

Hoffmeyer, Martin; Schrader, Jörg-Volker; Zotschew, Theodor

**Working Paper — Digitized Version**

## Marine antarktische Ressourcen und Antarktisforschung

Kiel Working Paper, No. 159

**Provided in Cooperation with:**

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

*Suggested Citation:* Hoffmeyer, Martin; Schrader, Jörg-Volker; Zotschew, Theodor (1982) : Marine antarktische Ressourcen und Antarktisforschung, Kiel Working Paper, No. 159, Kiel Institute of World Economics (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/47202>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Kieler Arbeitspapiere

# Kiel Working Papers

Arbeitspapier Nr. 159

Marine antarktische Ressourcen und  
Antarktisforschung

von

Martin Hoffmeyer, Jörg-Volker Schrader  
und Theodor Zotschew

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

Institut für Weltwirtschaft  
2300 Kiel, Düsternbrooker Weg 120

Arbeitspapier Nr. 159

Marine antarktische Ressourcen und  
Antarktischforschung

von

Martin Hoffmeyer, Jörg-Volker Schrader  
und Theodor Zotschew

A 9 39 51 / 82  
Weltwirtschaft  
K. Müller

November 1982

Mit den Kieler Arbeitspapieren werden Manuskripte, die aus der Arbeit des Instituts für Weltwirtschaft hervorgegangen sind, von den Verfassern möglichen Interessenten in einer vorläufigen Fassung zugänglich gemacht. Für Inhalt und Verteilung sind die Autoren verantwortlich. Es wird gebeten, sich mit Anregungen und Kritik direkt an die Autoren zu wenden und etwaige Zitate aus ihrer Arbeit vorher mit ihnen abzustimmen.

ISSN 0342 - 0787

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Tabellen	III
Verzeichnis der Karten	IV
Verzeichnis der Schaubilder	IV
1 Einführung	
1.1 Ziel und Abgrenzung der Untersuchung	1
1.2 Geographische und ökonomische Daten der Antarktis	2
1.3 Der Antarktisvertrag von 1959	11
2 Marine antarktische Ressourcen und Probleme ihrer ökonomischen Nutzung	17
2.1 Das ökologische System des Antarktischen Ozeans	18
2.1.1 Umweltbedingungen	18
2.1.2 Nahrungskette und Nutzung einzelner Arten	20
2.1.3 Bisherige Schutzmaßnahmen	22
2.1.4 Möglichkeiten und Grenzen einer forcierten Ausbeutung der Ressourcen	28
2.2 Schätzungen über Umfang und regionale Verteilung der Krill- und Fischbestände	30
2.2.1 Biologische und räumliche Verteilung	30
2.2.2 Biomasse und maximaler, nachhaltig erzielbarer Ertrag	38
2.2.3 Bedeutung der Ressourcen aus nationaler und internationaler Sicht	46
2.3 Probleme der Nutzung von Fischen und Krill	53
2.3.1 Rechtlich-politische Aspekte	53
2.3.2 Ökonomisch-technische Aspekte	55
2.3.2.1 Fangtechnik, Fangorganisation	55
2.3.2.2 Verarbeitung	59
2.3.2.3 Produktinnovation	65

	Seite
2.3.3 Wirtschaftlichkeitsaspekte	67
2.3.3.1 Privatwirtschaftliche Rentabilität	68
2.3.3.2 Gesamtwirtschaftliche Überlegungen	74
1. Allokationsziel	75
2. Vollbeschäftigungsziel	76
3. Versorgungsziel	77
4. Internationale Versorgung (Eiweißblücke)	78
5. Umweltschutz	79
3 Ziele und Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten der Antarktisvertragsländer	80
3.1 Entwicklungslinien der Antarktisforschung seit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr	80
3.2 Forschungsaktivitäten der einzelnen Länder auf dem antarktischen Kontinent	85
3.2.1 Überblick	85
3.2.2 Vereinigte Staaten	92
3.2.3 Vereinigtes Königreich	97
3.2.4 Bundesrepublik Deutschland	103
3.2.5 Sowjetunion	105
3.2.6 Übrige Länder	111
3.3 Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Ozeanographie	118
3.4 Organisationsformen und Koordination der Antarktisforschung	128
3.5 Logistik	133
4. Zusammenfassung	136

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Wichtige Daten der Antarktis	4
Tabelle 2: Wichtige quantitative Beziehungen zwischen einzelnen Gliedern der Nahrungskette des marinen ökologischen Systems der Antarktis	23
Tabelle 3: Zum Walfang in der Antarktis	25/26
Tabelle 4: Wichtige Fischarten des Antarktischen Ozeans	34
Tabelle 5: Geschätze Krillproduktion	40
Tabelle 6: Fänge von Krill in der Antarktis	42
Tabelle 7: Fänge von Fisch und Seetieren	45
Tabelle 8: "Fänge" und Verwendungen von Meerestieren und -pflanzen	48
Tabelle 9: Fänge der deutschen See- und Küstenfischerei	49
Tabelle 10: Produktion, Außenhandel und Verbrauch von Fischmehl	49
Tabelle 11: Produktion von Eiweißschroten	52
Tabelle 12: Zusammensetzung von Euphausia superba	60
Tabelle 13: Wirtschaftlichkeitskalkulation für Krillmehlherstellung	72
Tabelle 14: Wichtige Traversen in der Antarktis	82/83
Tabelle 15: Sowjetische Antarktisexpeditionen	106
Tabelle 16: Expeditionen in den Antarktischen Ozean zur Erforschung von Krill und Fischbeständen	124
Tabelle 17: Beteiligung einzelner Länder an FIBEX	127

Verzeichnis der Karten

	Seite
Karte 1: Antarktis nach Regionen	5
Karte 2: Niederschläge in der Antarktis	6
Karte 3: Zum subglazialen Relief der Antarktis	8
Karte 4: Zu den Gebietsansprüchen in der Antarktis	13
Karte 5: Der Antarktische Ozean	19
Karte 6: Häufigkeit des Auftretens von Krill	32
Karte 7: Verbreitung von <i>Notothenia rossii</i> und <i>Notothenia marmorata</i>	35
Karte 8: Verbreitung des südlichen Blauen Wittlings	36
Karte 9: Verbreitung von <i>Dissostichus mawsoni</i> und <i>Dissostichus eleginoides</i>	37
Karte 10: Ständige Forschungsstationen in der Antarktis	88

Verzeichnis der Schaubilder

Schaubild 1: Beziehungen zwischen Gliedern der Nahrungskette im Antarktischen Ozean	21
Schaubild 2: Verarbeitung von Krill	63

## 1 Einführung

### 1.1 Ziel und Abgrenzung der Untersuchung<sup>1</sup>

Die Diskussion über das marine Ressourcenpotential der Antarktis hat sich in letzter Zeit deutlich belebt. Im Rahmen des internationalen Programms BIOMASS<sup>2</sup> wird u.a. versucht, die Fisch- und Krillbestände in den antarktischen Gewässern zu schätzen und die Frage zu beantworten, in welchem Umfang dieses Potential genutzt werden kann, ohne das ökologische Gleichgewicht zu gefährden. In den jüngsten Verhandlungen über ein Nutzungsregime innerhalb der Konsultativrunde des Antarktisvertrags konnten erste Vereinbarungen erzielt werden.

Zweck der vorliegenden Studie ist zum einen, einen Überblick über die marinen Rohstoffreserven der Antarktis und die Probleme ihrer Nutzung zu geben. Zum anderen geht es darum, Ziele und Schwerpunkte der bisherigen Antarktisforschung aufzuzeigen. Entsprechend dieser doppelten Zielsetzung ist die Studie in zwei Hauptteile gegliedert. Nach einem einleitenden Überblick über die geographischen und ökonomischen Daten der Antarktis sowie über die Bedeutung des Antarktisvertrags von 1959 wird versucht, ein detailliertes Bild von den bereits bekannten bzw. vermuteten marinen Ressourcen der Antarktis zu geben. Analysiert werden sowohl Umfang und regionale Verteilung der bisher erforschten Fisch- und Krillbestände als auch die Stellung der einzelnen Spezies innerhalb der Nahrungsketten. Darauf aufbauend sollen Probleme der Nutzung des Krills, vor allem auch unter ökonomischen Aspekten, erörtert werden. In dem sich anschließenden Teil der Studie werden die Forschungsaktivitäten der bisher in der Antarktis tätigen Länder untersucht, wobei insbesondere Ziele, Entwicklungslinien, Schwerpunkte und Logistik der Antarktisforschung behandelt werden. Angesichts der Vielfalt der durchgeführten Programme lag es dabei nahe, die Untersuchung

<sup>1</sup> Die Untersuchung basiert auf einer Studie, die 1978 für das Bundesministerium für Forschung und Technologie angefertigt worden ist.

<sup>2</sup> Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks.

auf einige der wichtigsten Disziplinen (Geologie, Glaziologie, Atmosphärenforschung, Biologie) und hier auch nur auf einige dominierende Projekte zu beschränken.

## 1.2 Geographische und ökonomische Daten der Antarktis

Die Antarktis unterscheidet sich in vieler Hinsicht von der Arktis. Während der Nordpol von einer umfangreichen Meeresfläche umgeben ist, befindet sich der Südpol auf einem eisbedeckten Kontinent, der kälter, niederschlagsärmer und lebensfeindlicher als alle anderen Kontinente ist. Begrenzt wird das Gebiet der Antarktis - nach der Definition des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)<sup>1</sup> - durch die Antarktische Konvergenz (etwa 47° - 63° S)<sup>2</sup>. Danach umfaßt das Südpolargebiet eine Gesamtfläche von rd. 52 Mill. km<sup>2</sup> und gliedert sich auf in den antarktischen Kontinent, die vorgelagerten Inselgruppen des Scotia-Bogens, andere Inseln der Subantarktis und die umgebenden Meere (Tabelle 1). Legt man indessen die Abgrenzung des Antarktisvertrags von 1959 zugrunde, erstreckt sich die Antarktis nur auf die Gebiete südlich des 60. Breitengrades<sup>3</sup>, d.h., die unterschiedlich breite Zone zwischen der antarktischen Konvergenz und dem 60. Breitengrad mit einer Reihe von subantarktischen Inseln (u.a. Südgeorgien, Süd-Sandwich-Inseln, Kerguelen) bleibt außer Betracht. In dieser Studie wird unter der Antarktis das Südpolargebiet nach der SCAR-Definition verstanden.

<sup>1</sup> Vereinbart auf der ersten SCAR-Tagung 1958 in Den Haag, wobei auch einzelne, außerhalb der antarktischen Konvergenz liegende Inseln berücksichtigt werden. Das Scientific Committee on Antarctic Research wurde 1958 gegründet, um die Forschungsaktivitäten in der Antarktis zu koordinieren und den internationalen Informationsaustausch zu fördern. Die einzelnen in der Antarktisforschung engagierten Länder sind in diesem Gremium durch Vertreter der nationalen Antarktis-Komitees repräsentiert. Die Bundesrepublik Deutschland wurde im Mai 1978 SCAR-Mitglied. Gegenüber der Konsultationsrunde des Antarktisvertrages übt das SCAR wichtige Beratungsfunktionen aus.

<sup>2</sup> Die Antarktische Konvergenz ist eine Meereszone, in der die südpolaren Wassermassen auf das wärmere subantarktische Oberflächenwasser treffen und dann in größere Tiefen absinken; dabei ergibt sich eine Temperaturdifferenz von etwa 4°C.

<sup>3</sup> Nach Art. VI des Antarktisvertrages vom Dezember 1959.

Ansatzpunkte und Umfang der Forschungsaktivitäten in der Antarktis werden weitgehend durch die Besonderheiten dieses Gebietes bestimmt: Etwa 98 vH des antarktischen Kontinents, der fast der Fläche von Südamerika entspricht, sind mit einer bis zu 4 000 m mächtigen Eiskappe bedeckt, die vom Zentrum zu den Küsten hin abfällt. Eisfrei und damit für geologische Forschungen unmittelbar zugänglich sind nur Teile der im Nordwesten gelegenen antarktischen Halbinsel, die antarktischen "Oasen"<sup>1</sup> sowie die sogenannten "Trockentäler" nahe dem Ross-See. Umgeben ist der antarktische Kontinent über weite Strecken von Eisschelfen<sup>2</sup>, d.h. von zusammenhängenden schwimmenden Eis-tafeln<sup>3</sup>, die in den beiden großen Ausbuchtungen als Filchner-Eisschelf und als Ross-Eisschelf ihre größte Ausdehnung erreichen (Karte 1). Daneben zieht sich entlang der Küste ein breiter Treibeis- bzw. Packeisgürtel, der die Versorgung der Forschungsstationen per Schiff außerordentlich erschwert. Die Fläche der den Kontinent umgebenden Eisfelder weitet sich im antarktischen Winter (jeweils etwa März - September) bis um etwa das Eineinhalbfache aus. Da sich 90 vH der auf der Erde vorhandenen Eismassen<sup>4</sup> in der Antarktis befinden, kommt der Antarktis für das Klima der Erde, die energetischen Austauschprozesse und die Höhe des Meeresspiegels eine große Bedeutung zu.

Infolge der ständigen Eisbedeckung des weitaus größten Teils des antarktischen Kontinents und der besonderen Höhenlage (mittlere Höhe: 2 300 m) ist die Antarktis die mit Abstand kälteste Region der Erde. Auch im antarktischen Sommer herrscht in den meisten Gebieten Dauerfrost (mit Temperaturen bis etwa

---

<sup>1</sup> Eng begrenzte eisfreie Gebiete, deren Senken verschiedentlich mit Seen ausgefüllt sind.

<sup>2</sup> Über eine Strecke von etwa 40 vH der Küstenlinie.

<sup>3</sup> Mächtigkeit etwa 200 - 400 m.

<sup>4</sup> Es wird geschätzt, daß bei einem vollständigen Abschmelzen der antarktischen Eismassen der Meeresspiegel um etwa 50 - 60 m ansteigen würde.

Tabelle 1 - Wichtige Daten der Antarktis

Fläche	Einheit			
Antarktis insgesamt (antarktische Konvergenz)	1000 km <sup>2</sup>	52 000		
Antarktischer Kontinent (einschl. Eisschelfe und Inseln)	1000 km <sup>2</sup>	16 355		
Antarktischer Kontinent	1000 km <sup>2</sup>	12 393 - 12 480		
Westantarktis, ohne Eisschelfe	1000 km <sup>2</sup>	2 297		
Ostantarktis, ohne Eisschelfe	1000 km <sup>2</sup>	10 183		
Felsuntergrund über Meeresspiegel	1000 km <sup>2</sup>	8 276		
Inseln insgesamt	1000 km <sup>2</sup>	2 380		
Eisschelfgebiet	1000 km <sup>2</sup>	1 582		
Höhenlage		Mittlere Höhe	Höchste Berge	
Antarktis, ohne Eisschelfe	m	2 300	5 140 <sup>a</sup>	
Westantarktis	m	1 290	5 140 <sup>a</sup>	
Ostantarktis	m	2 500	4 450 <sup>b</sup>	
Felsuntergrund	m	410	.	
Ausdehnung des Eises				
Ständig mit Eis bedeckt	1000 km <sup>2</sup>	12 180		
Eisschelfgebiete	1000 km <sup>2</sup>	1 480 - 1 582		
Ross-Eisschelf	1000 km <sup>2</sup>	538		
Filchner-Eisschelf	1000 km <sup>2</sup>	483		
Mittlere Eisstärke (ohne Eisschelfe)	m	1 880		
Mittleres Eisvolumen (ohne Eisschelfe)	Mill. km <sup>3</sup>	23,4		
Klima		Jahres- durchschnitt	Durchschnitt Okt.-Febr.	Durchschnitt März-Sept.
Temperatur				
Stationen				
Südpol	°C	- 50,3	- 37,2	- 58,3
Vostok	°C	- 56,1	- 42,6	- 65,7
McMurdo	°C	- 17,4	- 9,4	- 23,1
Argentine Islands	°C	- 5,1	- 1,8	- 7,6
Niederschläge			Maximalwert	
Stationen				
Südpol	mm	75	.	.
Vostok	mm	100	.	.
McMurdo	mm	(230)	.	.
Argentine Islands	mm	433	.	.
Windgeschwindigkeit <sup>c</sup>				
Stationen				
Südpol	m/s	6,7		24,0
Vostok	m/s	5		25,0
McMurdo	m/s	6		43,0
Argentine Islands	m/s	7		.

<sup>a</sup> Vinson Massiv. - <sup>b</sup> Mount Kirkpatrick. - <sup>c</sup> Als höchste Windgeschwindigkeit wurden 70 m/s, u.a. in der französischen Station Dumont d'Urville, gemessen.

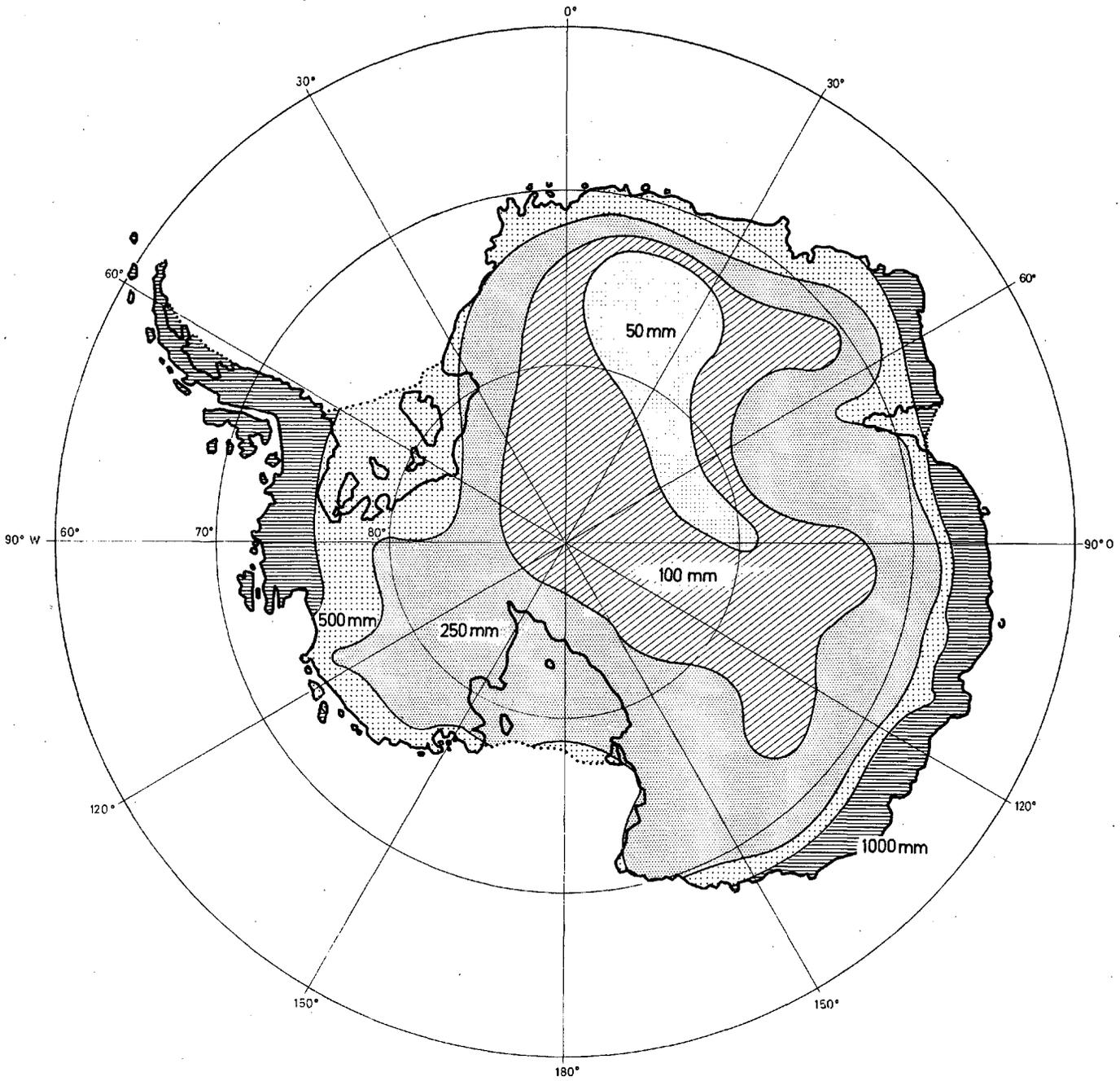
Quelle: K.K. Markov, The Geography of Antarctica, Jerusalem 1970, S. 70 ff. - H. Kosack, Die Polarforschung, Ein Datenbuch über die Natur-, Kultur-, Wirtschaftsverhältnisse und die Erforschungsgeschichte der Polarregionen, Braunschweig 1967.

Karte 1  
Antarktis nach Regionen



Karte 2

Niederschläge in der Antarktis<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Nach Atlas Antartici.

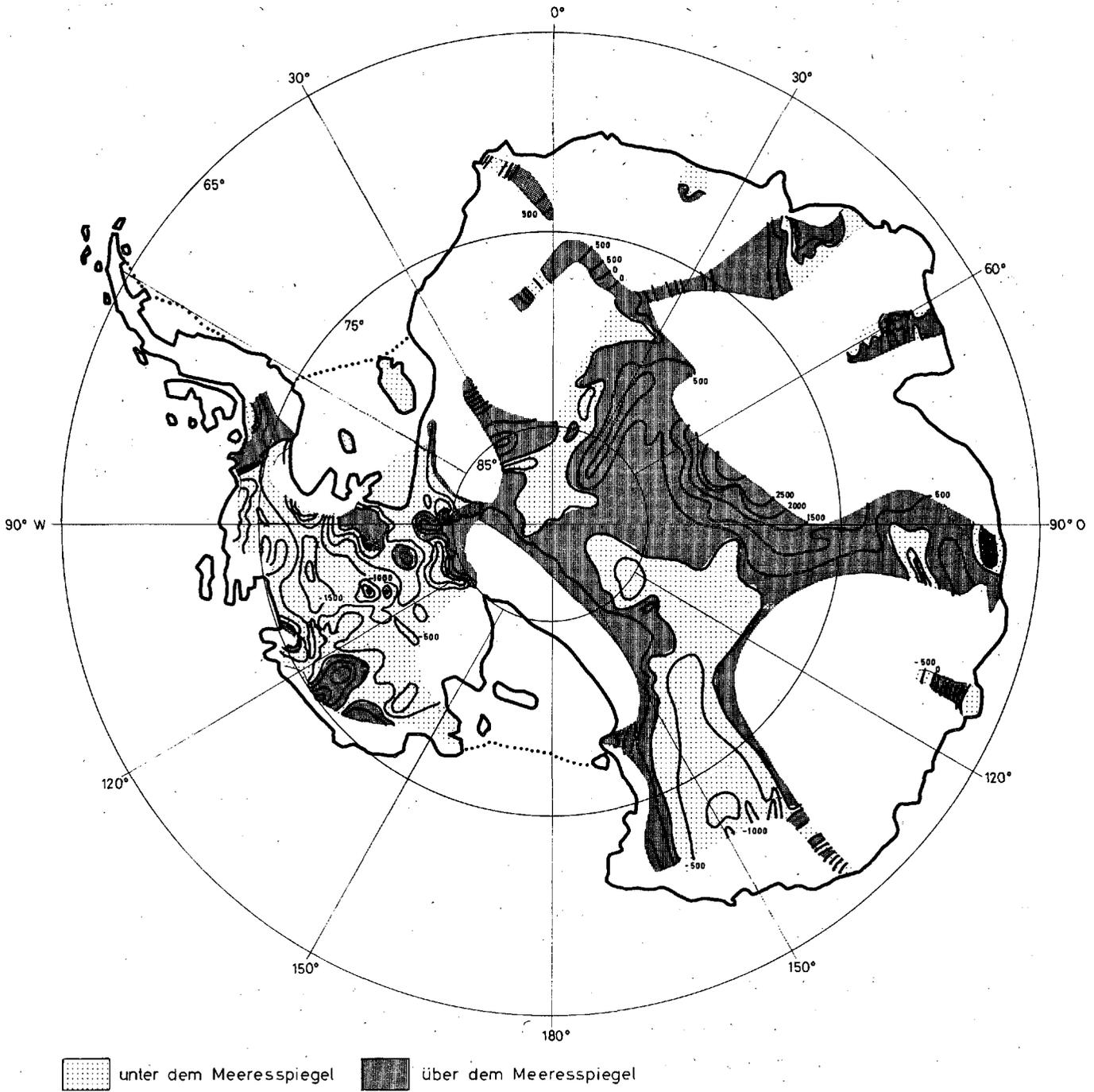
-40° C), wobei ein Temperaturgefälle von den Küstenregionen zum Inneren des Kontinents sowie ein West-Ost-Gefälle besteht; lediglich kleine Gebiete der Antarktischen Halbinsel sind in dieser Zeit frostfrei. Im antarktischen Winter sinken die Temperaturen oft bis auf -60 bis -70° C ab (bisheriger Tiefstand: -88,3° C, 1960 auf der Station Vostok gemessen). In dieser Zeit ist die wissenschaftliche Tätigkeit weitgehend auf Beobachtungen und Messungen von den Forschungsstationen aus beschränkt. Auch sind während des Winters fast alle Stationen von ihren Außenverbindungen abgeschnitten.

Zu den Besonderheiten des antarktischen Klimas gehören außerdem die sehr geringen Niederschläge (polares Wüstenklima, vgl. Karte 2). Diese nehmen von den Randgebieten bis zu den im Inneren des Kontinents gelegenen Regionen, die ein extrem trockenes Klima aufweisen, kontinuierlich ab; auch hierbei hat die Antarktische Halbinsel eine Sonderstellung inne (Karte 3). Die Niederschläge fallen überwiegend in Form von Schnee, wobei die häufig auftretenden Schneestürme ein zeitweiliges Überdriften der Forschungsstationen zur Folge haben. Die Windgeschwindigkeit erreicht vor allem im Küstenbereich sehr hohe Werte. Ein weiteres Charakteristikum der Antarktis sind die Fallwinde (Katabatische Winde), die vom Innern zu den kontinentalen Rändern gerichtet sind.

Morphologisch und geologisch bietet der antarktische Kontinent ein stark differenziertes Bild. Das Transantarktische Gebirge (Länge 4 100 km; Gipfelhöhen bis zu 4 350 m) stellt die Trennungslinie zwischen der West- und Ostantarktis dar. In der Westantarktis, auf die rd. ein Drittel der Gesamtfläche des Kontinents entfällt, wechseln Faltengebirge, Bergmassive und relativ ebene Flächen miteinander ab. Die Gebirge, die etwa im Mesozoikum aufgefaltet worden sind, folgen in ihrem Verlauf in etwa der nördlichen Küstenlinie und setzen sich von den Antarktanden (Antarktische Halbinsel) über die Gebirge der Inseln des Scotia-Bogens bis zu den südamerikanischen Anden fort. Die aufliegenden Sedimente sind verschiedentlich von Laven und Intrusionen durchsetzt. Im Unterschied zur Westantarktis besteht die wesentlich höher liegende Ostantarktis (mittlere

Karte 3

# Zum subglazialen Relief der Antarktis<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Nach der Antarktiskarte der American Geographical Society.

Höhe: fast 2 600 m gegenüber 1 240 m der Westantarktis) aus einem eisbedeckten Plateau, das weniger von Gebirgen unterbrochen wird. Es handelt sich dabei um einen präkambrischen Schild, dessen - aus Gneis und anderen metamorphen Gesteinen bestehender - Sockel z.T. von Sedimenten der Beaconserie (Sandstein) überlagert ist. Struktur, Gesteinsformationen und Fossilienfunde deuten darauf hin, daß der antarktische Kontinent in früherer Zeit - zusammen mit Südamerika, Afrika, Indien und Australien - Teil des umfassenden Gondwanalands gewesen sein könnte. Auf diese These stützt sich u.a. die Vermutung, daß in der Antarktis umfangreiche mineralische Ressourcen vorhanden sind.

Große Teile des subglazialen Felsuntergrunds des Kontinents liegen unter dem Meeresspiegel (etwa ein Drittel, vor allem in der Westantarktis), wobei ein Teil der Absenkung und Deformation des Untergrundes auf die enorme Eisbelastung zurückzuführen ist. Wäre die Westantarktis eisfrei, würde nur eine Inselgruppe in archipelförmiger Anordnung aus dem Meer herausragen. Demgegenüber ist das subglaziale Profil der Ostantarktis - soweit bisher erforscht - weniger tiefengestaffelt und weist eine größere mittlere Höhe auf, als für die Westantarktis festgestellt wurde; es wird durch zwei große Bassins unterbrochen (Karte 3).

Angesichts der extremen klimatischen Bedingungen setzt sich die Flora des antarktischen Kontinents aus nur wenigen Pflanzenarten niederer Ordnung zusammen (Moose, Flechten, Algen), die vor allem in den eisfreien Gebieten anzutreffen sind. Während die Tierwelt der antarktischen Meere sehr spezienreich ist - wichtige Komponenten des sehr produktiven antarktischen ökologischen Systems sind Wale, Robben, Pinguine, Fische und vor allem Krill -, befinden sich auf dem unwirtlichen antarktischen Kontinent nur relativ wenige Tierarten (Robben, Pinguine, Vögel). Durch den Antarktisvertrag von 1959 wurde die Antarktis zu einem ökologisch geschützten Gebiet erklärt.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Antarktis blieb bisher relativ gering; sie erstreckte sich ausschließlich auf die Nutzung der

lebenden Ressourcen. Nachdem im vorigen Jahrhundert der Robbenfang, insbesondere der Fang von Pelzrobben zur Pelz- und Ölgewinnung in der Subantarktis eine erhebliche Bedeutung erlangt hatte - bis der Bestand einzelner Robbenarten so stark dezimiert worden war, daß sich der kommerzielle Robbenschlag nicht mehr lohnte -, wurde Anfang dieses Jahrhunderts der Walfang in der Antarktis aufgenommen. Infolge der außerordentlich umfangreichen Walbestände, die sehr gute Fangergebnisse und Gewinne beim Absatz der Verarbeitungserzeugnisse versprachen, sowie angesichts der schnellen Weiterentwicklung der Fang- und Verarbeitungstechnik stieg die Zahl der erlegten Tiere später schnell an. Diese Entwicklung erreichte in den dreißiger Jahren und wiederum - nach einer Schonung der Tierbestände während des zweiten Weltkriegs - in den fünfziger Jahren einen Höhepunkt. Danach zeigten sich zunehmend stärker Symptome der Überfischung: Die Walbestände schrumpften so stark, daß einzelne Walarten (vor allem die Blau- Buckel- und Finnwale) von der Ausrottung bedroht waren. Obwohl sich die Walfangflotten mehrerer Länder wegen der sinkenden Rentabilität des Walfangs (ein Überwälzen der höheren Kosten auf die Preise der Endprodukte war wegen der Substitutionskonkurrenz der pflanzlichen Öle nicht möglich) aus der Antarktis zurückzogen, bedurfte es administrativer Regelungen. Im Rahmen der Internationalen Walfangkommission wurden Fangverbote und Fangkontingente entsprechend den jeweiligen Bestandsschätzungen beschlossen (Committee International Whaling Statistics, lfd. Jgg.), die nun erste positive Wirkungen zeigen.

Für den Fischfang gewann die Antarktis erst seit Anfang der siebziger Jahre zunehmend an Bedeutung, als die traditionellen Fanggründe in den gemäßigten Meereszonen nicht mehr ergiebig oder aber infolge der Errichtung nationaler Fischereizonen nicht mehr zugänglich waren. Die Fischereiflotten orientierten sich verstärkt nach der Antarktis bzw. der Subantarktis, und der Fischfang nahm hier deutlich zu. Eine Rolle spielte in jüngster Zeit auch die kommerzielle Nutzung der umfangreichen Krillvorkommen, an der vor allem Japan und die Sowjetunion beteiligt sind.

### 1.3 Der Antarktisvertrag von 1959

Durch den Antarktisvertrag<sup>1</sup>, der im Dezember 1959 zwischen den damals in der Antarktisforschung aktiv tätigen zwölf Ländern geschlossen wurde, sind die Voraussetzungen für eine umfassende und kontinuierliche Erforschung des Südpolargebiets geschaffen worden. Zu den ursprünglichen Signatarstaaten gehören Argentinien, Australien, Belgien, Chile, Frankreich, Japan, Neuseeland, Norwegen, Südafrika, das Vereinigte Königreich, die Vereinigten Staaten und die Sowjetunion. Zu diesen kamen im Zeitraum 1961-1981 noch insgesamt neun Länder<sup>2</sup> hinzu, von denen aber nur die Bundesrepublik Deutschland<sup>3</sup> und Polen Konsultativmitglied gemäß Art.IX wurden. Nach Art.IX (2) des Vertrages können nur diejenigen Länder an den Beratungen, Empfehlungen und Beschlüssen der Tagungen mitwirken, die erhebliche wissenschaftliche Forschungsarbeiten in der Antarktis sowie die Einrichtung einer wissenschaftlichen Station oder die Entsendung einer wissenschaftlichen Expedition nachweisen.

Wichtige Elemente des Vertrages sind:

- Nutzung der Antarktis allein für friedliche Zwecke (Art.I),
- Freiheit und internationale Zusammenarbeit bei der wissenschaftlichen Erforschung (Art.II und III),
- Freier Zugang zu allen Regionen und Forschungseinrichtungen, einschließlich Recht der Inspektion (Art.VII),
- Verbot von Kernexplosionen und der Beseitigung radioaktiven Abfalls in der Antarktis (Art.V (1)),
- "Einfrieren" der territorialen Ansprüche (Art.IV).

<sup>1</sup> Vgl. Text des Antarktisvertrags von 1959 im Bundesgesetzblatt, Teil II, 1978, S. 1517 ff.

<sup>2</sup> Polen (1961), Tschechoslowakei (1962), Dänemark (1965), Niederlande (1967), Rumänien (1971), DDR (1974), Brasilien (1975), die Bundesrepublik Deutschland (1978) und Peru (1980).

<sup>3</sup> Die Bundesrepublik Deutschland trat 1978 dem Vertrag bei und wurde 1981 Konsultativmitglied; Gesetz zum Antarktis-Vertrag vom 1.Dezember 1959, vom 22.Dezember 1978, Bundesgesetzblatt (1978).

Nachdem sich während des Internationalen Geophysikalischen Jahres (1957/58) die wissenschaftliche Zusammenarbeit in der Antarktis als sehr fruchtbar erwiesen hatte, waren die beteiligten Länder daran interessiert, die Erforschung der Antarktis unter den bestmöglichen Bedingungen - d.h. bei freiem Zugang zu allen Regionen und bei voller Transparenz der Forschungsprogramme und -ergebnisse - fortzusetzen. Wie ausgeprägt das Interesse an einer weiteren internationalen Zusammenarbeit war, zeigte sich auch daran, daß diejenigen Länder, die vor 1959 Gebietsansprüche in der Antarktis erhoben hatten, diese für die Laufzeit des Vertrags zurückstellten<sup>1</sup>. So wurde Einvernehmen darüber erzielt, daß der Vertrag keinen Verzicht auf vorher geltend gemachte Ansprüche auf Gebietshoheit bedeute sowie Handlungen oder Tätigkeiten während der Laufzeit des Vertrags keine Hoheitsrechte begründen (Art. IV (2)). Die nationalen territorialen Ansprüche sind durch den Vertrag bis zum Jahr 1991 "eingefroren" worden; damit ist kein internationaler Status geschaffen worden.

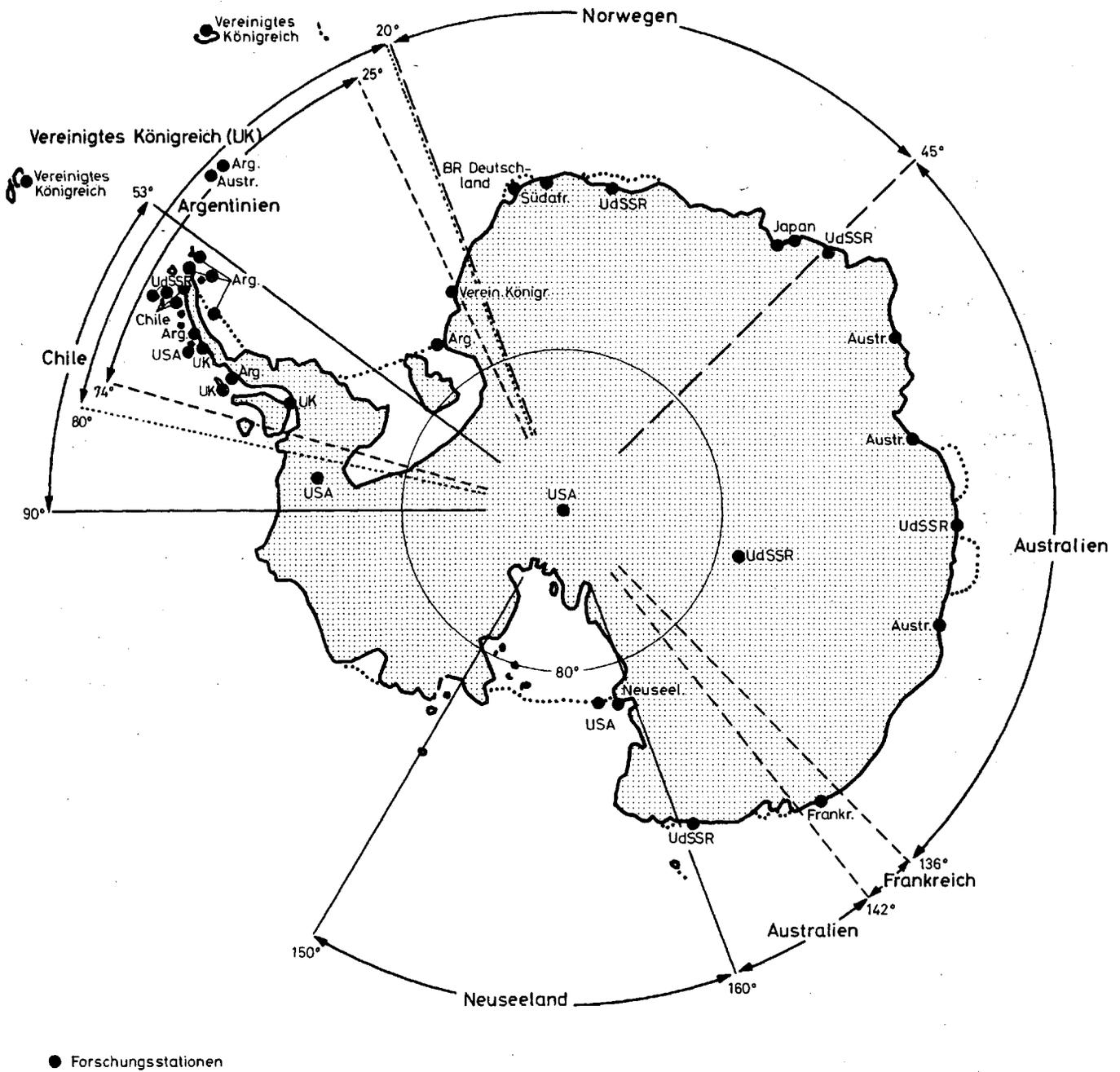
Die 1908-1962 von insgesamt 7 Ländern (sämtliche Vertragsländer) erhobenen Gebietsansprüche beziehen sich auf fast sechs Siebentel der Gesamtfläche des antarktischen Kontinents, wobei die sektorförmigen Anspruchgebiete jeweils vom 60. Breitengrad bis zum geographischen Südpol reichen (Karte 4). Begründet wurden diese durch das Primat der Entdeckung, faktische Inbesitznahme, Präsenz oder durch historische Rechte, wobei die territorialen Ansprüche überwiegend in nationalen Gesetzen und Verordnungen verankert worden sind. Anspruchsfrei blieb lediglich ein Sektor im westlichen Teil der Antarktis (90° - 150° West), der etwa 15 vH der kontinentalen Fläche umfaßt. Für Größe und Verteilung der Sektoren ist zum einen kennzeichnend, daß Australien, Norwegen, das Vereinigte Königreich, Neuseeland und Argentinien die umfangreichsten Gebiete reklamieren; zum anderen die Tatsache, daß

---

<sup>1</sup> Allerdings ist zu berücksichtigen, daß Ende der fünfziger Jahre die Kenntnisse über das antarktische Ressourcencapotentiale noch sehr gering waren und daher Überlegungen bezüglich der Ressourcen keine Rolle spielten.

Karte 4

Zu den Gebietsansprüchen in der Antarktis



sich die von dem Vereinigten Königreich, Argentinien und Chile<sup>1</sup> beanspruchten Sektoren erheblich überschneiden (Karte 4). Die gegenseitige Anerkennung der beanspruchten Sektoren beschränkt sich lediglich auf Australien, Norwegen, das Vereinigte Königreich, Neuseeland und Frankreich. Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Vereinigten Staaten und die Sowjetunion, also die Länder mit sehr umfangreichen antarktischen Forschungsaktivitäten, bisher auf Gebietsansprüche verzichtet haben, sich aber alle Rechte vorbehalten; im Einklang damit werden von beiden Ländern sämtliche von anderen Ländern geltend gemachten Territorialrechte nicht anerkannt. Zu den Ländern ohne Gebietsvorbehalte gehören außerdem Japan, Belgien und die Bundesrepublik Deutschland.

Entsprechend den Zielen und Bestimmungen des Antarktisvertrages sind auf den - zumeist in Zweijahresabständen abgehaltenen - Tagungen der Konsultativrunde eine Reihe von Maßnahmen empfohlen worden, die der Erleichterung der wissenschaftlichen Forschung, der internationalen Zusammenarbeit und der vorgesehenen Inspektionen sowie der Erhaltung der lebenden Ressourcen dienen sollen. Die beschlossenen und von den einzelnen Regierungen überwiegend genehmigten Empfehlungen betreffen insbesondere folgende Bereiche:

- Austausch von Informationen über wissenschaftliche Programme und Operationen sowie über die Logistik;
- Fernmeldewesen, Postverkehr, Zusammenarbeit im Verkehrswesen;
- Verwendung von Radio-Isotopen;
- Erhaltung der antarktischen Fauna und Flora;
- lebende Ressourcen der Meere;
- pelagischer Robbenfang und Tierfang auf Packeis;
- historische Stätten;
- besondere Schutzgebiete;
- antarktische Umwelt;
- Auswirkungen von Antarktis-Tourismus und
- Auswirkungen einer Erforschung der Bodenschätze.

<sup>1</sup> Zwischen diesen drei Ländern kam es in den Jahren vor Abschluß des Antarktisvertrages zu heftigen Streitigkeiten.

In der wichtigen Frage der Erhaltung der antarktischen Fauna und Flora wurden 1964 von den Vertragsparteien Maßnahmen vereinbart, die einen besonderen Schutz der Robben- und Vogelkolonien auf dem antarktischen Kontinent (weitgehendes Tötungsverbot, keine Beeinträchtigung der Lebensbedingungen) sowie der Pflanzenbestände bezwecken. 1972 folgte eine Konvention zur Erhaltung der antarktischen Robben im Gebiet südlich des 60. Breitengrades; durch diese wurden Kontrollen für das Töten von Robben eingeführt.

Was die Erforschung und Nutzung der antarktischen Ressourcen betrifft, so ist diese immer aktueller werdende Frage Gegenstand von Konsultativtagungen gewesen. Einmal ging es darum zu klären, welche Auswirkungen die Exploration und Ausbeutung der mineralischen Vorkommen auf die Umwelt haben könnten. Zum anderen wurden die Nutzungsmöglichkeiten der lebenden Ressourcen des Meeres erörtert und es wurde eine Konvention zur Erhaltung des Ressourcenpotentials verabschiedet. In diesem Zusammenhang bedarf es des Hinweises, daß im Antarktisvertrag von 1959 die Nutzung der antarktischen Ressourcen nicht erwähnt wurde und auch bis 1976 bei den Beratungen und Verhandlungen der Konsultativrunde weitgehend ausgeklammert worden ist. Es gilt aber als sicher, daß in den nächsten Jahren, spätestens jedoch vor Ablauf bzw. Überprüfung des Antarktisvertrages im Jahr 1991, die Frage der Ressourcen ein Prüfstein für den Willen der einzelnen Länder zu weiterer Zusammenarbeit sein wird.

Die Bilanz der bisherigen Erfahrungen mit dem Antarktisvertrag, der eine Art Grundgesetz für die Antarktisforschung darstellt, ist insgesamt positiv (Roberts, 1978). Entsprechend den Vertragszielen ist es gelungen, die wissenschaftliche Erforschung der Antarktis und insbesondere die internationale Zusammenarbeit bei der Durchführung der Forschungsprojekte nachhaltig zu fördern. Der freie Zugang zu den einzelnen antarktischen Regionen, der Informationsaustausch und die damit verbundene Transparenz aller Aktivitäten trugen zu dem hohen Stand und zur Effizienz

der Antarktisforschung bei. Die Vertragspartner nahmen sich rechtzeitig der jeweils anstehenden Probleme an (z.B. Erhaltung der antarktischen Flora und Fauna sowie der Frage der antarktischen Ressourcen), und es wurden auf den verschiedensten Gebieten Regelungen vereinbart, die Fehlentwicklungen vermeiden halfen. Dabei ist es das besondere Verdienst des Scientific Committee on Antarctic Research gewesen, zu den Empfehlungen und Beschlüssen der Vertragsparteien grundlegende Vorarbeiten geleistet zu haben; in dieser Hinsicht kann die Rolle des SCAR als wissenschaftliches Beratungsorgan der Konsultativrunde des Antarktisvertrags nicht hoch genug veranschlagt werden.

## 2 Marine antarktische Ressourcen und Probleme ihrer ökonomischen Nutzung

Der Antarktische Ozean stellt mit der in und von ihm lebenden Tier- und Pflanzenwelt ein komplexes ökologisches System dar, das durch menschliche Eingriffe, wie z.B. die intensive Nutzung einzelner Arten, stark beeinflusst werden kann. Darunter ist nicht nur die effektive Gefährdung der Existenz eines Gliedes dieses Systems zu verstehen, sondern auch die Verminderung des Gesamtbestandes sowie eine Veränderung der quantitativen Relationen zwischen den einzelnen Arten. Von zentralem Interesse ist die Frage, wie hoch das Potential der Antarktis an lebenden Ressourcen zu veranschlagen ist und bis zu welchem Grade es genutzt werden kann, ohne das ökologische System wesentlich zu beeinträchtigen. Zum besseren Verständnis der möglichen Folgen und Grenzen einer verstärkten Nutzung einzelner Tierarten soll deshalb zuerst eine kurze Beschreibung dieses Ökosystems sowie der ihm zugrunde liegenden physikalischen Bedingungen gegeben werden<sup>1</sup>. Die folgenden Abschnitte vermitteln einen Überblick über bisher vorliegende Schätzungen des tierischen Potentials sowie die mit dessen Nutzung verbundenen rechtlichen, politischen und ökonomischen Probleme. Auf die pflanzlichen Ressourcen wird nicht näher eingegangen, da hierzu wenig Informationen vorliegen. Größere Bedeutung könnte lediglich die Ernte von Makroalgen (Seetang) in der Nähe einzelner antarktischer Inseln erlangen. In der Umgebung der Kerguelen laufen Forschungsprogramme, die Aufschluß über die Möglichkeiten einer Nutzung geben sollen [Everson, 1977, S. 31].

---

<sup>1</sup> Zu einer ausführlichen Abhandlung vgl. Everson [1977] und die dort angegebene Literatur.

## 2.1 Das ökologische System des Antarktischen Ozeans

### 2.1.1 Umweltbedingungen

Das zentrale Medium für die Lebewesen des antarktischen Bereichs ist der Antarktische Ozean. Als seine nördliche Grenze wird aus ozeanographischen und biologischen Gründen die Antarktische Konvergenz gewählt, die zwischen 47° und 63° S verläuft (Karte 5). Sie ist physikalisch meßbar als Temperaturunterschied von bis zu 4° C zwischen dem südwärts strömenden subantarktischen Oberflächenwasser, das sich in dieser Zone darunter schiebt und in tieferen Regionen zurückströmt. Ohne hier auf Einzelheiten dieser meridionalen Zirkulation einzugehen, läßt sich feststellen, daß sie ein wesentlicher Grund für den relativ hohen Nährstoff- und Sauerstoffgehalt des antarktischen Oberflächenwassers ist. [Potter, 1969, S. 39] und damit wiederum die Voraussetzung für eine hohe biologische Produktion darstellt. Die zweite Art von Meeresströmungen ist zirkumpolarer Natur und vornehmlich auf Einflüsse des Windes und - in den tieferen Schichten - der Oberflächenform des Meeresbodens und der Erdrotation zurückzuführen. Das Grundmuster bilden eine küstennahe West- und eine Ostströmung nördlich von ca. 60° S [Everson, 1977, S. 6]. Bedingt durch die Küstenform und die Lage der Inseln bzw. der Höhenrücken unter dem Meeresspiegel in der Verlängerung der Antarktischen Halbinsel (vgl. Karte 5) existiert im Weddell-See eine besondere, rechtsdrehende Strömung (Weddell-Drift), die wie auch die schon erwähnten Wasserbewegungen Bedeutung für Nährstoffangebot, regionale Verteilung und Bewegung von Pflanzen, Tieren oder z.B. Eiern und Larven hat.

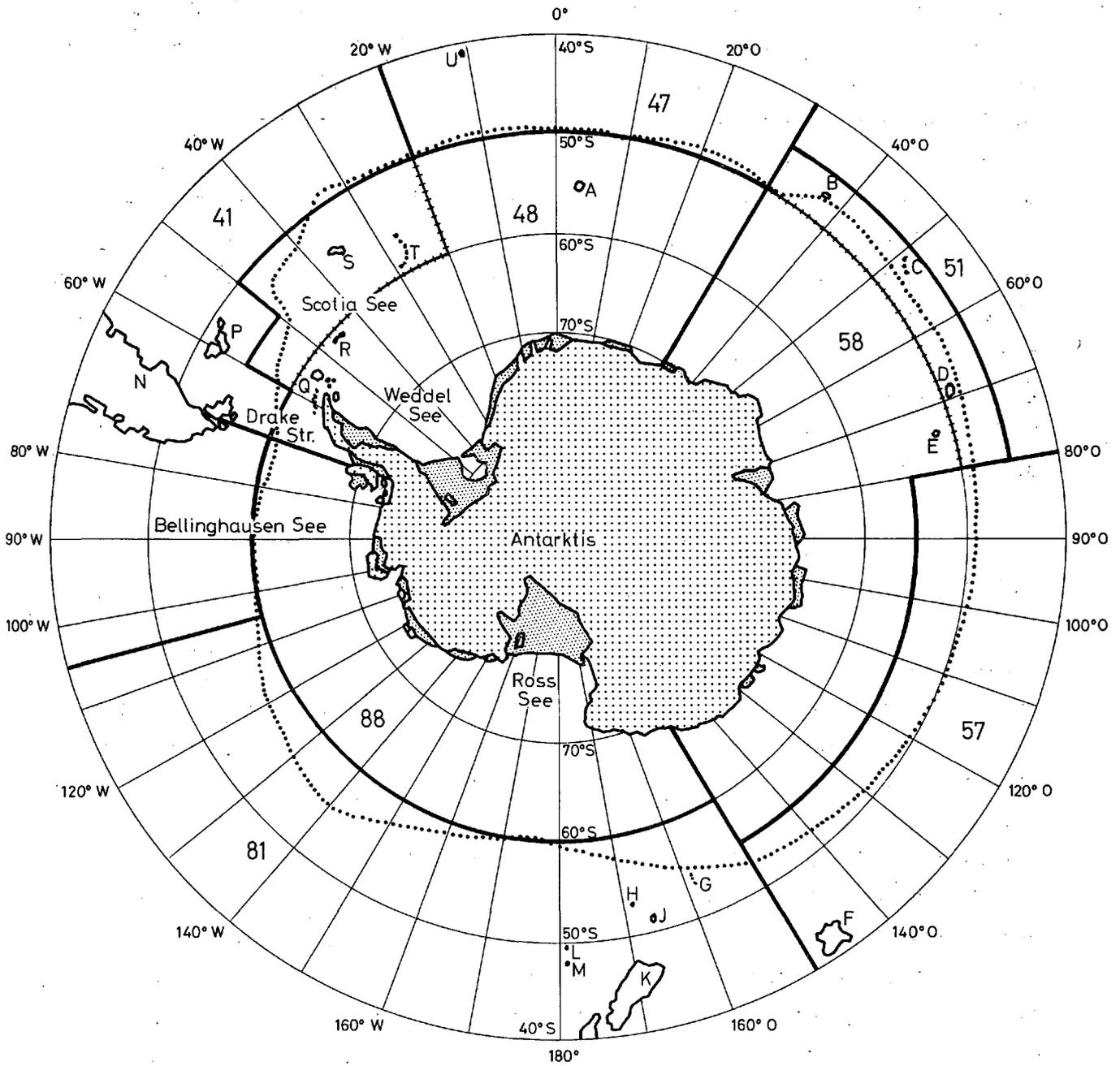
Von der gesamten antarktischen Meeresfläche von ca.  $35 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, entsprechend der Summe der FAO-Fangzonen 48, 58 und 88<sup>1</sup>, die in großen Zügen der durch die Antarktische Konvergenz eingeschlos-

---

<sup>1</sup> Zur neuen Abgrenzung vgl. FAO [1977a, S. 320].

Karte 5

Der antarktische Ozean (nach EVERSON 1977, S. 131)



- |   |                            |   |                      |
|---|----------------------------|---|----------------------|
| A | Bouvet                     | L | Antipodes            |
| B | Prince Edward and Marion   | M | Bounty               |
| C | Crozet                     | N | South America        |
| D | Kerguelen                  | P | Falklands (Malvinas) |
| E | Mc Donald and Heard        | Q | South Shetland       |
| F | Tasmania (Australia)       | R | South Orkney         |
| G | Maquarie                   | S | South Georgia        |
| H | Campbell                   | T | South Sandwich       |
| J | Auckland                   | U | Gough                |
| K | South Island (New Zealand) |   |                      |

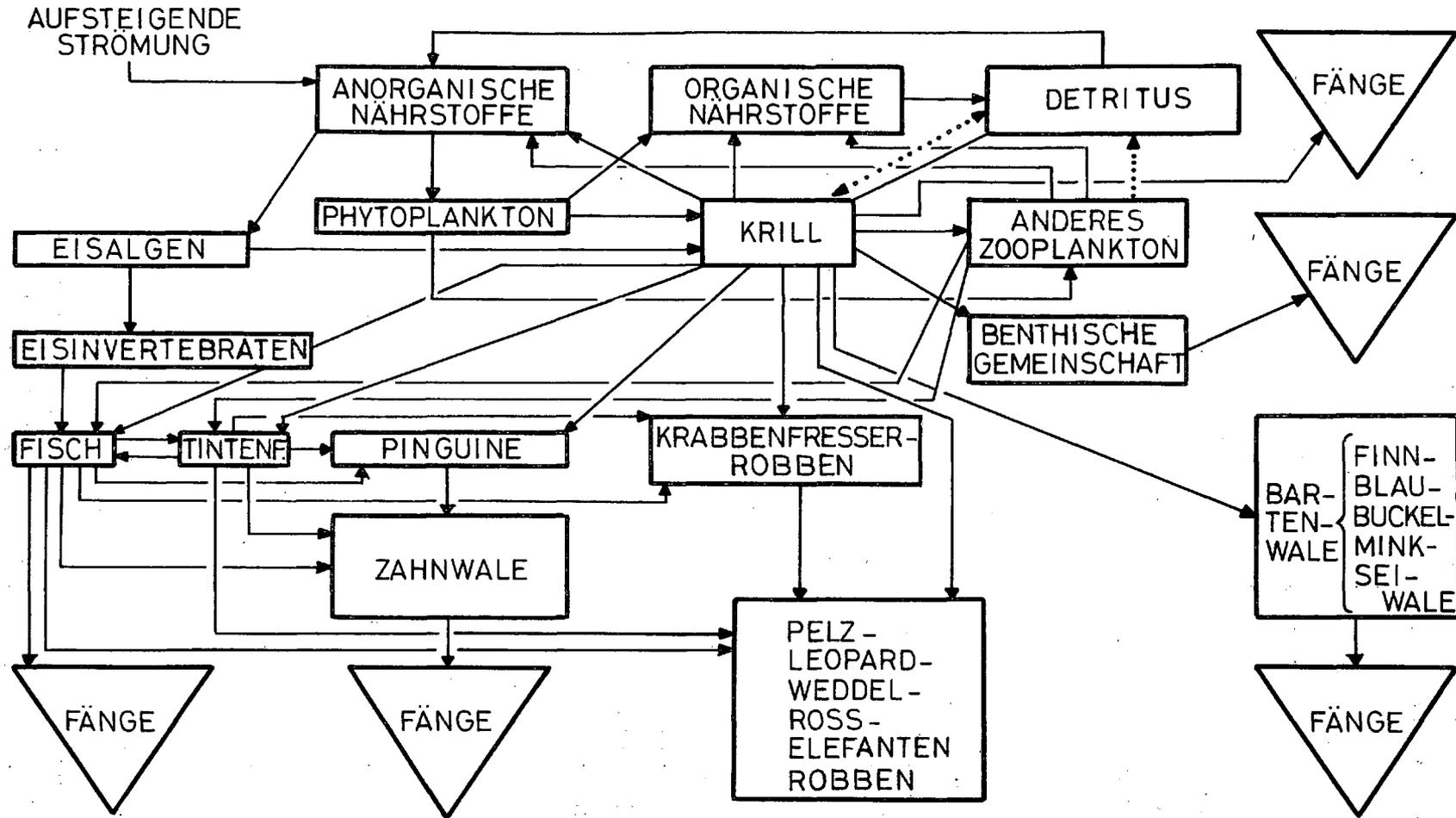
Eisschelf
  Antarktische Konvergenz
  Neue Fangzonengrenze
  Alte Fangzonengrenze

senen Fläche entspricht (vgl. Karte 5), sind im Winter ca.  $25,5 \times 10^6$  km<sup>2</sup> und im Sommer ca.  $13 \times 10^6$  km<sup>2</sup> der Oberfläche von Eis bedeckt [Everson, 1977, S. 9]. Die wesentlichen Folgen der Eisbildung sind ein verringerter Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser und eine starke Verminderung der Sonneneinstrahlung. Die ohnehin schon ausgeprägte Schwankung der Primärproduktion (Phytoplankton), die durch die jahreszeitlich wechselnde Sonnenscheindauer bedingt ist, wird hierdurch noch erheblich verstärkt. Andererseits wird angenommen, daß das (Treib-)Eis die Durchmischung der oberen Wasserschichten vermindert, was sich positiv auf die Primärproduktion auswirkt [Lenz, 1977, S. 2]. Die Wassertemperatur ist relativ niedrig und bewegt sich je nach Jahreszeit und Region zwischen  $-1,5^\circ$  und  $+3,5^\circ$  C.

#### 2.1.2 Nahrungskette und Nutzung einzelner Arten

Im Schaubild 1 sind die wichtigsten Glieder der Nahrungskette des Antarktischen Ozeans und die bestehenden Interdependenzen schematisch dargestellt. Ausgangspunkt der Kette sind die anorganischen oder organischen Nährstoffe (Detritus), die aus dem Zerfall toter Organismen entstehen. Sie dienen entweder höheren Organismen direkt als Nahrung (organische Stoffe) oder gehen als Bausteine in die pflanzliche Produktion (Minerale) ein, wobei das Phytoplankton die größte Rolle spielt. Unter den Herbivoren, der nächsten Stufe der Nahrungskette, nimmt der Krill, eine Kleinkrebsart, eine zentrale Position ein. Er ist unter den verschiedenen zum Zooplankton zählenden Tierarten quantitativ die bedeutendste und ist für eine große Zahl höherer Tierarten die wichtigste direkte oder indirekte Nahrungsquelle. So sind z.B. die "Krabbenfresser"-Robbe und die Bartenwale direkte Krillkonsumenten, während die übrigen Seehunde und Zahnwale über die "Zwischenglieder" Fisch, Tintenfisch oder auch Pinguin indirekt stark vom Krill abhängig sind.

Wichtige Beziehungen zwischen Gliedern der Nahrungskette im Antarktischen Ozean



Quelle: GREEN [1978 S. C-3] und EVERSON [1977 S. 124].

Um Hinweise auf die möglicherweise aus menschlichen Eingriffen entstehenden Gefahren für das Ökosystem abzuschätzen, muß versucht werden, über die dargestellten qualitativen Zusammenhänge hinaus quantitative Ergebnisse abzuleiten. Die bisher vorliegenden Schätzungen variieren aufgrund der großen Datenlücken sehr stark. In Tabelle 2 sind die Angaben aus zwei aktuellen Arbeiten zusammengefaßt. Sie unterstreichen auch in quantitativer Hinsicht die wichtige Rolle des Krill in der Nahrungskette und zeigen größenordnungsmäßig die Relationen zwischen den Beständen der übrigen Tierarten. Dabei fällt auch auf, daß die Wale weniger Krill verzehren als Krabbenfresserrobben, Tintenfische oder Fische. Mit welchen Unsicherheiten diese Angaben aber behaftet sind, wird deutlich, wenn Green den Krillkonsum der Krabbenfresserrobbe auf 106 Mill. t schätzt (Tabelle 2), Laws<sup>1</sup> dagegen von nur ca. 63 Mill. t ausgeht. Setzt man die derzeitigen Fangmengen in Relation zu dem Bestand einzelner Tierarten bzw. zum Konsum durch "Räuber", so erscheinen sie vernachlässigbar. Die starke Verminderung der Wale auf ca. 15 vH des ursprünglichen Bestandes (Tabelle 2, Zeile 2) macht jedoch deutlich, wie gravierend sich menschliche Eingriffe auswirken können. Ähnliches gilt für die Pelzrobbe, deren Bestände sich aber inzwischen kräftig erholt haben.

### 2.1.3 Bisherige Schutzmaßnahmen

Neben den allgemeinen Schutzbestimmungen<sup>2</sup> (Agreed Measures) des Antarktischertrages, betreffend die Land- und Eisflächen südlich des 60. Breitengrades, existieren seit einiger Zeit sowohl für Wale als auch für Seehunde internationale Übereinkommen, die in Zukunft eine Existenzgefährdung einzelner Arten verhindern soll.

<sup>1</sup> Zitiert nach Everson [1977, S. 126] und ergänzt durch persönliches Gespräch in Kiel am 30.05.1978.

<sup>2</sup> Es handelt sich dabei um die vereinbarten Maßnahmen zur Erhaltung der antarktischen Fauna und Flora, verabschiedet von der III. Beratenden Tagung 1964 in Brüssel.

Tabelle 2 - Wichtige quantitative Beziehungen zwischen einzelnen Gliedern der Nahrungskette des marinen ökologischen Systems der Antarktis<sup>1</sup>

Konsum	Produktion	Primärproduktion	Krill	Anderes Zooplankton	Fisch	Tintenfisch	Vögel	Krabbenfresserrobbe	Andere Robben	Bartenwale	Zahnwale	Gesamtkonsum <sup>2</sup>
Geschätzte derzeitige Bestände "Ausgangs"-Bestand	-	200-600	200-600	14	12,4	0,27	4-6	1,1	7	44,3	1,7	
Krill	2 575	-										
Anderes Zooplankton	2 075											
Fisch		64	11	-	6							91 <sup>3</sup>
Tintenfisch		100	34	2	-							136
Vögel		14,4		1,8	1,8	-						
Krabbenfresserrobbe		106		3	2		-					111
Andere Robben		3,1	1	7	4,7	0,5		-				19
Bartenwale		42,8								-		44
Zahnwale				0,5	4,6	0,3					-	6
Fänge		0,02 <sup>4</sup>		0,2-0,4 <sup>5</sup>			0,1 <sup>5</sup>					
Produktion <sup>6</sup> insgesamt	6 500- 33 000	200	200	16	18							

<sup>1</sup> Bei den einzelnen Angaben handelt es sich um sehr grobe, voneinander unabhängige Schätzungen verschiedener Autoren, die lediglich Größenordnungen beschreiben sollen. - <sup>2</sup> Ermittelt mit Hilfe von Faktoren, die aus dem Verzehr pro Tier abgeleitet sind. - <sup>3</sup> Enthält zusätzlich 10 Mill. t Eis-Invertebraten. - <sup>4</sup> Japan alleine hat in der Saison 1977/78 22x10<sup>5</sup> Tonnen gefangen. Mündliche Auskunft T. Nemoto, Japan, am 30.05.1978, SCAR/SCOR-Tagung 30.05.-02.06.1978 in Kiel. - <sup>5</sup> Quelle: FAO, 1977 a. Im wesentliche Minke-, Sei- und Spermwal (1976 ca. 10 000 Stück). - <sup>6</sup> Quelle: Everson /1977, S. 125/, deshalb nicht voll vergleichbar. Sollte größer sein als Summe der Elemente.

Quelle: Green /1978, S. C-11 ff./.

Zuständig für die Kontrolle des Walfangs ist die International Whaling Commission (IWC). Sie legt auf globaler Ebene Fangquoten für einzelne Walarten fest, die im allgemeinen auch eingehalten werden. Die ehemals wichtigsten Arten, die im Antarktischen Ozean während des Sommers zur Nahrungsaufnahme leben - Blau-, Finn- und Buckelwal -, sind ganzjährig geschützt. Gefangen werden von der Sowjetunion und Japan, den einzigen im antarktischen Walfang noch tätigen Ländern, praktisch nur noch Minke-, Sei- und Spermwal, jedoch sind die Fangmengen so stark zurückgegangen, daß für 1982 auch bei Spermwalen eine Einstellung der Fänge beschlossen wurde<sup>1</sup>. Einen Überblick über die langfristige Entwicklung des Walfangs gibt Tabelle 3. Aufgrund der geringen Vermehrungsquoten wird damit gerechnet, daß selbst bei strenger Schonung, eine gründliche Erholung der Bestände erst innerhalb von 30-50 Jahren möglich ist.

Für Seehunde haben die Konsultativmitglieder des Antarktischervertrages die Convention for the Conservation of the Antarctic Seals unterzeichnet. Der Vertrag bezieht sich auf das Wasser und Treibeis südlich des 60. Breitengrades<sup>2</sup> und sieht eine strenge Kontrolle der Fangmengen einzelner Arten vor. Drei Arten sind vollständig geschützt (Ross-, Elefanten- und Pelzrobbe). Zur Zeit werden allerdings aus kommerziellen Gründen keine Seehunde gefangen.

Zum Schutz der Vögel und aller im Wasser lebenden Tiere südlich der Antarktischen Konvergenz wurde am 20. Mai 1980 in Canberra von den Konsultativländern des Antarktischervertrages die

---

<sup>1</sup> Da die Schutzbestimmungen der IWC und der meisten Mitgliedsländer in zunehmenden Gegensatz zu den Fangaktivitäten Japans und der UdSSR geraten, ist 1982 ein Scheitern der IWC nicht mehr auszuschließen.

<sup>2</sup> Der Schutz für die Landgebiete südlich des 60. Breitengrades ist entsprechend in den Agreed Measures des Antarktischervertrages geregelt. Es muß betont werden, daß wichtige Gebiete des Antarktischen Ozeans mit der hier gewählten Nordgrenze (Antarktische Konvergenz) nicht zum Geltungsgebiet des Antarktischervertrages zählen (u.a. Südgeorgien und Süd-Sandwich-Inseln).

Tabelle 3 - Zum Walfang in der Antarktis 1930/31-1979/80

Zeitraum	Zahl der eingesetzten		Zahl der erlegten Wale <sup>a</sup>					Öl- produktion <sup>b</sup>	Erlegte Wale <sup>a</sup> Welt insgesamt
	Fangboote	Verarbei- tungs- schiffe	Insgesamt	Blauwale	Finnwale	Sei- und Brydes- wale	Spermwale		
1930/31	205	41	37 465	28 325	8 601	1	27	3 420	43 130
1935/36-1937/38 <sup>c</sup>	198	28	35 393	15 173	16 312	9	692	2 707	50 461
1946/47-1948/49	161	17	26 635	7 709	16 359	10	2 552	1 928	40 735
1950/51-1952/53	246	18	30 690	5 319	19 730	174	4 090	2 162	50 190
1955/56-1957/58	240	20	34 809	1 600	25 404	1 124	5 845	2 127	60 376
1960/61-1962/63	238	20	35 442	1 268	24 160	4 854	4 727	1 874	65 103
1965/66-1967/68	115	9	19 915	2	2 455	13 436	4 022	554	52 258
1968/69-1970/71	85	6	11 842	-	2 971	5 929	2 942	390	41 126
1971/72	89	7	14 529	-	2 683	5 456	3 366	387	32 133
1972/73	82	7	15 585	7	1 761	3 864	4 203	346	32 605
1973/74	78	8	18 320	-	1 288	4 392	4 927	334	31 629
1974/75	75	7	16 000	-	979	3 859	4 162	293	29 726
1975/76	56	5	10 890	-	206	1 821	2 829	180	21 796
1976/77	43	4	11 760	-	-	1 858	2 002	137	16 255
1977/78	34	3	7 703	-	-	565	2 160	130	13 558
1978/79	30	3	7 770	-	-	-	2 304	137	10 544
1979/80	17	3	8 074	-	-	-	-	32	.

noch Tabelle 3 - Zum Walfang in der Antarktis 1935/36-1979/80

Zeitraum	Zahl der erlegten Wale <sup>a</sup>						
	Insgesamt	Japan	Norwegen	Niederlande	Vereinigtes Königreich	Sowjetunion	Übrige Länder
1935/36-1937/38	35 393	2 727	14 807	-	11 035	-	6 824 <sup>d</sup>
1946/47-1948/49	26 635	1 381	13 884	1 143	6 744	772	2 711
1950/51-1952/53	30 693	3 072	13 672	1 628	5 770	2 295	4 256
1955/56-1957/58	34 838	8 783	13 556	1 647	5 720	2 943	2 189
1960/61-1962/63	35 442	13 853	8 792	1 714	2 726	8 357	-
1965/66-1967/68	19 915	9 916	3 181	-	-	6 818	-
1968/69-1970/71	11 842	5 529	11	-	-	6 302	-
1971/72	14 529	8 711	3	-	-	5 815	-
1972/73	15 585	6 285	-	-	-	9 300	-
1973/74	18 320	7 087	-	-	-	11 233	-
1974/75	16 000	6 656	-	-	-	9 344	-
1975/76	10 890	4 597	-	-	-	6 293	-
1976/77	11 760	5 316	-	-	-	6 444	-
1977/78	7 703	2 668	-	-	-	5 035	-
1978/79	7 770	2 751	-	-	-	5 019	-
1979/80	8 074	3 279	-	-	-	4 759	-

<sup>a</sup> Ausgenommen kleine Wale. - <sup>b</sup> In 1000 barrels. - <sup>c</sup> Durchschnitt pro Jahr. - <sup>d</sup> Davon entfielen 3079 auf Deutschland.

Quelle: The Committee for Whaling Statistics, International Whaling Statistics, Oslo, lfd. Jgg.

"Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources" unterzeichnet<sup>1</sup>. Vor dem Hintergrund des schon seit vielen Jahren intensiven Fischfangs im Antarktischen Ozean, vor allem durch die Sowjetunion, und der erwarteten kräftigen Ausdehnung des Krillfangs wollte man einer Gefährdung einzelner Arten oder gar des gesamten marinen Ökosystems zuvorkommen. Wesentliches Ziel der Konvention ist der Erhalt der lebenden Ressourcen der Antarktis, wobei aber eine "rationale" Nutzung erlaubt ist. Im einzelnen soll die Dezimierung einer Population unter ein Niveau verhindert werden, das eine stabile Reproduktionsrate sichert; dazu darf der Bestand nicht wesentlich unter jenen Umfang sinken, der die "maximale, nachhaltig erzielbare Fangmenge" garantiert. Weiterhin sollen die Beziehungen zwischen den Teilen des gesamten Ökosystems (vgl. Schaubild 1) erhalten und ein Beitrag zur Erholung der Bestände stark dezimierter Arten (Wale) geleistet werden (Artikel II, 3a-c). Zur Erfüllung der im Vertrag genannten Aufgaben wird eine Kommission eingesetzt, die von einem wissenschaftlichen Komitee beraten wird und einstimmig entscheidet.

Die Problematik dieser Konvention liegt einmal in dem Mangel an fundierten Kenntnissen über die entscheidenden quantitativen Größen dieses Ökosystems (siehe oben). Noch gravierender scheint aber die Gefahr, daß die Wissenschaftler nicht unabhängig von der Kommission agieren bzw. sich nicht durchsetzen können und außerdem aufgrund des sehr unterschiedlichen nationalen Interesses der Unterzeichner am Krill- und Fischfang in der Antarktis die Kommission überhaupt entscheidungsunfähig wird.

---

<sup>1</sup> Der Text des Abkommens sowie ein Kommentar finden sich in "Polar Record", Vol, 20, No. 127, Jan. 1981.

#### 2.1.4 Möglichkeiten und Grenzen einer forcierten Ausbeutung der Ressourcen

Die in Tabelle 2 ausgewiesenen Schätzungen über Bestände und "Produktion" einzelner Tierarten lassen ein großes Potential insbesondere an Krill und übrigem Zooplankton, aber auch an Fischen und Tintenfischen erkennen. Ob und inwieweit dieses Potential für menschliche Zwecke nutzbar gemacht wird, hängt von der Art der Beantwortung einer Reihe z.T. interdependenter Fragen ab:

1. Lohnt der Fang?
2. Wie hoch sind - in Abhängigkeit von der Fangmenge - die Gefahren einer verstärkten Nutzung für das Ökosystem einzuschätzen?
3. Welche für alle Länder verbindlichen Konsequenzen werden bei einer vermehrten Gefährdung gezogen?

Die in diesem Zusammenhang bewußt sehr allgemein formulierte erste Frage umfaßt das komplexe Problem einer ökonomischen Bewertung eventueller Fangaktivitäten, auf die an anderer Stelle (S. 67) ausführlich eingegangen wird. Hier soll nur kurz der Teilaspekt diskutiert werden, bei welcher der genannten Tierarten aufgrund ihrer Häufigkeit, gemessen z.B. als erreichbare Fangmenge pro Schiff und Tag, eine Nutzung denkbar ist. Für Krill und einige Fischarten ist diese Frage eindeutig positiv zu beantworten. Im Gegensatz hierzu lassen die verfügbaren Unterlagen und Erfahrungen in bezug auf die Tintenfische eine klare Antwort nicht zu. So liegen für den Bereich des Antarktischen Ozeans in der Fangstatistik keine Angaben vor. In den angrenzenden nördlichen Gebieten, insbesondere bei Neuseeland, wurde dagegen die Fangmenge relativ stark ausgedehnt [Everson, 1977, S. 72 f.]. Die wesentliche Ursache dafür, daß Tintenfische im Antarktischen Ozean bisher nur als Beifang angefallen sind, dürfte vor allem in der Fähigkeit der Tiere begründet liegen, den Netzen auszuweichen [Wormuth, 1978]. Die Schätzungen über den Bestand an übrigem Zooplankton (außer

Krill) sind als wenig zuverlässig anzusehen [Green, 1978, S. C-16]. Dieser Gruppe von Tieren gehört eine große Zahl sehr unterschiedlicher Arten an, über deren Biologie und Verteilung relativ wenig bekannt ist. Eine Nutzung ist gegenwärtig nicht abzusehen.

Die oben erwähnte Bestandsreduzierung der Wale hat über die dadurch verursachte Erweiterung des Nahrungsangebots in Form von Krill zu einer Ausweitung der Seehund- und Pinguinbestände geführt. Eine Wiederaufnahme von Robbenfängen ist prinzipiell denkbar, nur liefert die mit einem Anteil von etwa 85 vH am Gesamtbestand (ca. 17 Mill. Stück) verbreitetste Art, die "Krabbenfresser-Robbe", keine besonders wertvollen Produkte, so daß eine Nutzung z.Z. aus ökonomischen Gründen unterbleibt [Everson, 1977, S. 199]. Das seit einigen Jahren beobachtete starke Wachstum der Bestände der Pelzrobber (17 vH pro Jahr) läßt aber in absehbarer Zeit eine Wiederaufnahme der Fänge möglich erscheinen [Field Work, 1977, S. 598]. Auch für Pinguine ist - unabhängig von den oben erwähnten Abmachungen - eine kommerzielle Nutzung nicht absehbar.

In der Diskussion über die lebenden Ressourcen der Antarktis spielt der Gedanke einer möglichst effizienten Nutzung der Reserven eine wichtige Rolle. Ansatzpunkt sind einerseits die in der Nahrungskette von Stufe zu Stufe entstehenden Verluste an primärer Biomasse und andererseits die in der Regel einfacheren Fangmöglichkeiten der höheren Glieder der Kette (z.B. Wale). Das ökologische System der Antarktis stellt nur insofern eine Besonderheit dar, als hinsichtlich des zentralen Gliedes der Kette (Krill) ein sehr großer Sprung zu den größten Tieren stattfindet. Die Ursache liegt in der Schwarmbildung des Krill, der selbst so großen Tieren wie dem Wal eine ausreichende Nahrungsdichte bietet. Nach der starken Dezimierung der Walbestände ist es genau diese Eigenschaft des Krill, die auch eine menschliche Nutzung erst möglich macht. Da, wie schon dargelegt, der mögliche Gesamtertrag bei der Nutzung des Krill höher liegen dürfte als bei der Nutzung der Endglieder der Kette (Wale, aber auch Seehunde, Pinguine, Tintenfische, Fische),

bietet sich bei verstärkten Krillfängen eine gleichzeitige Nutzung dieser "Räuber" an [Hempel, 1977, S. 206]. Derartige Vorschläge in Richtung einer Gesamtbewirtschaftung des antarktischen, marinen Ökosystems verlangen eine genaue Kontrolle von Fängen und Beständen der einzelnen Arten; die wissenschaftlichen Voraussetzungen hierfür und damit auch für die Funktionsfähigkeit des Schutzabkommens sollen im Rahmen der SCOR<sup>1</sup>-Working-Group 54 und des von ihr initiierten Programms BIOMASS<sup>2</sup> erarbeitet werden.

## 2.2 Schätzungen über Umfang und regionale Verteilung der Krill- und Fischbestände

Die Diskussion über das Potential des Antarktischen Ozeans an lebenden Ressourcen hat ergeben, daß neben den - zumindest zeitweise - schon bisher genutzten Wal-, Seehund- und Fischbeständen vor allem der Krill große Möglichkeiten für die menschliche Nutzung bietet. Da auch der Fischfang, gemessen am Gesamtpotential, noch ausdehnungsfähig erscheint, soll auf die Biologie von Fischen und Krill, auf potentielle Fangmengen sowie auf die Möglichkeiten zur Abschätzung der Größenordnung dieser Reserven eingegangen werden.

### 2.2.1 Biologie und räumliche Verteilung

#### Krill

Der Begriff Krill kommt aus dem norwegischen Sprachgebrauch und bedeutet Walfutter. Obwohl hierzu eine große Zahl planktonfressender Krebstiere gehören, wird Krill heute allgemein als Synonym für die Spezies *Euphausia superba* verwendet, die größte und bei weitem häufigste Art der Euphausiden. Es handelt sich

<sup>1</sup> Scientific Committee on Oceanic Research.

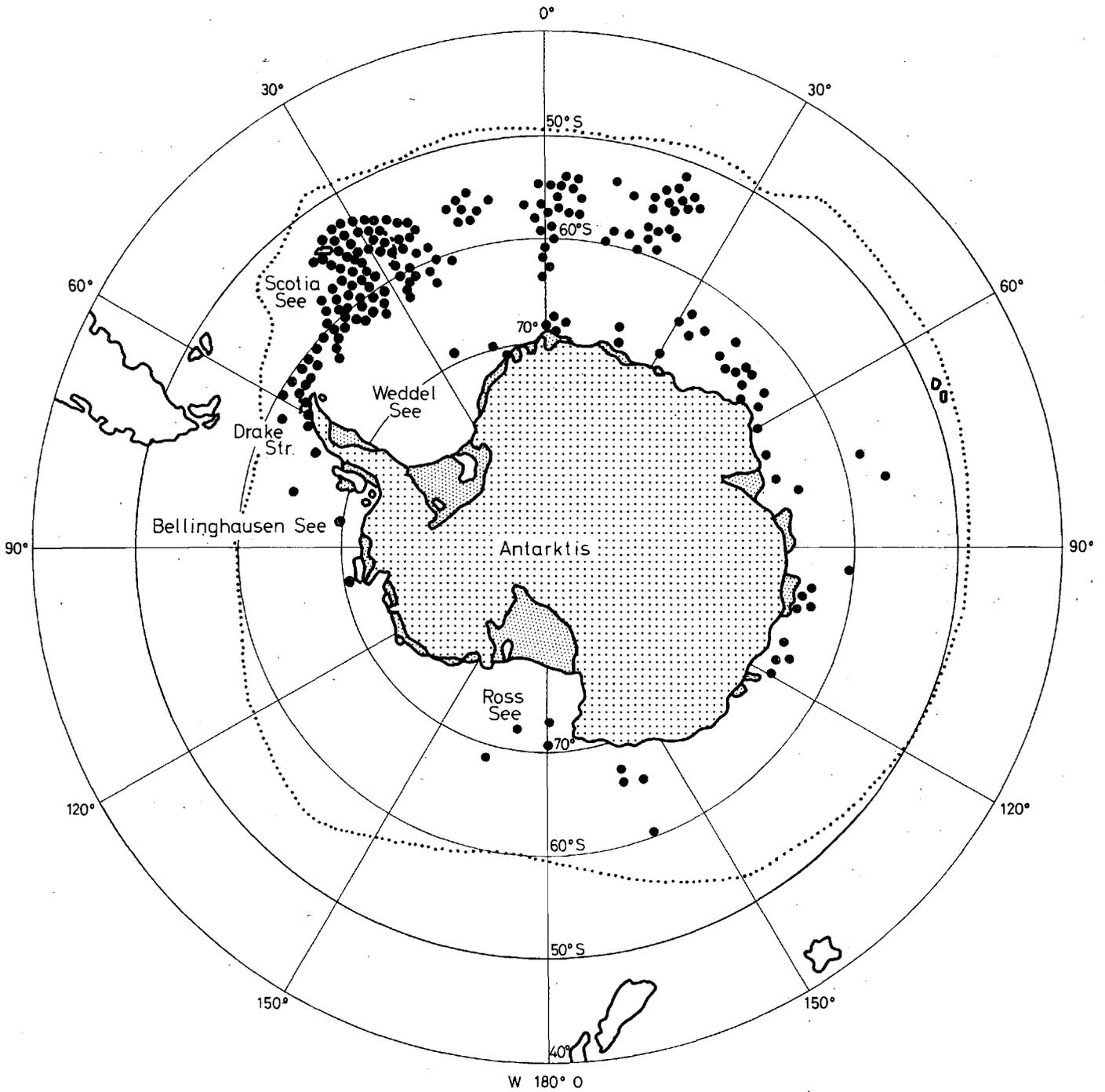
<sup>2</sup> Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks.

um ein bis zu 6 cm langes krabbenähnliches Tier, das von Phytoplankton, aber auch von organischen Abbaustoffen (Detritus) lebt. Die Laichzeit liegt zwischen Januar und März. Die Eier sinken in beträchtliche Tiefe, aus der die geschlüpften Larven während des Durchlaufens der verschiedenen Entwicklungsstadien wieder an die Oberfläche steigen. Der Lebensraum des ausgewachsenen Tieres, das etwa zwei bis drei Jahre alt wird, liegt in den oberen Wasserschichten bis zu 200 m Tiefe.

Eine wichtige Eigenschaft des Krill ist die Schwarmbildung. Es wird angenommen, daß die Schwärme zur Nahrungsaufnahme an die Oberfläche wandern, sich dort auflösen und anschließend in etwas tieferen Schichten wieder neu formieren. Danach müßte die Schwarmbildung um so ausgeprägter sein, je größer das Nahrungsangebot ist [Everson, 1977, S. 38]. Die allgemeine Gültigkeit dieser Erklärung konnte jedoch bisher nicht bestätigt werden. Auch besteht noch weitgehende Unklarheit über die Zusammenhänge zwischen Laichgebieten, Meeresströmungen und horizontaler Verteilung des ausgewachsenen Krill. Wenn Krill auch im gesamten Gebiet des Antarktischen Ozeans vorkommt, so ist doch die Häufigkeit in der Nähe des Kontinents (Ostwinddrift) am größten und nimmt mit Annäherung an die antarktische Konvergenz ab. Besondere Konzentrationen treten in der Mischungszone von Weddell-Drift und allgemeiner zirkumpolarer Strömung sowie in der Nähe des Scotia-Bogens in Verlängerung der Antarktischen Halbinsel auf (Karte 6). Ob es nur ein prinzipielles Laichgebiet oder nur eine Population gibt, wobei die horizontale Verteilung der Tiere durch die Meereströmungen geschieht, oder ob verschiedene Bestände existieren und eine Verfrachtung mit den Strömungen durch Eigenbewegungen der Tiere größtenteils verhindert wird, ist nicht geklärt [Everson, S. 38 ff.]. Für die Kontrolle der Bestände bei einer verstärkt einsetzenden Befischung und der eventuellen Festsetzung von Fangquoten ist die Beantwortung dieser Fragen jedoch von großer Wichtigkeit und dürfte im Vordergrund der Aktivitäten dieses Forschungsbereichs stehen.

Karte 6

Häufigkeit des Auftretens von Krill (nach MARR 1962, S. 39)



## Fisch

Von den ungefähr 160 in der Antarktis vorhandenen Fischarten dürften aufgrund ihrer Größe und Häufigkeit nur rd. 10 von kommerziellem Interesse sein und davon der größte Teil auch nur als Beifang [Kock, 1975, S. 45]. Die größten Arten sind *D. mawsoni* und *D. elegionides* (Tabelle 4). Sie erreichen eine Länge von rd. 175 cm und ein Gewicht von 75 kg. Die häufigste Art ist der südliche Blaue Wittling, der maximal 60 cm lang wird. Er erreicht ein Gewicht von 1,5 kg und hat eine besonders wertvolle Leber.

Da nur in wenigen Gebieten kommerzieller Fischfang betrieben wird (z.B. Süd-Georgien, Kerguelen, Crozet-Inseln) und auch für diese Gebiete die Fangstatistiken sehr unzuverlässig sind, sind Angaben über die Verbreitung der einzelnen Arten mit großer Vorsicht zu behandeln [Everson, 1977, S. 75]. In den Karten 7-9 sind die Verbreitungsgebiete ausgewählter Arten angegeben. Das in den Karten nicht gesondert aufgeführte Verbreitungsgebiet von *Chamsocephalus gunnari* deckt sich weitgehend mit dem von *N. rossii marmorata*.

Der Patagonische Hecht tritt vornehmlich im patagonischen Schelfgebiet auf und dürfte im Antarktischen Ozean kaum gefangen werden. Die wichtigsten biologischen Eigenschaften sind ein relativ langsames Wachstum und späte Geschlechtsreife (5-10 Jahre).

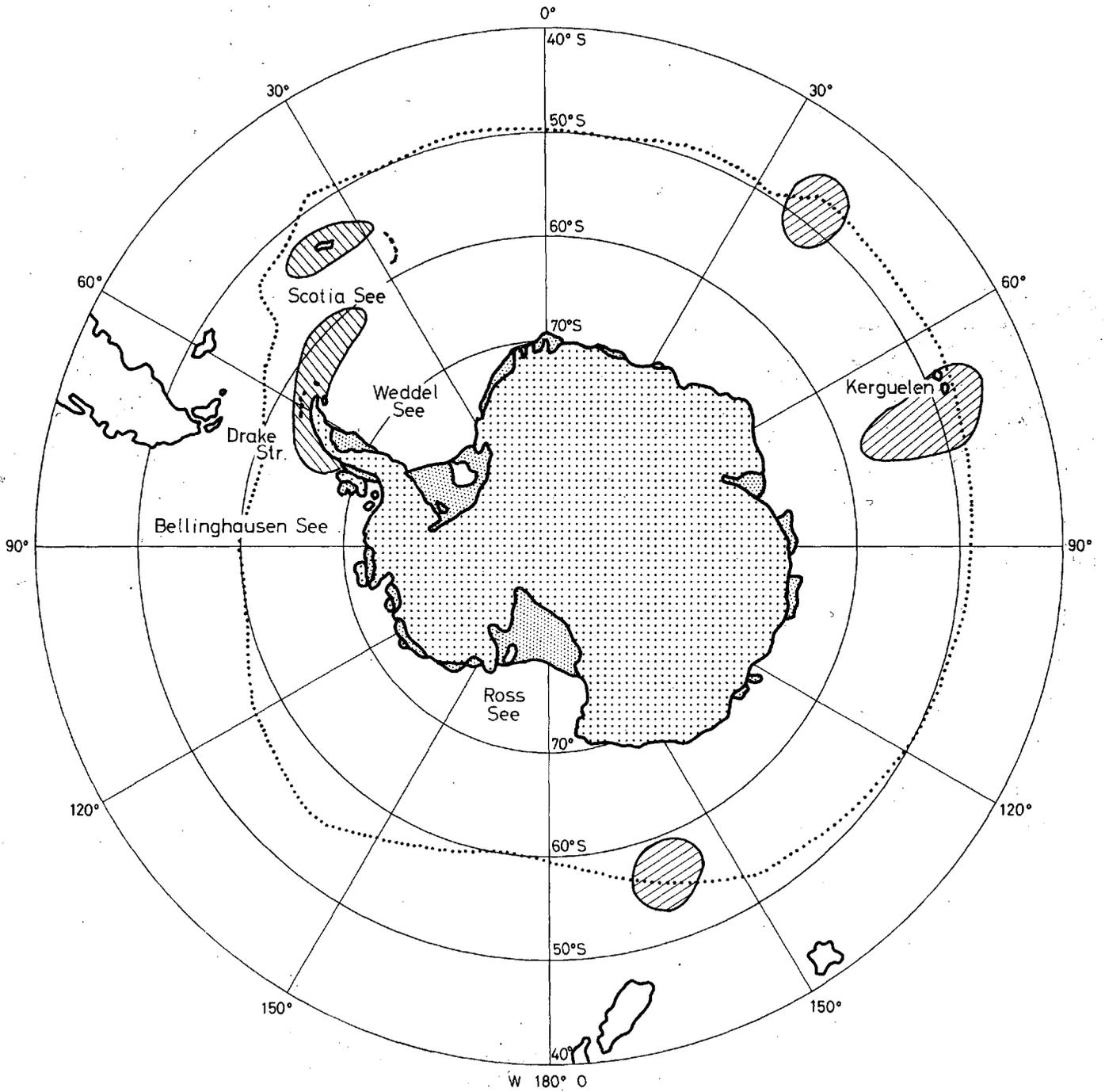
Tabelle 4 - Wichtige Fischarten des Antarktischen Ozeans

Gattung	Art	Allgemeiner Name	Lebensweise	Tiefe (m)
Gadidae	<i>Micromesistius australis</i>	Südlicher blauer Wittling	Generell pelagisch in der Umgebung des Kontinentalschelfs; auch Fänge mit Grundnetzen, aber größere Fänge mit Hochseenetzen	200-650 10- 70
Notothenidae	<i>N. neglecta</i>		Demersal, im Schelfgebiet des Scotia-Bogens und rund um den Kontinent	0-200
	<i>N. gibberifrons</i>	Antarktischer Knurrhahn	Demersal, Schelfgebiet des Scotia-Bogens	5-350
	<i>N. rossii marmorata</i>	Antarktischer Marmorbarsch	Ausgewachsen: Demersal/pelagisch im Schelfgebiet	0-400
	<i>Dissostichus mawsoni</i>		Vornehmlich pelagisch im offenen Ozean	20-200
	<i>D. eleginoides</i>	Schwarzer Seehecht	Vornehmlich pelagisch	70-800
Channichthyidae	<i>Champocephalus gunnari</i>	Weißblutfisch	Pelagisch/demersal im Schelfgebiet	0-450
Merlucciidae	<i>Merluccius hubbsii</i>	Patagonischer Hecht	Patagonisches Schelf, nur ausnahmsweise im Antarktischen Ozean	

Quelle: Everson /1977, S.87 ff/ und Antarktis-Expedition 1977/78 /1979, S.71 f./.

Karte 7

Verbreitung von **A** *Notothenia Rossii*  
**B** *Notothenia Rossii Marmorata* (nach EVERSON, S.81)

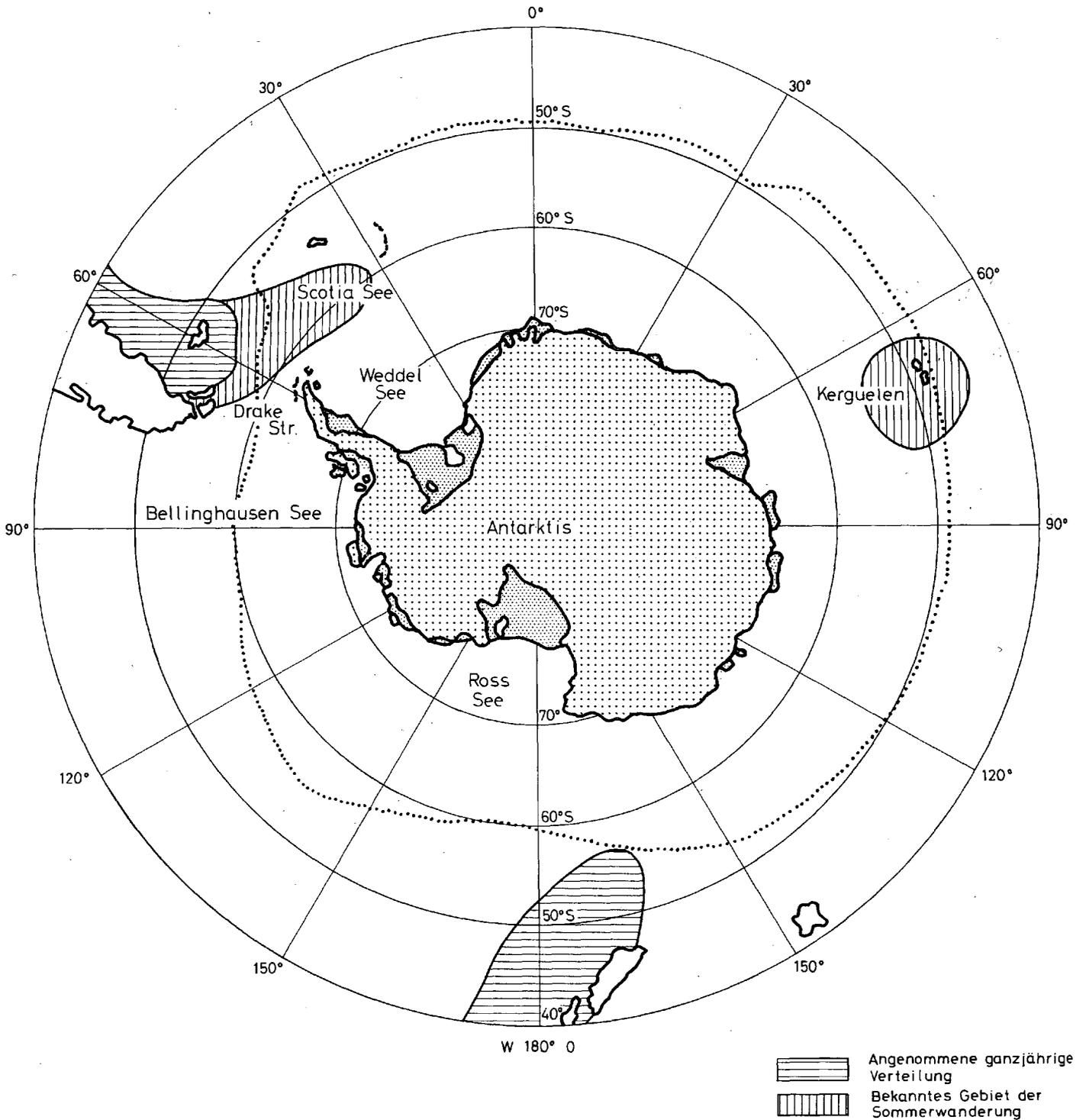


 *Notothenia Rossii*  
 *Notothenia Rossii Marmorata*

Karte 8

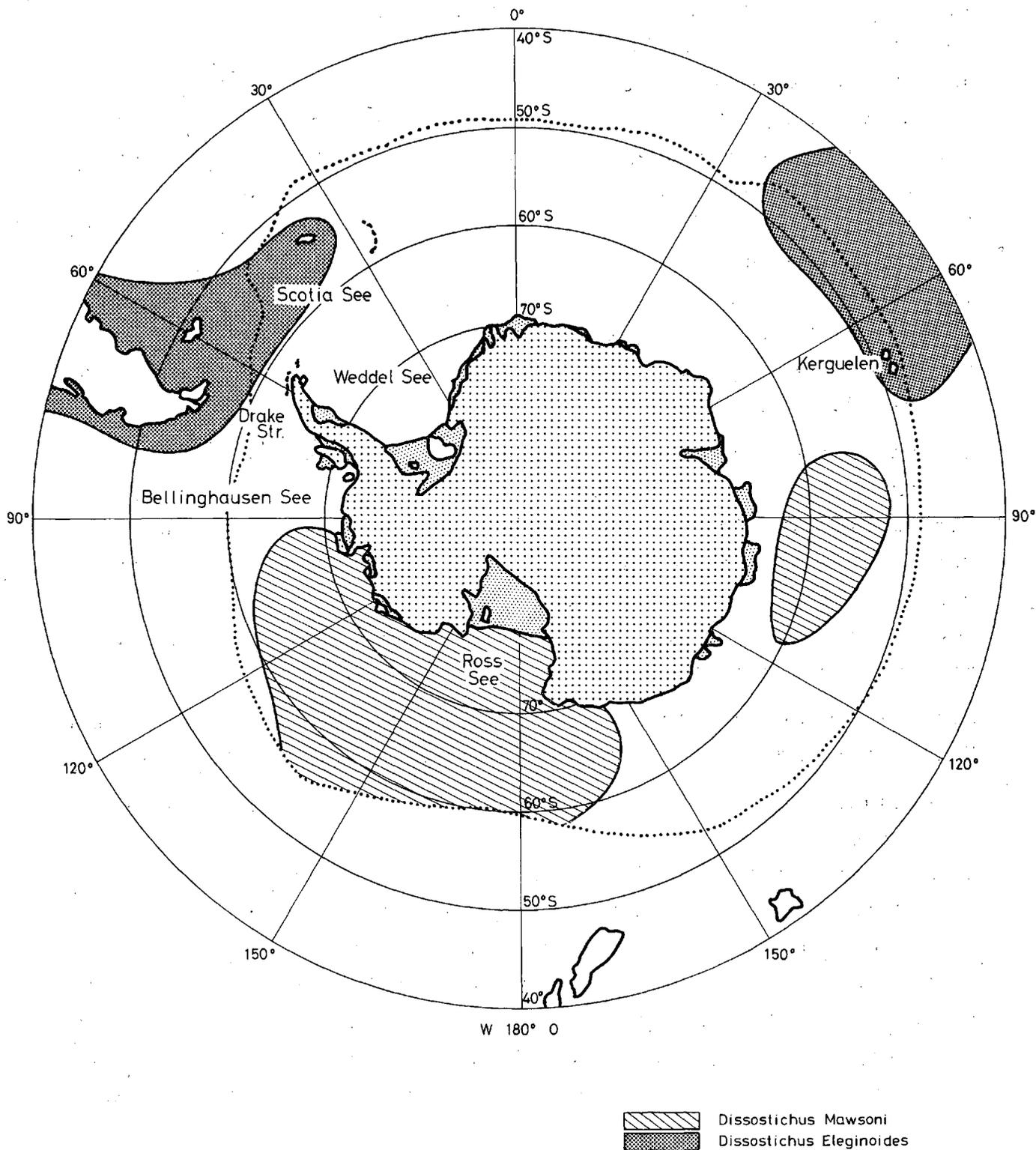
Verbreitung des südlichen blauen Wittlings (*Micromesistius Australis*)

(nach Everson 1977, S.77)



Karte 9

Verbreitung von **A** *Dissostichus Mawsoni* **B** *Dissostichus Eleginoides* (nach EVERSON, S. 82)



### 2.2.2 Biomasse und maximaler, nachhaltig erzielbarer Ertrag.

Als wichtige Kenngröße für die kommerzielle Nutzung von Fischbeständen wird der maximale, nachhaltig erzielbare Ertrag (maximal sustainable yield, MSY) angesehen. Die Übertragung dieses ursprünglich für die Endglieder der Nahrungskette - also z.B. größere Fische - entwickelten Konzepts auf den Krill bereitet erhebliche Schwierigkeiten, da hier der Mensch als Konkurrent neben eine Reihe anderer "Verbraucher" tritt. Die Höhe der Fangmenge hängt vom Anteil des Verzehrs der "Räuber" am MSY und von den Zielen ab, die man hinsichtlich der Bestände der Räuber hat. Ist der gegebene Verzehr durch Räuber ungefähr gleich dem MSY, so führt eine Befischung zu einer Verminderung der Bestände dieser Räuber.

Die zur Abschätzung des MSY notwendigen Basisinformationen über Bestände (Biomasse), Produktion, Fruchtbarkeit, Zuwachsraten, Alter sowie langjährige Fangstatistiken sind allerdings noch sehr lückenhaft bzw. differieren in den einzelnen Untersuchungen erheblich. In der folgenden Zusammenstellung und Diskussion von Schätzungen einzelner Autoren kann es deshalb nur um ein Erfassen der Größendordnungen gehen.

Methodisch gesehen unterscheidet man im wesentlichen die folgenden Vorgehensweisen [Everson, 1977, S. 54 f.; Green, 1978, S. C-15]:

1. Annäherung an den MSY durch Auswertung langjähriger Fangstatistiken.
2. Abschätzung der Bestände (Biomasse) durch Fangproben. Anschließendes Hochrechnen auf die jährliche Produktion mit Hilfe angenommener Konversionsfaktoren, die sich u.a. aus dem durchschnittlichen Lebensalter der Tiere ergeben<sup>1</sup>.
3. Schätzung der Primärproduktion (Phytoplankton) mit Hilfe von Stichproben. Hochrechnen der Produktion durch die einzelnen Glieder der Nahrungskette mit Hilfe von Konversionsfaktoren.

---

<sup>1</sup> Bei sehr kurzlebigen Arten kann die jährliche Produktion größer als der Bestand (Biomasse) sein. Der MSY hängt vor allem ab vom Anteil der (sexuell) reifen Tier an der Produktion und damit ebenfalls vom durchschnittlichen Lebensalter.

4. Schätzung der Produktion der jeweiligen Tierart durch Ableitung aus geschätztem Bestand und Konsum der jeweils höheren Glieder der Nahrungskette.

Unter der Voraussetzung, daß die Fangstatistiken zuverlässig sind, dürfte die erste der beschriebenen Möglichkeiten zur Schätzung des MSY auch die sicherste sein. Zusätzlich müßten aber auch die Bestände der in der Nahrungskette benachbarten Tierarten beobachtet werden. Für den Antarktischen Ozean scheidet dieses Vorgehen allerdings weitgehend aus, da bisher nur für einige Fischarten und für wenige Jahre Fangdaten vorliegen. Zudem ist das Fanggebiet nicht klar abzugrenzen. Die deshalb weitgehend mit Hilfe der Methoden 2-4 geschätzten Zahlen sollen getrennt für Krill und Fisch diskutiert werden.

### Krill

Die Bestands- und Produktionsschätzungen für Krill bereiten aus verschiedenen Gründen besondere Schwierigkeiten. Zum einen ist die großräumige zirkumpolare Verteilung, die u.a. im Zusammenhang mit Meeresströmungen und Nahrungsangebot steht, noch nicht geklärt. Zum anderen macht die Schwarmbildung, über deren Verteilung, Größe und Dichte noch wenig bekannt ist, direkte Schätzungen durch Fangproben fast unmöglich. Als erschwerender Faktor kommt hinzu, daß durch die geringe Lebensdauer von 2 bis 3 Jahren sehr starke jährliche Bestands- und Produktionsschwankungen auftreten können. Tabelle 5 enthält die nach den verschiedenen Methoden geschätzten Größenordnungen. Als relativ zuverlässig werden hierbei die Angaben über den Konsum von Walen und Vögeln angesehen, da deren Bestand und Verzehr verhältnismäßig einfach zu schätzen ist.

Nimmt man die Extremwerte, so liegt die jährliche Produktion zwischen 16,3 Mill. t und 1,65 Mrd. t. Andere Autoren<sup>1</sup>, die direkt von einem Krillbestand von 200 Mill. bis 600 Mill. t

---

<sup>1</sup> Zitiert nach Green [1978, S. C-17].

Tabelle 5 - Geschätzte Krillproduktion pro Jahr (Mill. t)

A. Ausgangsgröße: Primärproduktion						
Primärproduktion	6 500 - 33 000					
Konversionsrate	10%		2,5%			
Gesamtproduktion an Zooplankton	650-3.300		163-825			
Anteil Krill am Zooplankton	50%		10%		50%	
Krillproduktion	325-1 650	65-330	81,5-412,4	16,3-82,5		
B. Ausgangsgröße: Konsum der Räuber						
43	64	15-20	100	-	>	200
(43)	(106)	(14)	(100)	(64) <sup>a</sup>	>	300
Wale	Seehunde	Vögel	Tintenfische	Fische		Summe
<sup>a</sup> Angaben in Klammern nach Green, 1978, S. C-21.						

Quelle: Everson, 1977, S. 126.

ausgehen, kommen bei einem unterstellten Verhältnis zwischen Bestand und Produktion in Höhe von 1 : 1,8 zu Produktionsmengen von 360 Mill. t bis 1,08 Mrd. t/Jahr. Diese Angaben stehen zumindest nicht im Widerspruch zu den aus dem Konsum der Räuber abgeleiteten Mengen.

Bei der Diskussion über die maximale jährliche Fangmenge wird in der Regel nicht erörtert, inwieweit man eine Verminderung der Räuber, das sind insbesondere Wale, Krabbenfresser-Seehunde und Pinguine, letztlich aber alle dem Krill folgenden Glieder der Nahrungskette, in Kauf nimmt, bzw. auch deren Nutzung anstrebt. Auch wenn man von einer durch Verringerung des Walbestandes "freigesetzten" Krillmenge von 150 Mill. t ausgeht [Hempel, 1977, S. 205], müßte die jährliche Fangmenge wohl erheblich niedriger liegen, will man die derzeitigen Bestände

der anderen Räuber, die sich vermehrt haben dürften, nicht wesentlich reduzieren [Green, 1978, S. C 26]. Als Größenordnung, bei der man nur geringe Einflüsse auf die Bestände der Räuber erwartet, werden rd. 50 Mill. t jährliche Fangmenge für vertretbar gehalten [Hempel, 1977, S. 206]. Bei dieser globalen Aussage ist allerdings zu beachten, daß die regionale Verteilung der Krillproduktion und des Krillkonsums im Antarktischen Ozean keineswegs deckungsgleich ist. Entsprechend ihrer begrenzten "Reichweite" liegt der Schwerpunkt des Verbrauchs durch Seehunde und Pinguine in der Nähe der Küsten, während die Wale vornehmlich in küstenfernen Regionen auftreten. Würde sich der Krillfang auf küstennahe Gebiete konzentrieren, so wäre schon bei erheblich geringeren Fangmengen eine Verminderung der Bestände der Räuber zu erwarten.

Von Everson wurde der Vorschlag gemacht, den Krillfang zunächst auf 5 Mill. t zu begrenzen, wobei für jedes Land eine Quote von 50 000 t erlaubt sein sollte, die jährlich um maximal 20 vH gesteigert werden dürfte<sup>1</sup> [Everson, 1977, S. 137]. Im Vergleich hierzu sind die tatsächlichen Fänge von 40 000 t (1975) inzwischen auf 425 000 t (1980) gestiegen (Tabelle 6). Hiervon wurden 69 vH in der Fangzone 48 und 31 vH in der Fangzone 58 gefangen. Den bei weitem größten Anteil an den Fängen hatte mit reichlich 90 vH (1980) die Sowjetunion. Außerdem betreibt lediglich noch Japan Krillfang auf kommerzieller Basis. Da allgemein mit einer weiteren Verstärkung der Fangaktivitäten gerechnet wird, haben zahlreiche Autoren, z.T. in Anlehnung an die Vorschläge des SCAR<sup>2</sup> von 1977 zur Schaffung eines gesonderten

<sup>1</sup> In die gleiche Richtung geht die Alternative D einer Reihe von Alternativvorschlägen des amerikanischen Außenministeriums zur Formulierung eines internationalen Abkommens [vgl. USA/Dep. of State 1978, S. 6].

<sup>2</sup> Vorschlag auf der Konferenz von Woods Hole (1976), ein koordiniertes Programm: Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS) zu begründen. Vgl. SCAR/SCOR Group on the Living Resources of the Southern Ocean (SCOR Working Group 54). Report of a meeting held at Woods Hole. USA, 23-24. August 1976. In: SCAR-Bulletin, No. 55 (Jan. 1977) Die Abwicklung dieses Programms hat vor 2 Jahren begonnen.

Tabelle 6 - Fänge von Krill in der Antarktis 1975-1980, 1000 t

	Fangzone <sup>a</sup>	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Krill insgesamt		40,0	3,3	122,5	142,8	386,9	424,8
Polen	41	-	0,6	-	-	-	-
UdSSR	41	-	-	-	-	-	0,2
gesamt	41	-	0,6	-	-	-	0,2
Bulgarien	48	-	-	-	0,1	-	-
Deutsche Demokratische Republik	48	-	-	-	-	0,1	-
Polen	48	-	-	7,0	-	-	0,2
UdSSR	48	38,9	0,5	99,8	89,8	321,2	291,3
gesamt	48	38,9	0,5	106,8	89,9	321,3	291,5
Japan	58	1,1	2,3	10,5	26,0	36,9	36,3
UdSSR	58	-	-	1,9	26,8	28,0	96,9
gesamt	58	1,1	2,3	12,4	52,8	64,9	133,2
Polen	88	-	-	-	-	-	-
UdSSR	88	-	-	3,4	-	0,6	-
gesamt	88	-	-	3,4	-	0,6	-

<sup>a</sup> Vgl. Karte 5.

Quelle: FAO, Yearbook of Fishery Statistics (Catches and Landings), Rom, lfd. Jgg.

Programms "BIOMASS", eine strenge Überwachung der Fänge sowie etwaiger Auswirkungen auf das Ökosystem, insbesondere auf die Bestände anderer Tierarten vorgeschlagen<sup>1</sup>. Den rechtlichen Rahmen hierfür bildet das inzwischen unterzeichnete, oben angesprochene Schutzabkommen. Da die Krillvorkommen nicht gleichmäßig im Antarktischen Ozean verteilt sind - Konzentrationen gibt es vor allem im Weddell- und Scotia-Meer (vgl. Karte 6) -, wird weiterhin angeregt, die Fangquoten für bestimmte Gebiete<sup>2</sup> festzulegen [Green, 1978, S. C-26]. Wie das Jahr 1976 bestätigt zu haben scheint, sind die jährlichen Bestandsschwankungen erheblich. Auch in der Saison 1977/78 wurden deutlich weniger reichliche Krillvorkommen festgestellt als in anderen Jahren [Antarktis-Expedition 1977/78, 1979, S. 62 f.]. Daraus leitet sich die Forderung ab, eventuelle Fangquoten jährlich den Bestandschwankungen anzupassen.

### Fisch

Die Schätzung der Fischbestände und -produktion bereitet Schwierigkeiten, da es offensichtlich in den verschiedenen Schelfgebieten des Antarktischen Ozeans voneinander mehr oder weniger unabhängige Populationen gibt und zudem die Fangstatistik in der regionalen Abgrenzung unzureichend ist. In der Fischfangstatistik der FAO sind für die antarktischen Regionen (48, 58, 88) bis 1975 keine Fänge ausgewiesen. Durch die Erweiterung der Fangzonen 48 und 58 (Karte 5) im Jahre 1976 sind wichtige Fanggebiete wie Südgeorgien (48) und die Kerguelen (58) dem Antarktischen Ozean zugeschlagen worden. Diese Maßnahme war sachlich sicherlich gerechtfertigt, beeinträchtigt aber erheblich die Analyse der Fänge im Zeitablauf. Nach Everson gibt es Anzeichen dafür, daß schon um 1970 die Bestände

---

<sup>1</sup> Vgl. dazu Everson [1977, S. 134 f.]; Green [1978, S. C-28]; Hempel [1977, S. 206]; Potter [1969].

<sup>2</sup> Einen Vorschlag für eine feinere Unterteilung der Fangzone 48 unterbreitet Everson [1977, S. 132].

um Südgeorgien und die Kerguelen überfischt waren [Everson, 1977, S. 104 f.]. Als Indiz wird der - vorübergehend - starke Rückgang der Fänge der Sowjetunion, die vor allem in diesen Gebieten aktiv war, gewertet. Für die Regionen 48 und 58 wird 1979/80 in der FAO-Statistik eine Fangmenge für Fische<sup>1</sup> in Höhe von reichlich 100 000 t ausgewiesen. Seit 1975/76 (knapp 60 000 t) sind die Ergebnisse unter Schwankungen deutlich gestiegen. Wichtigste im Fischfang dieses Gebiets aktive Nation war die Sowjetunion mit einem Anteil von etwa 75 vH (1979/80). Seit einigen Jahren werden auch für Polen und die DDR - allerdings noch geringe - Fangmengen ausgewiesen.

Aufgrund eigener Analysen und unter Berücksichtigung der historischen Fangentwicklung kommt Everson zu einem MSY für Südgeorgien von rd. 50 000 t und für die Kerguelen von 77 000 t.

Diese Angaben beziehen sich auf alle Fischarten zusammen. Dabei wurde als Faustregel ein Anteil der sexuell reifen Fische an der Produktion und von der Produktion am Bestand aller Fische von jeweils einem Drittel unterstellt [Everson, 1977, S. 104 f.]. Dieser relativ niedrige Anteil ist vor allem auf das geringe Wachstum und die späte sexuelle Reife der Fische zurückzuführen. Untersuchungen über den MSY für das Gesamtgebiet des Antarktischen Ozeans (Regionen 48, 58, 88) liegen nicht vor, so daß eine Verbindung zwischen derzeitigen und potentiellen Fangmengen schwer hergestellt werden kann. Schätzungen des Fischkonsums durch Räuber führen zu rd. 15 Mill. t, wobei der Konsum der Vögel und Seehunde dominiert.

Da es sich bei den befischten Arten hauptsächlich um demersal lebende, nur langsam wachsende Fische handelt, das Schelfgebiet der Antarktis aber relativ klein und zudem über einen großen Teil des Jahres mit Eis bedeckt ist, wird das Fangpotential - trotz örtlich guter Fangerfolge der deutschen Expedition 1977/78 im Gebiet der Süd-Shetland-Inseln und entgegen den relativ hohen Schätzungen der Bestände und des Verzehrs durch Räuber

---

<sup>1</sup> Gesamtfänge abzüglich Krill [FAO, (a), 1980]. Die dritte Fangregion (88) kann aufgrund der unbedeutenden Mengen vernachlässigt werden.

Tabelle 7 - Fänge<sup>1</sup> von Fisch und Seetieren, Welt insgesamt (1000 t)

Jahr Kategorie	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Süßwasserfische	8371,7	8903,0	9154,2	5793,0	5831,5	6171,3	5941,6	6073,8	5782,8	5656,8	6196,9
Wechselfische	1572,8	1567,6	1417,0	1537,8	1479,5	1530,8	1545,7	1644,1	1683,8	1789,8	1834,3
Seefische	54257,7	54068,8	49072,7	49223,0	52843,5	51971,4	55224,8	53523,8	55058,4	55225,8	55495,4
Krustentiere	1636,9	1688,5	1754,7	2345,8	2483,4	2452,7	2518,2	2818,4	2951,7	3134,8	3267,3
davon:											
Krabben, Garnelen usw.	966,5	1031,2	1093,7	1289,3	1349,5	1331,8	1499,9	1671,6	1698,8	1560,5	1681,0
Krill	-	-	-	-	0,6	40,0	3,3	122,5	142,8	386,9	424,8
Weichtiere	3356,1	3342,7	3358,0	3675,0	3995,9	4112,9	4392,5	4627,6	4768,1	4937,3	5218,3
Insgesamt	69195,2	69570,6	64756,6	62824,4	66466,2	66376,3	79753,0	68914,0	70438,6	71265,6	72190,8
Meeressäuger <sup>2</sup>											
davon:											
Wale <sup>3</sup>	.	47,9	42,1	47,3	46,3	43,7	38,2	33,4	26,9	25,0	.
davon:											
in der Antarktis <sup>4</sup>	.	12,1	11,5	9,8	10,2	9,0	4,9	3,9	2,7	2,3	.
Seehunde	520,5	462,0	365,7	329,9	352,5	371,1	337,7	419,3	427,1	449,0	.

<sup>1</sup> "Nominale" Fänge: Gleich dem Lebendgewicht-Äquivalent der angelandeten Fänge. - <sup>2</sup> In 1000 Stück. - <sup>3</sup> Z.T. Walfangjahre, d.h. z.B. 1970: 1969/70. - <sup>4</sup> Nicht enthalten sind "Minkewale", da der Teil, der in der Antarktis gefangen wird, nicht gesondert ausgewiesen ist. Nach Schätzungen waren es 1976 ca. 6000 Stück (Brown, 1976, S.86).

Quelle: FAO, Yearbook of Fishery Statistics 1976 (Catches and Landings), Rom, lfd. Jgg.

(vgl. Tabelle 2) - sehr vorsichtig beurteilt. Auf kommerzieller Basis dürften Fische demnach vorwiegend nur als Beifang von Interesse sein. In Ermangelung konkreter Schätzungen soll bei den weiteren Überlegungen von einem MSY von 400 000-800 000 t ausgegangen werden.

### 2.2.3 Bedeutung der Ressourcen aus nationaler und internationaler Sicht

Zur Beurteilung der Größenordnung der geschätzten potentiellen Fangmengen von Fischen und Krill in der Antarktis bietet sich ein Vergleich mit der tatsächlichen Erzeugung jener Produkte an, die in den verschiedenen Verwendungsrichtungen als Substitute angesehen werden können. Im Fall des direkten menschlichen Konsums handelt es sich dabei vor allem um Fische und andere Meerestiere; bei der Verwendung als tierisches Futtermittel (z.B. Krillmehl) um tierische oder pflanzliche Erzeugnisse, die ähnliche Futterwerte haben.

In Tabelle 7 sind die Fänge von Fischen und anderen Seetieren für die Welt insgesamt aufgeführt. Als Summe, ohne Berücksichtigung von Walen und Seehunden, ergibt sich für die jährliche Fangmenge eine Größenordnung von 70 Mill. t, von denen ca. 6 Mill. t Süßwasserfische sind. Eine mögliche Fangmenge von 50 Mill. t Krill würde also nahezu eine Verdoppelung der seit 1970 nur wenig gestiegenen Erträge der Weltmeere bedeuten. Berücksichtigt man weiterhin, daß die Bestände in den übrigen Weltmeeren eine wesentliche Steigerung der Fänge kaum noch erlauben, so erscheint dieses Potential besonders bemerkenswert.

Im Vergleich dazu nimmt sich die hier als möglich angenommene Fangmenge von 400 000-800 000 t Fisch relativ bescheiden aus. Das gilt auch dann, wenn man diese Zahlen nur auf die gefangene Menge an Seefisch von 50-55 Mill. t (Tabelle 7) oder auf den zum menschlichen Verzehr bestimmten Teil der Gesamtfänge in Höhe von 49 Mill. t bezieht (50 Mill. t abzüglich 1 Mill. t

pflanzlicher Produkte, vgl. Tabelle 8, 1980), von denen aus Gründen der Vergleichbarkeit aber noch etwa 10 Mill. t für Süßwasserfische abgezogen werden müssen.

Aus der Sicht einzelner Staaten ist neben der potentiellen Fangmenge die Versorgungslage in bezug auf die fraglichen Produkte von Interesse. Betrachtet man für die Bundesrepublik zunächst nur den menschlichen Verzehr, so hat sich der Selbstversorgungsgrad bei Fischen für den Nahrungsverbrauch seit 1970 zwischen 60 und 65 vH bewegt [SAEG, 1981, S. 219]. Die Tendenz war bei relativ stabilem Verbrauch und leicht zurückgehenden Fängen abnehmend (Tabelle 8). Da - wie schon an anderer Stelle diskutiert - ein ausschließlicher Fischfang in der Antarktis auch unabhängig von eventuellen Fangbegrenzungen als kaum lohnend angesehen wird, ist eine wesentliche Veränderung der Versorgungslage durch eventuelle Beifänge nicht zu erwarten.

Ein erheblich anderes Bild ergibt sich, wenn man die potentiellen Fangmengen an Krill in Relation zu den Fängen der deutschen See- und Küstenfischerei setzt (Tabelle 9). Selbst bei einer vorsichtig kalkulierten Anfangsmenge von 50 000 t/Jahr (vgl. S. 41) wären das etwa 15 vH der derzeitigen Gesamtfangmenge der deutschen Fischerei. Dabei ist allerdings völlig ungeklärt, ob und in Form welcher Produkte solche Mengen auf dem deutschen Markt absetzbar wären. In Relation zu Krabben und Krebsen wäre es sogar mehr als das Dreifache der bisherigen Fangmenge (1980).

Da sowohl Fische als auch Krill außer als menschliches Nahrungsmittel als Futtermittel Verwendung finden bzw. finden können, sollen die potentiellen mit den derzeitigen Produktionsmengen verglichen werden und auch kurz auf die Situation der pflanzlichen Eiweißfuttermittel, die als Substitute zu betrachten sind, eingegangen werden. Tabelle 10 gibt einen Überblick über wichtige Kennzahlen auf dem Fischmehlmarkt. Die Entwicklung seit 1970 ist durch einen starken Produktionsrückgang in Peru gekennzeichnet, der sich auch voll auf die Entwicklung der Weltproduktion ausgewirkt hat. Im Bereich der unverändert expandierenden tierischen Produktion ist das fehlende Fischmehl

Tabelle 8 - "Fänge"<sup>1</sup> und Verwendung von Meerestieren und -pflanzen (Mill. t)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Welt											
Fänge	70,0	70,7	66,1	66,8	70,3	66,5	69,8	68,9	70,4	71,3	72,2
davon:											
Menschlicher Verzehr	43,5	45,4	48,6	48,6	49,2	46,0	47,8	48,6	48,7	48,7	50,5
Herstellung von Fischmehl und -öl <sup>2</sup>	25,5	24,3	17,2	17,2	20,1	19,5	21,0	19,4	20,7	21,6	20,7
Peru	(12,53)	(10,53)	(4,73)	(2,33)	(4,14)	(3,45)					
Fänge	12,48	10,50	4,67	2,55	4,12	3,41	4,34	2,53	3,47	3,68	2,73
davon:											
Menschlicher Verzehr	0,19	0,21	0,21	0,30	0,32	0,29	0,33	.	.	.	.
Herstellung von Fischmehl und -öl <sup>2</sup>	12,30	10,30	4,46	2,25	3,80	3,12	4,00	.	.	.	.
Europäische Gemeinschaft	(4,52)	(4,60)	(4,64)	(4,76)	(5,12)	(4,86)	(5,01)				
Fänge	3,85	4,02	4,04	4,12	4,48	4,22	4,37	4,81	4,84	4,62	4,89
davon:											
Menschlicher Verzehr	2,66	2,72	2,75	2,74	2,69	2,58	2,59	.	.	.	.
Herstellung von Fischmehl und -öl <sup>2</sup>	1,08	1,18	1,18	1,26	1,68	1,51	1,66	.	.	.	.
Bundesrepublik Deutschland											
Fänge <sup>3</sup>	0,76	0,72	0,60	0,59	0,64	0,58	0,54	0,60	0,59	0,53	0,50
davon:											
Menschlicher Verzehr	0,63	0,63	0,54	0,54	0,59	0,55	0,52	.	.	.	.
Herstellung von Fischmehl und -öl <sup>2</sup>	0,12	0,09	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	.	.	.	.

<sup>1</sup> Nominale Fänge: Gleich dem Lebendgewicht-Äquivalent der angelandeten Fänge des jeweiligen Landes. Folgende Kategorien sind enthalten: Fisch, Krustentiere, Weichtiere und andere Seetiere und -pflanzen. Nicht enthalten sind Seehunde und Wale. - <sup>2</sup> Nur ganze Fische; d.h. Abfälle aus anderen Verarbeitungsprozessen sind nicht enthalten. - <sup>3</sup> Die hier ausgewiesenen Zahlen für die Bundesrepublik Deutschland enthalten Fänge und Importe abzüglich Exporte. Sie liegen deshalb zum Teil erheblich über jenen, die im Band FAO, "Catches and Landings" erscheinen und sich auf die Fänge deutscher Schiffe beziehen.

Quelle: FAO, Yearbook of Fishery Statistics (Fishery Commodities, Catches and Landings), Rom, lfd. Jgg.

Tabelle 9 - Fänge der deutschen See- und Küstenfischerei<sup>1</sup> (1000 t)

Anlandungen	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Insgesamt in deutschen Häfen	591	493	405	456	493	434	426	395	395	330	287
davon:											
Krabben und Krebse	38	25	26	30	30	23	27	18	17	20	15
Insgesamt in ausländischen Häfen	6	0	3	6	4	4	6	21	13	13	13

<sup>1</sup> Fanggewicht der Anlandungen; nicht enthalten Fänge der Binnenfischerei.

Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, lfd. Jgg.

Tabelle 10 - Produktion, Außenhandel und Verbrauch von Fischmehl und vergleichbaren aus Meerestieren hergestellten Futtermitteln (1000 t)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Welt											
Produktion	5540	5400	4330	4030	4610	4530	4880	4446	4821	4942	4751
Peru											
Produktion	2256	1935	897	423	880	689	857	448	670	688	452
Nettoaußenhandel	+1903	+1762	+1626	+357	+618	+784	+594	+442	+485	+657	+416
Europäische Gemeinschaft											
Produktion	444	446	430	416	484	491	509	461	411	451	448
Nettoaußenhandel <sup>1</sup>	-1108	-941	-1042	-423	-332	-731	-456	-388	-363	-424	-320
Verbrauch <sup>2</sup>	1552	1387	1472	839	816	1222	965	849	774	875	768
Bundesrepublik Deutschland											
Produktion	72	73	55	62	63	56	52	49	44	39	36
Nettoaußenhandel	-515	-496	-475	-227	-275	-320	-275	-249	-221	-220	-223
Verbrauch <sup>2</sup>	587	569	530	289	338	376	327	298	265	259	259

<sup>1</sup> Einschließlich Intra-EG-Handel, Importüberschuß = negativ. - <sup>2</sup> Produktion abzüglich Nettoaußenhandel, d.h. ohne Bestandsveränderungen.

Quelle: FAO, Yearbook of Fishery Statistics (Fishery Commodities), Rom, lfd. Jgg.

durch pflanzliche Eiweißfuttermittel ersetzt worden. Dabei hat sich der Importüberschuß der Bundesrepublik deutlich verringert. Entsprechendes gilt für die EG, jedoch liegt hier der Selbstversorgungsgrad aufgrund der hohen Produktion Dänemarks auf einem höheren Niveau.

Unterstellt man bei Krill einen Verarbeitungskoeffizienten von Frischgewicht zu Mehl von 0,2, so würde schon die obengenannte Anfangsmenge von 50 000 t Krill für die Bundesrepublik bei Verarbeitung zu Krillmehl eine Erhöhung der Produktion um fast 30 vH und des Selbstversorgungsgrades von 14 auf 18 vH (1980) bedeuten (Tabelle 10). Auf Weltebene würden 50 Mill. t Fangmenge bei Verarbeitung zu Krillmehl etwa dem Zweifachen der Fischmehlproduktion von 4,8 Mill. t (1980) entsprechen. Aufgrund der in der Verfütterung vorhandenen Substitutionsmöglichkeiten zwischen tierischen und pflanzlichen Eiweißfuttermitteln sind zum Vergleich der Größenordnungen in Tabelle 11 die Produktionsmengen in Eiweißschrotäquivalent gegenübergestellt. Danach ist von 1975/76 bis 1981/82 der Anteil von Fischmehl an der steigenden Erzeugung von pflanzlichen Eiweißfuttermitteln von reichlich 9 vH auf 7 vH zurückgegangen. Auch wenn die Anchovisfänge in Peru künftig wieder das Niveau von 1970 erreichen sollten<sup>1</sup>, ist damit zu rechnen, daß die Produktion von Fischmehl insgesamt nicht mehr wesentlich ausgedehnt wird, da bei zunehmend begrenztem Gesamtangebot an Fischen die bessere Verwertung im menschlichen Konsum zu erzielen sein dürfte<sup>2</sup>. Andererseits ist das Angebot an pflanzlichen Eiweißfuttermitteln, insbesondere von Sojaschrot als recht preiselastisch anzusehen, so daß die steigende Nachfrage ohne einen nennenswerten Anstieg der relativen Preise gedeckt werden kann. Würde die diskutierte, als

---

<sup>1</sup> 1970 betrug der Fischmehlanteil 14 vH.

<sup>2</sup> Diese Überlegung gilt allerdings nur unter marktwirtschaftlichen Bedingungen. Das Beispiel der Rotbarschverarbeitung zu Fischmehl zeigt, daß durch überhöhte Preisgarantien und staatlichen Verlustausgleich auch eine an sich inferiore Verwertung "erzwungen" werden kann (vgl. dazu Agra-Europe, 19. Jg. Nr. 27, vom 10.7.1978, Teil IV, S. 4 f.).

möglich erachtete Fangmenge von 50 Mill. t Krill zu Krillmehl verarbeitet, so ergäbe sich bei einem unterstellten Eiweißgehalt von 55 vH eine Menge von 12,5 Mill. t Eiweißschrotäquivalent. 1975/76 hätte das ungefähr 17 vH der Summe aus Fischmehl und Ölkuchen entsprochen, 1981/82 waren es noch reichlich 13 vH (Tabelle 11). Auch wenn man zunächst nur von 25 Mill. t Krill ausgehen würde und zudem berücksichtigt, daß die Gesamtproduktion von Eiweißfuttermitteln außer den hier angeführten Produkten noch Tiermehl und - mit Einschränkungen - Magermilchpulver umfaßt, wofür auf globaler Ebene aber keine Zahlen verfügbar sind, so könnte eine dann immer noch resultierende Angebotsausweitung auf diesem Markt von geschätzten 4 - 6 vH nicht ohne Einfluß auf das globale Preisniveau und damit auch auf die internationale Allokation der Produktion bleiben.

In der Europäischen Gemeinschaft und der Bundesrepublik Deutschland ist die Versorgungslage mit konzentrierten Eiweißfuttermitteln durch ein hohes Defizit gekennzeichnet, das sich bis 1981 laufend vergrößert hat. Da diese Entwicklung zu einem wesentlichen Teil auf die Verzerrung der Preisrelation zwischen Getreide und -substituten (überhöhte Inlandspreise bei Getreide) zurückzuführen ist, scheint der Einfuhrbedarf an Eiweißfuttermitteln als Bezugsgröße für eine eventuelle Krillmehlproduktion wenig geeignet. Bezieht man die an anderer Stelle abgeleitete mögliche Produktionsmenge für die Bundesrepublik von 10 000 t Krillmehl (5 500 t Eiweißäquivalent) auf den gesamten Eiweißverbrauch (Roheiweiß) der Europäischen Gemeinschaft (alle Futtermittel) in Höhe von etwa 53 Mill. t<sup>1</sup> (1977/78), so wird deutlich, daß auch die zehnfache Menge an Krillmehl erst einen Anteil von etwa 0,1 vH am gesamten Futtereiweißverbrauch der Europäischen Gemeinschaft ausmachen würde. Die Versorgungssituation mit Eiweißfuttermitteln bliebe praktisch unverändert.

---

<sup>1</sup> Zur Berechnung dieser Größen: [Tiede, 1980, S. 6].

Tabelle 11 - Produktion von Eiweißschroten, Welt insgesamt  
1000 t, Eiweißschrotäquivalent (44 vH)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81 <sup>1</sup>	1981/82 <sup>2</sup>
Pflanzliche Ölkuchen	66 850	60 279	71 659	76 284	89 058	78 949	86 242
darunter:							
Soja	45 669	40 627	49 778	53 604	65 612	56 011	61 614
Fischmehl	6 923	6 395	6 829	7 057	6 758	6 799	6 764
Insgesamt	73 773	66 674	78 488	83 341	95 816	85 748	93 006

<sup>1</sup> Vorläufig. - <sup>2</sup> Vorausschätzung Jan. 82

Quelle: USDA, Foreign Agriculture Circular, Oilseeds and Products, Washington, lfd. Jgg.

## 2.3 Probleme der Nutzung von Fischen und Krill

Eine umfassende Beurteilung der Zweckmäßigkeit einer Nutzung der Fisch- und Krillbestände des Antarktischen Ozeans ist derzeit nicht möglich, da u.a. die Datengrundlage bezüglich möglicher Fangmengen, der Beschaffenheit und Kosten herstellbarer Produkte (Krill) sowie deren potentieller Absatzmengen in Abhängigkeit von den Preisen unzureichend ist. In den folgenden Abschnitten können deshalb lediglich einige Teilaspekte diskutiert werden. Neben der Beschreibung einiger denkbarer Ziele, die als Maßstab für eine Beurteilung eventueller Aktivitäten dienen können, geht es um Probleme, die die Kosten der Endprodukte mit bestimmen.

### 2.3.1 Rechtlich-politische Aspekte

Ein wichtiger Bestimmungsfaktor der zu erwartenden Fangkosten ist die potentielle Fangmenge. Neben dem vorhandenen Potential kann sie durch Fangquoten bzw. durch nicht zugängliche Hoheitsgewässer wesentlich eingeschränkt werden. Für den Antarktischen Ozean von Bedeutung sind nördlich des 60. Breitengrades die allgemeinen Seerechtsbestimmungen und südlich davon auch der Antarktisvertrag. Während zwischen den Mitgliedsländern große Uneinigkeit über die mögliche Ausbeutung der mineralischen Ressourcen besteht, scheint die Mehrheit der Vertragsländer dem Standpunkt zuzuneigen, daß es sich bei den lebenden Ressourcen um "freie Güter" der Hohen See<sup>1</sup> handelt, zu denen freier Zugang bestehen muß [Mitchell, 1977, S. 97]. Im Vertrag selbst wird hinsichtlich der lebenden Ressourcen nur das Ziel formuliert, Maßnahmen zur Erhaltung und zum Schutz der lebenden Schätze in der Antarktis zu treffen (Art. IX, Buchstabe f.). Dem wurde

<sup>1</sup> Wortlaut im Antarktisvertrag, Artikel VI ...: "jedoch läßt dieser Vertrag die Rechte oder die Ausübung der Rechte eines Staates nach dem Völkerrecht in bezug auf die Hohe See in jenem Gebiet unberührt".

durch die Annahme der Empfehlungen III-VIII (vereinbarte Maßnahmen zur Erhaltung der antarktischen Fauna und Flora) Genüge getan. Ergänzend dazu kam es inzwischen zu Vereinbarungen über den Schutz einzelner Tierarten (Wale, Seehunde) und dem an anderer Stelle besprochenen allgemeinen Schutzabkommen, das alle anderen marinen Ressourcen einschließt.

In diesem Abkommen, das sich auf das Meer südlich der Antarktischen Konvergenz bezieht, wurden die Bestimmungen schon existierender Regelungen übernommen. Südlich des sechzigsten Breitengrades gilt der Antarktischervertrag, in dem alle Gebietsansprüche ausgeklammert sind, nördlich dieser Grenze gilt das allgemeine Seerecht<sup>1</sup>. Die Einführung einer wirtschaftlichen Nutzungszone von 200 bis zu 350 Seemeilen, wie sie sich als Ergebnis der UN-Seerechtskonferenz abzeichnet, hätte damit zur Folge, daß alle Länder, die in diesem Gebiet Inseln besitzen bzw. beanspruchen, ein entsprechendes Fanggebiet für sich reklamieren können (Karte 5). Da sich im Schelfgebiet dieser Inseln ein wesentlicher Teil der Krill- und Fischvorkommen des Antarktischen Ozeans befindet (Karten 5-9), resultiert hieraus für alle am Fang interessierten Nationen - über mögliche Fangbegrenzungen im Rahmen des Schutzabkommens hinaus - ein zusätzliches Moment der Unsicherheit.

Aufgrund des geschätzten Potentials und der derzeitigen Befischung kann bei Krill vermutet werden, daß eventuell wirksam werdende Fangbegrenzungen für die einzelnen Länder vorläufig kaum restriktiv wirken werden. Dagegen ist bei Fischen nicht auszuschließen, daß - zumindest in einigen Gebieten (u.a. Südgeorgien und Kerguelen) - Begrenzungen eingeführt werden. Auf die Fangmengen dürften sich derartige Maßnahmen in diesen Gebieten jedoch kaum direkt auswirken, da diese durch die Befischung ohnehin schon wesentlich reduziert sind und nach ökonomischen Kriterien unterhalb der Rentabilitätsschwelle liegen<sup>2</sup>. Das Fernbleiben der Sowjets von den Treffen der Group of

<sup>1</sup> Vgl. hierzu Artikel IV des Abkommens [Polar-Record, 1981, S. 387].

<sup>2</sup> Persönliche Auskunft R. Steinberg (Hamburg) am 23.05.1978.

Specialists on the Living Resources of the Southern Ocean (SCAR/SCOR-Working Group 54) in den letzten Jahren deutet jedoch auf die Vorbehalte dieses im Fischfang besonders aktiven Landes gegen jegliche Fangbegrenzung hin [Mitchell, 1977, S. 97] und läßt aufgrund der im Schutzabkommen von 1980 festgelegten Einstimmigkeit bei Beschlußfassungen große Schwierigkeiten bei der Aushandlung von Schutzmaßnahmen erwarten.

### 2.3.2 Ökonomisch-technische Aspekte

#### 2.3.2.1 Fangtechnik, Fangorganisation

Ein wichtiger Problembereich der wirtschaftlichen Nutzung von Fischen und Krill liegt in der Erforschung der optimalen Ortungs- und Fangtechnik. Während für Fische die in anderen Gebieten bewährten Fangmethoden ohne Probleme übernommen werden können, treten beim Fangen von Krill verschiedene Schwierigkeiten auf, die hier in der gebotenen Kürze diskutiert werden sollen.

Auf dem Gebiet der Ortung von Krillschwärmen scheint die visuelle Beobachtung von Schiffen, aber auch von Hubschraubern oder Flugzeugen aus wenig erfolgversprechend. Ähnliches gilt für die Benutzung von Satelliten, wobei hier die häufige Wolkenbedeckung der wichtigste Hinderungsgrund ist [Cram, 1978, S. 5]. Dagegen scheint die Verwendung von Echoloten prinzipiell ein vielversprechender Weg. So wurden die während der ersten deutschen Antarktisexpedition registrierten Unvollkommenheiten hinsichtlich der Frequenz und Leistungsstärke [BFF 1975/76, S. 25 f.] durch Verwendung entsprechend verbesserter Geräte während der zweiten Expedition weitgehend überwunden [Steinberg et al., 1978, S. 25]. Als Probleme blieben die durch die Erhöhung der Frequenz bedingte relativ geringe Reichweite sowie eine wünschenswerte Verfeinerung der Anzeigen, um Krillschwärme nach Größe der Individuen sowie von Konzentrationen anderer Tiere, wie z.B. Salpen, unterscheiden zu können.

Hinsichtlich der bisher verwendeten Fangmethoden besteht eine große Vielfalt, die von Zweischiiff-Schleppnetzen über Ringwaden und Baumkurren zu Seitenschleppnetzen und in der Fischerei gängigen Einschiiff-Schwimmschleppnetz reicht [Chenard et al., 1976, S. 46 f.]. Ohne auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Typen im einzelnen eingehen zu können [Eddie, 1977, S. 18 f.], läßt sich feststellen, daß das Einschiiff-Schwimmschleppnetz u.a. von der deutschen Expedition 1975/76 mit großem Erfolg eingesetzt wurde. Es hat zudem den Vorteil, daß es von den gebräuchlichen Hochsee-Hecktrawlern ohne bauliche Veränderungen verwendet werden kann und somit im Bedarfsfall auch ein "Umsteigen" von Krill- auf Fischfang ohne größeren Zeitverlust möglich ist. Es kann allerdings nicht unmittelbar an der Wasseroberfläche eingesetzt werden. Notwendige Anpassungen des Netzes selber waren in der Maschengröße (zusätzliche Innenauskleidung mit engeren Maschen), der Form des Netzes und insbesondere in der Kontrolle der Fangmenge (Netzsonde) notwendig [BFF 1978 (3), S. 29]. Die während der ersten Expedition infolge starker Krillkonzentrationen aufgetretenen Schwierigkeiten, wie z.B. das Reißen des Netzes wegen zu großer Fangmenge, konnten während der Expedition 1977/78 weitgehend überwunden werden [Steinberg et al., 1978, S. 25]. Die wegen der schnellen Verderblichkeit des Krill notwendige genaue Anpassung der Fangmenge an die Verarbeitungskapazität wurde außerdem über das dosierte Abpumpen des Fanges aus dem Steert des Netzes angestrebt. Dieser Weg erscheint prinzipiell gangbar, jedoch ist die dabei auftretende Beschädigungsrate der Tiere noch sehr hoch [Hempel et al., 1978, S. 39]. Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Fangerfolge werden in der Optimierung des Verhältnisses von Netzöffnung und -größe zu Schleppgeschwindigkeit [Eddie, 1977, S. 22] sowie in Versuchen gesehen, Krill z.B. durch Lichtquellen verschiedener Wellenlängen anzulocken [Chenard et al., 1976, S. 53].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß der Aufnahme des Krillfangs in größerem Rahmen keine fangtechnischen Probleme entgegenstehen. Die Entscheidung darüber hängt neben anderen Gesichtspunkten vielmehr von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ab, in die neben den erzielbaren Erlösen die Produktionskosten eingehen. Diese werden u.a. wesentlich vom Fangerfolg, d.h. von der Fangmenge pro Tag oder pro Saison, beeinflußt. Die tatsächliche Fangmenge wird außer durch das "vorgegebene" Krillvorkommen vor allem bestimmt durch

- die Fangkapazität des Schiffes;
- die Verarbeitungskapazität;
- die Zwischenlagermöglichkeit für das Rohprodukt, in Abhängigkeit von der Haltbarkeit;
- die Bunkerkapazität für die Produkte.

Handelt es sich um ein schon im Einsatz befindliches Fangschiff, so sind diese Größen zum Teil determiniert, teilweise aber auch in gegenseitiger Abhängigkeit oder in Abhängigkeit von übergeordneten Entscheidungen variabel. So beeinflußt z.B. die Bunkerkapazität die Verarbeitungskapazität, die aber wiederum auch von der gewählten Produktkombination bestimmt wird. Nicht zuletzt ist die Organisation von Fang und Verarbeitung von großer Bedeutung. So kann z.B. die Bunkerkapazität durch zwischenzeitliche Entleerung in Häfen oder auf Transportschiffe als begrenzender Faktor ausscheiden. Bei Neubauten sind alle diese Größen als interdependentes System zu betrachten, das mit Hilfe eines Computermodells abgebildet werden und durch Simulationsläufe Lösungsalternativen aufzeigen kann<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Derartige Computerprogramme sind schon entwickelt worden. Die Ermittlung gesicherter Ergebnisse scheitert in der Regel an fehlenden Parametern, wie z.B. den Preisen möglicher Endprodukte. - Zu einer ausführlichen Diskussion der Problematik und von Lösungsansätzen, die hier nur gestreift werden können, vgl. Eddie [1977, S. 24 ff.].

In der Anfangsphase der Exploration des neuen Fanggebietes steht der erstgenannte Faktor, die in Abhängigkeit vom Krillvorkommen erzielbare Fangmenge, im Vordergrund des Interesses, da dieser für die Entscheidung, ob eine Ausbeutung in größerem Stil lohnend ist, zentrale Bedeutung hat. Die bisher von den einzelnen nationalen Expeditionen bekanntgewordenen Ergebnisse sind naturgemäß eher unterschiedlich. Die wichtigsten Gründe hierfür sind

- regional, jährlich, saisonal und tageszeitlich unterschiedliche Krillvorkommen;
- unterschiedliche Fanggeräte und -techniken;
- unterschiedliche Aktivität der einzelnen Schiffe.

Unter dem letzten Punkt ist die Tatsache zu verstehen, daß es sich weitgehend um Forschungsschiffe handelte, die nicht kontinuierlich die maximale Fangmenge zu erzielen versuchten, da u.a. die Verarbeitungskapazität nicht ausreichte<sup>1</sup>.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen werden Fangergebnisse von 240 t/Tag theoretisch für möglich gehalten, wobei obere Extremwerte, bei entsprechend ausgerüsteten Neukonstruktionen, von bis zu 500 t/Tag genannt werden [Eddie, 1977, S. 30]. Diese sehr optimistische Zahl dürfte allerdings aus den Erfahrungen der Saison 1975/76 resultieren, in der auch nach den Berichten der beiden deutschen Expeditionen sehr viel reichlichere Vorkommen als im Jahre 1977/78 beobachtet wurden. Die während der zweiten deutschen Expedition zeitweise erzielten 20 - 45 t/Tag entsprachen bei jeweils gewähltem "Produktmix" der Kapazität der verschiedenen Produktionsstraßen [Hempel et al., 1978, S. 39]. Bei Fängen unter kommerziellen Gesichtspunkten mit Trawlern der zweiten oder dritten Generation sollten - vergleichbare Produktionsverfahren unterstellt - in "normalen"

---

<sup>1</sup> Vor allem Japaner und Sowjets setzen zwar schon Fangschiffe bzw. auch Fangflotten (Verarbeitungsschiff plus mehrere Fangschiffe) unter kommerziellen Gesichtspunkten ein, jedoch sind Zahlen über nachhaltig erzielte Fangerfolge pro Schiff und Tag nicht bekannt.

Jahren tägliche Fangmengen von 40 - 60 t erzielbar<sup>1</sup> und auch verarbeitbar sein. Ob und wie weit die Verarbeitungskapazität eines entsprechenden Schiffes durch Spezialisierung auf nur ein Produkt, wie z.B. Krillmehl, erhöht werden kann, ist schwer zu beurteilen.

Die Ergänzung der Krillfänge durch gelegentliche Fischfänge verursacht technisch keine Schwierigkeiten<sup>2</sup>. Hierdurch sowie durch das generelle Umschalten der Fangschiffe nach Ablauf des antarktischen Sommers auf Fischfang, z.B. auf Fang von Seehecht im patagonischen Schelfgebiet, könnte die Wirtschaftlichkeit der Fangschiffe erheblich gesteigert werden, da die langen Anfahrten aus der Bunderepublik entfielen.

#### 2.3.2.2 Verarbeitung

Die Verarbeitungsverfahren für Krill und dabei auftretende Probleme ergeben sich einerseits aus den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Rohprodukts und andererseits aus den Anforderungen, die von den Verbrauchern an die Endprodukte gestellt werden. Als Krill wird hier wieder die unter dem Zooplankton stark dominierende Art "Euphausia Superba" behandelt.

---

<sup>1</sup> Die Gründe für die insbesondere während des dritten Fahrtabschnitts der deutschen Expedition 1977/78 trotz intensiver Bemühungen sehr geringen Fangergebnisse sind noch nicht abschließend ersichtlich. Bemerkenswert erscheint die Einschätzung des kanadischen Gastwissenschaftlers (T. Gill), daß über ähnlich geringe Krillvorkommen wie 1977/78 mit offensichtlichen Konsequenzen für die "Räuber" (u.a. Sterben von Pinguinen auf Südgeorgien) aus früheren Jahren nichts bekannt ist [BFF 1978 (3), S. 70]. Nach einhelliger Meinung der deutschen Expeditionsteilnehmer D. Sahrhage und R. Steinberg (persönliches Gespräch am 23.5.1978 in Hamburg) dürfte es sich jedoch nur um eine wahrscheinlich klimatisch bedingte jährliche Bestandsschwankung handeln, die die bisherigen sehr optimistischen Potentialschätzungen unberührt lassen. Für kommerziell tätige Fangschiffe wäre es deshalb von besonderer Bedeutung, rechtzeitige Informationen über die Fangaussichten zu erhalten.

<sup>2</sup> Das verwendete Grundschleppnetz hat sich gut bewährt [Bundesforschungsanstalt 1979 (3), S. 35 f.].

Die chemische Zusammensetzung des Rohprodukts ist in Tabelle 12 als zusammengefaßtes Ergebnis der Arbeiten von mehr als zwanzig Autoren wiedergegeben. Die Zusammensetzung ist der vergleichbarer Tierarten (Krebse, Krabben) sehr ähnlich, scheint aber in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Saison relativ stark zu variieren /Grantham, 1977, S. 5/. So wurden z.B. während des ersten Fahrtabschnitts der deutschen Expedition 1977/78 bei 38 - 51 mm langen Tieren mit einem Trockenmasseanteil von 16 - 20 vH Fettgehalte von nur 0 - 2,4 vH festgestellt. Gegen Ende der Expedition lag der Fettgehalt bei nur wenig größerem Krill im Bereich von 3,6 - 7,2 vH /BFF 1978 (3), S. 60/.

Tabelle 12 - Zusammensetzung von Euphausia superba:

	Wasser- anteil vH	in vH Trockensubstanz			in vH Naßgewicht	
		Roh- protein <sup>1</sup>	Roh- fett	Asche	Roh- protein <sup>1</sup>	Roh- fett
Mittlerer Durch- schnittswert	80,1	65,1	14,2	13,9	13,0	2,8
Mittleres Maximum	83,1	77,5	26,0	16,7	15,4	5,1
Mittleres Minimum	77,9	59,7	6,7	11,7	11,9	1,3

<sup>1</sup> Gesamtstickstoff X 6,25, schließt Nicht-Protein-Bestandteile ein.

Quelle: Grantham [1977, S. 3].

Die in der Tabelle 12 aufgeführten 13 vH Rohprotein teilen sich - bei relativ großen Unterschieden in den Angaben einzelner Autoren - in 8 vH reines Eiweiß, 2,5 vH freie Aminosäuren und einige andere stickstoffhaltige Substanzen, die hier nicht von Interesse sind /Grantham, 1977, S. 5/. Das Eiweiß zeichnet sich durch einen relativ hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren aus. Die Fettzusammensetzung ist durch einen hohen Anteil komplexer Phospho-Lipide charakterisiert. Es sind nahezu alle gängigen Fettsäuren vertreten, und der Anteil ungesättigter Fettsäuren ist mit ungefähr 70 vH relativ hoch.

Weiterhin zeichnet sich Krill durch einen hohen Gehalt an den Vitaminen A, D und B aus. In der Zusammensetzung der gefundenen Minerale stehen Calcium, Kupfer, Eisen, Magnesium und Fluor<sup>1</sup> im Vordergrund. Schwermetalle sind fast nicht vertreten [Grantham, 1977, S. 16]. Zu erwähnen ist noch der mit ca. 4 vH am Rohprodukt relativ hohe Gehalt an Chitin, das als Nebenprodukt (Chitosan) Bedeutung haben kann. Von den einzelnen Körperteilen haben der Cephalotorax einen ungefähren Anteil von 34 vH, Schwanzfleisch 28 vH und Schwanzschale von 26 vH am Gesamttier. Die Differenz zu 100 vH sind Verluste, die bei der Zerlegung entstehen [Grantham, 1977, S. 5].

Die wichtigste Nährstoffkomponente von Krill und der aus Krill herstellbaren Produkte ist entsprechend der beschriebenen Zusammensetzung ein biologisch relativ hochwertiges Eiweiß. Unterscheidet man die beiden grundlegenden Verwendungsrichtungen - Verfütterung an Tiere bzw. menschlicher Verzehr -, so lassen sich in der Verfütterung nach den Erfahrungen mit einem vergleichbaren Produkt wie Fischmehl die Anforderungen an die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Krillmehl relativ klar abgrenzen. Die Schwierigkeiten in der Verarbeitung ergeben sich aus diesen Anforderungen und den Eigenschaften des Rohprodukts. Für den menschlichen Verzehr, für den es bisher kaum vergleichbare Produkte gibt, sind beide Probleme - Definition der Anforderungen an ein verkaufsfähiges Produkt und Lösung der verarbeitungstechnischen Schwierigkeiten - simultan zu betrachten. Das Problem der Verarbeitung läßt sich allgemein dahingehend umschreiben, daß die jeweils gewünschte physikalische und/oder chemische Trennung einzelner Komponenten möglichst vollständig gelingt und letztlich eine hohe Ausbeute erzielt wird.

---

<sup>1</sup> In der Zusammenstellung von Grantham wird Fluor lediglich als existent aber ohne Mengenangabe angeführt. Zwischenzeitlich wurde nachgewiesen, daß der Fluorgehalt in den Schalen von Krill erheblich sein kann und der Gehalt im Fleisch unter Umständen Werte erreicht, die einen Verzehr durch Menschen ausschließen. Neuere Versuche haben aber gezeigt, daß dieses Problem durch eine rasche Trennung von Schale und Fleisch weitgehend gelöst werden kann, da hierdurch der Übergang von in der Schale vorhandenem Fluor in das Fleisch vermieden wird (Agrarbericht 1982, S. 81).

Um Qualitätsverlusten vorzubeugen, muß der Fang nach dem Entleeren des Netzes möglichst umgehend verarbeitet werden, da aufgrund körpereigener Enzyme sehr schnell eine Zersetzung vor allem der Eiweißkomponenten beginnt. Bei Trockenlagerung an Deck wird die maximale Lagerzeit bei Verarbeitung zum menschlichen Verzehr mit etwa drei Stunden angegeben. Bei Lagerung im kalten Wasser - außenbords oder in Containern an Deck - kann diese Spanne auf bis zu sechs Stunden ausgedehnt werden.

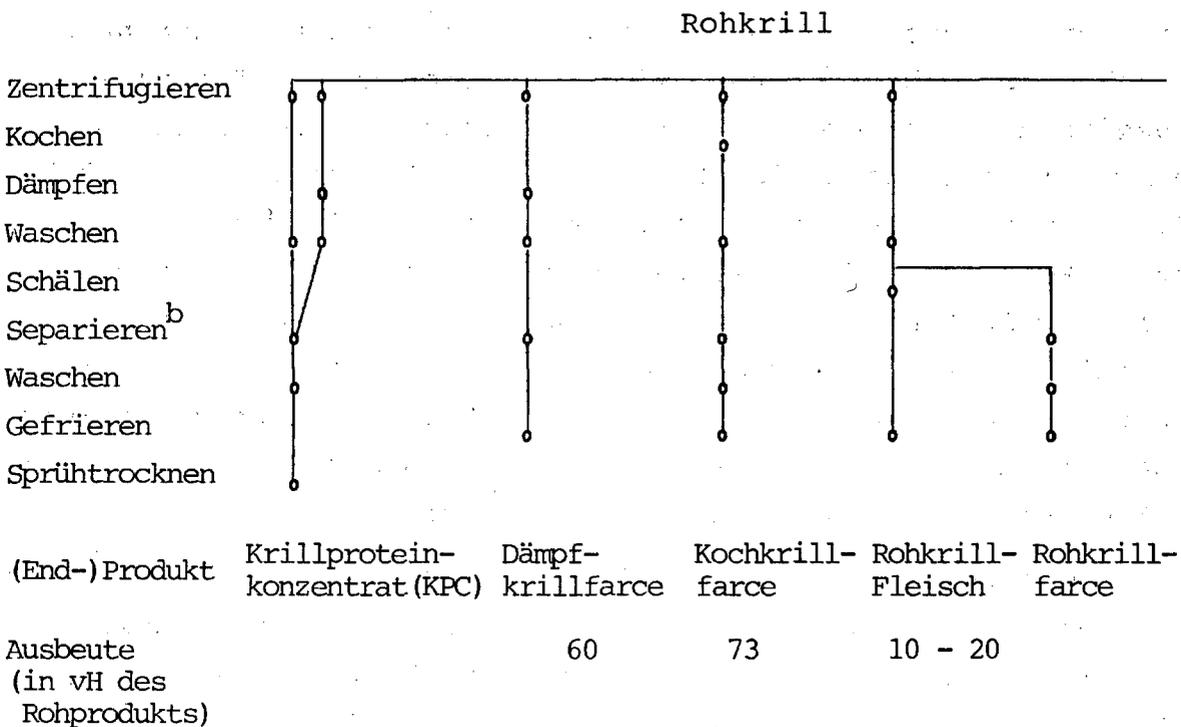
Die Herstellung von Krillmehl läßt sich mit den Verarbeitungsgängen Kochen (Dämpfen), Pressen, Trocknen und Mahlen grob charakterisieren. Bisher unbefriedigend sind die auf das Rohprodukt bezogenen Trockensubstanzverluste von bis zu 6 vH<sup>1</sup>, die durch Nichtausnutzung des Preßsaftes entstehen [Grantham, 1977, S. 29]. Sie können durch Erhöhung der Kochtemperatur wohl verringert werden [BFF 1978 (1), S. 75], eine verlustfreie Wiederaufbereitung des Saftes an Bord ist zur Zeit nicht möglich bzw. nicht wirtschaftlich. Ein zu hoher Fettgehalt des Rohproduktes wirft ebenfalls Probleme auf. Bisher ist es bei hohen Fettgehalten des Krill (3 - 6 vH) nicht gelungen, das Fett abzutrennen, so daß das Krillmehl einen durchschnittlichen Fettgehalt von etwa 30 vH hatte. Obwohl sich hierdurch der kalorische Futterwert erhöht, wird ein (auch im Vergleich zu Fischmehl) hoher Fettgehalt auf Kosten des Eiweißgehaltes vom Verbraucher nicht gewünscht. Zudem treten durch die Gefahr von Selbstentzündung und des Ranzigwerdens Lagerprobleme auf, die durch Zusatz von Antioxidantien aber überwindbar erscheinen [BFF 1978 (3), S. 62]. Eine alternative Möglichkeit könnte darin liegen, den Rohkrill wie bei der Herstellung von Krillfarce zu zentrifugieren, wobei ein großer Teil des Fettes mit den Körpersäften abgeschieden wird [BFF 1978 (3), S. 32]. Die Wiedergewinnung des Fettes aus dem Zentrifugensaft wäre dann eine weitere Aufgabe.

---

<sup>1</sup> Nach Grantham [1977, S. 29] beträgt die Ausbeute von Krillmehl bezogen auf das Rohprodukt etwa 16 vH, bei Ausnutzung des Preßsaftes 22 vH. Allgemein geht man aber von etwa 20 vH aus, auch ohne Aufbereitung des Preßsaftes.

Im Gegensatz zur Krillmehlherstellung, in der das Gesamtprodukt Verwendung findet, konzentriert sich das Interesse bei der Verarbeitung zu Produkten des menschlichen Verzehrs im wesentlichen auf das Schwanzfleisch<sup>1</sup>. Als Nebenprodukte können Chitin, Fett und Carotinoide Bedeutung haben bzw. wiederum Krillmehl, das aus Verarbeitungsabfällen hergestellt wird [Grantham, 1977, S. 31 f.]. In der nach wie vor anhaltenden Experimentierphase in der Produktentwicklung zeichnen sich die folgenden vereinfacht und schematisch dargestellten Verarbeitungswege und (End-) Produkte ab.

Schaubild 2 - Verarbeitung von Krill<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Die schematische Übersicht enthält nur die wichtigsten Verarbeitungsschritte ausgewählter Verfahren. Insbesondere sind chemische Behandlungen, die während des Verarbeitungsprozesses vorgenommen werden, sowie mögliche Weiterverarbeitungen der hier aufgeführten (End-) Produkte nicht erläutert.

<sup>b</sup> Trennung von Schale und Fleisch mit einem Grätenseparator; u.U. doppelter Durchgang.

<sup>1</sup> In Japan, wo langjährige Erfahrungen mit eng verwandten Krabbenarten vorlagen, hat man auch "ganzen" Krill vermarktet [Tetra Tech, 1978, S. 107].

Als in jedem Fall günstig hat sich bei der Verarbeitung von Krill inzwischen das Abzentrifugieren der Körpersäfte erwiesen. Dabei werden neben störenden Inhalten des Verdauungstraktes auch Fermente abgeschieden, die für den schnellen Abbau des körpereigenen Proteins verantwortlich sind. Bei der weiteren Verarbeitung spielt außer der möglichen Hitzebehandlung (Kochen, Dämpfen) die Trennung von Fleisch und Schale eine wichtige Rolle. Durch Verwendung einer Schälmaschine wird versucht, möglichst intaktes Schwanzfleisch zu gewinnen, das als Endprodukt direkt verzehrt werden oder auch Krillfarce oder Krillgels zur Verbesserung der Konsistenz beigefügt werden kann [BFF 1978 (3), S. 63 f.]. Die Ausbeute scheint aber aufgrund technischer Probleme nach wie vor unbefriedigend. Krillfarce, eine breiförmige Masse, wird über einen Grätenseparator gewonnen. Sie kann als hochproteinhaltige Substanz anderen Produkten beigemischt werden oder aber auch selbst z.B. zur Herstellung von Krillstäbchen (vergleichbar den Fischstäbchen) oder auch Krillwürstchen verwendet werden. Die hierzu erforderliche festere Konsistenz der Ausgangsmasse scheint durch das Zentrifugieren weitgehend erreicht worden zu sein. Die Konservierung der bisher genannten Produkte erfolgt durch Tiefgefrieren. Als Alternative wurde aus Krillfarce durch Sprühtrocknen ein Eiweißkonzentrat hergestellt, das u.a. als Nahrungszusatz in Ländern mit Eiweißmangel Verwendung finden könnte.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Fortschritte in der Verarbeitung von Krill die Herstellung von Endprodukten ermöglichen, die sich durch einen hohen Gehalt an wertvollen Proteinen auszeichnen und auch längerfristig lagerfähig sind. Die Verarbeitung der im antarktischen Ozean gefangenen Fische scheint prinzipiell mit den üblichen Geräten möglich. Gewisse Schwierigkeiten beim Filetieren können besonders große Fische bereiten, wie sie bei der Befischung juveniler Bestände häufiger gefangen werden. Weiterhin bereitete die Fischmehlherstellung aus einigen Arten, ähnlich wie bei Krill, wegen des hohen Fettgehaltes von bis zu 50 vH erhebliche Probleme (BFF 1978 (3), S. 63).

### 2.3.2.3 Produktinnovation

Da die grundlegenden verarbeitungstechnischen Probleme bei Krill weitgehend gelöst scheinen, ist die Entwicklung und Markteinführung von teilweise oder gänzlich neuen Endverbrauchsprodukten als weitere wichtige Aufgabe anzusehen, deren Lösung letztlich die Voraussetzung für die Aufnahme des Krillfangs in größerem Rahmen ist. Bisher wurden in den verschiedenen am Fang beteiligten Ländern neben ganzem Krill, Krillfleisch (geschälte Krillschwänze), Krillproteinkonzentrat und Krillmehl vor allem Krillpaste und Produkte unter Beimischung von Krillpaste hergestellt, auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden kann [Grantham, 1977, S. 24 f.]. Unter den auf diesem Gebiet besonders aktiven Ländern spielen die UdSSR und Japan eine besondere Rolle, jedoch sind auch in Chile, Argentinien, Norwegen, Polen und auch in der Bundesrepublik Deutschland die Aktivitäten verstärkt worden. Die bisher erzielten Erfolge in der Markteinführung neuer Produkte sind allerdings aus zwei Gründen zwischen den einzelnen Ländern kaum vergleichbar. Einmal handelt es sich hinsichtlich des Wirtschaftssystems um zwei Gruppen von Ländern. Andererseits sind Ernährungsgewohnheiten und die Erfahrung mit ähnlichen Produkten sehr unterschiedlich. Im Gegensatz zu rein marktwirtschaftlichen Systemen mit Konsumfreiheit kann in den planwirtschaftlichen Ländern durch relative Verknappung (bzw. tatsächliche Knappheit) konkurrierender Güter und eine mehr oder weniger willkürliche Preissetzung die Markteinführung eines neuen Produktes erleichtert werden. Dementsprechend lassen die Vermarktungsergebnisse von Krillpaste (Marke: Ocean) in der Sowjetunion [Grantham, 1977, S. 38] kaum Rückschlüsse auf die Erfolgsaussichten vergleichbarer Produkte in anderen Ländern zu.

Ähnliches gilt aus dem zweitgenannten Grunde für Verkaufserfahrungen mit ganzem Krill in Japan, einem Land mit einem marktwirtschaftlichen System. Hier sind schon seit langer Zeit

Produkte aus eng verwandten Tieren auf dem Markt, und die besonderen Verzehrsgewohnheiten der Japaner erleichtern ohnehin den Absatz von Meerestieren oder daraus hergestellten Produkten. In einem marktwirtschaftlichen System wie in der Bundesrepublik Deutschland wird - bei gegebenen Verzehrsgewohnheiten<sup>1</sup> - die Absatzmenge neuer Produkte vor allem von den Produkteigenschaften, dem geforderten Preis sowie den gegebenen Preisen für konkurrierende Güter bestimmt. Neben Nährstoffgehalt, Konsistenz und Haltbarkeit haben - sieht man von tierischen Futtermitteln zunächst ab - Geschmack, Aussehen und Bekanntheitsgrad unter den Produkteigenschaften besondere Bedeutung.

Vergleicht man die Eigenschaften der im vorigen Abschnitt diskutierten Krillprodukte mit den dem Nährstoffgehalt nach verwandten Fleisch-, Fisch- oder insbesondere Krabbenerzeugnissen, so dürfte in geschmacklicher Hinsicht, und bei Krillschwänzen auch von der Konsistenz her, die engsten Parallelen zu Krabben bestehen. Da jedoch der bei weitem größte Anteil der Krabben frisch vermarktet wird, wären nur gewisse Substitutionsvorgänge auf dem verbleibenden Teilmarkt für Krabbencocktails, -snacks usw. zu erwarten. Das mögliche Absatzvolumen dürfte aber auch aufgrund der wahrscheinlich relativ hohen Preisforderungen<sup>2</sup> sehr gering sein.

Für den Absatz von Krillpaste auf der Basis der oben beschriebenen Krillfarce könnten andere Faktoren begrenzend wirken. Wie Erfahrungen mit "Fleisch"-Substituten auf pflanzlicher Basis, vor allem aus Soja gezeigt haben, wird von den Verbrauchern neben geschmacklichen Gründen vor allem die gegenüber Fleisch oder Fisch fehlende Struktur bemängelt. Die Verwendung von Krillpaste oder auch Krillproteinkonzentrat zur Anreicherung anderer Produkte mit einem hochwertigen Eiweiß, z.B. Kartoffelchips [BFF 1978 (3), D. 67], ist technisch denkbar, jedoch dürften auch hier die Mengen begrenzt sein.

---

<sup>1</sup> Diese können allerdings langfristig Veränderungen unterliegen, aber auch kurzfristig, z.B. durch Werbemaßnahmen.

<sup>2</sup> Der Ausbeutesatz für geschälte Krillschwänze, bezogen auf Rohkrill, wird mit nur 15-20 vH angegeben.

Aufgrund der verarbeitungstechnischen Fortschritte während der zweiten deutschen Expedition zeichnen sich für den Markt der Bundesrepublik als recht vielversprechende Massenprodukte Krillsnacks, vergleichbar den Fischsticks, und Krillwürstchen ab. Beide Produkte hätten den Vorteil, zumindest bezüglich der physikalischen Eigenschaften auf breiter Ebene bei den Konsumenten bekannt zu sein. Krillsticks werden auf der Basis von Krillfarce und - zur Verbesserung der Konsistenz - unter Beimischung von Krillschwänzen hergestellt. Bei Krillwürstchen auf der Basis von Krillfarce konnte durch das Zentrifugieren des Rohprodukts sowie spezifischer Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserhaltefähigkeit und Festigkeit, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann [BFF, 1978 (3), S. 63 f.], eine Annäherung an die Eigenschaften bekannter (Fleisch-)Würste erzielt werden. Ähnliche Versuche laufen u.a. auch in Japan und Chile [Grantham, 1977. S. 37].

Eine Einführung derartiger Produkte in größerem Rahmen auf dem deutschen Markt ist unter dem Vorbehalt denkbar, daß sie mit potentiellen Substituten preislich konkurrenzfähig sind. Bei dem relativ hohen Ernährungsstandard in der Bundesrepublik Deutschland - nicht zuletzt im Eiweißverbrauch - wäre in diesem Fall eine Zurückdrängung anderer, insbesondere eiweißhaltiger Nahrungsmittel zu erwarten.

### 2.3.3 Wirtschaftlichkeitsaspekte

Die Wirtschaftlichkeit oder - im weiteren Sinne - Zweckmäßigkeit der Nutzung von Krill und Fischen aus der Antarktis muß unter zwei unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden. In einem marktwirtschaftlichen System stellt sich einmal aus privatwirtschaftlicher Sicht die Frage, ob die Nutzung der diskutierten Ressourcen bei den gegebenen Rahmenbedingungen rentabel ist. Desgleichen ist, unter Berücksichtigung eines in

der Regel recht komplexen Zielsystems, die Zweckmäßigkeit einer Nutzung aus übergeordneter gesamtwirtschaftlicher Sicht zu beurteilen. Sind die Ergebnisse der unterschiedlichen Betrachtungsweise widersprüchlich, so kann die privatwirtschaftliche Rentabilität und damit der Maßstab für die Entscheidung über die tatsächliche Nutzung durch eine entsprechende Veränderung der Rahmendaten im gesamtwirtschaftlich gewünschten Sinne beeinflusst werden.

### 2.3.3.1 Privatwirtschaftliche Rentabilität

Ausreichende Gewinne bzw. Gewinnerwartungen sind als Voraussetzung für den Einstieg privater Unternehmen in neue Aktivitäten anzusehen, wie sie die Nutzung von Fischen und Krill in der Antarktis darstellen. Betrachtet man das Gesamtvorhaben vom Fang bis zur Vermarktung der verschiedenen Endprodukte, so sind fundierte Wirtschaftlichkeitskalkulationen bisher praktisch unmöglich. Die Ursache liegt in unzureichenden Informationen über die Größendordnung wichtiger Parameter. Obwohl auf internationaler Ebene und insbesondere auch durch die beiden deutschen Antarktisexpeditionen wesentlich neue Erkenntnisse in den Bereichen Fang- und Verarbeitungstechnik gewonnen werden konnten, so sind doch auf der einen Seite die erzielbaren Fangmengen noch recht ungewiß und andererseits kaum Informationen über die Aufnahmefähigkeit der Märkte und erzielbare Preise für sich inzwischen abzeichnende Endprodukte verfügbar. Der zweite Punkt ist besonders gravierend, da auf diesem Gebiet in einzelnen Ländern gewonnene Erkenntnisse international kaum vergleichbar sind. Eine Verringerung dieser Unsicherheiten ist einerseits durch fortschreitende Erkenntnisse über Biologie, räumliche und zeitliche Verbreitung des Krill sowie andererseits als Ergebnis laufender Markttests mit verschiedenen Krillprodukten zu erwarten. Diese Ergebnisse ermöglichen dann den interessierten Unternehmen eine Optimierung der Entscheidungen über Fangorganisation,

Verarbeitungstechnik und Produktpalette. Als bekannt vorausgesetzt sind dabei die Preise konkurrierender Güter, input-Preise sowie alle administrativen Maßnahmen, die Einfluß auf diese Preise und den Preis des geplanten Produkts haben können. Dabei ist vor allem an außenhandelspolitische Instrumente wie z.B. Zölle, Abschöpfungen und an spezifische Steuern oder Subventionen gedacht.

Trotz der diskutierten schwerwiegenden Datenprobleme haben einzelne Autoren den Versuch unternommen, überschlägige Wirtschaftlichkeitskalkulationen zu erstellen<sup>1</sup>. Auf eine Wiedergabe soll hier verzichtet werden, da es sich naturgemäß um sehr spekulative Berechnungen und Ergebnisse handelt. Allgemein neigt man zu der Ansicht, daß eine rentable wirtschaftliche Nutzung von Krill wenigstens nicht ausgeschlossen werden kann. Von allen diskutierten Krillprodukten ist - zumindest aus der Sicht der Bundesrepublik - Krillmehl das einzige, für das gewisse Aussagen über die Absatzmöglichkeit abgeleitet werden können, da es als enges Substitut für marktgängige Futtermittel wie Fischmehl und auch Ölkuchen anzusehen ist. Aufgrund des sehr großen Nachfragevolumens (Tabelle 10) könnten durchaus auch umfangreichere Mengen abgesetzt werden, wobei der Preis vor allem durch die Marktlage bei den genannten übrigen Eiweißfuttermitteln und das relative Nährstoffverhältnis bestimmt wird. Da nicht nur der Rohproteingehalt von durchschnittlich 65 vH bei Fischmehl und 42 vH bei Soja, sondern auch die Zusammensetzung des Proteins, der Gehalt an übrigen Wertbestandteilen sowie die von Tierart zu Tierart unterschiedlichen physiologischen Ansprüche den relativen Preis bestimmen, kann das Preisverhältnis Fischmehl/Soja von dem nur auf den Rohproteingehalt bezogenen theoretischen Wert von 1,55 : 1 abweichen [Walter et al., 1974, S. 5f]. Das Preisverhältnis bewegte sich

<sup>1</sup> Vgl. dazu insbesondere: Chenard [1976, S. 60 f.], Eddie [1977, S. 60 f.], Potter [1969, S. 43 f.], Tetra Tech [1978, S. 111 f.].

in der Vergangenheit (seit 1965) im Bereich zwischen 1,3 und 2,0 : 1<sup>1</sup>. Durch die relative Verknappung von Fischmehl, insbesondere infolge der stark reduzierten Produktion Perus seit 1972, hat sich die Relation vorübergehend mehr dem oberen Wert genähert, im Frühjahr 1982 jedoch wieder ein Verhältnis von etwa 1,6 : 1 erreicht. In jedem Fall kann Fischmehl vollständig durch andere (pflanzliche) Futtermittel substituiert werden, so daß ein Preisverhältnis Fischmehl/Sojaschrot von ungefähr 2 : 1 längerfristig wohl als obere Grenze anzusehen ist. Krillmehl unterscheidet sich von Fischmehl in der Zusammensetzung durch einen ungefähr 10 vH geringeren Proteingehalt (durchschnittlich 55 vH) [Grantham, 1977, S. 46] und einen höheren Fettgehalt, der - u.a. in Abhängigkeit vom Gehalt des Rohkrill - von 5 bis über 30 vH betragen kann [Grantham, 1977, S. 36; BFF 1978 (3), S. 62]. Bezogen auf den Rohproteingehalt würde die theoretische Preisrelation zu Fischmehl bei 1 : 1,18 und zu Sojakuchen bei 1 : 0,76 liegen. Der Großhandelspreis für Fischmehl bewegte sich in den letzten Jahren um 1000 DM/t (+ 100 DM). Da der hohe Fettgehalt von Krillmehl eher als Nachteil empfunden wird, muß angenommen werden, daß der erzielbare Marktpreis noch unter den abgeleiteten 85 vH des Fischmehlpreises liegt. Für die folgende grobe Überschlagskalkulation wurde trotzdem von diesem Prozentsatz ausgegangen und mit Preisannahmen für Krillmehl zwischen 780 und 950 DM/t gerechnet.

Die längerfristige Entwicklung der Preise für Eiweißfuttermittel wird aufgrund des hohen Marktanteils weitgehend durch die Entwicklung des internationalen Marktes für Sojaschrot bestimmt (Tabelle 11). Dabei kann davon ausgegangen werden, daß das weltweite Produktionspotential ausreicht, um auch eine weiter steigende Nachfrage zu befriedigen. Abgesehen von stets möglichen erntebedingten jährlichen Preisschwankungen ist

---

<sup>1</sup> Diese Angaben beziehen sich auf Durchschnittswerte des Weltexports. Das Preisverhältnis in der Bundesrepublik liegt allgemein etwas höher, was u.a. auf die höheren Transportkosten bei Fischmehl zurückzuführen sein dürfte.

längerfristig mit trendmäßigen Preissteigerungen zu rechnen, die kaum die Inflationsrate erreichen dürften<sup>1</sup>.

In einer Überschlagskalkulation wurden unter der Zielsetzung, lediglich die Kosten zu decken, für Trawler der zweiten und dritten Generation die notwendigen täglichen Fangmengen abgeleitet. Der Kalkulation liegen folgende Annahmen mit Preisen bzw. Kosten von 1982 zugrunde:

1. Der Trawler produziert ausschließlich Krillmehl, das zum Abtransport auf Frachter umgeladen wird.
2. Reisezeit (hin und zurück): 50 Tage
3. Fangsaison: 120 - 150 Tage
4. Gesamtkosten des Schiffes/Tag, ohne Transport des Produktes

	<u>1978<sup>2</sup></u>	<u>1982<sup>3</sup></u>
Trawler zweite Generation	20 000 DM	25 000 DM
dritte Generation	28 000 DM	34 000 DM

5. Transportkosten Antarktis - Bundesrepublik Deutschland  
80 DM/t.
6. Erzielbarer Preis ab Fangschiff 700 - 870 DM/t.

<sup>1</sup> Deflationiert mit dem Preisindex der Weltbank für verarbeitete Waren (Exporte der Industrieländer in Entwicklungsländer) sind die Preise für Sojaschrot und Eiweißschrote insgesamt seit 1960 leicht zurückgegangen (World Bank, 1980, S. 177). Die von der Weltbank vorausgeschätzten Preise für 1990 (von 1980 bis 1990 plus 57 vH für die relativen Preise für Eiweißschrote) müssen als unrealistisch angesehen werden. Wichtigste Ursachen dürften eine Überschätzung der Einkommensentwicklung und eine Unterschätzung der Angebotsentwicklung bei Eiweißschroten sein. Dabei ist die Ausweitung des Angebots an Rückständen aus der Äthanolherzeugung ein Sonderfaktor, der zur Zeit der Prognoseerstellung wahrscheinlich noch nicht absehbar war.

<sup>2</sup> Auskunft R. Steinberg (Hamburg), 23.5.1978.

<sup>3</sup> Fortgeschrieben mit jährlichen Kostensteigerungen (Löhne, Treibstoff) von 5 vH.

Tabelle 13 - Wirtschaftlichkeitskalkulation für Krillmehlherstellung

Alternativen		Kosten insgesamt	Alternative Preise für Krillmehl ab Antarktis	Kostendeckende Produktionsmenge Krillmehl	Kostendeckende Fangmenge Rohkrill (20 vH Ausbeute)
Kosten/Tag Fangzeit					
DM	Tage	Mill. DM	DM/t	t/Tag	t/Tag
25 000	120	4,3	700	51	255
25 000	150	5,0	700	48	240
25 000	120	4,3	900	40	200
25 000	150	5,0	900	37	185
34 000	120	5,8	700	69	345
34 000	150	6,8	700	65	325
34 000	120	5,8	900	54	270
34 000	150	6,8	900	50	250

Unter den günstigsten Annahmen müßten während der gesamten Saison demnach täglich 185 bzw. 250 t Krill gefangen und verarbeitet werden, um nur die Kosten zu decken. In Anbetracht der Erfahrungen, die während der zweiten deutschen Antarktisexpedition mit einem Schiff der zweiten Generation gemacht wurden, kann nicht unterstellt werden, daß sich durch verstärkte Spezialisierung auf Krillmehl die Verarbeitungskapazität von 40 - 60 t auf ungefähr 80 t/Tag erhöhen läßt. Bei vollständiger Spezialisierung könnte diese Verarbeitungsmenge zwar unter Umständen erreicht werden, jedoch wäre das Schiff dann außerhalb der antarktischen Saison nicht verwendbar, was letztlich eine kalkulatorische Verdoppelung der Kosten zur Folge hätte. Hinzu kommt, daß die Krillmehlproduktion besonders treibstoffintensiv ist und u.U. ein mehrfaches Nachtanken erforderlich würde.

Eine Vermarktung des produzierten Krillmehls in Ländern, die weniger weit von der Antarktis entfernt sind als Westeuropa, läßt keine höheren Preise erwarten, da die Endproduktpreise (Fleisch, Milch, Eier) in diesen Ländern eher niedriger als in der Europäischen Gemeinschaft liegen. Trotz der gebotenen Vor-

sicht, die aufgrund der zahlreichen Annahmen notwendig ist, scheint die Aussage möglich, daß die Aufnahme des Krillfangs bei ausschließlicher Herstellung von Krillmehl mit den heute bekannten bzw. schon einsatzfähigen Trawlern privatwirtschaftlich nicht rentabel ist. Soweit es Krillprodukte für den menschlichen Verzehr betrifft, fehlen - wie schon in Abschnitt 2.3.2.3 näher diskutiert - trotz inzwischen fünfjähriger Forschung und Erprobung - die Kenntnisse über mögliche Absatzmengen und erzielbare Preise, so daß die Entfaltung größerer Krill-Fangaktivitäten auf rein privatwirtschaftlicher Basis in naher Zukunft nicht zu erwarten ist<sup>1</sup>.

Ein etwas differenzierteres Bild kann sich unter zwei Gesichtspunkten ergeben. Einmal ist es möglich, daß durch die weiter zunehmenden Fangbegrenzungen in anderen Gebieten Trawler beschäftigungslos werden und damit in betriebswirtschaftlichen Kalkulationen lediglich die variablen Kosten zugrunde gelegt zu werden brauchten, was eine erhebliche Herabsetzung der Produktionsschwelle zur Folge hätte. Zum zweiten könnte die Entdeckung ergiebiger Fischvorkommen in bisher nicht oder nur wenig befischten Gebieten der Antarktis den Fischfang zumindest vorübergehend zum Schwerpunkt der Aktivitäten werden lassen. Krill würde dann nur in den Mengen gefangen, die für die Fortführung von Verarbeitungsversuchen und Markttests erforderlich sind. Allerdings kann auch für antarktische Fische das Absatzproblem keinesfalls als gelöst betrachtet werden. Einerseits geht es um das Problem, die Verbraucher an neue Fischarten zu gewöhnen. Auch wenn es sich um wohlschmeckende Arten handelt, zeigen die Erfahrungen mit der Einführung des Blauen Wittlings als Speisefisch, daß größere Aufklärungskampagnen und damit letztlich hohe Ausgaben unvermeidlich sind. Zweitens veranschaulichen die Erfahrungen mit der derzeitigen Fischmarktordnung, daß überhöhte Preisforderungen, abgesichert durch unrealistische "Rück-

---

<sup>1</sup> Die gleiche Ansicht vertritt R. Steinberg (Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg, Schreiben vom 29.3.82).

nahmepreise", bei den Verbrauchern nicht durchsetzbar sind. Allein durch die langen Anfahrtswege dürften die Preise für antarktische Fische aber vergleichsweise hoch liegen.

### 2.3.3.2 Gesamtwirtschaftliche Überlegungen

Die sich international abzeichnende verstärkte Nutzung von antarktischen Fischen und Krill gibt Anlaß zu verschiedenen, zum Teil sehr komplexen Fragen, von denen - mit Rücksicht auf den vorgegebenen Rahmen dieser Untersuchung - hier nur zwei herausgegriffen und kurz diskutiert werden sollen:

- a) Wie ist eine Beteiligung deutscher Unternehmen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu beurteilen, und welche Ziele können als Kriterien herangezogen werden?
- b) Welche Konsequenzen hat die verstärkte Nutzung der genannten Ressourcen durch andere Länder für die deutsche Wirtschaft?

Bezüglich der ersten Frage sind im folgenden einige für die Bundesrepublik relevant erscheinende Ziele aufgelistet, wobei weder Anspruch auf Vollständigkeit erhoben noch die Kompatibilität oder Konsistenz der Ziele hier näher untersucht werden soll<sup>1</sup>:

1. Optimale Allokation der Faktoren;
2. Vollbeschäftigung;
3. Sicherung der Versorgung mit Nahrungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland;
4. Verringerung der "Eiweißlücke" in der Welt;
5. Erhaltung eines intakten Ökosystems im Antarktischen Ozean.

In diesem sehr heterogenen Katalog sind die ersten drei Ziele direkt aus nationalen Gegebenheiten ableitbar, während die Ziele vier und fünf sich auf internationale Probleme beziehen, aber damit indirekt auch für die Bundesrepublik Bedeutung haben.

---

<sup>1</sup> Einige der hier angesprochenen Ziele werden in den Berichten der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFF) über die Antarktisexpeditionen angeführt [Antarktis Expedition 1975/76, 1978, S. 6 f. und Antarktis-Expedition 1977/78, 1979, S. 7 f.]

## 1. Allokationsziel

Wie die Überlegungen im vorigen Abschnitt gezeigt haben, dürfte mit der Aufnahme von Krill- und Fischfang in der Antarktis in größerem Rahmen seitens deutscher Unternehmen in naher Zukunft kaum zu rechnen sein. Dieses unter Zugrundelegung privatwirtschaftlicher Kriterien abgeleitete Ergebnis ist unter bestimmten Annahmen auch gesamtwirtschaftlich optimal. Unterstellt man einmal, daß die wichtigsten Hemmnisse hinsichtlich des Zugangs zu einem neuen Markt durch staatliche Hilfen in Form der Forschungsförderung (z.B. der Antarktisexpeditionen) überwunden sind bzw. überwunden werden, so ist die in diesem Zusammenhang wichtigste Annahme, daß es auf konkurrierenden Produkt- oder Faktormärkten keine Maßnahmen gibt, die die Allokation in der Bundesrepublik schon im Ausgangsstadium verzerren. Von Bedeutung ist hierbei vor allem die Protektion von konkurrierenden Verbrauchsgütern, also insbesondere von Fisch und Fischprodukten, in geringem Maße u.U. auch von anderen Eiweißträgern wie z.B. Fleisch oder Eiern. Auf der Verbrauchsebene wären die nominalen Protektionsraten, auf der Produktionsebene die effektiven Protektionsraten zu vergleichen [Corden, 1974, S. 366 f.].

Betrachtet man die wichtigsten zur Diskussion stehenden potentiellen Produkte der Antarktis, so läßt sich für Krillmehl festhalten, daß die Märkte der engen Substitute Sojaschrot und Fischmehl - abgesehen von einem geringen Wertzoll - nicht reguliert sind und somit keine Allokationsverzerrungen bestehen<sup>1</sup>. Unterstellt man für Fische und Fischprodukte aus der Antarktis, daß sie ähnlichen Regulierungen unterworfen würden

---

<sup>1</sup> Die Märkte für Grünmehl sowie für Erbsen und Bohnen haben bisher eine relativ geringe Bedeutung. Die Ausdehnung der Produktionsbeihilfen für diese Produkte im Rahmen der z.T. neuen Marktordnungen kann, da es sich ebenfalls um Eiweißfuttermittel handelt, zu Allokationsverzerrungen führen. Auf eine Diskussion der Zusammenhänge mit dem stark geschützten Magermilchpulvermarkt muß hier verzichtet werden.

wie andere Fische im Rahmen der EG-Marktordnung<sup>1</sup>, so würden auch hier keine Verzerrungen entstehen. Bei landwirtschaftlichen Veredelungsprodukten auf Getreidebasis (Fleisch, Eier) ist die effektive Protektionsrate relativ niedrig, der nominale Schutz allerdings recht ausgeprägt [Schrader, 1978, S. 281].

Sollten empirische Untersuchungen ergeben, daß der nominale Außenhandelsschutz bei Fisch und Fischprodukten geringer ist als bei den genannten Agrarprodukten, und sollten außerdem enge Substitutionsbeziehungen im Konsumbereich bestehen, wofür es aber keine empirischen Hinweise gibt, so wäre auch aus diesem Grund - zur Annäherung an das theoretische Optimum - ein Abbau der Protektion für Agrarprodukte zu empfehlen. Entsprechende Überlegungen gelten auch für potentielle Krillprodukte. Hinsichtlich des Allokationszieles läßt sich zusammenfassend feststellen, daß die für die privatwirtschaftliche Entscheidung relevanten Rahmendaten keine wesentlichen Verzerrungen enthalten, so daß aus gesamtwirtschaftlicher Sicht eine Förderung (z.B. durch Subventionen) oder Bremsung (z.B. durch spezifische Steuern) möglicher Fangaktivitäten deutscher Schiffe in der Antarktis nicht geraten erscheint.

## 2. Vollbeschäftigungsziel

Angesichts der aus der weltweiten Ausdehnung der Hoheitsgewässer und der aus dem allgemeinen Rückgang der Fischbestände resultierenden verringerten Fangmöglichkeiten für deutsche Schiffe ist es in einigen Bereichen der Fischindustrie (Fang- und Verarbeitung) zu einer Verringerung der Zahl der Beschäftigten gekommen bzw. wird eine derartige Entwicklung befürchtet.

---

<sup>1</sup> Gegenüber der Einfuhr aus Drittländern werden Wertzölle zwischen 8 und 20 vH für frische Fische bzw. Verarbeitungsprodukte erhoben. Auf einzelnen Märkten kann bei Unterschreitung eines Mindestpreises (Referenzpreis) auch die Einfuhr gestoppt werden [BMELF, Agrarbericht 1978, Materialband, S. 146 f.].

Hieraus werden mit dem Hinweis auf das Vollbeschäftigungsziel finanzielle Hilfsforderungen abgeleitet und in einigen Bereichen (Abwrackprämien, Erkundung neuer Fanggründe, Werbung zur Einführung neuer Fischarten) von der Regierung auch gewährt. Im Rahmen dieser Arbeit kann nicht im einzelnen untersucht werden, ob die genannten Maßnahmen alle den Strukturwandel fördern oder längerfristig unter Umständen das Gegenteil bewirken. In jedem Fall besteht die Gefahr, daß durch eine zunehmende Preisstützung im Rahmen der Fischmarktordnung mit allen daraus resultierenden Konsequenzen<sup>1</sup> die notwendige Anpassung des Sektors an die veränderten weltweiten Rahmenbedingungen verhindert wird. Aus diesem Grunde wäre auch eine Subventionierung von Fangaktivitäten in der Antarktis, sei es durch direkte Beihilfen oder eine forcierte Preisstützung, abzulehnen<sup>2</sup>.

### 3. Versorgungsziel

Unter Hinweis auf die starke Abhängigkeit der Bundesrepublik und auch der Europäischen Gemeinschaft von importierten Eiweißfuttermitteln wird zur Sicherstellung der Versorgung mit Nahrungsmitteln die Förderung der eigenen Eiweißfuttermittelerzeugung angestrebt. Wesentliche Instrumente sind Produktionsbeihilfen

---

<sup>1</sup> Im ersten Halbjahr 1978 wurden allein in der Bundesrepublik 5000 t Rotbarsch mit starker Bezuschussung durch den EAGFL (Europäischer Ausgleichs- und Garantiefonds für Landwirtschaft) (EG) zu Fischmehl verarbeitet, weil die Nachfrage für den menschlichen Verzehr bei dem offensichtlich überhöht vereinbarten "Rücknahmepreis" nicht ausreichte [Agra-Europe, 19. Jg., Nr. 27 (10.7.1978), Teil IV, S. 6]. Die neue Marktorganisation, deren Inkrafttreten zum 1.6.82 geplant ist, sieht u.a. Verarbeitungsprämien zur Verminderung der Interventionskäufe und eine Erhöhung des Außenschutzes im Handel mit Drittländern vor (BMELF, 1982, S. 80). Hiermit wird die Protektion verstärkt und die Allokationsverzerrung ausgeweitet.

<sup>2</sup> Spezifische struktur-, regional- oder arbeitsmarktpolitische Ziele, wie z.B. die Erhaltung von Arbeitsplätzen in den ohnehin benachteiligten Küstengebieten, und in Frage kommende Maßnahmen müßten in jedem Fall erst näher untersucht werden. Grundsätzlich andere Ergebnisse sind hierdurch kaum zu erwarten.

für Produkte mit hohem Eiweißgehalt wie Trockenluzerne, Erbsen und Bohnen. Diskutiert werden außerdem Maßnahmen, die auf eine Anhebung des internen Preisniveaus mittels Außenschutzmaßnahmen gegenüber den bisher praktisch abgabefreien importierten Eiweißfuttermitteln zielen. Derartige Eingriffe würden naturgemäß direkt die Rentabilität der Produktion von Krillmehl in der Antarktis erhöhen<sup>1</sup>. Wie einige quantitative Überlegungen gezeigt haben, würde sich aber an dem hohen Defizit der Bundesrepublik bei den in naher Zukunft als möglich erachteten Fangmengen nichts ändern. Wichtiger erscheint es aber, daß das genannte Ziel an sich wenig überzeugt, da unklar bleibt, für welche Art von Krise ein höherer Selbstversorgungsgrad mittels Steigerung der Eigenproduktion<sup>2</sup> notwendig ist. Eine finanzielle Unterstützung der Fangaktivitäten erscheint deshalb und wegen der damit verbundenen Allokationsverzerrungen nicht gerechtfertigt.

Als wenig überzeugend ist auch die Begründung für die Unterstützung der Fischfangaktivitäten (entsprechendes gilt für Krill) anzusehen, daß andernfalls die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Fisch nicht sichergestellt wäre. Ein derart produktionsspezifisches Versorgungsziel ist nicht akzeptabel, und die Entwicklung der Verbrauchsmengen zeigt auch, daß die Konsumenten bei zu hohen Preisen den Fischverbrauch einschränken.

#### 4. Internationale Versorgung (Eiweißblücke)

Aus internationaler Sicht wird die "Welteiweißblücke" oder der "Welthunger" als Grund für die notwendige Ausbeutung der Nahrungsreserven der Antarktis angeführt. Hierzu ist anzumerken, daß die sich für die Antarktis abzeichnende Nutzungsregelung

<sup>1</sup> Geht man z.B. von einer Preiserhöhung (bewirkt durch einen Zoll) von 30 vH aus, so würde die kostendeckende Fangmenge im Beispiel 8 (Tabelle 12) immer noch 194 t/Tag betragen, eine Menge, die kaum erzielt werden kann.

<sup>2</sup> Außerdem ist zu berücksichtigen, daß es sich hier um einen weit entfernten "Produktionsstandort" handelt, der - aufgrund der langen Transportwege - wohl kaum zu einer Versorgungssicherung im Krisenfall beitragen kann.

des "freien Zugangs" gerade die sehr armen Länder von einer Nutzung ausschließt. Eine Verbesserung der Versorgung dieser Länder ist letztlich nur durch eine Erhöhung ihrer Kaufkraft und/bzw. ihres Produktionspotentials möglich. Da es einen absoluten Eiweißmangel in der Welt nicht gibt, dürften zur Versorgung der Bevölkerung in akuten Katastrophenfällen in Form direkter Hilfen, billigere Eiweißquellen zur Verfügung stehen.

## 5. Umweltschutz

Letztendlich muß auf die Probleme des Umweltschutzes hingewiesen werden. In Anbetracht des sich weltweit abzeichnenden verstärkten Umweltbewußtseins kann nicht ausgeschlossen werden, daß eine verstärkte Nutzung der antarktischen Ressourcen, die mit Sicherheit auch Konsequenzen für die nicht genutzten Tierarten hätte, zu weltweiten Protesten führen könnte, die letztlich zumindest in demokratischen Staaten die Beteiligung des jeweiligen Landes an der Nutzung behindern, wenn nicht diese gar verhindern könnten. Unter diesem Gesichtspunkt und insbesondere als Mitglied des Antarktisvertrags müßte eine wirksame Umweltschutzregelung ein wichtiges und vordringliches Ziel auch der Bundesrepublik sein.

Bezüglich der eingangs formulierten Frage (b) nach den Rückwirkungen der Fangaktivitäten anderer Länder auf die Wirtschaft der Bundesrepublik soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die für die Bundesrepublik aufgrund privatwirtschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Überlegungen gewonnenen Ergebnisse kaum auf andere Länder übertragbar sind. So kann z.B. in Japan der sehr viel aufnahmefähigere Absatzmarkt für Krillprodukte die Rentabilität des Krillfangs für dieses Land sowohl aus privatwirtschaftlicher als auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht gewährleisten. Für sozialistische Länder kann neben dem grundsätzlichen Ziel, die Abhängigkeit von importierten Nahrungsmitteln zu verringern, der Devisenmangel Anlaß sein, die Fangaktivitäten in der Antarktis zu intensivieren.

Der schon mehrfach erwähnte starke Anstieg der Zahl der Fangschiffe in der Antarktis seit der Saison 1977/78 deutet auf schnell zunehmende Fangaktivitäten hin, die sich inzwischen auch in der Fangstatistik niederschlagen (Tabelle 6). Dabei ist vorläufig schwer zu beurteilen, ob aus Krill vornehmlich Mehl oder menschliche Nahrungsmittel hergestellt werden. In jedem Fall kann man unterstellen, daß aufgrund des internationalen Preiszusammenhangs hierdurch sowohl die Preise für Eiweißprodukte des menschlichen Verzehrs als auch für Futtermittel tendenziell gedämpft werden. Empirisch nachweisbar könnte dieser Effekt infolge der Größe des Gesamtmarktes jedoch in absehbarer Zeit nur auf dem Teilmarkt für Krill bzw. Fischmehl werden.

### 3 Ziele und Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten der Antarktisvertragsländer

#### 3.1 Entwicklungslinien der Antarktisforschung seit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr

Mit Beginn des Internationalen Geophysikalischen Jahres (IGJ) 1957/58<sup>1</sup> wurde die umfassende systematische Erforschung des antarktischen Kontinents und der vorgelagerten Inselgruppen auf breiter Basis in Angriff genommen. Nachdem die vorangegangenen Expeditionen und Forschungsaktivitäten jeweils auf bestimmte antarktische Gebiete konzentriert waren, wurde nunmehr von einer Reihe von Ländern mit der Durchführung von umfassenden, international abgestimmten Forschungsprogrammen begonnen, die auf eine flächendeckende Erforschung des Kontinents und der antarktischen Inseln abzielten.

<sup>1</sup> 1. Juli 1957 - 31. Dezember 1958 - Vorangegangen waren die Internationalen Polarjahre von 1882/83 und 1932/33, in denen die Arktisforschung intensiviert wurde. - Vor dem Geophysikalischen Jahr von 1957/58 sind zahlreiche Expeditionen - vor allem von Großbritannien, den Vereinigten Staaten, Norwegen, Deutschland, Frankreich, Australien und Argentinien in die Antarktis entsandt worden. Im Vordergrund standen dabei systematische geographische Erkundungen (Kartierung) sowie ozeanographische, glaziologische, geologische und meteorologische Studien; zugleich erfolgte der Aufbau von Forschungsstationen.

Zunächst dominierten geophysikalische Projekte zur Untersuchung der Vorgänge in der Atmosphäre, der Magnetfelder und der antarktischen Eisdecke, wobei umfangreiche seismische, gravimetrische und magnetische Messungen vorgenommen wurden [Robin, 1961, S. 153 ff.]. Zugleich erfolgte der Aufbau eines Netzes von meteorologischen Beobachtungs- und Meßstationen, um die wichtigsten klimatischen Daten kontinuierlich zu erfassen und auszuwerten; Hand in Hand damit nahm der internationale Daten- und Informationsaustausch zu. Im Gefolge des IGJ richtete sich das Interesse der Wissenschaftler zunehmend auf geologische Studien und die weitere geographische und topographische Erkundung des Kontinents. Ergänzend wurden botanische und zoologische Untersuchungen durchgeführt, so daß damit alle relevanten Forschungsdisziplinen in der Antarktisforschung vertreten waren und es möglich war, in enger internationaler Kooperation den wichtigsten sich in den verschiedenen antarktischen Regionen ergebenden wissenschaftlichen Fragestellungen nachzugehen. Angesichts der Wechselkurswirkungen zwischen den antarktischen Eismassen, dem umgebenden Meer und der Atmosphäre sowie innerhalb der ökologischen Systeme erlangte die interdisziplinäre Forschung zunehmende Bedeutung.

Im Verlauf des Internationalen Geophysikalischen Jahres wurde das Netz der antarktischen Forschungsstationen von 12 auf 55 erweitert, wobei auch erste Stationen im Innern des Kontinents errichtet wurden. An den Forschungsarbeiten beteiligten sich alle Signatarstaaten des Antarktisvertrages von 1959: Argentinien, Australien, Belgien, Chile, Frankreich, Japan, Neuseeland, Norwegen, Südafrika, die Vereinigten Staaten, das Vereinigte Königreich und die Sowjetunion. Von diesen zog sich später Belgien aus finanziellen Gründen aus der Antarktisforschung zurück, während Japan und Norwegen ihre Forschungsaktivitäten zeitweilig unterbrachen bzw. stark drosselten.

Bei der systematischen und flächendeckenden Bestandsaufnahme der Antarktis ging es zunächst vor allem um:

- die umfassende geographische, topographische und glaziologische Erforschung vor allem bisher unbekannter Gebiete,

Tabelle 14 - Wichtige Traversen in der Antarktis  
1956/57 - 1966/67

Land	Jahr	Traversen
Vereinigte Staaten	1956/57	Little America-Byrd
	1957/58	Ross Eisschelf Traverse (McMurdo - Little America)
	1957/58	Sentinel Range Traverse (Byrd - Ellsworth Mountains)
	1957/58	Filchner Ice Shelf Traverse (ab Ellsworth Station)
	1958	ab Wilkes Land
	1960	ab Wilkes Land
	1958/59	Ellsworth Byrd Traverse
	1958/59	Byrd-Horlick Mountains
	1959	Executive Committee Range Traverse
	1959/60	Marie Byrd Land Traverse
	1959/60	Victoria Land Traverse
	1960/61	McMurdo-South Pole
	1960/61	Byrd-Highland-Eights Station
	1960/61	Byrd-South Pole
	1961/62	Antarctic Peninsula Traverse
	1962/63	South Pole-Horlick Mountains Traverse
	1963/64	Wisconsin Traverse
	1964/65	South Pole Queen Maud Land Traverse I (bis Pole of Inaccessibility)
	1965/66	South Pole Queen Maud Land Traverse II (bis Plateau)
	1967/68	South Pole Queen Maud Land Traverse III (bis Queen Maud Land)
Argentinien	1965	Belgrano-South Pole
Australien	1957/58	Southern Seismic Traverse (ab Mawson)
	1958/60	ANARE Traverse
	1960/62	Traverse von Wilkens aus in Richtung Vostok
	1962	Wilkes-Vostok
	1962	Totten Gl. Traverse
	1963	ANARE Spring Traverse
	1968/69	Amery Ice Shelf Traverse

noch Tabelle 14

Land	Jahr	Traversen
Belgien	1959/60	Roi Baudoin-Gunnestad Gletscher
Frankreich	1950/51	ab Dumont d'Urville
	1952	ab Dumont d'Urville
	1958/59	ab Dumont d'Urville
Japan	1960	Syowa-Mt Gaslon de Gerlache
	1967/68	Syowa-Plateau
	1968/69	Syowa-South Pole
	1967	Japanes Molodezhnaya Traverse
Vereinigtes Königreich	1957/58	Commonwealth Trans-Antarctic Expedition: Shackleton-South Pole-McMurdo
Sowjetunion	1956/61	Mirny-Komsomol'skaya-Vostok
	1956/61	Sovetskaya-Pole of Inaccessibility
	1959/60	Vostok-South Pole
	1963/64	Vostok-Pole of Inaccessibility- Molodezhnaya
	1966/67	Molodezhnaya-Novolazarevskaya (über Pole of Inaccessibility und Plateau)

Quelle: American Geographical Society.

- wobei die Erstellung von "Surveys" und die detaillierte Kartierung des Kontinents im Vordergrund standen;
- die kontinuierliche Erfassung und Auswertung einer Fülle von Klimadaten, um die Wetterprognosen zu verbessern;
  - die systematische geologische Erforschung der Gesteinsformationen in den zugänglichen Gebieten und des subglazialen Untergrunds mittels seismischer, gravimetrischer und magnetischer Messungen und Sondierungen;
  - die Untersuchung der antarktischen Magnetfelder, insbesondere im Hinblick auf Fluktuation und Anomalien;
  - die ständige Beobachtung und Messung der vielfältigen atmosphärischen Phänomene (Stahlungsbilanz, Ozon- und Schadstoffgehalt, Vorgänge in der Hohen Atmosphäre) und
  - die Erkundung und Klassifizierung der antarktischen Pflanzen- und Tierwelt.

Zahlreiche Traversen, die in den sechziger Jahren mit Schlitten, Traktoren und Kettenfahrzeugen über weite Entfernungen durchgeführt worden sind, dienten dazu, grundlegende Informationen "vor Ort" zu gewinnen. Gemessen an der Zahl der durchgeführten Traversen und der Länge der zurückgelegten Strecken sowie gemessen an der Fülle der gewonnenen Daten und Informationen entfalteten die Vereinigten Staaten sehr umfangreichen Aktivitäten (Tabelle 14). Besondere Erwähnung verdienen aber auch die Commonwealth Trans-Arctic-Expedition von Shakleton über den Südpol bis nach McMurdo, wobei erstmals der antarktische Kontinent auf den Landweg durchquert wurde sowie die sowjetischen Traversen in der Ostantarktis. Durch diese Expeditionen, die angesichts der extremen klimatischen Bedingungen und besonderen topographischen Verhältnisse außerordentlich hohe Anforderungen an die beteiligten Wissenschaftler und Techniker stellten, konnten grundlegende Erkenntnisse insbesondere über die im Innern des antarktischen Kontinents gelegenen Regionen gewonnen werden. Im Verlauf der sechziger Jahre wurde die Luf terkundung intensiviert, zunächst durch vermehrten Einsatz von Flugzeugen, deren Luftbilder für die Kartierung des Kontinents wichtige Unterlagen lieferten, und später auch durch Satelliten. Damit war möglich, die für die systematische Kartierung des Kontinents notwendigen Arbeiten wesentlich zu beschleunigen.

Etwa Anfang der siebziger Jahre ist die Phase einer ersten umfassenden Bestandsaufnahme der Antarktis weitgehend abgeschlossen worden. Zahlreiche geographische und topographische Fragen sind durch eine Fülle von Messungen und Beobachtungen erforscht worden. Das Wissen über Umfang und Beschaffenheit der Eismassen, der Gesteinsformationen, der Entstehung und dem Aufbau der Gebirge sowie über Klima, Fauna und Flora in großen Teilen des antarktischen Kontinents und der vorgelagerten Inseln konnte erheblich erweitert werden. Ähnliches gilt für die Vorgänge in der Strato-, Iono- und Magnetosphäre. Eindrucksvoller Beleg der geleisteten Forschungsarbeiten sind u.a. die umfassenden detaillierten amerikanischen und sowjetischen Kartenwerke.

über die Antarktis, die erstellten seismischen und glaziologischen Profile, die Klimakarten, die geologischen "Surveys" und die umfangreichen Arbeiten zur Klassifizierung und Quantifizierung der Tier- und Pflanzenwelt. Zu der günstigen Bilanz der antarktischen Forschungsaktivitäten seit Ende der fünfziger Jahre haben nicht zuletzt die Transparenz der Forschung und die enge internationale Zusammenarbeit zwischen den in der Antarktisforschung engagierten Ländern beigetragen. Diese Zusammenarbeit ist durch den Antarktisvertrag von 1959 und die Tätigkeit des Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR) ganz wesentlich gefördert worden.

### 3.2 Forschungsaktivitäten der einzelnen Länder auf dem antarktischen Kontinent

#### 3.2.1 Überblick

An die umfassende Bestandsaufnahme des Wissens über den antarktischen Kontinent, die seit Beginn des Internationalen Geophysikalischen Jahres erfolgte, schloß sich - etwa ab Anfang der siebziger Jahre - eine Phase der weiteren Erforschung der Antarktis an, die durch stärker problembezogene Projekte gekennzeichnet ist. In den Vordergrund rückten u.a. Fragen zur Klärung der Eisdynamik, der energetischen Austauschprozesse, des Energietransfers und der unter dem Eis liegenden Gesteinsformationen. Zudem beanspruchten im biologischen Bereich die marinen und terrestrischen ökologischen Systeme sowie im atmosphärischen Bereich die Vorgänge in der Hohen Atmosphäre und die klimatischen Prozesse zunehmendes Interesse.

Für die Erforschung bestimmter Phänomene bietet die Antarktis eine Reihe von Standortvorteilen: In keinem anderen Teil der Welt als in der Antarktis ist es möglich, die Wechselbeziehungen zwischen Eis, Atmosphäre und Meer unter Berücksichtigung aller relevanten Aspekte zu studieren; ähnliches gilt für Entstehung, Verlauf und Implikationen vergangener Eiszeiten. In der antarktischen Eiskappe sind die atmosphärischen Niederschläge von

Millionen von Jahren gespeichert, so daß durch eingehende Analyse der einzelnen Eisschichten die Ereignisse während der einzelnen Perioden der Vereisung nachvollzogen werden können. Auch bedarf es des Hinweises, daß angesichts der einzigartigen geographischen Lage des Kontinents, der weitgehend geschlossenen Eisdecke und der hohen Strahlungsreflektionen günstige Bedingungen gegeben sind, um Aufbau, Funktion und Zerfall von Wettersystemen und die Wechselwirkungen mit höheren Schichten der Atmosphäre zu analysieren. In diesem Zusammenhang ist die Frage relevant, wie Änderungen der Sonnenstrahlung Wetter und Klima beeinflussen. Außerdem ist die Antarktis ein prädestinierter Standort für Untersuchungen, die zum Ziel haben, die Veränderungen des Ozongehaltes in der Atmosphäre sowie den Einfluß von Aerosolen und Stickstoffoxyden (Abgase von Überschallflugzeugen) zu bestimmen. Unter den besonderen antarktischen Bedingungen lassen sich Schadstoffe und Fremdkörper, die von anderen Kontinenten herangetragen worden sind, besser als anderswo nachweisen; dies deshalb, weil auf den antarktischen Kontinent keine Schadstoffemissionen erfolgen und die Lufthülle über der Antarktis weitgehend frei von Staub und Schadstoffen ist. So gesehen gibt die Antarktis ein Referenzsystem zur Messung von externen Umweltbelastungen ab.

Was die Erforschung der hohen Atmosphäre betrifft, so sind einzelne Vorgänge und Phänomene nur vom antarktischen Kontinent aus, insbesondere von der antarktischen Halbinsel (in Verbindung mit konjugierenden Standorten in der nördlichen Hemisphäre) zu identifizieren. Da in der Antarktis die Entfernung des magnetischen Pols vom geographischen Pol größer ist als in der Arktis, sind hier Verhalten der Magneto- und Ionosphäre sowie die Wechselbeziehungen zwischen Atmosphäre und Sonne anders als in der Nordpolarregion. Innerhalb der Ionosphäre beansprucht u.a. die F-Region besonderes Interesse, da sie auf den Solarwind und die Änderungen der elektrischen Felder sehr sensibel reagiert. Unterschiede im Verhalten der Stratosphäre (gegenüber der Nordpolarregion) und das Vorhandensein einer hochreflektierenden Schnee- bzw. Eisdecke waren Anlaß, die Antarktis in allen ihren Erscheinungsformen vor allem durch Satelliten zu beobachten [BAS, 1977, S. 9].

Die Fluktuationen der Magnetfelder sind in der Antarktis besonders ausgeprägt. Von antarktischen Stationen lassen sich vorzugsweise die Verbreitung von VLF-Radiosignalen (Whistler) bis zu den konjugierenden Standorten in der nördlichen Atmosphäre durchführen. Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang außerdem auf den Vorteil einer kontinuierlichen Beobachtung des Polarlichtes von der Antarktis aus, die mit den in der Nordpolarregion durchgeführten Beobachtungen verglichen werden können.

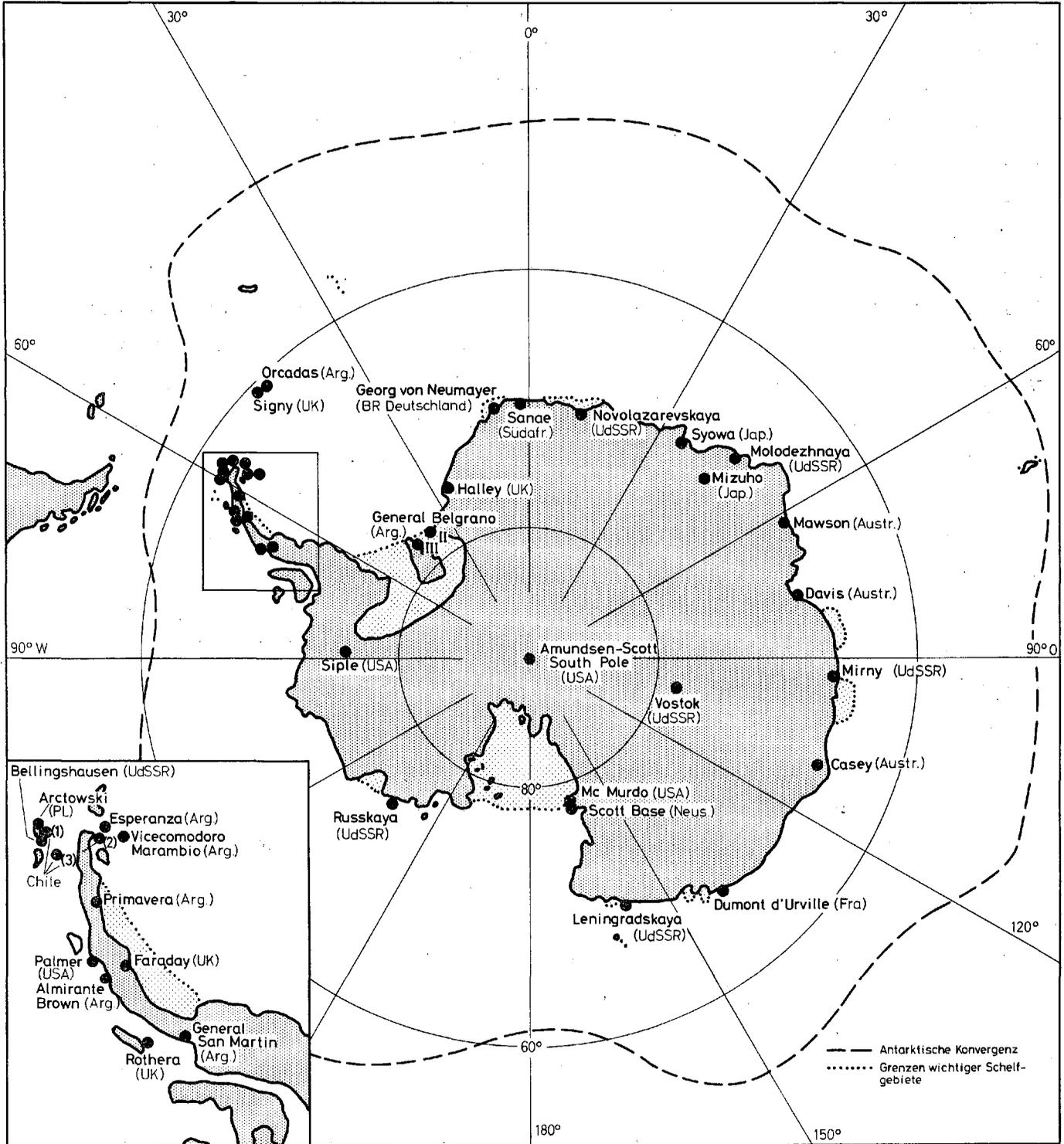
Auch im biologischen Bereich sind die Standortvorteile der Antarktis für spezifische Forschungsvorhaben unverkennbar. Das trifft sowohl für Projekte zur Klärung der Verhaltensanpassung von Tieren und Pflanzen an die extremen Bedingungen der antarktischen Umwelt zu als auch für Untersuchungen der marinen und terrestrischen ökologischen Systeme. Da diese Systeme in der Antarktis weniger vielfältig und transparenter sind als anderswo, bieten sich gute Voraussetzungen, um Einblick in die Strukturen, Funktionen und Veränderungen dieser Systeme zu bekommen. Die gewonnenen Erkenntnisse dürften auch - mit Einschränkung - für anders aufgebaute biologische Systeme in anderen Regionen aussagefähig sein.

Die in den vergangenen Jahren in der Antarktis durchgeführten Projekte sollten u.a. Aufschluß geben über:

- Dynamik und Massenbilanz der antarktischen Eisdecke (Zutrag, Abschmelzen, Bewegungsgeschwindigkeit, Temperaturen, Masse- und Wärmeaustausch in den Randgebieten, interne Austauschvorgänge);
- Schichtung, Struktur und atmosphärische Einschlüsse der antarktischen Eisdecke, damit die Geschichte des Eises nachvollzogen werden kann;
- energetische Austauschprozesse zwischen Eis, Meer und Atmosphäre;
- Entstehung, Art und Aufbau der Gebirge; Vulkanismus; Struktur und Zusammensetzung der Gesteinsformationen;
- Mineral- und Kohlenwasserstoffvorkommen auf dem antarktischen Kontinent und in den Schelfgebieten;

Karte 10

# Ständige Forschungsstationen in der Antarktis (Winter 1980)



(1) Teniente Rodolfo Marsh (Chile) (2) General Bernardo O'Higgins (Chile) (3) Capitán Arturo Prat (Chile)

- Verteilung der einzelnen Spezies, Populationsdynamik und physiologische Vorgänge in der antarktischen Tierwelt;
- Flora und Fauna unter dem Eis;
- Produktivitäten, Wechselbeziehungen und Anpassungsvorgänge innerhalb der verschiedenen ökologischen Systeme;
- das Potential an marinen "living resources" unter Berücksichtigung einer weitgehenden Erhaltung des ökologischen Systems;
- Wärme- und Wasserbudget der Atmosphäre; Aufbau und Zerfall von Wettersystemen; atmosphärische Zirkulation;
- Veränderungen des Ozongehaltes der Atmosphäre; Auftreten von Aerosolen, Kohlendioxyd und Schadstoffen, die von anderen Regionen zugetragen worden sind;
- Struktur und Eigenschaften der Ionosphäre und der Magnetosphäre, besonders auch unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung.

Bei der zu beobachtenden Intensivierung der stärker problembezogenen Antarktischforschung sind in den letzten Jahren umfassende Untersuchungen zur Identifizierung und Einschätzung der antarktischen Ressourcen sowie zu der Frage, wie sich eine Nutzung dieser Ressourcen in den verschiedensten Bereichen auswirken würde, in Angriff genommen worden. Das Interesse gilt dabei sowohl der Schätzung der lebenden Ressourcen des Meeres, insbesondere unter dem Aspekt der Erhaltung des ökologischen Systems, als auch den Vorkommen bzw. Indikationen von Metallen und Energiestoffen. Zum Teil sind hier Aufgaben zu bewältigen, die über die Möglichkeiten der einzelnen Antarktischvertragsländer weit hinausgehen.

Die laufenden und geplanten Forschungsprojekte werden nicht nur zum besseren Verständnis der Vorgänge und Austauschprozesse in der Antarktis selbst beitragen. Sie dienen auch zur Identifizierung und Klärung externer Effekte, die vor allem durch die antarktischen Eismassen verursacht werden; sei es, daß es sich dabei um die energetischen Austauschprozesse und die daraus resultierende Beeinflussung des Klimas in anderen Regionen handelt; sei es, daß es dabei um die Auswirkungen auf Temperatur, Strömungen und Höhe der umgebenden Meeresgebiete geht.

Bei der Erforschung der Antarktis hat sich zwischen den einzelnen Ländern nur in wenigen Disziplinen, und hier auch nur bei einzelnen Projekten, eine Arbeitsteilung entsprechend den komparativen Vorteilen der einzelnen Länder herausgebildet. So führen beispielsweise britische und amerikanische Forscher überwiegend die Messungen zur Bestimmung der Eismächtigkeit und der subglazialen Profile in der Westantarktis durch. Während die sehr aufwendigen Tiefbohrprojekte Teil des amerikanischen sowie des sowjetischen Forschungsprogramms sind, dominieren bei der Erforschung der marinen ökologischen Systeme Großbritannien, die Vereinigten Staaten und die Bundesrepublik. Die Beobachtung und Untersuchung der hohen Atmosphäre über der Westantarktis erfolgte weitgehend von britischen, amerikanischen und argentinischen Stationen aus.

Wesentlich ausgeprägter ist indessen die regionale Arbeitsteilung zwischen den in der Antarktisforschung engagierten Ländern. Dabei sind die regionalen Ansatzpunkte und die räumliche Konzentration zum einen historisch bedingt, d.h. durch vorangegangene Expeditionen oder Entdeckungen in bestimmten Regionen. Zum anderen spielen auch politische Motive bei der Standortwahl insofern eine Rolle, als von den einzelnen Ländern für ihre Aktivitäten vielfach Regionen bzw. Sektoren bevorzugt werden, für die von den einzelnen Ländern Souveränitätsrechte geltend gemacht worden sind. Obwohl diese durch den Antarktisvertrag von 1959 "eingefroren" sind, dürfte das Bestreben, in den reklamierten Gebieten präsent zu bleiben, Anlaß gewesen sein, auch nach 1959 die Forschungsaktivitäten auf die "eigenen" Sektoren zu konzentrieren; das gilt beispielsweise für Argentinien und Chile. Auch die Interessen Frankreichs, Australiens und Neuseelands richteten sich primär auf die Erforschung "ihrer" Sektoren. Zwar führt auch das Vereinigte Königreich einen Teil seiner umfangreichen Projekte und Studien im "eigenen" Sektor durch. Doch waren für die Standortwahl auch die einzigartigen Vorteile der Antarktischen Halbinsel für bestimmte Forschungsprojekte bestimmend; so für die Erhärtung der Gondwanaland-These, für die Erforschung der hohen Atmosphäre sowie der Flora

und Fauna. Die Vereinigten Staaten decken mit ihren Forschungsaktivitäten vor allem große Gebiete in der Westantarktis ab. Entscheidend dafür dürfte gewesen sein, daß sich in der Westantarktis die interessantesten wissenschaftlichen Fragestellungen boten; z.B. die Identifizierung der Gesteins- oder Gebirgsformationen, das Studium der Eisdynamik und die Erforschung der vielfältigen Phänomene der hohen Atmosphäre. Im Unterschied zu den Vereinigten Staaten konzentriert die Sowjetunion ihre Forschungsaktivitäten bisher überwiegend auf die Ostantarktis und hier besonders auf die im Innern des Kontinents gelegenen Gebiete, wobei sich weniger regionale Überschneidungen ergaben. Die Bundesrepublik beschränkte ihre Untersuchungen auf dem antarktischen Kontinent auf Gebiete des Filchner-Eisschelfs und der Umgebung der ATKA-Bucht.

Die antarktischen Forschungsaktivitäten der letzten Jahre erforderten zum Teil einen wesentlich größeren Ressourcenaufwand als die in den sechziger Jahren durchgeführten Projekte. Dies trifft einmal für die Zahl und Qualifikation der eingesetzten Wissenschaftler zu; zum anderen gilt dies auch für die eingesetzten Instrumente und Geräte, die sehr viel komplexer und kostspieliger geworden sind. Beispiele dafür sind die hochentwickelte Technik zur Durchführung von Tiefbohrungen im antarktischen Eis, die Meßverfahren vom Flugzeug und von Satelliten aus sowie die Instrumente zur Erforschung der hohen Atmosphäre. Daraus ergeben sich finanzielle Aufwendungen, die von einzelnen in der Antarktisforschung engagierten Ländern nicht mehr allein getragen werden können. Angesichts dessen ist die internationale Zusammenarbeit bei der Durchführung von umfassenden interdisziplinären Großprojekten und von Untersuchungen mit umfangreichem technischen Input erheblich verstärkt worden. Projekte, die in enger internationaler Kooperation durchgeführt werden, sind u. a. die amerikanischen Tiefbohrungen durch das Eisschelf des Ross-Meeress und die Radarmessungen zur Bestimmung der Eismächtigkeit und des subglazialen Reliefs. An dieser Stelle ist auf folgende antarktische Forschungsprogramme hinzuweisen:

- International Antarctic Glaciological Project;
- Internationale Glaciological Research Program for the Antarctic Peninsula;
- Global Atmospheric Research Program;
- International Magnetospheric Study;
- Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS);
- International Southern Ocean Studies (ISOS);
- International Weddell Sea Oceanographic Expedition (IWSOE).

Außerdem erstreckt sich die internationale Zusammenarbeit entsprechend den Zielen und Bestimmungen des Antarktisvertrages auf den Austausch von Wissenschaftlern und die gegenseitige Unterstützung im Bereich Logistik. Der Austausch von Wissenschaftlern findet regelmäßig nicht nur zwischen den westlichen Ländern statt, sondern auch zwischen den amerikanischen und sowjetischen Stationen. Er vollzieht sich in der Form, daß das gastgebende Land Unterkunft, Laboreinrichtungen und andere logistische Mittel zu Verfügung stellt und die Wissenschaftler Forschungsprojekte in eigener Regie durchführten.

### 3.2.2 Vereinigte Staaten

Bei der Erforschung der Antarktis haben die Vereinigten Staaten eine führende Stellung inne. Ein Indiz dafür ist die große Zahl zumeist anspruchsvoller Projekte, die regional breit gestreut sind; in Zusammenhang damit liegt der gesamte finanzielle Aufwand für die amerikanische Antarktisforschung wesentlich über dem anderer Länder. Die von der National Science Foundation (NSF), einer der Deutschen Forschungsgemeinschaft vergleichbaren Institution, vorbereiteten und koordinierten Forschungsprogramme zielen darauf ab, die Forschung über wissenschaftliche Probleme weltweiten und regionalen Interesses zu fördern. Dabei wird angestrebt, die antarktische Umwelt zu schützen und geeignete Maßnahmen hinsichtlich der lebenden und nichtlebenden Ressourcen zu entwickeln. Besondere Bedeutung wird der Aufrechterhaltung des Antarktisvertrags und der Notwendigkeit, die

Antarktis nur für friedliche Forschungszwecke zu nutzen, beige-  
messen [US Antarctic Research Program, 1977]. Bei der Aufstel-  
lung der jährlichen Forschungsprogramme wird die NSF vom Polar  
Research Board of National Research Council unterstützt.

Die amerikanischen Forschungsaktivitäten waren in den letzten  
Jahren schwerpunktmäßig auf Gebiete der Antarktischen Halb-  
insel, das Transantarktische Gebirge, die an die McMurdo-Bucht  
angrenzenden Gebiete und das Rossmeer-Eisschelf konzentriert.  
Bei den geologischen/geophysikalischen Projekten geht es einmal  
darum, Entstehung und Struktur der Gebirgszüge der Antarktischen  
Halbinsel und des Scotia-Bogens zu untersuchen; dabei sollen  
u.a. die Analogie der Gesteinsformationen, die zwischen dem  
Ellsworth-Gebirge und dem Antarktischen Gebirge bestehen, auf-  
gezeigt werden. Ein weiteres Projekt zielt darauf ab, die Vor-  
kommen an metallischen Mineralien im Gebiet der südlichen Shet-  
landinseln, an der Gerlach-Straße sowie nahe der Palmerstation  
zu erkunden. Zum anderen erstrecken sich die geologischen For-  
schungen auf das Victoria-Land, hier vor allem auf die La Gorce  
Berge und auf die an die McMurdo Bucht angrenzenden Gebiete,  
wobei auch dem Einfluß des Vulkanismus auf die anzutreffenden  
Gesteinsformationen nachgegangen wird; daneben wurde versucht,  
einen Überblick über die mineralischen Ressourcen und die Radio-  
aktivität in diesem Gebiet zu gewinnen. Außerdem erfolgen in  
den Trockentälern Studien über die geologischen Strukturen und  
petrologischen Bestimmungen der "basements". Daneben sind ame-  
rikanische Wissenschaftler - zusammen mit Wissenschaftlern aus  
Japan und Neuseeland - damit befaßt, die vulkanischen und seis-  
mischen Aktivitäten des Mt. Erebus, eines noch aktiven Vulkans,  
zu erforschen. Angestrebt wird hierbei die kontinuierliche  
Erfassung seismischer Daten über die auftretenden Erdbeben, wo-  
durch Erklärungshypothesen zur Tektonik der Gebirge am Rossmeer  
abgestützt werden könnten. Fortgesetzt wurde im südlichen Vic-  
toria-Land die Suche nach Meteoriten, die in der Antarktis in  
ihrer ursprünglichen Form und Zusammensetzung erhalten geblie-  
ben sind. Diese Arbeiten dürften Aussagen u.a. über frühere  
planetarische Aktivitäten sowie über die Entstehung des antark-  
tischen Eises, über Richtung und Stärke des Eisflusses zulassen.

Hinzuweisen ist außerdem auf die gravimetrischen und seismischen Messungen über den McMurdo-Sund, mit dem Ziel, die Gesteinsformationen des Meeresbodens zu erkunden; damit könnten Anhaltspunkte über Alter, Natur und tektonische Charakteristika von Teilen des Transantarktischen Gebirges gewonnen werden.

Wichtiges Anliegen der glaziologischen Projekte ist einmal, durch Studium der Eisdynamik sowie der Zusammensetzung des Eises die Entstehungsgeschichte der antarktischen Eismassen aufzuhellen. Zum anderen wird versucht, Anhaltspunkte über die Veränderungen der antarktischen Eisdecke zu gewinnen und die Wechselbeziehungen zwischen dem antarktischen Eis und dem Klimaverlauf schrittweise zu klären. In diesem Zusammenhang sind auch die in der Nähe des Südpols durchgeführten Eisbohrungen zu sehen, denen sich eingehende physikalische und chemische Analysen der Bohrkerne anschlossen. Tiefbohrungen durch die antarktische Eisdecke sind in den vergangenen Jahren bereits mehrfach durchgeführt worden, so unter anderem durch die 420 m mächtige Schelfeisdecke des Rossmeeres. Diese Bohrungen sollten nicht nur Entstehung und Struktur der Eises klären helfen und zur Bestimmung der physikalischen und chemischen Parameter des darunter liegenden Meeres sowie der Gesteinsformationen des Meeresgrundes beitragen, sondern auch Aufschluß darüber geben, ob und in welcher Form lebende Organismen unter dem Schelfeis anzutreffen sind. Besondere Erwähnung verdienen in diesem Zusammenhang auch die durchgeführten glaziologischen Untersuchungen am Dom C im Rahmen des International Antarctic Glaciological Project, an denen die Vereinigten Staaten, Australien, Frankreich, das Vereinigte Königreich und die Sowjetunion beteiligt waren.

Bei den physikalischen Untersuchungen der Atmosphäre hat die Erforschung der Magnetosphäre - in Weiterführung der Arbeiten im Rahmen der International Magnetospheric Study - einen besonderen Stellenwert. Es sollen u.a. Erklärungshypothesen der vielfältigen Prozesse in der Magnetosphäre sowie der Elektroneniederschläge erarbeitet werden. Die magnetosphärischen Wellenaktivitäten wurden von den Bodenstationen sowie mit Instrumenten, die mittels Raketen in Höhen bis etwa 250 km gebracht worden sind,

beobachtet und aufgezeichnet. Außerdem galt das Interesse der Wissenschaftler den Oszillationen des Magnetfeldes und den Störungen in der Ionosphäre. Weitere Vorhaben beziehen sich auf die Instabilität der Plasmapause sowie auf die Erforschung der Intensität der kosmischen Strahlungen. Studienobjekte waren auch die Aurora und das interplanetarische magnetische Feld. Von einem Standort nahe der Südpolstation erfolgten Beobachtungen der Chromosphäre, vor allem des Wachstums von Sonnenflecken, die auf Bewegungsvorgängen in der Konvektionszone der Sonne beruhen könnten.

Was den Bereich der unteren Atmosphäre betrifft, so stehen hier Untersuchungen der Aerosole und des Ozongehalts sowie die Erforschung atmosphärischer Prozesse (u.a. des Energieaustausches) im Vordergrund. Von besonderem Interesse ist dabei auch die Frage, welche klimatischen Änderungen in den letzten Jahrzehnten eingetreten sind und wie das antarktische Eis den globalen Witterungsverlauf beeinflusst haben könnte. Nicht unerwähnt bleiben darf hier die langjährige und breit angelegte Erfassung zahlreicher Klimadaten zur Wetteranalyse und -prognose.

Im biologischen Bereich sind die Forschungen zunehmend darauf gerichtet, Aufbau und Veränderungen der ökologischen Systeme zu klären und die Nahrungsketten der antarktischen Tierwelt transparenter zu machen. Im Rahmen einer Gesamtbetrachtung sollen die Bedeutung der einzelnen Komponenten in den Ökosystemen eingehend untersucht und die Wechselwirkungen zwischen diesen aufgezeigt werden. Untersucht werden u.a.:

- die Rolle des Krills im marinen Ökosystem der Antarktis mit regionaler Konzentration auf die Scotia-Sea und Branfield-Straße; erwartet wird davon ein Beitrag zur Frage, in welchem Umfang der Krillfang betrieben werden kann, ohne das ökologische Gleichgewicht zu gefährden (die Arbeiten erfolgen in Kooperation u.a. mit deutschen, britischen, und polnischen Wissenschaftlern);
- der Fluß von Kohlenwasserstoffen durch die antarktische Nahrungskette;

- Dynamik und Anpassung des Planktons in den antarktischen Gewässern.
- das Verhalten von Krill fressenden Pinguinen;
- die Ökologie der Leopard-Robben, wobei insbesondere den Populationsänderungen, den Wanderungen und dem regenerativen Verhalten nachgegangen wird;
- das Verhalten von Weddell-Robben unter den extremen Umweltbedingungen des antarktischen Winters;
- die Populationsänderungen bei antarktischen Vögeln und die thermoregulatorischen Prozesse bei einzelnen Vogelarten;
- Die Anpassung des Stoffwechsels von Polarfischen an sehr niedrige Temperaturen;
- die Lebensbedingungen von Mikroorganismen, die sich auf den Gesteinen in den Trockentälern angesiedelt haben;
- die physiologischen Prozesse von Algen in den Gletscherseen des südlichen Victoria-Landes (das Auffinden von Stromatolithen könnte hier Aussagen über das Entstehen und die Veränderung der Seen zulassen).

Zentren bzw. Ausgangspunkte für die amerikanische Antarktisforschung sind gegenwärtig vier Stationen. Im antarktischen Sommer 1980/81 waren rund 200 Wissenschaftler mit insgesamt rund 80 Forschungsprojekten befaßt; hinzu kamen etwa 800 im Bereich der Logistik tätige Personen. Während auf der am geographischen Südpol gelegenen Station Amundsen-Scott-South-Pole glaziologische, biologische, meteorologische Studien sowie Untersuchungen der Hohen Atmosphäre im Vordergrund stehen, werden von der ebenfalls im Landesinnern gelegenen kleinen Station Siple aus die Vorgänge in der Hohen Atmosphäre und von der Station Palmer (Antarktische Halbinsel) primär biologische Fragen erforscht. Die mit Abstand größte amerikanische Station McMurdo, die 1980/81 mit 117 Wissenschaftlern besetzt war, dient vorrangig geologischen, biologischen und meteorologischen Untersuchungen; daneben erfüllt diese Station zugleich zentrale logistische Aufgaben,

die an die bei dem umfassenden und breit gefächerten amerikanischen Forschungsprogramm und vor allem auch angesichts der relativ großen Zahl von Feldprojekten beträchtlich sind. Ergänzend werden von den beiden Forschungsschiffen "Melvill" und "Hero" sowie von den beiden Eisbrechern der amerikanischen Coastguard Untersuchungen durchgeführt; es handelte sich dabei primär um umfassende ozeanographische, geophysikalische und biologische Projekte.

### 3.2.3 Vereinigtes Königreich

Das Vereinigte Königreich führt ein breit angelegtes Forschungsprogramm durch, das - gemessen an den gesamten, sachlichen und finanziellen Inputs - zwar weniger aufwendig als das der Vereinigten Staaten ist, aber für weite Gebiete der Antarktis einen hohen Stellenwert hat. Die Projekte konzentrieren sich auf die Antarktische Halbinsel bzw. die unmittelbar angrenzenden Gebiete sowie auf die Orkney-Inseln und Südgeorgien; dabei nimmt die interdisziplinäre Forschung einen breiten Raum ein. Für Planung, - Koordinierung und Durchführung des britischen Forschungsprogramms ist der British Antarctic Survey (BAS) in Cambridge, eine dem Natural Environment Research Council zugeordnete Institution, verantwortlich<sup>1</sup>, die auch die insgesamt fünf ständigen britischen Forschungsstationen betreibt. Diese Institution, die im Unterschied zur amerikanischen National Science Foundation sowohl über einen eigenen Stab von Wissenschaftlern als auch über einen eigenen logistischen Apparat verfügt, ist bisher mit großem Erfolg bestrebt gewesen, eine hohe Effizienz der Antarktisforschung zu sichern.

Das britische Forschungsprogramm berücksichtigt zwar fast alle in der Antarktis relevanten wissenschaftlichen Fragestellungen, doch dominierten in den letzten Jahren Projekte zur Erforschung

---

<sup>1</sup> Außer dem BAS, der an den gesamten britischen Forschungsaktivitäten in der Antarktis mit etwa neun Zehntel beteiligt ist, führt das Scott Polar Research Institute in Cambridge wichtige Forschungsprojekte in der Antarktis durch.

der antarktischen Eisdecke, der geologischen Strukturen, der Magnetosphäre und Ionosphäre sowie der antarktischen Fauna und Flora. Regionaler Schwerpunkt sind die Antarktische Halbinsel und die angrenzenden Gebiete. In jüngster Zeit zeichnete sich eine stärkere Betonung der biologischen Studien im Zusammenhang mit dem britischen Beitrag zum BIOMASS-Programm ab.

Die umfangreichen glaziologischen Projekte zielten in den vergangenen Jahren darauf ab, durch kontinuierliche Beobachtungen und Messungen Erkenntnisse über Formation, Dynamik und Zusammensetzung der antarktischen Eises zu gewinnen. Besonderes Interesse beanspruchten 1980/81 die Schelfgebiete der Antarktischen Halbinsel, vor allem die Grenzflächen von Eis und Meerwasser - weil sich hier die Prozesse des Abschmelzens vollziehen - sowie verschiedene Gletscherströme auf der Antarktischen Halbinsel, die als Drainagesystem der Eisdecke von besonderer Relevanz sind. Bei den Untersuchungen des Eisschelfes George VI, das der Alexanderinsel vorgelagert ist, wurde angestrebt, aufgrund der Veränderungen der Wassertemperaturen und des Salzgehalts sowie der Strömungsverhältnisse Abschmelzraten zu schätzen; daneben ging man den wichtigsten Ursachen für das Entstehen der Schmelzwasserseen nach [BAS 1980/81]. Ergänzend erfolgten Eisbohrungen, um die Eisstrukturen und die Schneeakkumulation zu bestimmen. Die Durchführung von Bohrungen und die Auswertung der Bohrkerne dürfte im Rahmen des internationalen Programms "Glaciology of Antarctic Peninsula", das auf eine Analyse des antarktischen Klimaverlaufs in der Vergangenheit abzielt, eine wichtige Rolle spielen. Besondere Erwähnung verdienen auch die in letzter Zeit durchgeführten umfangreichen seismologischen Untersuchungen der Meerestiefen unter dem Eisschelf George VI. Einen weiteren Schwerpunkt der glaziologischen/geophysikalischen Aktivitäten bildeten 1980/81 die Radar-Messungen vom Flugzeug aus, die sich auf das Ellsworth-Land nördlich des Ellsworth-Gebirges sowie auf Gebiete westlich der antarktischen Halbinsel erstreckten; diese in Zusammenarbeit mit der US-National Science Foundation durchgeführten Studien sind primär darauf gerichtet, die Wechselbeziehungen zwischen der West- und Ostantarktis aufzuhellen.

Ergänzend wurden die Arbeiten zur Bestimmung der Eisstärke vor allem von denjenigen Gletschern der Antarktischen Halbinsel, die als Ausflußgebiete der westantarktischen Eisdecke angesehen werden, fortgeführt. Bei den Untersuchungen des antarktischen Eisregimes, sind von den britischen Forschern in den vergangenen Jahren Pionierarbeiten geleistet worden. Mittels Radarmessungen vom Flugzeug konnten - mit Unterstützung der Vereinigten Staaten - Eisprofile über eine Strecke von mehr als 300 000 km erstellt und kartiert werden; zugleich ist damit das Wissen über die subglazilen Reliefs erheblich erweitert worden. Für die umfangreichen Aktivitäten zur Bestimmung der Eismächtigkeit zeichnet das Scott Polar Research Institute in Cambridge verantwortlich.

Da in den verschiedenen Schichten der antarktischen Schnee- bzw. Eisdecke atmosphärische Niederschläge sowie Spurenstoffe, die von anderen Kontinenten zugetragen wurden, gespeichert sind, lag es nahe, die Zusammensetzung des Eises eingehend zu analysieren. Im Vordergrund stand dabei u.a. der Nachweis von Schwermetallen und weiteren Elementen; unter anderem konnte gezeigt werden, daß die Konzentration von Schwermetallen in den Schneeablagerungen und in der Luft eng korreliert ist.

Die geologischen Forschungen des Vereinigten Königreichs gelten gegenwärtig besonders drei Bereichen: Einmal werden die Gesteinsformationen der Antarktischen Halbinsel erkundet, wobei auch die magmatischen Prozesse von besonderem Interesse sind. Dann geht es darum, die Sockelgesteine der Gebirge auf der Antarktischen Halbinsel zu identifizieren und schließlich sollen die geologischen Beziehungen zwischen der West- und der Ostantarktis im Verbund des früheren Gondwana-Kontinents bzw. während dessen Trennung untersucht werden [BAS 1980/81]. Im Mittelpunkt der Arbeiten zur Klärung der magmatischen Vorgänge standen in den vergangenen Jahren vor allem die vulkansichen und plutonischen Gesteine/Gebirge im Graham-Land und auf der Adelaide-Insel; es wurden hier umfangreiche geologische, stratigraphische und petrologische Feldprojekte durchgeführt. Die Untersuchungen zur Identifizierung der Basements verlagerten sich in letzter Zeit von Gebieten des Graham-Landes auf das nördliche Palmer-Land.

Hinzuweisen ist hier auch auf die paläontologischen/sedimentologischen Forschungen im Graham Land sowie auf die Untersuchungen der vulkanischen Aktivitäten im Gebiet der südlichen Shetland-Inseln, wobei angestrebt wird, die Vulkantätigkeit geochronologisch einzuordnen.

Das Interesse der britischen Geologen richtet sich weiterhin auf die Erkundung einzelner Gebiete auf der James-Ross-Insel und des Shackleton-Range. Schließlich wurden die Arbeiten zur Abstützung der Gondwanaland-These, nach der die Antarktis früher zusammen mit Südamerika, Afrika, Südindien und Australien Bestandteil eines umfassenden Kontinents gewesen sein soll, fortgesetzt. Vermutet wird, daß früher eine direkte Landverbindung zwischen der Antarktischen Halbinsel und Südamerika bestanden habe, wofür der analoge Aufbau der Gebirge in beiden Kontinenten ein Indiz sein könnte; auch wurden Fossilien gefunden, die diese These belegen könnten. Britische Wissenschaftler versuchen zu ergründen, wie vermutlich die Phase des Auseinanderbrechens des Gondwanalandes verlaufen sein könnte und wie sich insbesondere die Trennung der Antarktis von Südamerika vollzogen haben dürfte. Damit in Zusammenhang sollen die Vorgänge, die zur Öffnung des Weddell-Meeres und zur Entwicklung des Scotia-Bogens geführt haben, geklärt werden. In diese biologischen und paläontologischen Untersuchungen sind neben Teilen der Antarktischen Halbinsel die südamerikanischen Anden als Vergleichsregion mit einbezogen worden.

Auf dem Gebiet der Atmosphärenforschung wird ein umfassendes und vielschichtiges Forschungsprogramm durchgeführt, dessen Kernstück in den letzten Jahren zwei interdisziplinäre Themenbereiche waren: die Physik der Plasmopause und damit verbundener Phänomene sowie die Klimatologie der Troposphäre und Stratosphäre. Teilweise sind die zu untersuchenden Fragen auch Gegenstand internationaler Forschungsprogramme, so der International Magnetospheric Study und des World Climate Research Program [BAS 1980/81].

Die atmosphärischen Studien konzentrieren sich auf die Stationen Halley und Faraday, die von ihrer Lage her auf der Antarktischen Halbinsel Standortvorteile für die Beobachtung der hohen Atmosphäre besitzen. Mittels "Whistler"-Signalen werden von Halley aus - in Verbindung mit konjugierenden Punkten in Neufundland - Form und Verhalten der Plasmopause studiert. Die durchgeführten Beobachtungen bestätigen, daß die Oberfläche der Plasmopause Unregelmäßigkeiten aufweist, die mit intensiven VLF-Emissionen in Zusammenhang zu sehen sind. Bei den Untersuchungen der Magnetosphäre bzw. Ionosphäre arbeiteten die britischen Forscher eng mit amerikanischen zusammen, die für die notwendigen Messungen, Raketen und Ballone von der amerikanischen Station "Siple" aus einsetzten; unterstützt wurden diese Studien durch Satellitenaufzeichnungen (GEOS-1 und GEOS-2).

Innerhalb der Ionosphäre war die E-Schicht ein weiteres Untersuchungsobjekt. Es soll die Frage geprüft werden, ob die morphologischen Veränderungen auf Unterschiede im Energiespektrum der eingedrungenen Elektronen beruhen. Daneben gilt es zu klären, inwieweit die zu beobachtenden täglichen und saisonalen Veränderungen der F-Schicht den Einwirkungen der Magnetosphäre und solaren Aktivitäten zuzuschreiben sind. Für die Studien zur Erforschung der Dynamik der Ionosphäre und Magnetosphäre steht seit 1980/81 ein wesentlich verbessertes Instrumentarium zur Verfügung, nach dem auf Halley eine neue leistungsfähige Sendeanlage installiert worden ist. Künftige Untersuchungen sollen zum Teil mit der NASA, die das Programm Dynamic Explore Satellit Mission initiiert hat, durchgeführt werden [BAS 1980-81].

Die Klimaforschung des BAS bezweckt vor allem, die langfristigen Klimatrends zu analysieren. Auf Grundlage der verfügbaren langfristigen Datenreihen sollen die in der Antarktis eingetretenen klimatischen Veränderungen - in Relation zum globalen Klima - untersucht, Modelle der atmosphärischen Zirkulation entwickelt und Spurenstoffe sowie Aerosole nachgewiesen werden [BAS, 1980-81]; auch in diesem Forschungsbereich bot es sich an, an entsprechenden internationalen Programmen mitzuwirken (World Climate Program). In diesem Zusammenhang ist besonders

auf die kontinuierliche von allen britischen Forschungsstationen durchgeführte Wetterbeobachtung und -analyse hinzuweisen, wobei die erfaßten Daten in das internationale Wetterbeobachtungssystem einfließen und damit generell zugänglich sind.

Auf dem Gebiet der "Life Sciences", der jüngsten Forschungsdisziplinen des BAS, werden primär ökologische Untersuchungen durchgeführt. In der näheren Umgebung der Stationen Signy Islands (Süd-Orkney) und Grytviken (Südgeorgien) sind für das Studium der spezienreichen antarktischen Fauna sowie auch der Flora günstige Voraussetzungen vorhanden. Aufgabe der laufenden Projekte ist u.a. Aufbau und Veränderungen der ökologischen Systeme in Abhängigkeit von der antarktischen Umwelt zu untersuchen, die Stellung der einzelnen Spezien innerhalb der Nahrungsketten zu klären und die Implikationen aufzuzeigen, die Bestandseingriffe nach sich ziehen würden. Einen hohen Stellenwert im Bereich der marinen Biologie hat die Erforschung des Krills in den Gebieten um Südgeorgien. Im Rahmen des umfangreichen britischen Beitrags zum internationalen BIOMASS-Programm werden u.a. Verhalten und Verteilung der Krillschwärme in Abhängigkeit von der Umwelt, der Tageszeit, des Futterangebots und des Bestands der wichtigsten "Räuber" untersucht, Es zeigte sich dabei, daß das Schwarmverhalten des Krills mehr oder weniger unabhängig vom Futterzyklus ist [BAS, 1980/81]. In diesem Zusammenhang gilt das Interesse der Forscher insbesondere auch der Primärproduktivität der antarktischen Gewässer. Außerdem werden Verhalten und Lebenszyklus einzelner Fischarten im Meeresgebiet um Südgeorgien intensiv studiert. Es gibt Anzeichen, daß die Fischbestände in der Antarktis eine abnehmende Tendenz aufweisen.

Von den ornithologischen Untersuchungen sind u.a. die Arbeiten zum Brutverhalten (Mindestalter der brütenden Tiere, Brutzeit und -erfolg, Entwicklung der Jungtiere) und zur Futterversorgung (in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen) der Kormorane und Pinguine hervorzuheben. Außerdem befaßten sich die Wissenschaftler mit der Populationsdynamik und Ökologie der Albatrosse. Studien über Lebenszyklen der Robben sollen dazu beitragen, den Kenntnisstand u.a. über die Geburtenhäufigkeit, das Alter der weiblichen Tiere und die Sterblichkeit der Jungtiere zu erweitern; es handelt sich dabei vorwiegend um Langzeitanalysen.

Auf dem Gebiet der terrestrischen Biologie verlagerte sich das Schwergewicht der Forschungsaktivitäten von den bisherigen Studien der von Moos beherrschten ökologischen Systeme zu einem neuen langfristigen Programm zur Untersuchung von Pflanzengemeinschaften, die vor allem von Flechten und Moosen bestimmt werden und auch auf Felsgestein bzw. moorigem Untergrund anzutreffen sind. Dabei sollen die Thesen nach denen die physische und chemische Beschaffenheit der Substrate das primäre Entwicklungsregulativ des Systems sei sowie die Existenz polarer terrestrischer ökologischer Systeme nicht von den Temperaturen (und deren direkten Einflüssen) sondern von der Verfügbarkeit von Wasser abhängig sei getestet werden, [BAS 1980/81]. Außerdem wurde eine Reihe von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Mikrobiologie und der Pflanzenbiologie weitergeführt; hingewiesen sei hier nur die Studie zur bisherigen Entwicklung der antarktischen Vegetation, die sich auf die Analyse von Pflanzenrückständen in Torfprofilen auf Südgeorgien stützt.

#### 3.2.4 Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland hat in den vergangenen Jahren ihre Forschungsaktivitäten auf dem Antarktischen Kontinent erheblich intensiviert. Nachdem ab Mitte der siebziger Jahre eine Reihe von Schiffsexpeditionen in antarktischen Gewässern durchgeführt worden waren - wobei ozeanographische Messungen und Untersuchungen der Biologie des Krills im Vordergrund gestanden hatten -, begann 1980/81 mit der Errichtung der ersten ständigen Forschungsstation, der Georg-von-Neumayer-Station in der Atka-Bucht eine neuer Abschnitt in der Antarktischforschung der Bundesrepublik. Vorausgegangen war im Februar 1979 der Beitritt zum Antarktisvertrag als 15. Land, dem im März 1981 die Aufnahme in die Konsultativrunde des Vertrages folgte, nachdem substantielle antarktische Forschungsaktivitäten als Vorbedingung für die Erlangung des Status eines Konsultativmitgliedes nachgewiesen worden waren.

Grundlage der Antarktischforschung der Bundesrepublik ist ein Rahmenprogramm (Antarktisch-Forschungsprogramm der Bundesrepublik), das zahlreiche Projekte auf dem Gebiet der Geo- und Biowissenschaften, der Glaziologie, der Atmosphären- und Meeresforschung enthält. Die Koordinierung der einzelnen Untersuchungsvorhaben und die Bereitstellung der Logistik liegt in den Händen des neu gegründeten Alfred-Wegner-Instituts für Polarforschung in Bremerhaven.

Im antarktischen Sommer 1980/81 wurden im Rahmen der zweiten Expedition zum Filchner/Ronne-Schelfeis zahlreiche Forschungsvorhaben - vor allem auch zur Vorbereitung des Aufbaus der Forschungsstationen - in Angriff genommen [Bericht zur Polarforschung 1982, Nr. 17]. Um Einblick in die Beschaffenheit des Schelfeises zu erhalten, wurden Bewegung, Stärke, Deformation und Stabilität des Eises untersucht sowie relevante, physikalische Parameter des Eises bzw. der Schneeablagerungen bestimmt; daneben ging es bei den geophysikalischen Arbeiten um die Darstellung von Eisprofilen und die Erkundung der Meerestiefen unter dem Eis bzw. der subglazialen Reliefs. Während die Meteorologen 1980/81 primär kontinuierliche Messungen wichtiger Parameter zur Wetterbeobachtung durchführten, waren für die Biologen die Robben-, Pinguin- und Seevögelpopulationen bevorzugtes Studienobjekte, wobei vor allem Verbreitung, Häufigkeit und Verhalten im Vordergrund standen. Besonders hinzuweisen ist an dieser Stelle auch auf die Mitwirkung am internationalen BIOMASS-Programm zur Erforschung der marinen ökologischen Systeme der Antarktis. Die durchgeführten Messungen und Untersuchungen von den eingesetzten Schiffen aus dienten u.a. dazu, die Primärproduktivität zu bestimmen und die Kenntnisse über die Ökologie des Krill und der antarktischen Fische zu erweitern (vor allem auch im Hinblick auf deren Stellung innerhalb der Nahrungsketten). Neben den Studien in der Westantarktis und den Schiffesexpeditionen bildeten in den letzten Jahren die geologischen Untersuchungen im nördlichen Victoria-Land im Rahmen der Ganovex-Expeditionen einen weiteren Forschungsschwerpunkt. Untersucht wurden u.a. der Aufbau der Gebirge, die Zusammensetzung der Gesteinsformationen und die erdgeschichtlichen Zusammenhänge zwischen dem Antarktischen Kontinent und Australien (um die Theorie der kontinentalen Verschiebung zu erhärten); daneben galt das Interesse der Forscher u.a. den Sedimentbecken, die unter dem Rossmeer vermutet werden. Außerdem wurden botanische Untersuchungen durchgeführt.

### 3.2.5 Sowjetunion

Die Sowjetunion hat seit dem IGJ 1957/58 umfangreiche Beiträge zur Erforschung der Antarktis geleistet [Soviet Antarctic Expedition, 1964a, 1964b, 1965; Atlas Antarktiki, 1966, 1969]. Das Untersuchungsprogramm der jährlich durchgeführten Sowjetischen Antarktisexpeditionen (SAE) berücksichtigt alle in der Antarktis relevanten Fragestellungen. Regionale Schwerpunkte sind Gebiete der Ostantarktis, in der zahlreiche Traversen mit einem umfangreichen Meß- und Beobachtungsprogramm durchgeführt worden sind. Mit der Organisation und Durchführung der Antarktisforschung beauftragte die sowjetische Regierung die Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Federführend und verantwortlich für die Ausarbeitung des Expeditions- und Forschungsprogramms und die Koordination aller Antarktischen Forschungsprojekte ist das Arktische und Antarktische wissenschaftliche Forschungsinstitut der Hauptverwaltung des Hydrometeorologischen Amtes beim Ministerrat der UdSSR (AANII) in Leningrad. Die praktische Durchführung der Antarktisexpeditionen obliegt der Hauptverwaltung der Nordmeerstraßen des Ministeriums für die Seeflotte der UdSSR, Organisation für Arktische Forschungen, in Leningrad. Außer den genannten zwei Institutionen sind an den Expeditionen selbst und an der Auswertung der gewonnenen Daten und Informationen mehr als 40 wissenschaftliche Institute, Ämter und Organisationen von sieben Ministerien der Sowjetunion beteiligt.

Überblickt man die Antarktisforschung der Sowjetunion vom IGJ an, so lassen sich - entsprechend den Schwerpunkten und der Aktivitäten - drei Perioden unterscheiden:

- Die erste Periode umfaßt die Zeit vom IGJ bis etwa zur Mitte der sechziger Jahre. Das Schwergewicht der Forschung lag hier auf der allgemeinen geographischen und topographischen Erkundung und Erforschung des Kontinents sowie deren kartographischer Darstellung. Eindrucksvoller Beleg dieser Arbeit ist u.a. das umfassende Kartenwerk ATLAS ANTARKTIKI.

Tabelle 15 - Sowjetische Antarktisexpeditionen 1955-1979

Expedition <sup>a</sup>	Forschungsstationen <sup>b</sup>	Zahl der Personen				Transportmittel	
		Sommer	Winter	Schiffsbesatzung	Insgesamt	Zahl der Schiffe	Andere
1. (1955-1957)	MI, PI	131	92	202	425	3	4 Flugzeuge 2 Hubschrauber 40 Kettenfahrzeuge und Traktoren
2. (1956-1958)	MI, V, K, O, PI	233	190	202	625	3	.
3. (1957-1959)	MI, V, K, O, S	130	185	130	445	2	5 Flugzeuge 5 Hubschrauber 10 Kettenfahrzeuge 10 Traktoren
4. (1958-1960)	MI, V, K, LA	64	113	166	343	2	.
5. (1959-1961)	MI, V, LA	9	129	137	275	2	.
6. (1960-1962)	MI, V, N	24	115	75	214	1	.
7. (1961-1963)	MI, MO, N	58	83	135	276	2	.
8. (1962-1964)	MI, V, MO, N	93	125	170	388	1	5 Kettenfahrzeuge 6 Traktoren 3 Flugzeuge
9. (1963-1965)	MI, V, MO, N	56	157	164	377	2	.
10. (1964-1966)	MI, V, MO, N	14	143	168	325	2	.
11. (1965-1967)	MI, V, MO, N	53	137	117	307	2	.
12. (1966-1968)	MI, V, MO, N	63	148	73	284	1	.
13. (1967-1969) <sup>c</sup>	MI, B, V, MO, N	77	174	158	409	1	.
14. (1968-1970)	MI, B, V, MO, N	85	220	236	541	4	.
15. (1969-1971)	MI, B, V, MO, N	66	220	147	433	2	.
16. (1970-1972)	MO, MI, B, V, L, N	109	225	231	565	5	.
17. (1971-1973)	MO, MI, B, V, L, N	197	244	306	747	4	3 Flugzeuge 2 Hubschrauber
18. (1972-1974)	MO, MI, B, V, L, N	194	244	276	714	4	.
19. (1973-1975)	MO, MI, B, V, L, N	152	226	252	630	5	5 Flugzeuge 2 Hubschrauber 14 Kettenfahrzeuge
20. (1974-1976)	MO, MI, B, V, L, N	129	238	455	822	5	.
21. (1975-1977)	MO, MI, B, V, L, N	.	.	.	.	5	.
22. (1976-1978)	MO, MI, B, V, L, N, D	130	239	.	.	.	7 Flugzeuge
23. (1977-1979) <sup>c</sup>	MO, MI, V, N, B, L, D	.	<sup>d</sup>	.	.	6	6 Flugzeuge 4 Hubschrauber 15 Kettenfahrzeuge

<sup>a</sup> Eine Expedition setzt sich jeweils aus einer Winter- und aus den beiden folgenden Sommerexpeditionen zusammen. - <sup>b</sup> Die Namen der Forschungsstationen wurden wie folgt abgekürzt:

B = Bellinghausen	MI = Mirny
D = Drushnaya	MO = Molodezhnaya
K = Komsomolskaya	N = Novolazarevskaya
LA = Lazarev	O = Oasis
L = Leningradskaya	P = Pionerskaya
	V = Vostok

<sup>c</sup> Die 26. Expedition, die sich auf die Jahre 1980-1982 erstreckt, ist die bisher größte Expedition. Die 27. Expedition, an der 270 Personen teilnehmen (ergänzend 200 Personen auf dem Forschungsschiff "Wassili Fedossiew") begann im November 1981. - <sup>d</sup> Im antarktischen Sommer 1981 waren auf den insgesamt 7 sowjetischen Forschungsstationen 303 Personen tätig.

Quelle: Informacionnyj bulleten Sovetskoj antarkticeskoj ekspedicii. Leningrad 1977, Nr. 95. USSR National Report to SCAR. Soviet Committee on Antarctic Research. Academy of Sciences of the USSR. Moscow 1977.

- Die zweite Periode reicht bis etwa Anfang der siebziger Jahre. In diesem Zeitraum wurden zahlreiche glazilogische, geologische, biologische und ozeanographische Projekte in der Ostantarktis durchgeführt. Zur Erforschung der Gesteins- und Gebirgsformationen sowie der antarktischen Eisdecke dienten umfangreiche seismische, gravimetrische und magnetische Messungen. Besonders Interesse galt dabei der Darstellung von Bodenprofilen und Messungen der Eismächtigkeit. Die meteorologischen Arbeiten trugen dazu bei, den Klimarverlauf in der Antarktis zu klären. Hinzuweisen ist nicht zuletzt auf die Bestandsaufnahme der antarktischen Flora und Fauna (auch der Krillvorkommen).
- Die dritte Periode der sowjetischen Antarktischforschung, die etwa Anfang der siebziger Jahre begann, zeichnet sich durch eine stärkere Hinwendung zu Projekten aus, die zur Beantwortung einiger Grundfragen der Antarktis beitragen sollen: Eisdynamik und -bilanzen; Entstehung der antarktischen Eiskappe; Aufbau der subglazialen Gesteinsformationen, Komponenten und Wechselwirkungen innerhalb der terrestrischen und marinen ökologischen Systeme. Zur Durchführung der Projekte stehen nunmehr weit bessere Instrumente und Verfahren zur Verfügung, z.B. die verfeinerten Methoden der Luftaufnahmetechnik von Flugzeugen sowie von Satelliten aus, verschiedene Impulssonden zur Erforschung der Atmosphäre, die Instrumente bzw. Geräte zur Beobachtung und Messung der Vorgänge in der Ionosphäre, der kosmischen Strahlen, der Magnetfelder, der klimatischen Parameter und der Eismächtigkeit<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Mit den ersten Messungen der Eisstärke von Flugzeugen aus haben die Wissenschaftler der Forschungsstation Mirny bereits im Februar 1966 begonnen. Im Januar 1968 wurden ebenfalls von Mirny aus die ersten Erdsatelliten für Fotoaufnahmen eingesetzt und im Juni 1968 von der Basis Molodezhnaya aus die ersten Raketen mit Sonden für atmosphärische Messungen. Ebenfalls in Molodezhnaya sind im Dezember 1971 die ersten Informationen mittels Satelliten gesammelt worden.

Ende der sechziger Jahre wurde den geologischen und geophysikalischen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Sowjetunion führt ein sehr umfassendes Untersuchungsprogramm durch, und zwar fast ausschließlich in Kristallin der Ostantarktis. Von ihren Stationen Leningradskaya, Mirny, Molodezhnaya, Novolazarevskaya, Novolazarevskaya und Druzhnaya aus werden petrographische Arbeiten im Kristallin, radiometrische Altersuntersuchungen und regionale geophysikalische Untersuchungen durchgeführt. Die geologischen Forschungsarbeiten konzentrierte die Sowjetunion zuletzt auf das Gebiet südlich des Weddell-Meeres, wobei als Basis die Station Druzhnaya diente. Mit glaziologischen Studien waren Ende der siebziger Jahre vor allem die Wissenschaftler der Stationen Vostok und Novolazarevskaya befaßt. Die Projekte dienen einmal dazu, die Schneeakkumulation entlang der gemessenen Profile zu bestimmen, zum anderen, die bei den Eisbohrungen gewonnenen Bohrkern auf ihre Kristallstruktur und Schichtung sowie mikrobiologisch zu untersuchen. Außerdem geht es um die Feststellung der Eistemperaturen und die chemische Auswertung der Schnee- und Eisproben. Die bei Novolazarevskaya im Gebiet des Lazarev-Eisschelfs niedergebrachte Bohrung erreichte eine Tiefe von 447 m; die Bohrkern wurden stratigraphisch und physikalisch untersucht.

Ozeanographische Messungen und Beobachtungen wurden Ende der siebziger Jahre mit Hilfe der Forschungsschiffe "Michael Somov" und "Professor Zubov" durchgeführt. Wichtiges Anliegen war es dabei, Daten und Informationen u.a. über die Bewegung der Eisberge, den Klimaverlauf, die energetischen Austauschprozesse und die Wasserströmungen zu gewinnen. Dem Forschungsschiff "Professor Zubov" fiel außerdem die Aufgabe zu, ein hydrologisches Tiefseeprofil auf der Strecke Antarktis - Afrika zu erstellen und Untersuchungen im Rahmen des internationalen Programms POLEX-SOUTH entlang des 132. Meridians durchzuführen.

Die Bereiche Medizin und Ökologie rückten Ende der siebziger Jahre stärker in den Vordergrund. An allen Expeditionen haben Mediziner teilgenommen, die nicht nur das Personal der Expeditionen ärztlich betreuten, sondern auch Forschungsaufgaben

wahrnahmen. Dabei sollte geklärt werden, wie der menschliche Organismus auf die extremen klimatischen Bedingungen der Antarktis, den Streß und die Isolation reagiert.

Schließlich bedarf es des Hinweises auf die meeresbiologischen Studien, insbesondere auf die Arbeiten zur Erforschung der antarktischen Krillvorkommen. Dem Krillfang wird von sowjetische Seite jedenfalls größte Aufmerksamkeit gewidmet, insbesondere nachdem bei der Entwicklung der Verarbeitungstechnik große Fortschritte erzielt worden sind und erste Krillprodukte für die menschliche Ernährung angeboten wurden. Angesichts der Tatsache, daß Nahrungsmittel tierischer Herkunft in der Sowjetunion knapp sind und auch die Versorgung der Landwirtschaft mit Futtermitteln unzureichend ist, verspricht man sich in beiden Fällen durch den Krillfang eine Entlastung.

Im Rahmen der 23. SAE (1977-79) lag das Schwergewicht der Forschungsaktivitäten weitgehend auf der Fortsetzung von Projekten, Beobachtungen und Messungen der folgenden Gebiete:

- Klimaveränderungen und Zirkulation der Atmosphäre in der Antarktis;
- physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers im antarktischen Ozean;
- Morphologie und Dynamik der Eisdecke auf dem Kontinent und den angrenzenden Meeresgebieten;
- geologische Struktur und mineralische Ressourcen;
- Vorgänge in der Ionosphäre;
- Charakteristika der geomagnetischen Felder und ihre Nebenwirkungen;
- Akklimatisierung der Menschen an die extremen Bedingungen der antarktischen Umwelt.

Entsprechend der Spezialisierung und instrumentalen Ausstattung der einzelnen Stationen ergibt sich eine disziplinäre Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Stationen. So wird die Erforschung der hohen Atmosphäre vor allem von den Mitarbeitern der Stationen

Molodezhnaya, Mirny und Vostok betrieben, während die glaziologischen und geologischen Projekte vor allem in das Arbeitsgebiet der obigen drei Stationen und außerdem der Stationen Novolazarevskaya und Druzhnaya fallen. Andererseits beteiligen sich alle Basen an der Erfassung und Auswertung meteorologischer Daten. Hier erbringen insbesondere die gleichzeitigen Beobachtungen in den drei Stationen Molodezhnaya, Bellingshausen und Leningradskaya sowie von den Schiffen "Professor Vise" und "Professor Zubov" in den antarktischen Gewässern wichtige Erkenntnisse sowohl über globale als auch über regionale klimatische und sonstige Veränderungen und Zusammenhänge auf dem antarktischen Kontinent. Von der nur zeitweilig besetzten Station Druzhnaya werden vorrangig geologische, geophysikalische und topographische Projekte im Küstenbereich und auf den an das Weddell-Meer angrenzenden Eisschelfen bearbeitet. Die schwierigen Forschungsarbeiten im Rahmen des von den Vereinigten Staaten initiierten internationalen Polarexperiments POLEX-SOUTH werden mit dem Schiff "Michael Somov" in der Davis-See fortgesetzt. Mit den Messungen und Beobachtungen auf der Route Mirny-Komsomolskaya und Mirny-Pionerskaya (bis zum Punkt  $75^{\circ}$  S/ $129^{\circ}$  O) sollen zugleich glaziologische Forschungen als Beitrag zum International Antarctic Glaciological Project (IAGP) durchgeführt werden. Während der Traverse Mirny-Vostok sind auch meteorologische Beobachtungen und Studien der Schneverhältnisse vorgesehen. Mit dem Eintreffen der 23. SAE ist nicht nur die Winterbesatzung aller ständigen Stationen ausgewechselt, sondern auch die gesamte Logistik durch neue Geräte, Fahrzeuge und Instrumente verstärkt worden<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Für den Transport in die Antarktis waren außer den Forschungsschiffen "Michael Somov" und "Professor Zubov" zwei Passagierschiffe und zwei Dieselmotorschiffe eingesetzt. Um die operationale Flexibilität zu erhöhen, wurden 6 Flugzeuge und 4 Hubschrauber in die Antarktis transportiert. Ferner wurden 15 Kettenfahrzeuge für die verschiedenen Traversen eingesetzt.

Während die Sowjetunion darauf bedacht ist, ihre meeresbiologischen und ozeanographischen Forschungen weitgehend im Alleingang durchzuführen, ist sie auf anderen Gebieten zur internationalen Zusammenarbeit bereit. Dabei wird davon ausgegangen, daß sich großräumige Projekte mit einem umfangreichen technischen Input nur in enger Kooperation mit anderen Ländern erfolgversprechend verwirklichen lassen. Die Sowjetunion beteiligt sich u.a. am IAGP, zusammen mit den Vereinigten Staaten, dem Vereinigten Königreich und Australien, am amerikanischen Polarexperiment (POLEX-SOUTH) und an der internationalen geologisch-geophysikalischen und kartographischen Erforschung des Weddell-Meer-Gebietes.

### 3.2.6 Übrige Länder<sup>1</sup>

Ein Überblick über die antarktischen Forschungsaktivitäten der anderen Länder: Argentinien, Australien, Chile, Frankreich, Japan, Neuseeland, Norwegen, Südafrika und Polen<sup>2</sup> muß sich darauf beschränken, die jeweiligen fachlichen und regionalen Schwerpunkte herauszuarbeiten. Auch dies ist nur zum Teil möglich, da in der verfügbaren Literatur häufig nur partiell und wenig aktuell über die durchgeführten Untersuchungen berichtet wird. Versucht man, eine Rangfolge der Länder nach Forschungsumfang, -intensität und -aufwand auf dem antarktischen Kontinent aufzustellen, so dürften etwa Australien, Japan und Frankreich im oberen Bereich einzustufen sein, während sich Neuseeland, Norwegen, Chile und Polen etwa am unteren Ende der Skala befinden; nach den genannten Kriterien hätten Argentinien und Südafrika etwa eine Mittelstellung inne. Für die Entwicklung der

---

<sup>1</sup> Dieser Überblick bezieht sich überwiegend auf die Forschungsaktivitäten der einzelnen Länder in den Jahren 1976 und 1977.

<sup>2</sup> Außerdem entsandte Italien 1975-1976 eine Expedition in die Antarktis. Von der in der Nähe der Admiralty Bay errichteten Basis wurden vor allem geologische, paläoklimatische und meteorologische Studien durchgeführt [Polar Record, 1977, S. 379].

Forschungsprogramme war kennzeichnend, daß die zunächst auf breiter Basis durchgeführten geographisch-glaziologischen und geophysikalischen Untersuchungen später in Schwerpunktprojekte einmündeten, wobei die interdisziplinäre Forschung ebenso wie die internationale Kooperation an Bedeutung gewann.

Das australische Forschungsprogramm, für dessen Koordinierung und Durchführung das National Committee for Antarctic Research zuständig ist, deckt fast das ganze Spektrum der in der Antarktis relevanten Forschungsdisziplinen ab und ist außerdem relativ weiträumig angelegt. Von den drei in der Ostantarktis gelegenen Forschungsstationen Casey, Davis und Mawson werden zahlreiche Projekte auf dem Gebiet der Glaziologie, Geologie und Biologie sowie zur Beobachtung der hohen Atmosphäre durchgeführt. Hinzukommt die langfristige Wetterbeobachtung, in die sämtliche australischen Stationen eingeschaltet sind. Außerhalb des antarktischen Kontinents ist die Station auf der Macquarie-Insel in der Subantarktis hauptsächlich mit biologischen Untersuchungen befaßt.

Was das Forschungsgebiet Glaziologie betrifft, so ist einmal auf die australische Mitwirkung am International Antarctic Glaciological Project am Dome C, an dem außerdem die Vereinigten Staaten, das Vereinigte Königreich, Frankreich und die Sowjetunion beteiligt sind, hinzuweisen. Zum anderen bezweckt eine Reihe von Untersuchungen, die Forschungen zu den sehr wichtigen Fragen der Eisdynamik und des Wärmebudgets bzw. des Energietransfers weiterzuführen. Im Rahmen der durchgeführten Feldprojekte werden Formen, Masse, Mächtigkeit, Flußgeschwindigkeit und Temperatur des antarktischen Eises bestimmt, um damit Aussagen über die Charakteristika und das Verhalten der Eisdecke zu ermöglichen. Ergänzend zielen Eisbohrungen darauf ab, sowohl Temperaturen und Bewegungsvorgänge innerhalb der Eismassen zu ermitteln als auch Kristallstruktur, Schichtung, Zusammensetzung und Alter des Eises zu erforschen. Regionale Schwerpunkte der glaziologischen Arbeiten sind Teile von Enderby-Land und Wilkes-Land.

Das australische Forschungsprogramm erstreckt sich weiterhin auf geologische, petrologische, geochemische und geochronologische Untersuchungen. Bearbeitet wird von den drei Stationen Casey, Davis und Mawson aus das Küstengebiet der Ostantarktis zwischen Wilkes-Land und Enderby-Land. Die Geländearbeiten werden vom Bureau of Mineral Resources organisiert; an den Untersuchungen wirken einige Universitätsinstitute mit. Schwerpunkte der Arbeiten sind hierbei die Petrographie des Kistallins, radiometrische Altersbestimmungen und lokale geophysikalische Messungen. - Die Untersuchungen der hohen Atmosphäre konzentrieren sich darauf, die Eigenschaften und das Verhalten der Iono- und Magnetosphäre transparenter zu machen. Komplementär zu den Beobachtungen und Messungen von den Bodenstationen aus erfolgen Satellitenbeobachtungen. Außerdem werden die kosmischen Strahlungen in Bezug auf Herkunft, Richtung und Energieintensität erforscht.

Im biologischen Bereich ist auf die Projekte zur Untersuchung der Populationsdynamik der Pinguine, der Albatrosse und der Sturmschwalben sowie des Brutverhaltes verschiedener Tierarten und physiologischer Vorgänge bei Robben hinzuweisen. Daneben beanspruchen Fragen der marinen ökologischen Systeme (Mitwirkung am BIOMASS-Programm) sowie der Benthos-Produktivität der Süßwasserseen in der Umgebung von Davis besonderes Interesse. Die botanischen Untersuchungen beziehen sich auf die Ökologie sowie auf die Taxonomie der Flechten und Moose. Im Bereich der Humanmedizin wird untersucht, wie sich die in der Antarktis tätigen Personen akklimatisiert haben und wie sich Streß und Isolation auf deren Gesundheitszustand auswirken.

Die Antarktischforschung Japans ist ebenfalls multidisziplinär ausgerichtet. Die geologischen, geophysikalischen und glaziologischen Untersuchungen beschränkten sich auf Gebiete in der Umgebung der Stationen Syowa und Mizuho sowie auf die McMurdo-Region. Durch geologische Feldprojekte sollen vor allem die Gesteinsformationen im Nordosten des antarktischen Kontinents und in den Trockentälern erkundet werden. Mit einem geologischen Survey wird ein Vergleich der geologischen Strukturen der

Ostantarktis mit denen in der Nähe des Ross-Meeres angestrebt. [Antarctic Journal, 1977, No. 4, S. 95 f.]. Begonnen wurde in letzter Zeit mit einem seismischen Survey im Gebiet des Bellingshausen Meeres. Außerdem befassen sich japanische Geologen - in Zusammenarbeit mit amerikanischen Wissenschaftlern - mit der Meteoritensuche und -bestimmung in der Nähe des McMurdo-Sunds. In letzter Zeit sind zahlreiche Meteoriten bzw. -fragmente gefunden worden, deren Alter mit radioaktiven Datierungsmethoden bestimmt wird. Die Untersuchung der Meteoriten soll u.a. Aufschluß geben über die Intensität der kosmischen Strahlung in vergangenen Perioden sowie über die Eisbewegungen und das Alter der antarktischen Eisdecke. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Beobachtung und Registrierung von Erdbebenwellen, die in anderen Kontinenten entstehen. Bei den glaziologischen Untersuchungen geht es vor allem um die Morphologie und Veränderungen der Eisdecke.

Innerhalb des japanischen Forschungsprogramms haben die Untersuchungen der hohen Atmosphäre die von der Station Syowa aus durchgeführt werden, einen besonderen Stellenwert. Bestimmt werden die Elektronen- und Ionenverteilung, die elektrischen und magnetischen Felder, sowie X-Strahlen und andere Parameter. Die Beobachtung des Polarlichts erfolgt sowohl vom Boden aus als auch durch Radar. Was den Erdmagnetismus betrifft, werden kontinuierliche Meßreihen zur Bestimmung der Magnetfeldänderungen erstellt. Neben der kontinuierlichen Erfassung und Auswertung wichtiger Klimadaten gehören zu den japanischen Forschungsaktivitäten vor allem auch biologische Studien, wobei die Projekte zur Erforschung der marinen Ökologie und der Ressourcen dominieren; so sind japanische Wissenschaftler auch am BIOMASS-Programm beteiligt.

Die Forschungsaktivitäten Frankreichs zeichnen sich zwar ebenfalls durch eine größere Zahl von Projekten aus, erstrecken sich offensichtlich aber auf weniger Disziplinen, als es bei Australien und Japan der Fall ist. Zentren bzw. Ausgangspunkte der Untersuchungen sind insgesamt vier Forschungsstationen, von

denen aber nur Dumont d'Urville auf dem antarktischen Kontinent liegt (die übrigen drei befinden sich auf subantarktischen Inseln). Die französischen Vorhaben konzentrieren sich hauptsächlich auf Untersuchungen

- der Eisdecke in bezug auf Struktur und Zusammensetzung (Eisbohrungen, Darstellung von Eisprofilen);
- der Vorgänge in der hohen Atmosphäre;
- des Erdmagnetismus und radioelektrischen Störungen im VLF- und ULF-Bereich, der kosmischen Strahlen, sowie der Sonnenaktivitäten und deren Implikationen;
- der Zusammensetzung der erdnahen Lufthülle (Ozongehalt, Auftreten von Schadstoffen) und
- der Kälteadaptation antarktischer Tiere, insbesondere der Pinguine.

Auf dem geologischen Sektor hielten sich die französischen Forschungsaktivitäten Ende der siebziger Jahre in engen Grenzen. Argentinien unterhält auf dem antarktischen Kontinent nicht weniger als sieben Stationen, die mit einer Ausnahme (General Belgrano) auf der Antarktischen Halbinsel konzentriert sind. Von der Zahl der Stationen sowie von der Größe des personellen Stabs läßt sich jedoch kaum auf Umfang und Vielfalt der argentinischen Forschungsaktivitäten schließen. Einzelne Stationen betreiben nur meteorologische Datenerfassung und -auswertung. Multidisziplinäre Forschungsaufgaben werden vorrangig von den Stationen Belgrano, Brown und Marambio durchgeführt [National Report to SCAR, 1976/77], wobei vermutlich die Untersuchungen der Magneto- und Ionosphäre sowie die glaziologischen und geophysikalischen Arbeiten das größte Gewicht haben. Bei der Erforschung der hohen Atmosphäre sind die Beobachtungen und Messungen von Belgrano aus eingebunden in ein internationales Forschungsprogramm, das hauptsächlich von dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten getragen wird. Daneben werden ozeanographische Forschungsprojekte, die sich auf die Drake-Passage und angrenzende Gebiete konzentrieren, durchgeführt.

Die antarktischen Forschungsaktivitäten Chiles halten sich in relativ engen Grenzen. Zwar befinden sich auf der Antarktischen Halbinsel insgesamt drei Stationen, auf denen in der Sommersaison etwa 90 Personen tätig sind, doch beschränkten sich die Arbeiten weitgehend auf glaziologische und geologische Untersuchungen sowie auf die Wetterbeobachtung und -analyse. Im Geosektor sind vor allem die Studien zur Erforschung des Vulkanismus zu nennen.

Das Forschungsprogramm Südafrikas, das vom South-African Interdepartmental Antarctic Committee koordiniert wird, läßt folgende Schwerpunkte erkennen: Beobachtungen bzw. Messungen im atmosphärischen Bereich, Untersuchung des Erdmagnetismus und biologische Untersuchungen. Während sich die Wissenschaftler der kontinentalen Station Sanae vorrangig mit der Erforschung der kosmischen Strahlung (u.a. Strahlungsintensität, X-Strahlen), des Erdmagnetismus und der Ökologie bzw. der Physiologie der Robben befassen, werden von der Station Marion Island aus hauptsächlich die Ionosphäre, der Erdmagnetismus und die einzelnen Arten der dort anzutreffenden Fauna erforscht. Die geologischen Feldprojekte sind Ende der siebziger Jahre stark gedrosselt worden.

Die antarktischen Forschungsaktivitäten Neuseelands konzentrieren sich weitgehend auf Gebiete nahe dem McMurdo-Sund. Studienobjekte sind hier vor allem die sogenannten Trockentäler und das Ross-Meer. Das von dem New Zealand National Committee for Antarctic Research koordinierte Forschungsprogramm umfaßt einmal geologische und geophysikalische Untersuchungen. Seit Beginn der neeseeländischen Forschungen wurde eine systematische geologische Kartierung in Gebieten des Transantarktischen Gebirges durchgeführt. Daneben ist die Mitwirkung am Ross Ice Shelf Glaciological and Geological Survey zu nennen. Untersucht werden außerdem der Erdmagnetismus sowie humanmedizinische und biologische Probleme. Die Biologen erforschen u.a. die Robben- und Pinguinpopulationen sowie physiologische Prozesse bei Polarfischen und wirbellosen Tieren. Die dazu notwendigen Beobachtungen und Untersuchungen erfolgen von der Scott-Base aus, die in unmittelbarer Nachbarschaft der amerikanischen Station McMurdo liegt. In verschiedenen Bereichen wurden die Möglichkeiten einer engen Zusammenarbeit mit den Vereinigten Staaten genutzt.

Norwegen entsandte 1976/77 erstmals wieder eine Expedition in die Antarktis, nachdem die einzige ständige norwegische Station auf dem antarktischen Kontinent 1960 geschlossen worden war und in den folgenden Jahren nur begrenzte Expeditionen, zumeist mit logistischer Unterstützung der Vereinigten Staaten, durchgeführt wurden. In diesem Zeitraum hatte die Arktisforschung (vor allem auf Spitzbergen) Vorrang. Die vom Norsk Polar Institut organisierte Antarktisexpedition 1976/77 [Orheim, 1977, S. 327 ff.] bezweckte neben der Durchführung umfangreicher ozeanographischer und geophysikalischer Projekte im Weddell-Meer (Magnetik, Gravimetrie, Seismik, Geologie), Anhaltspunkte über Eisbewegungen und -akkumulation der Eisschelfe zu gewinnen und der Frage der Entstehung der antarktischen Eisdecke mittels Analyse von Bohrkernen nachzugehen. Außerdem wurden im westlichen Teil des Dronning-Maud-Lands geologische und paläomagnetische Studien durchgeführt.

Polen begann 1977 - nachdem die erste ständige Forschungsstation (Henryk Arctowsky) auf der King-George-Insel errichtet worden war - die Forschungsarbeiten auf dem antarktischen Kontinent. Federführend für die polnische Antarktisforschung ist das Institut für Ökologie der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Warschau. Das Forschungsprogramm in den Jahren 1977 und 1978 umfaßte sowohl geophysikalische, glaziologische und meteorologische Projekte als auch biologische und ozeanographische Studien. Vorausgegangen waren in den Jahren 1968-1974 drei polnische Expeditionen, die von dem Marcelli-Nencki-Institut für Experimentelle Biologie der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Warschau organisiert wurden<sup>1</sup>. Polen ist im Juli 1977 als dreizehntes Land Konsultativmitglied des Antarktisvertrages geworden; der Beitritt zu diesem Vertrag erfolgte bereits 1961.

---

<sup>1</sup> Eine erste kontinentale Antarktisexpedition entsandte Polen 1958/59 zur Übernahme der von der Sowjetunion 1956 gebauten Station Oasis, die an der Grenze zwischen Königin-Mary-Land und Wilkes-Land liegt. Die Station wurde in Antoni B. Dobrowolski umbenannt, am 23.1.1959 geschlossen und 20 Jahre lang nicht genutzt.

### 3.3 Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Ozeanographie

Das Forschungsgebiet der Ozeanographie läßt sich in die folgenden wichtigen Teilbereiche gliedern:

- physikalische Ozeanographie,
- biologische Ozeanographie,
- chemische Ozeanographie,
- marine Geologie und Geophysik.

Sieht man von den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion ab, die in allen Bereichen tätig sind, so lassen sich für die Mehrzahl der übrigen Länder deutliche Schwerpunkte in den Forschungsaktivitäten erkennen. Die gewählten Schwerpunkte stehen ihrerseits in Zusammenhang mit dem jeweils zu untersuchenden Gebiet des Antarktischen Ozeans und haben wesentlichen Einfluß auf die Organisation der Forschung. Wichtige Merkmale in diesem Zusammenhang sind u.a., ob es sich um nationale oder multinationale Programme handelt, ob die Forschung von Stationen an der Küste, der Inseln oder des Kontinents aus betrieben und unterstützt wird oder aber von größeren, mehr oder weniger spezialisierten Schiffen.

In der Erforschung des Antarktischen Ozeans haben bisher nationale Expeditionen die größte Bedeutung. Bevor auf die Forschungsziele und -aktivitäten der einzelnen Länder sowie auf das internationale Programm Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS, 1979-1986) näher eingegangen wird, sollen die beiden wichtigsten schon früher begonnenen laufenden multinationalen Programme International Southern Ocean Studies (ISOS) und International Weddell Sea Oceanographic Expedition (IWSOE) kurz skizziert werden.

#### International Southern Ocean Studies (ISOS)

Aufbauend auf einer Studie des Committee on Polar Research der National Academy of Sciences der Vereinigten Staaten für einen zehnjährigen Forschungsplan auf dem Gebiet der physikalischen Ozeanographie in der Antarktis entwarf eine Gruppe von Ozeano-

graphen ein Langfristprogramm, das 1974 unter dem Titel "International Southern Ocean Studies" gebilligt und von der National Science Foundation (NSF) finanziell gefördert wird. Das Programm wird im wesentlichen von physikalischen Ozeanographen der Vereinigten Staaten getragen; jedoch nahmen auch Wissenschaftler und Schiffe aus elf anderen Ländern teil, insbesondere aus Argentinien und Chile. Wichtigster Untersuchungsgegenstand sind die Strömungsverhältnisse im antarktischen Ozean. Von besonderem Interesse sind dabei die Mischungszonen mit anderen Wassermassen und die Bildung des antarktischen "Tiefenwassers", das weit nordwärts in die Ozeanbecken vordringt und wichtig für den dortigen Nährstoffhaushalt ist. Im einzelnen werden zum besseren Verständnis der antarktischen zirkumpolaren Strömungen die folgenden Ziele verfolgt [Neal, 1977, S. 2]:

- Identifizierung der statistischen Merkmale sowie des Ausmaßes der räumlichen und zeitlichen Veränderungen der zirkumpolaren Strömungen in ausgewählten Regionen;
- Entwicklung und Test von Theorien über dynamische Gleichgewichte, Mischung und Austausch mit anderen Ozeanen;
- Erarbeitung von Grundlagen zum Verständnis der Funktionen, die großräumige Zirkulationen und Luft-See-Wechselwirkungen im südlichen Ozean im Rahmen der globalen klimatischen Dynamik haben;
- Verständnis der Dynamik der Polarfrontzone und ihrer Beziehung zur zirkumpolaren Strömung;
- Erklärung der Bildung und Vermischung unterschiedlicher Wassermassen.

Zur Erreichung dieser Ziele wurden 1974/75 eine Reihe langfristiger Meß- und Beobachtungsprogramme begonnen, zu denen die Messung von Vertikalprofilen der Temperatur, des Salzgehalts und der Strömungen unter dem Eisschelf in der Nähe von McMurdo gehört, die Aufschluß über die Bildung des Tiefenwassers geben soll. Weiterhin werden seit 1975 umfangreiche Forschungsprogramme<sup>1</sup> im Bereich der Drake-Straße und des Scotia-Meers durchgeführt, an denen vor allem Wissenschaftler aus den Vereinigten

Staaten, Chile und Argentinien und die Forschungsschiffe Conrad, Melville, Thompson (Vereinigte Staaten), Ara Islar Orcadas (Argentinien) und Yelcho (Chile) beteiligt sind. Schwerpunkte der Aktivität sind Strömungs- und Pegelmessungen. Weiterhin werden chemische Analysen von regelmäßigen Wasserstichproben angefertigt. Regionale Schwerpunkte im Bereich der genannten Gebiete sind die antarktische Konvergenz und die Mischungszone zwischen Weddell-Meer und Scotia-Meer. Die Untersuchungen wurden in den vergangenen Jahren auch auf andere Gebiete wie z.B. das Campbell Plateau ausgedehnt, wo u.a. der Zusammenhang zwischen Meeresströmungen und Oberflächengestalt des Meeresbodens untersucht werden soll. Die in der Drake-Straße begonnenen Strömungsmessungen werden im Bereich der Inseln Gough und Bouvet, Kerguelen und Amsterdam sowie Tasmanien, Macquarie und Scott fortgeführt. Von der Temperaturverteilung und dem Salzgehalt in den oberen Wasserschichten der zirkumpolaren Strömung, die mit Hilfe von Versorgungsschiffen und in Verbindung mit Satelliten durchgeführt werden soll, erwartet man Aufschlüsse über den Wärmegehalt des Wassers und dessen Einfluß auf das Klima.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Feldforschung ist die Herausgabe eines Southern Ocean Atlas geplant. Neben argentinischen und chilenischen Wissenschaftlern beteiligten sich 1977 sowjetische Wissenschaftler mit dem Forschungsschiff Professor Zubov an Strömungsmessungen südlich von Australien. Frankreich untersucht im Zusammenhang mit ISOS unter Verwendung von Satelliten und auf den Eisbergen platzierten Sendern die Wanderung von Tafeleisbergen.

#### International Weddell Sea Oceanographic Expedition (IWSOE)

Dieses ebenfalls im wesentlichen von den Vereinigten Staaten getragene Programm konzentrierte sich in seiner ersten Phase (1968-1973) auf die Untersuchung der Bildung des Bodenwassers,

---

<sup>1</sup> First Dynamic Response and Kinematic Experiment.

wobei sowohl biologische als auch chemische Arbeiten durchgeführt wurden. Seit 1973 stehen Fragen der physikalischen Ozeanographie im Vordergrund [Strömungsmessungen]. Die Geräte werden von Eisbrechern ausgebracht und geborgen. Nachdem schon 1977 in einem multidisziplinären Einsatz ein norwegisches Forschungsschiff (Polarsirkeln) an den Unternehmungen beteiligt war, gab es 1979 einen gemeinsamen Einsatz von Schiffen aus den Vereinigten Staaten, Argentinien und Norwegen.

#### Nationale Forschungsaktivitäten

Neben den Aktivitäten im Rahmen der skizzierten multinationalen Programme, die vornehmlich in das Gebiet der physikalischen und chemischen Ozeanographie fallen, liegt ein weiterer Schwerpunkt der Vereinigten Staaten in der Erforschung geologischer und geophysikalischer Zusammenhänge. Hierbei sind die Tiefbohrungen der Glomar Challenger von zentraler Bedeutung, die u.a. Aufschluß über die Entstehungsgeschichte des Kontinents und daraus ableitbare Prognosen über Rohstoffvorkommen (Öl, Gas) geben sollen. An diesen Untersuchungen sind auch Frankreich, Japan, die Sowjetunion, das Vereinigte Königreich und die Bundesrepublik Deutschland beteiligt. Einen weiteren regionalen Forschungsschwerpunkt bildet die Ross-Meer-Region. Hier stehen die Analysen der Sedimente und des Wassers im Vordergrund.

Das Vereinigte Königreich hat 1977 ein neues marines biologisches Programm (Offshore Biological Program) begonnen. Damit verlagern sich die Aktivitäten von der Erforschung der Biologie von Vögeln und Seehunden mehr auf den Krill, dessen Lebensbedingungen und Räuber. Im Rahmen des Programms ist geplant, in einem begrenzten Gebiet um Südgeorgien für mindestens sechs Jahre laufende Beobachtungen durchzuführen. Im Mittelpunkt der 1978 mit Hilfe der John Biscoe begonnenen Untersuchungen stehen einerseits Strömungsmessungen, zum Teil mit Hilfe von Eisbergen, Wasseranalysen und Messungen der Phytoplanktonproduktivität,

andererseits laufende Stichproben zur Ermittlung der Konzentration und Zusammensetzung des Zooplanktons. Weiterhin sind biochemische Analysen von Krillstichproben vorgesehen. Die Untersuchung von Krill-"Räubern" konzentriert sich auf Vögel und Fische.

Die Forschungsaktivitäten Frankreichs haben ihren Schwerpunkt im Gebiet um die Inseln Crozet und Kerguelen. Neben geologischen und chemischen Analysen spielen die mit Hilfe des Forschungsschiffs Marion Dufresne durchgeführten Untersuchungen an Fauna und Flora eine wichtige Rolle. Im Vordergrund stehen dabei die Wachstumsbedingungen von Makroalgen in den Schelfgebieten und die Probleme einer eventuellen wirtschaftlichen Nutzung.

Während Australien zur Zeit kein formales Forschungsprogramm durchführt und auch über kein Forschungsschiff in der Antarktis verfügt, betreibt Chile neben der schon erwähnten Beteiligung am ISOS-Programm Untersuchungen zur Klärung der trophischen Relationen innerhalb der marinen Nahrungskette. Darauf aufbauend bildet die Ortung und Fangtechnik von Fischen und Krill sowie die Verarbeitungstechnik bei Krill einen Forschungsschwerpunkt. Wichtigstes Untersuchungsgebiet sind das Bellingshausen-Meer und die Bransfield-Straße.

Norwegen hat 1976/77 seit langer Zeit erstmalig wieder eine Expedition in die Antarktis unternommen. Die Schwerpunkte des ozeanographischen Programms, das mit der Polarsirkeln abgewickelt wurde, lag auf dem Gebiet der physikalischen und geophysikalischen Ozeanographie. Die Messung von Vertikalprofilen der Temperatur, des Salzgehalts und der Tiefe sowie die Verankerung von Strömungsmessern im Weddell-Meer stellen großenteils eine Fortführung der Zusammenarbeit mit den Vereinigten Staaten und Argentinien im IWSOE dar. Während der Fahrt wurden seismische und gravimetrische Untersuchungen durchgeführt, die Aufschluß über die Oberflächengestalt des Meeresbodens geben sollten. Weiterhin wurden biochemische und bakteriologische Untersuchungen an Krill durchgeführt und Aufzeichnungen über die allgemeinen Eisverhältnisse gemacht.

Argentinien betreibt, neben der Beteiligung am ISOS-Programm, in der Umgebung der Antarktischen Halbinsel Untersuchungen auf meeresbiologischem Gebiet. Dabei spielen die trophischen Stufen des marinen Ökosystems sowie die Biologie der Säugetiere eine besondere Rolle.

Südafrika führte von Februar bis April 1978 im Gebiet der Süd-Shetland-Inseln mit dem Forschungsschiff Protea ein Programm zur Technik der Ortung von Fisch und Krill durch. Zur Ortung von Krillschwärmen wurden neben Geräten, die auf dem Schiff stationiert waren, auch Hubschrauber und Satelliten eingesetzt.

Der Schwerpunkt der ozeanographischen Forschung Neuseelands liegt auf dem Gebiet der Biologie. Die Forschungen werden von Landstationen aus betrieben und konzentrieren sich auf die Physiologie der Fische, auf ihren Befall mit Parasiten sowie auf die Beobachtung und statistische Erfassung von Seehund- und Vogelbeständen. 1978/79 kamen als weitere Gebiete die Analyse der Nahrungskette sowie der Wassersäule hinzu.

Neben der Beteiligung an internationalen Aktivitäten auf dem Gebiet der Meeresphysik und -geologie (ISOS, Glomar-Challenger-Tiefseebohrungen) und an eigenen Programmen auf diesen Gebieten, über die aber kaum Informationen verfügbar sind, scheint die Sowjetunion vor allem im Bereich der Meeresbiologie zu forschen. Aufbauend auf den langjährigen Untersuchungen über die regionale Verteilung und die Biologie vor allem von Fischen und Krill sind mit deren zunehmender Nutzung weitere Probleme - wie z.B. die Ortung von Krillschwärmen und die Verarbeitung von Krill zu konservierbaren Produkten - hinzugekommen.

Tabelle 16 - Expeditionen in den Antarktischen Ozean zur Erforschung von Krill- und Fischbeständen

Schiff	Periode	Herkunftsland
Muksun	1961/62	Sowjetunion
Orechova und Obdorsk	1964/65	Sowjetunion
Akad. Knipovich	1964/65, 1967/68	Sowjetunion
Akad. Kurchatov	1965, 1967, 1969	Sowjetunion
Chiyoda Maru	1972/73	Japan
No. 11 Taishin Maru	1973/74, 1974/75 1975/76	Japan
No. 11 Taishin Maru II	1977/78	Japan
Professor Siedlecki	1975/76, 1977/78	Polen
Tazar	1975/76	Polen
Walther Herwig	1975/76, 1977/78 1980/81	Bundesrepublik Deutschland
Weser	1975/76	Bundesrepublik Deutschland
Julius Fock	1977/78	Bundesrepublik Deutschland
Meteor	1980/81	Bundesrepublik Deutschland
Protea	1977/78	Südafrika

Quelle: BFF, 75/76; 78 (1,2,3), Everson [1977].

Im Unterschied zur sowjetischen marinen Antarktischforschung haben sich Japan und Polen praktisch seit Beginn ihrer Aktivitäten 1972/73 bzw. 1975/76 vollständig auf die mit der Nutzung der Krill- und Fischbestände zusammenhängenden Probleme konzentriert. Neben der Biologie geht es bei den Japanern in einem längerfristigen Programm um eine systematische Analyse der zirkumpolaren Verteilung der Fisch- und Krillbestände und der zugrunde liegenden Ursachen. Einen Überblick über die Expeditionen der einzelnen Länder zur Erforschung der Krill- und Fischbestände gibt Tabelle 16. Wie für Polen und die Sowjetunion haben auch für Japan die Ortungs- und Fangtechnik sowie die Verarbeitung von Krill zu marktfähigen Produkten eine zentrale Bedeutung unter den gegenwärtigen Forschungsaktivitäten.

Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks  
(BIOMASS)<sup>1</sup>

Vergleichbar mit der Bedeutung des ersten Internationalen Geophysikalischen Jahres zur Erforschung der Hohen Atmosphäre und des antarktischen Kontinents ist BIOMASS, geplant für die Jahre 1979-1986, das erste internationale und interdisziplinäre marine Forschungsprogramm in der Antarktis. Es wurde entworfen von einer Gruppe von Spezialisten des Scientific Committee on Antarctic/Oceanic Research (SCAR/SCOR) und wird unterstützt von den Mitgliedern des Antarktisvertrages, der Intergovernmental Oceanic Commission (IOC) und der Food and Agricultural Organization (FAO) der Vereinten Nationen. Umfassendes Ziel dieses Programms ist es, ein besseres Verständnis der Struktur und dynamischen Funktion des antarktischen marinen Ökosystems zu gewinnen, das als Grundlage für das zukünftige "Management" der lebenden Ressourcen dienen kann [SCAR/SCOR, BIOMASS, 1977, S. 5]. Im einzelnen werden die folgenden Ziele verfolgt:

1. Studium der physikalischen und chemischen Umgebung, die Einfluß auf den Krill und dessen Nahrungsgrundlage hat, insbesondere:
  - (a) Erforschung der vertikalen, advektiven und diffusen Prozesse als treibende Kraft der Primärproduktion,
  - (b) Erforschung von mikro- und mesoskaligen horizontalen Prozessen im Verhältnis zum Schwarmverhalten von Krill und Konzentration von Phytoplankton,
  - (c) Erforschung der großräumigen meridonalen und zonalen Meeresströmungen in verschiedenen Tiefen im Verhältnis zum Lebenszyklus des Krill;
2. Erforschung der jährlichen und regionalen Schwankungen in der Konzentration und Zusammensetzung des Phytoplanktons;

---

<sup>1</sup> Zu einer ausführlichen Beschreibung des Programms sowie zu Vorschlägen seiner Implementierung vgl. SCAR/SCOR; BIOMASS [1977].

3. Autoökologische Untersuchungen von Schlüsselorganismen des antarktischen Ökosystems wie Walen, Robben, Pinguinen, Fischen, Tintenfisch, Krill, anderen Krustazeen und Salpen; Ermittlung ihrer Bestände, Biomasse und Produktion in ausgewählten Gebieten der Antarktis;
4. Beschreibung der wichtigsten Nahrungsketten in antarktischen Gewässern unter Betonung der Energie- und Materialströme zwischen den verschiedenen trophischen Stufen in kleinen ausgewählten Gebieten;
5. Entwicklung von Modellen zur Verbesserung des Verständnisses der quantitativen Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen des Ökosystems, der Auswirkungen des Klimas und von Wal- und Fischfang auf die Struktur und Effizienz der Nahrungskette;
6. Speicherung und Analyse der Daten explorativer und kommerzieller Fangaktivitäten;
7. Weitergabe wissenschaftlicher Informationen über das antarktische Ökosystem an Wissenschaft, Regierungen, Industrien und andere interessierte Gruppen.

Nach der ersten wichtigen empirischen Untersuchungsphase 1980/81 (First International Biological Experiment, FIBEX) ist für 1983/84 mit (SIBEX) ein weiterer Höhepunkt geplant. Neben kleinräumigen Untersuchungen über die Verteilung von Krillschwärmen und deren Beziehungen zu anderen Gliedern der Nahrungskette sowie experimentellen Arbeiten über die Biologie von Krill und anderen Tieren in Landstationen sollen großräumige synoptische Untersuchungen über Krillvorkommen mit Hilfe von Echolotortung und Stichprobenfängen durchgeführt werden. Beteiligt an den Untersuchungen sind alle Forschungsschiffe und -stationen der in der Antarktisforschung engagierten Länder. Die große Zahl der beteiligten Schiffe und Beobachtungsprogramme erfordert eine detaillierte kooperative Planung, logistische Koordination und die Standardisierung von Methoden und der Datensammlung. Die SCAR/SCOR-Group on Living Resources hat zur Lösung dieser Aufgaben im Rahmen der Implementierung dieses Programms vier

technische Gruppen gebildet sowie auf ihrer Tagung in Kiel (Mai 1978) weitere Details hinsichtlich der Strukturierung und Durchführung des Programms erarbeitet. Die an FIBEX beteiligten Länder sind in Tabelle aufgeführt.

Tabelle 17 - Beteiligung einzelner Länder an FIBEX<sup>1</sup>

Land	Schiffe <sup>2</sup>	Forschungsgebiet	Region
Argentinien	2 FS, 3 VS	Hydrographie Planktonforschung	westl. Atlantik
Australien	1 FS	Hydrographie Krillbestand	indischer und pazifischer Sektor
Chile	1 FS	Hydrographie Planktonforschung	westl. Atlantik
Bundesrepublik Deutschland	2 FS	Hydrographie Krill, Fische	westl. Atlantik
Frankreich	1 FS		östl. Atlantik
Japan	2 VS	Hydrographie Biologie	indischer und pazifischer Sektor
Neuseeland	1 FS		pazifischer Sektor
Norwegen	1 FS	Hydrographie Geologie Biologie	westl. Atlantik
Polen	1-2 FS		westl. Atlantik
Südafrika	2 FS	Krill Krill	westl. Atlantik östl. Atlantik
Vereinigtes Königreich	2 FS, 1 VS	Krill Krill Krill	östl. Atlantik östl. Atlantik östl. Atlantik
Vereinigte Staaten	2 FS		westl. Atlantik Pazifik
Sowjetunion	1 FS		

<sup>1</sup> First International Biological Experiment (1980).

<sup>2</sup> FS = Forschungsschiff; VS = Versorgungsschiff.

### 3.4 Organisationsformen und Koordinierung der Antarktischforschung

Die Effizienz der Antarktischforschung wird durch die länderweise unterschiedlichen Organisationsstrukturen der für die Antarktischforschung zuständigen Gremien mitbestimmt. Während die organisatorische Durchführung der Forschung ausschließlich in den Händen nationaler Gremien liegt, erfolgt die Koordinierung sowohl durch nationale als auch durch internationale Stellen.

Hinsichtlich der in den einzelnen Ländern bestehenden institutionellen Regelungen lassen sich zwei Grundmuster unterscheiden:

- Die britische Regelung mit einer weitgehenden Zentralisierung der Zuständigkeit, Koordinierung und Durchführung der Antarktischforschung beim British Antarctic Survey (BAS)<sup>1</sup>. Diese dem British Natural Environment Research Council zugeordnete Institution verfügt über einen eigenen Stab erfahrener Wissenschaftler und Techniker, der durch eine Reihe junger Wissenschaftler<sup>2</sup> - auf Basis von Zeitkontrakten - ergänzt wird. Sowohl die Forschungsstationen mit allen notwendigen Einrichtungen als auch die Transport- und Versorgungssysteme werden in eigener Regie betrieben (Schiffe und Flugzeuge sind Eigentum des BAS).
- Bei der stärker arbeitsteilig ausgerichteten amerikanischen Organisationsform liegen zwar das Management und die Gesamtfinanzierung bei einer zentralen Institution, der National Science Foundation (NSF), doch werden die Forschungsarbeiten "vor Ort" von einer Vielzahl externer Wissenschaftler geleistet. Mit diesen werden projektbezogene, zeitlich limitierte Kontrakte abgeschlossen (Laufzeit zumeist 12 Monate). Die zur Durchführung der einzelnen Projekte notwendigen Fazilitäten (Transportmittel, Instrumente, Geräte) werden den

<sup>1</sup> Die Mitwirkung des Scott Polar Research Institute und anderer britischer Institutionen hält sich in relativ engen Grenzen.

<sup>2</sup> Diese sind jeweils für einen Zeitraum von fünf Jahren vom BAS angestellt. Davon entfallen ein halbes Jahr auf die Vorbereitungszeit, zweieinhalb Jahre auf den Forschungsaufenthalt in der Antarktis und zwei Jahre auf die anschließende Auswertung der Ergebnisse in Cambridge.

Forschern unentgeltlich zur Verfügung gestellt; außerdem ist der Aufenthalt auf den Stationen kostenfrei. Das amerikanische System zeichnet sich außerdem durch eine Funktionstrennung im logistischen Bereich aus: Während die NSF für die Koordination der vielfältigen logistischen Aufgaben verantwortlich ist, obliegt die Durchführung der Transporte und Betreuung der Stationen der amerikanischen Marine bzw. privaten Unternehmen. Auch in dieser Hinsicht trägt das amerikanische System deutlich dezentrale Züge.

- Die Organisationsstrukturen anderer Länder stellen zumeist Kombinationen dieser beiden Grundmuster dar. Obwohl die Zuständigkeiten der einzelnen, in die Antarktisforschung eingeschalteten Gremien sehr unterschiedlich sind, überwiegt im Forschungsbereich eine zentrale Ausrichtung der Organisationsstrukturen. Das gilt sowohl für Argentinien und Chile als auch für Frankreich, Neuseeland und Norwegen sowie für die Sowjetunion und Polen. Soweit es den logistischen Bereich betrifft, sind die Transportmittel nur in Einzelfällen Eigentum der für die Antarktisforschung zuständigen Institutionen. Verschiedentlich werden für die Ferntransporte die Dienste militärischer Einheiten in Anspruch genommen oder aber Schiffe gechartert. Eine Beurteilung der Organisationsstrukturen ist recht schwierig, da geeignete Bewertungsmaßstäbe und Daten fehlen; so können an dieser Stelle nur einige Hinweise auf die Vor- bzw. Nachteile der einzelnen Systeme gegeben werden.

Die Zentralisierung aller wichtigen Funktionen bei einer umfassenden, mit einer Fülle von Vollmachten ausgestatteten Institution dürfte einmal den Vorzug haben, daß die immer wieder notwendige Abstimmung im wissenschaftlichen und logistischen Bereich leichter bewältigt werden kann als in einem dezentralen System. Auch ist es zumeist möglich, schneller auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren; sei es, daß widrige Wetterverhältnisse den Zeitplan für Feldprojekte im antarktischen Sommer durchkreuzen, sei es, daß die Zugangswege zu den Stationen vorzeitig vereisen. Was die Kontinuität der Forschungsprogramme

betrifft, läßt sich diese eher mit einem Stamm von ständigen Mitarbeitern erreichen. Personelle Flexibilität könnte dann durch die zeitweilige Anstellung von Wissenschaftlern gesichert werden.

Gegen eine zentral ausgerichtete Organisationsform spricht, daß durch die weitgehende Übertragung der Antarktischforschung auf nur eine Institution der wissenschaftliche Wettbewerb nicht immer gewährleistet ist, d.h., daß nicht immer die fähigsten und motiviertesten Wissenschaftler und die beste Technik eingesetzt werden. Andererseits ist darauf hinzuweisen, daß sich alle Wissenschaftler in der Antarktis dem internationalen Leistungswettbewerb stellen müssen, dessen Rahmenbedingungen durch den freien Zugang zu allen Forschungsbereichen sowie durch den umfassenden Daten-, Informations- und Ergebnisaustausch vorgegeben sind.

Das mehr arbeitsteiligen Prinzipien folgende amerikanische Organisationsschema weist eine Reihe von Vorteilen auf. Diese sind vor allem darin zu sehen, daß die NSF - als zentrale Koordinierungsinstitution - dank der begrenzten Laufzeit der Kontrakte in der Lage ist, den Wissenschaftlerstab den jeweiligen Forschungserfordernissen weitgehend anzupassen. Bei den jährlich von der NSF durchgeführten Ausschreibungen findet ein personeller und disziplinärer Wettbewerb bereits im Vorfeld der Forschung statt. Die für das amerikanische System ebenfalls kennzeichnende Funktionstrennung im logistischen Bereich ist prinzipiell positiv zu bewerten. Sie läßt es zu, daß jeweils die Dienste der leistungsfähigsten Anbieter in Anspruch genommen werden können. Als Vorzug zu werten ist auch, daß jeweils die beste Technik, die geeignetsten Verfahren und die erfolgreichsten Systeme eingesetzt werden können; dies ist besonders in Bereichen wichtig, in denen mit einem schnellen technischen Fortschritt gerechnet werden kann. Andererseits ist nicht zu übersehen, daß sich bei dem zumeist hohen Spezialisierungsgrad der anbietenden Unternehmen monopolistische oder oligopolistische Marktpositionen und Verhaltensweisen herausbilden können. Die

Inanspruchnahme der Transport- und Versorgungsdienste von militärischen Stellen dürfte unter Kostenaspekten sicherlich nicht immer vorteilhaft sein, weil die erbrachten Leistungen zeitweilig überdimensioniert sind und ökonomische Kriterien zeitweilig zu wenig Beachtung finden.

Im logistischen Bereich sollten im Hinblick auf eine möglichst große Flexibilität Systeme den Vorzug haben, die so strukturiert sind, daß die für die Antarktischforschung zuständigen Institutionen jeweils über eine logistische Grundausstattung verfügen und ergänzend - zur Deckung des jeweiligen Zusatzbedarfs - Instrumente, Geräte und Dienstleistungen von externen Stellen bzw. Unternehmen einsetzen; dies vor allem dann, wenn diese preisgünstiger sind.

Hinsichtlich der Koordinierung der Antarktischforschung sind zwei Ebenen zu unterscheiden:

- die Projekt- und Programmkoordinierung auf Länderebene und
- die internationale Abstimmung der nationalen Forschungsaktivitäten.

Die Erarbeitung und Koordinierung der nationalen Forschungsprogramme erfolgt überwiegend in den mit der Antarktischforschung beauftragten Institutionen oder aber in speziellen interdisziplinären Gremien, die oft zugleich die Interessen der einzelnen Länder im SCAR vertreten. Nur zum Teil sind diese mit den Institutionen identisch, die für die Durchführung der Programme verantwortlich sind. Die sehr umfangreichen Koordinierungsarbeiten im nationalen Bereich erstrecken sich von der Aufstellung bzw. Fortschreibung der Forschungsprogramme<sup>1</sup>, der zeitlichen und regionalen Abstimmung der einzelnen Projekte über die Bereitstellung der Forschungs- und Aufenthaltsfazilitäten bis zur Organisation der umfangreichen Versorgung, an die beträchtlichen Anforderungen gestellt werden.

---

<sup>1</sup> Die Projekt- und Programmplanung bezieht sich beispielsweise beim BAS jeweils auf einen Zeitraum von fünf Jahren, wobei die Planungsdaten von Jahr zu Jahr fortgeschrieben werden.

Ergänzend bedarf es einer präzisen, jeweils auf eine Saison bezogenen Ablaufsplanung, die genügend detailliert sein muß und zugleich auch ein möglichst großes Maß an Flexibilität einschließt; dies vor allem deshalb, weil die für die Feldprojekte im antarktischen Sommer zur Verfügung stehende Zeitspanne sehr kurz ist und häufig noch durch widrige Wetterverhältnisse variiert. Es ist anzunehmen, daß sich die Koordinierung im Fall von Institutionen mit eigenem Mitarbeiterstab und eigenem logistischen Apparat weniger schwierig gestaltet als bei anderen Regelungen.

Die internationale Koordinierung der antarktischen Forschungsaktivitäten der einzelnen Länder geschieht im Rahmen des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), in dem sämtliche in der Antarktischforschung engagierten Länder vertreten sind. Das 1958 innerhalb des International Council of Scientific Unions gebildete Komitee hat sich die Aufgabe gestellt, die wissenschaftliche Erforschung der Antarktis durch Informations- und Erfahrungsaustausch sowie durch Empfehlungen und gemeinsam erarbeitete internationale Forschungsprogramme auf bestmögliche Weise zu fördern. Nach der Konstituierung von SCAR wurde die Basis der internationalen Zusammenarbeit wesentlich verbreitert und zugleich stärker institutionalisiert. Obwohl keine formale Verbindung zur beratenden Versammlung der Antarktischvertragsmitglieder besteht, wirkt SCAR als wissenschaftliches Beratungsorgan im Vorfeld der Tagungen der Antarktischvertragsländer; alle von der Konsultativrunde beschlossenen Empfehlungen sind in den verschiedenen SCAR-Gremien erarbeitet worden. Fraglos hätte die Antarktischforschung ohne die Zusammenarbeit der einzelnen Länder im Rahmen des SCAR nicht den hohen wissenschaftlichen Stand erreicht.

Die Hauptarbeit der Koordinierung und der Programmabstimmung wird in den Ländervertretungen, ständigen Arbeitsgruppen und den Spezialisten geleistet. Da für alle wichtigen Disziplinen permanente Arbeitsgruppen gebildet worden sind (insgesamt zehn) und sich die einzelnen SCAR-Mitgliedsländer an den Beratungen fast aller Arbeitsgruppen beteiligen, ist zum einen Gelegenheit für einen intensiven Informationsaustausch gegeben; zum anderen

können alle die Antarktischforschung berührenden Fragen eingehend behandelt und entsprechende Empfehlungen vorbereitet werden. Als Ergänzung zu den Arbeitsgruppen sind die Spezialistengruppen zu sehen, deren Aufgabe darin besteht, vor allem interdisziplinäre Fragen und internationale Projekte zu klären. Auch die Erarbeitung des internationalen BIOMASS-Programms erfolgte in der zuständigen Spezialistengruppe. Die Arbeits- und Spezialistengruppen leisten wichtige Vorarbeiten für die Beratungen und Beschlüsse der allgemeinen SCAR-Konferenzen. Auf diesen werden Empfehlungen zur Antarktischforschung beschlossen sowie Vereinbarungen über internationale Forschungsprogramme getroffen. Die Durchführung der gefaßten Beschlüsse liegt dann bei den zuständigen nationalen Stellen, wobei SCAR keine direkte Einwirkungsmöglichkeiten hat. - Dem internationalen Informationsaustausch über die von den einzelnen Ländern durchgeführten Forschungsaktivitäten dienen nicht zuletzt die Jahresberichte über bisherige und geplante Forschungsprojekte, das wissenschaftliche und technische Personal, die eingesetzten Instrumente und Geräte sowie über den verfügbaren logistischen Apparat.

### 3.5 Logistik

Der Bereich der Logistik umfaßt sowohl die Einrichtung und den Betrieb der antarktischen Forschungsstationen als auch die sehr aufwendigen Transport- und Versorgungssysteme. Von den einzelnen Ländern werden in der Antarktis eine unterschiedlich große Zahl von ständigen Stationen von sehr unterschiedlicher Größe, Ausstattung und Regionalverteilung betrieben (Karte 10). Im Jahre 1981 befanden sich in der Antarktis insgesamt 44 Forschungsstationen gegenüber noch 55 im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58, wobei dieser Rückgang das Bestreben deutlich macht, die Forschungsaktivitäten auf weniger Stationen zu konzentrieren.

Für die Regionalverteilung der Stationen ist kennzeichnend, daß etwa ein Viertel ihren Standort auf der klimatisch begünstigten Antarktischen Halbinsel hat und überwiegend Küstenstandorte bevorzugt werden. Dafür sind zum einen die Standortvorteile für bestimmte Untersuchungen sowie die klimatischen Vorteile bestimmend gewesen. Zum anderen spielte auch das Bestreben, durch die Errichtung von Forschungsstationen im "eigenen" Sektor den Anspruch auf Gebietshoheit zu dokumentieren, eine gewisse Rolle. Von allen in der Antarktisforschung engagierten Ländern unterhalten lediglich die Vereinigten Staaten und die Sowjetunion - außer den in der Küstenzone gelegenen Stationen - ständige Basen im Inneren des antarktischen Kontinents: South-Pole, Siple und Vostock; daraus resultierte die Notwendigkeit, umfangreiche innerantarktische Transport- und Versorgungsdienste einzurichten. Logistik sowie Umfang und Struktur der jeweiligen Forschungsprogramme beeinflussen die personelle Besetzung der einzelnen Forschungsstationen. So befinden sich in der größten amerikanischen Station McMurdo, die für die Versorgung der anderen amerikanischen Stationen eine zentrale Rolle spielt, im antarktischen Sommer zeitweilig bis zu 800 Personen, unter ihnen schätzungsweise 120 Wissenschaftler<sup>1</sup>. Dagegen ist die personelle Besetzung der anderen amerikanischen Stationen weitaus geringer; so sind in der kleinen amerikanischen Station Siple nur etwa 25 Wissenschaftler tätig. Eine ungleiche Personalverteilung ergibt sich auch für die sowjetischen Forschungsstationen. Auf der größten Station Molodezhnaya, die zugleich für die Versorgung der anderen Stationen mit zuständig ist, waren in den letzten Jahren etwa 130 Personen tätig, d.h. etwa die Hälfte des gesamten sowjetischen Personals. Was die Stationen der anderen Länder betrifft, so hält sich die Personenzahl je Station im antarktischen Sommer häufig in der Größenordnung von 10-30, wobei etwa 1/3 bis 1/2 auf wissenschaftliche Kräfte entfallen. Im antarktischen Winter, in dem die Forschungsarbeit außerhalb der Station weitgehend ruht, ist die Personalstärke erheblich geringer.

---

<sup>1</sup> Die Zahl der Wissenschaftler schwankt außerordentlich stark, da die Laufzeit der einzelnen Projekte sehr unterschiedlich ist und außerdem McMurdo Ausgangsbasis für Feldprojekte ist.

Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Forschungsstationen hängt wesentlich von der Effizienz der Transport- und Versorgungssysteme ab. Die erheblichen Anforderungen, die an diese gestellt werden, resultieren zum einen aus den großen Entfernungen zwischen den Heimatländern und den logistisch wichtigen Stationen<sup>1</sup>; zum anderen daraus, daß die Forschungsstationen einzelner Länder räumlich weit auseinander liegen (vor allem die amerikanischen und sowjetischen Stationen). Von Einfluß sind außerdem Umfang und regionale Streuung der Feldprojekte. Für den zeitlichen Ablauf der Versorgungstransporte ist bestimmend, daß die Stationen nur im antarktischen Sommer zugänglich sind; aber auch in dieser relativ kurzen Zeitspanne können widrige Eis- oder Schneeverhältnisse sowie auftretende Stürme den Schiffs- und Flugzeugeinsatz erheblich beeinträchtigen.

Zur Bewältigung der schwierigen Versorgungsaufgaben stehen den einzelnen Ländern sehr unterschiedliche logistische Mittel zur Verfügung. Die Personen-, Energiestoff- und Materialtransporte zu den logistisch relevanten Stationen besorgen im Sommer Eisbrecher, eisgehende Schiffe und Flugzeuge, die nach bestimmten Zeitplänen operieren und zum Teil auch zugleich für Forschungsaufgaben eingesetzt werden. Die Transportmittel sind nur in wenigen Fällen Eigentum der für die Durchführung der Antarktisforschung verantwortlichen Institutionen; zum Teil werden Schiffe gechartert oder aber die Dienste der Marine und der Luftstreitkräfte der jeweiligen Länder in Anspruch genommen (Vereinigte Staaten, Argentinien, Chile). Bei Ferntransporten hat sich insofern eine Arbeitsteilung herausgebildet, als Energiestoffe und Massengüter bzw. sperrige Güter überwiegend per Schiff in die Antarktis befördert werden, während die Anreise des Personals zunehmend mit Flugzeugen erfolgt. Die Verlagerung der Personen-transporte vom Schiff zum Flugzeug läßt sich daran ersehen,

---

<sup>1</sup> Bei den notwendigen Personen- und Gütertransporten zur Antarktis sind Entfernungen bis zu 20 000 km zu überbrücken; so bei den sowjetischen und japanischen Schiffstransporten. In wesentlich besserer Situation befinden sich in dieser Hinsicht die Anliegerstaaten Argentinien und Chile.

daß immer mehr Landeplätze bzw. -pisten angelegt werden. Dadurch ist es möglich, die für Forschungsarbeiten im Sommer verfügbare Zeitspanne optimal zu nutzen. Die Versorgung der im Innern des Kontinents gelegenen Stationen erfolgt überwiegend durch Flugzeuge. Flugzeuge dienen auch zur Durchführung von Meßprogrammen (u.a. Radar, Magnetik). Der Flugzeugeinsatz sichert eine größere operative Flexibilität und trägt wesentlich zur einer größeren Effizienz der Antarktischforschung bei.

Über die finanziellen Aufwendungen der einzelnen Länder für die Antarktischforschung sind nur relativ wenige Zahlen verfügbar; diese lassen sich zudem wegen unterschiedlicher Abgrenzung nur bedingt vergleichen. Die Kosten der amerikanischen Forschungsaktivitäten (einschließlich der direkten operationellen Unterstützung) werden für 1981 mit 67,5 Mio. \$ angegeben, wobei vermutlich die Transportleistungen der amerikanischen Streitkräfte nur zum Teil berücksichtigt worden sind. Von diesem Gesamtbetrag entfielen auf die Unterhaltungen der Forschungsstationen allein 55 vH, auf die direkte operationelle Unterstützung 13 vH und auf Investitionen 18 vH. Die auf die einzelnen Disziplinen unmittelbar bezogenen Aufwendungen stuften sich von der Atmosphärenforschung und den biologischen Untersuchungen (jeweils 3 vH) bis zu den glaziologischen Projekten ab. Die Bruttoausgaben des British Antarctic Survey beliefen sich 1980/81 auf 6,2 Mio. £ und blieben damit erheblich hinter den amerikanischen Kosten zurück.

#### 4. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie über die marinen antarktischen Ressourcen und die Antarktischforschung wird zunächst ein Überblick über die lebenden Ressourcen der Antarktis gegeben, dem sich eine Erörterung der mit einer eventuellen Nutzung verbundenen Probleme anschließt. Sodann werden Ziele und Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten in der Antarktis analysiert.

Der Abschätzung der lebenden Ressourcen wurde eine kurze Analyse des marinen antarktischen Ökosystems vorangestellt. Wichtigste Merkmale dieses dynamischen Systems sind - aufgrund des nährstoffreichen Wassers - eine hohe Primärproduktion in Form von Phytoplankton und eine darauf aufbauende Nahrungskette, in deren Mittelpunkt der Krill, eine Kleinkrebsart, steht. Dieser ist die wichtigste Nahrungsquelle für Wale, Pinguine, Robben, Fische und Tintenfische und ernährt sich seinerseits im wesentlichen von Phytoplankton. Die nahezu vollständige Ausrottung der Bartenwale als ehemals wichtigstem Krillkonsumenten sowie die vorübergehend starke Dezimierung der Bestände einiger Robbenarten haben zu einer Vergrößerung des Krillbestandes geführt und damit die Anfälligkeit des Systems gegenüber menschlichen Eingriffen verdeutlicht.

Eine Untersuchung der Bestände sowie der Fangmöglichkeiten der einzelnen Tierarten ergaben, daß für eine menschliche Nutzung im wesentlichen nur der Krill und einige Fischarten in Frage kommen. Die Schätzungen der Bestände und auch der jährlichen Produktionsmengen sind allerdings mit sehr großer Unsicherheit behaftet. Während die anhaltend erzielbaren Fangmengen bei den Fischen, u.a. aufgrund ihres langsamen Wachstums, eher vorsichtig beurteilt werden, geht man bei Krill, selbst bei vorsichtigen Schätzungen, von möglichen Jahreserträgen von 50 Mio. t aus. Aufgrund der mit bis zu drei Jahren relativ geringen Lebensdauer dieser Tiere kann es aber, u.a. in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf, zu relativ starken jahreszeitlichen und auch jährlichen Bestands- und Produktionsschwankungen kommen.

Nimmt man die genannten 50 Mio. t Jahresertrag als erzielbar hin, wobei aber das mögliche Ausmaß der Bestandsreduzierung von Pinguinen, Robben und anderen Krillfressern als Folge von Nahrungsmangel noch ungeklärt ist, so würde diese Menge ungefähr eine Verdoppelung des bisherigen Ertrags der Weltmeere darstellen. Eine Einordnung der Ressourcen aus nationaler Sicht bereitet gewisse Schwierigkeiten, da die Art und Menge erzeugbarer Produkte noch schwer abzuschätzen ist.

Sieht man von rechtlich-politischen Problemen des Zugangs zu den Fangplätzen sowie der eventuellen Einführung von Fangquoten ab, so läßt sich hinsichtlich einer möglichen Nutzung von Fischen, aber auch von Krill feststellen, daß die Probleme der Fangtechnik weitgehend gelöst sind. Auf dem Gebiet der Verarbeitung von Krill zu haltbaren Produkten wurden große Fortschritte erzielt. Ob in absehbarer Zeit die Aufnahme des kommerziellen Fangs durch deutsche Unternehmen zu erwarten ist, hängt entscheidend von der privatwirtschaftlichen Rentabilität ab. Die größte Unsicherheit auf diesem Gebiet liegt in der Unkenntnis der Preis-Absatz-Funktionen für die verschiedenen Produkte und auch in den - in Abhängigkeit vom jeweiligen Schiffstyp - anhaltend erzielbaren Fangmengen. Selbst bei optimistischen Annahmen zeigt eine Kalkulation für das bisher einzige marktreife Produkt (Krillmehl), daß mit einer rentablen Produktion in absehbarer Zeit nicht zu rechnen ist.

Gesamtwirtschaftliche Überlegungen aus deutscher Sicht ergaben, daß eine staatliche Subventionierung von kommerziellen Fangaktivitäten in der Antarktis, sieht man von der Forschungsförderung (Antarktisexpedition) ab, zu Allokationsverzerrungen führt und aufgrund anderer Ziele kaum zu rechtfertigen wäre. Die zu beobachtende starke Ausweitung der Fangaktivitäten einzelner Länder dürfte unter anderem auf andere private Wirtschaftlichkeitsbedingungen oder aber, wie z.B. in einigen sozialistischen Ländern, auf den akuten Devisenmangel zurückzuführen sein. Auch ist nicht zu erwarten, daß eine Nutzung der antarktischen Nahrungsreserven zu einer besseren Versorgung der Entwicklungsländer mit Eiweiß führen wird, da eine direkte Beteiligung dieser Länder an den Fangaktivitäten aus Mangel an Kapital oder Know how scheitern dürfte.

Die Antarktisforschung, an der gegenwärtig etwa 15 Länder beteiligt sind, deckt ein breites Spektrum von wissenschaftlichen Fragestellungen ab. Innerhalb der umfangreichen Forschungsprogramme stehen u.a. Probleme der Dynamik und Massenbilanz der antarktischen Eisdecke, der Austauschprozesse zwischen Eis, Meer und Atmosphäre, der Klimatrends, der Entstehungsgeschichte

und des Aufbaus der Gebirge im Vordergrund. Daneben haben die Studien zum Verständnis der vielfältigen Vorgänge in der hohen Atmosphäre sowie zur Klärung der marinen ökologischen Systeme einen besonderen Stellenwert. Bei den biologischen Untersuchungen geht es primär darum, die Rolle der einzelnen Spezies, insbesondere des Krills innerhalb der Nahrungsketten zu untersuchen, die wechselseitigen Abhängigkeiten aufzuzeigen und abzuschätzen, in welchem Ausmaß Bestandeingriffe möglich sind, ohne das ökologische Gleichgewicht zu gefährden; damit sollen Anhaltspunkte über das antarktische Potential an lebenden Ressourcen gewonnen werden.

Die gegenwärtigen Schwerpunkte im Bereich der Ozeanographie liegen auf den Gebieten der physikalischen und der biologischen Ozeanographie, wobei es u.a. um die Strömungsverhältnisse im Antarktischen Ozean, Salzgehalt und Wassertemperaturen bzw. die Erklärung der Funktion und Struktur des marinen ökologischen Systems geht. Weiterhin finden geologische und geophysikalische Untersuchungen statt, die u.a. Aufschluß über die Entstehungsgeschichte der Kontinente geben sollten. Die Vereinigten Staaten widmen sich - zusammen mit Chile und Argentinien - vor allem der Erkundung der Meeresströmungen und des Meeresbodens, u.a. mit Hilfe von Tiefseebohrungen, während andere Länder - an der Spitze Japan und die Sowjetunion - ihre Aktivitäten zunehmend auf alle mit der Nutzung der biologischen Ressourcen, vor allem Fisch und Krill, verbundenen Probleme konzentrieren. Durch die Implementierung des internationalen Programms "Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks" (BIOMASS) wird die Erkundung des marinen ökologischen Systems in den Vordergrund der Aktivitäten nahezu aller Länder treten. Die internationale Zusammenarbeit manifestiert sich nicht nur in den gemeinsam durchgeführten Projekten, sondern auch in dem freien Daten-, Informations- und Wissenschaftleraustausch zwischen den einzelnen Ländern - entsprechend den Zielen des Antarktisvertrags von 1959.

Für die einzelnen Forschungsbereiche bietet die Antarktis eine Reihe von Standortvorteilen. So lassen sich hier durch eingehende Studien der einzelnen Eisschichten Anhaltspunkte über langfristige Veränderungen des globalen Klimas sowie über externe Schadstoffemissionen und Aerosole gewinnen. Die Beobachtung der Vorgänge in der Magnetosphäre ist von der Antarktischen Halbinsel aus weniger schwierig als anderswo. Unverkennbar sind auch die Vorteile, wenn man die Anpassungsvorgänge von Tieren und Pflanzen an extreme Witterungsbedingungen untersuchen will; ganz abgesehen davon, daß die anzutreffenden ökologischen Systeme einfacher strukturiert und in ihren Wechselwirkungen transparenter sind.

Bei den Forschungsaktivitäten spielt die Westantarktis eine größere Rolle als die Ostantarktis. Ein großer Teil der Forschungsstationen befindet sich auf der Antarktischen Halbinsel, weil hier begrenzte Gebiete zeitweilig eisfrei sind und sich hier für die Atmosphärenforschung sowie für Untersuchungen der antarktischen Fauna und Flora sehr gute Voraussetzungen bieten. Allerdings beeinflussen auch politische Motive die Standortwahl (das Bestreben, in den "eigenen" Sektoren präsent zu sein). Während die Vereinigten Staaten im Rahmen ihres umfangreichen Forschungsprogrammes vor allem große Gebiete in der Westantarktis untersuchen, konzentriert sich die Sowjetunion auf die Ostantarktis, und hier vor allem auf die im Innern des Kontinents gelegenen Regionen.

Planung und Koodinierung der nationalen Forschungsaktivitäten obliegen zumeist zentralen Institutionen der einzelnen Länder, die oft auch die notwendige Logistik bereitstellen. Die internationale Zusammenarbeit wird vor allem durch das Scientific Committee on Antarctic Research, in dem sämtliche in der Antarktisforschung engagierten Länder verteilt sind, gefördert. Diese Gremium hat die Aufgabe, entsprechend den Zielen des Antarktisvertrags die wissenschaftliche Erforschung der Antarktis durch Informations- und Erfahrungsaustausch sowie durch

Empfehlungen und gemeinsam erarbeitete internationale Forschungsprogramme auf bestmögliche Weise zu unterstützen. Es bedient sich dazu spezieller, auf die einzelnen Forschungsdisziplinen oder Projekte bezogenen Arbeitsgruppen. Ohne die enge Zusammenarbeit innerhalb des SCAR hätte die Antarktischforschung kaum den hohen wissenschaftlichen Stand erreicht.

Literaturverzeichnis

Adie, R.J. (Ed.), Antarctic geology and geophysics. Symposium on Antarctic Geology and Solid Earth Geophysics, Universitetsforlaget Oslo, 1970.

Agra-Europe, 19. Jg., Nr. 27 vom 10.7.1978, Teil IV.

American Geographical Society, The-, Antarktiskarte für das United States Antarctic Research Program, New York.

Annual Report, Bonn, lfd. Jgg.

Antarctic Bibliography (prepared by the Library of Congress), Vol. 6, Washington 1974.

Antarctic Division, An extract from the Department of Science. Annual Report 1975-76, Australian Government Publishing Service, Canberra 1976.

Antarctic Research Policy, Advisory Committee. Initial Report to Government, Canberra 1980.

Antarctic Treaty, The -, Hearings before the Committee on Foreign Relations United States Senate, 86th Congress, Washington, June 14, 1960.

--, Hearings before the Committee on Foreign Relations, US Antarctic Policy. Hearing before the Subcommittee on Oceans and International Environment of the Committee on Foreign Relations United States Senate, Washington 1975.

Antarktika, Materialy po istorii issledovanija i po fizičeskoj geografii, Moskva 1958.

--, Doklady komissii, Mežhoduvedomstrennaja komissija po izučeniü Antarktiki. Akademija nauk SSSR, Moskva 1972, Vypusk 11.

Antarktis-Expedition 1977/78 der Bundesrepublik Deutschland. Archiv für Fischereiwissenschaft, 30. Jg., Beiheft 1, Berlin 1979.

Atlas Antarktiki, Tom. I. Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii MG (Ministerstva geologii) SSSR, Moskva-Leningrad 1966.

--, Tom. II. Gidrometeorologičeskoe izdatel'stvo, Leningrad 1969.

British Antarctic Survey, Annual Report. Cambridge, lfd. Jgg.

British Research in the Antarctic, Publication Series "B", No.1, London, June 1971.

Brown, S.G., "Whaling in the 1970's and the Twenty-Seventh Meeting of the International Whaling Commission, 1975." Polar Record, Vol. 18, 1976, No. 112, S. 85-88.

--, "Thirty-Third Annual Meeting of the International Whaling Commission 1981." Polar Record, Vol. 21, 1982, No. 130.

Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg, Bibliographie: Nahrungsreserven in antarktischen Meeresgebieten, Sept. 1977.

--, Institut für Seefischerei, Mitteilungen, 1975, H. 16.

--, Institut für Meereskunde, Kiel, Bericht über die Antarktische Expedition 1975/76 der Bundesrepublik Deutschland, April 1977.

--, --, Bericht über den I. Abschnitt der Antarktisexpedition 1977/78 der Bundesrepublik Deutschland mit FFS "Walther Herwig" und FMS "Julius Fock" (BFF (1)), Januar 1978.

--, --, BFF (2), April 1978.

--, --, BFF (3), Mai 1978.

Bundesminister für Forschung und Technologie, Der (Hrsg.), Presseferat, Antarktische Forschungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland, Bonn 1981.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn 1976.

--, Agrarbericht, Bonn, lfd. Jgg.

- Chenard, P., u.a., The Feasibility of Exploiting Antarctic Krill (Euphausia Superba, Dana). A Food Resource. Montreal, Mc.Gill Univ. 1976.
- Chichvarin, V.A., "Theoretical Problems of Conservation of Antarctic Resources under International Law." Antarktika, Doklady Komissii 1968, 1971, S. 156-168.
- Committee for Whaling Statistics, The - , International Whaling Statistics, Oslo, versch. Jgg.
- Committee on Foreign Relations, Exploitation of Antarctic Resources. Hearing before the Subcommittee on Arms Control, Oceans, and International Environment of the Committee on Foreign Relations United States Senate, 95th Congress, Washington 1978.
- Conference on Antarctica, The - , Conference Documents, The Antarctic Treaty and Related Papers, Washington, versch. Jgg.
- Corden, W.M., Trade Policy and Economic Welfare. Oxford 1974.
- Cram, D.L., Preliminary Results of the 1978 Krill Acoustics and Remote Sensing Study and their Relevance to FIBEX. Draft prepared for the Meeting of SCAR:SCOR WG 54, Kiel, Mai 1978.
- Dagbjartsson, B., Utilization of Blue Whiting Micromesistins Poutassou for Human Consumption. Journal of Fishery Research Board, Canada, 32 (6), 1975, S. 747-751.
- Earthscan, The Future of Antarctica, Earthscan Press Briefing Document No. 5, London.
- , Press Briefing Seminar on the Future of Antarctica, 25th July, 1977, New Zealand High Commission, London.
- Eddie, G.O., The Harvesting of Krill. FAO Rep. GLO/SO/77/2, Southern Ocean Fisheries Survey Programme, Rom 1977.
- Everson, I., The Living Resources of the Southern Ocean. FAO Rep. GLO/SO/77/1, Southern Ocean Fisheries Survey Programme, Rom 1977.

FAO [a], Commodity Review and Outlook, Rom, lfd. Jgg.

-- [b], Yearbook of Fishery Statistics (Catches and Landings), lfd. Jgg.

-- [c], Yearbook of Fishery Statistics (Fishery Commodities), lfd. Jgg.

Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81, Die -, Berichte zusammengestellt von Heinz Kohnen, Berichte zur Polarforschung, Bremerhaven 1982, Nr. 1.

Financing Research in Antarctica: Tighter Control of Logistic Support Costs Needed. Report to the Committee on Foreign Relations United States Senate, Washington 1977.

Fischer, W., Der Krill (*Euphausia superba*) und andere Nahrungsreserven im Gebiet der Antarktis. Hrsg. vom Institut für Fangtechnik, Hamburg.

Food Potential of the Antarctic Seas, The -, Southern African Journal of Science, 71 (2), 1975, S. 35-36, ASFA, 1975, 5 Q 7983.

Gesetz zum Antarktis-Vertrag vom 1. Dezember 1959 vom 22. Dezember 1978, Bundesgesetzblatt, Teil II, Jg. 1978.

Grantham, G.J., The Utilization of Krill. FAO Rep. GLO/SO/77/3, Southern Ocean Fisheries Survey Programme, Rom 1977.

Green, K.A., Role of Krill in the Antarctic Marine Ecosystem. US Department of State, Draft Environmental Impact Statement for a Possible Regime for Conservation of Antarctic Living Resources, Washington, Febr. 1978.

Gulland, J.A. (Ed.), The Fish Resources of the Ocean. Fishing News International, London 1972.

Gusev, A.M., Kompleksnaja antarktičeskaja ekspedicija Akademii nauk SSSR. Vestnik Akademii nauk SSSR, Moskva 1956, Nr. 1.

Hempel, G., "Antarctic." In: Gulland, J.A. (Ed.), The Fish Resources of the Ocean. Rom 1970, S. 197-203. (FAO Fisheries Technical Paper, 97.)

- , "Biologische Probleme der Befischung mariner Ökosysteme."  
Naturwissenschaften, Hamburg 1977, Nr. 64, S. 200-206.
- , G. Freitag, "Zweiter Abschnitt der Antarktis-Expedition  
1977/78 beendet." Informationen für die Fischwirtschaft,  
25. Jg., Hamburg 1978, Nr. 2, S. 39-40.
- Hinz, K., Bericht über geophysikalische Untersuchungen im Weddel-  
Meer und am ostantarktischen Kontinentalrand mit M/S "Explora".  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR),  
Hannover, Febr. 1978.
- Informacionnyi bulletin' Sovetskoj antarktičeskoj ekspedicii.  
AANII, Leningrad 1977, Nr. 95.
- Kock, K.-H., Verbreitung und Biologie der wichtigsten Nutzfisch-  
arten der Antarktis. Mitteilungen des Instituts für Seefischerei,  
Bundesforschungsanstalt Fisch., Hamburg 1975.
- Kohnen, H., Das Ross-Eis-Schelf-Projekt. Interdisziplinäres Pro-  
jekt zur Erforschung der Antarktis. Münster 1977.
- , Die Antarktis. Über die geowissenschaftlichen Forschungen auf  
dem 6. Kontinent. Münster o.J.
- , H. Miller, Der Stand der geowissenschaftlichen Forschung im  
Umkreis des Filchner-Schelfeises, Antarktis. Münster o.J.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Lage der Agrarmärkte,  
Brüssel, versch. Jgg.
- , Vorschlag eines Beschlusses des Rates über den Abschluß des  
Übereinkommens zur Erhaltung der Meeresschätze der Antarktis,  
Brüssel 1980.
- Kosack, H.-P., Die Antarktis. Eine Länderkunde. Geographische  
Handbücher, hrsg. von E. Lautensach, Heidelberg 1954.
- , Die Polarforschung. Ein Datenbuch über die Natur-, Kultur-,  
Wirtschaftsverhältnisse und die Erforschungsgeschichte der  
Polarregionen. Braunschweig 1967.

Kropp, W.R., F. Tessensohn, Radiometrische Arbeiten in der Antarktis. Hannover 1978, unveröff. Bericht BGR.

Laktinov, A.F., Mezhdunarodnyi geofiziceskij god v Antarktike. Leningrad 1957.

Lenz, J., Biologische Ozeanographie der antarktischen Meere. Vortrag zur 38. Sitzung der Senatskommission für Ozeanographie der DFG am 14./15. Nov. 1977, Hamburg, vervielf. Manuskript.

Markov, R.R., The Geography of Antarctica. Jerusalem 1970.

Mitchell, B., "Resources in Antarctica-Potential for Conflict." Marine Policy, Vol. 1, 1977, S. 91-101.

Nakamura, S., Report on the Survey of the New Fishing Ground for Krill. Japan Marine Fishery Review Research Center, Report (9, 5), 1973.

National Committee on Antarctic Research, National Antarctic Research. Report to SCAR, No. 3, Bremerhaven, Oktober 1981.

National Environment Research Council, British Research in the Antarctic. Series B, No. 1, London, Juni 1971.

National Science Foundation, Antarctic Journal of the United States, Washington, lfd. Jgg.

--, News, Washington, 1977.

Neal, V.T., International Southern Ocean Studies. Oregon State University, Corvallis 1977, vervielf. Manuskript.

New Zealand Antarctic Research Programme. Antarctic Record, Vol. 1, Christchurch, New Zealand, 1978, No. 1.

New Zealand Policy on Antarctica, Antarctic. A New Bulletin published quarterly by the New Zealand Antarctic Society, Vol. 7, 1975.

Norsk Polarinstitutt, Årbok 1976, Oslo 1977.

--, Results from Norwegian Antarctic Research 1974-1977. Oslo 1978.

Orheim, O., Preliminary Report of the 1976/77 Norwegian Antarctic Research Expedition. Oslo 1977.

Polar Record, Journal of the SCOTT Polar Research Institute, Cambridge, lfd. Jgg.

Quam, L.A. (Ed.), Research in the Antarctic. A Symposium presented at the Dallas Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Dezember 1968. Washington 1971.

Roberts, B., International Co-operation for the Antarctic Development: The Test for the Antarctic Treaty. Paper Contributed to the Symposium on "The Development of the Antarctic", Punta Arenas, Chile, 11.-14. April 1977.

Robin, G. de Q., "Five Years of Antarctic Research." ICSU Review, Vol. 3, Amsterdam, Oktober 1961.

Sayed, Z. El-Sayed, "Living Resources of the Southern Ocean." Antarctic Journal, Vol. 11, Washington 1976, No. 1, S. 8-12.

SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research), Cambridge, SCAR-Bericht Australiens, 1976-77.

--, SCAR-Bulletin, lfd. Jgg.

--, SCAR-Mannual, 1972.

SCAR/SCOR, Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS). College Station, Texas 1977.

Schrader, Jörg-Volker, "Kosten und Erträge der Rindermarktpolitik." In: G. Schmitt, H. Steinhauser (Hrsg.), Planung, Durchführung und Kontrolle der Finanzierung von Landwirtschaft und Agrarpolitik. München 1978.

Scientific Research in Antarctica, A Royal Society Discussion organized by Sir Vivian Fuchs, F.R.S., and R.M. Laws, held on 19 and 20 May 1976. London 1977.

Sherman, J. (Ed.), The Geography of Antarctica. Jerusalem 1970.

South-African Antarctic Research Activities, Pretoria, September 1977.

South-African Journal of Antarctic Research, Vol. 6, Pretoria 1976.

Soviet Antarctic Expedition, Information Bulletin (translated from Russian), Vol. I, Amsterdam 1964; Vol. II, Amsterdam 1964; Vol. III, Amsterdam 1965.

Soviet Committee on Antarctic Research, USSR National Report No. 19 to SCAR, Academy of Sciences of the USSR, Moscow 1977.

Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften (SAEG), Agrarstatistisches Jahrbuch, Luxemburg, lfd. Jgg.

Steinberg, R., T. Mentjes, "Zum Stand der Ortung und Fangtechnik in der antarktischen Krillfischerei." Informationen für die Fischwirtschaft, 25. Jg., Hamburg 1968, Nr. 1, S. 25-27.

Tessensohn, F., Radiometrische Untersuchungen in der Antarktis. Hannover 1977, unveröffentl. Dienstreisebericht BGR.

Tetra Tech, Inc., (Tetra Tech Report TC-903), The Antarctic Krill Resource: Prospects for Commercial Exploitation. Report to the Department of State, Pasadena, Cal., 1978.

Thiede, G., "Auslandsfutter in der EG - Bedeutung und Umfang." Agrarwirtschaft, Jg. 29, Hannover 1980, H. 1, S. 5-9.

US Antarctic Research Activities, Planned for 1981-1982, Report No. 23 to Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), Washington, Juni 1981.

US Antarctic Research Projects, NSF in Review, NSF Factbook, Washington.

USDA, Foreign Agricultural Service, Washington, Februar 1977.

Walter, K., H. Steinhauser, "Ökonomische Aspekte der Eiweißversorgung in der Schweinemast." Berichte über Landwirtschaft, N.F., Bd. 52, 1974, H. 1, S. 1-25.

World Bank, Price Prospects for Major Primary Commodities, Washington 1980.

Wormuth, J., Cephalopod Sampling in the Southern Ocean: Precision and Accuracy. Lecture at the Meeting of the SCAR/SCOR Group of Specialists on Living Resources of the Southern Oceans. Kiel 1978.

Wright, N.A., P.L. Williams, Mineral Resources of Antarctica. US Department of the Interior, Geological Survey Circular, 705, Washington 1974, S. 1-29.

Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, Stuttgart 1979.

Zenk, W., "Der antarktische Wasserring - Die bedeutendste Wasserquelle der Weltmeere." Umschau in Wissenschaft und Technik, Frankfurt 1968.