

Deutsche Meeresforschung in der Antarktis im Südsommer 1980/81

Von Gotthilf Hempel*

Zusammenfassung: Der vorliegende Aufsatz gibt einen ersten Überblick über die meereskundlichen Ergebnisse der Antarktisexpeditionen der Forschungsschiffe „Walther Herwig“, „Meteor“ und „Polarsirkel“ im Südsommer 1980/81 im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres.

Insgesamt beteiligten sich über 120 Wissenschaftler und Techniker wenigstens zeitweilig an diesen Unternehmen. Die Expedition des Fischereiforschungsschiffes „Walther Herwig“ war Teil des „First International BIOMASS Experiment“ (FIBEX), bei dem sich Forschungsschiffe von 11 Mitgliedsstaaten des Antarktisvertrages um eine quantitative Abschätzung der Vorkommen des Krill bemühten und um Daten über andere Elemente des antarktischen Ökosystems (Fische, Zooplankton, Krill- und Fischbrut) und seiner physikalisch-ozeanographischen Umwelt. FS „Meteor“ arbeitete wie „Walther Herwig“ im westatlantischen Sektor der Antarktis. Ihre drei Fahrabschnitte hatten recht unterschiedliche Aufgaben: ANT I war der Phytoplanktonproduktion und den Umweltbedingungen gewidmet, die möglicherweise die Planktonblüten in der Antarktis steuern. Auf ANT II untersuchten Geologen und Biologen die Austauschvorgänge am Meeresboden, ANT III beschäftigte sich mit Verbreitung, Fortpflanzungsgeschichte und Lebensleistungen des Krill, sowie mit Phyto- und Zooplankton. „Polarsirkel“, die primär für den Transport von Personen und Gütern zur Georg-von-Neumayer-Station bestimmt war, wurde auf den An- und Abmarschwegen sowie bei den Aufenthalten im inneren Weddell-See und in der Atka-Bucht für die Gewinnung von ozeanographischen und planktologischen Daten eingesetzt. Sie diente auch als Basis für Forschungsprogramme an Robben und Pinguinen. Der Aufsatz schließt mit einem Ausblick auf bevorstehende deutsche Expeditionen ins Südpolarmeer.

Summary: The present paper reviews briefly first results of the expeditions of the research vessels „Walther Herwig“, „Meteor“ and „Polarsirkel“ in the atlantic sector of the Southern Ocean. Altogether more than 120 scientists and technicians took part. The expedition of the fishery research vessel „Walther Herwig“ was part of the „First International BIOMASS Experiment (FIBEX)“. Together with the research vessels of ten other member states of the Antarctic Treaty FRV „Walther Herwig“ carried out an extensive echo survey of krill concentrations in the Central Scotia Sea. Data on the distribution of fish, zooplankton, larvae of krill and fish were collected as well as on the physical environment of the krill concentrations. The oceanographic research vessel „Meteor“ operated more or less in the same area but for a more extended period from November 1980 to March 1981. The objectives of the three legs of the „Meteor“ expedition can be summarized as follows: ANT I focussed on the primary production of phytoplankton and on the environmental conditions which might control plankton blooms in the Southern Ocean. During ANT II, geologists and biologists studied processes at the sea bed, particularly the degradation and transfer of matter. ANT III mainly was devoted to further analysis of distribution, reproduction, respiration and swimming of krill, as well as to studies of phyto- and zooplankton. RV „Polarsirkel“ primarily served the construction of the Georg-von-Neumayer Station. However, oceanographic and biological studies (plankton, fishes, penguins and seals) were carried out during the passage South America — Atka ice port — South Africa and during the extended stays on the inner Weddell Sea and off Atka. The paper closes with an outlook on plans for further expeditions in the Southern Ocean.

EINLEITUNG

Im Bewußtsein der Öffentlichkeit ist Antarktisforschung vor allem die Erforschung des antarktischen Kontinents, seiner Eismassen und seines Untergrundes. Dies entspricht nicht der Tradition deutscher Antarktisforschung, in der das Südpolarmeer von vornherein eine große Rolle spielte.

Die Fahrten der „Valdivia“ 1898/99 unter C. Chun, „Gauss“ 1901/03 unter v. Drygalski, der „Deutschland“ 1911/13 unter Filchner und der „Schwabenland“ 1938/39 unter Ritscher hatten jeweils zwei Aufgaben: Einerseits benutzte man die Schiffe als Basis für Explorationen der Küstengebiete und Schelfeisregionen, u. a. mit Hilfe der mitgeführten Ballons oder Katapultflugzeuge. Moderne Nachfolger dieser Arbeitsweise waren im Südsommer 1979/80 ein Unternehmen (GANOVEX) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe im Nordvictoria-Land, das Hubschrauber von MS „Schepelsturm“ aus einsetzte, und die mit ähnlichen Methoden ablaufende Standorterkundung von MS „Polarsirkel“ am Rande des Filchner-Schelfeises. Andererseits dienten die Schiffe der Meeresforschung. „Valdivia“ und „Gauss“ brachten z. B. hervorragende biologische Sammlungen aus der Antarktis mit. Zu nennen sind die Beschreibungen von v. Drygalski über das Eis der Antarktis und der subantarktischen Meere und die meteorologischen Beobachtungen. Auf der Eisdrift der „Deutschland“ erforschte Brennecke die Struktur und Dynamik der Wassermassen der Weddell-See. Auch „Schwabenland“ und „Polarsirkel“ hatten Meeresbiologen und Ozeanographen an Bord.

* Prof. Dr. Gotthilf Hempel, Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Columbus-Center, D-2850 Bremerhaven.

Revidierte Fassung eines Vortrages auf der 12. Internationalen Polartagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung in Innsbruck, April 1981.

Seit 1975 fanden mehrere rein meereskundliche deutsche Antarktis-Expeditionen statt: Die beiden sog. Krill-Expeditionen 1975/76 und 1977/78, die FFS „Walther Herwig“ gemeinsam mit einem gecharterten Fischereifahrzeug im atlantischen Sektor der Antarktis durchführte, und die geophysikalische Forschungsfahrt von FS „Explora“ 1977/78 ins Weddell-Meer (HINZ 1978, SAHRHAGE et al. 1978, HEMPEL et al. 1979).

Im Südsommer 1980/81 fielen zwei große Programme zeitlich zusammen: Innerhalb des langfristigen internationalen Unternehmens BIOMASS (Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks) stand das Gemeinschaftsprojekt FIBEX (First International BIOMASS Experiment) an. FFS „Walther Herwig“ und FS „Meteor“ waren frühzeitig als Teilnehmer gemeldet worden. Knapp 100 deutsche Wissenschaftler und Techniker konnten sich beteiligen, weil „Meteor“ ihr wissenschaftliches Personal zweimal und „Walther Herwig“ einmal auswechselte. Das zweite Großunternehmen, die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81, wurde von drei Schiffen getragen: „Gotland II“ als Frachter, „Titan“ als eisbrechender Begleiter und „Polarsirkel“ als Transporter für die wissenschaftliche Mannschaft und als Hubschrauber-Basis, aber — in bescheidenem Maße — auch als meereskundliches Forschungsschiff.

Im folgenden wird über die ersten Ergebnisse dieser Schiffsexpeditionen berichtet. Damit wird den offiziellen Publikationen vorgegriffen. Die Darstellung ist daher hinsichtlich der Ergebnisse als unverbindlich und vorläufig zu betrachten.

BIOMASS UND DIE DEUTSCHEN KRILL-EXPEDITIONEN

Das BIOMASS-Programm ist eine Aktivität aller an der Antarktisforschung beteiligten Nationen. Das wachsende Interesse an einer Nutzung der lebenden Naturschätze der Antarktis, besonders des Krill, und die Sorge um die Erhaltung des biologischen Gleichgewichts in der Antarktis hatten den Anstoß zu Plänen für eine starke Intensivierung und Koordinierung der Untersuchung der antarktischen Meere und ihrer Lebensgemeinschaft gegeben. BIOMASS zielt „auf ein tieferes Verständnis der Struktur und Dynamik des antarktischen Ökosystems als Basis künftiger Bewirtschaftung seiner lebenden Naturschätze“. Der Krillforschung wird eine zentrale Stellung im Programm eingeräumt, weil man davon ausgeht, daß der Krill eine Schlüsselfunktion im Gesamtsystem hat und möglicherweise in der Zukunft eine hervorragende Rolle in der Weltfischerei spielen wird. Vorausgehen muß eine gründliche Erforschung der Dynamik der Bestände, ihrer Wanderungen, Verdriftungen, ihres Altersaufbaus, Wachstums, ihrer Reproduktion, Nahrung und Sterblichkeit. Die bisherigen Vermutungen über die Jahresproduktion an Krill beruhen auf Schätzungen über den Wegfraß durch Wale und andere Warmblüter oder über die Höhe der Primärproduktion des Phytoplanktons als Höchstmaß des Futterangebots für den Krill. Diesen indirekten Schätzungen sollte durch Echo-Surveys eine direkte Methode gegenübergestellt werden.

Die erste deutsche Krill-Expedition („Antarktis-Expedition der Bundesrepublik Deutschland“, SAHRHAGE et al. 1978) hatte demonstriert, daß Krill in großen Mengen gefangen und verarbeitet werden kann, letzteres allerdings unter erheblichen technischen Schwierigkeiten. Inzwischen ist die Krillfischerei, die schon in den sechziger Jahren von der Sowjetunion und Japan begonnen wurde, beträchtlich angewachsen, hauptsächlich durch den Einsatz sowjetischer Fang- und Fabrikschiffe. Ihre Jahreserträge lassen sich auf $0,3\text{—}0,5 \times 10^6$ t schätzen.

Die zweite Krill-Expedition („Antarktis-Expedition der Bundesrepublik Deutschland 1977/78“, HEMPEL et al. 1979) hatte neben einer Fortsetzung der Entwicklungsarbeiten zur Fang- und Verarbeitungstechnik bereits das Ziel, die Dynamik und ökologische Rolle der Krill- und Fischbestände im Westteil des atlantischen Sektors der Antarktis zu erforschen.

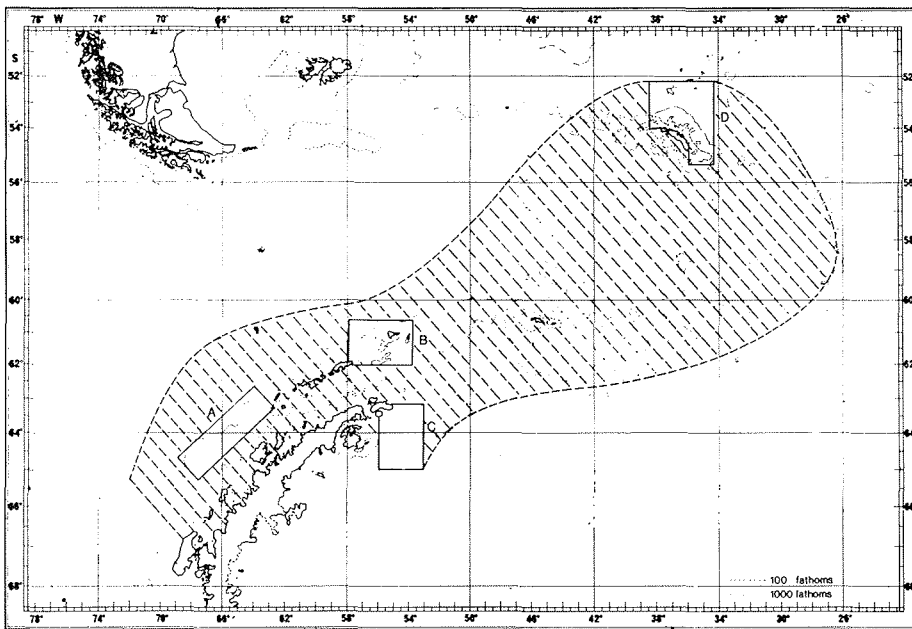


Abb. 1: Das Arbeitsgebiet von FFS „Walther Herwig“ auf der 2. Krill-Expedition 1977/78.

Fig. 1: Survey area of FRV „Walther Herwig“ during the second Krill Expedition 1977/78.

Während bei der ersten Expedition die großräumige Aufnahme des Vorkommens von Krill und Fischen im Vordergrund stand, wurden 1977/78 einzelne Gebiete („Box A-D“, Abb. 1) mehrfach im Laufe der Saison aufgesucht, um die jahreszeitlichen Veränderungen zu erfassen und systematisch biologische und ozeanographische Informationen zu sammeln.

Ein Vergleich der großräumigen Verbreitung 1975/76 und 1977/78 (Abb. 2) hatte gezeigt, daß der Krill in seiner Dichte und Verbreitung von Jahr zu Jahr starken Veränderungen unterliegt. Will man Aussagen über den langfristig möglichen Dauerertrag einer kommerziellen Krillfischerei erstellen, so ist eine mehrjährige Erforschung des Krill und seiner Umwelt und die Untersuchung der möglichen Ursachen dieser Fluktuationen erforderlich.

FFS „WALTHER HERWIG“

Die „Walther Herwig“-Expedition 1981 war — wie die beiden Krill-Expeditionen 1975/76 und 1977/78 — ein Gemeinschaftsunternehmen zwischen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg, und dem Institut für Meereskunde, Kiel. Sie gliederte sich in zwei Teile; der erste war fast ausschließlich dem Krill und begleitenden ozeanographischen Untersuchungen in der mittleren Scotia-See gewidmet, im zweiten Abschnitt sollten Fischbestandsanalysen im Vordergrund stehen, wobei das Untersuchungsgebiet sich von der östlichen Bellingshausen-See bis Südgeorgien erstrecken sollte. Ein Propellerschaden zwang am 20. März zum Abbruch des Unternehmens.

Kernstück von FIBEX war eine „Volkszählung des Krill mit hydroakustischen Methoden“ (Abb. 3). Zu diesem Zweck führten neben der „Walther Herwig“ mehrere Schiffe anderer Nationen zur gleichen Zeit in verschiedenen Untersuchungsgebieten eine Momentaufnahme der weiträumigen quantitativen Verbrei-

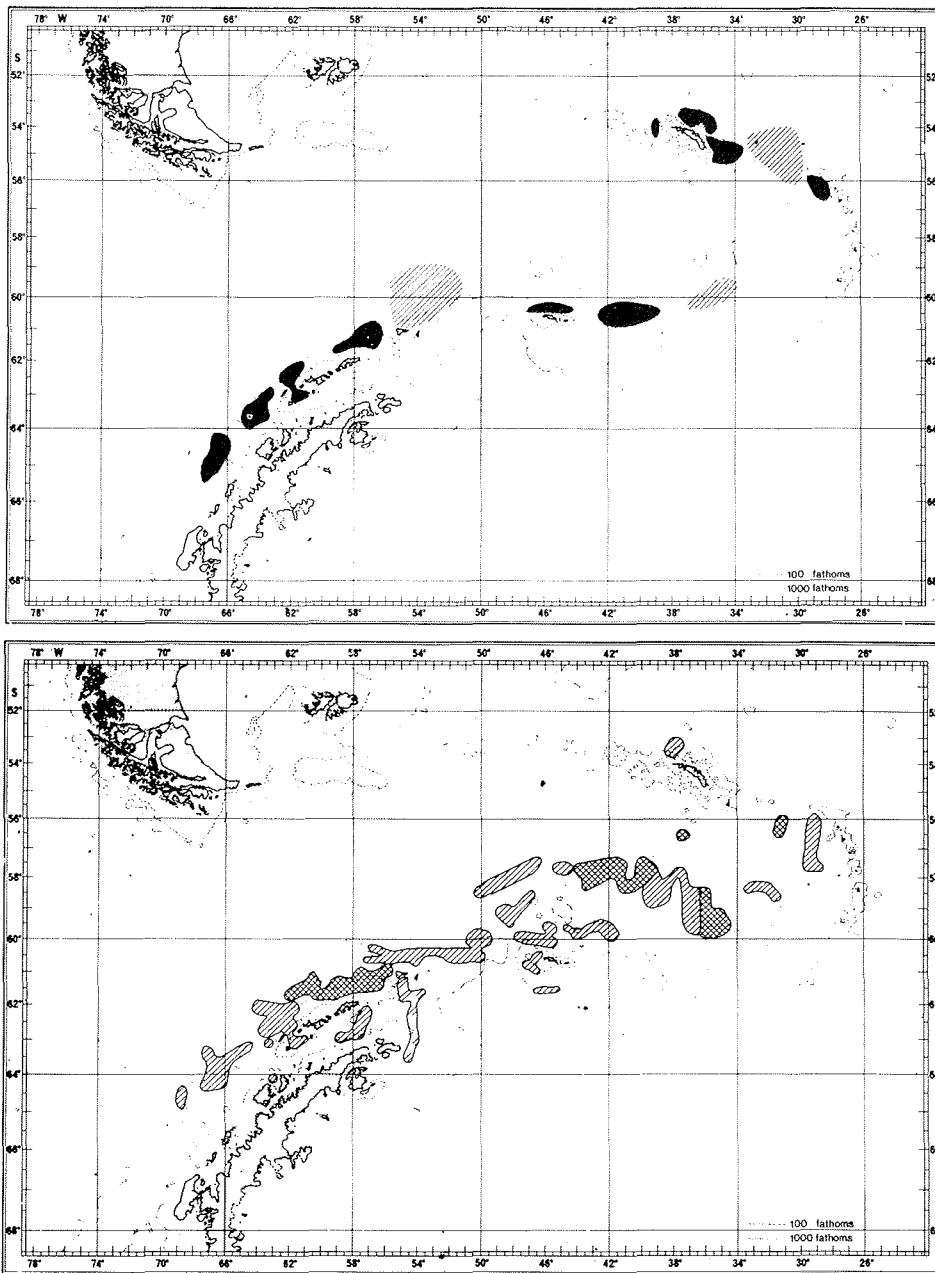


Abb. 2: Unterschiedliche Verteilung von Krillschwärmen in den Südsommern 1975/76 und 1977/78 aufgrund von Echolotaufzeichnungen und Fangergebnissen von „Walther Herwig“, „Weser“ und „Julius Fock“ (FISCHER in SAHRHAGE et al. 1979).

Fig. 2: Different distribution of krill swarms in austral summers 1975/76 and 1977/78, based on echo recordings and fishing by „Walther Herwig“, „Weser“ and „Julius Fock“ (FISCHER in SAHRHAGE et al., 1979).

...tung des Krill mit Hilfe von Echolotsystemen durch. Zum Vergleich mit den Echolotaufnahmen und -signalen erfolgten parallel dazu Planktonfänge mit dem auf den beiden vorangegangenen Expeditionen be-

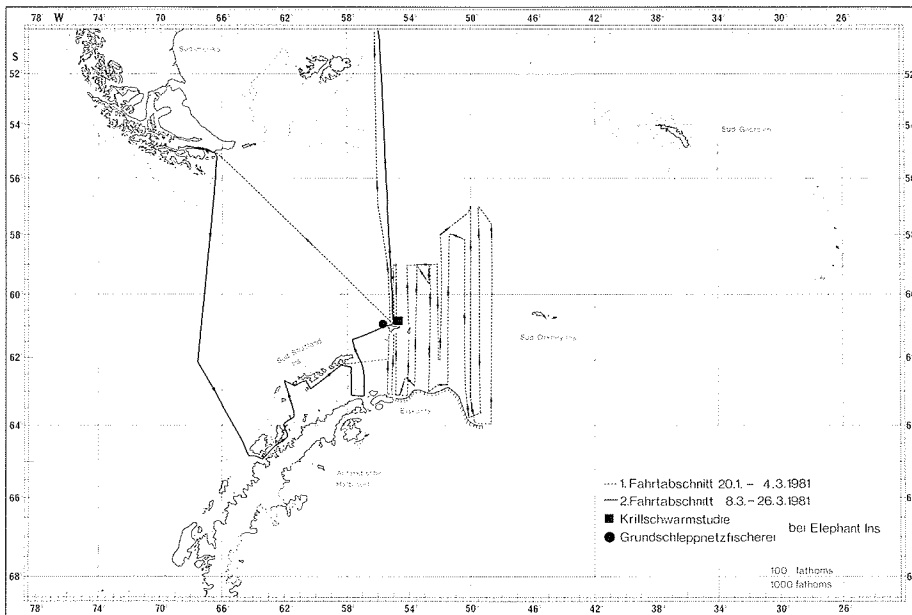


Abb. 3: Routenkarte von FFS „Walther Herwig“ Januar bis März 1981.

Fig. 3: Cruise tracks of FRV „Walther Herwig“ January to March 1981.

währten „Rectangular Midwater Trawl“, RMT, sowie Fänge mit dem großen Krill-Schleppnetz. Die so gewonnenen Proben sollten teils an Bord, teils nach Beendigung der Expedition in Hamburg auf ihre Längen-, Geschlechter- und Reifezusammensetzung untersucht werden, um ein Bild über die horizontale und vertikale Verbreitung des Krill und die Umweltfaktoren zu erhalten, die diese Verbreitung beeinflussen.

Im Rahmen des FIBEX-Planes war FFS „Walther Herwig“ ein Sektor in der Mitte der Scotia-See zwischen 56°W und 48°W zugefallen, der nach Süden durch das Packeis und im Norden durch 59°S begrenzt war. Hier endete nach den bisherigen Erfahrungen in diesem Sektor die Ausbreitung des Krill nach Norden. Auf Meridional-Kursen, die durch ein für alle im atlantischen Teil der Antarktis operierenden FIBEX-Schiffe zentral durchgeführtes Zufallsverfahren ausgewählt waren, wurde das Gebiet zweimal aufgenommen. Dabei zeigte sich der Krill weit verstreut über die mittlere und südliche Scotia-See, die alten Tiere relativ weit im Norden, die jungen überwiegend nahe der Eisgrenze im Süden. Die größten Schwärme trafen wir bei Elephant Island, wo auch die sowjetische Krillflotte fischte. Auf allen Schiffen des Echo-Surveys erfolgte die Krill-Registrierung mit Hilfe der Echo-Integrationsmethode, die alle Echolotsignale über einen bestimmten Zeit- und Streckenabschnitt zusammenfaßt. Ein computergesteuertes Datenerfassungssystem zur on-line-Vorverarbeitung und zum Abspeichern der Daten auf Magnetband wurde auf „Walther Herwig“ wie auch auf „Meteor“ installiert.

Eine große Überraschung lieferten die Untersuchungen über die Krillbrut. Noch nie sind in solchen Mengen die Calyptopis- und Furcilia-Larven von *Euphausia superba* gefangen worden, sowohl über dem Schelf des Scotia-Bogens, als auch über der tiefen Scotia-See. Dagegen war die Suche nach großen Konzentrationen an Eiern und frühesten Larvenstadien (Nauplius und Metanauplius) abermals erfolglos, nur Einzel Exemplare wurden gefunden (Abb. 4).

Gemeinsam untersuchten „Walther Herwig“ und „Meteor“ Ende Februar die Struktur von Krillschwär-

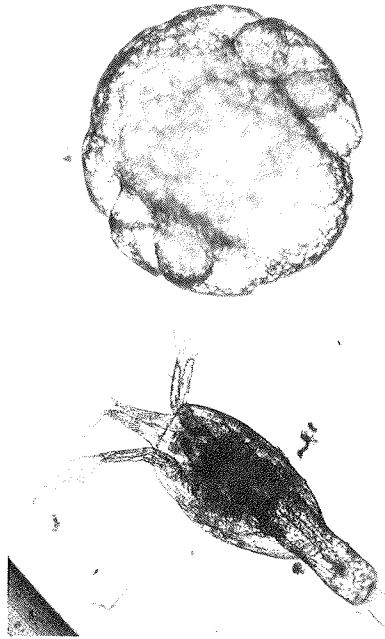


Abb. 4: Spätes Eistadium, Nauplius und erstes Calyptopisstadium von Krill, *Euphausia superba* (phot. Marschall).

Fig. 4: Late egg stage, Nauplius and first calyptopis stage of krill, *Euphausia superba* (phot. Marschall).

men und bemühten sich, die Echolotaufzeichnungen in absolute Biomasse-Werte, ausgedrückt in Anzahl von Tonnen Krill pro km², zu übersetzen. Unterwasserfernsehen und -photographie wurden dazu eingesetzt. Sie zeigten maximal 1000 Tiere pro m³. In den Netzfängen fanden wir nur ein Hundertstel dieser Menge. Dieser Unterschied ist entweder durch die Flucht des Krills vor dem Netz oder durch eine extrem inhomogene Verteilung der Tiere in der Wassermasse bedingt. Die Eichung der Hydrophone bei Schwärmen verschiedener Dichte und Mächtigkeit bereitete große technische Schwierigkeiten.

Die Möglichkeiten zur Verarbeitung des Krill für die menschliche und tierische Ernährung war auf den beiden ersten Expeditionen eingehend studiert worden. Ende 1979 wurde bekannt, daß Krill extrem hohe Fluorkonzentrationen aufweist. Dies forderte eine völlige Neuorientierung in der Gewinnung des Krillleibes für die menschliche Ernährung. Analysen an Bord zeigten, daß frisches Krillfleisch genausowenig Fluor enthält wie Fischfleisch. Erst nach dem Tode tritt Fluor, das beim lebenden Tier fast ausschließlich im Panzer konzentriert ist, von dort in den großen Schwanzmuskel über. Auf FFS „Walther Herwig“ arbeitete man erfolgreich an Verfahren, den Panzer schnell und vollständig abzutrennen und auch die Körpersäfte zu separieren. Sobald diese Methode zu großtechnischen Verfahren weiterentwickelt sind, ist das Fluorproblem aus lebensmittelhygienischer Sicht gelöst.

Für den Biologen ist die große Anreicherung von Fluor im Krill und verwandten Euphausiiden ein Rätsel. Niemand weiß, welche Rolle Fluor für diese Tiere spielt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß in den frühen Larvenstadien bereits sehr viel Fluor konzentriert ist, bezogen auf das Gesamtkörpergewicht sogar mehr als in erwachsenen Tieren. Krillfressende Warmblüter (Krabbenfresser-Robbe, Adélie-Pinguin) wurden auf Fluorbelastung geprüft. Sie speichern große Mengen von Fluor in ihren Knochen, während die übrigen Gewebe mit Ausnahme des Blutes fluorarm sind (SCHNEPPENHEIM 1980).

Das ozeanographische Programm der „Walther Herwig“ wie auch das der „Meteor“ auf ANT III war auf die Bedürfnisse der ökologischen Forschung ausgerichtet. Der Echosurvey lieferte auf allen beteilig-

ten Schiffen eine Fülle von Vertikalprofilen und Oberflächendaten, von Temperatur, Salzgehalt und Dichte. Sie sollten möglichst schnell zu einem großräumigen synoptischen Bild zusammengefaßt werden. „Walther Herwig“ arbeitete dafür als hydrographisches Datenzentrum und erhielt fast täglich von den im atlantischen Sektor operierenden FIBEX-Schiffen die ozeanographischen Meßwerte. Sie wurden an Bord verarbeitet, so daß bereits am Ende des Unternehmens den Schiffen je ein vollständiger Datensatz des Gesamtunternehmens übergeben wurde, und wenige Wochen später lagen Karten der Temperaturverteilung an der Oberfläche sowie in 50 und 150 m Tiefe vor.

Hervorstechendes ozeanographisches Phänomen der Region ist die Konfluenz des zirkumpolaren antarktischen Stromes, hier der Wassermassen der Scotia-See, mit dem Weddell-Strom. Diese sog. „2. Front“ mäandert ähnlich wie die Antarktische Konvergenz. Nach Ansicht sowjetischer Wissenschaftler wird die Lage der Krillkonzentrationen im wesentlichen durch diese Front bestimmt. Wir gewannen den Eindruck, daß auch die Larven des Krill sich vorwiegend in der Konfluenz und nördlich davon aufhalten, auch in abgelösten Wirbeln des Scotia-Wassers wurden große Mengen von Krillbrut gefangen.

FS „METEOR“

Gemessen an Wissenschaftler-Monaten war die „Meteor“-Expedition eines der größten deutschen Antarktisunternehmen. Thematisch war sie breit angelegt. Wir verfolgten damit zwei Ziele:

Die deutsche Meeresforschung verfügt aufgrund ihrer Tradition und heutigen Struktur über die Möglichkeit zu guter interdisziplinärer Kooperation. Diese wollten wir in die Ökosystem-Analyse des BIOMASS-Programms einbringen.

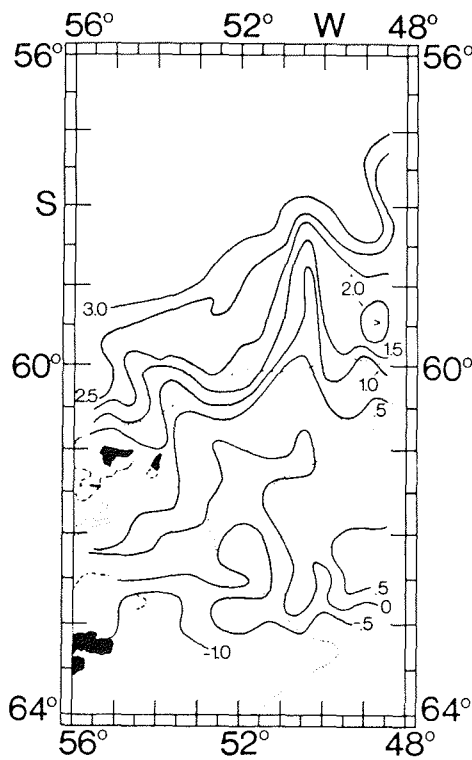


Abb. 5: Oberflächentemperatur im Konfluenz-Gebiet der mittleren Scotia-See im Februar 1981 (STEIN 1981).

Fig. 5: Sea surface temperature in the confluence area of the central Scotia Sea in February 1981 (STEIN 1981).

Bei vielen Meeresbiologen und -geologen bestand ein großes Interesse, wenigstens einmal in der Antarktis gearbeitet zu haben, um mit den dortigen ökologischen Verhältnissen vertraut zu werden und die Besonderheiten des Ökosystems und der Sedimentbildung in der Antarktis ihren Erfahrungen in anderen Klimazonen gegenüberzustellen.

Die Reise gliederte sich in drei Fahrabschnitte, ANT I — ANT III, von je 4—6 Wochen Dauer, mit Wissenschaftler austausch in Punta Arenas oder Ushuaia.

ANT I war auf die Frage nach der reichen pflanzlichen Primärproduktion am Rande des im Frühsommer zurückweichenden Eises gerichtet. Das Südpolarmeer ist gekennzeichnet durch das fleckenhafte Auftreten großer Mengen von Phytoplankton, die vom Krill und anderen Herbivoren abgeweidet werden. Solche Massenfaltungen von Phytoplankton treten in unseren Breiten meist im Frühjahr auf und brechen dann bald zusammen, u. a. weil die Nährstoffe aufgezehrt sind und die Zellen passiv in lichtarme Tiefen gelangen oder vom Zooplankton aufgefressen werden. In der Antarktis finden wir hohe Planktonkonzentrationen stellenweise nicht nur im Frühjahr, andererseits wird der Zusammenbruch der Frühjahrsblüten hier offenbar nicht durch Nährstoffmangel bedingt, denn Phosphat und Nitrat sind stets in ausreichenden Mengen im antarktischen Oberflächenwasser enthalten. Physiker analysierten die kleinskaligen Wasserbewegungen und Mikrostrukturen in der Wassersäule mit neuen hochauflösenden Sonden, z. B. zur Messung der optischen Eigenschaften des Meerwassers. Chemiker und Mikrobiologen erfaßten den Nährstoffhaushalt, die Remineralisation und die Ausscheidung organischer Substanz durch Plankton und Mikroorganismen, und Biologen bestimmten die Zusammensetzung des Phytoplanktons und seine Produktion in verschiedenen Meeresgebieten und Wasserschichten. Sie suchten auch nach den wichtigsten Konsumenten des Phytoplankton: Krill, Copepoden und Salpen.

Der zweite Fahrabschnitt war insbesondere dem Meeresboden gewidmet. Der antarktische Schelf ist im Vergleich zu anderen Seegebieten stark abgesenkt und — bezogen auf die Tiefenstufe — reich an Bodentieren, insbesondere Detritusfressern. Über die Aktivität der Mikroorganismen und den Chemismus des Porenwassers war bisher in der Antarktis kaum gearbeitet worden. Mitarbeiter des Kieler Sonderforschungsbereiches 95 beschäftigten sich intensiv mit den Vorgängen an der Grenzfläche Meer/Meeresboden und ermittelten den Abbau organischer Substanzen und die Freisetzung von Nährstoffen aus dem Sediment ins darüberliegende Wasser. Die biogeochemischen Prozesse spielen sich hier bei Temperaturen unter 0°C ab, trotzdem wurden z. T. unerwartet hohe Aktivitäten festgestellt. Sedimentfallen, die über Wochen in verschiedener Tiefe verankert waren, erbrachten beträchtliche Sedimentationsraten. Die Vertikalverteilung natürlicher Radionuklide im Sediment ergab einen zusätzlichen Schätzwert für die Sedimentation und die Zerwühlung durch Bodentiere. Deren Vorkommen wurde mit Bodengreifern und Dredgen untersucht. Um Sedimente und ihre Besiedlung mit Mikroorganismen und Tieren in verschiedenen Tiefenstufen zu erfassen, waren die Untersuchungsstationen auf zwei langen Profilen angeordnet, die sich vom Flach in die Tiefsee erstreckten. Wie schon beim ersten Fahrabschnitt zwang die abnorme Ausdehnung des Eises häufig zu Änderungen des Stationsprogrammes und zu großen Umwegen.

Bei ANT III trat der Krill mit drei Problemkreisen in den Vordergrund: Seine Verbreitung im Meer, seine Beziehungen zur Umwelt und seine physiologischen Leistungen. Eingebettet waren diese Untersuchungen in die Erfassung breiterer ökologischer Zusammenhänge. Die großräumige Verbreitung des Krill und seiner Brut in bezug zu den Wassermassen war von „Walther Herwig“ und anderen Schiffen des FIBEX-Programmes erfaßt worden. „Meteor“ ergänzte dieses Bild durch Planktonfänge und hydrographische Messungen. Die räumliche Inhomogenität in der Verteilung der Phytoplanktonproduktion, die um den Faktor 50 schwankte, entspricht der unruhigen Struktur der Wassermassen. In welcher Weise davon auch das Massenaufreten von Krill-Larven bestimmt wird, ist noch unbekannt. Auch bleibt abzuwarten, ob die großen Mengen von Krillbrut in 2—3 Jahren zu einer starken Erhöhung der Krillbevölkerung führen wird. Offenbar sind die Schwärme keine dauerhaften Gebilde. Zwar halten sich große Mengen von Krill wochenlang im gleichen Seegebiet, z. B. nördlich von Elephant-Insel auf. Sie schließen sich aber je nach

Tageszeit, Wetter und Strömungsverhältnissen zu wechselnden Wolken zusammen, die schnell auf- und absteigen können und sich durch Verfrachtung und eigenes Schwimmen auch horizontal bewegen. Durch die Mobilität ist der Effekt der Krillwolken (O_2 -Zehrung, Ammoniak-Ausscheidung, Abweiden des Phytoplanktons) auf das umgebende Medium vielfach wenig augenfällig. Immerhin zeigten kurzfristig ausgebrachte Sedimentfallen in krillreichen Gebieten einen dichten Regen von Krillkot. Innerhalb der Krill-schwärme, aber auch in Konzentrationen von Krill-Larven, fand sich wenig anderes Zooplankton, während an anderen Plätzen große Mengen von Copepoden gefunden wurden. Im Vergleich zu früheren Jahren waren Salpen relativ rar.

Um die Struktur des antarktischen Nahrungsnetzes zu kennen, muß vor allem das Phyto- und Zooplankton nach Arten, ökologischen Ansprüchen und physiologischen Leistungen analysiert werden. Das Phytoplankton ist in seiner Zusammensetzung selbst innerhalb enger Seegebiete sehr unterschiedlich, vielfach dominiert eine einzelne Art. Das Zooplankton erwies sich als artenarm, es stellte sich bereits Ende Februar auf Überwinterung ein. Die Vermehrungsrate des Phytoplanktons schien ebenso wie die Teilungsrate der Mikroorganismen im Verhältnis zur Wassertemperatur erstaunlich groß. Dies sind Ergebnisse von Züchtungsversuchen an Bord.

Die Versuche zu den Lebensleistungen des Krill nahmen einen großen Raum im Programm von ANT III ein. Der Krill ist ein Dauerschwimmer mit einem sehr hohen Energiebedarf. Sein O_2 -Verbrauch und seine Nahrungsaufnahme wurden in Abhängigkeit von Wassertemperatur und Körpergröße gemessen. Die Funktion des Fangkorbes konnte aufgeklärt werden. Er verschafft dem Krill die Möglichkeit, Nahrungspartikel zwischen 2 und 100 μ Durchmesser festzuhalten und damit ein weites Nahrungsspektrum zu nutzen. Es gelang erstmalig, die frühesten Larvenstadien des Krill lebend zu beobachten und zu filmen. Auch die Häutung und damit das Wachstum des Krill wurde gemessen. In manchen Schwärmen schien der Häutungsrythmus synchron zu sein, d. h. daß sich alle Tiere des Schwarmes gleichzeitig häuten. Dies zusammen mit Daten über abnorm hohe Enzymaktivitäten sind bunte Steine, die sich langsam zum Mosaik der Lebensgeschichte des Krill unter den extremen Bedingungen der Antarktis zusammenfügen.

Auf „Meteor“ gab es Sonderprogramme, die ohne hohe Anforderungen an die Schiffszeit von kleinen Arbeitsgruppen oder Einzelwissenschaftlern durchgeführt wurden. Hierfür seien nur zwei Beispiele angeführt.

In das Südpolarmeer münden keine Flüsse, und auch die darüberliegende Luft ist arm an terrigenem Material, z. B. Wüsten- und Industriestaub sowie Abgasen. Daher lockten hier Vergleichsmessungen zum Schwermetall- und Schadstoffgehalt des Wassers, der Luft und der Aerosole. Auch die Menge und biologische Bedeutung des Aluminiums im Meerwasser wurde untersucht.

Die Tiefenkarten der Scotia- und Weddell-See und des Antarktischen Archipels sind unvollständig und ungenau. Die neuen, wetterunabhängigen Bestimmungen des Schiffsortes mit Satellitennavigation ermöglichen ohne großen Aufwand bathymetrische Vermessungen. „Meteor“ und „Polarsirkel“ haben wertvolle bathymetrische Datensätze der Weddell- und Scotia-See gewonnen, die vom Deutschen Hydrographischen Institut zu Karten verarbeitet werden. Methodenuntersuchungen am Differenzen-OMEGA-Verfahren und der Satelliten-Navigation spielten auf ANT I eine wichtige Rolle, als es galt, sehr kleinräumige Schiffs- und Bojenbewegungen aufzuzeichnen.

FS „POLARSIRKEL“

Obschon seit vielen Jahren Versorgungsschiffe und Eisbrecher regelmäßig die britischen, sowjetischen und argentinischen Stationen auf dem Filchner-Schelfeis anlaufen, lagen bisher nur recht wenige Proben und Messungen aus der inneren Weddell-See vor. Auch für die in Norwegen gecharterte „Polarsirkel“ stand der Transport von Wissenschaftlern und ihrem Gerät zum Schelfeis im Vordergrund. Die An- und

Abmarschwege und die Wartezeiten vor der Schelfeiskante sollten aber meereskundlich genutzt werden: Die FIBEX-Untersuchungen über die Verbreitung des Krill konnten in die östliche Weddell-See ausgedehnt werden. Eine Krillpopulation wurde unter der Küste des Kontinents bei Kap Norwegia und vor der Atka-Bucht gefunden. Ob sie genetisch gegenüber dem Krill der Westwinddrift isoliert ist, muß die biochemische Analyse der Proteinstmuster und Blutgruppen zeigen: Planktonfänge im Packeis der inneren Weddell-See und vor der Atka-Bucht lieferten u. a. Larven von Krill und von verschiedenen Eisfischen.

Mit dem Grundschnepnetz wurden Bodenfische gefangen. Auf der vorjährigen „Polarsirkel“-Reise waren bereits relativ artenreiche Fischfänge vor der Filchner-Station erzielt worden, die unsere Kenntnis von der Fauna in diesem entlegenen Seegebiet beträchtlich erweiterten.

Auf „Polarsirkel“ war auch ein Robben-Spezialist eingeschifft, der Verbreitung und Häufigkeit der Robben und Vögel im Packeis und Meereis der östlichen und südlichen Weddell-See erfassen sollte. Ausreichende Hubschrauberzeit stand dafür zur Verfügung. Derartige Zählungen sagen aber noch nicht viel über die ökologische Bedeutung der Bestände, weil man nicht weiß, wie groß der zählbare Anteil der Population zu verschiedenen Tageszeiten ist, d. h. wieviel Prozent jeweils auf dem Eis liegen, während die anderen im Wasser schwimmen und tauchen, wo sie nicht gezählt werden können. Wiederholungsbeobachtungen farbmarkierter Robben halfen hier weiter. Magenproben sollten zeigen, wieviel Krill zu bestimmten Zeiten in den verschiedenen Gebieten von den einzelnen Robbenarten verzehrt werden.

Der Gehalt an Schwermetallen, chlorierten Kohlenwasserstoffen und Fluor in den Organen von Robben und Vögeln soll anhand von Proben bestimmt werden, die auf „Polarsirkel“ gesammelt wurden.

Die physikalischen Ozeanographen beschäftigten sich mit Struktur und Dynamik der Wassermassen an der Schelfeiskante, wo das antarktische Bodenwasser absinkt. Vor der Atka-Bucht wurde eine Strommeserkette mit Tiefseepegel verankert. Mit Multisonde und Profiler wurden Vertikalprofile von Temperatur, Salzgehalt und Strömung in engabständigen Stationsnetzen aufgenommen. Ursprünglich sollten — wie auf der Vorexpedition 1979/80 — auch in der Polynia vor der Filchner Station und auf dem An- und Abmarsch von der Antarktischen Konvergenz bis zum Schelfeis systematische ozeanographische Messungen durchgeführt werden. Dazu kam es aber diesmal nicht — teils wegen der Eisverhältnisse, teils weil die Transportaufgaben des Schiffes den Vorrang hatten.

AUSBLICK

Den großen meereskundlichen Unternehmen im Südsommer 1980/81 mußte eine Phase der Auswertung folgen. In der Saison 1981/82 wurde daher weder auf der Fahrt von FS „Polar Queen“ zur Georg-von-Neumayer-Station noch während der geowissenschaftlichen Expedition der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zum Nordviktorialand intensive Meeresforschung getrieben. Nur das BIOMASS-Programm sollte fortgesetzt werden durch eine deutsche Beteiligung an drei Forschungsfahrten von RV „John Biscoe“ in die Scotia- und Weddell-See zur Untersuchung der Krillschwärme und Krillbrut sowie des Phyto- und Zooplanktons.

Mit der Indienststellung des Polarforschungsschiffes und dem Aufbau meereskundlicher Arbeitsgruppen am Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung wird Ende 1982 das Potential der deutschen marinen Polarforschung erheblich wachsen. Die Pläne für den Einsatz dieses Potentials werden sich stark an internationalen Programmen orientieren, z. B. ist für Anfang 1985 das Second International BIOMASS-Experiment (SIBEX) geplant, und ozeanographische Gemeinschaftsunternehmen werden z. Z. diskutiert. Daneben gibt es Pläne für eigenständige deutsche Vorhaben zur Untersuchung der Polarfronten in der Arktis und Antarktis, zu meteorologisch-ozeanographischen Forschungen zur Wechselwirkung Eis-Wasser-Atmosphäre und zur Auswirkung der katabatischen Winde. Die innere Weddell-See birgt interessante ozeanographische Phänomene.

Die geplanten Vergleiche zwischen den Ökosystemen der Nord- und Südpolargebiete bedürfen der Kooperation verschiedener Schiffe und Forschungsgruppen des In- und Auslandes. Die Biologen erhoffen sich vom Einsatz des eisbrechenden Forschungsschiffes neue Möglichkeiten zur Untersuchung der Lebensgemeinschaft und Lebensvorgänge in der Packeisregion.

Die Meeresforschung nimmt einen wichtigen Platz im Antarktisprogramm der Bundesrepublik Deutschland ein. Größe und Sonderstellung des Südpolarmeeres in ozeanographischer und biologischer Sicht bieten reizvolle Aufgaben für multidisziplinäre Forschergruppen. Meteorologische, glaziologische und geologische Untersuchungen in den antarktischen Schelfmeeren liefern auch Schlüssel zum Verständnis von Geschichte, Klima und Eishaushalt des antarktischen Kontinents. Andererseits profitiert auch die Meeresforschung als Ganzes von der Erweiterung des Potentials an Personalstellen und Forschungsschiffen im Rahmen der Intensivierung der deutschen Polarforschung.

DANKSAGUNG

Die Expeditionen des Südsommers 1980/81 wurden von folgenden Wissenschaftlern geleitet: FFS „Walter Herwig“ I: G. Hempel/M. Stein, II: K. H. Kock; FS „Meteor“ I: B. Zeitzschel, II: S. Gerlach, III: G. Hempel; RV „Polarsirkel“: H. Kohnen.

Ich danke meinen Kollegen für die schnelle Überlassung von Informationen, ohne die eine Berichterstattung auf der 12. Internationalen Polartagung in Innsbruck nicht möglich gewesen wäre, und für die Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

Auf Literaturangaben zu Einzelergebnissen mußte verzichtet werden, die meisten Befunde liegen erst in vorläufiger Form und unpubliziert vor. Verwiesen sei auf die in dieser Zeitschrift abgedruckten Literaturlisten im nationalen Jahresbericht für das Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) (Polarforschung 49 (2): 193—205, 1979, 50 (1/2): 85—95, 1980 und 51 (2), 1981). Im folgenden werden daher nur die offiziellen Reiseberichte der meereskundlichen Expeditionen nach 1975 aufgeführt.

Hempel, G., Sahrhage, D., Schreiber, W. & R. Steinberg (1979): Antarktis-Expedition 1977/78 der Bundesrepublik Deutschland. — Arch. Fisch. Wiss. 30, Beih. 1: 1—119.

Hinz, K. (1978): Geophysikalische Untersuchungen in antarktischen Gewässern mit MS „Explora“. — Meerestechnik 9 (3): 83—87.

Kohnen, H. (1981): The scientific programme of the German Antarctic Expedition 1979/80 to the Filchner/Ronne Ice Shelf. — Polarforschung 51 (1): 5—8

Sahrhage, D., Schreiber, W., Steinberg, R. & G. Hempel (1978): Antarktis-Expedition 1975/76 der Bundesrepublik Deutschland. — Arch. Fisch. Wiss. 29, Beih. 1: 1—96.

Schneppenheim, R. (1980): Concentration of fluoride in Antarctic animals. — Meeresforsch. 28: 179—182.

Stein, M. (1978): Thermal structure of the Weddell-Scotia Confluence during February 1981. — Meeresforsch. 29: 47—52.

Zeitzschel, B. & W. Zenk (1981): Beobachtungen und erste Ergebnisse der „Meteor“-Reise 56 aus der Scotia-See und der Bransfield-Straße im November/Dezember 1980 (ANT I): ein nautischer und wissenschaftlicher Bericht. — Ber. Inst. Meereskde. Kiel 80: 73.