill-Salpen-Fänge an Bord gehievt, die Probleme der Krillverarbeitung mit sich brachten oder diese ganz unmöglich machten. Gelegentlich verursachten größere Salpenfänge auch schwere Netzschäden. Wie sich jedoch später zeigte, dürften diese konzentrierten Salpenvorkommen räumlich und/oder jahreszeitlich begrenzt sein, so daß die geschilderten Schwierigkeiten im weiteren Verlauf der Expedition kaum noch auftraten.

Während die "Walther Herwig" in der Bransfield Strait operierte, wurde mit der "Weser" zunächst ein Überblick über die Fisch- und Krillvorkommen auf der Nordseite der Süd-Shetland-Inseln gewonnen. Krill fand sich in Tiefen von der Oberfläche bis etwa 85 m sowohl im westlichen als auch im nördlichen und nordöstlichen Teil der Inselgruppe in wechselnden Konzentrationen. Nach einem weiteren Treffen beider Schiffe unter Deception-Inland (30.1.) begann die "Weser" in einem engmaschigen Schnittsystem von nur etwa 20 Sm Abstand mit der fischereilichen Aufnahme vor der Westseite der Antarktischen Halbinsel. Hier wurde Krill im gesamten Untersuchungsgebiet, besonders im Bereich des Schelfabhanges, in unterschiedlichen Konzentrationen angetroffen, und Maximalfänge erbrachten 40 - 50 t je Fangstunde. Möglichkeiten für eine Grundschieppnetzfisherei stellten sich sowohl wegen des rauhen Meeresbodens als auch wegen kleiner Fangmengen als gering heraus. Am 6.2. wurde auf 66°31'S, 68°W die vorgesehene Westgrenze und zugleich der südlichste Punkt des Untersuchungsgebietes erreicht. Bereits von Renaud-Inland an hatte sich die Eissituation durch das vermehrte Auftreten großer Eisberge und Growler verschlechtert, so daß eine Ausdehnung der Untersuchungen weiter nach Westen nur bedingt sinnvoll gewesen wäre. Auf dem Rückweg wurden die bis dahin durchgeführten Schnitte noch ergänzt und dann von Norden kommend noch zusätzlich ein Teil der

Gerlache Strait abgefahren, um die Fischereimöglichkeiten in Lee der vor der Antarktischen Halbinsel liegenden Inseln zu erkunden. Der Boden erwies sich hier als unbefischbar, Krill wurde vereinzelt gefunden. Dichter waren die Krillvorkommen dagegen im Südteil der Süd-Shetland-Inseln und im nordwestlichen sowie nordöstlichen Bereich dieser Inselgruppe (bis 50 t je Fangstunde). Die Grundschleppnetzfisherei erwies sich im allgemeinen als recht unergiebig, ausgenommen einige Schelfgebiete im Nordosten.

Während der genannten Fahrt wurden an Bord der "Weser" intensive fangtechnische Versuche im Einsatz und zur Verbesserung des Krillschwimmschleppnetzes sowie der Echolotaufzeichnungen vorgenommen. Parallel dazu liefen Versuche auf dem Gebiet der Krill- und Fischverarbeitung.

Vom Seegebiet um Elephant Island versegelte FMS "Weser" ab 17.2. nach Port Stanley, wo das Schiff am 20.2. eintraf, um Treibstoff zu bunkern. Auch FFS "Walther Herwig" erreichte nach Abschluß von Fischereiuntersuchungen um die Süd-Orkney-Inseln diesen Hafen am gleichen Tage zum Bunkern.

Beide Schiffe verließen Port Stanley am 22.2. zur Fortsetzung der Forschungen. FFS "Walther Herwig" bearbeitete zunächst einen N/S-Schnitt in der westlichen Scotia-See (52°W) mit Stationen in regelmäßigen Abständen, auf denen RMT-Fänge und hydrographische Beobachtungen gemacht wurden. Bei Auftreten von Echolotanzeigen wurde außerdem das Krill-Schwimmschleppnetz eingesetzt. Die erzielten Fänge blieben durchweg relativ klein, doch lieferten sie ausreichende Mengen guter Qualität für die Verarbeitungsversuche. Nach einem weiteren W/O-Schnitt auf 60°S setzte die "Walther Herwig" ihre Bodenfischuntersuchungen mit 4 Hols nördlich der Süd-Orkney-Inseln fort. Die Fänge blieben jedoch mäßig, und wegen der rauen Bodenverhältnisse traten erhebliche Schäden am Grundsleppnetz auf. Im gleichen Gebiet konnten aber dichte Konzentrationen von Krill festgestellt werden. Hols mit dem Schwimmschleppnetz erbrachten hier bis zu 21 t, vornehmlich Jungkrill von 30-45mm Länge.

Am 27.3. trafen sich beide Schiffe vor Signy Island (S-Orkneys) zum Austausch von Personal und für einen Besuch der dortigen Forschungsstation des British Antarctic Survey.

Anschließend bearbeitete FFS "Walther Herwig" zur weiträumigen Aufnahme der Verbreitung des Krills und Erfassung der ozeanographischen Verhältnisse zwei weitere lange Schnitte über die Scotia-See auf 47°W nach Norden und auf 40°W nach Süden mit einem Zwischenschnitt auf 53°S. Der Einsatz des RMT und des Neustonnetzes sowie des Krill-Schwimmschleppnetzes wurde dabei vielfach durch anhaltendes schlechtes Wetter erschwert bzw. zeitweilig unmöglich gemacht, während hydrographische Messungen unter schwierigen Bedingungen noch ausgeführt werden konnten. Auch die Verarbeitungsexperimente mußten zeitweise eingestellt werden.



Schließlich dampfte die "Walther Herwig" nach Südgeorgien, wo auf der Nordseite der Insel dichte Konzentrationen von meist juvenilem Krill (20-40mm) gefunden und befischt werden konnten (6.-7.3.). Nach einem Besuch der britischen Forschungsstation King Edward Point (Grytviken) auf Südgeorgien und Testen des "Meßhais" in der Cumberland West Bay trat die "Walther Herwig" dann am 8.3. eine zunächst sturmreiche Rückreise nach Montevideo an, wo das Schiff am 12.3. eintraf.

FMS "Weser" lief von Port Stanley zunächst zu den Gewässern bei Elephant Island, um die dort vorher unterbrochenen Fischereiuntersuchungen zum Abschluß zu bringen. Anschließend wurden die Grundfischbestände um die Süd-Orkney-Inseln untersucht. Die Fänge bestanden hier hauptsächlich aus Weißblutfischen (Champscephalus gunnari). Neben typischen Fischanzeigen am Boden wurden in etwa 260-300m Tiefe mit dem Echolot auch 20m hohe wolkenartige Anzeigen beobachtet. Als das Krillnetz zur Identifizierung dieser Anzeigen ausgebracht wurde, lieferte der Hol in dieser Tiefe außer 10 t Ch. gunnari auch über 1 t Krill. Ein anderer Hol in den oberen Wasserschichten erbrachte in 30 Minuten Schleppzeit mindestens 60 t mittelgroßen Krill. Das Schelfgebiet östlich der Süd-Orkney-Inseln erwies sich trotz intensiver Suche sowohl im Hinblick auf Krill als auch Fisch als wenig ertragreich. Ebenso blieben die Krillfänge während des weiteren Dampfens durch die östliche Scotia-See, zunächst ONO, dann auf 34°W nach Norden, ziemlich gering. Auf dieser Strecke wurden in regelmäßigen Abständen hydrographische Messungen durchgeführt.

Vom 3.-7.3. fischte FMS "Weser" dann vor Südgeorgien. Stürmisches Wetter behinderte die Grundschleppnetzfisherei im Südosten der Insel. Auch die "Weser" stattete der britischen Forschungsstation in King Edward Point einen kurzen Besuch ab. Sehr erfolgreich verlief die anschließend durchgeführte Krillfisherei nördlich von Südgeorgien. Besonders bemerkenswert war ein Hol in Bodennähe auf 200m Tiefe, der in 53 Minuten Schleppzeit etwa 25 t Krill erbrachte. Am 7.3. verließ die "Weser" die südgeorgischen Gewässer und erreichte Montevideo nach teilweise stürmischer Reise am 12.3.

### III. Fahrtabschnitt

Wiederum wurden die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer und ein Teil der Besatzung in Montevideo ausgetauscht. Zwischen den Teilnehmern des II. und III. Fahrtabschnittes fanden ausführliche Besprechungen statt. Nach Neuaufrüsten, Bunkern und einigen Reparaturen verließen beide Schiffe Montevideo dann am 18.3. zum III. Fahrtabschnitt.

Das Forschungsprogramm auf FFS "Walther Herwig" begann mit dem Überfahren der antarktischen Konvergenz eben nördlich von 50°S

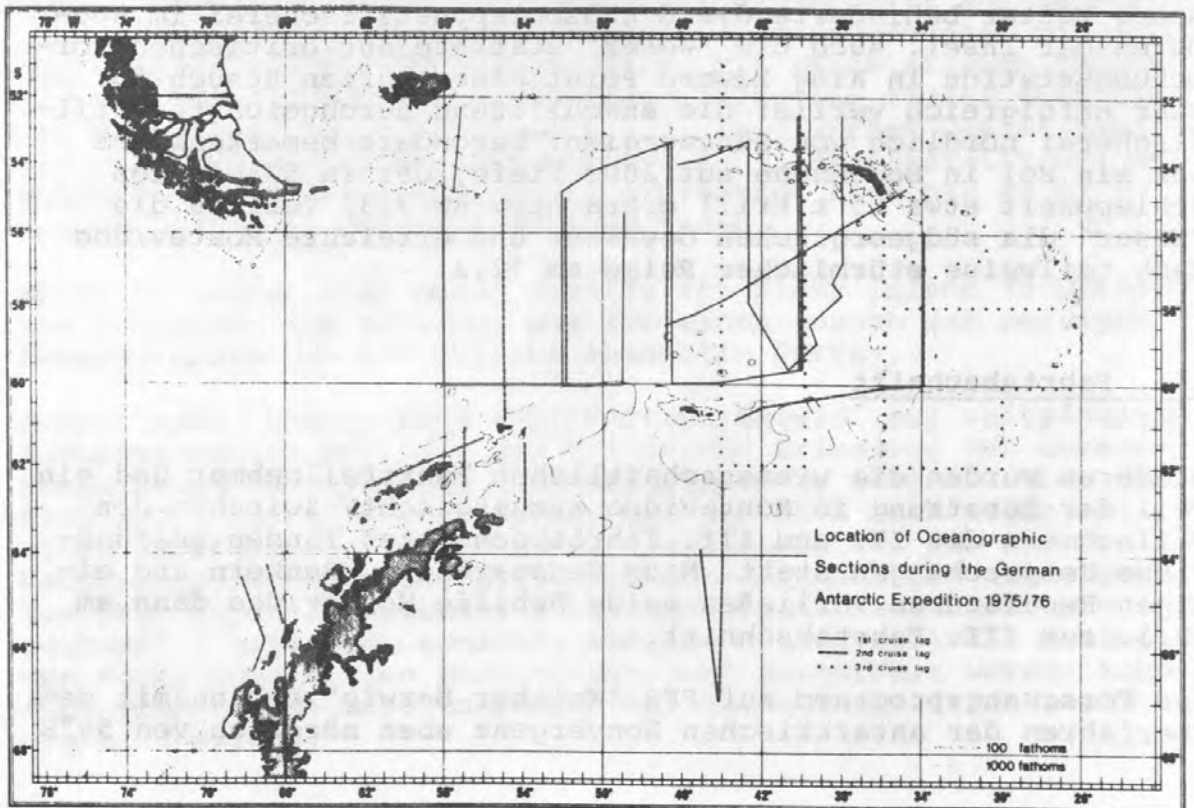
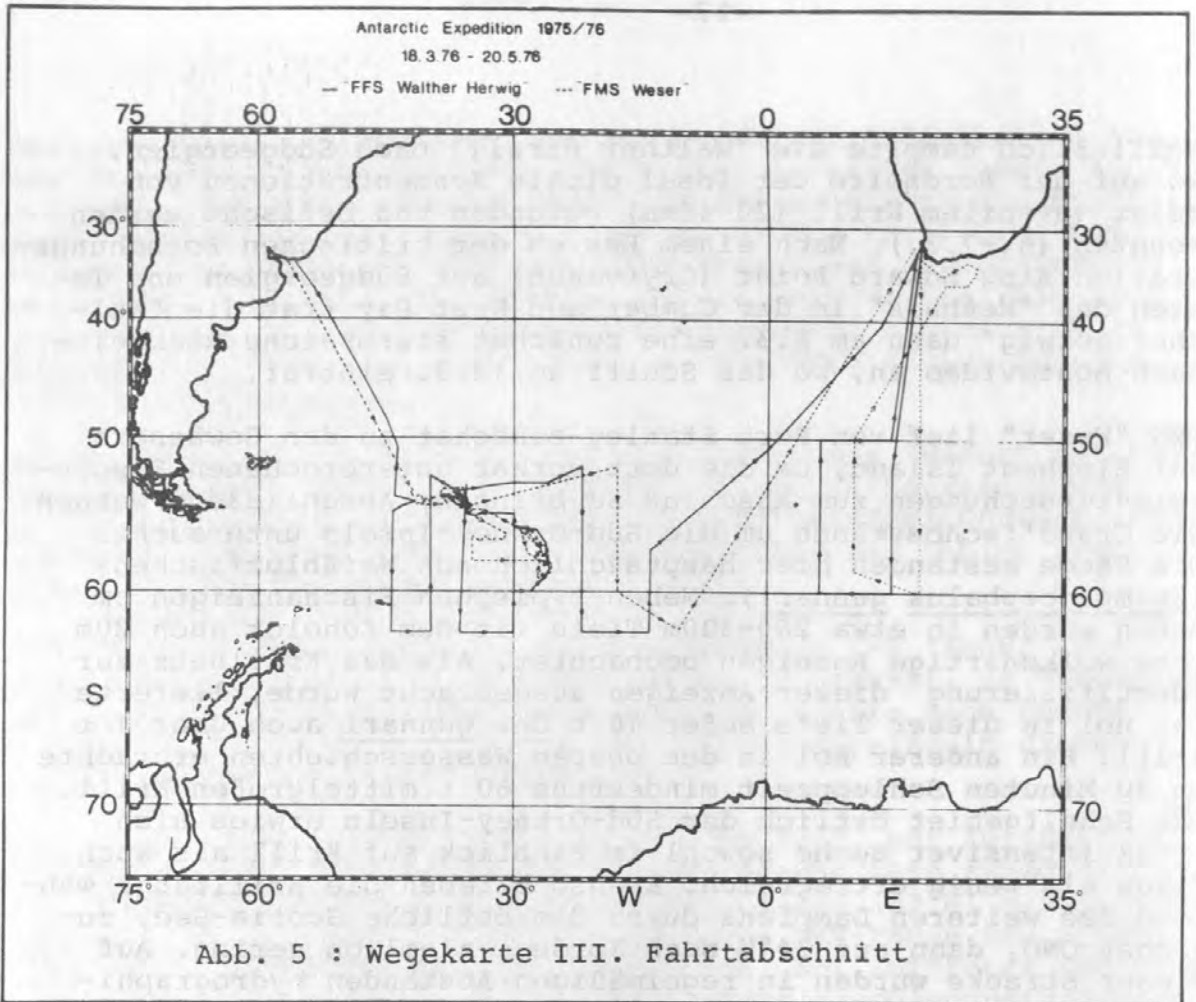


Abb. 6 : Lage der ozeanographischen Schnitte

(siehe Wegekarte in Abb. 5). Zunächst wurden zur weiteren Überprüfung der weiträumigen Verbreitung des Krills und seiner Jugendstadien zwei lange Schnitte in der mittleren Scotia-See bearbeitet, einer auf  $44^{\circ}\text{W}$  nach Süden bis  $62^{\circ}\text{S}$ , der zweite auf  $40^{\circ}\text{W}$  nach Norden bis  $53^{\circ}\text{S}$ . Dabei wurden in regelmäßigen Abständen (60 Sm) Stationen mit dem RMT bzw. Bongo und Neustonschlitten sowie hydrographischen Serien bis 750m Tiefe absolviert. Bei lohnenden Echolotanzeigen wurde auf der Dampfstrecke das Krill-Schwimmschleppnetz ausgesetzt. Die Fänge waren hier mit Mengen bis zu 10 t je Stunde bei Fangtiefen von 15-75m nur von mäßiger bis mittlerer Größe.

Wegen Einbruchs schlechten Wetters wurde vorübergehend Land-schutz unter Südgeorgien gesucht, doch konnten die Arbeiten schon bald mit einem dritten Schnitt von Stationen auf  $36^{\circ}\text{W}$  von Norden bis  $62^{\circ}\text{S}$  im Süden fortgesetzt werden. Krillfischerei mit dem Schwimmschleppnetz erbrachte nördlich von Südgeorgien wieder gute Fänge mit Mengen bis zu 21 t je Fangstunde. In der mittleren Scotia-See wurden dagegen kaum befischenswerte Krillkonzentrationen angetroffen.

Nach Erledigung eines weiteren Zwischenschnittes in östlicher Richtung auf  $62^{\circ}\text{S}$  und anschließender Stationen nach Norden auf  $30^{\circ}\text{W}$  wurden vom 6. bis 9.4. dann die Gewässer um die Süd-Sandwich-Inseln von Süden nach Norden systematisch erkundet. Dabei wurden fast alle Inseln umdampft und der Schelf nach befischbarem Grund abgesucht. Das Ergebnis war wenig ermutigend, denn fast überall erwies sich der Schelf als räumlich sehr begrenzt und die Bodenprofile gestatteten nur an wenigen Stellen eine Fischerei mit dem Grundsleppnetz. Die Fänge blieben unbefriedigend.

Mit Bearbeitung weiterer Stationen (RMT, Bongo und Hydrographie) auf dem Wege dampfte FFS "Walther Herwig" dann nach Südgeorgien. Hier wurden zunächst zur weiteren Erforschung der Bodenfischvorkommen auf dem Schelf im Südwesten, Westen und Norden der Insel Hols mit dem Grundsleppnetz durchgeführt, wobei vielfach Positionen, die während des I. Fahrtabschnittes befischt worden waren, nochmals überprüft wurden. Die Fänge (maximal 4 t/h) bestanden überwiegend aus Fischen der Arten Notothenia rossi marmorata, N. gibberifrons, Champscephalus gunnari und Chaenocephalus aceratus. Besonders interessant war das Ergebnis eines Hols mit dem Krillnetz nahe dem Boden in der Cumberland West Bay mit mehr als 4 t Champscephalus gunnari in 30 Minuten.

Die Untersuchungen vor Südgeorgien wurden am 13./14.4. unterbrochen, als beide Schiffe zu einem weiteren Besuch der britischen Forschungsstation King Edward Point einliefen. Schon vorher waren vier Wissenschaftler des British Antarctic Survey für einen Tag an Bord genommen worden, die sich an Fischereistationen beteiligten und Material für eigene biologische Untersuchungen

sammeln konnten.

Nach Beendigung der Grundschieppnetzfisherei vor der Nordküste von Südgeorgien nahm die "Walther Herwig" am 16.4. Kurs nach Nordosten zum Beginn von Untersuchungen über die großräumige Verbreitung des Krills und seiner Brut in dem weiten Seegebiet östlich der Scotia-See. Hier wurden wieder zwei ausgedehnte N/S-Schnitte auf 22°W (nach Süden) und 14°W (nach Norden) bearbeitet, mit einem Zwischenschnitt Richtung Osten entlang 62°S. Auf letzterem lag eine Dauerstation zur Erfassung der Variabilität der RMT-Fänge, wofür eine Serie von RMT-Schließhols in verschiedenen Tiefenstufen durchgeführt wurde. Die Kombination von Hols mit dem Krillschwimmschleppnetz aufgrund der Echolotanzeigen und RMT-Fängen auf regelmäßig verteilten Stationen ergab, daß im Nordosten des Untersuchungsgebietes nur wenig Krill zu finden war, während in den Gewässern südlich von 60°S bessere Ergebnisse erzielt wurden.

Während der gesamten Reise wurden an Bord der "Walther Herwig" auf dem Gebiet der Verarbeitungstechnologie die Arbeiten der voraufgegangenen Fahrtabschnitte fortgesetzt und durch neue Untersuchungen ergänzt. Sie richteten sich vor allem auf die Qualitätsverbesserung von wärmebehandelten Krillprodukten (Kochkrill, Kochkrillfarce und Koagulate).

Am 23.4. mußte das Forschungsprogramm wegen akuter Erkrankung eines Besatzungsmitgliedes der "Walther Herwig" abgebrochen werden. Beide Schiffe fuhren nach Kapstadt zurück, wo sie am 29.4. bzw. 30. eintrafen.

FMS "Weser" steuerte nach Auslaufen von Montevideo zunächst das Gebiet der Shag Rocks und Black Rocks nordwestlich Südgeorgiens an, um hier Untersuchungen über die Bodenfischvorkommen zum Abschluß zu bringen. Leider blieben die Fangergebnisse mit dem Grundschieppnetz relativ klein. Als erfolgreicher erwies sich die anschließend im Nordwesten, Norden und Osten von Südgeorgien durchgeführte Krillfisherei mit dem Schwimmschleppnetz. Östlich von Südgeorgien konnte in einem Hol auf 320m Wassertiefe wieder gemeinsames Vorkommen von Krill und Fisch (Pseudochae-nichthys georgianus) in Bodennähe festgestellt werden. Die Arbeiten wurden zeitweise durch Sturm erheblich behindert.

Zur weiteren Krillsuche, verbunden mit einer Reihe hydrographischer Stationen fuhr die "Weser" dann ein Zickzack-Profil nach Westen auf etwa 57°S sowie einen langen Schnitt nach Osten auf 58°S bis zur Mitte der Gruppe der Sandwich-Inseln. Im Westen und Nordwesten dieser Inseln wurden lohnende Krillvorkommen angetroffen und befischt, während die Suche im südlichen Bereich der Inselgruppe ergebnislos blieb. Auch hier mußte die Arbeit mehrfach wegen schlechten Wetters unterbrochen werden.

Anschließend dampfte die "Weser" zwischen zahlreichen Eisbergen

und Growlern hindurch nach Südgeorgien und konnte im Südosten dieser Insel bei Semi-kommerzieller Fischerei gute Krillfänge erzielen. Diese Fischerei wurde vorübergehend durch einen Besuch der britischen Station auf Südgeorgien unterbrochen (13./14.4.). Die Untersuchungen vor Südgeorgien wurden schließlich mit einigen Hols der Grundschieppnetzfisherei beendet. Auch auf der "Weser" wurden fortlaufend technische Versuche zur Verarbeitung des Krills sowie von Nutzfischen vorgenommen.

FMS "Weser" bearbeitete dann auf Parallelkurs zur "Walther Herwig" östlich der Süd-Sandwich-Inseln einen Schnitt auf 18°W von 52°S bis 60°S mit Suche nach Krill und Stationen für hydrographische Messungen sowie Hensen-Netz-Fänge. Bevor ein weiterer Schnitt auf 10°W nach Norden begonnen werden konnte, mußte auch die "Weser" Kurs auf Kapstadt nehmen.

Nach Ausschiffung von Kranken, Bunkern und Neuausrüsten verließen beide Schiffe Kapstadt am 3.5. zum letzten Teil der Expedition. Während dieses Teiles wurde die großräumige Verteilung des Krills und seiner Brut im ozeanischen Bereich südwestlich von Afrika aufgenommen. FFS "Walther Herwig" bearbeitete dabei zwei N/S-Schnitte auf 14°E und 6°E zwischen 50°S und 60°S, FMS "Weser" zwei parallel dazu verlaufende Schnitte auf 18°E und 10°E. Sowohl in den RMT- und Bongo-Fängen als auch bei der Fischerei mit dem Schwimmschleppnetz blieben die Mengen von Krill gering, und es fanden sich keine für eine kommerzielle Fischerei interessanten Krillkonzentrationen. Entsprechend der fortgeschrittenen Jahreszeit waren die Wetterverhältnisse größtenteils schlecht, so daß die Arbeiten häufiger unterbrochen werden mußten. Trotzdem konnte jedoch noch ein umfangreiches Daten- und Probenmaterial gesammelt werden. Als sehr nützlich erwies sich während der gesamten Expedition die Beratung seitens der Bordwetterkarte. Auch hatte das Seewetteramt in Hamburg vor Beginn des Unternehmens einen detaillierten Bericht über die zu erwartenden Wetterverhältnisse in der Antarktis zur Verfügung gestellt.

Nach Abschluß der Untersuchungen am 16.5. fuhren beide Schiffe nach Kapstadt zurück, wo sie am 20.5. einliefen. Während die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer per Flugzeug nach Hause zurückkehrten, dampften die Schiffe heimwärts nach Bremerhaven und wurden dort am 14. Juni 1976 feierlich empfangen. Jedes Schiff hatte seit der Ausreise von Bremerhaven im Oktober 1975 insgesamt rund 47 000 Seemeilen zurückgelegt. Unter anderem waren 209 Hols mit dem Schwimmschleppnetz, 201 Hols mit dem Grundschieppnetz und 282 Fänge mit dem RMT durchgeführt worden.

## 5. Eingesetzte Geräte und durchgeführte Arbeiten

### 5.1. Biologie und Umwelt

Die fischereibiologischen Arbeiten hatten zwei Schwerpunkte:

Untersuchungen am Krill und an Fischen. Dabei bestand zwischen dem Institut für Seefischerei, Hamburg und dem Institut für Meereskunde, Kiel eine gewisse Arbeitsteilung, indem die Mitarbeiter des Hamburger Instituts sich auf die Bearbeitung von adultem Krill und von Fischen aus den kommerziellen Schleppnetzen konzentrierten, während die Kieler Wissenschaftler vorwiegend mit dem Einsatz der Plankton- und Mikronektonnetzen und dem damit gewonnenen Material beschäftigt waren, das insbesondere aus Jugendstadien von Krill und Fischen bestand.

Ziel der Untersuchungen war es, möglichst viele Krill und Nutzfische zu gewinnen. Untersucht wurden Häufigkeit, Horizontal- und Vertikalverbreitung und die biologischen Parameter des Krills wie Wachstum, Geschlechterverhältnis, Reifungslänge und Fruchtbarkeit sowie Larvalentwicklung, die Aufschluß für die Abschätzung der Bestandsgröße und ihres fischereilich nutzbaren Potentials geben sollen.

Zur Ermittlung der Umweltbedingungen, unter denen jeweils die Krillschwärme und Fischkonzentrationen auftraten, wurden intensive fischereihydrographische Arbeiten auf beiden Schiffen durchgeführt.

#### Krill

Als Fanggerät für adulten Krill diente das große Krill-Schwimm-schleppnetz. Insgesamt tätigten beide Schiffe 209 Hols. Von jedem Hol wurde eine Referenzprobe für die spätere Arbeit an Land konserviert. Auf 62 Stationen wurden Länge, Geschlecht und Reifegrad von insgesamt 11721 Krill untersucht. Die Längenmessung erfolgte vom Augenvorderrand bis zum Telsonende. Reifegrade wurden nach einer von BAKER (IOS, Wormley) vereinfachten, auf der Skala von IVANOV basierenden Reifetabelle bestimmt. Auf weiteren 93 Stationen wurden Länge und Geschlecht von 16151 Krill ermittelt. Für die Berechnung einer Längen- Gewichtsbeziehung wogen wir mit Hilfe einer Hornschalenwaage zusätzlich 1114 Tiere von 5 Stationen.

Für die ökologischen Untersuchungen an Krill und Fischbrut war das "Rectangular Midwater Trawl 1+8" (RMT) das geeignetste, zur Zeit existierende Instrument. Es war am Institute of Oceanographic Sciences (IOS) in Wormley, England, entwickelt und erst kürzlich auf integrierte Schaltkreise umgestellt worden.

Das RMT besteht aus zwei übereinander angebrachten Schließnetzen. Mit einer Maschenweite von  $320\mu$  im oberen und  $4,5\text{mm}$  im unteren Netz und dazugehörigen Netzöffnungen von  $1\text{m}^2$  bzw.  $8\text{m}^2$  erfaßt das Fanggerät das gesamte Größenspektrum vom Krill und seiner Brut, der Fischbrut und teilweise auch kleiner Fische

wie z.B. Myctophiden. Ein Netzmonitor überträgt die Fangtiefe, die Netzgeschwindigkeit und die Wassertemperatur akustisch an ein Bordgerät. Mit einem dazugehörigen Auslösersystem für das Öffnen und Schließen der Netze ist eine gezielte Probennahme möglich.

Aufgrund der Kompliziertheit des Gesamtsystems RMT 1+8 waren bei der Beschaffung und Einarbeitung zahlreiche Schwierigkeiten zu überwinden. Dies gelang nur, weil auch im Rahmen anderer Projekte seit 1971 langwierige Vorarbeiten geleistet worden waren. Bei der Vorbereitung und Durchführung der Antarktischen Expedition wurden wir vom IOS und insbesondere von A. Baker sehr wirkungsvoll unterstützt.

Bei sehr schlechtem Wetter kann das RMT nicht mehr zu Wasser gebracht werden. Für solche Fälle und bei Defekten war sein Ersatz durch das Bongo-Netz vorgesehen. Für die Erfassung der oberflächennahen Wasserschichten sollte das Neuston-Netz eingesetzt werden. Außerdem wurde die Expedition als gute Gelegenheit betrachtet, die Entwicklung des Systems "Meßhai" durch Tests unter extremen Bedingungen der antarktischen Gewässer voranzutreiben.

Tab. 1: Fänge auf FFS "Walther Herwig"

Fahrtabschnitt:	I	II	III
<b>RMT:</b>			
Schräghols	81	58	58
Schließhols	16	45	15
Sondierhols		9	
<b>Bongo-Netz:</b>			
Schräghols			15
Sondierhols			2
<b>Neuston-Netz:</b>	80	99	47
<b>Meßhai:</b>			
Schräghols	10		
Stufenhols	5		

In Tabelle 1 ist dargestellt, wie sich die 542 Fänge auf Fahrtabschnitte und Geräte verteilen. Mit dem RMT wurden drei Typen von Hols durchgeführt: Bei den Schräghols wurde es offen bei einer Schleppgeschwindigkeit von rund 2 kn bis in 200m Tiefe oder in flacheren Gewässern bis auf ungefähr 5m an den Grund gefiert und anschließend auch offen wieder gehievt. Diese, wie auch die entsprechenden Bongo-Hols, liegen auf weiträumigen Schnitten in der Scotia-See, der Weddell-See und den Seegebieten östlich der S.-Sandwich-Inseln (bis 14°E) oder engräumig in den Gebieten starker Krill-Vorkommen nahe S.-Georgiens, der S.-Shetlands und

S.-Orkneys sowie auch der S.-Sandwich-Inseln. Magenuntersuchungen an den mitgefangenen Myctophiden sollen Aufschluß über den Wegfraß von Krill geben.

Auf dem II. und III. Fahrtabschnitt konnten mit dem RMT Schließhols in definierten Tiefenhorizonten gemacht werden. Sie wurden für Vergleiche mit Fängen des 1216-Maschen-Netzes, für die Ermittlung der statistischen Streuung der RMT-Fänge und während einer viertägigen Dauerstation in der Bransfiels-Strait zur Untersuchung von Vertikalwanderungen durchgeführt. Bei allen RMT-Fängen wurde große Sorgfalt auf die gleichzeitige Registrierung der Echolot-Anzeigen und der Lichteinstrahlung für die spätere Interpretation der Ergebnisse gelegt. Vor dem Aussetzen des 1216-Maschen-Netzes wurden vielfach mit dem RMT oder mit einem für diesen Zweck modifizierten Bongo-Netz Sondierhols durchgeführt.

Im Verlaufe der Expedition zeigte sich, daß nach Ortung von Krillschwärmen das Fangen kommerziell interessanter Mengen keine Schwierigkeiten bereitete. Lokal war aber gelegentlich mit dem Auftreten von Salpen im gleichen Tiefenhorizont zu rechnen. Erfolgreiche Hols wurden in Tiefen von 0-80m, in Einzelfällen bis 110m gemacht. Die Befischung tiefer auftretender Echolotanzeigen blieb über freiem Wasser erfolglos. In zwei Fällen konnten über dem Schelf der Süd-Orkney-Inseln und Südgeorgiens in 188-203m bzw. 283-325m Krill in Bodennähe erbeutet werden, der in einem Fall 28.8 t/h erbrachte. Als ertragsreichstes Fanggebiet erwies sich die Ostseite Südgeorgiens, die während aller Fahrtabschnitte zwischen 15 und 24 t/h Krill lieferte. Es handelte sich fast ausschließlich um kleinen Krill mit einer Länge von 20-40mm im Reifestadium I und II. Regelmäßig wurden auch Spitzenfänge von mehr als 30 t/h erzielt.

Während die Krillschleppnetzefänge bereits weitgehend an Bord bearbeitet werden konnten, mußten die RMT 1+8-fänge an Land sortiert werden. Da viele der Proben sehr weich waren, mußten vorher langwierige Teilprozeduren durchgeführt werden, um sortierfähige Unterproben zu erhalten. Die Detailanalyse konzentrierte sich auf die Dauerstation in der Bransfield Strait und auf das Seegebiet um Südgeorgien, das auf allen drei Fahrtabschnitten aufgesucht worden war. Bei Südgeorgien konnte trotz hoher Konzentrationen adoleszenten Krills keinerlei Krillbrut festgestellt werden. Die Dauerstation erbrachte dagegen neben adultem Krill beträchtliche Mengen von Krillbrut. Es wurden die Entwicklungsstadien vom Metanauplius bis zur 3. Furcilia nachgewiesen.

### Fische

Ziel der Untersuchungen war die Sammlung biologischer Daten über die Alterszusammensetzung, das Wachstum, die Produktivität, die Nahrung und den Parasitenbefall der pelagischen und demersalen Fischbestände, als Berechnungsgrundlage für die Abschätzung der Bestandsgröße und des ausnutzbaren fischereilichen Potentials.



Auf dem I. Fahrtabschnitt wurden zusätzlich zu dem eingangs erwähnten Programm ichthyologische Untersuchungen zur Verbreitung der meso- und bathypelagischen Fischfauna des Südwest-Atlantiks durchgeführt, für die 34 Hols mit einem 1600-Maschen-schwimmschleppnetz gemacht wurden. Diese Arbeiten schlossen an Untersuchungen der "Walther Herwig"-Fahrten nach Südamerika der Jahre 1966, 1968 und 1971 an.

Für die Aufnahme der Bodenfischbestände fand ein kommerzielles 200'-Grundschleppnetz Verwendung. Im Verlaufe der Expedition wurden 201 Hols auf dem Ostteil der Burdwood-Bank und den Schelfgebieten der Inseln des Scotia-Bogens und der Antarktischen Halbinsel getätigt. An Bord wurden die Fänge nach Arten getrennt. Besonderes Augenmerk wurde den potentiell nutzbaren Arten geschenkt: Dissostichus eleginoides, D. mawsoni, Pleuragramma antarcticum, Notothenia rossi marmorata, N. neglecta, N. gibberifrons, Champscephalus gunnari, Chaenocephalus aceratus u. Pseudochaenichthys georgianus. Von allen genannten Arten wurden Längenmeßreihen angefertigt, Geschlecht, Reifegrad, Schlacht- und Totalgewichte bestimmt sowie Otolithen, Schuppen, Gonaden, Mägen und ektoparasitische Copepoden gesammelt. Von ausgewählten Stationen wurden Referenzproben für eine spätere Bearbeitung an Land eingefroren. Von den übrigen Fischarten und im Netz auftretenden Makrobenthosorganismen wie Crustaceen und Echinodermen wurden Referenzexemplare konserviert.

Die Untersuchungen an den Eiern und Larven der Fische liefen mit den Arbeiten an Krill und Krillbrut parallel, die mit dem RMT 1+8 und anderen Planktongeräten durchgeführt wurden.

Über die Fänge von D. eleginoides und D. mawsoni liegen erste Ergebnisse vor. Beiträge zu den übrigen Arten befinden sich in Vorbereitung. D. eleginoides, dessen fettreiches Fleisch sehr schmackhaft ist, erreicht eine Länge bis zu 180cm und konnte fast überall auf der Burdwood-Bank und dem Schelf um Südgeorgien angetroffen werden. Meist lagen die Fänge unter 100 kg/h. Lediglich im Gebiet nordwestlich Südgeorgiens entdeckte FMS "Weser" kommerziell interessante Mengen. Erste Untersuchungen über das Alter lassen vermuten, daß die Fische langsam wachsen und ein hohes Alter erreichen. Das fast völlige Fehlen großer Tiere über 90cm Länge in unseren Fängen deutet auf einen Einfluß der sowjetischen Fernfischerei hin, die seit dem Ende der sechziger Jahre um Südgeorgien intensiv betrieben wird. Das häufige Auftreten von D. mawsoni in Pottwalmägen ließ größere Vorkommen dieser Art vermuten. Wir fingen jedoch nur wenige noch nicht geschlechtsreife Individuen.

Im Seegebiet um Südgeorgien wurde die Brut von 10 Fischarten, hauptsächlich Nototheniiden und Chaenichthyiden mit Planktonnetzen gefangen. Die Dokumentation von Struktur und Pigmentierung lebender Fischbrut mit Hilfe eines Foto-Stereomikroskops ergab gute Resultate.

Die Aufnahme der meso- und bathypelagischer Fischfauna zwischen Subtropischer und Antarktischer Konvergenz ergab folgende tiergeographische Verteilungstypen:

- (a) Bitemperiert. Die hierher gehörigen Arten treten in der gemäßigten Zone sowohl der Nord- wie der Südhalbkugel auf, wo sie sich fortpflanzen und im Sommer mehr oder weniger weite Nahrungswanderungen in polare Breiten durchführen.
- (b) Konvergenz. Auf die Gewässer der südlichen Subtropischen Konvergenz als Laichgebiet beschränkte Arten. Nahrungswanderungen auf den nördlichsten Saum der Subantarktis beschränkt.
- (c) Subantarktisch. Diese Arten laichen ausschließlich in subantarktischen Breiten. Nahrungswanderungen südwärts bis in antarktische Gewässer.
- (d) Eurantarktisch. Laichgebiete in subantarktischen und antarktischen Breiten; Nahrungswanderungen bis etwa 65°S.

Etwa 100 der von uns angetroffenen ca. 180 Fischarten des Meso- und Bathypelagials sind offenbar nur Gäste in subantarktischen Gewässern, wohin sie großenteils durch den Südäquatorial- und Brasilstrom aus subtropischen und selbst tropischen Breiten verfrachtet werden. Über die Verbreitungsmuster dieser Fischarten wurde bereits auf dem 2. Kongreß europäischer Ichthyologen durch KREFFT referiert (September 1976, Paris).

### Fischereihydrographie

Die fischereiozeanographischen Messungen lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- (a) Messungen auf fest vorgegebenen Positionen zur Feststellung der mittleren hydrographischen Situation und deren saisonaler Variation im Untersuchungsgebiet (teilweise Wiederholung der Stationen in den folgenden Fahrtabschnitten, Abb.6).
- (b) Fischereiozeanographische Messungen in Fangtiefe (Krill/Fisch)
- (c) Detaillierte Untersuchungen auf ausgewählten Positionen (Dauerstation).

Bei den unter (a) genannten Beobachtungen handelt es sich um Messungen, die hauptsächlich mit Nansenschöpfern und Bathythermographen sowie XBT und XSTD gemacht wurden.

Statistik der Messungen auf den drei Fahrtabschnitten:

	I	II	III	Gesamt
1. Serien:	156	90	138	384
2. BT:	160	91	144	395
3. Profilstrommessungen:	10	8	3	21
4. Silikatmessungen:		374	750	1124
5. Salzgehaltmessungen:	1145	551	1205	2901
6. XSTD:	45			
7. XBT:	85			

Ozeanographische Schnitte:

I	12 mit	115 Stationen
II	10 mit	117 Stationen
III	16 mit	111 Stationen
Ges.:	38 mit	343 Stationen

Durch die maximale Einsatztiefe der Geräte bedingt, ergeben sich unterschiedlich tief reichende vertikale Profile von Temperatur, Salzgehalt und Silikat. Die Nansenschöpferbeobachtungen liefern punktuelle Messungen in den ozeanographischen Standardtiefen des Atlantiks. Aufgrund der besonderen hydrographischen Situation im Untersuchungsgebiet bestanden dabei beträchtliche Interpretationsschwierigkeiten.

Ließen die Witterungsverhältnisse es zu, so wurde an ausgewählten Stationen von FFS "Walther Herwig" das vertikale Stromprofil mit einem Profiler ermittelt. Mit Hilfe des Satellitennavigators wurde dabei die mittlere Driftrichtung und Driftgeschwindigkeit bestimmt.

Sämtliche ozeanographische Meßergebnisse liegen bereits in korrigierter und überprüfter Form vor. Die unter (a) genannten Messungen dienen als Basis für die Darstellung der Horizontal- und Vertikalverteilungen von Temperatur, Salzgehalt und Silikat im Untersuchungsgebiet. Oberflächenkarten der bezeichneten Umweltparameter wurden für alle drei Abschnitte fertiggestellt. Da die Diskussion mit den beteiligten Biologen über eine sinnvolle Darstellung der in Fangtiefe durchgeführten Messungen noch nicht abgeschlossen ist, liegen von den unter (b) genannten Messungen noch keine Übersichtskarten vor. Die Ausarbeitung der Meßergebnisse von der Dauerstation ist sehr intensiv durchgeführt worden und hat bereits zu einer vorläufigen Veröffentlichung geführt. Neben Isoplethendarstellungen der Einzelparameter wurde besondere Aufmerksamkeit den Strommessungen zugewandt. Darüberhinaus wurden funktionelle Zusammenhänge der gemessenen Größen in Form von Diagrammen untersucht (T, S; T,Si; S,Si).

In den bisherigen Auswertungen zeichnen sich bereits erste Ergebnisse ab. So zeigt die mittlere Temperaturverteilung in der Scotia-See jahreszeitlich abhängige Schwankungen in der Lage der Antarktischen Konvergenz: Anhand der 2°C-Isotherme wird vom Südfrühling bis Südsommer eine nach Süden wandernde Frontalzone erkannt. Mit Näherrücken des Südwinters verlagert sich das Konvergenzgebiet wieder nach Norden. Detaillierte Strömungsprofile im Ostteil des antarktischen Inselbogens zeigen regional eine hohe Variabilität in der vertikalen Stromverteilung. Bezeichnend hierbei ist, daß in einer ca 300m mächtigen Bodenwasserschicht die Strömungsgeschwindigkeit fast linear zum Meeresboden ansteigt und Spitzenwerte bis zu 50 cm/sec erreicht. Der Einfluß von Gezeiten und gelegentlichen Einbrüchen kalter, silikatreicher Wassermassen auf die Schichtung wird untersucht. Ziel dieser Untersuchungen ist es, im Vergleich mit parallel durchgeführten Messungen (RMT-Fänge) Zusammenhänge zwischen tagesperiodischen Wanderungen des Krills und Umweltfaktoren herauszuarbeiten.

Der Vergleich von punktuellen Serienmessungen (Nansenschöpfer) und kontinuierlichen Profilmessungen macht folgendes deutlich: Da das Untersuchungsgebiet unter stark wechselndem ozeanographischem Regime steht, lassen sich kleinräumige Veränderlichkeiten im horizontalen und vertikalen Aufbau nicht mit punktuell messenden und weiträumig eingesetzten Geräten (z.B. Nansenschöpfern) ermitteln.

## 5.2. Ortung und Fangtechnik

### Ortung des Krills

Eine unabdingbare Voraussetzung für die Einführung einer auch aus kommerzieller Sicht rentablen Krillfischerei ist die Entwicklung geeigneter Ortungsverfahren. Der Krillortung mußte deshalb vor und während der Reise ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Im einzelnen galt es, verlässliche Geräte und Methoden zu finden bzw. zu entwickeln, die es gestatten, Krill auch in kleineren Mengen von der Wasseroberfläche bis in möglichst große Tiefen eindeutig zu lokalisieren und anhand der Anzeigen zumindest eine grobe Mengenabschätzung vorzunehmen. Nur unter dieser Voraussetzung ist eine gezielte Fischerei möglich, die wegen der Größe des Seegebietes allein erfolgversprechend ist.

Diese Forderungen waren, wenn überhaupt, nur mit Hilfe von Echoloten zu erfüllen. Deshalb konzentrierten sich die Vorarbeiten für die Auswahl geeigneter Ortungsverfahren bevorzugt auf den Echolot-Sektor. Den Methoden der visuellen Krillortung vom Schiff oder Flugzeug aus konnte ebenso wie der Auswertung von Satellitenfotos von vornherein nur eine geringe Bedeutung beigemessen werden. Die direkte Beobachtung vom Schiff aus kann lediglich bei oberflächennahen Krillvorkommen, ruhigem Wetter

und ausreichenden Lichtverhältnissen zu einem gewissen Erfolg führen. Vom Flugzeug aus kann zwar auch etwas tiefer stehender Krill optisch erfaßt werden. Diese Methode ist aber aufwendig und in der Antarktis wegen fehlender Flugplätze sowie meist ungünstigem Wetter kaum praktikabel. Satellitenfotos könnten für die Ermittlung der großräumigen Verteilung von Krill in Oberflächennähe theoretisch durchaus von Nutzen sein. In der Praxis sind jedoch auch diese Möglichkeiten wegen der nur selten aufreißenden Wolkendecke überaus gering.

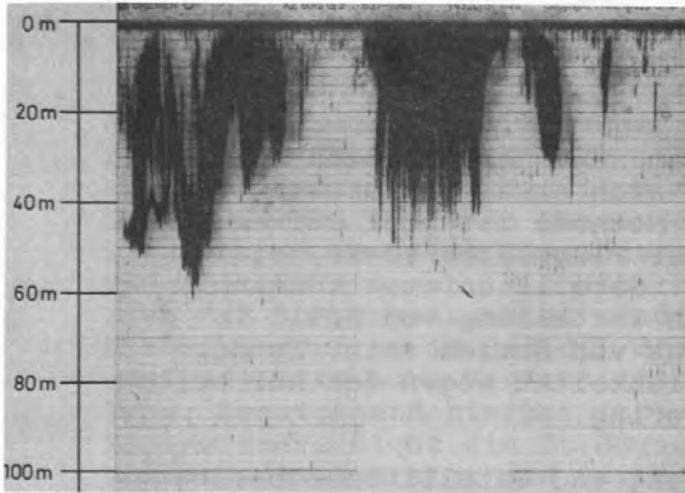
Wenn auch die für die visuelle Ortung und Satellitenbeobachtung geltenden Einschränkungen beim Einsatz von Echoloten keine Rolle spielen, so muß doch betont werden, daß auch durch die Verwendung von Loten aus physikalischen Gründen nicht alle Ortungsprobleme optimal lösbar sind. Krill ist, wie alle Crustaceen, ein schlechter Echogeber. Mit herkömmlichen Fischereiloten ist er schon wegen der geringen Größe der Individuen nur sehr bedingt zu erfassen. Deshalb wurden auf dem besonders wichtigen Vertikallotsektor zunächst zwei Wege beschritten, die zumindest eine Teillösung der Probleme versprachen. Einerseits wurden höherfrequente Lote mit 50, 150 und 200 kHz beschafft, die den besonderen Vorzug haben, auch kleinere Objekte, allerdings nur in den oberen Wasserschichten, anzuzeigen. Ihr Nachteil ist also die relativ geringe Reichweite, die mit steigender Frequenz stark abnimmt. Aus diesem Grunde wurde andererseits zusätzlich ein besonders leistungsfähiger Vertikallotstyp (4KW) üblicher Frequenz (33 kHz) installiert, mit dem zu überprüfen war, ob damit Krill auch in tieferen Wasserschichten zu erfassen ist. Gleichzeitig war dieses Lot für Untersuchungen über das Vorkommen antarktischer Fische in größeren Tiefen gedacht.

Auf dem für die großräumige Suche wichtigen Horizontallotsektor war eine rechtzeitige Frequenzumstellung vorhandener Geräte aus Kosten- und Zeitgründen nicht möglich. Es standen deshalb lediglich ein relativ niederfrequentes Panoramalodar (24 kHz, "Walther Herwig") bzw. Superlodar (20 kHz, "Weser") zur Verfügung.

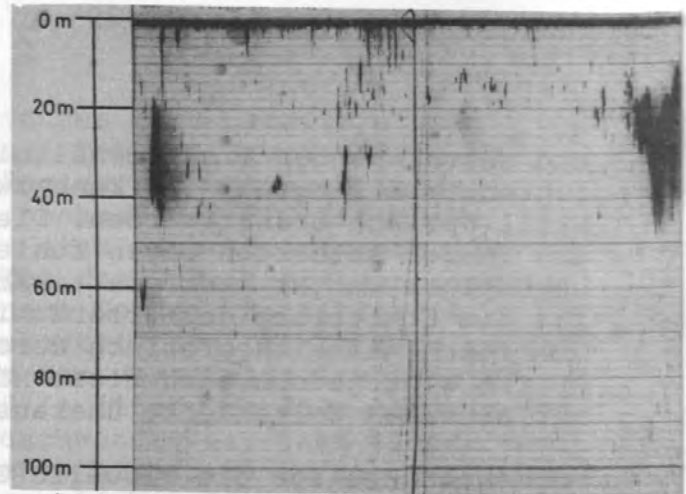
Auch bei den Netzsonden wurde von den vorhandenen Anlagen (Oben-/Unten-Schwinger, 30 bzw. 33 kHz) ausgegangen. Eine Erhöhung der Lotfrequenz ist hier wegen der hohen Dämpfung auf dem Kabel problematisch.

Bei den Vertikalloten hat sich besonders die Entscheidung für die höherfrequenten Lote als richtig erwiesen. Speziell mit dem technisch nicht sehr aufwendigen 200 kHz-Lot konnte Krill jederzeit bis etwa 100m Tiefe in unterschiedlichen Konzentrationen verlässlich geortet werden (Abb. 7a-d). Unterhalb von 100m nahmen die Ortungsmöglichkeiten infolge der frequenzabhängigen Dämpfung jedoch schnell ab.

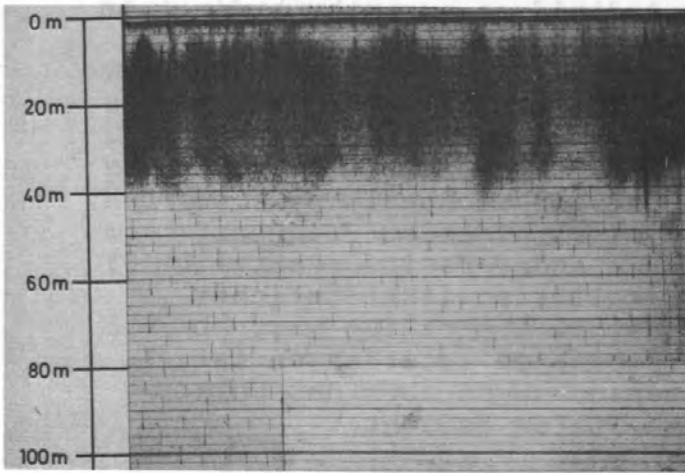
Auch von den 50 und 150 kHz-Vertikalloten wurde Krill erfaßt. Genaue Aussagen über die Verwendungsmöglichkeiten dieser Fre-



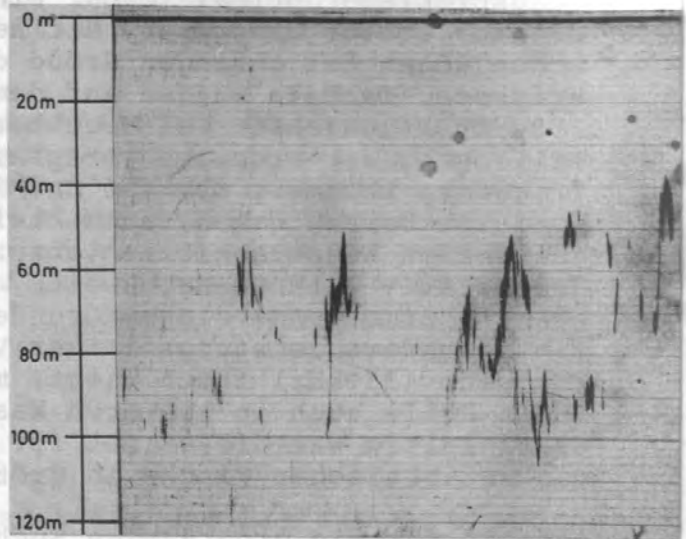
a) Oberflächennaher Krill (200 kHz-Lot bei 4,0 kn Schleppgeschwindigkeit)



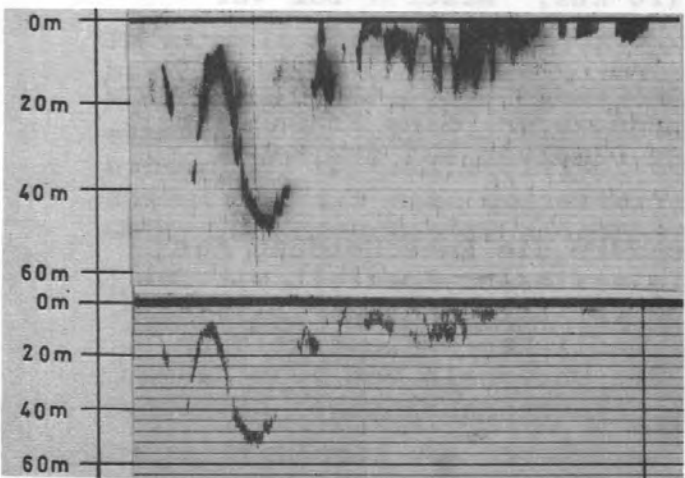
b) Konzentrierte Krillschwärme (200 kHz, 6,0 kn)



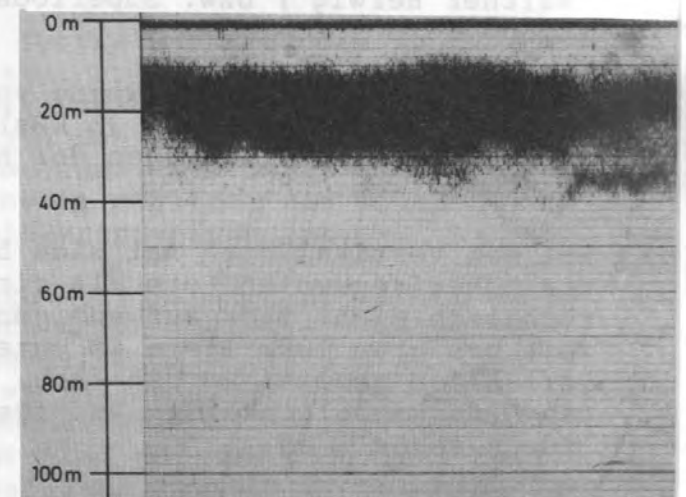
c) Nächtliche Krillwolken (200 kHz, 3,5 kn)



d) Anzeigen von Krill in größeren Tiefen (200 kHz, 12 kn)



e) Lotbilder einer Krillanzeige (oben 200 kHz, unten 33 kHz, 3,5 kn)



f) Anzeige von Salpenkonzentrationen (200 kHz, 4,5 kn)

Abb. 7: Beispiele für Krillanzeigen

quenzen für Krill sind jedoch noch nicht zu machen, da diese neu entwickelten Geräte noch erhebliche technische Schwierigkeiten bereiteten und über einen ausreichend langen Zeitraum nicht einsetzbar waren. Von dem 33 kHz-Lot hoher Leistung wurde Krill selbst dann nur schwach angezeigt, wenn es sich um hohe Konzentrationen handelte (Abb. 7e).

Als Anzeigegerät für Krill ist es deshalb nur bedingt geeignet. Dagegen erwies es sich als wertvolles Instrument für die Fischortung, insbesondere auch in größeren Tiefen.

Die vorhergehend genannten Horizontallote waren für die Krillortung unbrauchbar. Aufgrund der niedrigen Frequenz wurden sogar dichte Krillschwärme nicht einmal auf kurze Distanzen erfaßt.

Im Zusammenhang mit dem Netzsondeneinsatz sind zwei Probleme hervorzuheben. Einerseits wurde die Anzeige der Tiefenlage des Netzes bei oberflächennaher Fischerei durch das Schraubenwasser zeitweise stark gestört. Andererseits wurde der Krill in der Netzöffnung nur äußerst schwach angezeigt. Dadurch war es noch nicht möglich, die zu erwartende Fangmenge anhand der Netzsondenanzeigen annähernd genau abzuschätzen. Das führte häufig zu übergroßen Fängen, die verarbeitungsmäßig nicht zu bewältigen waren.

Zweifelsohne haben die guten Ergebnisse der Versuche mit den höherfrequenten Vertikalloten schon entscheidend zu den weit über dem internationalen Durchschnitt liegenden Fangerfolgen während der Reise beigetragen. Im Interesse der notwendigen Optimierung des Loteinsatzes für die Krillortung müssen zukünftig jedoch noch umfangreiche Entwicklungsarbeiten durchgeführt werden. Dazu gehört vordringlich die Ermittlung einer besonders geeigneten Vertikallot-Frequenz, die auch unterhalb von 100m Tiefe eine verlässliche Krillortung ermöglicht. Das würde auch die von biologischer Seite angestrebte Aufnahme der Krillverbreitung mit Echoloten wesentlich verbessern.

Von besonderer Bedeutung ist ebenfalls die Unterscheidung von Krill und Salpen anhand der Lotbilder (Abb. 7f). Dadurch könnten in Zukunft Fehlversuche beim Krillfang durch unerwünschte Befischung von Salpenkonzentrationen ausgeschlossen werden.

Hohe Priorität hat schließlich auch die Entwicklung höherfrequenter Horizontallote, die zum Auf- und Wiederfinden einzeln stehender kompakter Krillschwärme wenigstens 300m Reichweite haben müssen. Inwieweit eine für die mengenmäßige Fangabschätzung sehr anzustrebende Verbesserung der Krillanzeigen in den Netzsonden technisch möglich ist, muß noch eingehend untersucht werden. Wahrscheinlich ist dieses Problem nur durch den Einsatz von Netzsonden höherer Frequenz lösbar, die dann aber nur geringe Kabel-

längen zulassen würden. Sie wären demgemäß nur für eine Krillfischerei bis schätzungsweise 100m Wassertiefe einsetzbar. Für die Fischerei unmittelbar nahe der Wasseroberfläche könnte außerdem noch an die Verwendung von hydrostatischen Drucksensoren gedacht werden, die eine Bestimmung der Tiefenlage des Netzes ohne Beeinträchtigung durch das Schraubenwasser zulassen.

#### Fangtechnik für die Krillfischerei

Auf dem Gebiet der Fangtechnik bestand die Hauptaufgabe darin, ein Gerät zum tiefenunabhängigen Massenfang von Krill zu entwickeln. Dabei war zu beachten, daß dieses Fanggerät auf den in der deutschen Hochseefischerei vorhandenen Fahrzeugtypen ohne bauliche Veränderungen problemlos eingesetzt werden kann.

Diese Forderungen konnten nur mit dem auch als pelagisches Schleppnetz bezeichneten Einschiff-Schwimmschleppnetz erfüllt werden. Für die Wahl dieses Netztypes sprach zusätzlich noch die führende Stellung der deutschen Fischerei bei der Anwendung dieses seinerzeit in der Bundesrepublik entwickelten Gerätes. Deshalb wurden andere für den genannten Zweck denkbare Fanggeräte, wie Ringwaden und Baumkurren nicht weiter in Betracht gezogen. Beide Typen eignen sich nur für eine oberflächennahe Fischerei bei ruhigem Wetter. Sie erfordern außerdem technisch und finanziell aufwendige Sondereinrichtungen an Bord.

Beim Entwurf der Schwimmschleppnetze für Krill mußte vor allem die geringe Größe der Fangobjekte berücksichtigt werden. Es war also notwendig, sehr kleine Maschen zu verwenden. Dies bedeutet aber zwangsläufig eine beträchtliche Erhöhung des Schleppwiderstandes. Gleichzeitig vermindert sich auch die Belastbarkeit des Netztuches durch die zwangsläufige Benutzung von dünnem Netzmaterial. Das ist für die Bewältigung großer Fänge von erheblichem Nachteil. Es wurde deshalb von vornherein davon abgesehen, die Krillnetze lediglich aus kleinmaschigem Netztuch zu bauen. Vielmehr wurde als Konstruktionsprinzip die kleinmaschige Auskleidung von solchen Netzen gewählt, deren Maschen die übliche Größe und Stärke haben. Dadurch sind sie auch hohen Belastungen gewachsen. Aus Rationalisierungsgründen war dabei zunächst daran gedacht, gängige Schwimmschleppnetztypen mit einer Teilauskleidung im Achternetz zu versehen. Auf diese Weise wäre es möglich gewesen, die Netze je nach Ein- oder Ausbau der Auskleidung sowohl für den Fang von Krill als auch den von Fischen einzusetzen. Diese Konstruktionsidee stellte sich aber während einer Erprobungsreise in das Gebiet der Azoren im Sommer 1975 als nicht praktikabel heraus. Der Schleppwiderstand der großen, nur zum Teil ausgekleideten Netze war unverhältnismäßig hoch. Daraus resultierte als weiterer Nachteil, daß selbst mit den größtmöglichen Scherbrettern ( $12\text{m}^2$ ) keine ausreichende horizontale Netzöffnung zu erzielen war.



Es blieb deshalb keine andere Möglichkeit als ein spezielles, der verfügbaren Maschinenstärke und der maximal einsetzbaren Scherbrettgröße angepaßtes pelagisches Krillschleppnetz zu bauen. Als geeignet erwies sich ein Schwimmschleppnetz mit rechteckiger Netzöffnung im Vornetz. Dieser Krillnetztyp wurde mit Ausnahme der Flügel mit Netztuchen ausgekleidet, deren Maschenöffnung stufenweise von 30mm im Vornetz über 16 bis zu 12mm im Achternetz, Tunnel und Steert abnahm. Für dieses Netz waren wegen des immer noch relativ hohen Schleppwiderstandes 12 qm Süberkrüb-Scherbretter notwendig, um eine angemessene horizontale Netzöffnung zu erreichen.

Dieser Netztyp wurde sowohl auf der "Walther Herwig" als auch auf der "Weser" während der gesamten Expedition mit gutem Erfolg eingesetzt. Die damit erzielten Fänge lagen sowohl im Maximum als auch im Durchschnitt erheblich über den Erträgen, die andere Nationen bis dahin in der Krillfischerei erzielt hatten. Der Durchschnittsfang der "Weser" betrug etwa 18 t/Hol, obgleich diese Erträge nur aus einer semikommerziellen Versuchsfischerei stammten, bei der auch wenig ergiebige Fangplätze befischt und günstige Fanggebiete vorzeitig verlassen werden mußten. Bei mehreren Hols wurden sogar über 60 t Krill gefangen. Bemerkenswert waren auch fangtechnische Versuchsfänge, die - entgegen der herrschenden Lehrmeinung - in Tiefen bis zu 300m kommerziell durchaus interessante Krillmengen erbrachten. Andererseits konnte mit dem Netz ohne Schwierigkeiten auch dicht unter der Wasseroberfläche erfolgreich gefischt werden. Als besonderer Vorteil des Netzes ist schließlich noch seine Einsatzfähigkeit bei Windstärken von maximal 8 Bft und entsprechendem Seegang zu werten.

Auch die Handhabung der Krillnetze an Bord bereitete keine grundsätzlichen Probleme. Allerdings war die "Weser" in dieser Hinsicht durch die vor der Reise installierte Netztrommel gegenüber der "Walther Herwig" beträchtlich im Vorteil, die bedauerlicherweise noch nicht mit diesem zeit- und arbeitssparenden Gerät ausgerüstet werden konnte.

Obgleich mit der vorliegenden Konstruktion des Einschiff-Schwimmschleppnetzes für Krill bereits ein hoher technischer Stand in der Krillfischerei erreicht worden ist, sind für die endgültige Anpassung des Gerätes an die Bedingungen einer kommerziellen Fischerei noch weitere umfangreiche Untersuchungen unumgänglich. Besonders wichtig ist die Beseitigung von Schwierigkeiten, die beim plötzlichen Eintritt großer Krillmengen in das Netz vorkommen. Eine solche Situation entstand häufig bei der Befischung kompakter, auf engem Raum stehender Krillschwärme, die im Netz nicht schnell genug in den Tunnel und Steert gelangten. Der Krill staute sich dann im Achternetz. Das führte fast immer zu starken Schäden an der Netzauskleidung in diesem Bereich. Diese Schäden konnten zwar noch während der Reise durch die Anbringung von Verstärkungsleinen gemindert, aber nicht völlig vermieden werden. Dazu ist eine Umkonstruktion des gesamten Achternetzes notwendig, deren Auswirkungen eingehend zu erproben sind.

Von Bedeutung sind in doppelter Hinsicht auch Änderungen an der kleinmaschigen Netzauskleidung. Bisher waren die Netztuche einer Maschengröße aus jeweils einem relativ großen Stück Netzblatt gefertigt. Bei Schäden an einzelnen Teilen der Auskleidung hatte dies aufwendige Arbeiten für die Reparatur bzw. den Austausch des zerstörten Auskleidungsteiles zur Folge. Durch die Unterteilung in kleinere Netzabschnitte könnte das Krillnetz in seiner Gesamtheit reparaturfreundlicher gestaltet werden.

Darüberhinaus ist auch noch zu erproben, ob für die Vornetzauskleidung ohne Fangbeeinträchtigung größere Maschen als bisher verwendet werden können. Dadurch läßt sich der Schleppwiderstand des Netzes deutlich senken. Allerdings sind in diesem Zusammenhang noch zusätzliche Untersuchungen über das Krillverhalten gegenüber dem Fanggeschirr notwendig.

Weitere fangtechnische Arbeiten sind zukünftig noch in Zusammenhang mit dem beabsichtigten Einsatz von Pumpen bei der Krillfischerei durchzuführen. Dabei ist sowohl an das Auspumpen des bis zum Heck vorgehieften Steertes als auch an das kontinuierliche Entleeren des Steertes während des Schleppens zu denken. Im ersten Fall müßte im Steert eine Druckpumpe einschließlich einer bis auf das Deck reichenden Schlauchverbindung untergebracht werden. An diese Verbindung wäre ein weiterer Schlauch anzuschließen, der den Krill in das Verarbeitungsdeck zu leiten hätte. Auf diese Weise ließe sich, auch bei großen Fängen, die jeweils benötigten Mengen an lebendfrischem Krill den Verarbeitungseinrichtungen zuführen. Außerdem würden Qualitätseinbußen beim Krill, die durch das Hieven großer Krillfänge an Deck entstehen können, vermieden. Die als zweite Möglichkeit genannte kontinuierliche Entleerung des Steertes während des Schleppens ist technisch wesentlich aufwendiger. Ihre Verwirklichung würde deshalb eine längere Vorbereitungszeit erfordern.

#### Fang antarktischer Fische

Zum Fang antarktischer Fische war auf zwei im Nordatlantik bewährte Fanggerätetypen zurückgegriffen worden. Für bodennah stehende Fische wurde ein 200' hochstauendes Grundschleppnetz mit fünffachem Rollengeschirr eingesetzt. Mit Ausnahme der wegen der Bodenstruktur absolut unbefischbaren Gebiete, wie sie z.B. westlich der antarktischen Halbinsel angetroffen wurden, bewährte sich dieses Fanggeschirr auch auf schwierigen Fangplätzen hervorragend. Auf der "Weser" wurden damit im Gebiet der South Shetlands bis zu 45 t Notothenia rossi marmorata und bei den South Orkneys große Mengen von Eisfischen gefangen. Auch bei einer Art Vergleichsfischerei mit sowjetischen Trawlern bei South Georgia erwies sich das 200'-Netz als eindeutig überlegen. Im Durchschnitt wurde dort das Zwei- bis Dreifache der von den Sowjetrawlern erbeuteten Fischmengen gefangen.

Für die pelagische Fischerei kam das sogenannte 630er-Schwimm-  
schleppnetz zum Einsatz. Dieses Netz gehört zu den Standardge-

räten der deutschen Großtrawler. Seine Einsatzfähigkeit in antarktischen Gewässern konnte jedoch noch nicht hinreichend nachgewiesen werden, da dort entgegen den Erwartungen nicht genügend pelagisch lebende Fische und Tintenfische angetroffen wurden.

Für weitere Untersuchungen im Bereich der Antarktis würden beide aufgeführten Netztypen voraussichtlich weiter verwendet werden. Wahrscheinlich könnten als Ergänzung aber die noch in der Entwicklung befindlichen Tauwerknetze, die eine besonders große Fangöffnung bei relativ niedrigem Schleppwiderstand besitzen, zusätzlich eingesetzt werden.

### 5.3. Verarbeitung und Produktentwicklung

Im Rahmen der Vorarbeiten wurden mit Nordseekrabben (Crangon crangon) vor Fahrtbeginn erfolgreiche Versuche zur Gewinnung einer Fleischfarce unter Einsatz des Grätenseparators Baader 694 (einer Art Passiermaschine) durchgeführt. Verwendet wurde hierfür eine mit 1,3mm-Löchern versehene Trommel.

Während der Expedition untersuchten durchschnittlich 4 Wissenschaftler und Techniker pro Fahrtabschnitt auf der "Walther Herwig" eine Mehrzahl von Verarbeitungsmöglichkeiten in kleinem Maßstab. Auf der "Weser" wurde dagegen durch die übliche Verarbeitungsmannschaft und einen Techniker eine begrenzte Auswahl von Produkten in größeren Mengen hergestellt. Auf beiden Schiffen wurden keine neuentwickelten Geräte eingesetzt, sondern es wurde weitgehend auf handelsübliche Einzelmaschinen der Lebensmittel- und Fischverarbeitungsindustrien zurückgegriffen. Ausschlaggebend hierfür war angesichts der Unbekanntheit des zu verarbeitenden Materials die Flexibilität beim Einsatz der Einzelgeräte. Die Nachteile - relativ viel Handarbeit und geringe Durchsatzmengen - wurden demgegenüber in Kauf genommen.

Die Verarbeitung von Fischen fand, bedingt durch die Ausrüstung und durch die anfallenden Fänge, praktisch ausschließlich auf der "Weser" statt.

#### Verarbeitung von Krill an Bord (vgl. Abb. 8)

Rohkrill wurde alternativ in gelochten Kunststoffkästen unter Berieselung mit frischem Seewasser (Temperatur 2-4°C), in einem wasserdichten Bunker unter Aufschwemmen mit Seewasser von 2°C oder in Trockenschüttung vorgelagert. Die Verwendung von Seewasser hat den Vorteil einer Säuberung des Krills von ausgetretenem Mageninhalt. Eine Abstufung in der Qualitätserhaltung von schwimmender Lagerung in gekühltem Seewasser, Lagerung in berieselter Schicht bis zur einfachen Lagerung in Trockenschüttung war festzustellen. Aus in Seewasser von ca. 1°C gelagertem Krill konnte nach 8 Std. noch ein befriedigendes Produkt hergestellt werden. Die Schüttdichte von Rohkrill liegt im Mittel bei ca. 0.9 g/cm<sup>3</sup>, sie nimmt mit der Lagerzeit von 0.8 auf 0.95 zu.

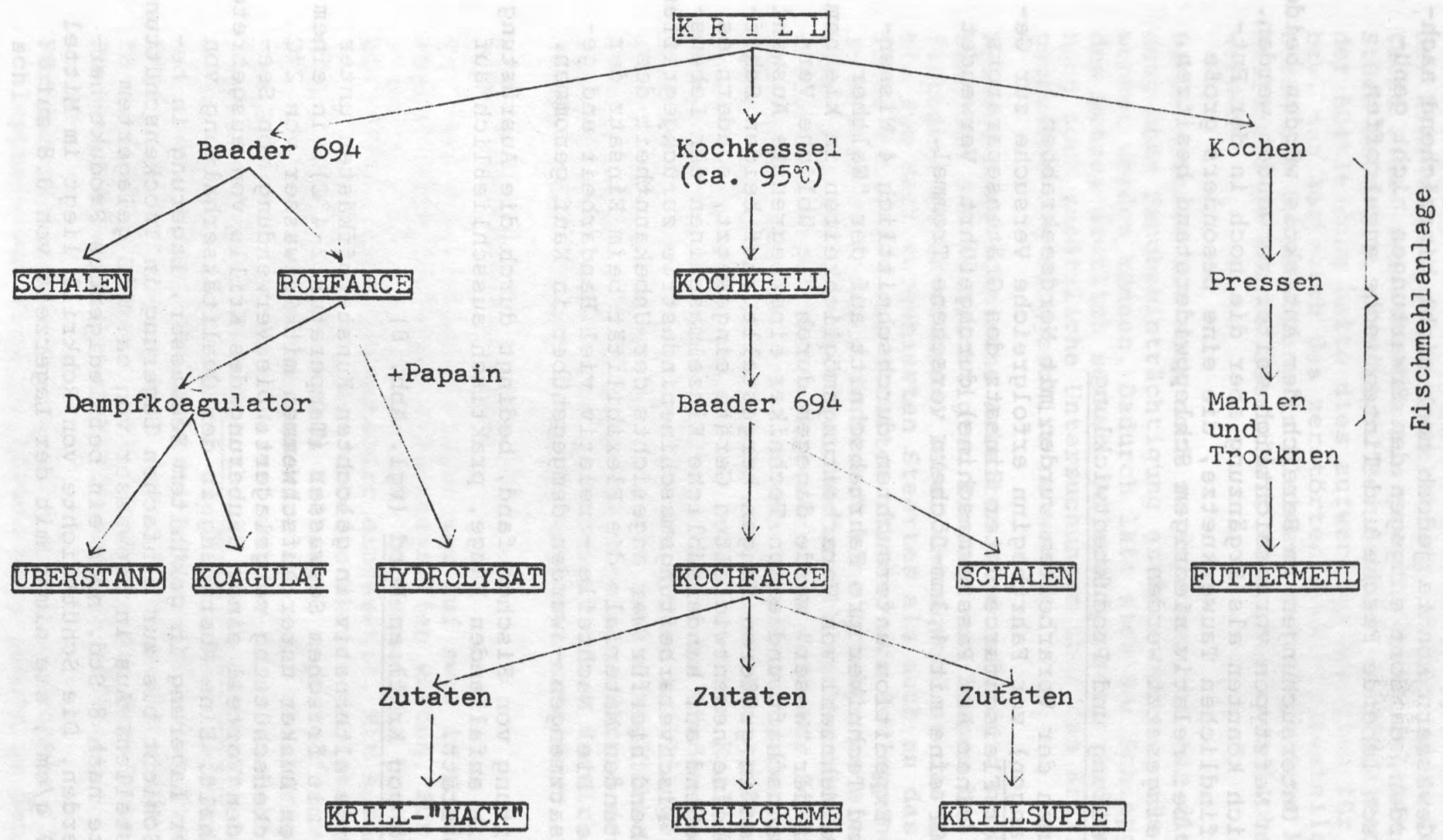


Abb. 8: Verarbeitungsverfahren für Krill

Zum Garen von Ganzkrill wurde ein indirekt beheizter Kessel mit 200 l Inhalt verwendet, in den der rohe Ganzkrill auf Einsatzsieben in heißes Wasser eingebracht wurde: in Seewasser von 96°C sind 2 min. dabei als Mindesterhitzungszeit anzusehen, in Schichten bis zu 10cm sind 3 min. empfehlenswert, jedoch auch 5 min. noch möglich. Bei 8 min. treten Geschmacksabweichungen des so erhaltenen "Kochkrills" auf. Der Hinterleib der 3 min. gegarten Tiere weist einen aromatisch-würzigen, leicht süßen Geschmack auf, das Fleisch ist weiß und fest. Bei längeren Garzeiten verstärkt sich die süße Note bis zu einem penetrant werdenden, süßlichen Geschmack, insbesondere bei mehrfach wiederholter Verwendung des Kochwassers. Die im vorderen Teil des Rumpfes befindlichen Verdauungsorgane bringen einen leberartigen, teils sogar bitteren Geschmack mit.

Wird mit Sattedampf gegart, so sind 5 min. Dämpfzeit zu empfehlen; bei kleinen Tieren oder höheren Schichten kann selbst diese Zeit ungenügend zum Garen aller Tiere sein. Ein Auslaugen beim Dämpfen ist weniger zu befürchten: der NaCl-Gehalt beträgt ca. 1.5% im Dämpfkrill (gegen 1.4% im Rohkrill und 2.2% von in Seewasser "gekochtem" Krill).

Zum Abkühlen des gegarten Gutes diente ein Luftkühler mit Außenluftströmung bei rd. 1 m/s im freien Strömungsquerschnitt und rd. +5°C Lufttemperatur. Je nach Abkühldauer und Ausgangsmaterial treten dabei Gewichtsverluste von 0 bis 5% ein. Bei einer etwa 2cm dicken Schicht gegarten Krills und einem senkrecht zur Schicht gerichteten Luftstrom von 1 m/s und 5°C wird innerhalb von 5 min. eine Guttemperatur von 8°C erreicht.

Für das Tiefgefrieren von Krill wurden sowohl Horizontalplatten- und Vertikalplattengefrierapparate konventioneller Bauweisen unter Verwendung handelsüblicher Wachskartonverpackungen als auch ein Luftstromgefrierapparat (auf FFS "Walther Herwig") eingesetzt. Bei der Anwendung von Plattengefrierapparaten erwies sich das Anpressen der Gefrierplatten an Ganzkrill, insbesondere Rohkrill- beim Vertikalplattengefrierapparat auch der oberen Preßleisten - als schädlich für die druckempfindlichen Tiere.

Das Auftauen von tiefgefrorenem Rohkrill erwies sich bei Auftauversuchen im Wasserbad von 2 bis 10°C sowie im Dampfraum bei 40 bis 45°C (über höher temperiertem Wasser von 60 bis 80°C) als problematisch; die vor dem Gefrieren bereits ablaufenden Abbauvorgänge setzen sich beim Auftauen verstärkt fort, aufgrund der erwähnten Beschädigung der Tiere beim Gefrieren.

Das Abtrennen der Chitinschalen sowohl bei rohem als auch gegartem Krill gelang in dem oben genannten Grätenseparator zum größeren Teil. Sowohl in der so erhaltenen Roh- als auch der Kochfarce verbleibt jedoch ein gewisser Anteil feinerer Teilchen (Antennen, Beine), der sich aber sensorisch in Produkten fast nicht bemerkbar macht.

Die Ausbeuten an Farcen betragen 85-88%, daneben fällt eine Schalenfraktion von 7-10% an (Feuchtgewichte).

Ein manuelles Schälen gestaltete sich aufgrund der Flexibilität der Schale und ihrer festen Verbindung mit der darunter befindlichen Fleischschicht als äußerst mühsam. Das Schälen von Krill bei unversehrt erhaltenem Schwanzfleisch wurde durch Abtrennen der Schale noch heißen, gegarten Krills durch Einbringen in ein Vakuum von mindestens 1 Torr ohne Erfolg versucht.

Ein Auspressen des flüssigen Körperinhaltes von Rohkrill wurde mit einer Hydraulikpresse mit einem Arbeitsdruck von 120 bis 200 bar versucht, führte jedoch nur zu Ausbeuten von ca. 35 Gew.% Preßsaft unter erheblichen Verlusten vor allem festeren Fleisches.

Aus Rohfarce konnte mit einer Dekantierzentrifuge bei einer Drehzahl der Schleudertrommel von  $4.500 \text{ min}^{-1}$  und einem Wehrscheibendurchmesser von 145 mm bei maximaler Differenzdrehzahl zwischen Schleudertrommel und Feststoffaustragsschnecke ein Austrag von trockenem Feststoff in Höhe von 0.5 bis 2% erzielt werden. Die Größenverteilung der Chitinteile in der Rohfarce wurde in Prüfsieben mit 2/1/0.5 und 0.1mm lichter Maschenweite zu 0.09/0.31/0.09 und 0% ermittelt. Aus enzymatisch verflüssigter Rohkrillfarce sind beim Durchpressen durch ein Perlon-sieb mit ca. 0.5mm Maschenweite noch Schalen abtrennbar. Eine Entfernung von Chitinresten aus Rohkrillfarce durch Sedimentation in 15%iger NaCl-Lösung gelang nicht.

Rohkrillfarce ist ein in Konsistenz und Farbe Tomatenketchup sehr ähnelndes, fließfähiges Produkt mit leicht süßem Geschmack.

Kochkrillfarce ähnelt in Farbe und Erscheinungsbild einer größeren Leberwurst (helle und dunkle, millimetergroße Teilchen), ist breiig, quarkähnlich in der Konsistenz und schmeckt süß, krebsartig und im Anklang nach gekochter Leber. Dämpfkrillfarce weist die gleichen Geschmacksnoten auf, besitzt aber einen als angenehmer empfundenen, geringeren Salzgehalt.

Das Abtrennen des Fettanteils von Rohkrillfarce in einer selbstentschlammenden Tellerzentrifuge (Drehzahl  $7.500 \text{ min}^{-1}$ , mittlerer Trommeldurchmesser 375mm) gelang aufgrund der Verstopfung der Steigekanäle und Ventile nicht.

Die kontinuierliche Koagulation von Rohfarce durch Einleiten von Dampf führt in einem Plasma-Koagulator (radiale Dampfeinblasung in fließende Rohfarce in einem aus Teflon bestehenden Siebrohr) bei  $75^\circ\text{C}$  Endtemperatur zu einer breiigen Masse, bei  $82-84^\circ\text{C}$  zu weichen, zerfallenden Klößen und bei  $92-96^\circ\text{C}$  zu festen, elastischen Brocken (Ausbeute bei ca.  $80^\circ\text{C}$ : 68% des Gewichtes der Rohfarce). Die Farbe der Produkte ist ein rötliches Hellbraun, der Geruch ähnelt dem gekochten Fleisches, jedoch überlagert von einer süßlichen Komponente, die sich besonders beim Geschmack wiederfindet. Verwendet man gefrorenen Krill aufgetaut sowohl für die Garung im Wasserbad als auch für die

Koagulation, so sinkt die Ausbeute auf ca. 80% und insbesondere bei der Koagulation der aus aufgetautem Krill gewonnenen Rohfarce auf ca. 40% ab. Der Geschmack der so hergestellten Produkte ist deutlich schlechter und weist häufig einen bitteren, teils erst nach ca. 30 Sekunden auftretenden Beigeschmack auf.

Durch Hydrolyse unter Verwendung von Papain konnte aus Rohkrillfarce eine angenehm schmeckende, orangefarbene Suppe gewonnen werden, deren Fettanteil vollständig emulgiert war.

Die Verarbeitung von Krill zu Futtermehl durch Kochen bei einer Temperatur von 90-95°C unter Koagulation des Eiweißes mit nachfolgendem Abpressen, Trocknen und Vermahlen in einer üblichen Fischmehlanlage war auch nach einigen Umbauten nicht in vollem Umfang befriedigend möglich. Je nach Lebensalter und Lagerdauer des Krills ergaben sich Probleme durch Anwachsungen an den beheizten Teilen der Anlage, aus der Konsistenz des Preßkuchens sowie bei der Abtrennung des Öles durch Separierung. Insbesondere wird nach 6-8 Stunden Vorlagerzeit das Preßgut so fest, daß es sich in der Presse mitdreht. Durch eine Verringerung des Preßdruckes und Senkung der Kochtemperatur auf 80-85°C unter dauernder Beobachtung wurde diese Schwierigkeit umgangen. Das Preßwasser wurde nicht aufgearbeitet. Die Ausbeute betrug durchschnittlich 13%, sie sank bei längerer Vorlagerung ab. Das anfallende Krillmehl ist sehr fein, besitzt relativ wenig Feuchtigkeit bis herunter zu 0.5% und meist sehr viel Fett (bis zu 20%). Die Farbe variiert von bräunlich bis rötlich. Der hohe Fettgehalt bringt Probleme bei der Lagerung mit sich: ohne Antioxidanzienzusatz erhitzten sich eine Mehrzahl von Säcken bis zur Verschmelzung und mußten vernichtet werden.

#### Verarbeitung von Krill an Land

Das mit Hilfe des Grätenseparators aus Rohkrill und Kochkrill gewonnene Fleisch in Form einer Farce ist noch nicht als verzehrfähiges Nahrungsmittel, sondern lediglich als Zwischenprodukt zu betrachten und bedarf einer weiteren Verarbeitung. In ersten, an Bord begonnenen Untersuchungen zur Erzielung einer ansprechenden Textur (Ziel: Struktur, Elastizität und Wasserbindevermögen ähnlich einer Brühwurst) wurden Zusätze von nativem Fischeiweiß, Fremdeiweißen (Soja- und Milcheiweiß), Salzen und anderen Bindemitteln sowie der Einfluß von Kochtemperatur, Homogenisierungsgrad der Krillfarce und Frostlagerung auf die Strukturierung und die sensorischen Eigenschaften bei Kochkrill-Farce und Rohkrill-Farce überprüft, wobei jedoch keine wesentlich festere Struktur erzielt werden konnte (Beispiel: 1.2 kp Druckfestigkeit nach Wolodkewitsch gegenüber 0.2 kp bei unbehandelter Kochkrillfarce. Wiener Würstchen liegen dagegen bei 3 kp und zeigen ferner eine größere Elastizität).

Die hierbei gewonnenen Erfahrungen erlaubten jedoch die Herstellung zusammengesetzter Gerichte aus Kochkrillfarce, wobei deren Anteil jeweils bei 70% lag. Durch Beimischungen von Fisch,

Speck und Molkereiprodukten sowie Kräutern und Gewürzen konnten hierbei die verschiedensten, auch krillfremde Geschmacksrichtungen erzielt werden. Bei der Ausarbeitung warmer Gerichte erforderte die Empfindlichkeit des Krills gegenüber thermischen Belastungen jedoch die Verwendung von Teig- oder Fischfleischumhüllungen der aufbereiteten Kochkrillfarce. Die Verwendung von Rohkrillfarce führte dagegen zu geschmacklich nicht sehr befriedigenden Produkten.

Bei in größerem Rahmen durchgeführten Testessen erfuhren diese Gerichte eine gute bis ausgezeichnete Beurteilung.

#### Haltbarkeit von Krillprodukten

Überraschenderweise wurden bei Krillprodukten bis zum jetzigen Zeitpunkt (ca. ein Jahr Lagerung bei ca. -30°C) keine Anzeichen von Fettverderb beobachtet. Die sensorische Qualität der Kochkrillfarce nimmt jedoch mit zunehmender Lagerdauer aufgrund eines Verlustes der arteigenen, krebstartig-süßen Noten und des saftigen Bisses ab, und es treten eine strohigtrockene Textur sowie ein stärkerer "fischiger" Geschmack auf (Beispiel: nach ca. 4 Monaten Lagerzeit Note 6.2, nach 8 Monaten 4.7, verwendete Skala: 9 Punkte, 9 = sehr gut).

#### Stoffliche Zusammensetzung von Krill und Krillprodukten

Von 1200 Proben wurden bisher 230 Proben auf Hauptbestandteile analysiert und ergaben folgende Durchschnittswerte in % des Feuchtgewichtes:

	Trocken- substanz	Rohprotein	Fett*	"NaCl"***	Asche	Jodzahl
Rohkrill	22.9	13.6	3.8	1.5	3.2	154
Rohkrillfarce	23.1	12.9	4.7	1.7	2.8	151
Kochkrill	22.5	13.7	3.5	2.1	4.0	141
Kochkrillfarce	23.5	13.2	5.0	2.1	3.5	144
Dämpfkrillfarce	21.4	13.4	5.6	1.4	2.0	137
Krillmehl	94.1	54.4**	16.1	2.6	14.1	134

\*nach WINTER    \*\*( $N_{\text{gesamt}} - N_{\text{Rohfaser}}$ ). 6.25    \*\*\*Cl ber. als NaCl

#### Antarktische Fische

Aufgrund der ungewöhnlichen anatomischen Formen dieser Fische (häufig barschähnlich, mit unverhältnismäßig großem Kopf) war eine Verarbeitung mit den vorhandenen Maschinen (Baader 38, 99, 150 und 338) nur sehr beschränkt möglich. In größeren Mengen gefangene Notothenia gibberifrons (37 -42cm/600-900 g) und Notothenia rossi marmorata (50-61cm/1600-3000g) wurden z.B. hauptsächlich mit der Baader 338 - nach entsprechenden Umbauten (Messereinstellung, Schwanzklammer) - filetiert. Anfängliche Versuche mit der Baader 38 und 150 verliefen nicht zufriedenstellend. Große Fische mußten allerdings handfiletiert werden.



Das Fleisch dieser Fische ist gelblich bis schwach rötlich, gekocht ähnelt es in der Farbe Kabeljau und Schellfisch. Die Weißblutfische weisen dagegen ein im rohen Zustand bläulich-weißes Aussehen auf, gekocht ergeben sie ein schneeweißes Fleisch. Der Geschmack aller Fische zeigt ein gewisses eigenes Aroma, insbesondere bei N. rossi marmorata und D. issostichus eleginoides.

#### Vorstellung von Krill- und Fischgerichten in der Öffentlichkeit

Zur Bekanntmachung der Verarbeitungsmöglichkeiten von Krill in der Öffentlichkeit wurden Krillprodukte im Juni 1976 auf der Ausstellung "Interocean" in Düsseldorf, auf der Hamburger Messe "Du und Deine Welt" im August (hier in vielfältigen Zubereitungsformen) und auf der IKOFA (Internationale Kolonialwaren-Fachmesse) im September in München vorgestellt. Dort wurde eine Krillpaste von insgesamt 1500 Testpersonen zu 80% unter der Rubrik "gerne und bevorzugt gegessen" eingestuft und zu weniger als 10% abgelehnt. Auch hier wurden Schaubilder zur Verarbeitung gezeigt.

#### Verteilung von Proben an Industrie und Handel

Von den tiefgefrorenen angelandeten Mengen an Rohkrill (141 t), Rohkrillfarce, Kochkrill und Kochkrillfarce (42 t), antarktische Fische (41 t), Krillmehl (24 t), Fischmehl (40 t), Fischöl (4,7 t) und Krillschalen (2,8 t) wurden, teils in kleinsten Mengen, an Firmen der Lebensmittelindustrie, Restaurantketten und Kantinen, Institute u.a. bisher verteilt: Rohkrill, Kochkrill, Rohkrill- und Kochkrillfarce für die menschliche Ernährung 36 t; antarktische Fische (insbesondere filetierter antarktischer Marmorbarsch) 23 t; Rohkrill und Krillmehl für Futterzwecke (Aquakultur, Hühner- und Schweinefütterung) 31 t. Es zeigte sich, daß die Beigabe von Rohkrill zu Forellenfutter die Qualität des Forellenfleisches erheblich erhöht und Mangelerscheinungen bei der Ernährung von Fischen in Aquakulturen schnell zu beheben vermag.

#### 6. Aspekte internationaler Zusammenarbeit

Im Laufe der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Expedition entwickelte sich eine Zusammenarbeit mit ausländischen Institutionen und Fachleuten, die sich als sehr fruchtbar erwies.

Während der Vorbereitungsphase wurden Fachgespräche mit Wissenschaftlern vor allem aus Großbritannien, Frankreich, Japan, Norwegen und den USA geführt. Fachleute des "Institute of Oceanographic Sciences (IOS) in Wormley, England berieten bei der Wahl von Planktonfanggeräten für Krill- und Fischbrutuntersuchungen und halfen bei der Ausbildung deutscher Kräfte in methodischen Aspekten der Krillforschung.

Die Teilnahme an der "Informal Consultation on Antarctic Krill"

der FAO in Rom im Oktober 1974 gab gute Gelegenheit, den internationalen Stand der Kenntnisse über den Krill und die damit zusammenhängenden wissenschaftlichen und technischen Probleme kennenzulernen und darüber hinaus nützliche internationale Verbindungen anzuknüpfen.

An der Expedition selbst nahmen 8 Wissenschaftler aus Argentinien (1), Frankreich (2), Großbritannien (4) und Südafrika (1) teil (siehe Liste in Anhang II). Sie waren voll in das Forschungsprogramm auf den Gebieten der Fischereibiologie, Hydrographie und Verarbeitungstechnologie integriert und leisteten durch tatkräftigen unermüdlichen Einsatz einen wesentlichen Beitrag zum Unternehmen.

In der Antarktis bestand lebhafter Funkkontakt mit Schiffen anderer Nationen, unter ihnen die Versorgungsschiffe "Bransfield" und "John Biscoe" des British Antarctic Survey, die Schiffe der polnischen Antarktisexpedition FFS "Prof. Siedlecki" und FMS "Tazar", das russische Forschungsschiff "Academik Knipovich", und das US-Forschungsschiff "Thompson", das aufgrund von Satellitenbildern sehr nützliche Informationen über die Lage des Packeises vor dem antarktischen Kontinent übermittelte. Ebenso bestand einige Male Radiokontakt mit dem im südlichsten Indischen Ozean operierenden französischen Forschungsschiff "Marion Dufresne".

Als sehr entgegenkommend erwiesen sich die britischen Dienststellen auf den Falklandinseln und Südgeorgien, welche die Genehmigung zur Fischereitätigkeit in den Hoheitsgewässern erteilten und auch sonst jede Unterstützung gaben. Während mehrerer Besuche der deutschen Expeditionsschiffe in Grytviken (Südgeorgien) bestand für die Fahrteilnehmer Gelegenheit, Erfahrungen mit den dort stationierten britischen Kollegen auszutauschen, und britische Biologen nahmen an Bord des FFS "Walther Herwig" auch für einen Tag an der Fischereitätigkeit vor Südgeorgien teil. Einen wertvollen Informationsaustausch brachte auch der Besuch der britischen Forschungsstation auf Signy-Inseln (Süd-Orkney-Inseln) während des II. Fahrtabschnittes. Radiokontakte wurden auch mit amerikanischen (Palmer) und argentinischen Landstationen unterhalten, hauptsächlich um Nachrichten über die Eisverhältnisse zu erhalten. Gegen Ende der Expedition war bei zweimaligem Anlaufen von Kapstadt auch Gelegenheit zum wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch mit südafrikanischen Fachleuten gegeben.

Im Verlaufe der Auswertungsarbeiten wurde mit amerikanischen und polnischen Wissenschaftlern ein Austausch ozeanographischer Daten und anderer Informationen vorgenommen.

Naturgemäß ist das internationale Interesse an den deutschen Forschungsarbeiten sehr groß. Die verantwortlichen deutschen Wissenschaftler wurden zu einer Reihe von Gesprächen und Vorträgen eingeladen, bei denen der Farbfilm über die Expedition als vorzügliches Informationsmittel eingesetzt werden konnte.

Genannt seien hier nur die Vorträge und Diskussionsbeiträge während der SCAR/SCOR Conference on Living Resources of the Southern Ocean in Woods Hole (USA) im August 1976, bei der Vorschläge für ein internationales Forschungsprogramm "Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and stocks (BIOMASS)" entwickelt wurden.

Die internationale Zusammenarbeit wird z.Zt. durch einen regen Briefwechsel, gegenseitige Besuche und Fachgespräche sowie Teilnahme deutscher Wissenschaftler an internationalen Arbeitssitzungen fortgesetzt, um die international gewonnenen Erkenntnisse für die deutschen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu erschließen und umgekehrt seitens der Bundesrepublik einen nützlichen Beitrag zu leisten.

## 7. Ausblick

Die Antarktis-Expedition 1975/76 ist mit einem reichen Material an Daten und Proben heimgekehrt, dessen Nutzen für Wissenschaft und Technologie weitgehend von einer sorgfältigen Auswertung abhängt. Auf dem Gebiet der Ortungs- und Fangtechnik ist die systematische Interpretation und Kombination der Echolotaufzeichnungen mit den Fangergebnissen der Fischerei und den hydrographischen und planktologischen Daten noch nicht abgeschlossen. Auf dem Verarbeitungssektor gehen die biochemischen und nahrungsmitteltechnologischen Arbeiten an den an Bord gewonnenen Fangproben und den Halb- und Fertigprodukten weiter. Die Fischereibiologen und -hydrographen bemühen sich um die Erstellung und Deutung des komplexen Bildes der Verbreitung des Krills und der Fische in Abhängigkeit von hydrographischen Faktoren. Die Analyse der zahlreichen Zooplankton- und Mikronektonfänge, insbesondere des vorsortierten Materials an Krill- und Fischbrut, steht noch aus. Über die bisherigen Ergebnisse der Auswertung in den drei Forschungssektoren werden die Bearbeiter in einem "Status-Seminar" am 23. März 1977 vor einem Kreis deutscher und ausländischer Wissenschaftler und Techniker berichten und über die weitere Interpretation diskutieren.

Auch ein wissenschaftliches Großunternehmen wie die 1. Krill-Expedition kann zu der Frage nach den lebenden Ressourcen der Antarktischen Meere und ihrer ökologisch tragbaren Nutzung nur Teilantworten liefern. Die Expedition hat einen Beitrag zu den internationalen Bemühungen um die Erforschung der antarktischen Gewässer und ihrer lebenden Schätze geleistet, die ersten Ergebnisse wurden bereits im Rahmen des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) im August 1976 diskutiert.

Während die Auswertung der Expedition noch im Gange ist, wird gegenwärtig bereits eine 2. Krill-Expedition für die Saison 1977/78 vorbereitet, die auf den gesammelten technischen und wissenschaftlichen Erfahrungen aufbauen und eine begrenzte Anzahl von Problemen vertieft behandeln soll.

Im Vordergrund der Planung des Sektors "Ortung und Fangtechnik" stehen umfangreiche Bemühungen um eine Verbesserung der Echolot-

Ortung und der Quantifizierung der Anzeigen zur Steuerung des Fangvorganges und zur Vorhersage der Fangmengen. Ferner ist das Krillschwimmschleppnetz in seiner Konstruktion zu verbessern, und Verfahren zu seiner Entleerung sind zu entwickeln. Hier bestehen bereits Ansätze zu technisch interessanten Lösungen, die über die Probleme der Krillfischerei hinaus generelle Bedeutung für die Fischerei auf unkonventionelle Nahrungsquellen gewinnen können. Der Sektor "Verarbeitung" wird sich auf die Entwicklung weniger, kommerziell interessanter Halb- und Fertigprodukte konzentrieren und dabei in Zusammenarbeit mit der Fangtechnik auch das Problem des plötzlichen Anfalles großer Mengen des schnell verderblichen Krills behandeln. Aufgrund der Erfahrungen der 1. Expedition sollen die Gewinnung von Kochfarce, Herstellung eines Trockenproduktes für die menschliche Ernährung und von Krill-Futtermehl neben der Verarbeitung antarktischer Fische im Vordergrund der Bemühungen stehen.

Die Untersuchungen im Sektor "Biologie und Umwelt" beziehen sich auf die weiträumige quantitative Verbreitung des Krills und die Abhängigkeit der Verteilung der Krillswärme von den Umweltfaktoren. Dabei muß für eine eingehendere hydrographische Beobachtung das Stationsnetz engmaschiger gelegt und mit Geräten hoher Vertikalauflösung gearbeitet werden. Auf mehrtägigen Dauerstationen muß die Variabilität der Vertikalverteilung des Krills und seiner Brut im Detail studiert werden. Wachstum, Fortpflanzung und Jugendentwicklung, Sterblichkeit sowie die Stellung des Krills im antarktischen Ökosystem sind nach wie vor die Kernfragen der biologischen Arbeiten.

Alle drei Sektoren werden sich auch weiter mit den Möglichkeiten und Grenzen einer Nutzung von antarktischen Fischen befassen.

Nicht zu verzichten ist auf eine Wiederholung der großräumigen Aufnahme der Verbreitung des Krills, wobei aber das Programm entsprechend den gesammelten Erfahrungen zeitlich verkürzt und geographisch stärker auf den Westteil des bisherigen Untersuchungsgebietes und angrenzende pazifische Areale konzentriert wird.

Auch die 2. Expedition wird, wie die erste, über die hier berichtet wurde, vier allgemeine Ziele haben:

- Erschließung neuer Fanggebiete für die deutsche Hochseefischerei,
- Hilfe bei der Schließung der globalen Eiweißücke,
- Entwicklung von Ortungs-, Fang- und Verarbeitungs-Technologien,
- Mitarbeit bei den internationalen Bemühungen um die wissenschaftliche Basis für eine ökologisch tragbare Nutzung der Nahrungsreserven antarktischer Meere.

## 8. Literaturverzeichnis

Im direkten Zusammenhang mit der Antarktis-Expedition 1975/76 erschienen bisher folgende Veröffentlichungen (Stand 28.2.1977):

Antarktis-Expedition 1975/76. FFS "Walther Herwig", FMS "Weser". Bundesforschungsanstalt für Fischerei Hamburg - Institut für Meereskunde an der Universität Kiel. Hamburg 1975. 14 Bl.

Erster Abschnitt der Antarktis-Expedition beendet.  
Inf. Fischw. 23(1): 3, 1976

Erste Information über den 2. Abschnitt der Antarktisreise.  
Inf. Fischw. 23(2): 35-36, 1976

Erste deutsche Krill-Expedition in die Antarktis beendet.  
Inf. Fischw. 23(3): 67-68, 1976

Maschinen und Apparate für die Krill-Expedition.  
Allg. FischwZtg 28(4/5): 53, 1976

Die Krill-Aufbereitung mittels des Grätenseparators.  
Allg. FischwZtg 28(15/16): 6, 1976

Christians, O.; Leinemann, M.: Krill, eine neue Delikatesse für die Küche?  
Inf. Fischw. 23(4/5): 139-143, 1976

Fischer, W.: Der Krill (*Euphausia superba*) und andere Nahrungsreserven im Gebiet der Antarktis.  
Protok. FischTech. 13(62): 226-288, 1974

Fischer, W.: Methodik der sowjetischen Krill-Fischerei.  
Inf. Fischw. 21(2): 60-61, 1974

Fischer, W.: Neues zum "Krill".  
Inf. Fischw. 21 (4/5): 124, 1974

Fischer, W.: Neues zum Krill (II).  
Inf. Fischw. 22(1): 24-26, 1975

Fischer, W.: Tagesperiodische Wanderungen des antarktischen Krill.  
Inf. Fischw. 23(3): 90-92, 1976

Flechtenmacher, W.; Schreiber, W.; Christians, O.; Roschke, N.: Die Verarbeitung von Krill.  
Inf. Fischw. 23(6): 188-196, 1976

Kock, K.H.: Verbreitung und Biologie der wichtigsten Nutzfischarten der Antarktis.  
Mitt. Inst. Seefisch. (16): 1-74a, 1975

- Kock, K.H.: Untersuchungen über mögliche Nutzfischbestände im atlantischen Sektor der Antarktis: *Dissostichus eleginoides* und *D. mawsoni*.  
Infn Fischw. 23(6): 160-165, 1976
- Kock, H.H.; Neudecker, A.: Krillfänge im atlantischen Sektor der Antarktis.  
Infn Fischw. 24(1): 8-12, 1977
- Koops, H.; Tiews, K.; Beck, H.; Gropp, J.: Ersatz von Fischmehl durch Alkanhefe und Krillmehl im Forellenfutter.  
Infn Fischw. 24(1): 21-22, 1977
- Mohr, H.: Tageszeitlich bedingte Rhythmik im Verhalten von halbwüchsigem Krill (*Euphausia superba*).  
Infn Fischw. 23(4/5): 132-134, 1976
- Roschke, N.: Chemische Analysen von Krill- und Fischprodukten der deutschen Antarktis-Expedition 1975/76: Methoden und erste Ergebnisse.  
Infn Fischw. 23(4/5): 136-139, 1976
- Sahrhage, D.; Steinberg, R.: Der antarktische Krill - Nahrung für die Zukunft?  
Bild Wissenschaft (11): 90-94, 1975
- Sahrhage, D.; Steinberg, R.: Dem Krill auf der Spur. Expedition in antarktische Gewässer.  
Umschau 75(20): 627-631, 1975
- Sahrhage, D.; Schreiber, W.; Steinberg, R.; Hempel, G.: Programm und Planung der 1. Deutschen Krill-Expedition in die Antarktis 1975/76.  
In: Interocéan '76. Kongressberichtswerk. Bd 2. Hamburg: Seehafen-Verl. 1976. S. 1152-1157.
- Schreiber, W.: Nahrungsmittel aus Krill - Möglichkeiten und Ausichten.  
Allg. FischwZtg 28(12): 4-5, 1976
- Stein, M.: Mittlere ozeanographische Verhältnisse im atlantischen Sektor der Antarktis.  
Mitt.Inst.Seefisch. (16): 75-101, 1975
- Stein, M.: Preliminary results of current measurements during the German Antarctic-Expedition 1975/76.  
ICES C.M., C 21, Hydrography Comm.: 1-6, 1976
- Steinberg, R.: Zur Frage zukünftiger Untersuchungen in antarktischen Gewässern.  
Allg.FischwZtg 28(15/16): 4-5, 1976

Liste der wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer

I. Fahrtabschnitt (16. November 1975 bis 13. Januar 1976)

Auf FFS "Walther Herwig": Kapt. T. Frerichs

Dr. G. Krefft (ISH, Fahrtabschnittsleiter)

Dr. A. Baker (IOS, Großbritannien)

Dr. P.A. Hulley (SAM, Südafrika)

Dipl.Biol. K.-H. Kock (ISH)

Ing. A. Kühn (IfM)

Dr. T. Pommeranz (IfM)

Ing. K. Ritter (IBT)

Dipl.Chem. N. Roschke (IBT)

T.A. B. Schillat (ISH)

Cand.rer.nat. W. Seibert (IfM)

Dr. M. Stehmann (ISH)

T.A. R. Wieczorrek (IBT)

Auf FMS "Weser": Kapt. F. Baltrusch

Dr. G. Freytag (IFH, Fahrtleiter)

Mr. J. Bedwell (MAFF, Großbritannien)

Dr. E. Dahm (IFH)

Ing. W. Horn (IFH)

Obermonteur P. Markmann (Fa. Baader)

Ing. H. Papajewski (IBT)

T.A. H. Paetow (IFH)

Dr. H. Schulz (ISH)

II. Fahrtabschnitt (20. Januar bis 12. März 1976)

Auf FMS "Weser": Kapt. F. Baltrusch

Prof. Dr. R. Steinberg (IFH, Fahrtabschnittsleiter)

Cand.rer.nat. P. Dardenne (IfM)

Dr. W. Fischer (IFH)

Stud.rer.nat. B. Grüßner (IfM)

Dipl.Biol. W. Kelle (IFH)

Dr. T. Mentjes (IFH)

Herr Pohl (Fa. "Nordsee")

Dr. H.H. Reinsch (ISH)

Auf FFS "Walther Herwig": Kapt. E. Littkemann

Dr. T. Pommeranz (IfM, Fahrtleiter)

Dr. O. Christians (IBT)

Stud.rer.nat. Czerwionka (IBT)

Dr. I. Everson (BAS, Großbritannien)

Cand.rer.nat. F. Nast (IfM)

Ing. B. Oeckler (IfM)

Ing. Piske (Fa. Schlotterhose)

Dr. C. Roger (ORSTOM, Frankreich)

Dipl.Biol. R. Schöne (ISH)

Prof. Dr. W. Schreiber (IBT)

Dr. T. Stadler (IAA, Argentinien)

Dipl.Oz. M. Stein (ISH)

III. Fahrtabschnitt (18. März bis 20. Mai 1976)

Auf FFS "Walther Herwig": Kapt. T. Frerichs

Prof. Dr. D. Sahrhage (ISH, Fahrtabschnittsleiter)

T.A. D. Bridgeman (IBT)

Prof. W. Flechtenmacher (IBT)

Dr. J.-Y. Le Gall (COB, Frankreich)

Dipl.Biol. K.-H. Kock (ISH)

Ing. A. Kühn (IfM)

Dr. H. Neumann (ISH)

Dipl.Chem. N. Roschke (IBT)

Cand.rer.nat. U. Rowedder (IfM)

Mr. J. Smith (Torrey Res., Großbritannien)

T.A. R. Wieczorrek (IBT)

Dr. F.G. Wörner (IfM)

ab 4. Mai Dr. P.A. Hulley (SAM, Südafrika)

Auf FMS "Weser": Kapt. F. Baltrusch

Prof. Dr. H. Bohl (IFH, Fahrtleiter)

Herr Baasch (IBT)

Ing. H. Engel (IFH)

Dr. F. Mombeck (ISH)

Dr. H. Mohr (IFH)

Dipl.Biol. H. v. Seydlitz (IFH)

Stud.rer.nat. R. Wittstock (IfM)



Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Palmaille 9  
2000 Hamburg 50 :

ISH = Institut für Seefischerei

IFH = Institut für Fangtechnik

IBT = Institut für Biochemie und Technologie

IfM = Institut für Meereskunde an der Universität Kiel  
Düsternbrooker Weg 20  
2300 Kiel 1