

**Die Expedition ANTARKTIS XVIII/3-4 des
Forschungsschiffes POLARSTERN 2000/2001
sowie die Aktivitäten an Land und bei der Neumayer-Station**

**The Expedition ANTARKTIS XVIII/3-4 of the
Research Vessel POLARSTERN in 2000/2001
including operations on land and at the Neumayer Station**

**Herausgegeben von / Edited by
Eberhard Fahrbach, Dieter Fütterer, Saad El Naggar
und Hans Oerter
unter Mitarbeit der Expeditionsteilnehmer /
with contributions of the participants**

**Ber. Polarforsch. Meeresforsch. 445 (2003)
ISSN 1618 - 3193**

Antarktis XVIII/3

05.12.2000 – 12.01.2001
Kapstadt – Neumayer-Station – Kapstadt

FAHRTLEITER
Eberhard Fahrbach

KOORDINATOR
Heinz Miller

Antarktis XVIII/4

14.01.2001 – 22.02.2001
Kapstadt – Neumayer-Station – Punta Arenas

FAHRTLEITER
Dieter Fütterer

KOORDINATOR
Heinz Miller

Aktivitäten an der Neumayer-Station

KOORDINATOR
Saad El Naggar

Aktivitäten an Land

KOORDINATOR
Hans Oerter

1. FAHRTABSCHNITT ANTARKTIS XVIII/3	1
1.1	Fahrtverlauf und Zusammenfassung 1
1.2	Wind- und Wetterbedingungen 5
1.3	Die Meereisbedingungen 15
1.4	Die Auswirkung von Fluktuationen des Antarktischen Zirkumpolarstroms auf das Tiefenwasser im Weddellmeer (Weddell Sea Convection Control, WECCON 2001) 20
1.5	Die Diatomeenverteilung in der antarktischen Zone 45
1.6	Danksagung 45
1.7	Stationsliste 46
2. FAHRTABSCHNITT ANTARKTIS XVIII/4	49
2.1	Fahrtverlauf 49
2.2	Wetter 52
2.3	Bestimmung der Strahlungsbilanz und der Atmosphärischen Trübung auf See 62
2.4	Untersuchungen der Populationsstruktur des antarktischen Krill im Gebiet Elephant Island (Antarktische Halbinsel) 67
2.5	Hydro-acoustic investigations of Antarctic krill, <i>Euphausia superba</i> biomass/density in the Elephant Island area in January / February 2001. 79
2.6	Untersuchungen zur Physiologie des antarktischen Krill <i>Euphausia superba</i> im antarktischen Sommer 86
2.7	Untersuchungen zum Vorkommen und der Verbreitung von Cetaceen im Bereich der Süd-Shetland-Inseln und im Weddellmeer 90
2.8	Danksagung 95
3. AKTIVITÄTEN AN DER NEUMAYER-STATION.....	96
3.1	Forschungsaktivitäten, Versorgungs- und Umbauarbeiten an der Neumayer-Station 96
3.2	UV-B Personen-Dosimetrie auf der Neumayer-Station 98
3.3	Messtechnische Aspekte bei der Erfassung der relativen Luftfeuchtigkeit unter antarktischen Bedingungen 103
4. LANDAKTIVITÄTEN.....	111
4.1	Bestimmung der atmosphärischen Quecksilberkonzentration in der bodennahen Luftschicht der Antarktis 111
4.2	European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA)..... 115
4.3	Bodenradarmessungen im Umfeld der EPICA-Tiefbohrung (EDML) auf dem Amundsenisen, Dronning Maud Land. 128

4.4	Luftchemisches Messprogramm während der Sommerkampagne 2000/2001 in Dronning Maud Land.....	130
4.5	Flugprogramm von Polar 2 und Polar 4 während ANT XVIII	133
4.6	Geologische Expedition in die Heimefrontfjella 2000/01	141

5. Annex 150

5.1	Beteiligte Institutionen ANT XVIII/3	150
5.2	Beteiligte Institutionen ANT XVIII/4	151
5.3	Beteiligte Institutionen bei Land- und Stationsaktivitäten.....	153
5.4	Teilnehmer ANT XVIII/3	155
5.5	Teilnehmer ANT XVIII/4	156
5.6	Teilnehmer Land- und Stationsaktivitäten.....	158
5.7	Schiffspersonal	160

1. FAHRTABSCHNITT ANTARKTIS XVIII/3
Kapstadt – Neumayer-Station – Kapstadt, 05.12. 2000 – 12.01.2001

1.1 FAHRTVERLAUF UND ZUSAMMENFASSUNG
Eberhard Fahrbach (AWI)

Der Beginn des dritten Fahrtabschnitt der POLARSTERN-Reise ANT XVIII war für den 5. Dezember 2000 geplant. Durch die Verspätung des Gruppenflugs und die Notwendigkeit, ein Hydrophonsystem und Ersatzteile an Bord zu bringen, verzögerte sich das Auslaufen. Erst nach unserer Abreise aus Bremerhaven war die Genehmigung des Antrags für die ozeanographischen Arbeiten vom Umweltbundesamt angekommen. Es forderte die akustische und visuelle Überwachung von Walen solange Verankerungsarbeiten mit akustischen Methoden stattfinden. Um diese Auflagen zu erfüllen, wurden Hydrophone, Kabel und Verstärker beschafft, mit denen man die Gegenwart von Walen durch ihre Geräusche erkennen kann. Das Material wurde mit Kurier nach Kapstadt geschickt. Einige Geräte trafen allerdings mit solcher Verspätung ein, dass sie mit Adventure Network International zur Neumayer-Station geflogen werden mussten. Schließlich lief POLARSTERN am Donnerstag, den 7. Dezember um 00:00 Uhr mit 44 Besatzungsmitgliedern und 69 wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer/innen an Bord von Kapstadt aus.

Die ozeanographische Forschung begann am südafrikanischen Kontinentalabhang mit Temperatursonden (XBTs = expendable Bathythermograph), einem akustischen Strömungsmesser (ADCP = Acoustic Doppler Current Profiler) und der Registrierung der Temperatur und des Salzgehalts in der Nähe der Meeresoberfläche, alles vom fahrenden Schiff aus. Bei stürmischem Wetter mit orkanartigen Böen dampften wir zur Bouvetinsel, wo wir die Mitglieder einer norwegisch-amerikanisch-südafrikanischen Gruppe absetzten. Sie führte Untersuchungen für die CCAMLR (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) aus. Unter den günstigen Bedingungen eines Hochdruckrückens begannen am 11. Dezember um 15:00 Uhr bei einem Abstand von 34 Meilen von der Insel die Versorgungsflüge mit den Hubschraubern. Nach 24 Flügen waren die Transporte um 20:30 Uhr abgeschlossen. Schon bei aufbrisendem Wind erfolgten Versuchsstationen für Multinetz und CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth), die ebenfalls noch unter guten Bedingungen beendet wurden. In der Nacht erreichte der Wind dann wieder 8 bis 9 Bft und beendete die kurze Schönwetterphase.

Bei starkem Wind und Schneeschauern setzten wir unseren Weg nach Süden fort und legten in wechselndem Abstand von 30 und 60 m 11 Driftkörper, sogenannte APEX-Floats (Profiling Autonomous Lagrangian Circulation Explorers) im Niveau des Zirkumpolaren Tiefenwassers aus. Sie folgen in etwa 700 m Tiefe sieben Tage lang der Meeresströmung. Dann tauchen sie auf, wobei sie ein Vertikalprofil der Wassertemperatur aufzeichnen und über Satelliten an eine Landstation in Toulouse übertragen. Diese Messungen sind Vorstudien zum Aufbau eines globalen Ozeanmessnetzes mit dem Namen ARGO.

Am 13. Dezember erreichten wir bei 63°S das erste Treibeis. Wo auf den Satellitenbildern der vergangenen Woche noch eine geschlossene Eisdecke zu erkennen war, fuhren wir nun durch lockere Felder von Trümmereisschollen. Sie behinderten unsere Fahrt nicht, aber dämpften den Seegang. Ab 68°S verdichtete sich das Meereis bis

zu schweren Pressungen vor der Atkabucht. Am 15. Dezember statteten wir der Neumayer-Station den ersten Besuch mit dem Hubschrauber ab. Die Überwinterer und die bereits eingetroffenen Besatzungen der Polarflugzeuge konnten wir am Tag darauf an Bord begrüßen und den Frischproviand zur Station fliegen. Am 17. Dezember um 2:45 Uhr erreichte die POLARSTERN die Schelfeiskante. Am Vormittag begann die Versorgung. Wir befüllten 12 an der Schelfeiskante bereit gestellte Tankcontainer mit 218 660 Litern Treibstoff. Für die Station, die Traverse und die Sommerkampagnen wurden 261 Tonnen Versorgungsgüter entladen, die Kühl- und Frachtcontainer, Schlitten, einen Pisten Bully, Skidoos und weiteres Stückgut umfassten. Danach verließen uns 43 Eingeschiffte. Sie blieben an der Station, wo umfangreiche Umbau- und Wartungsarbeiten stattfanden oder nahmen an wissenschaftlichen Programmen mit luftchemischen, aerogeophysikalischen, glaziologischen und geologischen Arbeiten teil, die ein Flugprogramm und die Traverse umfasste. Am 18. Dezember um 16:00 Uhr liefen wir in unser Arbeitsgebiet am Meridian von Greenwich ab.

Schon auf der Anreise hatten wir begonnen, einzelne Eisberge mit Sendern zu bestücken, deren Signale von Satelliten empfangen werden. Die Sender melden sich bis zu zwei Jahre lang einmal am Tag, so dass die gekennzeichneten Eisberge über Hunderte bis Tausende von Kilometern durch das Weddellmeer verfolgt werden können. Dem Weddellmeer wird durch Eisberge eine Süßwassermenge von 410 Gigatonnen pro Jahr vom Kontinent zugeführt. Dieser Wasserkreislauf bestimmt zusammen mit dem Niederschlag über dem Ozean und dem Schmelzen und Gefrieren des Meereises den Salzgehalt des Meerwassers. Die Abnahme des Salzgehaltes an der Meeresoberfläche durch die Zunahme schmelzender Eisberge kann sich auf die großräumige Absinkbewegung auswirken, die in den polaren und subpolaren Meeresgebieten erfolgt. Sie ist ein Teil der globalen Ozeanzirkulation, die den Beitrag des Ozeans zum Klimasystem der Erde darstellt.

Am 22. Dezember verließen wir das Meereis bei 67°45'S. Der frühe Morgen des Heiligen Abend versprach uns zunächst mit einem Schneeschauer weiße Weihnachten über der Maudkuppe, einem unterseeischen Gebirge, das sich um mehr als 3000 m über die Tiefseeebene erhebt. An der westlichen Flanke trafen wir auf einen dichten Gürtel von Eisbergen, die nach Nordosten drifteten. Am 24. Dezember wurden im Umkreis von 12 sm bei 65°04'S 00°24'E 245 Eisberge gezählt. Den Heiligen Abend feierten wir im Blauen Salon mit Weihnachtsspiel, Weihnachtsliedern und einer plattdeutschen Weihnachtsgeschichte. Mit viel Gesang entwickelte sich der besinnliche Abend zur fröhlichen Weihnachtsparty.

Ziel der ozeanographischen Untersuchungen im Rahmen des Projekts „Weddell Sea Convection Control“ (WECCON 2001) war es, einen Zusammenhang zwischen den Fluktuationen des Antarktischen Zirkumpolarstroms und den Eigenschaften des Weddellmeer-Bodenwassers nachzuweisen. Mit den Messungen wurden die in den vergangenen Jahren im Weddellmeer beobachteten Veränderungen weiter verfolgt, um ihren zeitlichen Verlauf und ihre räumliche Verteilung zu bestimmen. Um die Ursache der Veränderungen zu verstehen, werden die Fluktuationen des Antarktischen Zirkumpolarstroms südlich von Südafrika gemessen, wobei angenommen wird, dass die Intensität und die Lage seiner südlichen Strombänder und der Übergang zum nördlichen Stromband des Weddellwirbels von Bedeutung ist. Ferner wurde die Wassermassenverteilung im Weddellmeer gemessen. Zu diesem Zweck wurden

entlang dem Meridian von Greenwich 9 Verankerungen aufgenommen und neuausgelegt. Ferner wurden 67 Temperatur- und Salzgehaltsprofile mit einer CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth) gemessen.

Die Arbeiten fanden im Rahmen des BMBF-Verbunds CLIVAR statt, der ein Teil des "Climate Variability" Programms des "World Climate Research Programme" (WCRP) der UNESCO ist. Ferner tragen sie zu dem von SCOR (Scientific Committee of Oceanographic Research) betreuten iAnzone-Programm bei, das einen Beitrag zum "Arctic Climate System Study/Climate and Cryosphere" (ACSYS/CLIC) Programm des WCRP liefert. Für dieses Programm sind besonders die Verankerungen der Eisecholote von Bedeutung, die einen Teil des "Antarctic Sea Ice Thickness Project" (ANSITP) darstellen. Die Verankerungen an der Maudkuppe erfolgen in Kooperation mit der Universität von Bergen, Norwegen.

Die Genehmigung der ozeanographischen Arbeiten durch das Umweltbundesamt erfolgte am Tag vor dem Auslaufen unter der Auflage, durch akustische und optische Überwachung sicher zu stellen, dass sich keine Meeressäuger in einer Entfernung von 100 m vom Schiff befinden, wenn akustische Anlagen zum Einsatz kommen. Die Auflagen konnten erfüllt werden. Allerdings war damit eine merkliche Erschwerung der Arbeiten verbunden, die zu einem erheblichen zusätzlichen Personal- und Zeitbedarf führten. Da dies bei der Expeditionsplanung noch nicht bekannt war, musste das Personal stärker belastet werden als geplant. Nur die Einsatzbereitschaft der Fahrtteilnehmer/innen ermöglichte es, das daraus entstandene Problem bei der Arbeits- bzw. Bereitschaftsdienstregelung unbürokratisch zu lösen.

Der Zeitverlust musste durch Streichung von Programmteilen ausgeglichen werden, da durch die zusätzlichen Versorgungsaufgaben an der Bouvetinsel keine Zeitereserve mehr zur Verfügung stand. Der Zeitverlust setzt sich zusammen aus etwa 12 Stunden Wartezeit in Kapstadt, bis die Horchanlage eingeflogen werden konnte, und 7 Stunden bei den Verankerungen. Insgesamt sind 19 Stunden zu rechnen. Dies musste durch den Ausfall von 7 CTD-Stationen ausgeglichen werden und entspricht einer Reduktion des CTD-Programms um etwa 10%.

Bei der Bewertung ist ferner zu berücksichtigen, dass Wale während der gesamten Reise nur äußerst selten gesichtet wurden. Südlich von 60°S wurden von den wachhabenden Offizieren insgesamt 5 Beobachtungen registriert. Die seltene Sichtung legt nahe, dass keine Beeinträchtigung von Walen durch die Verankerungsarbeiten erfolgte. Robben wurden wesentlich häufiger angetroffen, allerdings nur im eisbedeckten Teil des Arbeitsgebiets. Alle Robben, die während akustischer Arbeiten gesehen wurden, befanden sich auf Eisschollen, deren Abstand größer als 100 m war. Robben im Wasser wurden nur bei der Neumayer-Station angetroffen.

Während der Reise wurden 23 Fänge mit dem Multinetz bis in 300 m Tiefe und 38 mit dem Apsteinnetz ausgeführt, um durch das Sammeln lebender Diatomeen Größenprofile der wichtigsten Arten in Populationen der antarktischen Zone zu erstellen. Zwar sind über die Gattung *Corethron* bereits zahlreiche Daten vorhanden, doch ermöglichte die Reise, Wissenslücken über diese und andere Taxa zu schließen.

Ab 48°S verlief der hydrographische Schnitt nach Nordosten bis zur Verankerung K8 des Instituts für Meereskunde in Kiel bei 42°57,6'S 11°58,3'E, die wir am 8. Januar

aufnahmen. Die letzte CTD-Station erfolgte am 11. Januar am Fuß des südafrikanischen Kontinentalhangs. Die Reise endete am 12. Januar 2001 in Kapstadt.



Abb. 1.1: Die Fahrtroute der POLARSTERN während ANT XVIII/3

1.2 WIND- UND WETTERBEDINGUNGEN

Wolfgang Seifert und Klaus Buldt (DWD)

Überblick

Der Expeditionsabschnitt begann am Rand des subtropischen Hochdruckgürtels, durchquerte die südatlantische Westwindzirkulation sowie die subpolare Frontalzone und erreichte die polare Zirkulation im Gebiet des Schelfeises.

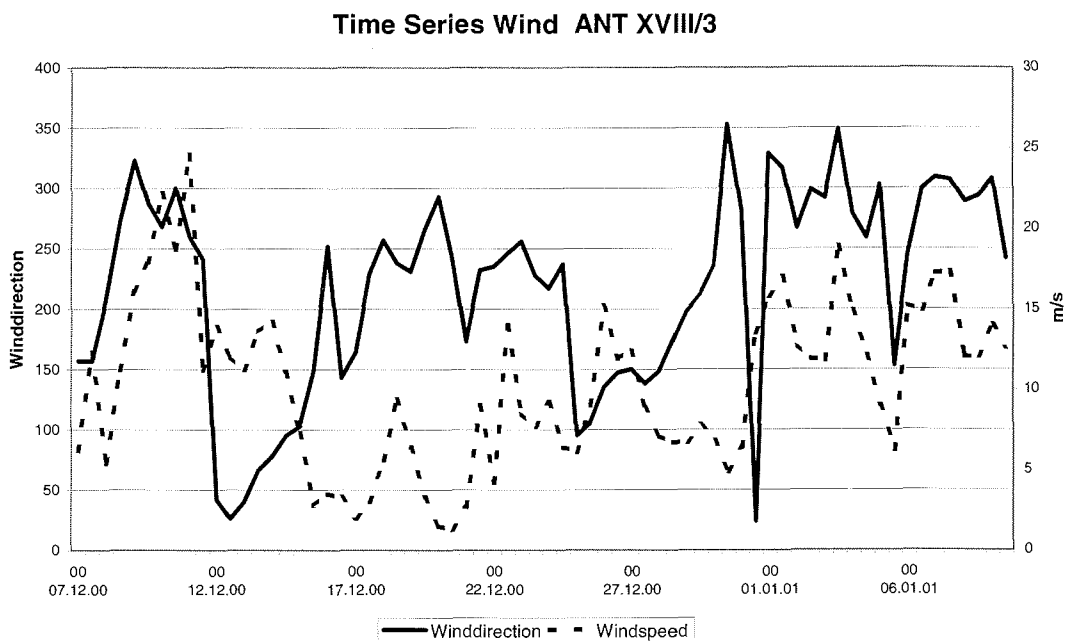


Abb. 1.2: Zeitreihe der Windrichtung und Geschwindigkeit im Verlauf von ANT XVIII/3

Der zeitliche Verlauf von Windgeschwindigkeit und Windrichtung in Abbildung 1.2 weist im wesentlichen vier meteorologische Abschnitte auf:

1. vom Subtropenhoch durch die südatlantische Westwinddrift in der Zeit vom 07.12. bis zum 14.12.2000
2. vom Südrand der Polarfront mit östlichen Winden zur antarktischen Front mit Südwestwinden während der Zeit vom 15.12. bis zum 24.12.2000
3. Durchqueren der Polarfront auf der Rückfahrt mit starkem Wechsel zwischen meridionaler und zonaler Zirkulation in der Zeit vom 25.12.2000 bis zum 05.01.2001
4. von der Subtropenfront zum südatlantischen Subtropenhoch.

Die Reise war hinsichtlich des zeitlichen Ablaufes verschiedener Abschnitte des Forschungs- und Versorgungsprogramms wetterbegünstigt. Die kritische Phase der Shuttle-Logistik vor der Bouvetinsel fand genau beim Durchgang einer

Hochkeilachse unter mäßigen Winden und ausreichenden Wolkenuntergrenzen statt. Die Versorgungsarbeiten an der Schelfeiskante waren besonders begünstigt durch wolkenarmes und windschwaches Wetter. Die Verankerungsarbeiten und die Flugaktivitäten konnten meist unter guten, mindestens aber ausreichenden Bedingungen durchgeführt werden. Dadurch gab es keinen nennenswerten Zeitverzug im Expeditionsprogramm.

Dennoch war dies keine Schönwetterreise. Die mittlere Windgeschwindigkeit lag bei 10,3 m/s mit einer Standardabweichung von 5,2 m/s. Die gemittelte Zonalkomponente des Windes erreichte 6,9 m/s und lag damit noch etwas über dem klimatologischen Mittelwert von 6,2 m/s zwischen 55°S und 65°S nach SCHWERDTFEGER. Die mittlere Windgeschwindigkeit von mehr als 15 m/s (Bft 7) wurde in 19% der stündlichen Wetterbeobachtungen überschritten und lag damit noch höher als auf dem vorigen Abschnitt ANT XVIII/2.

Vom Subtropenhoch durch die südatlantische Polarfront (7.12.-14.12.2000)

Nach dem Auslaufen am 07.12. um 00:00 Uhr durchfuhr POLARSTERN kurzzeitig bei steifen Südostwinden bis 7 Bft die bekannte Drängungszone des Subtropenhochs vor der Kap-Provinz. Am 08.12. drehte der Wind am Südrand der Hochdruckzone auf Südwest, wobei sich ein schwacher Subtropen-Jet in 188 hPa ausmachen ließ. Bereits am 09.12. gelangte POLARSTERN in den nördlichen Polarfront-Ast der gemäßigten Breiten bei 45°S.

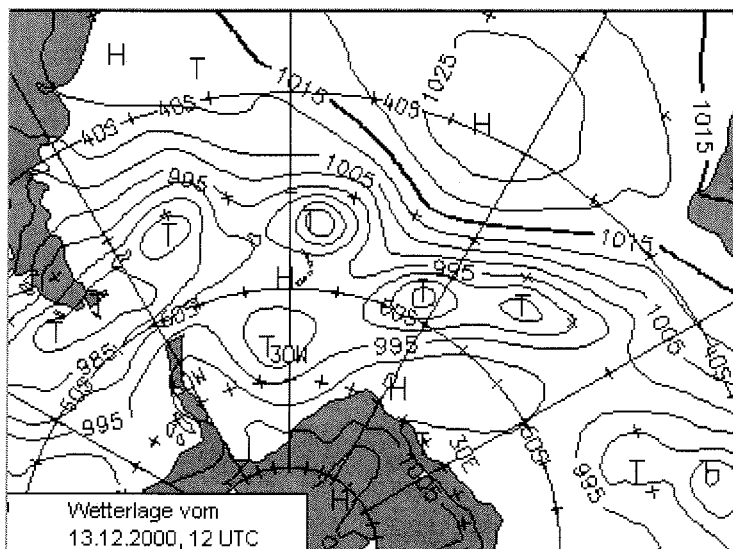


Abb. 1.3: Bodendruck vom 13.12.2000, 12 UTC

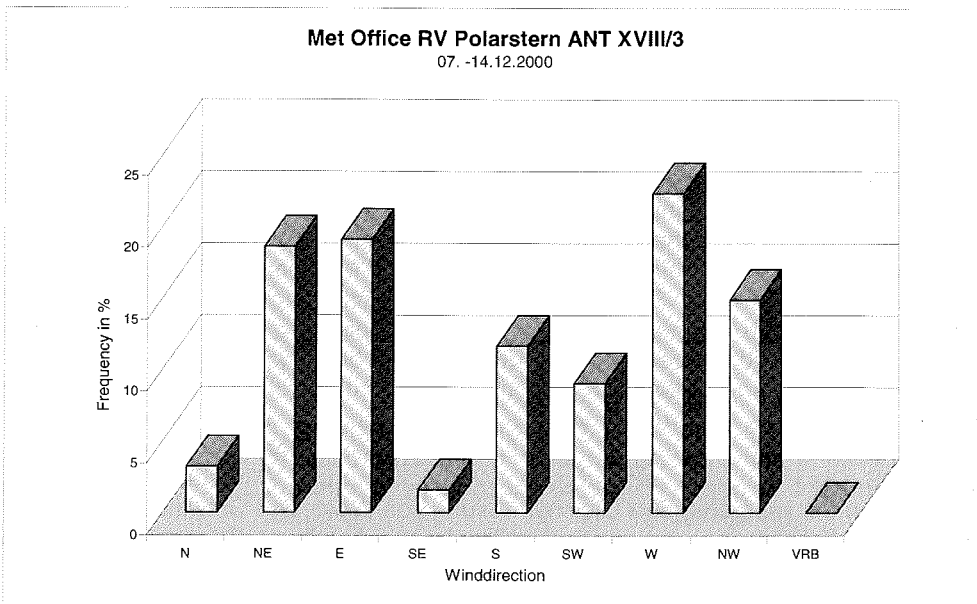


Abb. 1.4a: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im Fahrtabschnitt 1

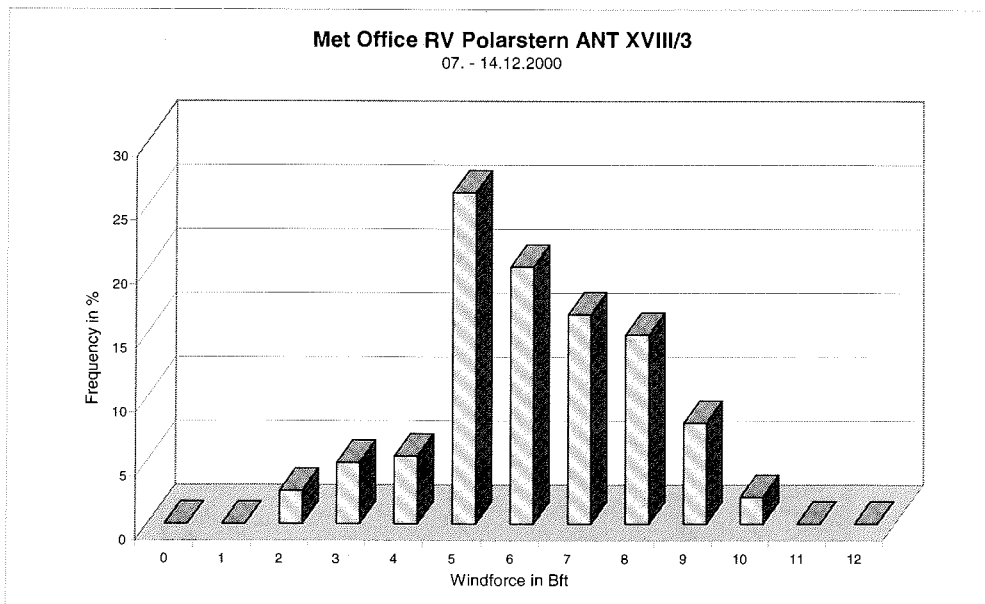


Abb. 1.4b: Häufigkeitsverteilung der Windstärke im Fahrtabschnitt 1

Hier lag die Tropopause nur noch bei 276 hPa. Die hohe Baroklinität am Drängungsbereich beider Frontalzonen führte zu starker Tiefdrucktätigkeit mit West- bis Nordwestwinden zwischen 8 Bft und 10 Bft. Der Seegang erreichte eine kennzeichnende Höhe bis zu 8 m. Ein kurzzeitiger Hochkeil zwischen dem abziehenden und einem neuen Sturmtief bewegte sich mit seiner schwachwindigen Achse genau zeitgerecht über der Bouvetinsel, um die Flugaktivitäten zum Absetzen der Forschergruppe durchführen zu können. Gleichzeitig nahm der Seegang, vor allem im Lee der Insel, auf unter 2 m ab. Schon 6 Stunden später geriet POLARSTERN wieder auf die Vorderseite des rasch nachfolgenden Sturmtiefs, das Nordnordwestwind bis Bft 9 mit Seegang bis 6 m und Schneeschauern mit sich brachte. Bei überwiegend achterlichen Winden konnte danach bis zur Meereisgrenze gute Fahrt gemacht werden. Am Südrand der zentralen Tiefdruckgebiete bei etwa 55°S und zwischen 0° und 30°E überwogen nordöstliche Windrichtungen mit Geschwindigkeiten von 4 bis 10 m/s. Die typische Luftdruckverteilung gibt Abbildung 1.3 wieder mit einer starken westlichen Strömung zwischen 45° und 55°S sowie mit östlichen Winden südlich von etwa 60°S. Die Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windstärke in Abbildung 1.4a zeigt in der weitgehenden Gleichverteilung von West- und Ostwinden die beiden Flanken der Frontalzone und mit dem relativ hohen Anteil von Windstärken ab Bft 7 ihre Intensität (Abb. 1.4b).

Von der Polarfront zur antarktischen Front (15.-24.12.2000)

Bei vorher mäßigen nordöstlichen Winden wurde die Fahrt im Eis erschwert; ab dem 15.12. bewirkte eine seewärts gerichtete südöstliche Windkomponente eine Entlastung der Eispressung, so dass POLARSTERN die Schelfeiskante in angemessener Zeit erreichen konnte. Mit der einsetzenden Kaltluftadvektion riss die Wolkendecke nahe der Eiskante auf und leichtes Absinken setzte ein. In den folgenden Tagen baute sich eine Hochdruckbrücke zwischen dem Subtropenhoch und einem dynamischen Hoch über dem Weddellmeer auf.

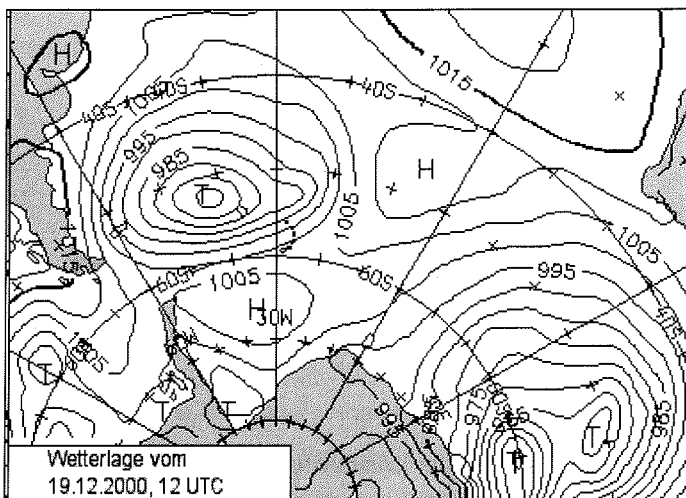


Abb. 1.5: Bodendruck vom 19.12.2000, 12 UTC

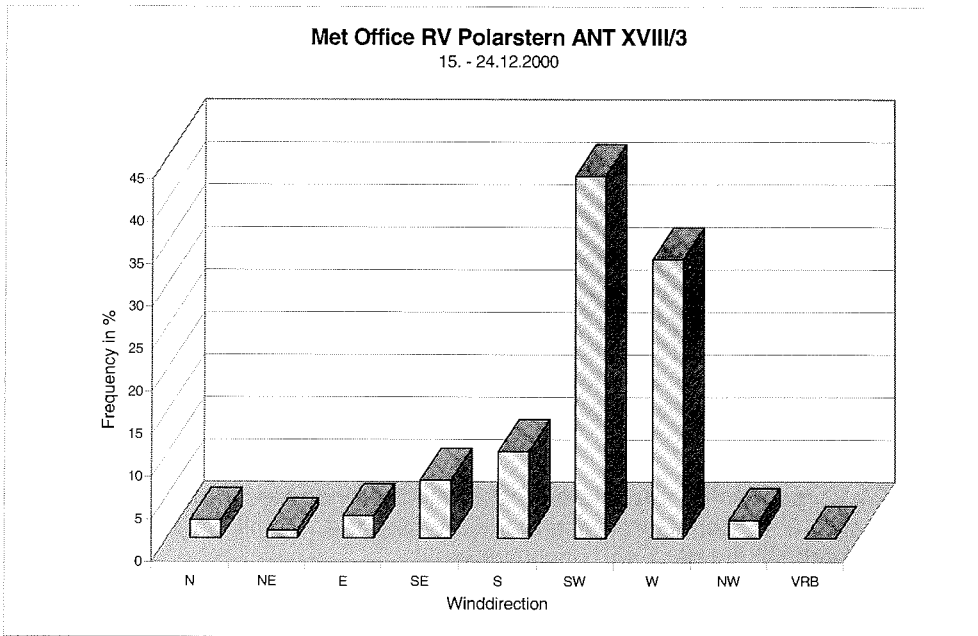


Abb. 1.6a: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im Fahrtabschnitt 2

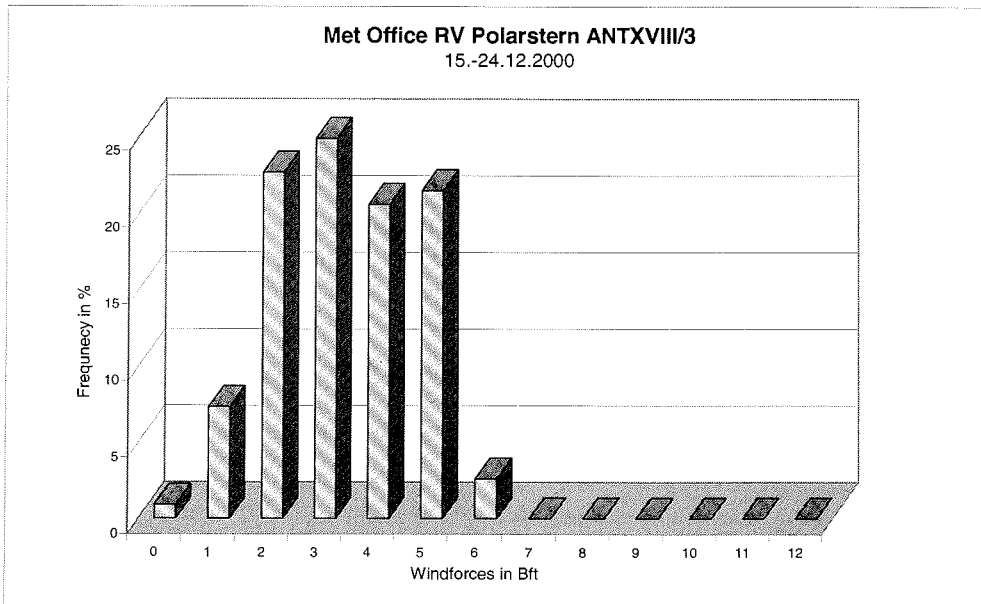


Abb. 1.6b: Häufigkeitsverteilung der Windstärke im Fahrtabschnitt 2

Sie erzeugte eine blockierende „Omega-Lage“ mit zwei ausgedehnten Boden- und Höhentiefdrucksystemen bei Süd-Georgien und östlich von Marion Island. Gleichzeitig schwächte sich der typische Inland-Hochkeil bei 10°W ab und ließ die Entwicklung mesoskaliger zyklonaler Zirkulation von der Schelfeiskante nordwärts bis 66°S zu. Die typische Druckverteilung dieses Abschnittes mit der Blockierungssituation gibt Abbildung 1.5 wieder. Das erklärt die überwiegend westlichen bis südwestlichen Winde mit Geschwindigkeiten meist unter 10 m/s (< Bft 5).

In Abbildungen 1.6a und 1.6b kommt dies deutlich zum Ausdruck. Bei geringer Stratocumulus-Bewölkung um 1500 Fuß, wenig Stratus bei 1000 Fuß und meist gutem Kontrast konnten die Helikopterflüge sowie die Aufnahme und das Aussetzen von Verankerungen problemlos durchgeführt werden. Über dem sich nach Norden öffnenden Meereis wurde es wegen der zunehmenden Verdunstung über dem offenen Wasser streckenweise diesig. Flugbehindernde Situationen traten aber nicht auf.

Bis zum 24.12. schwächte sich die bis dahin blockierende Hochdruckbücke ab und verlagerte sich über den Greenwich-Meridian ostwärts. Damit begann ein neuer zyklonaler Abschnitt auf der Fahrt nach Norden.

Durchqueren der Polarfront (25.12.2000 –05.01.2001)

Zwischen dem 25.12. und dem 28.12. zog ein Sturmtief dicht nördlich von POLARSTERN nach Osten, gefolgt von einem warmen Randtief, das von 50°S nach Südosten eindrehte. Die stürmischen Ost- bis Südostwinde bauten mit einer zunehmend länger werdenden Dünung zeitweise einen kennzeichnenden Seegang von bis zu 6 m auf. Schneeschauer kamen zwar immer wieder vor, aber es gab keine signifikante Unterbrechungen der Forschungs- und gelegentlichen Flugaktivitäten. Mit Abzug der ersten Zyklone und Nordkurs der POLARSTERN gelangte die Fahrtroute auf die Südwestflanke des Tiefs und kurzzeitig an den Südrand einer bei 48°S entstandenen Hochzelle. Diese Phase ging am 31.12. mit Annäherung eines umfangreichen Sturmtiefs zu Ende. Ein Teiltief erfasste POLARSTERN in der Nacht zum 01.01.2001 mit Nordost- bis Nordsturm bis Bft 10 (25 m/s) und Böen bis nahe Bft 11 (28 m/s). Da der Wind bereits am Morgen des 01.01. auf Nordwest bis West drehte, beeinflusste das aus Nordosten heranrollende Seegangsfeld von über 8 m POLARSTERN kaum.

In der Abbildung 1.7 wird die typische Zirkulation dieser Phase dargestellt. Als Folge intensiver Sturmtiefentwicklungen in der Drakestraße und vor der Antarktischen Halbinsel konnte sich dort ein Langwellentrog entwickeln, der mit einem Trog bei 25°E korrespondierte.

Nach drei Tagen wurde der nördliche Rand der Polarfront bei 45°S erreicht. Hier konnte eine starke barokline Instabilität mit einer Zonalkomponente des thermischen Windes von 10 m/s ermittelt werden. Sie unterstützte neue Zyklogenese bei 55°S, zwischen Süd-Georgien und den Süd-Sandwich-Inseln. Solche Entwicklungen wiederholten sich bis zum 05.01.2001, wobei sich zunächst eine Doppel-Wellenstruktur zwischen 40°W, 10° W und 25°E ausbildete. Die Häufigkeitsverteilung von

Windrichtung und Windstärke in Abbildungen 1.8a und 1.8b weist mit über 60% als dominante Windrichtung den Süd- bis Westsektor auf, wobei Windstärken von Bft 5 bis Bft 7 gut 70% ausmachen. Die Spitzen der Windstärke oberhalb Bft 8 mit 8% wurden allerdings durchweg bei Nord- bis Nordwestwind im Verlauf der Sturmtiefelage um die Jahreswende und im Zuge kleiner Randtiefs am Nordrand der Frontalzone gemessen.

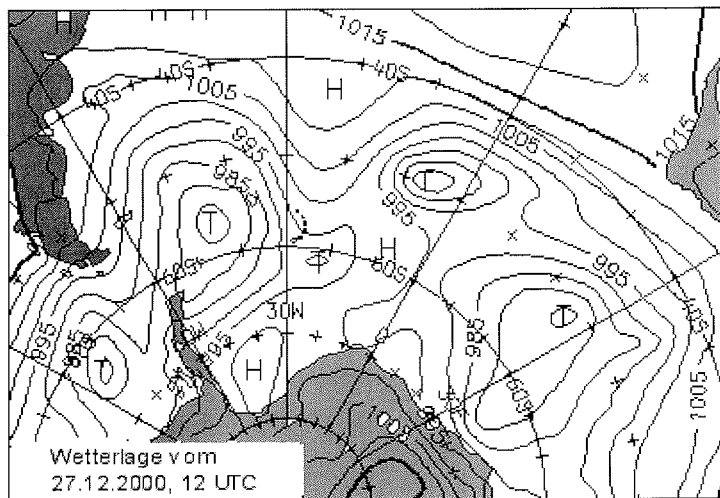


Abb. 1.7: Bodendruck vom 27.12.2000, 12 UTC

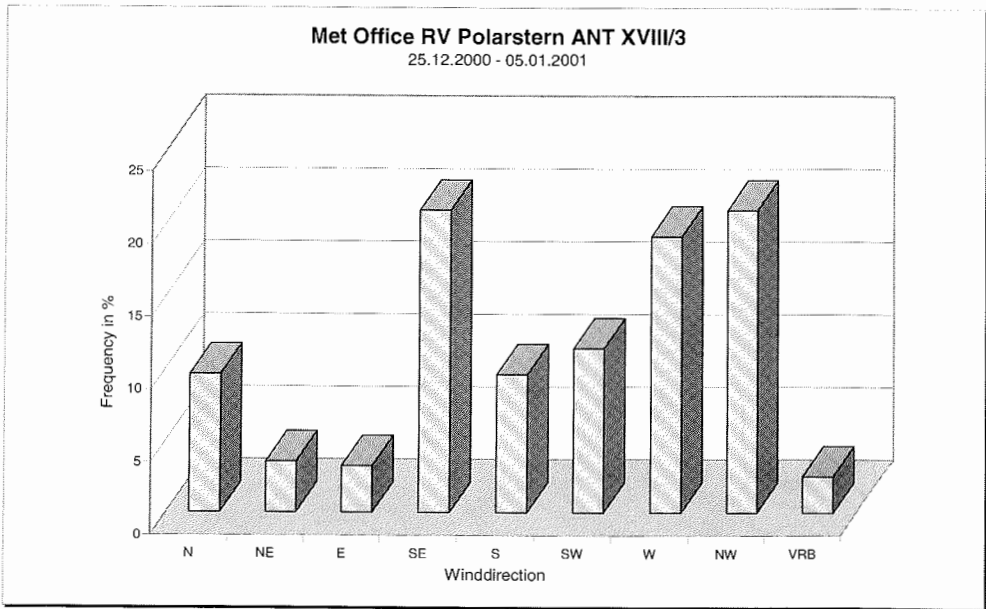


Abb. 1.8a: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im Fahrtabschnitt 3

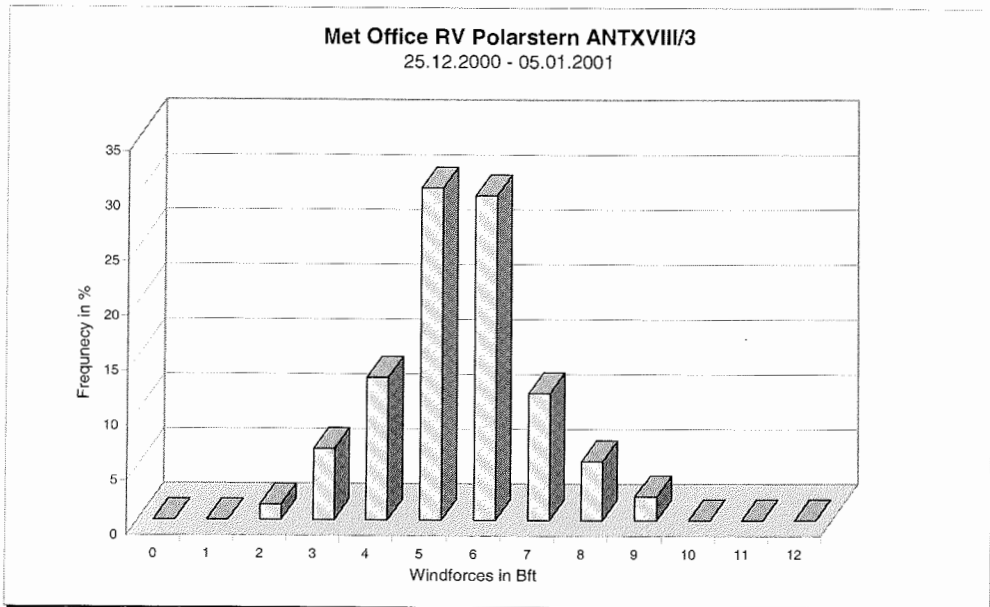


Abb. 1.8b: Häufigkeitsverteilung der Windstärke im Fahrtabschnitt 3

Von der Subtropenfront zum Subtropenhoch (06.01.2001 – 12.01.2001)

Die Fahrtstrecke vom Nordrand der Polarfront mit Annäherung an die Subtropenfront nach Nordosten wurde immer wieder von baroklinen Wellen beeinflusst. Der vorherrschende Wind aus Südwest bis Nordwest zwischen Bft 5 und kurzzeitig Bft 8 beeinflusste aber die Arbeiten nicht nennenswert. Eine Welle, die sich am 07.01. bei Gough Island auf 40°S und 10°W gebildet hatte, überquerte das Fahrtgebiet am 09.01., wobei an der Kaltfront der Wind kurzzeitig auf Bft 9 mit Böen bis 25 m/s aufbriste. Nach Durchgang der Front nahm der Wind rasch auf Bft 6 bis 7 ab. Da der Fetch und die Andauer dieser Sturmphase nur kurz waren, nahm der Seegang kaum über 4 m zu.

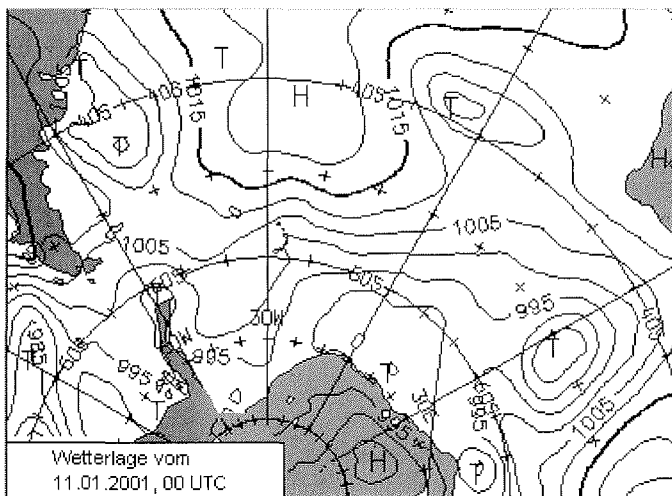


Abb. 1.9: Bodendruck vom 11.01.2001, 00 UTC

Während der Folgetage bis zum 11.01. verlagerte sich der Schwerpunkt des Subtropenhochs nach Westen, so dass POLARSTERN weiterhin auf der leicht zyklonalen Südwestflanke verblieb. Kurz vor Ende der Reise entwickelte sich ein neues, warmes Tief bei 38°S und 10°W, das unter Vertiefung nach Osten zog. POLARSTERN erreichte vorher Kapstadt bei frischem Nordwestwind. Das Wetter während dieses Abschnitts war überwiegend bewölkt, an den Fronten traten Schauer auf mit kurzen sonnigen Rückseiten. Erst nördlich von 36°S machte sich schwaches Absinken bemerkbar, unterbrochen durch die Aufgleitbewölkung südlich durchziehender Wellen.

Die Abbildung 1.9 gibt die Form der nördlichen Frontalzone mit einer warmen Zyklone bei 5°W und dem weit westlich liegenden Keil des Subtropenhochs wieder. Aus den Häufigkeitsverteilungen der Abbildungen 1.10a und 1.10b lässt sich ableiten, dass Winde aus Südwest bis Nordwest mit über 80% Anteil überwogen, wobei die mittlere Windstärke bei Bft 6 lag, flankiert von fast gleichwertigen Anteilen der Windstärken Bft 5 und Bft 7.

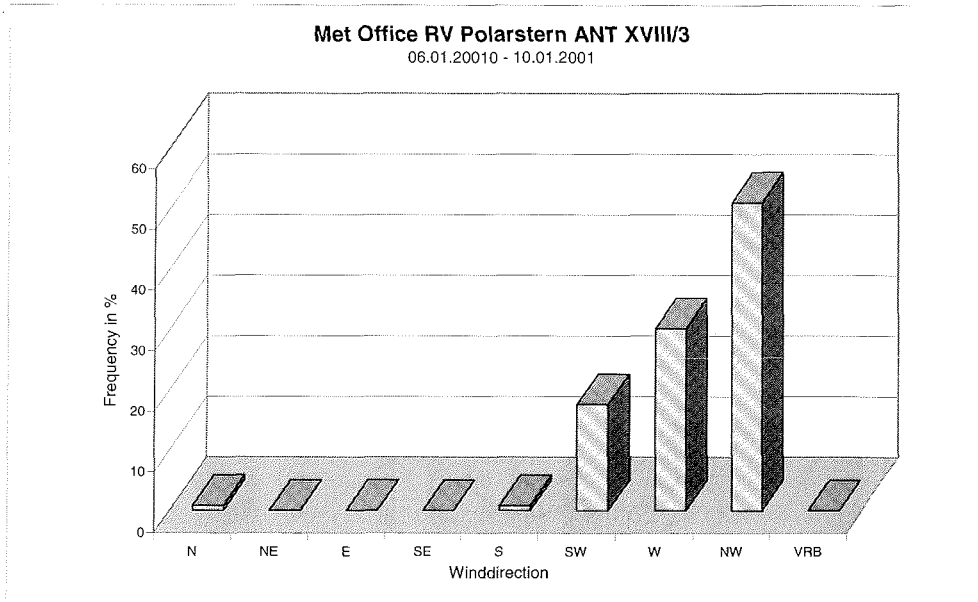


Abb. 1.10a: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im Fahrtabschnitt 4

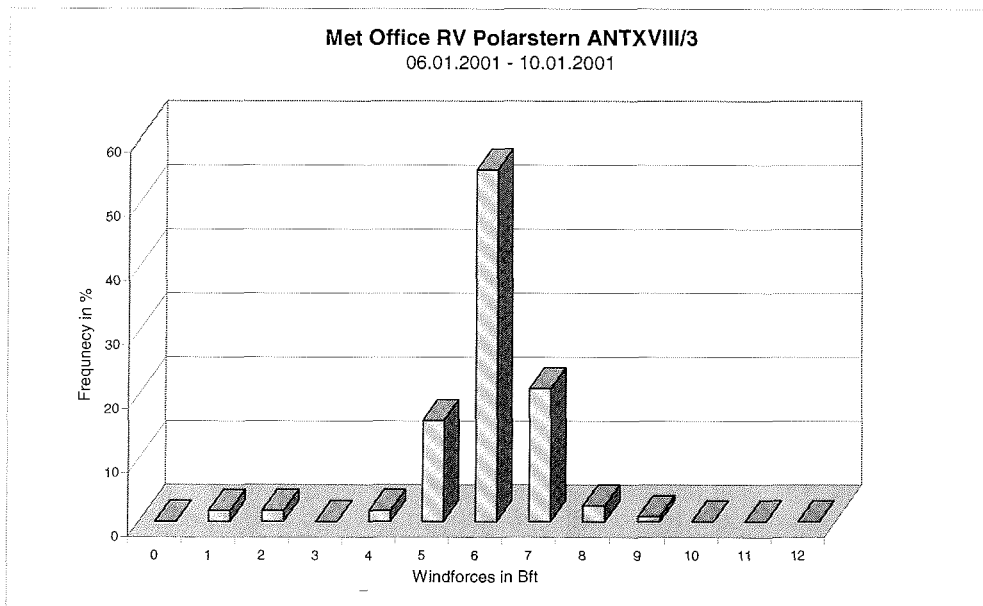


Abb. 1.10b: Häufigkeitsverteilung der Windstärke im Fahrtabschnitt 4

1.3 DIE MEEREISBEDINGUNGEN

Jennifer Brauch, Petra Demmler, Anna von Gyldenfeldt, Max Koentopp, Carolin Schmitt und Sylvia Stegmann (AWI)

Satellitenbildinformation

Mit Hilfe der Satellitenempfangsanlage (SeaSpace-TeraScan) an Bord der POLARSTERN wurden Eiskarten erstellt (Abb. 11). Dabei wurden die Daten von zwei Satellitentypen genutzt: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) und DMSP (Defense Meteorological Satellite Program). Während ANT XVIII/3 konnten Daten von NOAA-12, NOAA-13, NOAA-14, NOAA-15 und DMSP F-12, F-13, F-14 empfangen werden. NOAA-Satelliten verwenden u.a. das AVHRR-System (Advanced Very High Resolution Radiometer), das fünf Kanäle im sichtbaren und infraroten Spektralbereich mit einer Auflösung von ca. 1 km (durch die Erdkrümmung bedingt unterschiedlich) liefert. Die DMSP-Satelliten stellen südlich von 60°S mit dem SSM/I-Sensor (Special Sensor Microwave/Imager) linear polarisierte, passive Mikrowellendaten aus sieben Kanälen mit vier Frequenzen in unterschiedlicher Auflösung zwischen 13 und 69 km zur Verfügung. Außerdem existiert der OLS-Sensor (Operational Linescan System), der einen sichtbaren und einen infraroten Kanal mit ca. 0,5 km Auflösung überträgt. Die DMSP-Satelliten sind nur in dem Gebiet südlich von 60° S allgemein zugänglich.

Die Satellitenbilddauswertung an Bord der POLARSTERN bestand darin, geeignete Überflüge auszuwählen, von denen Daten empfangen werden sollten. Die empfangenen Rohdaten wurden mittels der TeraScan und TeraVision Softwarepakete in anwendungsbezogene Kartenprojektionen (meist Mercator und polarstereographisch) umgerechnet und Küstenlinien und die aktuelle Position der POLARSTERN eingezeichnet. Dabei bieten die Mikrowellendaten den Vorteil, dass sie direkte Aussagen über die Eisbedeckung zulassen, da ihr Empfang nicht durch Wolkenbedeckung beeinflusst wird. Durch Kombination der einzelnen Kanäle ist es möglich, Aussagen über die Art des Eises (einjähriges oder mehrjähriges) zu treffen. Die Verwendbarkeit dieser Informationen ist allerdings durch die grobe Auflösung dieser Daten beschränkt.

Die hochauflösenden Daten im sichtbaren und infraroten Spektralbereich ermöglichen bei günstigen Wetterbedingungen detaillierte Aussagen über die vorherrschenden Eisverhältnisse. Einschränkungen ergeben sich durch die Verfügbarkeit der sichtbaren Kanäle (nur bei Tageslicht), sowie die Wolkenbedeckung. Zwar können durch geeignete Kombination mehrerer Kanäle die optischen Filtereigenschaften einiger Wolkenarten (insb. Cirren) minimiert werden, doch bei massiver Wolkenbedeckung ist die Verwendbarkeit dieser Kanäle auf den meteorologischen Bereich beschränkt.

Zusätzlich zu den an Bord abgerufenen Satellitenbildern wurden noch bearbeitete, grob aufgelöste Karten der Meereiskonzentration aus dem Internet bezogen. Lars Kaleschke stellt Bilder für verschiedene Gebiete unter der Adresse www.seaice.de zur Verfügung. Sie werden aus den SSM/I-Daten abgeleitet.

Mitte November erstreckte sich die Meereisbedeckung noch rund um die Antarktis, bis ca. 60°S. Schon vor Fahrtantritt, Anfang Dezember, war deutlich erkennbar, dass die Eisdecke um die Antarktis aufzubrechen begann. Die erste größere Polynja bildete sich

über der Maudkuppe. Wenige Tage danach war auch im Weddellmeer eine stellenweise Ausdünnung des Eises zu erkennen. In Abbildung 1.11 ist die Meereisbedeckung vom 10.12.2000 dargestellt. Die Polynja um die Maudkuppe erstreckt sich als Zunge offenen Wassers in das nordöstliche Weddellmeer. Dieser eisfreie Einschnitt wurde bei der Anfahrt zur Neumayer-Station ausgenutzt. In Abbildung 1.12 ist die Eisbedeckung in der Umgebung der Neumayer-Station am 13.12.2000 und am 18.12.2000 zu sehen. Vor der Schelfeiskante haben sich Küstenpolynjas ausgebildet. An der nördlichen Eiszunge ist gut erkennbar, wie schnell die Eisbedeckung in nur 5 Tage abnahm. Das eisbedeckte Gebiet reduzierte sich um mehr als die Hälfte. Für die Navigation jedoch waren die hochaufgelösten Satellitenbilder im sichtbaren Bereich wertvoller.

Meereisbeobachtungen

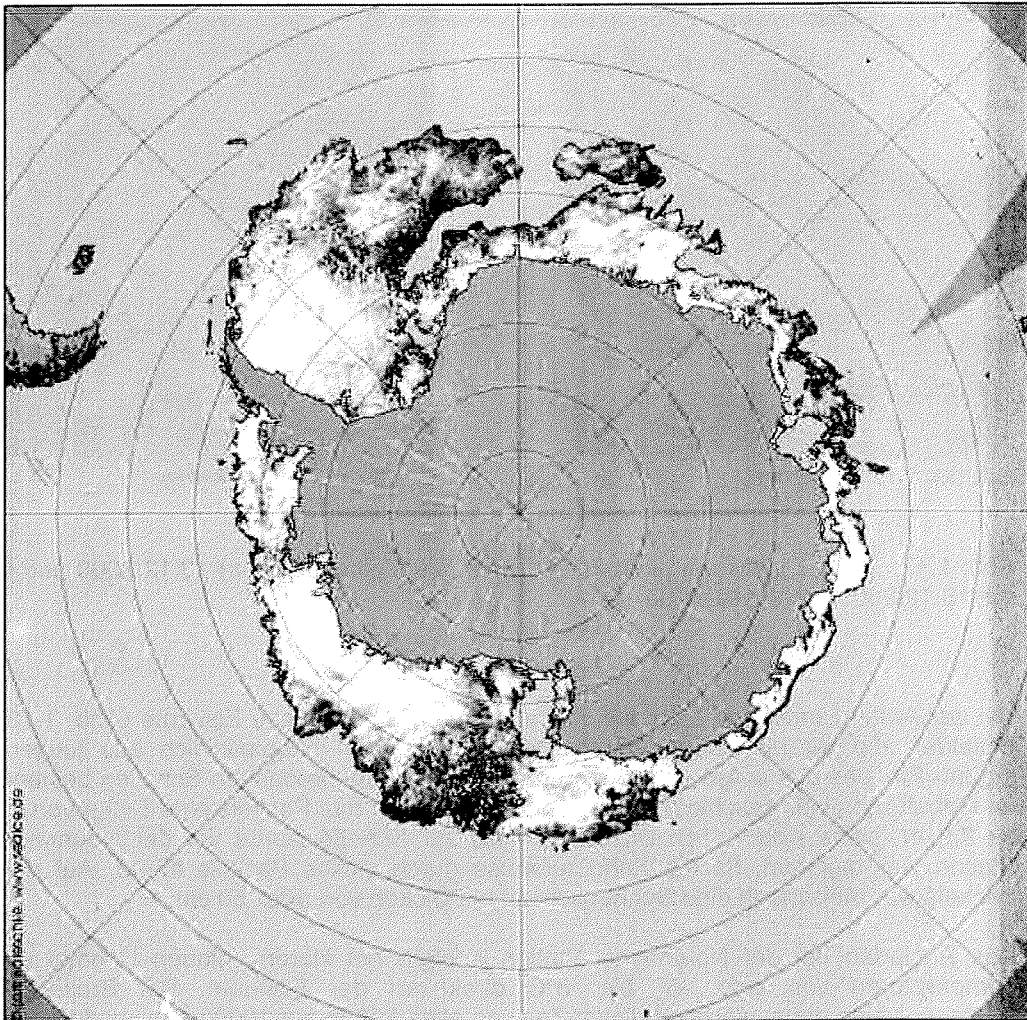
Meereisbeobachtungen an Bord wurden stündlich von der Brücke der POLARSTERN aus durchgeführt. Sie erfolgten als ein Beitrag zum Antarctic Sea Ice Processes and Climate (ASPeCt) Programme, einer multi-disziplinären Initiative antarktischer Meereisuntersuchungen des SCAR Global Change (GLOCHANT) Programms. Das Ziel dieses Programms ist es, die Rolle des antarktischen Meereis für das Klima im gekoppelten Ozean-Atmosphärensystem zu verstehen und zu modellieren. Dazu soll eine jahreszeitliche Klimatologie für die Dicke und die Eigenschaften des Meereis mit regionaler Auflösung um die Antarktis erzeugt werden. Die auf der POLARSTERN gewonnenen Daten wurden ASPeCt zur Verfügung gestellt.

Die Eisbedingungen wurden in unmittelbarer Nähe des Schiffes bestimmt, das bedeutet innerhalb eines Kreises mit 1 km Radius. Für jede Beobachtung wurde die Zeit (GMT), die Position und meteorologischen Parameter wie Luft- und Wassertemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Wolkenbedeckung und Sicht zusammen mit den Eiseigenschaften aufgezeichnet.

Folgende Meereisparameter wurden registriert:

1. Gesamteiskonzentration in 10%-Stufen (Abb. 1.13)
2. Konzentration der drei dominanten Eisarten bestimmt durch das dickste Eis, das dünnste Eis und den Rest
3. Eisarten wie Eisnadeln und Eisplättchen, Eisbreiklumpchen, Eisschlamm, Nilas, Pfannkuchen, junges graues Eis, junges weißes Eis, einjähriges Eis, mehrjähriges Eis, Trümmereis, Festeis
4. Eisdicke in cm (Abb. 1.14)
5. Schollengröße in m
6. Eisoberfläche z.B. ebenes Eis, überschobenes Pfannkucheneis, verbackene Pfannkuchen, Rücken
7. Schneeart und Schneedicke in cm.

POLARSTERN erreichte am 14.12.2000 um 0:05 Uhr die ersten Eisfelder. Am 15.12.2000 um 2:00 Uhr bei 68°18.6'S und 6°12'W waren wir schließlich im Packeis.



Sea Ice Concentration
ARTIST (ASIMV3.2) Dec 10 2000 0 20 40 60 80 100 C[%]

Abb. 1.11: Die Eiskonzentration in [%] um die Antarktis am 10.12.2000 (www.seaice.de)

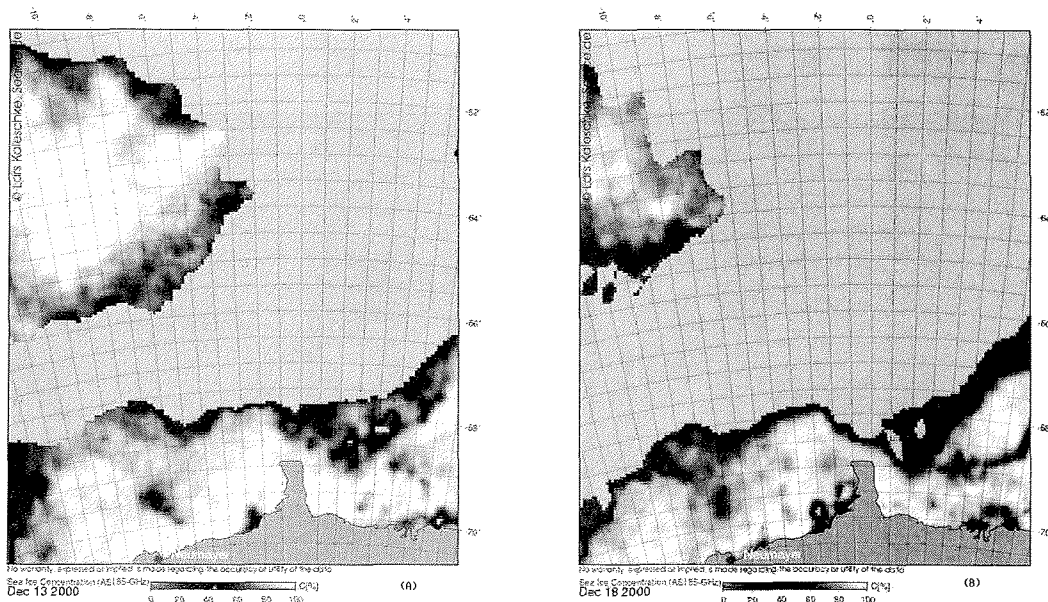


Abb. 1.12: Die Eiskonzentration im östlichen Weddellmeer am a) 13.12.2000 und b) am 18.12.2000 (www.seaice.de)

Bei der Anfahrt trafen wir erst weit im Süden auf die eigentliche Eiskante (Abb. 1.13). Eisfelder, die wir bis dorthin durchquerten, bestanden hauptsächlich aus jungem, grauem Eis, das aus aufgeschobenen und auseinandergebrochenen Schollen bestand. Im Gebiet mit einer geschlossenen Eisdecke erreichte das Packeis eine Dicke von bis zu 2,5 m (siehe Abb. 1.14). Die Anfahrt bis zur Schelfeiskante vor der Neumayer-Station war mühsam, da die Fahrt teilweise durch dickes Packeis führte. Auf dem Packeis war meist auch eine Schneeschicht mit Dicken von max. 50 cm.

Das Ausladen bei der Neumayer-Station erfolgte bei klarem, blauem Himmel und Temperaturen von circa -5° bis -8°C direkt an der Eiskante. Die Breite der Küstenpolynjas nahm während dieser Zeit von etwa 500 m auf 1000 m zu, wodurch die Abreise erleichtert wurde.

POLARSTERN verließ das Eis am 22. Dezember 2000 um 12:00 bei $67^{\circ}15'S$ $0^{\circ}9.6'E$.

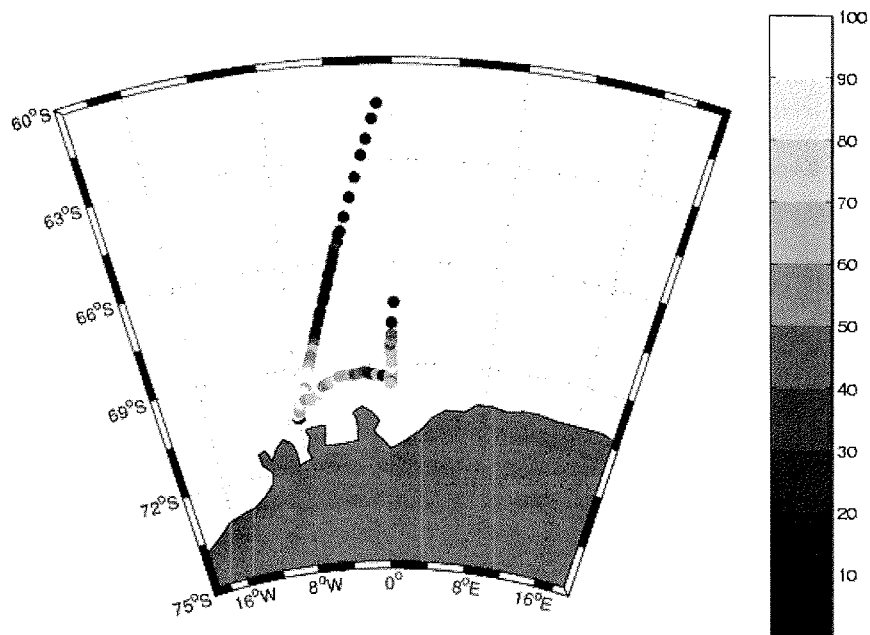


Abb. 1.13: Beobachtete Gesamteiskonzentration in [%] entlang der Fahrtroute

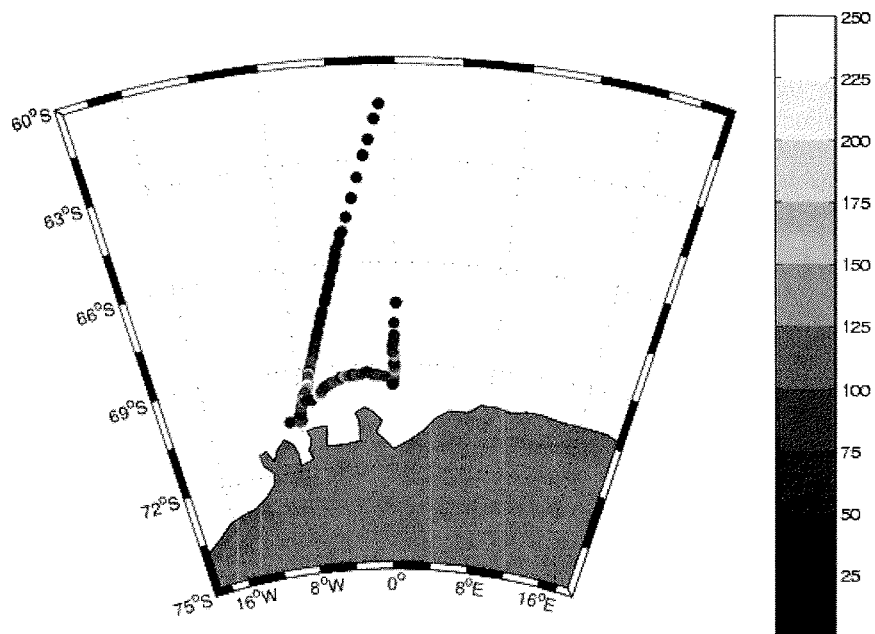


Abb. 1.14: Beobachtete Eisdicke in [cm]

1.4 DIE AUSWIRKUNG VON FLUKTUATIONEN DES ANTARKTISCHEN ZIRKUMPOLARSTROMS AUF DAS TIEFENWASSER IM WEDDELLMEER (WEDDELL SEA CONVECTION CONTROL, WECCON 2001)

Jennifer Brauch, Petra Demmler, Eberhard Fahrbach, Anna von Gyldenfeldt, Max Koentopp, Matthias Monsees, Gerd Rohardt, Harald Rohr, Carolin Schmitt, Michael Schröder, Ekkehard Schütt und Sylvia Stegmann (AWI, IUP)

Ziele

Die Intensität und Struktur der thermohalinen Zirkulation bestimmen die Rolle des Ozeans für das Klima. Im atlantischen Sektor des antarktischen zirkumpolaren Wassergürtels wird die globale Zirkulation durch die Variationen der Bildung von Antarktischem Bodenwasser beeinflusst. Messungen im Tiefen- und Bodenwasser des Weddellmeers haben gezeigt, dass sich seine Eigenschaften im Zeitraum von 5 bis 10 Jahren merklich verändert haben. Zu Beginn der Messungen war die Erwärmung und die Salzgehaltszunahme des von Norden einströmenden Zirkumpolaren Tiefenwassers zu erkennen. Im weiteren Verlauf wurde die Temperaturzunahme in den tieferen Schichten des Boden- und Tiefenwassers sichtbar und breitete sich bis in das westliche Weddellmeer aus. Gleichzeitig mit der Erwärmung im Weddellmeer wurde eine Abkühlung im Argentinischen Becken beobachtet, die von einem Temperaturanstieg abgelöst wurde, der im Vemakanal gemessen wurde.

Die Variationen in den verschiedenen Meeresgebieten können hypothetisch als Teile einer längerfristigen Wirkungskette interpretiert werden. Die Wassermassencharakteristik des Einstroms aus dem Zirkumpolarstrom in das Weddellmeer hängt von den Konvergenzbedingungen an der Weddellfront im östlichen Weddellmeer ab. Daher können Variationen der Lage, der Intensität und der Wassermasseneigenschaften des Zirkumpolarstroms den Einstrom in das Weddellmeer beeinflussen und dort Veränderungen auslösen. So könnte vermehrter Einstrom zur Erwärmung im Weddellmeer führen. Andererseits ist in der Folge der großen Polynja der 70er Jahre das Tiefenwasser im Weddellmeer durch Konvektion im offenen Ozean abgekühlt worden und wird nun wieder durch wärmeres ersetzt. Demnach wäre die gegenwärtige Erwärmung eine Reaktion auf ein vorhergehendes Abkühlungsereignis. Die Ausläufer des kälteren Tiefenwassers haben inzwischen das Argentinische Becken erreicht.

Die große Polynja könnte durch Veränderungen im Einstrom von Zirkumpolarem Tiefenwasser ausgelöst worden sein, indem die Stabilität der Wassersäule abnahm. Deshalb ist die gegenwärtig beobachtete Erwärmung möglicherweise der Vorläufer einer zukünftigen Abkühlung. Auslöser von Fluktuationen des Einstroms könnte die Antarktische Zirkumpolare Welle sein, die als Fernwirkung lokale Fluktuationen verursacht. Andererseits können aber auch lokale Veränderungen der atmosphärischen Antriebskräfte im Weddellmeer die Polynja verursacht haben.

Die Wassermassenformation erfordert, dass warmes, salzreiches Wasser in den antarktischen Meeresgebiete einströmt und im Kontakt mit der Atmosphäre abgekühlt wird, bis die Dichtezunahme das Absinken ermöglicht. Der Süßwassergewinn durch Niederschlag und durch Zustrom von Schmelzwasser vom Kontinent, der zum Teil durch das Abbrechen von Eisbergen erfolgt, führt zur Dichteabnahme, die durch Salzfreesetzung bei der Meereisbildung kompensiert werden muss, bevor die Boden-

oder Tiefenwasserbildung einsetzen kann. Daher ist der Salz- oder Süßwasserhaushalt von besonderer Bedeutung.

Eisberge entstehen an der Küste der Antarktis, wenn aus dem Inland abfließende Eismassen am Rand abbrechen. Bleibt die Verbindung zum Inlandeis nach dem Aufschwimmen an der Küste erhalten, so bildet sich Schelfeis. Es schiebt sich mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Kilometer pro Jahr mehrere hundert Kilometer weit über den Ozean. Von Zeit zu Zeit brechen Platten vom Schelfeis ab und treiben als Tafelberg mit den Meeresströmungen und Winden im Weddellmeer. Mit einer Geschwindigkeit von bis zu 15 km am Tag können sie mehrere Jahre unterwegs sein, bis sie durch Zerschellen und Schmelzen dem Meer als Süßwasser zugeführt werden. Auf ihrem Weg können sie bei geringen Wassertiefen auflaufen und mehrere Jahre festliegen. Erst wenn sie ausreichend abgeschmolzen oder in kleinere Berge zerfallen sind, setzen sie ihre Drift fort. Auf diese Weise wird dem Weddellmeer eine Süßwassermenge von 410 Gigatonnen pro Jahr zugeführt. Von der Bewegung der Eisberge hängt es ab, wo die Niederschläge des antarktischen Kontinents dem Ozean als Süßwasser zugeführt werden. Dieser Wasserkreislauf bestimmt zusammen mit dem Niederschlag über dem Ozean und dem Schmelzen und Gefrieren des Meereises den Salzgehalt des Meerwassers. Die Abnahme des Salzgehaltes an der Meeresoberfläche durch die Zunahme schmelzender Eisberge kann sich auf die großräumige Absinkbewegung auswirken, die in den polaren und subpolaren Meeresgebieten erfolgt. Sie ist ein Teil der globalen Ozeanzirkulation, die den Beitrag des Ozeans zum Klimasystem der Erde darstellt.

Im Rahmen von WOCE wurden von 1989 bis 1996 Untersuchungen im Weddellmeer ausgeführt, die zum besseren Verständnis der Wassermassentransformation und Zirkulation beigetragen haben. Die Messungen hatten das Ziel, einen mittleren Zustand zu charakterisieren, der großräumigen Modellrechnungen als südliche Randbedingung dienen kann und in regionalen Modellen zur Validierung herangezogen werden kann. Allerdings hat sich gezeigt, dass langfristige Veränderungen des Systems erfolgen, deren Intensität so stark ist, dass sie nicht vernachlässigt werden können. Die Ursache und Auswirkung dieser Fluktuationen sollen im vorliegenden Projekt untersucht werden.

Das Ziel der Untersuchungen ist es, einen Zusammenhang zwischen den Fluktuationen des Antarktischen Zirkumpolarstroms und den Eigenschaften des Weddellmeer-Bodenwassers nachzuweisen. Mit den Messungen sollen die in den vergangenen Jahren im Weddellmeer beobachteten Veränderungen weiter verfolgt werden, um ihren zeitlichen Verlauf und ihre räumliche Verteilung zu erkennen. Um die Ursache der Veränderungen zu bestimmen, werden die Fluktuationen des Antarktischen Zirkumpolarstroms südlich von Südafrika gemessen, wobei die Intensität und die Lage seiner südlichen Strombänder und der Übergang zum nördlichen Stromband des Weddellwirbels von Bedeutung ist.

Im Weddellmeer sollen die Messungen zeigen, ob die Polynja-Bildung westlich der Maudkuppe durch den Einstrom von Zirkumpolarem Tiefenwasser begünstigt wird, oder ob der lokale atmosphärische Antrieb dominiert. Im Falle der Polynja-Bildung sollten die Eigenschaften des Weddellmeer-Tiefenwassers durch tiefe Konvektion verändert worden sein.

Arbeiten auf See

Messung der Fluktuationen der Übergangszone Zirkumpolarstrom/ Weddellwirbel

Zur Messung dieser Fluktuationen wurde ein hydrographischer Schnitt von Südafrika nach Antarktika wiederholt (Abb. 1.15 und 1.16). Dadurch konnten die Struktur der Übergangszone Zirkumpolarstrom/Weddellwirbel, ihre Lage und die Wassermasseneigenschaften bestimmt werden. Auf dem Meridian von Greenwich erfolgten bereits 1992, 1996, 1998 und 1999 Messungen.

Auf der Anreise erfolgte eine hochauflösende Temperaturnahme (Abb. 1.17 und 1.18, Tab. 1.1), mit 85 XBTs (eXpendable BathyThermograph). Meeresströmungen wurden mit einem akustischen Strömungsmesser (ADCP = Acoustic Doppler Current Profiler) gemessen und die Temperatur und der Salzgehalt wurde mit einem Thermosalinograph am Kiel und im Bugstrahlraum gemessen (Abb. 1.17 und 1.18). Die Qualität der Salzgehaltmessungen wurde mit Salzgehaltproben überprüft. Die Abweichung betrug weniger als 0.02.

Um die Variabilität unterschiedlicher Periodenbereiche trennen zu können, reicht eine Wiederholung der Schnitte im Abstand von mehreren Jahren nicht aus, denn energiereiche Fluktuationen wie die Antarktische Zirkumpolare Welle haben eine Periode von etwa 4 Jahren. Deshalb ist der Schnitt mit Verankerungen bestückt, die Zeitreihen mit ausreichender zeitlicher Auflösung an ausgewählten Orten liefern (Abb. 1.19, Tab. 1.2 und 1.3). Die Verankerungen decken die südliche Flanke des Antarktischen Zirkumpolarstroms und die Weddellfront ab. Um die lokale Aussage von Messungen mit verankerten Geräten mit Fernerkundungsmethoden auf ein weiteres Gebiet übertragen zu können, wurden die Verankerungen mit Bodendruckmessern ausgestattet, deren Daten im eisfreien Teil des Messgebiets mit Satelliten-Altimeter-Daten verknüpft werden sollen. Mit Eisecholoten werden die Fluktuationen des Meereisgürtels erfasst.

In der Frontalzone wurden 11 APEX-Floats (Profiling Autonomous Lagrangian Circulation Explorers) im Niveau des Zirkumpolaren Tiefenwassers ausgebracht, um den Einstrom in das Weddellmeer zu messen, der östlich vom Meridian von Greenwich erfolgt (Abb. 1.20, Tab. 1.4). Die Auslegung erfolgte in wechselndem Abstand von 30 und 60 sm. Die Driftkörper folgen in etwa 700 m Tiefe sieben Tage lang der Meeresströmung. Dann tauchen sie auf, wobei sie ein Vertikalprofil der Wassertemperatur aufzeichnen. An der Oberfläche, werden die Temperaturdaten und die Position über Satelliten an eine Landstation in Toulouse übertragen. Danach taucht der Driftkörper wieder ab, und der ganze Vorgang wiederholt sich nach sieben Tagen. Aus dem Abstand zwischen zwei Aufstiegen lässt sich die Meeresströmung in 700 m Tiefe berechnen. Diese Messungen sind Vorstudien zum Aufbau eines globalen Ozeanmessnetzes mit dem Namen ARGO. ARGO ist zusammen mit dem Satellitenprogramm JASON, mit dem die Neigung der Meeresoberfläche gemessen werden soll, in der Lage, die Temperatur, den Salzgehalt und die Strömungsverteilung im Ozean zu erfassen und längerfristige Veränderungen zu erkennen. Dazu ist weltweit ein Netz von 3000 Driftkörpern geplant, zu dem wir einen Beitrag liefern. Wenn ARGO/JASON in zwei bis drei Jahren installiert sein wird, werden die Ozeanogra-

phen zum ersten Mal über ein Messnetz verfügen, wie es für die Meteorologen schon zur Gewohnheit geworden ist.

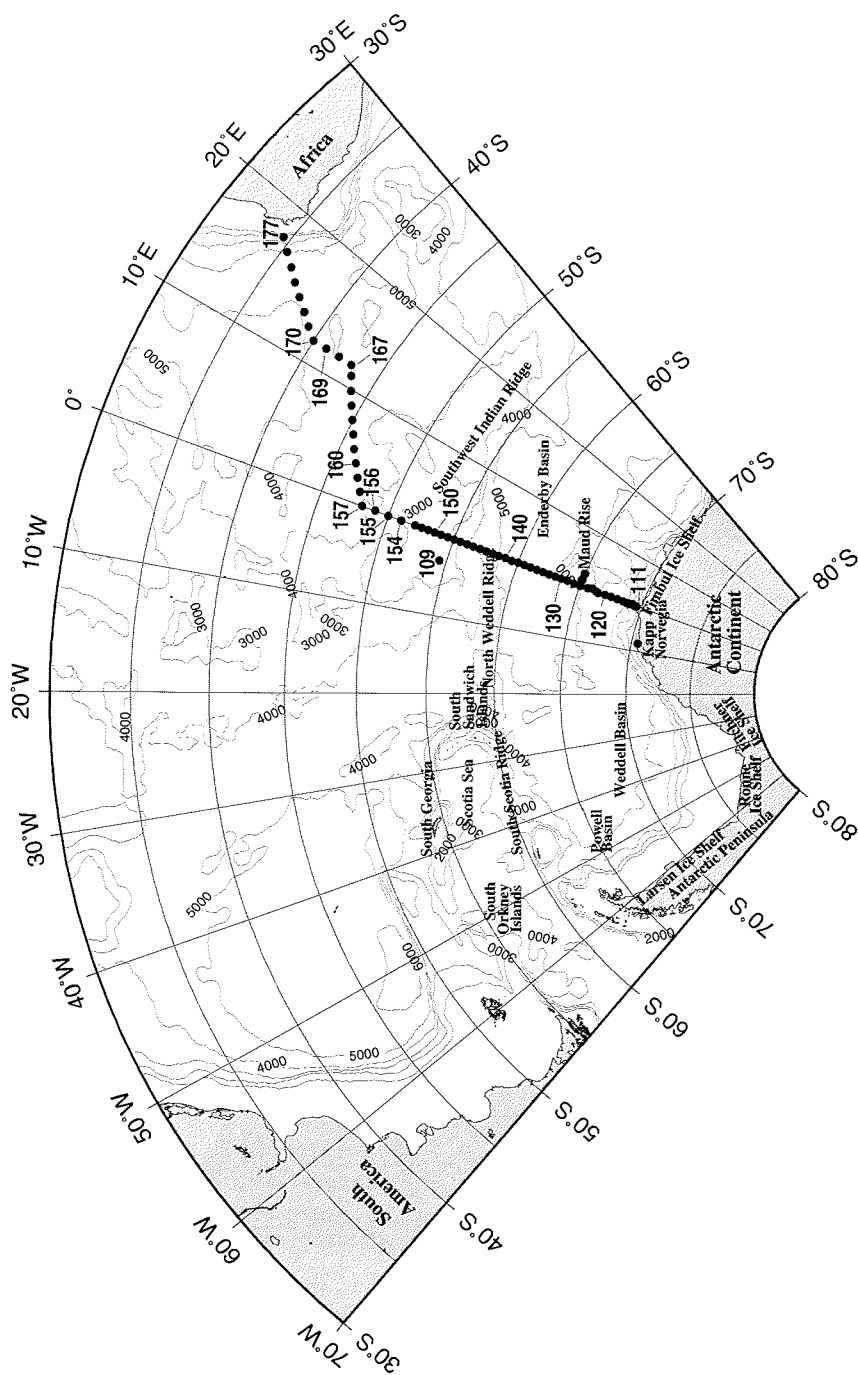


Abb. 1.15: Lage der CTD-Stationen, die während ANT XVIII/3 ausgeführt wurden.

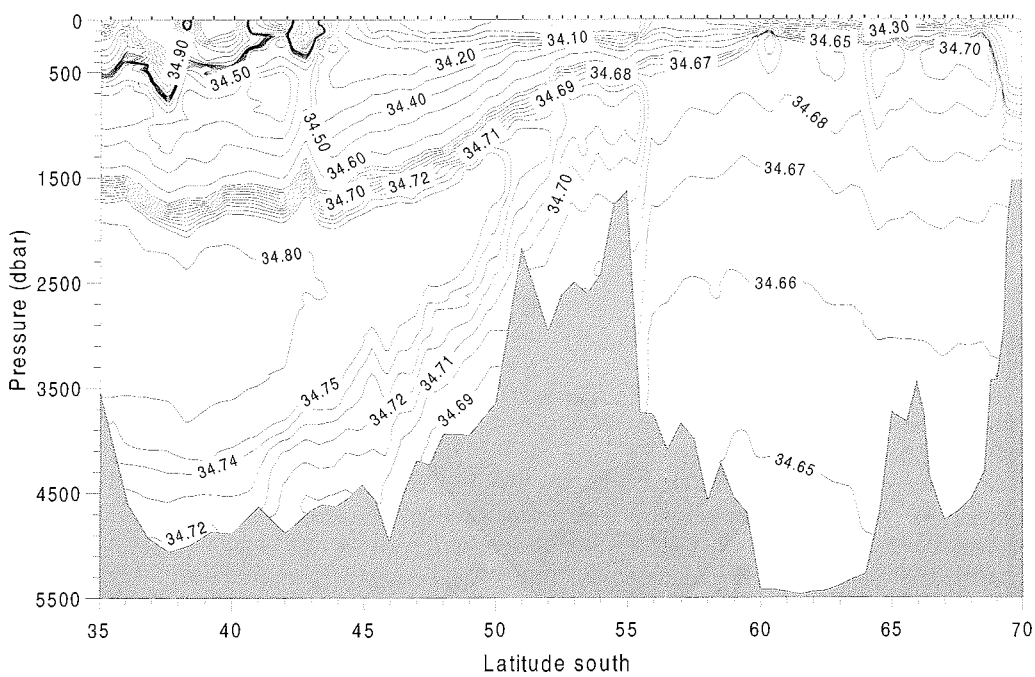
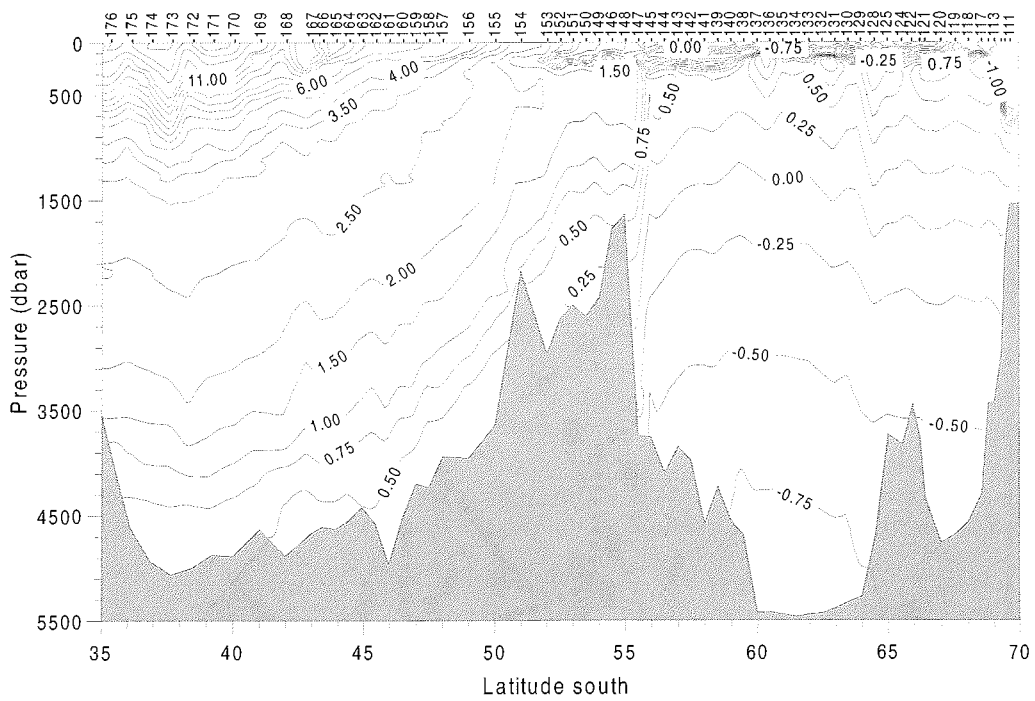


Abb. 1.16: Vertikalverteilungen der potentiellen Temperatur (oben) und des Salzgehalts (unten) auf einem Schnitt von Südafrika (links) in die Antarktis (rechts), die während ANT XVIII/3 gemessen wurden.

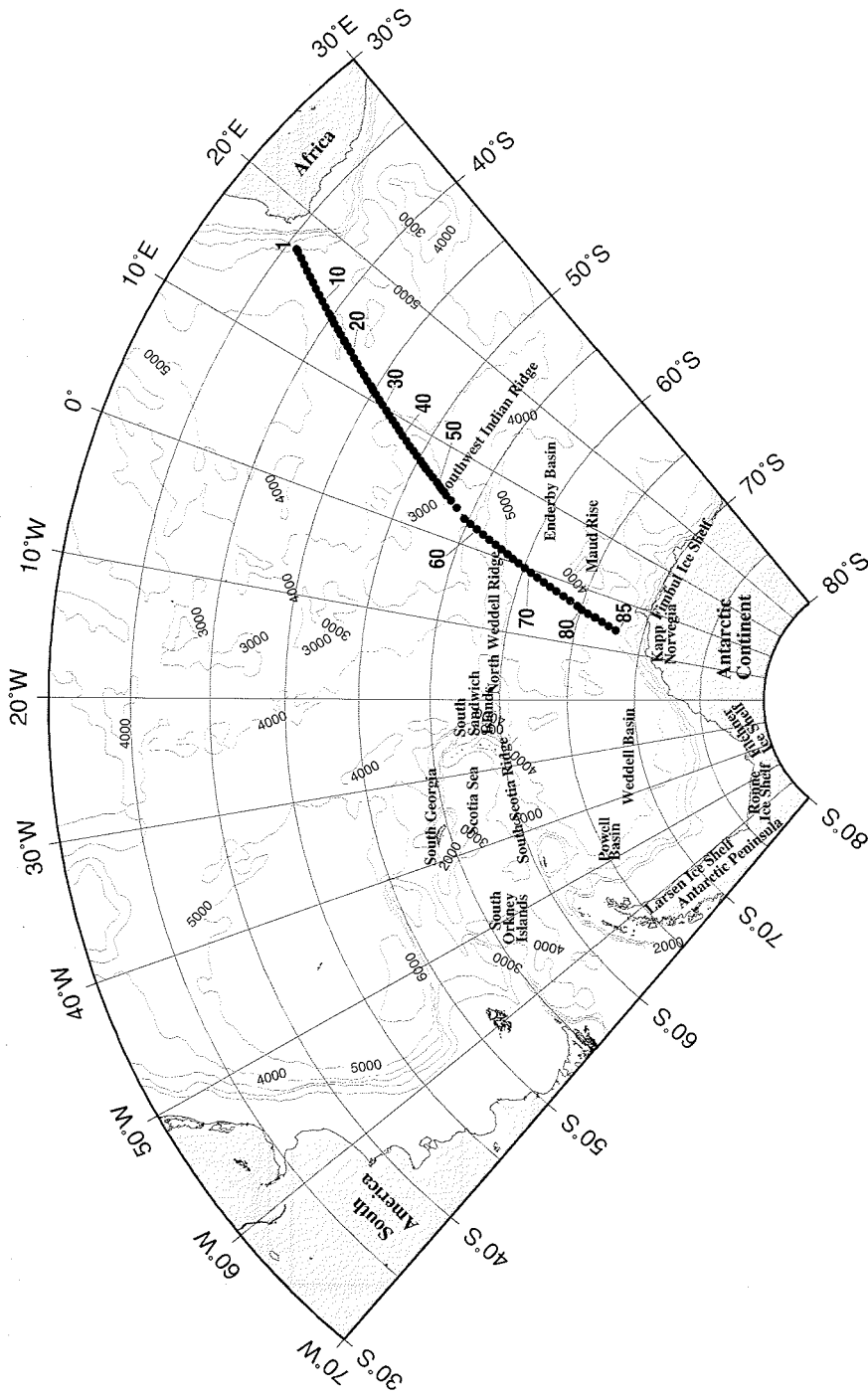


Abb. 1.17: Lage der XBTs, die während ANT XVIII/3 geworfen wurden.

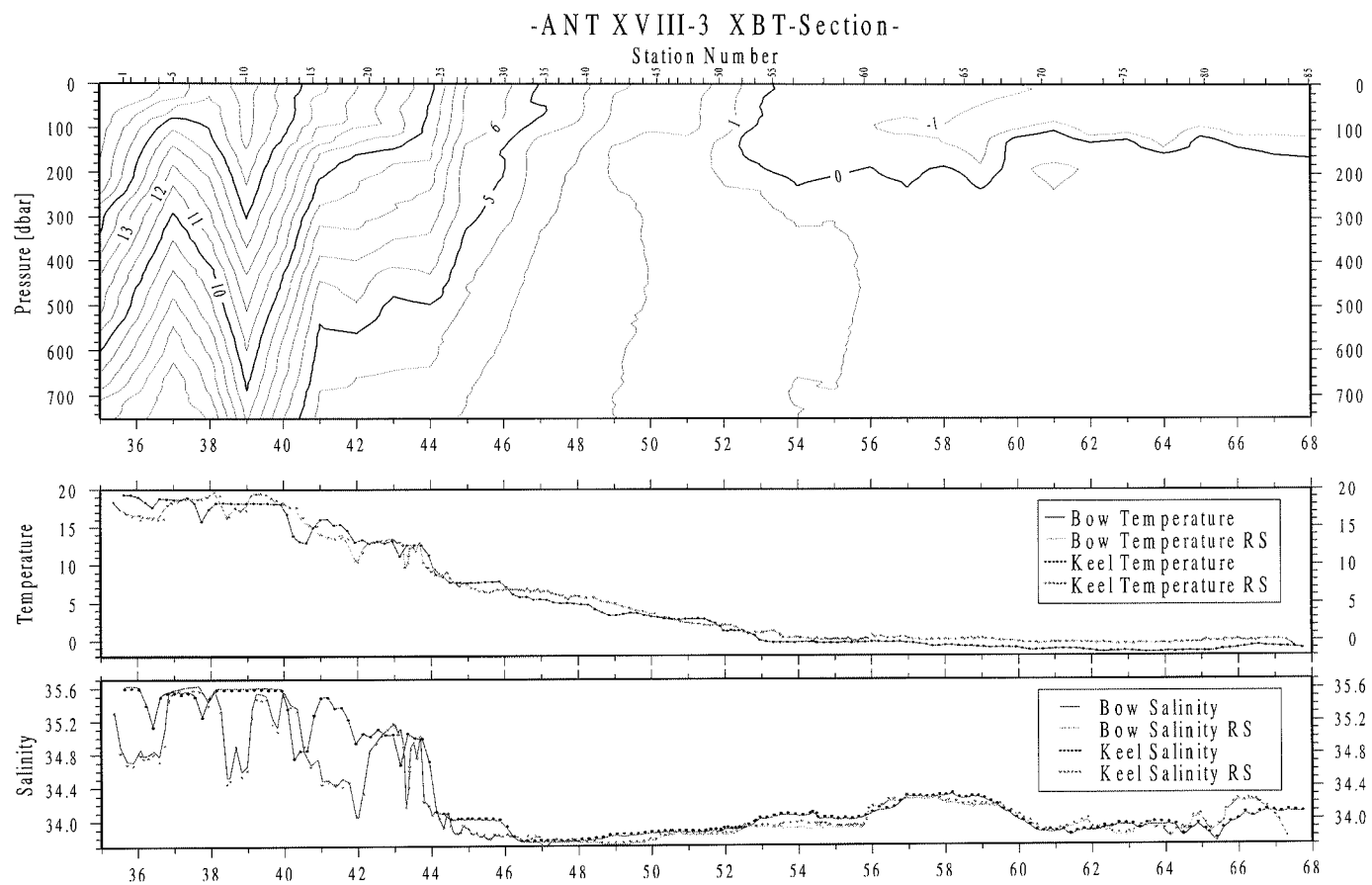


Abb. 1.18: XBT-Schnitt (oben) und horizontale Temperatur- (Mitte) und Salzgehaltsprofile (unten) in etwa 10 m Tiefe, die während ANT XVIII/3 mit dem Thermosalinographen von Südafrika (links) bis in die Antarktis (rechts) gemessen wurden.

Tab. 1.1: XBT-Einsatz während ANT XVIII/3

Nr.	Date	Time	Latitude	Longitude	Water Depth	Probe Depth
1	7.12.00	8:06	-35 -37.74	17 12.09	3817	420
2	7.12.00	9:02	-35 -49.18	17 04.89	4106	750
3	7.12.00	11:02	-36 -12.89	16 50.84	4366	450
4	7.12.00	12:57	-36 -35.09	16 35.82	4500	750
5	7.12.00	14:59	-36 -58.79	16 20.72	4598	750
6	7.12.00	17:00	-37 -21.55	16 06.14	4683	750
7	7.12.00	18:55	-37 -44.54	15 51.28	4773	750
8	7.12.00	20:57	-38 -7.77	15 36.16	4842	750
9	7.12.00	22:55	-38 -31.51	15 20.78	4820	750
10	8.12.00	0:56	-38 -56.54	15 04.35	4737	750
11	8.12.00	3:03	-39 -21.18	14 48.14	4639	750
12	8.12.00	5:01	-39 -43.58	14 33.35	4683	750
13	8.12.00	7:01	-40 -4.70	14 19.30	4442	750
14	8.12.00	9:05	-40 -24.59	14 05.91	2962	750
15	8.12.00	10:58	-40 -46.74	13 50.97	2940	750
16	8.12.00	12:57	-41 -9.24	13 35.73	2120	750
17	8.12.00	14:57	-41 -31.93	13 20.30	4877	50
18	8.12.00	15:15	-41 -34.85	13 18.35	4829	750
19	8.12.00	17:00	-41 -55.08	13 04.89	3876	750
20	8.12.00	19:00	-42 -19.18	12 47.86	4716	470
21	8.12.00	21:00	-42 -42.68	12 31.55	4861	750
22	8.12.00	22:59	-43 -08.15	12 13.57	4677	270
23	9.12.00	00:59	-43 -31.54	11 57.35	4770	750
24	9.12.00	2:55	-43 -55.31	11 40.56	4768	750
25	9.12.00	5:03	-44 -18.43	11 29.09	4643	750
26	9.12.00	7:02	-44 -41.55	11 07.54	4636	450
27	9.12.00	8:57	-44 -57.38	10 56.11	4757	750
28	9.12.00	10:58	-45 -16.05	10 42.61	4782	750
29	9.12.00	12:52	-45 -38.00	10 27.00	4659	750
30	9.12.00	15:02	-46 -01.43	10 09.49	4816	750
31	9.12.00	16:56	-46 -24.59	09 52.37	4867	100
32	9.12.00	17:05	-46 -24.59	09 52.37	4867	750
33	9.12.00	19:00	-46 -46.10	09 36.35	4686	0
34	9.12.00	19:00	-46 -46.10	09 36.35	4686	750
35	9.12.00	21:00	-47 -07.59	09 20.27	3694	0
36	9.12.00	21:00	-47 -07.59	09 20.27	3694	730
37	9.12.00	22:55	-47 -29.20	09 03.98	4636	450
38	10.12.00	1:03	-47 -52.02	08 46.66	3961	750
39	10.12.00	2:54	-48 -14.54	08 29.46	3051	300
40	10.12.00	2:59	-48 -14.54	08 29.46	3051	750
41	10.12.00	5:00	-48 -37.58	08 11.72	3736	750
42	10.12.00	6:55	-49 -1.33	07 53.31	1290	750
43	10.12.00	8:59	-49 -24.02	07 35.51	1772	740
44	10.12.00	10:53	-49 -46.38	07 17.88	2099	560
45	10.12.00	12:53	-50 -8.53	07 00.31	4260	750
46	10.12.00	14:59	-50 -29.06	06 44.26	4288	750
47	10.12.00	17:00	-50 -43.73	06 32.12	3920	750
48	10.12.00	19:00	-51 -05.16	06 15.04	3810	750
49	10.12.00	21:00	-51 -25.31	06 00.28	3987	750
50	11.12.00	0:00	-51 -51.20	05 40.20	3888	750
51	11.12.00	3:00	-52 -09.67	05 21.74	3856	750
52	11.12.00	3:03	-52 -09.67	05 21.74	3856	300

Tab. 1.1 (Fortsetzung)

Nr.	Date	Time	Latitude	Longitude	Water Depth	Probe Depth
53	11.12.00	6:01	-52 -29.25	05 06.03	3137	750
54	11.12.00	9:27	-52 -49.41	04 45.44	3543	750
55	11.12.00	11:56	-53 -17.60	04 24.93	3214	750
56	11.12.00	14:55	-53 -51.82	03 54.88	1629	700
57	12.12.00	0:01	-54 -41.90	03 03.61	844	250
58	12.12.00	2:58	-55 -14.59	02 45.10	3381	750
59	12.12.00	6:00	-55 -48.01	02 26.80	3293	300
60	12.12.00	6:03	-55 -48.01	02 26.80	3293	750
61	12.12.00	9:00	-56 -22.70	02 07.05	4526	750
62	12.12.00	11:58	-56 -56.15	01 48.02	4205	550
63	12.12.00	14:57	-57 -27.87	01 29.05	4298	750
64	12.12.00	17:55	-57 -59.72	01 10.05	2871	750
65	12.12.00	20:29	-58 -31.78	00 50.71	4960	0
66	12.12.00	23:59	-59 -02.20	00 32.01	4944	750
67	13.12.00	2:56	-59 -32.44	00 13.19	4882	750
68	13.12.00	6:01	-60 -05.18	-00 -08.18	5397	750
69	13.12.00	9:10	-60 -37.87	-00 -28.99	5360	150
70	13.12.00	9:10	-60 -37.87	-00 -28.99	5360	750
71	13.12.00	11:53	-61 -10.88	-00 -50.06	5384	0
72	13.12.00	14:49	-61 -44.90	-01 -12.78	5390	750
73	13.12.00	18:02	-62 -18.84	-01 -36.28	5326	750
74	13.12.00	20:58	-62 -52.32	-01 -59.48	5296	750
75	13.12.00	21:08	-62 -52.32	-01 -59.48	5296	750
76	14.12.00	0:00	-63 -28.11	-02 -24.15	5238	300
77	14.12.00	2:58	-64 -36.72	-02 -48.76	5188	750
78	14.12.00	6:00	-64 -40.47	-03 -16.80	5111	100
79	14.12.00	6:05	-64 -40.47	-03 -16.80	5111	750
80	14.12.00	9:33	-65 -05.27	-03 -44.11	5094	0
81	14.12.00	12:16	-65 -36.02	-04 -05.03	4959	750
82	14.12.00	14:59	-66 -09.12	-04 -24.60	4835	750
83	14.12.00	18:00	-66 -45.49	-04 -53.57	4802	750
84	14.12.00	21:00	-67 -18.76	-05 -20.18	4816	750
85	14.12.00	23:57	-67 -54.84	-05 -51.67	4732	750

Tab. 1.2: Verankerungen, die auf dem Nullmeridian aufgenommen wurden.

Mooring	Latitude Longitude	Date Time (1. Record)	Water Depth (m)	Type	Serial Number	Depth (m)	
AWI233-4	69° 23.8'S	20.01.1999	2026	ULS	41	240	
				00° 01.1'W	14:00	ACM-CTD	1504A
					AVTP	9212	826
AWI232-4	68° 59.7'S	20.01.1999	3413	ACM-CTD	1400A	1982	
				00° 01.9'W	02:00	ULS	38
					ACM-CTD	1505A	300
					AVTP	9997	807
					AVT	10495	1853
AWI231-3	66° 29.9'S	19.01.1999	4560	ACM-CTD	1402A	3356	
				00° 00.9'W	02:00	ULS	07
					ACM-CTD	1506A	242
					CT	442	292
					CT	443	342
					CT	444	392
					CTD	249	442
					CT	445	492
					CT	446	542
					CT	447	592
					CTD	250	642
					CT	448	692
					ACM-CTD	1454A	749
					AVT	10530	1855
					ACM-CTD	1403A	4516
AWI230-2	66° 00.3'S	18.01.1999	3450	ULS	26	161	
				00° 10.6'E	14:00	ACM-CTD	1507A
					Micro-J	1321F	290
					SBE16	1974	390
					SBE16	2413	490
					CT	449	590
					ACM-CTD	1452A	699
					AVT	10531	1595
					ACM-CTD	1409A	3406
	AWI229-3	63° 57.8'S	04.03.1999	5214	ULS	13	180
00° 02.3'E					18:00	ACM-CTD	1448A
					CT	219	268
					CT	436	318
					CT	437	368
					CT	246	418
					CT	438	468
					CT	439	518
					CT	440	568
					CT	248	618
					CT	441	668
					ACM-CTD	1449A	725
					AVT	10532	2021
					ACM-CTD	1411A	5172
AWI227-6	59° 04.2'S	06.03.1999	4700	ULS	43	202	
				00° 04.4'E	22:00	AVTPC	9206
					AVTPC	9213	738
					SBE16	2418	739
					AVTC	7727	2045
					ACM-CTD	1455A	4656

Tab. 1.2: (Fortsetzung)

Mooring	Latitude Longitude	Date Time (1. Record)	Water Depth (m)	Type	Serial Number	Depth (m)
AWI228-3	56° 57.9' S 00° 01.4' E	07.03.1999 18:00	3780	ACM-CTD	1389A	306
				AVTPC	8048	513
				AVTPC	9219	869
				SBE 16	2419	870
				AVTC	8037	2076
AWI228-4	56° 55.0' S 00° 02.8' E	04.03.2000 16:00	3646	ACM-CTD	1317°	3727
				ACM-CTD	1392A	172
				ACM-CTD	1386A	379
				ACM-CTD	1388A	735
				ACM-CTD	1385A	1941
AWI238-2	54° 30.2' S 00° 01.7' E	05.03.2000 12:00	1746	ACM-CTD	1404A	3592
				SBE 26	259	3646
				ACM-CTD	1391A	1693
				SBE 26	261	1746

Tab. 1.3: Verankerungen, die auf dem Nullmeridian ausgelegt wurden.

Mooring	Latitude Longitude	Water Depth (m)	Date Time	Type	Serial Number	Depth (m)
AWI233-5	69° 23.73' S 00° 04.04' W	1896	20.12.2000 14:35	ULS	42	171
				ACM	1569A	200
				AVT	9186	697
AWI232-5	68° 59.49' S 00° 02.18' W	3352	21.12.2000 15:31	ACM-CTD	1387A	1853
				ULS	46	181
				ACM	1565A	240
				AVTPC	9214	747
				AVT	9182	1793
AWI231-4	66° 30.00' S 00° 01.80' W	4515	23.12.2000 10:57	ACM-CTD	1447A	3299
				ULS	47	179
				ACM-CTD	1456A	198
				CT	237	250
				CT	238	300
				CT	239	350
				CTD	245	400
				CT	240	450
				CT	435	500
				CT-P	1231	550
				CTD	247	600
				CT-P	1232	650
				ACM-CTD	1442A	705
				AVT	10003	1811
				ACM-CTD	1472A	4472

Tab. 1.3 (Fortsetzung)

Mooring	Latitude Longitude	Water Depth (m)	Date Time	Type	Serial Number	Depth (m)
AWI230-3	66° 00.34' S 00° 10.38' E	3447	23.12.2000 20:53	ULS	36	170
				ADCP	1600	187
				AVTP	9204	195
				CT	236	295
				CTD	243	395
				CTD	244	495
				CT-P	1230	595
				ACM-CTD	1474A	705
				AVT	9785	1598
				ACM-CTD	1470A	3404
AWI229-4	63° 57.86' S 00° 02.40' E	5188	26.12.2000 16:30	ULS	24	148
				ACM-CTD	1450A	191
				CT	228	241
				CT	230	291
				CT	232	341
				CTD	241	391
				CT	233	441
				CT	235	491
				CT-P	1228	541
				CTD	242	591
				CT-P	1229	641
				ACM-CTD	1443A	698
				AVT	9391	1994
				ACM-CTD	1451A	5138
AWI227-7	59° 04.20' S 00° 04.40' E	4650	29.12.2000 12:28	ULS	08	158
				AVTPC	9194	262
				AVTPC	9998	689
				SBE16	2422	690
				AVT	9179	1996
				AVT	9211	4606
				SBE16	631	4607
				ACM	1553A	215
AWI228-5	56° 57.61' S 00° 01.40' E	3722	30.12.2000 15:29	SBE16	2416	216
				Micro-J	1324F	266
				CT-P	1235	316
				CT	224	366
				AVTP	10541	423
				SBE16	630	424
				SBE16	319	585
				AVT	9180	751
				CT	229	752
				CT-P	1603	1002
				CT-P	1604	1252
				AVT	9190	1958
				RCM11	20	3659

Tab. 1.3 (Fortsetzung)

Mooring	Latitude Longitude	Water Depth (m)	Date Time	Type	Serial Number	Depth (m)
AWI238-3	54° 30.60' S 00° 01.70' E	1715	31.12.2000 14:06	ACM	1567A	191
				SBE16	2415	192
				CT	231	242
				CT-P	1234	292
				CT	218	342
				AVTP	10873	398
				SBE16	1167	399
				CT-P	1237	565
				AVTP	10926	745
				SBE16	1979	746
				CT-P	1605	996
				CT-P	1606	1246
				RCM11	25	1625
				AWI239-2	53° 00.66' S 00° 00.83' E	2440
SBE16	2414	199				
CT-P	1233	249				
CT	216	299				
CT	225	349				
AVTP	10927	406				
SBE16	1977	407				
CT-P	1236	577				
AVTP	10928	753				
SBE16	1978	754				
CT-P	1607	1004				
CT	269	1254				
AVTP	12325	1760				
CT	227	1761				
RCM11	26	2387				
SBE26	276	2440				

Abkürzungen:

ACM-CTD	Falmouth Scientific 3-dimension acoustic current meter with CTD-sensor head (CTD=Conductivity, Temperature, Depth)
ACM	Falmouth Scientific 3-dimension acoustic current meter with temperature and pressure sensor
AVTPC	Aanderaa current meter with temperature, pressure, and conductivity sensor
AVTP	Aanderaa current meter with temperature and pressure sensor
AVT	Aanderaa current meter with temperature sensor
CT	SeaBird Electronics MicroCat CT recorder
CT-P	SeaBird Electronics MicroCat CT recorder with pressure sensor
RCM 11	Aanderaa Doppler current meter
SBE16	SeaBird Electronics self contained CTD, type: SeaCat
ULS	Upward looking sonar Christian Michelsen Research Inc.
SBE26	SeaBird Electronics high resolution water level recorder

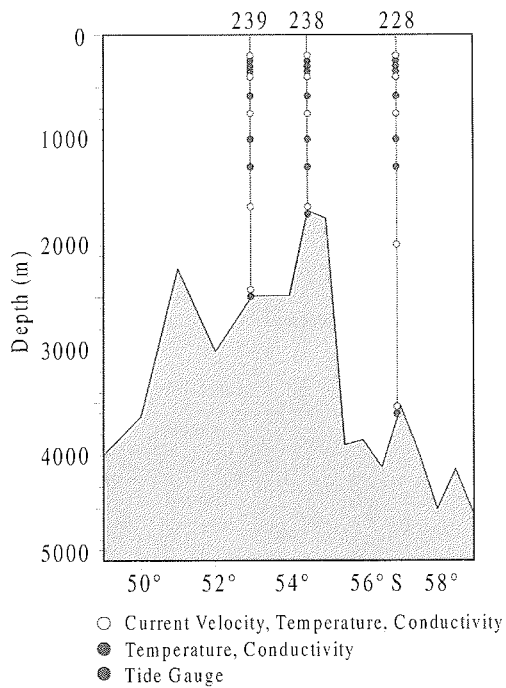


Abb. 1.19a: Verankerungen, die am Südwestindischen Rücken auf dem Nullmeridian ausgetauscht wurden.

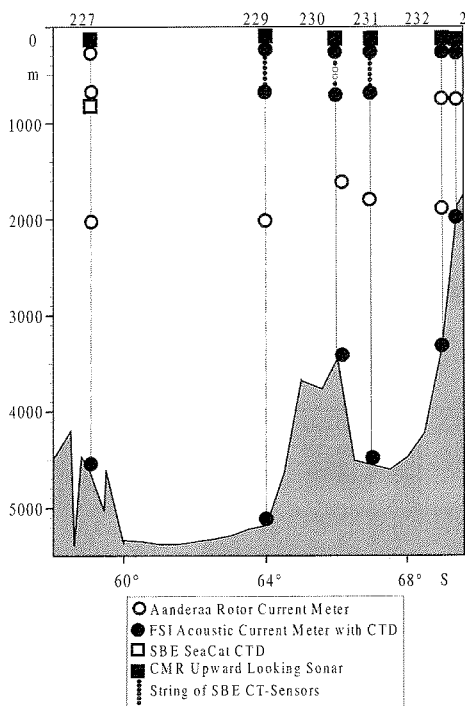


Abb. 1.19b: Verankerungen, die im Weddellmeer auf dem Nullmeridian ausgetauscht wurden.

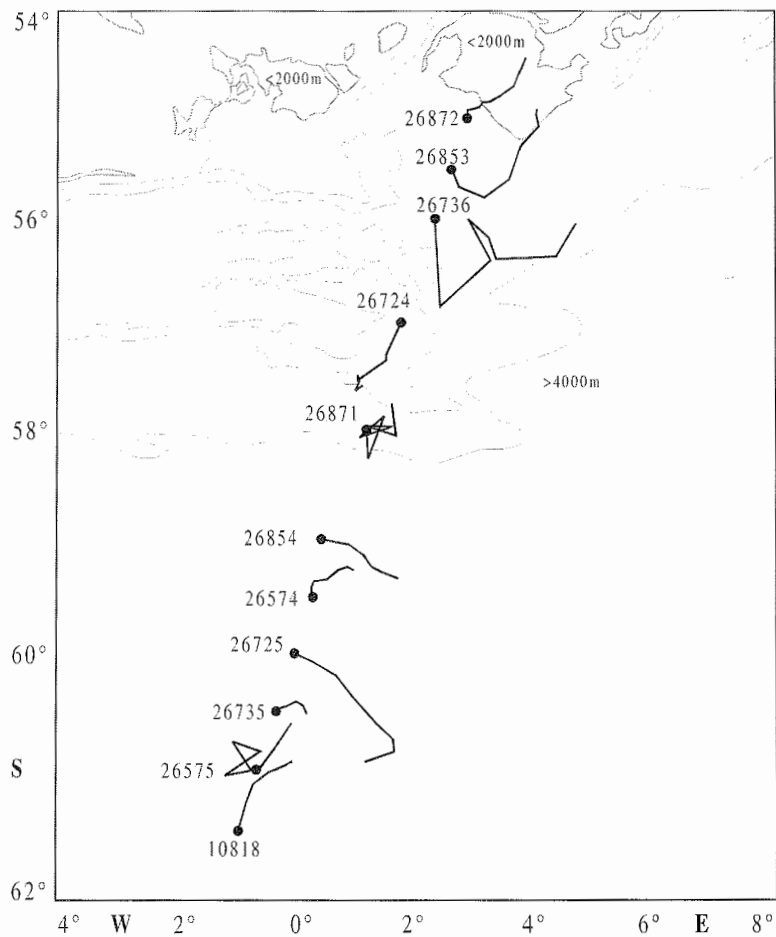


Abb. 1.20: Lage der APEX-Floats bei der Auslegung und Drift während der ersten Wochen

Tab. 1.4: Auslegung der APEX-Drifter während ANT XVIII/3

Instrument No	Serial no	ARGOS Id	Date	Time	Instrument start		Deployment	
					Date	Time	Latitude	Longitude
183	0442	26853	11.12.00	23:20	12.12.00	01:40	55° 00.79'S	2° 53.26'E
180	0445	26872	11.12.00	23:20	12.12.00	04:16	55° 30.31'S	2° 36.80'E
179	0441	26736	12.12.00	04:45	12.12.00	07:01	56° 00.2'S	2° 20.0'E
176	0438	26724	12.12.00	10:47	12.12.00	12:17	56° 59.9'S	1° 45.4'E
182	0444	26871	12.12.00	15:55	12.12.00	17:57	57° 59.9'S	1° 09.9'E
181	0443	26854	12.12.00	21:11	12.12.00	23:38	58° 59.5'S	0° 23.1'E
174	0436	26574	13.12.00	0:00	13.12.00	02:38	59° 30.05'S	0° 14.67'E
177	0439	26725	13.12.00	0:30	13.12.00	05:26	60° 00.1'S	0° 04.63'W
178	0440	26735	13.12.00	6:19	13.12.00	08:08	60° 30.0'S	0° 23.6'W
175	0437	26575	13.12.00	7:45	13.12.00	10:50	60° 59.7'S	0° 44.1'W
90	0331	10818	13.12.00	10:15	13.12.00	13:36	61° 30.48'S	1° 03.14'W

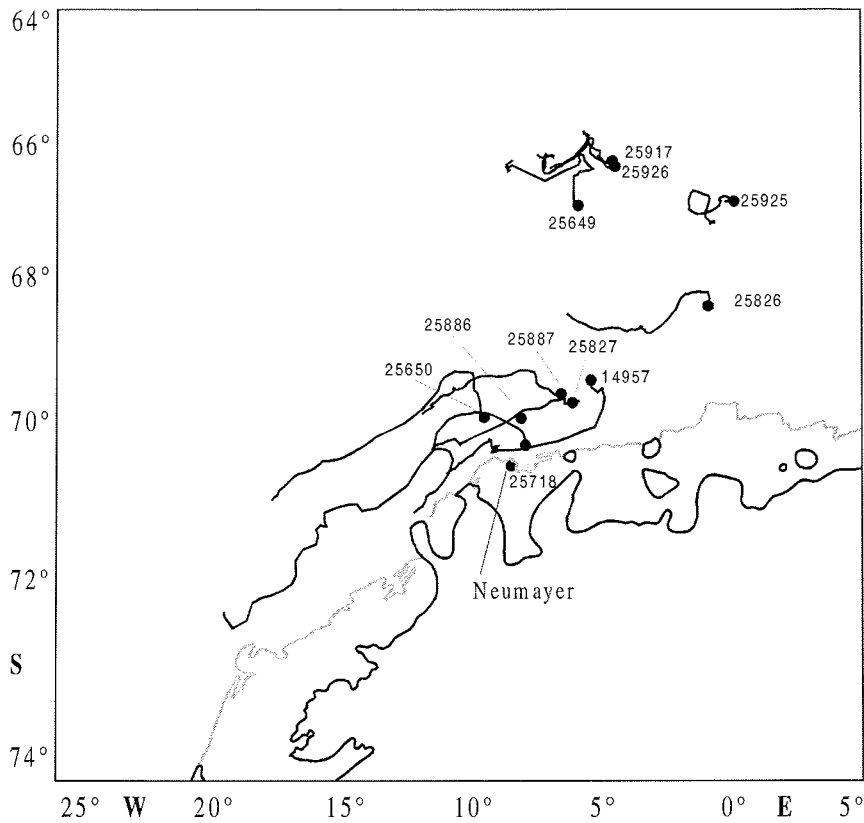


Abb. 1.21: Lage der Eisbergsender bei der Auslegung und Drift während der ersten Wochen

Tab. 1.5: Markierung von Eisbergen mit GPS-Sendern

ARGOS Id	Date	Time	Latitude	Longitude	Dimension of the Iceberg		
					Length (m)	Width (m)	Free Board (m)
25917	14.12.00	15:00	66° 16.98' S	04° 29.41' W	370	180	25
25926	14.12.00	16:00	66° 21.78' S	04° 23.16' W	180	180	25
25649	14.12.00	20:00	66° 58.01' S	05° 46.97' W	370	180	20
25887	15.12.00	10:15	69° 40.01' S	06° 25.95' W	750	370	30
25827	15.12.00	10:40	69° 46.95' S	06° 00.13' W	1100	750	42
25650	17.12.00	10:34	69° 58.96' S	09° 25.45' W	180	180	20
25886	17.12.00	11:08	69° 59.66' S	07° 58.58' W	360	360	36
25718	17.12.00	11:35	70° 20.92' S	07° 49.36' W	400	200	25
14957	19.12.00	14:11	69° 28.80' S	05° 17.63' W	360	360	35
25826	21.12.00	16:38	68° 27.03' S	00° 50.01' W	750	370	12
25925	22.12.20	14:10	66° 54.25' S	00° 11.23' W	440	180	30

Messung der Eigenschaften des Weddellmeer-Bodenwassers und des Konvektionszustandes westlich der Maudkuppe

Die Messungen sollen den möglichen Übergang von flacher zu tiefer Konvektion zeigen, der in Folge einer großen Polynja zu erwarten ist. Dieser Übergang erfolgt wahrscheinlich überraschend, so dass er nur mit verankerten Geräten gemessen werden kann, die frühzeitig ausgebracht wurden. Deshalb wird eine Serie von Verankerungen im Weddellmeer seit 1996 aufrecht erhalten (Abb. 1.19, Tab. 1.2 und 1.3), drei davon westlich der Maudkuppe, um die Schichtungsverhältnisse mit Temperatur/Salzgehalts-Modulen und die Eisdicke mit Eisecholoten zu messen. Auf der zentralen Verankerung bei der Maudkuppe wurde ein norwegischer Profilstrommesser eingesetzt.

Um den Süßwassereintrag durch Eisberge zu quantifizieren, wurden 11 Eisberge mit Sendern der Firma Sellmann, Kruse und Partner ausgestattet, die mit dem Hubschrauber auf Eisbergen abgesetzt werden und deren Signale von Satelliten empfangen werden (Abb. 1.21, Tab. 1.5). Der Satellit übermittelt die Daten zu einer Empfangsstation in Toulouse. Hier können die Positionen über eine Computerdatenleitung abgefragt werden. Um die Sender auszubringen, wurden geeignete Eisberge mit dem Hubschrauber angefliegen. Die Eisberge waren zwischen 12 und 42 m hoch und 180 bis 1100 m lang oder breit. Die Sender melden sich bis zu zwei Jahre lang einmal am Tag, so dass die gekennzeichneten Eisberge über Hunderte bis Tausende von Kilometern durch das Weddellmeer verfolgt werden können.

Nach der ersten Auslegung derartiger Sender während ANT XVI/2 sind einige bereits nach kurzer Zeit ausgefallen. Diese Ausfälle könnten das Kentern oder den Zerfall der markierten Eisberge anzeigen. Andererseits könnte auch nur der Sender selbst umkippen. Die Sender wurden in ein ca. 80 cm tiefes Bohrloch eingesetzt. Die Gehäuse der ersten Serie bestand aus dunklen KG-Rohren, die sich vermutlich durch die Sonneneinstrahlung erwärmt haben. Das führte zum Schmelzen der Standlöcher und zum Umkippen der Sender. Um das Erwärmen des Gehäuses zu verringern, wurden die Sender nun weiß lackiert. Eine weiß lackierte Fußplatte gibt den Sendern einen festeren Halt. Um die Auflagen des Umweltbundesamtes zu erfüllen, wurden die Gehäuse aus Aluminium gefertigt und mit einer Auftriebskugel bestückt. Um die Lageveränderung der Sender zu überwachen, wurden Neigungssensoren eingebaut.

Die Sender übertragen jeweils die 12-Uhr-Position und den Neigungswert über ARGOS. Die Position wird dabei mit einem GPS-Empfänger gemessen und ist wesentlich genauer und zuverlässiger als die von ARGOS berechnete Position. Weiterhin entfallen dadurch erhebliche Kosten, die für diesen Service berechnet werden. Die Datenübertragung hängt von der Verfügbarkeit der Satelliten im Einsatzgebiet ab. Mit einer Sendezeit von 6 Stunden pro Tag ist auf jeden Fall sichergestellt, dass eine tägliche Meldung korrekt übertragen wird.

Die Arbeiten stellen einen Beitrag zum BMBF-Verbunds CLIVAR dar, der ein Teil des "Climate Variability" Programms des "World Climate Research Programme" (WCRP) der UNESCO ist. Ferner erfolgen die Untersuchungen im Rahmen des von SCOR (Scientific Committee of Oceanographic Research) betreuten iAnzone Programms und tragen zum "Arctic Climate System Study/Climate and Cryosphere" (AC-

SYS/CliC) Programm des WCRP bei. Für dieses Programm sind die Eisecholote von besonderer Bedeutung, die Teil des "Antarctic Sea Ice Thickness Project" (ANSITP) sind. Die Verankerungen bei der Maudkuppe erfolgen in Kooperation mit der Universität von Bergen, Norwegen.

Der CTD-Einsatz

Während der Reise wurden 222 CTD-Stationen ausgeführt. Dazu wurde ein Gerät der Firma Seabird Electronics SBE911plus zusammen mit einem Kranzwasserschöpfer SBE32 mit 24 12-l-Schöpfern eingesetzt. Zusätzlich kam ein Gerät von Falmouth Scientific Instruments vom Typ Integrated Triton ICTD mit einem Kranzwasserschöpfer von General Oceanics ebenfalls mit 24 12-l-Schöpfern und die FSI-Auslöseeinheit zum Einsatz. Zur Bestimmung des Bodenabstands wurde ein Altimeter verwendet.

Die Wassertiefe wurde aus der CTD-Messung und der Altimeteranzeige bestimmt. Der Verlauf der Stationen ist in Tabelle 1.6 zusammengefasst. Beim Versagen des Altimeters wurden die Wassertiefen von Hydrosweep übernommen.

Mit dem Laborsalinometer Guildline 8400B wurden Salzproben zur Korrektur der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit der CTD-Sonde SBE 911plus mit der Seriennummer 0561 und der Seriennummer des Leitfähigkeitssensors C4 2325 gemessen. Insgesamt wurden 651 Salzproben in Tiefenstufen von 500 m vom Boden bis zur Oberfläche aus ca. 50 m Tiefe genommen. Der Salzgehalt aus der Salinometermessung wurde in eine in-situ Leitfähigkeit umgerechnet und die Differenz der Leitfähigkeit der Sonde minus der des Salinometers gebildet. Nachdem festgestellt wurde, dass die Differenz keine deutliche Abhängigkeit vom Druck aufweist und ebenfalls zeitlich keinen Trend zeigt, wurden Messfehler durch einen Filter eliminiert. Dabei wurde zunächst von allen Differenzen der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. In einem ersten Schritt wurden die Differenzen eliminiert, die außerhalb des Bereichs Mittelwert plus/minus der Standardabweichung lagen. In einem zweiten Schritt wurde die doppelte Standardabweichung genommen. Bei diesem Verfahren reduzierten sich die verfügbaren Salzproben auf 599. Abbildung 22 zeigt die Abhängigkeit der Differenz vom Druck nach dem Filtern der Messwerte. Eine druckabhängige Korrektur ist nicht erforderlich. Die zeitliche Veränderung wird deutlich, wenn die Differenz als Funktion der Stationsnummer aufgetragen wird (Abb. 1.23).

Der Verlauf zeigt, dass man für alle Stationen eine konstante Korrektur anbringen kann. Ein sprunghafte Änderung der Differenz und damit ein Defekt des Leitfähigkeitssensors wäre in einem Histogramm zu erkennen. Die symmetrische Verteilung um ein deutliches Maximum (Abb. 1.24) schließen eine derartige Veränderung aus. Eine endgültige Korrektur wird nach der Sensorkalibrierung beim Hersteller bestimmt. Diese vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass der Leitfähigkeitssensor während der Reise sehr zuverlässig gearbeitet hat, und keine aufwendigen Korrekturen erforderlich sein werden. Aufgrund der guten vorläufigen Ergebnisse wird man den Salzgehalt genauer als ± 0.002 angeben können. Der Mittelwert der Leitfähigkeitsdifferenz beträgt 0.0048 mit einer Standardabweichung von 0.0012.

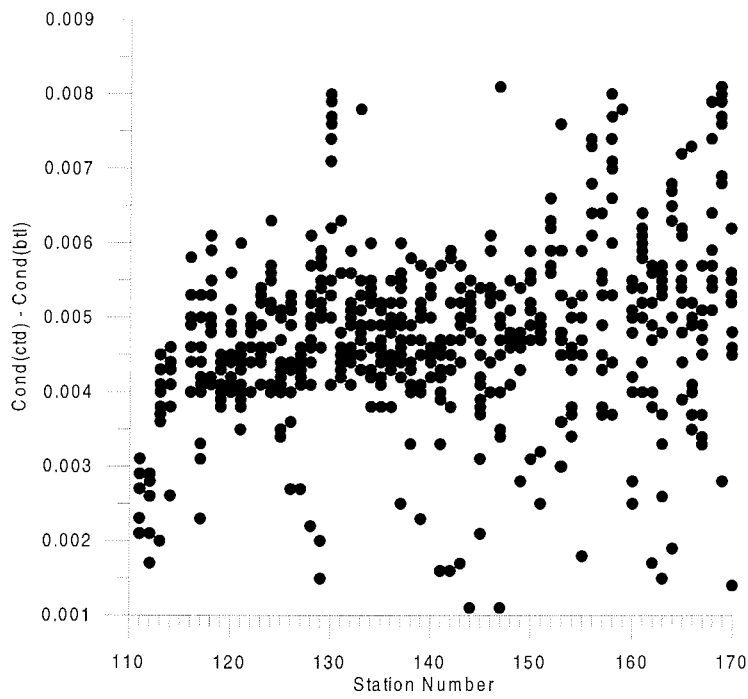


Abb. 1.22: Leitfähigkeitsdifferenz in Abhängigkeit des Drucks zur Untersuchung der Druckabhängigkeit des Sensors

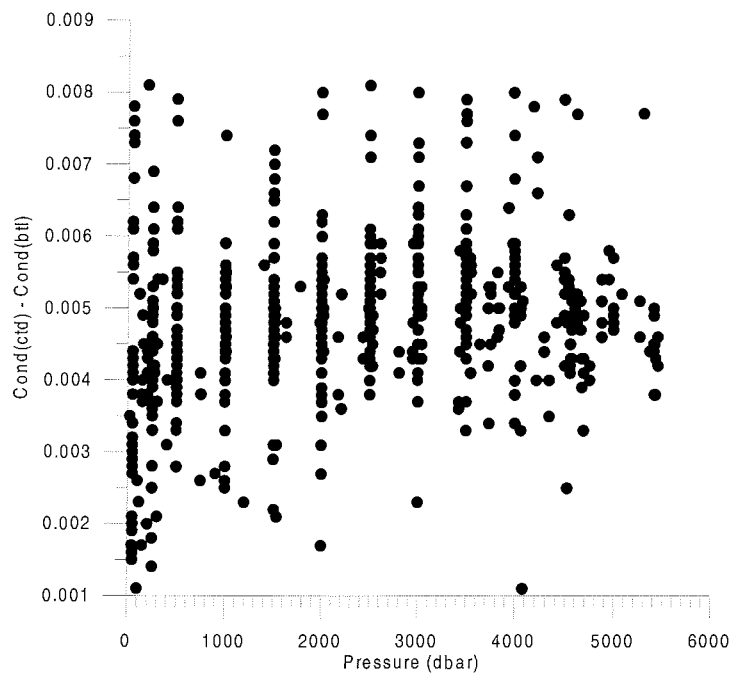


Abb. 1.23: Leitfähigkeitdifferenz in Abhängigkeit der Stationsnummer zur Untersuchung der zeitlichen Stabilität des Sensors

Tab. 1.6: CTD-Stationen während ANT XVIII/3 (Geographische Breite und Länge ist in Grad und Minuten angegeben. Das Minuszeichen gibt entsprechend über die südliche- oder westliche Lage Auskunft.).

Station	Cast	Instr.	Datum			Uhrzeit	Geogr. Breite		Geogr. Länge		Tiefe	Altimeter	Anmerkungen
109	02	0561	11	12	2000	09 37	-54	-28.93	-03	-04.59	315	-9	Test-Station, Winde EL 32
110	02	1360	18	12	2000	19 03	-70	-29.34	-08	-07.40	280	7	Test-Station, Winde EL 31, Flasche 16 nicht geschlossen: Nylonschnur eingeklemmt.
110	03	0561	18	12	2000	19 35	-70	-29.45	-08	-07.07	268	-9	Flasche 23 geschlossen ohne Auslösebefehl.
111	01	0561	20	12	2000	04 45	-69	-35.90	-00	-05.17	1571	10	Flasche 23 entfernt aufgrund Fehlfunktion des Auslösehakens an der Auslöseeinheit.
													Altimeter mit Spikes.
112	01	0561	20	12	2000	07 19	-69	-23.77	-00	-02.80	2016	10	Flasche 23: Auslösehaken repariert.
113	01	0561	21	12	2000	02 54	-68	-59.31	-00	-00.07	3390	12	Altimeter mit Spikes.
114	01	0561	21	12	2000	07 17	-69	-14.98	00	06.02	3000	10	
116	01	0561	21	12	2000	17 45	-68	-45.25	-00	-03.32	3394	6	
117	01	0561	21	12	2000	21 38	-68	-30.29	-00	-00.64	4239	10	
118	01	0561	22	12	2000	03 00	-67	-59.97	00	00.09	4495	13	Zahlreiche Altimeter Spikes.
119	01	0561	22	12	2000	07 35	-67	-29.94	-00	-00.08	4611	12	Datenerfassung wurde lange vor dem Fierenprofil gestartet.
120	01	0561	22	12	2000	13 42	-66	-59.97	-00	-00.25	4690	14	
121	01	0561	22	12	2000	22 06	-66	-26.46	-00	-07.53	4290	16	
121	02	1360	23	12	2000	00 43	-66	-26.54	-00	-07.93	4288	12	Wiederholungsprofil mit FSI CTD. Aufgrund von Windenproblemen (EL31) wurde während des Hievenprofils kurzzeitig gefiert.
122	03	0561	23	12	2000	19 03	-65	-57.81	00	14.57	3404	11	
123	01	0561	23	12	2000	22 50	-66	-15.34	-00	-00.29	3714	12	
124	01	0561	24	12	2000	04 20	-65	-35.03	-00	-00.41	3779	10	
125	01	0561	24	12	2000	09 16	-64	-59.82	-00	-00.07	3690	11	
125	02	1360	24	12	2000	11 44	-64	-59.43	00	00.21	3678	10	Wiederholungsprofil mit FSI CTD.
126	01	0561	25	12	2000	08 15	-65	-00.22	02	21.96	2196	14	
127	01	0561	25	12	2000	19 22	-64	-59.59	01	09.39	2768	11	
128	01	0561	26	12	2000	01 10	-64	-30.22	-00	-00.49	4618	15	
129	01	0561	26	12	2000	11 02	-63	-58.53	00	03.30	5189	13	Bordeinheit zeigt Fehler der Unterwassereinheit während des Hievenprofils.
130	01	0561	26	12	2000	19 38	-63	-29.77	-00	-00.06	5239	15	
131	01	0561	27	12	2000	00 57	-63	-00.04	00	00.12	5280	18	
132	01	0561	27	12	2000	06 26	-62	-29.83	-00	-00.34	5380	7	Altimeter mit Ausfällen. Einige Werte kurz über dem Boden konnten erfasst werden.

69

Tab. 1.6 (Fortsetzung)

Station	Cast	Instr.	Datum			Uhrzeit	Geogr. Breite		Geogr. Länge		Tiefe	Altimeter	Anmerkungen
133	01	0561	27	12	2000	12 00	-61	-59.86	00	00.01	5340	20	Altimeterprobleme, siehe oben.
134	01	0561	27	12	2000	18 17	-61	-29.98	-00	-00.10	5363	16	Altimeterproblem
135	01	0561	27	12	2000	23 48	-60	-59.98	00	00.20	5340	25?	Vollständiger Ausfall des Altimeters. Profildende 50 m über der angezeigten Lottiefe (Instrumententiefe aus Druck berechnet).
136	01	0561	28	12	2000	05 20	-60	-29.90	-00	-00.03	5320	35	
137	01	0561	28	12	2000	10 50	-60	-00.00	-00	-00.02	5323	31	
138	01	0561	28	12	2000	16 30	-59	-29.82	-00	-00.45	4614	10	
139	01	0561	29	12	2000	00 12	-58	-30.00	-00	-00.28	4154	20?	Vollständiger Ausfall des Altimeters Profildende 40 m (Instrumententiefe aus Druck berechnet) über der angezeigten Lottiefe.
140	01	0561	29	12	2000	05 16	-58	-59.70	00	04.08	4469	5	Altimeteranzeige unbrauchbar. Werte schwanken zwischen 100 and 5 m.
141	01	0561	29	12	2000	18 30	-57	-59.86	00	00.28	4487	01	Datasonics Altimeter ersetzt durch Benthos- Altimeter. Stop auf 1250 m während des Fierenprofils aufgrund von Windenproblemen. Stop auf 2500 m zum Vergleich mit der Lottiefe. Gerät auf Grund gesetzt. Dadurch kam es zum Verdrehen des Windenkabels, wodurch es beschädigt wurde. Keine Altimeteranzeige.
142	01	0561	29	12	2000	23 56	-57	-29.91	-00	-00.06	3920	23	Benthos Altimeter durch Datasonics Altimeter ersetzt (Stecker wurden gereinigt und gefettet). Altimeter mit einigen brauchbaren Anzeigen.
143	01	0561	30	12	2000	04 42	-56	-59.88	00	00.12	3785	17	
144	01	0561	30	12	2000	18 39	-56	-29.83	00	00.07	4021	28	Halterung der Flasche 9 abgebrochen. Flasche 9 leckt. Flasche 1: eingeklemmte Nylonschnur der Thermometerhalterung.
145	01	0561	30	12	2000	23 34	-56	-00.00	00	00.06	3700	18	
146	01	0561	31	12	2000	13 09	-54	-29.77	00	02.06	1759	-9	Altimeterausfall (keine Anzeige).
147	01	0561	01	01	2001	21 32	-55	-30.09	00	00.26	3682	26	Ei 32: Altimeterstecker gereinigt und gefettet. Brauchbare Altimeteranzeige. Windenkabel aufgrund hoher See beschädigt.
148	01	0561	02	01	2001	02 52	-55	-00.23	00	00.30	1616	29	EL 31
149	01	0561	02	01	2001	09 30	-53	-59.88	00	00.10	2402	40*	Keine Altimeteranzeige
150	01	0561	02	01	2001	14 31	-53	-30.00	00	00.15	2577	40*	Keine Altimeteranzeige

Tab. 1.6 (Fortsetzung)

Station	Cast	Instr.	Datum			Uhrzeit		Geogr. Breite		Geogr. Länge		Tiefe	Altimeter	Anmerkungen
151	01	0561	02	01	2001	23	21	-53	-00.11	00	01.81	2470	10	Altimeter gegen Bodenmelder ersetzt (10 m Vorlauf).
152	01	0561	03	01	2001	04	13	-52	-30.01	00	00.03	2582	10	Flasche 7 leckt.
153	01	0561	03	01	2001	09	07	-52	-00.03	00	00.11	2922	20*	Kein Bodenkontaktsignal.
155	01	0561	04	01	2001	03	58	-49	-59.72	00	00.22	3590	20*	Flasche 11: Halterung gebrochen.
156	01	0561	04	01	2001	12	16	-49	-00.07	00	00.46	3899	*	Kein Bodenkontaktsignal. Flasche 5: Lüftungsventil verloren.
157	01	0561	04	01	2001	20	58	-47	-59.95	00	00.76	3922	*	Flasche 1: Nylionschnur der Thermometerhalterung eingeklemmt.
158	01	0561	05	01	2001	05	00	-47	-29.35	01	16.67	4174	*	Flasche 1: Ein Thermometer zeigt niedrige Batteriespannung.
159	01	0561	05	01	2001	13	07	-46	-58.80	02	32.44	4161	*	Erneuter Einbau des Datasonic-Altimeters nach Überprüfung. Gerät arbeitet nicht zuverlässig.
160	01	0561	05	01	2001	21	58	-46	-27.75	03	47.44	4474	*	Flasche 17 und 21: gebrochene Halterung, Flaschen wurden ersetzt.
161	01	0561	06	01	2001	06	19	-45	-57.23	05	02.26	4868	40	
162	01	0561	06	01	2001	13	38	-45	-26.27	06	16.97	4515	*	
163	01	0561	06	01	2001	20	45	-44	-55.71	07	29.03	4373	*	
164	01	0561	07	01	2001	05	30	-44	-24.96	08	42.22	4488	*	
165	01	0561	07	01	2001	13	20	-43	-54.41	09	53.38	4593	*	
166	01	0561	07	01	2001	21	44	-43	-23.55	11	04.44	4532	*	
167	01	0561	08	01	2001	06	05	-42	-58.70	11	57.07	4589	*	
168	01	0561	08	01	2001	17	07	-42	-00.00	12	00.13	4799	*	Hydrosweeptiefe: 3700 – 5000 m
169	01	0561	09	01	2001	01	13	-41	-00.06	12	00.05	4555	65*	
170	01	0561	09	01	2001	09	02	-39	-59.89	12	00.04	4800	45*	Flasche 18 mit gebrochener Halterung. Flasche wurde ersetzt.
171	01	0561	09	01	2001	17	19	-39	-13.16	12	48.19	4785	24.7	Altimeter mit zuverlässiger Anzeige. Letzte Salzprobenentnahme und Ablesung der Thermometer.
172	01	0561	10	01	2001	01	39	-38	-26.64	13	36.84	4910	*	
173	01	0561	10	01	2001	08	43	-37	-39.54	14	24.44	4999	27	Altimeter mit brauchbarer Anzeige.
174	01	0561	10	01	2001	15	20	-36	-52.28	15	11.31	4842	26	Altimeter mit brauchbarer Anzeige.
175	01	0561	11	01	2001	22	48	-36	-05.77	15	58.62	4532	60	
176	01	0561	11	01	2001	07	17	-35	-19.19	16	44.57	3794	20	
177	01	0561	11	01	2001	11	00	-34	-32.00	17	30.00	2000	*	

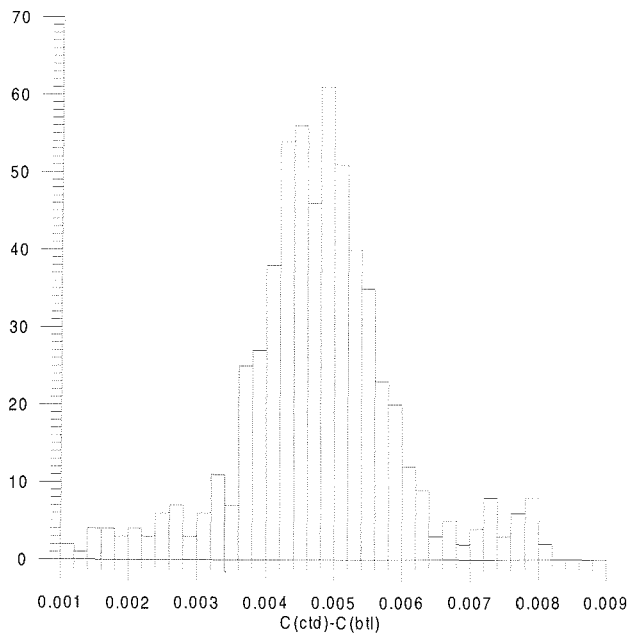


Abb. 1.24: Histogramm der Leitfähigkeitsdifferenz

Genehmigung der ozeanographischen Arbeiten durch das Umweltbundesamt

Die Genehmigung der ozeanographischen Arbeiten durch das Umweltbundesamt erfolgte am Tag vor dem Auslaufen unter der Auflage, durch akustische und optische Überwachung sicher zu stellen, dass sich keine Meeressäuger in einer Entfernung von 100 m vom Schiff befinden, wenn akustische Anlagen zum Einsatz kommen.

Bei den Anlagen, die unter diese Auflagen fallen, handelt es sich um das Fächerlot Hydrosweep DS-2 zur Erfassung der Bodentopographie und die Schallgeber (Hydrophone) zur Auslösung der Verankerungen.

Das Fächerlot Hydrosweep wurde am 13. Dezember 2000 beim Überschreiten des 60. Breitengrades nach Süden abgeschaltet und am 28. Dezember bei der Überquerung nach Norden wieder angeschaltet. Dazwischen erfolgte der Betrieb nur nach

Bedarf während Verankerungsarbeiten und nach Ausschluss der Anwesenheit von Meeressäugern im Umkreis von 100 m. Das Einschalten erfolgte mit einem „soft start“, indem zuerst nur der Zentralstrahl eingeschaltet wurde und nach 20 Minuten die Seitenstrahlen zugeschaltet wurden. Die Gefährdung von Meeressäugern wurde durch visuelle und akustische Überwachung ausgeschlossen.

Visuelle Überwachung

Die visuelle Überwachung erfolgte durch Beobachtung vom Krähenest durch ein Mitglied der ozeanographischen Wache und durch die Offiziere auf der Brücke. Da sich bei Verankerungsarbeiten immer mehrere Personen an Deck aufhalten, wurde auch von Deck aus beobachtet. Während vom Krähenest und von der Brücke aus die mögliche Annäherung im Fernfeld zu erkennen ist, erlaubt der Ausblick von der Brücke und dem Arbeitsdeck die Überwachung des Nahbereichs von 100 m Umkreis. Es ist zu berücksichtigen, dass die Sichtung von Walen (da sie nur selten erfolgt), als besonderes Ereignis zur Kenntnis genommen wird. Dadurch wurde die Pflichtwache nahezu kontinuierlich durch einen größeren Personenkreis verstärkt. Daher ist auszuschließen, dass sich ein Wal zu den Zeiten unbemerkt genähert hat, zu denen Verankerungsarbeiten stattgefunden haben. Insbesondere bei der Verankerungsaufnahme ist die intensive Beobachtung der Schiffsumgebung unumgänglich. Da die Sicht bei allen Verankerungen gut bis sehr gut war und nur kurzfristig durch Schneeschauer reduziert wurde, wären Meeressäuger im Umkreis von Kilometern zu erkennen gewesen. Damit stellt die visuelle Überwachung von der Brücke und dem Krähenest eine sichere Grundlage dar, die Anwesenheit von Meeressäugern im geforderten 100-m-Bereich auszuschließen. Da keine Sichtung im Umkreis von mehreren Kilometern erfolgte, ist auszuschließen, dass ein Tier durch den Einsatz der Akustik beeinträchtigt wurde.

Die zuständigen Wachen für die Besetzung des Krähenests wurden schon auf der Anreise durch Beobachtung der Meeresoberfläche auf die Walüberwachung vorbereitet. Dies erfolgte stündlich im Rahmen der Eiswache. Dazu lagen Bestimmungsbücher mit Walsilhouetten bereit. Die Wache zog eine Stunde vor dem Einsatz akustischer Methoden im Krähenest auf und wurde solange beibehalten, bis keine akustischen Verfahren mehr benötigt wurden. Das bedeutet bei der Verankerungsaufnahme, dass keine Peilung mehr erfolgte, nachdem die Verankerung klar gesichtet wurde. Bei der Auslegung erfolgte die Überwachung eine Stunde vor dem Einsatz des Hydrosweep, bzw. eine Stunde vor dem Einsatz des Hydrophons für den Absetzauslöser, wenn das Hydrosweep nicht eingesetzt wurde. Die Überwachung wurde protokolliert.

Akustische Überwachung

Zur akustischen Überwachung wurde ein breitbandiges Hydrophon mit einem dafür kalibrierten Verstärker eingesetzt. Die erfassten Geräusche wurden auf einem DAT-Recorder aufgezeichnet und gleichzeitig über Kopfhörer oder Lautsprecher von einem Wächter mitgehört. Mit dieser Maßnahme sollten Meeressäuger im Nahbereich des Schiffes rechtzeitig identifiziert werden, die sich tauchend genähert haben könnten. Durch die späte Mitteilung der Auflagen durch das UBA, (am Tag vor dem Aus-

laufen der POLARSTERN in Kapstadt) musste das Material mit einem Kurier nach Kapstadt nachgeschickt werden. Um den Kurier abzuwarten, musste das Auslaufen verschoben werden. Der Kurier konnte eine Anlage im Handgepäck transportieren, die er am 6. Dezember an Bord brachte. Zwei Ersatzhydrophone mit Kabel hatte er im Gepäck, das zunächst verloren ging. Nachdem das Gepäck schließlich in Kapstadt angekommen war, wurde es auf Vermittlung des Agenten mit Adventure Network International über Umwege zur Neumayer-Station geflogen und kam dort bei der Versorgung an Bord. Glücklicherweise wurde das erste Hydrophon nicht beschädigt, so dass der Ersatz nicht zum Einsatz kam.

Auf der Anreise erfolgte die Einrichtung der Anlage und die Einweisung des Wachpersonals. Die Überwachung erforderte ein besonderes Training, da das Schiffsgeschall dominiert und das potentielle Geräusch von Meeressäugern nur mit großer Anstrengung erkannt werden kann. Zu diesem Zweck wurden dem Wachpersonal die unterschiedlichen Meeressäugergeräusche von Kassettenaufnahmen vermittelt. Während der Versorgung bei der Neumayer-Station wurde die Horchanlage auf dem Meereis in größerer Entfernung vom Schiff durch eine Bohrung ausgebracht und betrieben, wobei alle zukünftigen Wachen anwesend waren. Es wurden Robbengeräusche gehört und auf Band registriert. Damit wurde sichergestellt, dass das Gerät geeignet ist, Meeressäugergeräusche aufzunehmen, und dass das Wachpersonal in der Lage ist, diese Geräusche zu identifizieren. Da diese Überwachung bei Verankerungsarbeiten kontinuierlich mit großer Aufmerksamkeit erfolgen musste, waren damit mehrere Personen gebunden.

Vom Schiffspersonal wurde ein ausfahrbarer Galgen gebaut, mit dem das Hydrophon in 2 m Abstand zur Bordwand zu Wasser gebracht werden konnte. Das Hydrophon befand sich ca. 2 m unter der Wasseroberfläche. Durch den Abstand von der Schiffswand wurden die Störgeräusche reduziert. Weil das Hydrophonkabel nicht lang genug war, wurde anfangs über Köpfhörer an Deck gehorcht. Das konzentrierte Horchen in der Kälte erforderte häufige Ablösung. Die Verlängerung des Kabels ermöglichte, die Horchstelle auf den Windenleitstand zu verlegen und mit Lautsprechern zu betreiben. Dadurch wurde erreicht, dass das Wachpersonal geringerer Ermüdung ausgesetzt war und mehrere Personen die Geräusche hören konnten. Im Verlauf der Arbeiten wurde ein elektronischer Filter entwickelt, der die Störung durch das Schiffgeräusch verringerte. Die Funktion des Filters wurde mit den vorhandenen Kassetten mit Walgeräuschen überprüft.

Bei Stationen im Eis war die kontinuierliche Benutzung des Hydrophons nicht möglich, da es durch den Eisgang zerquetscht worden wäre. Deshalb musste es dem Eisgang entsprechend jeweils kurzzeitig an Bord genommen werden. Diesen Bedingungen wurde mit zwei Maßnahmen begegnet:

1. Hydrosweep wurde bei Verankerungsarbeiten im Eis nicht benutzt, was allerdings nur möglich war, da die günstigen Wetterbedingungen Tiefenkorrekturen bei der Auslegung ermöglichten. Dies führte allerdings zu erheblichen Zeitverlusten und Risiken.
2. Die visuelle Überwachung wurde fortgesetzt, um auszuschließen, dass sich ein Tier unbemerkt annähert, während das Hydrophon nicht im Wasser ist.

1.5 DIE DIATOMEENVERTEILUNG IN DER ANTARKTISCHEN ZONE

Friedel Hinz und Georgia Klein (AWI)

Das Ziel der biologischen Arbeiten war es, möglichst viele Populationen der wichtigsten Diatomeenarten zu sammeln, um die Stellung der Diatomeen als Primärproduzenten im Ökosystem Antarktis/Südatlantik besser zu verstehen und Größenprofile erstellen zu können.

Möglichst viele Diatomeenarten wurden an Bord in Kulturen überführt, um mit den zurückgebrachten Taxa in Bremerhaven Experimente und Studien durchführen zu können.

Ogleich über die Gattung *Corethron* bereits zahlreiche Daten vorhanden sind, war es notwendig Wissenslücken über diese und andere Taxa zu schließen. Bisher waren noch keine Proben aus dem Arbeitsgebiet zu dieser Jahreszeit vorhanden. Dazu wurden Proben mit 23 Multinetzfängen bis in 300 m Tiefe und mit 38 Apsteinnetzfangen genommen. Sie werden dann eine der größten Diatomeensammlungen der Welt bereichern, die als „Friedrich-Hustedt-Arbeitsplatz für Diatomeenkunde“ im AWI gepflegt und fortgeführt wird. Sie wurde 1968 nach Hustedts Tod, der sie als größte Sammlung in privater Hand aufgebaut hatte, an das Institut für Meeresforschung in Bremerhaven übergeben und umfasst heute 80.000 Präparate. Damit bildet sie eine Grundlage zur Artenbestimmung. Dies ist notwendig, um gegenwärtige aquatische Ökosysteme exakt beschreiben zu können, und um aus der Zusammensetzung fossiler Arten in Sedimentproben die Veränderung der Umweltbedingungen zu erkennen.

1.6 DANKSAGUNG

Die umfangreichen Arbeiten während dieses Abschnitts konnten nur durch partnerschaftliches Zusammenwirken von Besatzung und wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer/innen erfolgreich durchgeführt werden. Wir danken Kapitän Keil und seiner Besatzung für die gute Zusammenarbeit, die sich wieder einmal bewährt hat. Wir möchten auch allen denen, ohne sie einzeln nennen zu können, recht herzlich danken, die an Land durch ihren Einsatz und ihre Unterstützung bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung dieser Reise den erfolgreichen Abschluss ermöglicht haben.

1.7 Stationsliste ANT XVIII/3

Date	Station No	Time (UTC)	Latitude	Longitude	Depth (m)	Operation
11.12.00	109	20:58	54°28,9'S	03°04.4'E	307	MN, CTD, AP, MN
		22:26	54°28,9'S	03°04.9'E	305	
18.12.00	110	18:25	70°29,3'S	08°07.8'W	276	MN, CTD, AP, CTD
		20:02	70°29,5'S	08°06.7'W	267	
20.12.00	111	04:50	69°35,9'S	00°05,2'W	1569	CTD
		05:50	69°35,7'S	00°05,4'W	1570	
	112	07:11	69°23.9'S	00°02,7'W	2012	CTD, AP, Pütz, REC 233-4, DPL 233-5,
		14:35	69°23.73'S	00°04.04'W	1969	
21.12.00	113	17:55	68°59,7'S	00°02,3'W	3392	REC 232-4 CTD
		04:40	68°59,0'S	00°001,1'E	3448	
21.12.00	114	07:18	69°15,0'S	00°06.9'E	2929	CTD
		08:57	69°14.6'S	00°06,1'E	2967	
	115	12:00	68°59,3'S	00°03,1'W	3399	MN, DPL 232-5,
		15:31	68°59,49'S	00°02,18'W	3404	
	116	17:40	68°45,2'S	00°03.4'W	3440	CTD
		19:20	68°45,2'S	00°03.3'W	3442	
	117	21:36	68°30,3'S	00°00,7'W	3720	CTD
		23:42	68°29,9'S	00°00,2'W	3977	
22.12.00	118	02:58	68°00,0'S	00°00,1'E	4518	CTD
		04:59	67°59,8'S	00°00,6'E	4520	
	119	07:39	67°29,9'S	00°00,9'E	4638	CTD, AP, MN
		10:31	67°30,0'S	00°01,2'E	4634	
	120	13:41	67°00,00'S	00°00,2'W	4712	CTD
		16:04	67°00,02'S	00°00,7'W	1714	
	121	19:50	66°27,1'S	00°07,5'W	4296	MN, CTD, CTD REC 231-3 DPL 231-4
		23.12.00	10:57	66°30,0'S	00°01,8'W	
	122	13:45	66°00,0'S	00°10,5'E	3494	REC 230-2 DPL 230-3, CTD
		20:53	65°57,9'S	00°15,6'E	3431	
24.12.00	123	22:50	66°15,4'S	00°00,3'W	3723	CTD
		00:50	66°15,5'S	00°00,1'W	3754	
	124	04:21	65°35 S	00°00,5'W	3815	CTD
		06:21	65°35.4'S	00°00,3'W	3804	
	125	09:14	64°54,8'S	00°00,0'E	3733	CTD, AP, MN, CTD
		13:26	64°59,1'S	00°00,7'E	3715	
25.12.00	126	08:12	65°00,2'S	02°22,0'E	2236	CTD, MN, AP
		10:09	65°00,3'S	02°23,6'E	2215	
	127	19:18	64°59,6'S	01°09,5'E	2814	CTD
		20:45	65°00,0'S	01°09,2'E	2822	
26.12.00	128	01:06	64°30,2'S	00°00,3'W	4671	CTD
		03:27	64°30,9'S	00°01,6'W	4662	
	129	07:00	63°57,9'S	00°02,5'W	5209	REC 229-3,CTD DPL 229-4, MN, AP
		16:30	63°59 S	00°04,1'E	5202	
	130	19:34	63°29,8'S	00°00,5'W	5247	CTD
		21:54	63°29,5'S	00°00,4'W	5247	
27.12.00	131	00:57	63°00,0'S	00°00,2'E	5311	CTD
		03:21	63°00,3'S	00°01,6'W	5312	
	132	06:25	62°29,8'S	00°00,3'W	5348	CTD
		08:55	62°30,1'S	00°00,8'W	5348	
	133	12:00	61°59,8'S	00°00,0'	5371	CTD, AP, MN
		15:14	62°00,0'S	00°00,2'W	5370	

Date	Station No	Time (UTC)	Latitude	Longitude	Depth (m)	Operation
	134	18:13 20:48	61°30,0'S 61°29,9'S	00°00,0'W 00°00,3'E	5388 5388	CTD
28.12.00	135	23:47 02:15	61°00,0'S 61°00,2'S	00°00,2'E 00°00,6'E	5390 5390	CTD
	136	05:17 07:47	60°30,0'S 60°30,0'S	00°00,0'W 00°00,6'E	5367 5368	CTD Handnetz
	137	10:49 13:52	60°00,0'S 60°00,4'S	00°00,0' 00°00,1'E	5361 5385	CTD, AP, MN
	138	16:30 18:40	59°29,9'S 59°30,0'S	00°00,5'W 00°00,3'W	4655 4664	CTD
29.12.00	139	00:14 02:12	58°30,0'S 58°29,7'S	00°00,3'W 00°00,1'E	4216 4130	CTD
	140	05:12 12:28	58°59,7'S 59°05,0'S	00°04,1'E 00°03,8'E	4503 4695	CTD, REC 227-6 DPL227-7, MN, AP
	141	18:39 20:55	57°59,9'S 58°00,4'S	00°00,2'E 00°00,9'E	4531 4490	CTD, AP
30.12.00	142	23:53 01:49	57°29,9'S 57°29,7'S	00°00,1'E 00°00,6'W	3953 3954	CTD
	143	04:37 15:29	56°59,9'S 56°56,8'S	00°00,1'E 00°01,1'E	3751 3751	CTD, MN, AP REC 288-3 REC 228-4 DPL 228-5
	144	18:36 20:32	56°29,3'S 56°30,0'S	00°00,0' 00°00,3'E	4076 4047	CTD, AP
31.12.00	145	23:32 01:21	56°00,0'S 56°00,3'S	00°00,1'E 00°00,2'E	3790 3757	CTD, AP
	146	09:20 14:06	54°30,1'S 54°29,9'S	00°01,7'E 00°01,6'E	1727 1740	REC 238-2 DPL 238-3 MN, AP, CTD
01.01.01	147	21:30 23:30	55°30,1'S 55°31,2'S	00°00,3'E 00°00,3'E	3775 3876	CTD
02.01.01	148	02:50 03:45	55°00,2'S 55°00,5'S	00°00,4'E 00°00,1'E	1739 1764	CTD
	149	09:34 11:25	54°00,0'S 54°01,1'S	00°00,0' 00°00,6'W	2562 2492	CTD, AP, MN
	150	14:32 15:51	53°30,0'S 53°29,9'S	00°00,1'E 00°00,4'E	2678 2676	CTD
03.01.01	151	18:50 00:41	53°00,1'S 53°00,8'S	00°00,3'E 00°01,3E	2538 2484	239-1 erfolglos DPL 239-2 MN, AP, CTD
	152	04:10 05:35	52°30 S 52°30,1'S	00°00,1'E 00°00,3'E	2663 2641	CTD
	153	09:08 12:28	52°00,0'S 52°00,3'S	00°00,1'E 00°02,1'E	2993 3000	CTD, Handnetz MN, Windenseil
	154	18:58 20:23	50°59,9'S 51°00,7'S	00°00,1'W 00°00,5'W	2260 2178	CTD, AP
04.01.01	155	04:00 06:28	49°59,7'S 50°01,2'S	00°00,2'E 00°01,3'E	3641 3617	CTD, AP, MN
	156	12:16 14:55	49°00,1'S 49°00,0'S	00°00,1'E 00°00,6'E	3952 3954	CTD, MN
	157	20:20 23:00	48°00,0'S 47°59,7'S	00°00,1'E 00°00,9'E	3973 3939	MN, AP, CTD
05.01.01	158	05:07 07:48	47°29,6'S 47°29,0S	01°17,0'E 01°16,6'E	4225 4228	CTD, MN

Schiff aus, ungünstige Wetterbedingungen aber auch die Beobachtung durch Hubschraubereinsatz stark behindern bzw. unmöglich machen. Diese ungünstigen Randbedingungen verändern sich auch im weiteren Verlauf der Reise nicht.

Nach dem Ablaufen aus der Bransfieldstraße führt der Transit zur Neumayer-Station nördlich der Süd-Orkney-Inseln vorbei, und von dort in direktem südöstlichen Kurs auf Neumayer zu. Allgemeine Wetterbedingungen sowie die Packeisbedingungen im NW-Arm des Weddellwirbels erweisen sich als günstig und ermöglichen ein rasches Vorankommen. Auf der Basis der mittelfristigen Wettervorhersage wird entschieden, zunächst Kapp Norvegia anzulaufen und dort die Verankerungen W10 und W11, die im Vorjahr wegen der fortgeschrittenen Neueisbildung nicht hatten aufgenommen werden können, aufzunehmen. Kapp Norvegia wird am Morgen des 10. Februars erreicht und die Verankerungen ohne Verzögerung aufgenommen. POLARSTERN läuft weiter in der Küstenpolynya Richtung Neumayer-Station und führt vier weitere Krill-Stationen durch.

Am Morgen des 11. Februars wird die eisfreie Atkabucht erreicht und an einer geeigneten Stelle für die Ladearbeiten angelegt. Die Ladearbeiten werden am 11. Februar zügig durchgeführt und weitgehend abgeschlossen. Restarbeiten werden am folgenden Morgen durchgeführt. Mit 27 neu Eingeschiffen, den Alt-Überwinterern sowie Mitarbeiter der verschiedenen Sommerprojekte im Umfeld der Neumayer-Station, der Geologie der Kottasberge, aus EPICA/Kohnen und den Aerogeophysikalischen Projekten tritt POLARSTERN am Nachmittag des 12. Februars die Rückreise nach Punta Arenas an.

Ungewöhnlich ruhige Wetterverhältnisse bei der Durchquerung des Weddellmeeres ermöglichen die Durchführung zusätzlicher Krill-Stationen über dem Schelf unmittelbar nach dem Ablaufen aus der Atkabucht am 12. Februar, wie auch nördlich der Süd-Orkney-Inseln am 16. Februar sowie einen weiteren Wal-Survey mit dem Hubschrauber nördlich Elephant Island am 18. Februar.

Am 18. Februar gegen 11 Uhr werden die Forschungsarbeiten eingestellt und POLARSTERN nimmt direkten Kurs auf die Magellan-Straße. Der Magellan-Lotse geht am 21. Februar um 23 Uhr bei Posession Bay an Bord. Nach insgesamt 39 Tagen auf See und einer Strecke von 8456 Seemeilen schließt FS POLARSTERN am 22. Februar um 08:00 Uhr den Expeditionsabschnitt ANT-XVIII/4 an der Mardones-Pier in Punta Arenas erfolgreich ab.

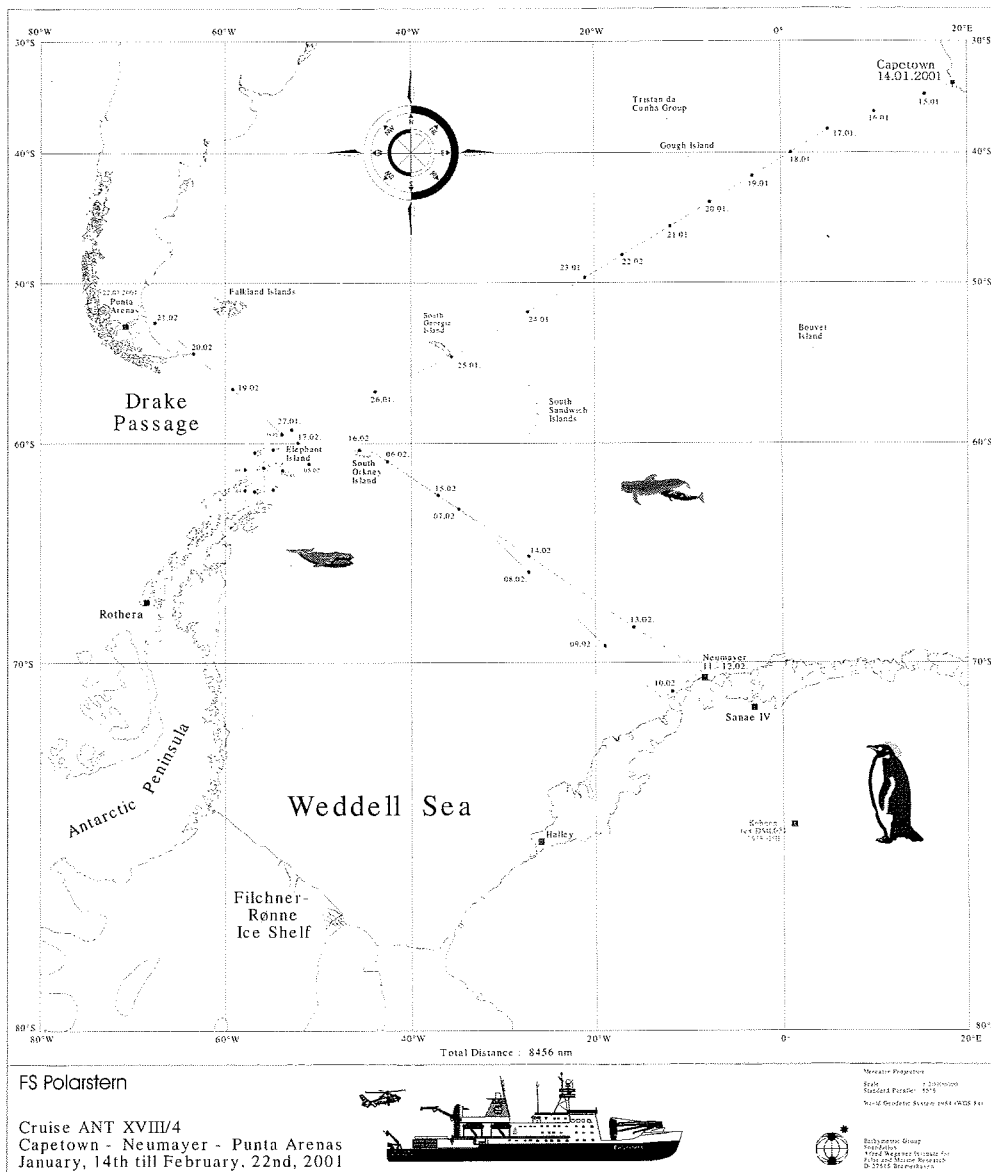


Abb. 2.1: Fahrtroute während der POLARSTERN-Reise ANT XVIII/4

2.2 WETTER

Hein-Dieter Behr und Hartmut Sonnabend (DWD/SWA)

Anreise Kapstadt – Elephant Island (14. bis 27. Januar 2001)

FS POLARSTERN lief am Abend des 14. Januar bei mäßigen südöstlichen Winden von Kapstadt aus. Da der Südwest-Kurs entlang der Südflanke des subtropischen Hochdruckgebietes führte, bestimmte in den ersten beiden Tagen sonniges Sommerwetter mit mäßigen, zeitweilig frischen Südwestwinden den Tagesverlauf. Ab dem 17. Januar überquerten POLARSTERN erstmals die Ausläufer im Süden vorbeiziehender Tiefdruckgebiete. Eine Phase schwächerer Winde nach Durchgang einer wenig ausgeprägten Warmfront und gleichzeitig abklingender Dünung ließ sich nutzen, um eine Verankerung zu bergen. Die sich anschließenden Sturmtiefs zogen entsprechend der Jahreszeit entlang 50° bis 55° Süd ostwärts. Nicht so sehr ihr Windfeld mit West- bis Südwestwinden der Stärke 8 bis 9 Bft als die von ihnen aufgebaute Dünung aus dem Südwestsektor beeinflussten die zügige Anreise von POLARSTERN. Zeitweilig reduzierte die bis zu 7 m hohe Dünung die Marschgeschwindigkeit auf unter 7 kn.

Abbildung 2.2 zeigt den täglichen Gang des Luftdrucks während der Anreise von Kapstadt zum Arbeitsgebiet Elephant Island. Vor allem die zweite Anreiseweche zeichnete sich durch rasche Änderungen aus, Spiegelbild der Tatsache, dass der Kurs häufig von Sturmtiefs gekreuzt wurde. Abbildungen 2.3 und 2.4 zeigen die Windverhältnisse aus dieser Zeit.

Arbeitsgebiet Elephant Island (27. Januar bis 04. Februar 2001)

Am Sonnabend, den 27. Januar wurde gegen 13:00 UTC das Arbeitsgebiet beiderseits Elephant Island (60° S, 55° W) erreicht. Da wenige Tage nach dem Auslaufen aus Kapstadt die Borduhr auf UTC gestellt worden war, ging die Sonne wegen der westlichen Position des Schiffes erst nach Mitternacht Bordzeit unter. Somit konnte bereits der erste lichte Tag vollständig für die Beprobung des Krillbestandes genutzt werden. Falls es die Wetterbedingungen zuließen, starteten parallel dazu Hubschrauberflüge zur Walbeobachtung. Das Wetter war in dieser Zeit von schwachen Druckgradienten geprägt, die selten Wind von mehr als 5 Bft erzeugten. Da er vorwiegend aus nördlichen Richtungen in das Arbeitsgebiet wehte, waren die Sichtverhältnisse in der Regel beeinträchtigt. Feuchtwarme Luft von 4 °C bis 6 °C über kaltem Wasser von 1 °C bis 2 °C führte zu langandauernden Nebellagen, die die Walbeobachtungen vielfach ausschlossen. Am Freitag, den 02. Februar bildete sich im Bereich der Falkland-Inseln ein kräftiges Sturmtief, das feuchtwarme Luft aus dem Raum Uruguay-Nordargentinien mit einbezog. Im Verlaufe seiner weiteren Entwicklung traten an seiner Südflanke im Arbeitsgebiet von POLARSTERN östliche Winde der Stärke 10 mit stark verminderten Sichten auf (Abb. 2.5). Da bei diesen Wetterbedingungen der Krillfang aus Sicherheitsgründen eingestellt werden musste, die Walbeobachtungen waren bereits einen Tag zuvor wegen schlechter Sicht abgebrochen worden, ließen sich nur noch die hydroakustischen Messungen durchführen.

Einen Einblick in die bis auf die beiden letzten Tage ruhigen Wetterbedingungen im Arbeitsgebiet Elephant Island vermittelt Abbildung 2.6, die den Luftdruckverlauf in dieser Zeit darstellt. Abbildungen 2.7 und 2.8 zeigen die Windverhältnisse aus dieser Zeit. Trotz des hohen Anteils der Windstärkeklasse von unter 5 Bft (45 % aller Ereignisse) war es während dieses Fahrtabschnitts windiger als an der nahe gelegenen Station Esperanza (WMO-Nr. 88.963), bei der in diesen Windstärkebereich 75 % aller Ereignisse fielen.

Elephant Island – Neumayer-Station (04. bis 12. Februar 2001)

Die Fahrt zur Atkabucht führte entlang der Südseite des o.a. ehemaligen Orkantiefs aus seinem Druckbereich hinaus. Abbildung 2.9 lässt den durchgehenden Druckanstieg während dieses Abschnitts erkennen. Da ständig neue Tiefdruckgebiete, die von der Drake-Straße ostwärts zogen, es regenerierten, verblieb es nahezu ortsfest. Dadurch herrschte auf der Fahrt bis zur Atkabucht durchgehend Wind aus dem Südsektor der Stärke 5 bis 6 Bft. Abbildungen 2.10 und 2.11 zeigen die entsprechenden relativen Häufigkeiten. Da gleichzeitig Wolkenfelder vom eisfreien Gebiet in die Dampfstrecke geführt wurden, bestimmte eine nahezu geschlossene und sehr niedrig liegende Wolkendecke das Wetter, die den Heli-Betrieb nahezu ausschloss. Aus dieser Wolkendecke fiel in 48 % aller Fälle Schnee oder Schneegriesel. In die südöstliche Strömung waren mehrere flache Tiefdruckgebiete eingebettet (Polar Low), von denen sich eines am 08. Februar innerhalb von wenigen Stunden zum Sturmtief entwickelte. Die Vertiefung wurde induziert durch einen kräftigen Einschub (40 kn) von feuchter Warmluft in einer Höhenschicht zwischen 1 und 4 km, der als Ergebnis eine kompakte Wolkenschicht aufbaute.

In den frühen Morgenstunden des 10. Februar wurde das neue Arbeitsgebiet erreicht und wegen der anfangs optimalen Wetterbedingungen sofort mit den Stationsarbeiten begonnen. In den frühen Vormittagsstunden drehte der Südwestwind auf Süd und flaute gleichzeitig von 10 m/s auf 4 m/s ab. Somit wurde für rund 3 Stunden aus dem Festeisgebiet in einer etwa 550 m mächtigen Schicht sehr trockene Luft ($T_{\text{Luft}} = -8 \text{ °C}$, $T_d = -12 \text{ °C}$) ins Einsatzgebiet geführt. Das wärmere Meerwasser ($T_{\text{Wasser}} = -1,6 \text{ °C}$) erwärmte anschließend von unten her diese flache Luftmasse um rund 1,5 K und erhöhte somit hier die absolute Feuchte um rund 40 %. Nach erneutem Aufleben und Eindrehen des Windes auf Südwest wurde dieser erwärmte und angefeuchtete Luftkörper nunmehr von oben her abgekühlt, so dass sich von dort die Bewölkung bis auf die Meeresoberfläche absenkte, die zahlreichen gestrandeten Tafeleisberge verhüllte und in letzter Konsequenz den Heli-Flugbetrieb ausschloss. Wegen der sich bis weit stromauf vom Arbeitsgebiet reichenden Polynja wurde durch den küstenparallelen Wind ständig neue Feuchtigkeit nachgeführt, so dass der Nebel sehr zählebig war.

Östlich vom Kapp Norvegia nahm die Eiskante einen mehr östlich gerichteten Verlauf. Dadurch wurden die o.a. Nebelfelder vom Südwestwind auf die freie See geführt. Dies hatte zur Folge, dass POLARSTERN nach Passage des Kaps in einen wolkenfreien Bereich hineindampfte, der sich bis weit über die Neumayer-Station erstreckte. Diese deutliche Sichtverbesserung war prognostisch rechtzeitig zu erkennen, so dass das Be- und Entladen von POLARSTERN in der Atkabucht sowie der Transport von Menschen und Material von und zur Neumayer-Station von der

Schiffsführung unter meteorologisch optimalen Bedingungen geplant und durchgeführt werden konnte. Die rund 36-stündige Liegezeit (11. Februar morgens bis 12. Februar nachmittags) in der Atkabucht wurde von den meisten Personen an Bord genutzt, um der Station einen Besuch abzustatten.

Am 12.02. verließ POLARSTERN die Atkabucht und nahm Kurs auf die Inselgruppe der South Orkneys, die wegen der Eislage nördlich umfahren werden sollten.

Neumayer-Station – Punta Arenas (13. bis 22. Februar 2001)

In der Zeit der Stationsarbeiten im Bereich der Neumayer-Station hatte sich im Westeingang der Drake-Straße ein Orkantief mit einem Kerndruck von unter 945 hPa gebildet. Es blieb ortsfest und schwächte sich im Verlaufe der Dampfzeit von POLARSTERN zu den South Orkneys ab. Auf seiner Ostseite bildeten sich kleine, ostwärts ziehende Randtiefs, die von Norden her immer wieder Warmluft herantransportierten. Dadurch ergaben sich längere Abschnitte mit geschlossener Nebeldecke aus der zusätzlich Schnee oder Schneegriesel fiel. Wegen des durchgehend schwachen Luftdruckgradienten auf der Dampfstrecke änderte sich die Wettersituation nur geringfügig. Ein Flugbetrieb mit dem Ziel der Walbeobachtung war in dieser Zeit nur sehr eingeschränkt möglich.

Am 16. Februar wurden die South Orkneys erreicht und damit das Gebiet der Eisbergdrift verlassen. Dies zeigte sich in einer Abnahme der Nebelhäufigkeit und einer Zunahme der Schneeschauertätigkeit. Dies wiederum bedeutete eine bedingte Verbesserung der Heli-Flugbedingungen mit dem Ziel der Walbeobachtungen. Auf Wunsch der Walbeobachtungsgruppe wurde auf dem Breitenkreis 60 °S westwärts gedampft und bei erkennbar länger andauernden guten Flugbedingungen der Helikopter zur Unterstützung der Beobachtungstätigkeit eingesetzt. Diese Forschungstätigkeiten wurden am Nachmittag des 18. Februar endgültig beendet. Der Berichtersteller hatte Schiffsführung und wissenschaftlicher Fahrtleitung auf die Annäherung zweier Orkantiefs in Folge in den Westausgang der Drake-Straße hingewiesen, so dass für die nunmehr bevorstehende Überquerung derselben Nordwind der Stärke 10 mit entsprechendem Seegang zu erwarten war.

Am 18. Februar nahm POLARSTERN Kurs auf die Staaten-Insel, um von dort den Osteingang der Magellanstraße anzusteuern. Nach einer zunächst ruhigen Passage der Drake-Straße und einer anschließenden Fahrt entlang der Ostküste von Feuerland begleitet mit Weststurm der Stärken 9 bis 10 mit Orkanböen und sehr grober See der Höhe 6 m machte POLARSTERN in den Morgenstunden des 22. Februar in Punta Arenas fest.

Abbildung 2.12 zeigt den sehr ausgeglichenen Druckverlauf bis zum 17. Februar, anschließend einem markanten Druckanstieg, bedingt durch das Überqueren des Hochkeiles während der Passage der Drake-Straße, und einem sehr deutlichen Druckfall bei dem nachfolgenden Durchzug des Orkantiefs. Abbildungen 2.13 und 2.14 entnimmt man die relativen Häufigkeiten der Windrichtungen und –stärken dieses letzten Fahrtabschnittes.

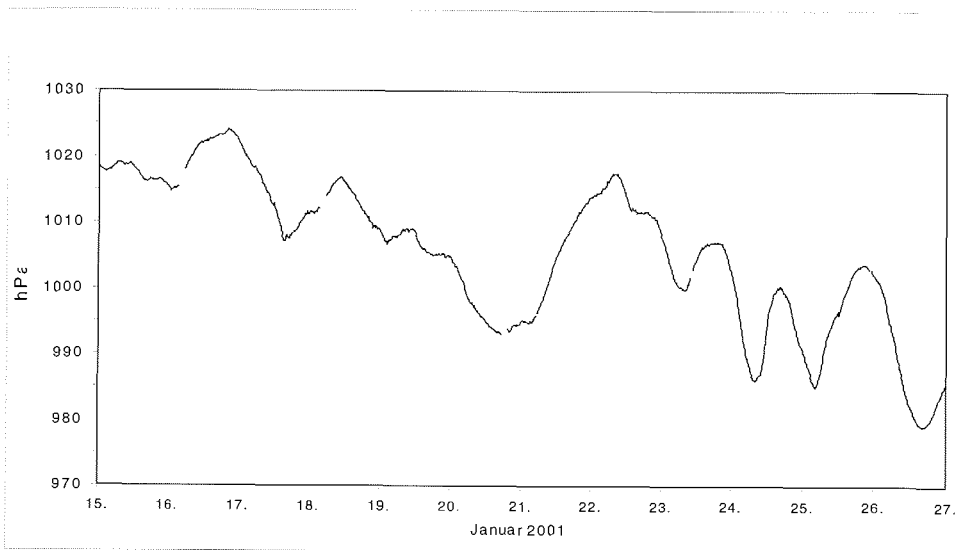


Abb. 2.2: Tagesgang des Luftdrucks während der Anreise von Kapstadt nach Elephant Island

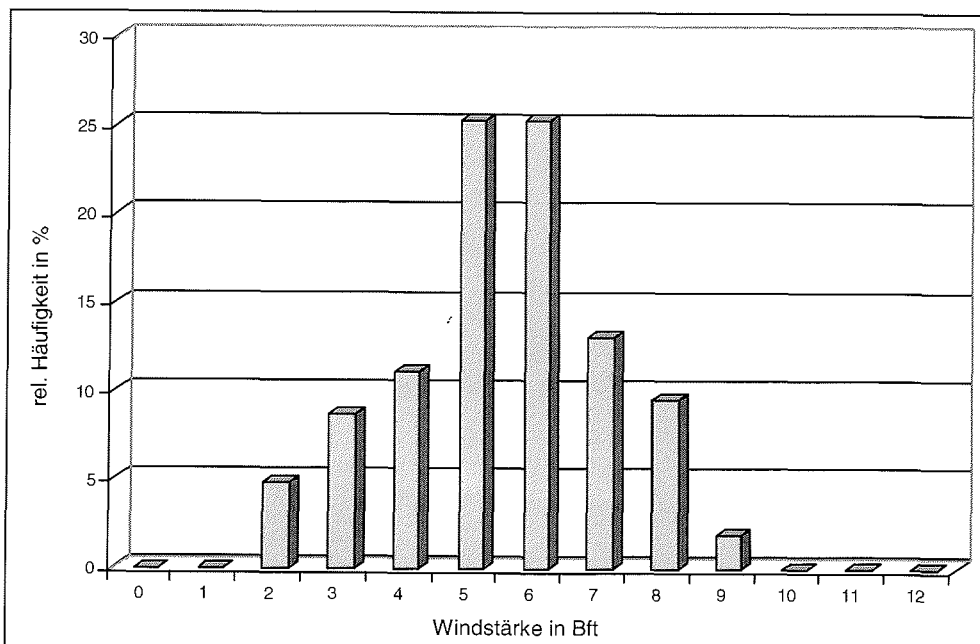


Abb. 2.3: Relative Häufigkeit der Windstärken während der Anreise von Kapstadt nach Elephant Island

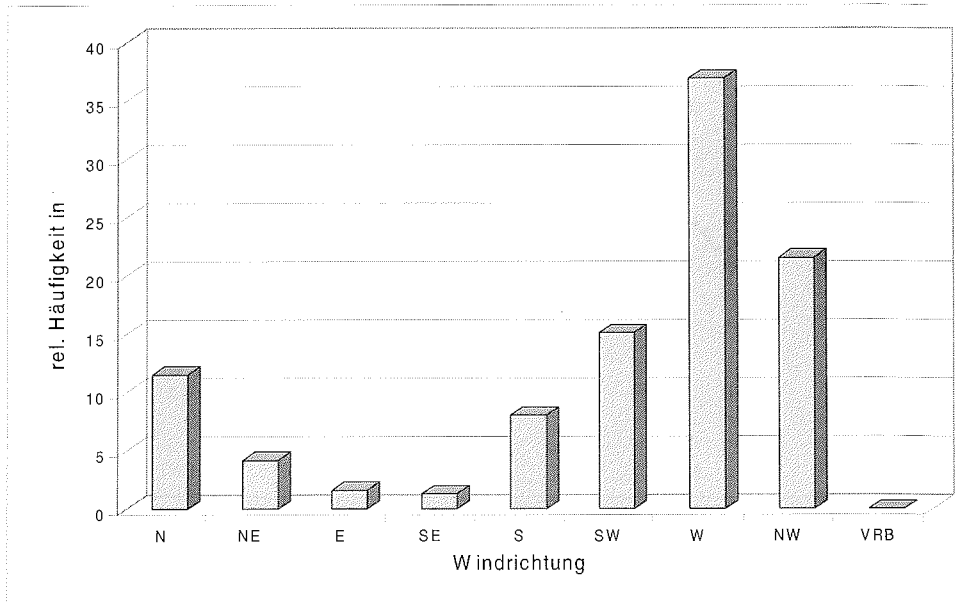


Abb. 2.4: Relative Häufigkeit der Windrichtungen während der Anreise von Kapstadt nach Elephant Island

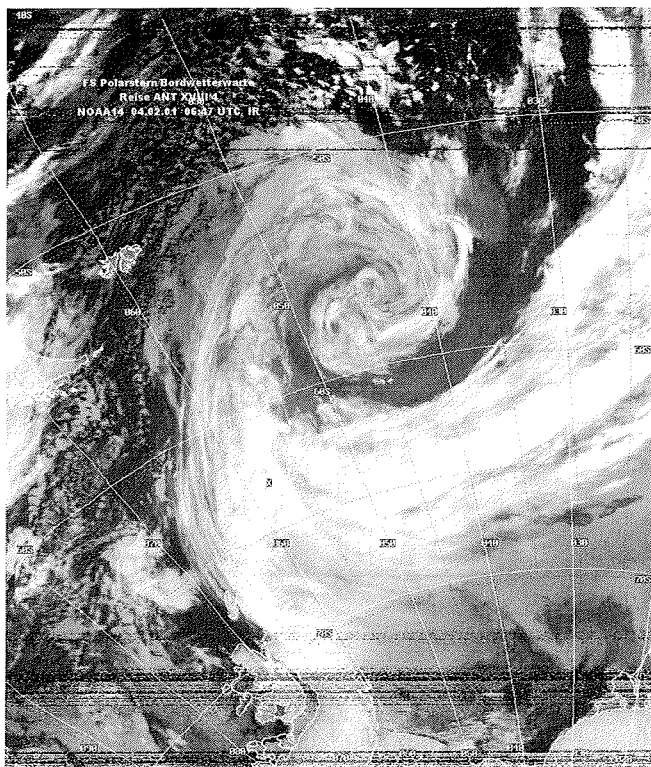


Abb. 2.5: Satellitenbild NOAA12 vom 04. 02. 2001, 04:14 UTC, IR

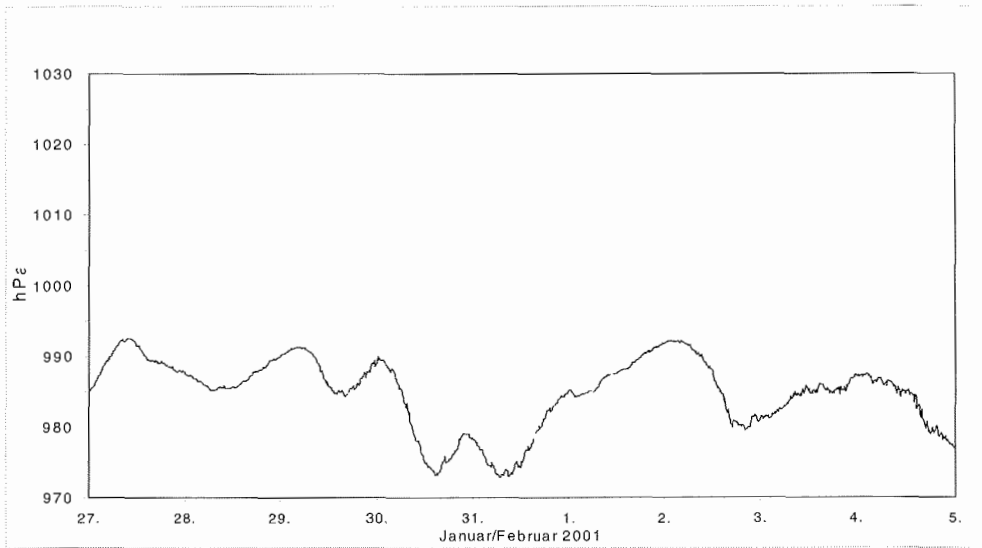


Abb. 2.6: Tagesgang des Luftdrucks im Arbeitsgebiet Elephant Island

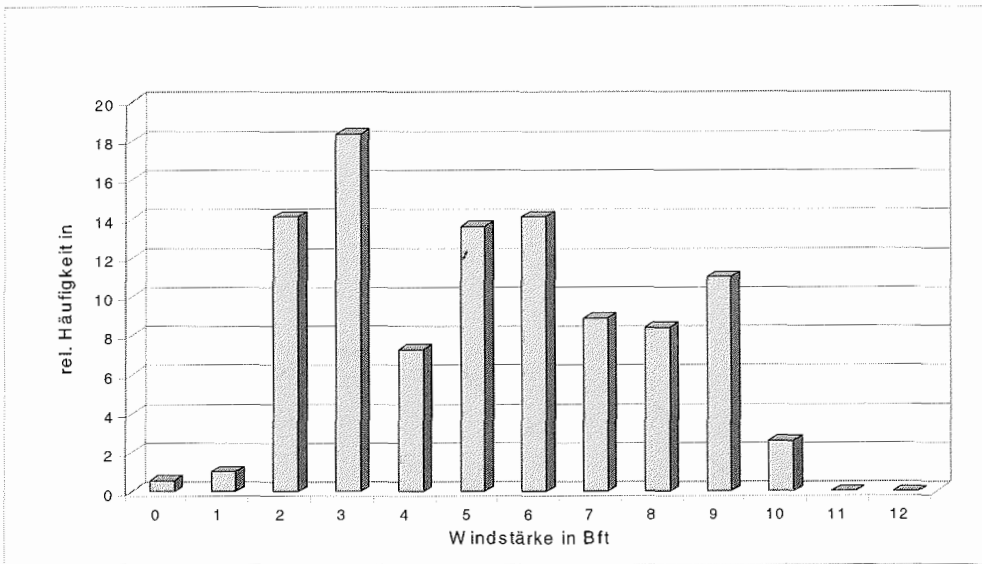


Abb. 2.7: Relative Häufigkeit der Windstärken im Arbeitsgebiet Elephant Island

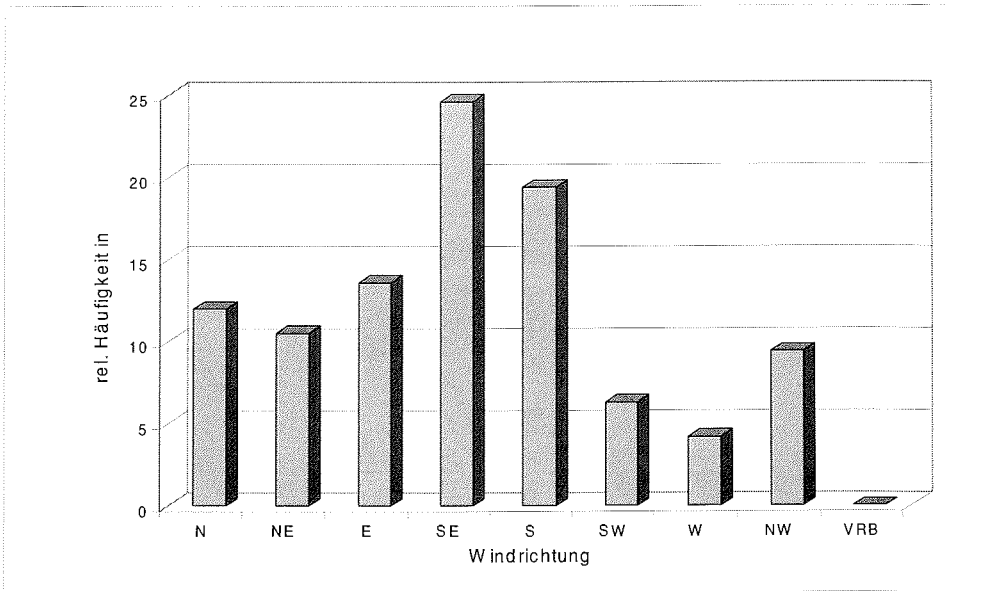


Abb. 2.8: Relative Häufigkeit der Windrichtungen im Arbeitsgebiet Elephant Island

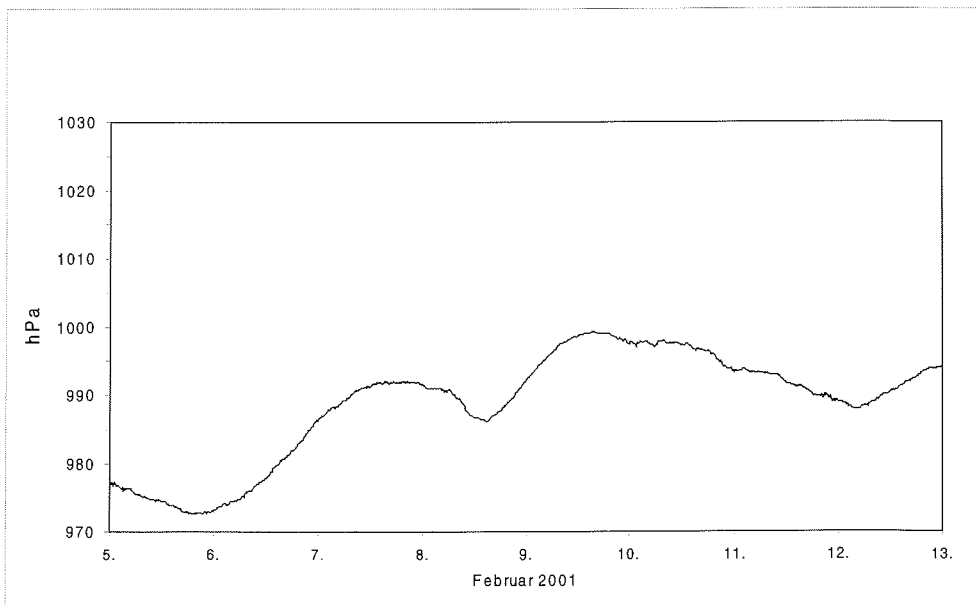


Abb. 2.9: Tagesgang des Luftdrucks auf der Strecke Elephant Island – Neumayer-Station

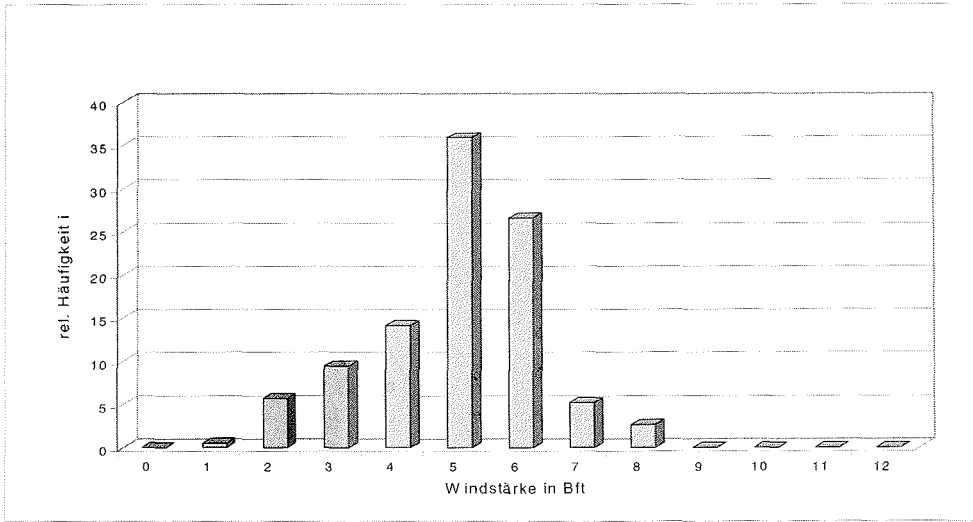


Abb. 2.10: Relative Häufigkeit der Windstärken auf der Strecke Elephant Island – Neumayer-Station

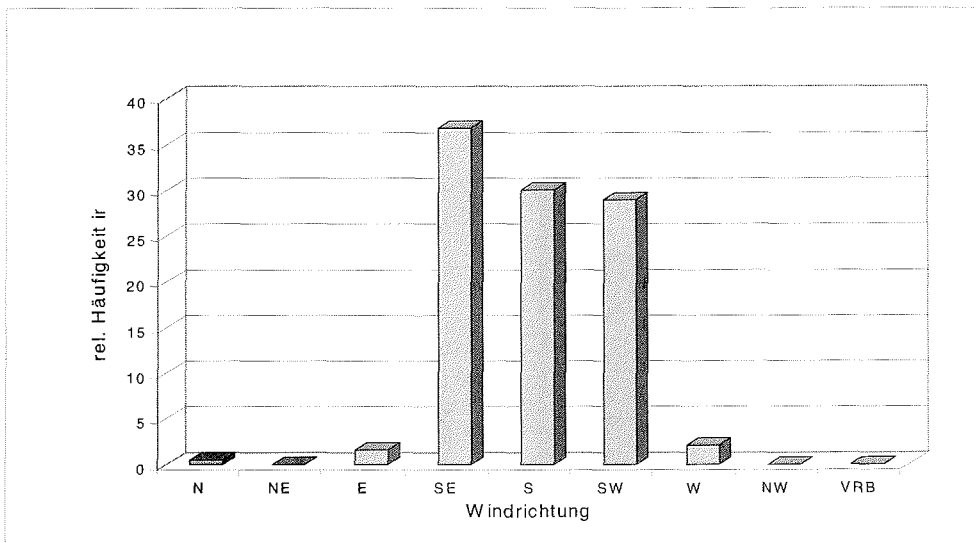


Abb. 2.11: Relative Häufigkeit der Windrichtungen auf der Strecke Elephant Island – Neumayer-Station

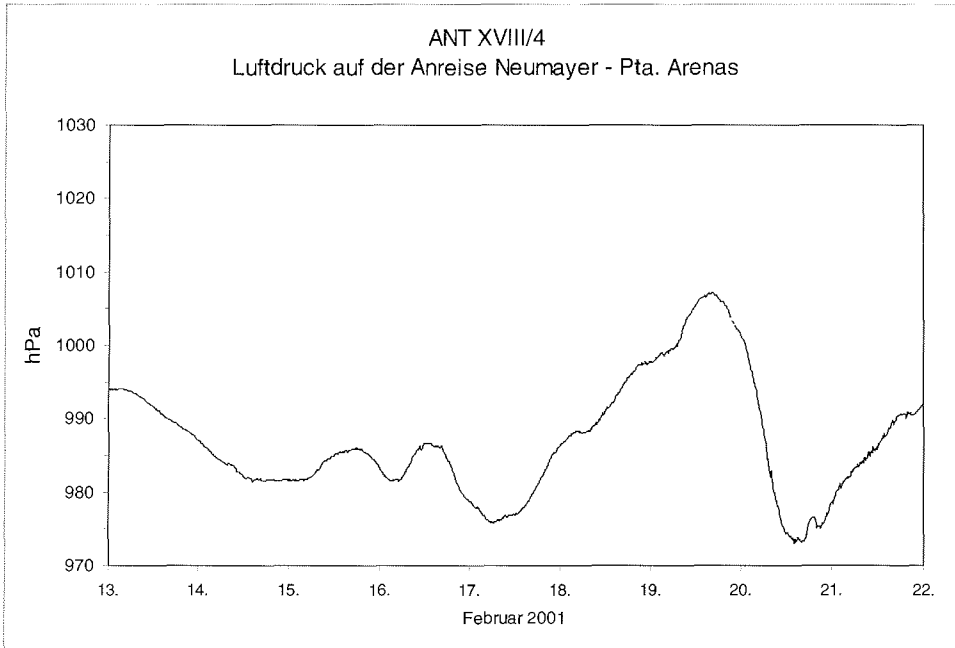


Abb. 2.12: Tagesgang des Luftdrucks auf der Anreise von der Neumayer-Station nach Punta Arenas

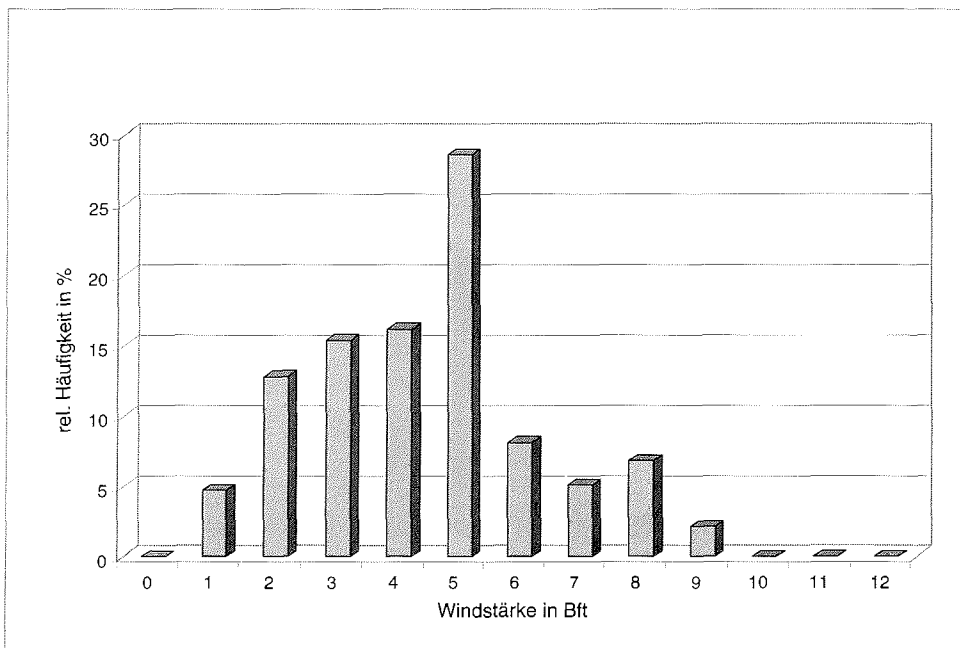


Abb. 2.13: Relative Häufigkeit der Windstärken auf der Anreise von der Neumayer-Station nach Punta Arenas

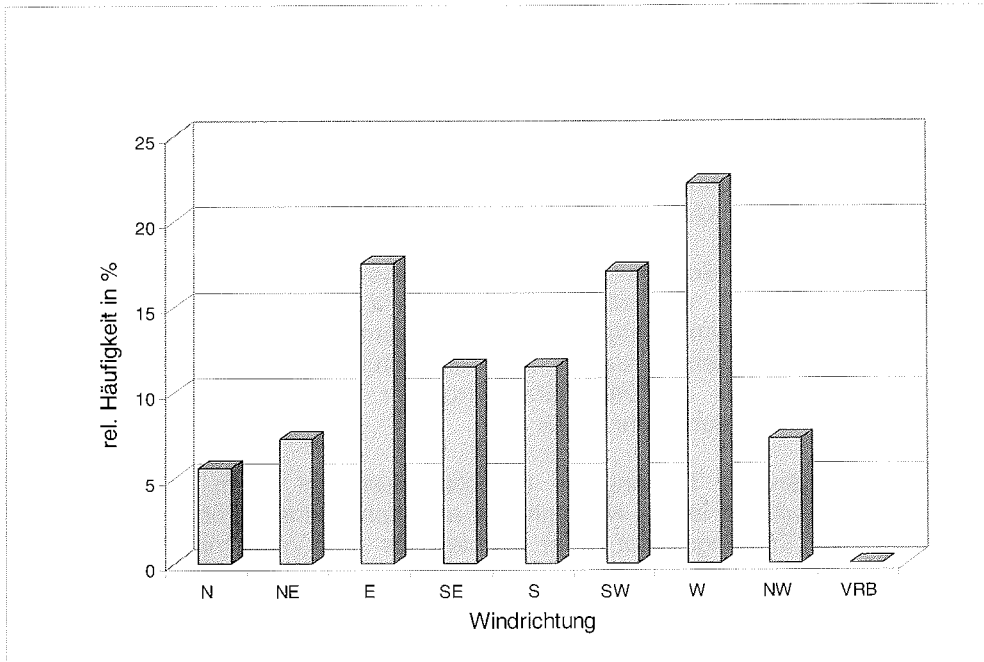


Abb. 2.14: Relative Häufigkeit der Windrichtungen auf der Anreise von der Neumayer-Station nach Punta Arenas

2.3 BESTIMMUNG DER STRAHLUNGSBILANZ UND DER ATMOSPHERISCHEN TRÜBUNG AUF SEE

H. D. Behr (DWD/SWA)

Die Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Strahlungsbilanz einschließlich ihrer Komponenten an der Meeresoberfläche wie auch der atmosphärischen Trübung ist erforderlich, um viele Fragestellungen der Meteorologie sowie der Ozeanographie zu bearbeiten. Aus diesem Grunde wurden während ANT-XVIII/4 die Strahlungsgrößen Globalstrahlung, direkte Sonnenstrahlung sowie Sonnenscheindauer gemessen. Die anderen Komponenten, die erforderlich sind, um die Strahlungsbilanz zu schließen, reflektierte Globalstrahlung (Reflexstrahlung), langwellige Wärmestrahlung der Atmosphäre sowie der Meeresoberfläche lassen sich mit Hilfe von Parametrisierungsgleichungen bestimmen, die bereits an Datensätzen früherer Fahrtabschnitten im Atlantik erfolgreich getestet wurden (Behr 1990).

Da die atmosphärische Trübung die Globalstrahlung auf ihrem Weg durch die Atmosphäre beeinflusst, ist die Kenntnis der atmosphärischen Trübung von großer Bedeutung. Der Trübungsfaktor T ist definiert als das Verhältnis zwischen der optischen Dicke $\bar{\delta}$ der aktuellen, belasteten Atmosphäre zu der optischen Dicke $\bar{\delta}_R$ der reinen und trockenen Atmosphäre (sogenannten Rayleigh Atmosphäre). Aus diesem Grunde gibt T an, wie viele Rayleigh-Atmosphären der aktuellen Atmosphäre entsprechen:

$$\bar{\delta} = T \cdot \bar{\delta}_R. \quad (1)$$

Der Querstrich gibt an, dass die optische Dicke über das gesamte Spektrum integriert wurde. Wird dagegen die Wellenlängenabhängigkeit der optischen Dicke betrachtet, so wird der Index λ hinzugefügt: δ_λ oder $\delta_{R\lambda}$.

Da die optischen Dicken $\bar{\delta}$ und δ_λ nicht durch direkte Messungen ermittelt werden können, wird stattdessen die direkte Sonnenstrahlung I , die nach Durchqueren der getrübten Atmosphäre die Meeresoberfläche erreicht (Messwerte), verglichen mit der Bestrahlungsstärke I_R die beim Durchqueren einer Rayleigh-Atmosphäre auftreten würde (Rechenwerte). Zur Bestimmung der spektralen Trübungsfaktoren werden die betreffenden spektralen Bestrahlungsstärken verwendet.

Ein Linke-Feussner-Aktinometer (LFA) bestückt mit verschiedenen Filtern wurde zur messtechnischen Erfassung der verschiedenen spektralen Bestrahlungsstärken eingesetzt. Die so genannten IGJ-Filter RG2 und OG1 werden üblicherweise als Standard-Filter verwendet (IGJ = Internationales Geophysikalisches Jahr).

Die atmosphärische Trübung lässt sich durch folgende Trübungsfaktoren beschreiben:

- Gesamt-Trübungsfaktor T_g , identisch mit dem Linke-Trübungs-Faktor T_L . Er charakterisiert alle Strahlungsvorgänge im gesamten solaren Spektrum: $0 < \lambda < \infty$. T_L liegt zwischen 2 (saubere und trockene Luft) und etwa 10 (durch industrielle Aktivitäten beeinflusste Luft).

- Kurz-Trübungsfaktor T_k , beschreibt alle Trübungsvorgänge im solaren Spektralbereich: $0 < \lambda < 0,62 \mu\text{m}$. Seine Größe wird im wesentlichen durch den Gehalt an Aerosol innerhalb der Atmosphäre bestimmt. T_k liegt zwischen 1 (aerosolfreie Atmosphäre) und etwa 5 (Luft, die durch Sandsturmereignisse in der Sahara geprägt ist).
- Rot-Trübungsfaktor T_r , beschreibt alle Trübungsvorgänge im solaren Spektralbereich: $0,62 \mu\text{m} < \lambda < 2,8 \mu\text{m}$. Dieser Faktor wird wesentlich beeinflusst durch die Wasserdampfabsorption. Der Filter RG2 ist so ausgelegt, dass er die signifikanten Wasserdampfabsorptionsbanden überdeckt (720-740 nm, 810-840 nm, 890-940-990 nm und 1070-1110-1200 nm). T_r liegt zwischen 4 (trockene Luft aus polaren Regionen charakterisiert durch eine absolute Feuchte von etwa 4 kg/m^2) und 50 (feuchte Luft aus dem tropischen Bereich charakterisiert durch eine absolute Feuchte von etwa 60 kg/m^2).

Die Faktoren $T_x \equiv \{T_L, T_k, \text{ und } T_r\}$ lassen sich wie folgt berechnen:

$$I_x = I_{0x} \exp(-T_x \cdot m \cdot \delta) \quad (2)$$

mit:

- I_x : direkte Sonnenstrahlung empfangen von einer Ebene, die senkrecht zum Strahlengang der Sonne ausgerichtet ist, d.h. gemessen mit einem Linke-Feussner-Aktinometer während der Fahrt.
- I_{0x} : extraterrestrische solare Strahlung empfangen von einer Ebene an der Obergrenze der Atmosphäre, die senkrecht zum Strahlengang der Sonne ausgerichtet ist. Ihr Betrag hängt ausschließlich von der Entfernung Sonne – Erde ab. Die Größen I_{0g} (gesamte Solarkonstante), I_{0r} (Rot Solarkonstante) und I_{0k} (kurz Solarkonstante) wurden aus den Daten des extraterrestrischen Spektrum berechnet. Dehne & Kasten (1983) veröffentlichten die entsprechenden Daten. Die Integration der spektralen Bestrahlungsstärken entsprechend der Filter-Charakteristik liefert:

$$I_{0g} = 1367,13 \text{ W/m}^2 \quad (3a)$$

$$I_{0r} = 818,52 \text{ W/m}^2 \quad (3b)$$

$$I_{0k} = 516,60 \text{ W/m}^2 \quad (3c)$$

- m : optische Weglänge, abhängig vom Sonnenhöhenwinkel λ .
- δ : optische Dicke der Atmosphäre.

$m \cdot \delta$ lautet in exakter Schreibweise:

$$m \cdot \delta_{RA} [\delta_R(\lambda) \cdot m_R(\gamma) + \delta_Z(\lambda) \cdot m_Z(\gamma)] \quad (4)$$

mit $\delta_R(\lambda)$ und $\delta_Z(\lambda)$ spektrale vertikale optische Dicke der Atmosphäre bezogen auf:

R: Rayleigh-Streuung durch die Luftmoleküle,

Z: Ozon Absorption.

$m_R(\lambda)$ und $m_Z(\lambda)$ sind die zugehörigen relativen optischen Luft- und Ozonmassen, bezogen auf den Sonnenhöhenwinkel γ .

Die spektrale optische Dicke $\delta_R(\lambda)$ bei Rayleigh Streuung wurde nach Iqbal (1983) berechnet:

$$\delta_R(\lambda) = 0,008735 (\lambda / 1000 \text{ nm})^{-4,08}. \quad (5)$$

Die spektrale optische Dicke $\delta_z(\lambda)$ wurde nach einem Formalismus von Kasten (1996) berechnet. In seinem Verfahren berücksichtigt er die Ozon-Absorption und zusätzliche Absorption durch vollständig gemischte Gase (insbesondere Kohlendioxid und Sauerstoff). Diese Absorption muss berücksichtigt werden, da sie beträchtliche Beiträge im UV bis zur Wellenlänge 360 nm und in der Chappius-Bande zwischen 410 nm und 850 nm aufweist.

Exakte Gleichungen zur Bestimmung der durchstrahlten Luftmasse m wurden von Kasten & Young (1989) veröffentlicht. Da diese Gleichungen die Genauigkeit des LFA überfordern würden, wurde ein vereinfachter Algorithmus verwendet, der für Sonnenhöhen $\gamma > 10^\circ$ angewendet wurde. In diesem Fall gilt:

$$m(\gamma) \quad m_R(\gamma) = m_Z(\gamma) = 1 / \sin \gamma. \quad (6)$$

Da während ANT-XVIII/4 der Himmel fast durchgehend bedeckt war, ist es schwierig gute Beispiele aus der Antarktischen Region zu bringen. Daten zweier Tage mögen die unterschiedlichen Eigenschaften der Luftmassen beschreiben, die FS POLARSTERN erreichten. In Abbildungen 2.15 und 2.16 wird als Zeit die Wahre Orts-Zeit (WOZ) verwendet. Sie ist so definiert, dass um 12 WOZ die Sonne kulminiert.

Die atmosphärischen Trübungsfaktoren, berechnet aus den LFA-Messungen werden in beiden Abbildungen wie folgt dargestellt: T_L (•), T_k (Δ), und T_r (+). Da T_L die Beiträge aller trübenden Substanzen zusammenfasst, ist es erforderlich, zusätzlich die Ergebnisse von T_k und T_r getrennt zu betrachten.

01. Februar 2001 (Abb. 2.15)

An diesem Tag befand sich POLARSTERN im Gebiet Elephant Island. Ein ausgedehntes Sturmtief im Bereich der Falkland-Inseln transportierte feuchte Luft, belastet mit wenig Aerosol aus dem Gebiet der argentinischen Pampa in das Arbeitsgebiet. Ein Wolkenloch zwischen 08 und 11 WOZ wurde genutzt, um Messungen der spektralen Bestrahlungsstärke durchzuführen. T_L betrug zwischen 3,0 und 3,5 gleichbedeutend mit einer ländlich beeinflussten Luft. Der Beitrag des Wasserdampfes zur atmosphärischen Trübung wird durch T_r beschrieben, das an diesem Tage bis 11,0 betrug. Dies passt gut zu den hohen Werten der absoluten Feuchte, ermittelt aus dem Radiosondenaufstieg dieses Tages: 8.3 kg/m². Die Werte von T_k betragen zwischen 1,0 und 1,5, was einem maritimen Aerosol entspricht.

11. Februar 2001 (Abb. 2.16)

POLARSTERN lag in der Atkabucht an der Eiskante, um verschiedene Ladeaktivitäten für die Neumayer-Station durchzuführen. Saubere und trockene Luft, die unmittelbar vom Südpol kam, erreichte unsere Position. T_L betrug 1,6 bis 1,8. Der Beitrag des Aerosols ist vernachlässigbar: $T_k \approx 1.0$. Die Daten des Radiosondenaufstieges dieses Tages lieferten eine absolute Feuchte von 3,7 kg/m², was einem Rot-Trübungsfaktor von $T_r \approx 5$ to 6 entsprach. Die Daten gemessen an Bord von POLARSTERN in der Atkabucht stimmen gut mit denjenigen überein, die an der BSRN-Station Neumayer gewonnen wurden.

Eine weitere Bearbeitung der an Bord gewonnenen Strahlungsdaten ist für die Zeit nach der Fahrt geplant, um diese Daten mit Ergebnisse früherer Reisen von FS POLARSTERN (Behr 1990, 1992) und FS METEOR (Behr 2001) zu vergleichen.

Literatur

- Behr, H.D. (1990): Radiation Balance at the Sea Surface in the Atlantic Ocean Region between 40° S and 40° N.- J. Geophys. Res., D95, 20633-20640.
- Behr, H.D. (1992): Net total and UV-B Radiation at the Sea Surface.- J. Atm. Chem. 15: 299-314.
- Behr, H.D. (2001): Atmospheric Turbidity West of the Westafrican Coast in January and July, a Comparison.- Meteorol. Zeitschr.
- Dehne, K. & Kasten, F. (1983): The spectra of extraterrestrial solar radiation and global radiation in the UV range as basis for defining "reference sunny days".- Licht-Forschung 5: 85-87.
- Iqbal, M. (1983): An Introduction to Solar Radiation.- Academic Press Toronto, New York, London, 390 pp.
- Kasten, F. (1996): The Linke Turbidity Factor Based on Improved Values of the Integral Rayleigh-optical Thickness.- Solar Energy 56: 239-244.
- Kasten, F. & Young, A.T. (1989): Revised Optical Air Mass Tables and Approximation Formula.- Applied Optics 28: 4735-4738.

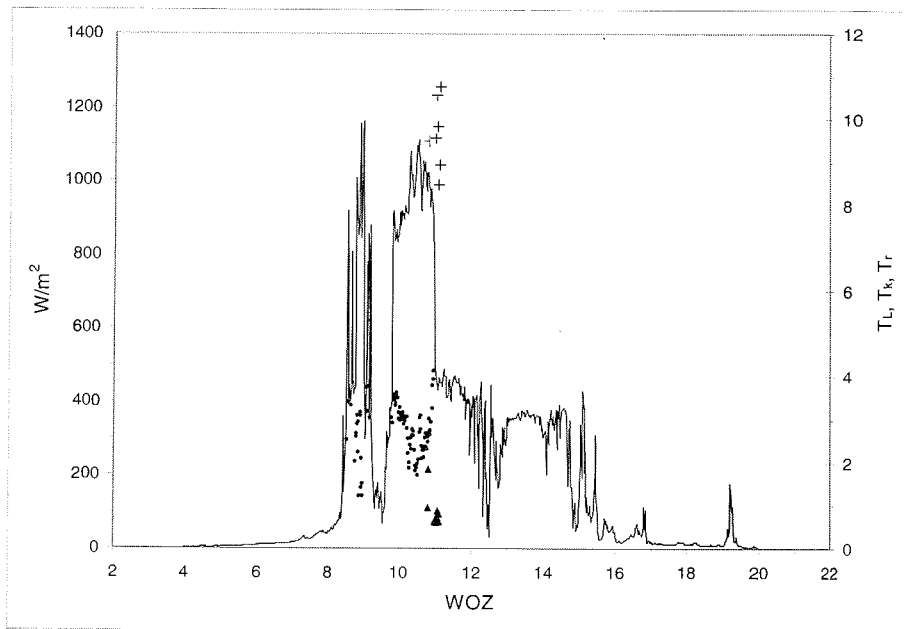


Abb. 2.15: Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung (dünne Linie) und der Trübungsfaktoren $T_L(\bullet)$, $T_k(\Delta)$, und $T_r(+)$ am 01.02.2001. POLARSTERN lag auf $62^{\circ}32'S$, $60^{\circ}00'W$. Zeit: Wahre Ortszeit.

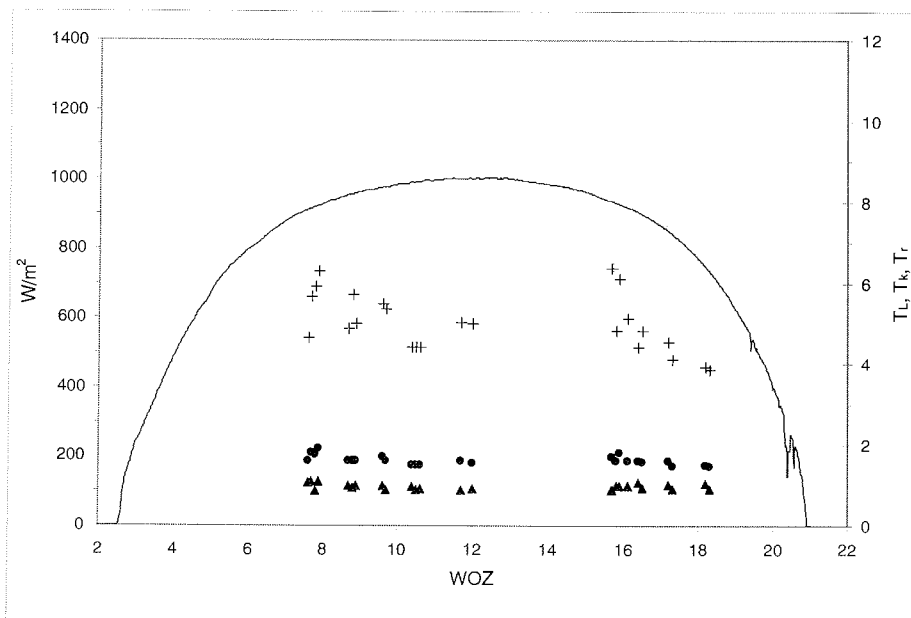


Abb. 2.16: Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung (dünne Linie) und der Trübungsfaktoren $T_L(\bullet)$, $T_k(\Delta)$, und $T_r(+)$ am 11.02.2001. POLARSTERN lag in der Atkabucht. Zeit: Wahre Ortszeit.

2.4 UNTERSUCHUNGEN DER POPULATIONSTRUKTUR DES ANTARKTISCHEN KRILL IM GEBIET ELEPHANT ISLAND (ANTARKTISCHE HALBINSEL)

Volker Siegel (BFA/ISH), Bo Ingemar Bergström (KMRS), Ute Mühlenhardt-Siegel (BFA/ISH), Susanne Schöling (BFA/ISH), Maria Thomasson (KMRS), Johan Rademan (SFRI)

Seit 1978 werden von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei auf nationaler Ebene sowie auch in internationaler Kooperation Langzeitstudien über die Struktur und Dynamik der Krillbestände im Gebiet der Antarktischen Halbinsel durchgeführt. In erster Linie wurden Daten aus den Hochsommermonaten Dezember bis Februar gesammelt, da dieser Zeitraum in die Hauptlaichzeit des antarktischen Krill fällt. Ergebnisse neuerer Untersuchungen weisen nach, dass jährliche Surveys vonnöten sind, um die Wechselwirkungen zwischen physikalischer Umwelt, der Krillbiologie und den Ansprüchen der Krillkonsumenten (Robben und Pinguine) besser verstehen zu lernen. Ziel ist es, mit Hilfe eines sinnvollen Monitoring-Programms zu einer vorsorglichen Managementstrategie der Bestände zu kommen. Dazu sind grundlegende Fragen zur Krillbiologie zu beantworten:

1. In welchem Maße ist eine erfolgreiche Reproduktion des Krill abhängig vom zeitlichen Ablauf und der Intensität der Laichzeit?
2. Welche Schlüsselfaktoren bestimmen die Überlebensrate des Krill und den nachfolgenden Rekrutierungserfolg?
3. Lassen sich signifikante Schwankungen in Reproduktions- und Rekrutierungserfolg zwischen den Jahren erkennen?
4. Ist der Rekrutierungserfolg oder -misserfolg abhängig von der Bestandsgröße oder Bestandsdichte?
5. Gibt es Schwankungen in geographischen Verbreitungsmustern, in der Krilldichte und in Wachstums- oder Sterblichkeitsraten?
6. Lassen sich Langzeittrends oder Zyklen bezüglich der Krillbiomasse erkennen, und in welchem Zusammenhang stehen diese mit Umweltparametern?
7. Kann das Bestandsmanagement von einem einheitlichen zirkumantarktischen Krillbestand ausgehen oder sind genetisch isolierte Populationen vorhanden, die eine Unterteilung der Antarktis in kleinere Managementeinheiten erforderlich machen?

Alle diese Fragen sind von komplexer Natur und zu ihrer Beantwortung ist ein großer Datensatz erforderlich, der mit standardisierten Methoden und Geräten gesammelt werden muss, um direkte Vergleiche und Rückschlüsse über einen längeren Zeitraum zu ermöglichen. Die während der deutschen Aufnahmen des Krillbestandes um Elephant Island gesammelten Daten erfüllen diesen Anspruch; sie wurden mit identischen Netzen (RMT) gesammelt, die beschriebenen Fangmethoden, Probenbehandlung und Messmethoden für Krill wurden über die Jahre routinemäßig verwendet. In den vergangenen Jahren wurden anhand dieser Daten Krill-Häufigkeits-, Fortpflanzungs- und Rekrutierungsindizes entwickelt und durch die Arbeitsgruppen von CCAMLR weitgehend standardisiert. Diese Indizes gehen über die qualitative Beschreibung des Zustandes wie gute oder schlechte Krilljahre hinaus, und liefern quantitative Informationen, die einen direkten Vergleich zwischen den Jahren oder zwischen Gebieten erlauben.

Das RMT-Netzammelprogramm für Krill stellte den zentralen Aspekt des Surveys im Januar/Februar 2001 dar. Es hatte zum einen die Aufgabe, die bei der Echolotuntersuchung beobachteten Anzeigen zu verifizieren und durch Bestimmung der Längen-Häufigkeitsverteilung des Bestandes die Umrechnung der Abundanzen in Biomassewerte zu ermöglichen. Zum anderen dienten die Netzfänge dazu, die Bestandsstruktur und die großräumigen Verbreitungsmuster der Alters- und Größenklassen zu beschreiben. Weiterhin sollte die Entwicklung der Laichzeit beobachtet und die Rekrutierungsindizes abgeschätzt werden, um einen Einblick in die weitere Bestandsentwicklung im nächsten Jahres zu bekommen.

Material und Methode

Seit Beginn der Langzeit-Datenserie wurde von deutscher Seite das RMT1+8 (Baker et al. 1973) als Standardgerät zum Fang von Krill eingesetzt. Dabei wurde auf die Fänge des grobmaschige RMT8 Netzes (4 mm Maschenweite) für den juvenilen und adulten Krill sowie für die Salpen zurückgegriffen, während das feinmaschige RMT1 (0,33 mm Maschenweite) zur Analyse der Krill-Larven herangezogen wurde. Das Netz war mit einem Strömungsmesser ausgerüstet, um das filtrierte Wasservolumen bestimmen zu können. Gleichzeitig kam ein Tiefensensor zum Einsatz, mit dessen Hilfe zu jedem Zeitpunkt des Hols die Tiefe des Netzes überprüft werden konnte. Alle Daten wurden über einen 18-mm-Einleiter-Schleppdraht vom Netz an die Bordeinheit übertragen.

Das Standardstationsnetz bestand aus fünf parallelen Nord-Süd-Schnitten entlang derer im Abstand von 15 Seemeilen regelmäßig Stationen mit dem RMT durchgeführt wurden (Abb. 2.17). Dabei handelte es sich um doppelte Schräghols von der Oberfläche bis in 200 m Tiefe. An flacheren Stationen wurde bis auf 10 m an den Meeresboden gefischt. Die Schiffsgeschwindigkeit betrug während des Hols $2,5 \pm 0,5$ Knoten. Das Aussetzen des Netzes erfolgte mit einer Windengeschwindigkeit von 0,5 m/sek, das Einholen mit 0,3 m/sek.

Sofort nach dem Hol wurde das Verdrängungsvolumen der RMT-Proben ermittelt und Krill und Salpen wurden aus der Probe quantitativ ausgesucht. In den Fällen, in denen die Probe mehr als einen Liter umfasste, wurde eine zufällige Unterprobe von etwa einem Liter genommen und diese quantitativ sortiert. Die Krillprobe wurde in 4 % Seewasser-Formalin-Lösung für die spätere Vermessung konserviert, ebenso die verbleibende Zooplankton-Fraktion und die RMT1-Probe. Von größeren Krillproben wurde zudem eine Unterprobe von etwa 100 Krillindividuen in 96 % Äthanol gesammelt für spätere molekulargenetische Untersuchungen an Land. Nach Beendigung der Stationsarbeit wurden die Krillproben an Bord aufgearbeitet. Die Längenmessung erfolgte nach der DISCOVERY-Methode vom vorderen Augenrand bis zum Hinterende des Telson ohne die Terminalborsten. Die Messgenauigkeit wurde auf den nächsten unteren Millimeter festgelegt. Bei der Einordnung der Reifestadien wurde die Klassifizierung von Makarov & Denys (1981) zugrunde gelegt.

Von den geplanten 67 RMT-Stationen um Elephant Island konnten nur 56 erfolgreich abgeschlossen werden; nur ein Hol enthielt keinen Krill, alle anderen Hols erbrachten Krill in unterschiedlicher Menge, der größte Fang betrug knapp 30kg. Dieser Fang allein machte etwa 70 % der Gesamtfangmenge an Krill während des

Surveys aus. Die restlichen 11 Stationen mussten wegen schlechten Wetters ausfallen, da das RMT nur bis Windstärke 8 erfolgreich eingesetzt werden kann. Weitere 7 Stationen konnten im östlichen Weddellmeer im Gebiet Kapp Norvegia und Atkabucht abgearbeitet werden. Längenmessungen und detaillierte Reifegradbestimmungen erfolgten an 5893 Tieren.

Eine Liste aller RMT Stationen ist in Tabelle 2.1 zusammengefasst. Alle relevanten Stationsdaten sowie Anzahlen und Messungen von Krill und Salpen wurden in die Datenbank des Instituts für Seefischerei eingegeben. Die Proben für molekulargenetische Untersuchungen werden in der Kristineberg Marine Research Station (Schweden) analysiert. Proben oder Daten können auf Anfrage unter den Regularien zur Verfügung gestellt werden, wie sie durch CCAMLR in den relevanten Dokumenten des Wissenschaftsausschusses festgelegt sind.

Ergebnisse

Krill-Dichte

Krill trat mit Ausnahme einiger Station westlich von Elephant Island in fast allen Fängen auf. Die größten Krilldichten wurden an den Stationen am Südeinde der Schnitte beobachtet. Ebenso traten höhere Dichten nordwestlich und über dem Schelf der Insel auf (Abb. 2.18). Während der Bestand im Südteil sich fast ausschließlich aus juvenilen Tieren zusammensetzte, herrschte in den großen Konzentrationen um Elephant Island größere, adulte Längengruppen vor (s.u.). Die größten Fänge traten an Station 7 (mit 7167/1000 m³) und Station 402 (mit 3510/1000 m³) auf. Diese beiden hohen Fangzahlen haben einen erheblichen Einfluss auf den Mittelwert für die Krilldichte im Gesamtgebiet, was sich in der extrem hohen Standardabweichung zeigt (Tab. 2.1). Ein weitaus realistischeres Bild mag durch den Medianwert widerspiegelt werden, auch wenn dieser Medianwert selbst ebenfalls relativ hoch ist im Vergleich zu den Ergebnissen der vergangenen 10 Jahre. Wie auch im Jahre 1997 setzte sich der Bestand in 2001 überwiegend aus kleinen juvenilen Rekruten zusammen, die für die hohen Dichten im Gebiet verantwortlich sind.

Salpen-Dichte

Salpen sind potentielle Nahrungskonkurrenten des Krill und sind gleichförmiger über das Untersuchungsgebiet verbreitet als dies für den Krill der Fall ist. Diese Schlussfolgerung lässt sich aus der weitaus geringeren Standardabweichung des Mittelwertes ableiten. Trotzdem ließ sich beobachten, dass die Salpenkonzentrationen in der Südost-Ecke des Stationsnetzes deutlich gegenüber den nördlichen Bereichen abnahm oder sogar ganz frei von Salpenvorkommen war. Maximale Konzentrationen traten an Station 80 (mit 3309/1000 m³) und Station 83 auf (mit 3263/1000 m³). Der Medianwert für das Gesamtgebiet lag in diesem Jahr leicht über dem langjährigen Mittel-/Medianwert.

Jahr	Anzahl Stationen	Median	Mittel	SD	Min	Max
Krill						
1992	63	5.7	23.7	78.0	0.0	594.1
1993	70	8.2	28.8	64.4	0.0	438.9
1994	63	3.1	34.5	94.2	0.0	495.9
1995	77	1.3	127.1	882.5	0.0	7739.4
1996	72	11.4	82.1	245.1	0.0	1500.8
1997	82	30.6	287.8	583.1	0.0	2528.1
1998*	61	10.2	27.1	42.3	0.0	175.0
1999*	40	1.7	5.3	8.1	0.0	35.1
2000						
2001	56	29.5	290.7	1027.4	0.0	7167.2
Salpen						
1992	63	14.0	94.3	192.3	0.0	1231.1
1993	70	245.8	1213.4	2537.7	6.9	16078.8
1994	63	582.3	931.9	950.2	9.5	4781.7
1995	77	0.6	3.7	8.6	0.0	43.2
1996	72	4.1	133.2	867.7	0.0	7385.4
1997	82	43.9	119.4	165.9	0.0	1041.4
1998*	61	349.0	939.7	1556.3	36.0	8030.4
1999*	40	159.1	197.5	191.6	0.0	873.4
2000						
2001	56	214.8	466.9	690.2	0.0	3309.1

Tab. 2.1: Krill- und Salpenhäufigkeiten im Gebiet Elephant Island angegeben als Dichte N/1000 m³. * Daten aus Loeb et al. (1999).

Krill-Längen-Häufigkeitsverteilungen

Die für die einzelnen Stationen gemessenen Krill-Längen-Häufigkeitsverteilungen wurden in zwei Schritten ausgewertet. Zuerst wurde mit Hilfe einer agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse untersucht, ob sich die Längen-Häufigkeitsverteilungen im Surveygebiet zu gleichartigen Gruppen zuordnen lassen, wobei die Häufigkeiten in den einzelnen Längengruppen als zu vergleichende Parameter benutzt wurden. Anschließend wurde geprüft, ob sich derartige Cluster zu geographischen Einheiten zusammenfassen lassen.

Vier Gruppierungsmethoden der Clusteranalyse wurden benutzt und die Ergebnisse untereinander verglichen:

- (i) single linkage
- (ii) unweighted Pair Group Average (UPGA)
- (iii) complete linkage
- (iv) Ward's Method.

Im ersten Schritt repräsentiert jedes Objekt (Station) ein eigenständiges Cluster. Die Distanz zwischen den Objekten wird bestimmt durch das Distanzmaß. In diesem Fall wurde die Euklidische Distanz gewählt. Im Prinzip werden Objekte (Stationen)

zusammengefasst, die einen minimalen Distanzwert aufweisen ("single linkage" Methode). Ein anderer Ansatz besteht darin, dass Stationen in verschiedene (unähnliche) Cluster gruppiert werden, die ein maximales Distanzmaß aufweisen ("furthest neighbour" und "complete linkage" Methoden).

Die Ergebnisse der "single linkage" Methode zeigten keine Aufspaltung der Stationen in verschiedene Gruppen, sondern bildeten eine kontinuierliche Kette im berechneten Dendrogramm. Dies geschieht häufig, wenn einige Objekte sehr ähnliche Distanzmaße haben. Die Ergebnisse der drei anderen Analysemethoden zeigten deutliche Unterschiede in der Gruppierung der Stationen. Insgesamt konnten drei Cluster unterschieden werden.

Die Interpretation der Ergebnisse, die mit Ward's Methode erhalten wurde, ergab, dass die Längen-Häufigkeitsverteilung von Cluster 1 eindeutig verschieden war von Cluster 2 und 3. Die UPGA-Methode benutzt die mittlere Distanz zwischen allen Objektpaaren. Das Dendrogramm dieser Fusionsmethode zeigte ebenfalls eine größere Gemeinsamkeit zwischen Cluster 2 und 3 bei gleichzeitiger Unähnlichkeit zu Stationen von Cluster 1. Dies Ergebnis war auch in Übereinstimmung mit den zusammengefassten Längen-Häufigkeitsverteilungen der entsprechenden Cluster. Die "complete linkage" Methode benutzt den größten Abstand anstatt der mittleren Distanzwerte. Das resultierende Dendrogramm entsprach dem der UPGA-Methode, nur dass die drei Cluster noch deutlicher voneinander getrennt waren als bei der vorangegangenen Methode.

Wegen der weitgehenden Übereinstimmung der Ergebnisse aus allen drei Dendrogrammen, wurde das Ergebnis der Ward-Methode als Grundlage für die Gruppierung der Stationen und die Beschreibung der zusammengefassten Längen-Häufigkeitsverteilungen herangezogen. Die Gruppierung der Längen-Häufigkeitsverteilungen erfolgte nach Wichtung durch die Gesamtfangmenge und durch Standardisierung auf ein filtriertes Wasservolumen von 1000 m³. Abbildung 2.19 zeigt, dass sich die zusammengesetzten Längen-Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Cluster deutlich voneinander unterscheiden.

Die geographische Verteilung der Stationen erstreckte sich von SW nach NE und folgte im Großen dem vorherrschenden Strömungsbild, das einen Ausstrom aus der Bransfield-Straße und die Drift nach NE nördlich der Süd-Shetland-Inseln durch die Drake-Passage zeigt. Cluster 1 setzte sich überwiegend aus kleinem Krill zusammen mit einer mittleren Länge von 27 mm, bei einer Verteilungsbreite zwischen 20 und 36 mm. Diese Gruppe war überwiegend in der südlichen Bransfield-Straße und auf dem nördlichen Schelf der Antarktischen Halbinsel verbreitet. Die räumliche Verbreitung von Cluster 2 erstreckte sich über die Nordseite der Bransfield-Straße nach Osten und umschloss Elephant Island im Norden und Osten. In diesem Gebiet lag der Gipfel der Längen-Häufigkeitsverteilung bei 48 mm, doch traten daneben auch Längengruppen von 26 bis 40 mm regelmäßig in geringerer Häufigkeit auf. Dieses Vorhandensein von kleineren Längengruppen unterschied Cluster 2 von dem davon nördlich gelegenen Cluster 3. Die unimodale Längen-Häufigkeitsverteilung des nördlichsten Cluster besaß ein deutliches Maximum bei 51 mm, und repräsentierte somit die größere Untereinheit der südlich davon gelegenen Gruppierung 2. Cluster 3 erstreckte sich in der Drake-Passage in NE Richtung in die Scotia-See hinein und lag ausschließlich jenseits des Kontinentalabhangs. Die räumliche Verbreitung des verschiedenen Längen-Cluster ist in Abbildung 2.20 wiedergegeben.

Krill der Größenklassen 20 bis 32 mm waren im juvenilen oder frühen adoleszenten Reifestadium. Diese Größengruppe besteht überwiegend aus einjährigen Tieren. Im Cluster 2 traten alle älteren Altersgruppen und Entwicklungsstadien auf. Der große Krill aus Cluster 3 stellt die älteste Altersgruppe im Bestand dar (wahrscheinlich 5+), sie ist zwar auch im Cluster 2 vertreten, doch dominiert sie in den nördlichsten Bereichen offensichtlich den Bestand. Alle mittleren Altersgruppen sind weiter südlich verbreitet, obwohl sie zumindest ab Alter 3+ bereits in den adulten Laicherbestand hineingewachsen sind und am Laichvorgang teilnehmen.

Die als relative Häufigkeit dargestellten Längenverteilungen könnten einen falschen Eindruck über ihre tatsächliche Häufigkeit im Bestand erwecken. Abbildung 2.21 gibt daher die normierte Anzahl aller Längengruppen im Bestand wieder bezogen auf ein filtriertes Wasservolumen von 1000 m³. Die zusammengefasste Längen-Häufigkeitsverteilung des Krill über das gesamte Surveygebiet verdeutlicht die starke Dominanz des einjährigen juvenilen Krill im Bestand. Die zwei- und dreijährigen Altersgruppen, die in erster Linie durch die Größenklassen 36 bis 44 mm repräsentiert sein müssten, sind relativ selten und deuten an, dass es über mehrere Jahre zu einer schwachen Rekrutierung gekommen war. Wegen der über mehrere Jahre wirksamen natürlichen Sterblichkeit auf ältere Altersgruppen zeigen die vier- und fünfjährigen Tiere eine stark reduzierte Häufigkeit in der aktuellen Längen-Häufigkeitsverteilung. Trotz ihrer geringen Anzahl haben die älteren Alters- und Größengruppen wegen ihrer höheren Fruchtbarkeit eine große Bedeutung für den Fortpflanzungsprozess der Population.

Zusammensetzung der Reifestadien

Wie bereits erwähnt setzte sich die Krillpopulation im Sommer 2001 um Elephant Island überwiegend aus juvenilen und adoleszenten Tieren der Altersgruppe 1 zusammen (Abb. 2.22). Das juvenile Stadium machte allein 53 % der Bestandszahl aus. Nur 22 % der Individuen gehörten den adulten Entwicklungsstadien an. Seit 1996 hatte es keinen derartig hohen Anteil an einjährigen Rekruten im Bestand gegeben.

Adulte Reifestadien der Weibchen lassen sich als Indikator für eine frühe oder verspätete Laichzeit nutzen. Obwohl Krill im Prinzip zwischen dem späten November und frühen April laichen kann, ist die Laichzeit in der Regel auf einen weitaus kürzeren Zeitraum begrenzt. Dieses Zeitfenster kann jedoch zwischen den Jahren schwanken. Weibchen mit einer Gesamtlänge von 35 mm nehmen gewöhnlich zum ersten Mal in ihrem Lebenszyklus am Laichvorgang teil. In diesem Jahr waren Ende Januar 98 % aller adulten Weibchen im Stadium 3C bis 3E. Diese Stadien werden als weit fortgeschritten in der Laichreife bis hin zu abgelaicht bezeichnet. Von diesen hoch-laichreifen Weibchen allein waren 76 % bereits abgelaicht. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Laichzeit bereits relativ früh eingesetzt hatte und der Höhepunkt der Laichsaison Ende Januar gerade überschritten war. Offensichtlich war die mittlere Reifungslänge im Jahre 2001 ähnlich derjenigen der vergangenen Jahre. Ein Teil der abgelaichten Weibchen zeigte bereits Anzeichen einer Erholung ("Verjüngung" in ein früheres Reifestadium). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Laichzeit Ende Dezember/Anfang Januar eingesetzt hatte, obwohl während des Surveys immer noch einige Weibchen sich in der Reifeentwicklung befanden.

Dies würde bedeuten, dass die Laichzeit relativ früh, wenn auch nicht ungewöhnlich früh eingesetzt hatte.

Der zeitliche Ablauf der Laichzeit ist für das Überleben der schlüpfenden Larven von ausschlaggebender Bedeutung. Im Falle eines frühen Schlupfes können die Larven die sommerliche Produktionsphase lange nutzen, um zu wachsen und einen guten Konditionsfaktor vor der Start des Winters erhalten. Eine späte Laichzeit und folglich ein spätes Erscheinen der Larven lässt diesen nur wenig Zeit zum Heranwachsen, was zum Winter hin zu hohen Mortalitätsraten führen kann. Daher ist ein frühes Laichen für das Wachstum der Larven und ihr Überleben bis zum Rekrutenalter von großem Vorteil.

Interessanterweise bestand die Population in ihren nördlichen Randbereichen fast ausschließlich aus großen Tieren mit einer Länge zwischen 49 und 58 mm. Dies würde etwa der Altersgruppe 5+ entsprechen, die den Jahrgang 1994/95 repräsentiert. Dieser Jahrgang war in der Zeitserie von Elephant Island der letzte überdurchschnittlich starke gewesen, der nun hauptsächlich den Laicherbestand trägt. Seit diesem Jahr war die Rekrutierung nur mittelmäßig oder fiel in einigen Jahren sogar fast vollständig aus. Die Bestandsstärke hatte folglich 1999 und nach unveröffentlichten Daten im Jahre 2000 einen Tiefstand erreicht. Der starke Nachwuchsjahrgang 2000 und das frühe Laichen im Sommer 2001 mit der Hoffnung auf eine gute Rekrutierung im kommenden Jahr lassen mittelfristig einen Anstieg der Bestandsgröße erwarten.

Literatur

- Baker, A. de C., Clarke, M.R. & Harris, M.J. (1973): The N.I.O. Combination net (RMT 1+8) and further developments of rectangular Midwater trawls.- J. Mar. Biol. Assoc. UK 53: 176-184.
- Loeb, V., Armstrong, W.A., Dietrich, K., Force, M. & Gong, N. (1999): Net sampling, Krill and zooplankton.- In: J. MARTIN (ed.), AMLR 1998/99 field season Report. NOAA Administrative Report LJ-99-10, pp 65-114.
- Makarov, R.R. & Denys, C.J.I. (1981): Stages of sexual maturity of *Euphausia superba*.- BIOMASS Handbook 11, 13pp.

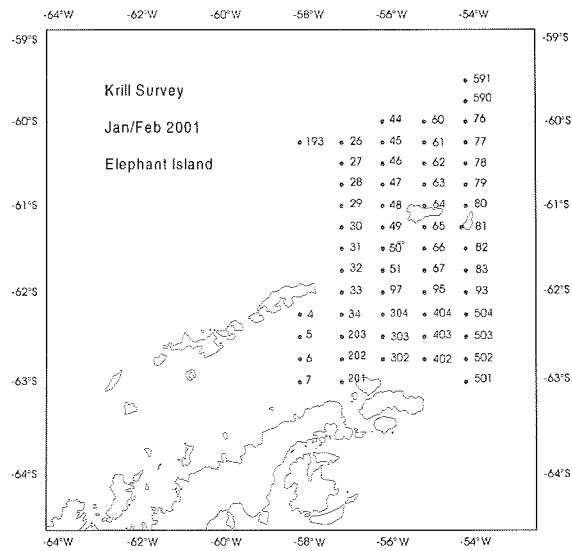


Abb. 2.17: Standard Stations-Netz für den Krill RMT-Planktonnetz-Survey im Gebiet Elephant Island (Antarktische Halbinsel)

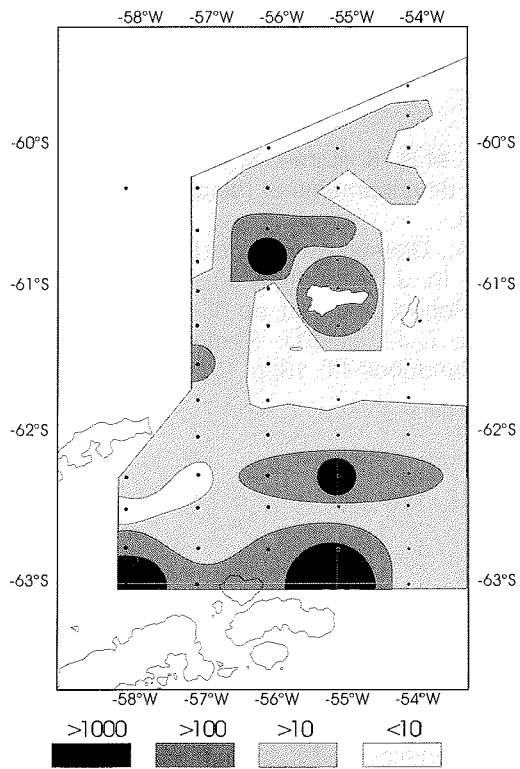


Abb. 2.18: Krill-Verbreitung und Häufigkeit (in N/1000 m³) im Gebiet Elephant Island im Januar/Februar 2001

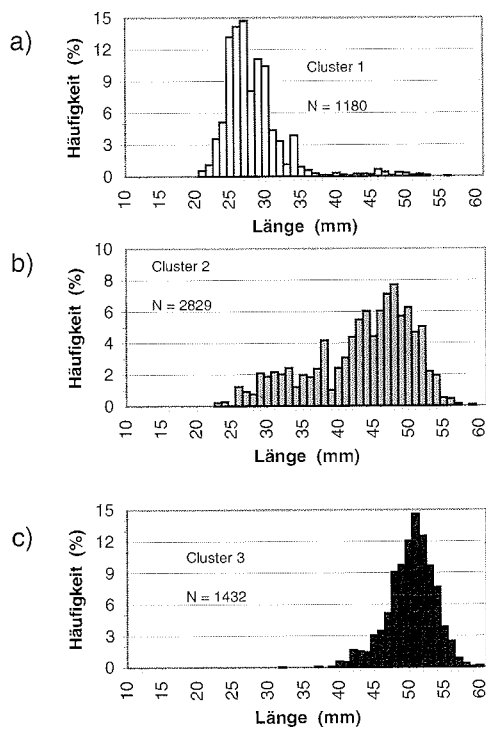


Abb. 2.19: Krill-Längen-Häufigkeitsverteilungen in den verschiedenen geographischen Stations-Cluster im Gebiet um Elephant Island; a = Cluster 1, b = Cluster 2, c = Cluster 3

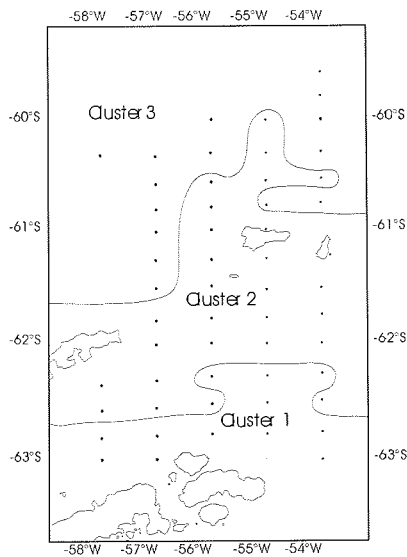


Abb. 2.20: Geographische Verbreitung der Krill-Größengruppen, wie sie anhand der Clusteranalyse bestimmt wurden.

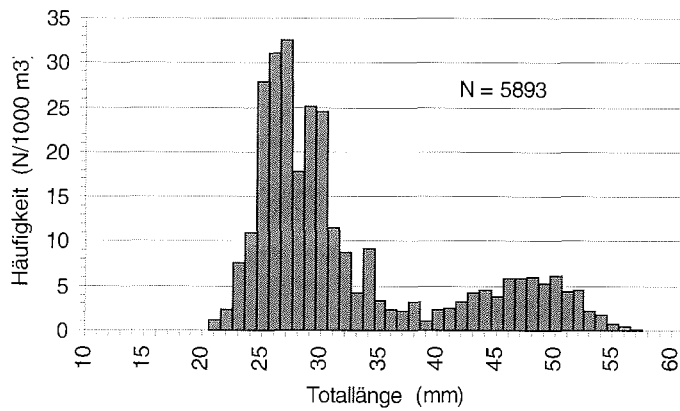


Abb. 2.21: Zusammengesetzte Längen-Häufigkeitsverteilung für das gesamte Surveygebiet um Elephant Island nach Wichtung der Stationen auf die Gesamtfangmenge und Standardisierung auf Anzahlen pro 1000 m³

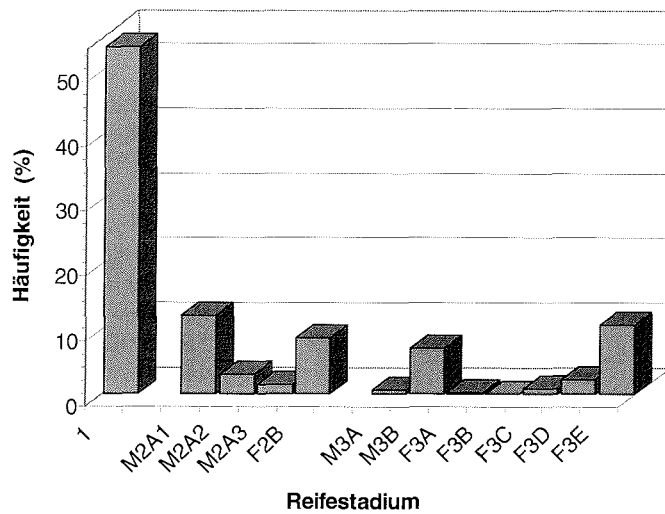


Abb. 2.22: Relative Häufigkeit der verschiedenen Krill Reifestadien im Januar/Februar 2001
 1 = juvenile, 2 = adoleszente, 3 = adulte Krill-Reifestadien, M = Männchen, F = Weibchen

Tab. 2.2: Stationsliste der RMT Krill-Fänge im Gebiet Elephant Island und im östlichen Weddellmeer

Station	Datum	Zeit	geo. Breite	geo. Länge	Lot	Fang	Fang	Fang	Filt. Vol.	Molekulargenetische
	(yyyymmdd)	(UTC)	(Grad Min,00)	(Grad Min,00)	Tiefe	Tiefe	Tiefe		(m3)	Proben
		hhmmss			(m)	min (m)	max (m)			
4	20010204	133700	621459S	580640W	1587	0	197	13294		
5	20010204	105700	622944S	580230W	1877	0	200	17227	Y	
6	20010204	23600	624486S	580010W	777	0	200	20371		
7	20010204	53900	625931S	575989W	465	0	201	17467		
26	20010202	140100	601483S	571250W	4191	0	199	22780		
27	20010202	111300	602984S	570650W	1933	0	199	15521		
28	20010202	82900	604487S	570930W	3743	0	200	17762		
29	20010202	53000	610080S	570780W	2800	0	200	18134		
30	20010202	24600	611522S	565990W	1664	0	200	14326		
31	20010201	235700	613029S	565966W	482	0	200	17887		
32	20010201	210700	614512S	565934W	407	0	199	19435		
33	20010201	182000	620480S	565995W	1405	0	197	16411		
34	20010201	153000	621539S	565999W	1572	0	1572	16449		
44	20010130	203800	600270S	555963W	3716	0	197	17738		
45	20010130	232300	601534S	560290W	3722	0	197	18749		
46	20010131	21000	603029S	560070W	3722	0	200	17100		
47	20010131	50400	604493S	560690W	3722	0	200	15146		
48	20010131	74900	605965S	560550W	288	0	199	16615		
49	20010131	103600	611497S	560730W	166	0	147	10852		
50	20010131	125700	612985S	564440W	332	0	194	20239		
51	20010131	155900	614476S	560080W	761	0	196	29836		
60	20010130	160700	600110S	550310W	619	0	210	11158		
61	20010130	130100	601540S	545995W	405	0	200	20301		
62	20010130	100300	603037S	550460W	4504	0	200	18208	Y	
63	20010130	72000	604554S	545985W	501	0	200	15150		
64	20010130	44500	610120S	551160W	325	0	200	16867		
65	20010130	10200	611523S	545554W	122	0	110	11179		
66	20010129	223700	613007S	545899W	633	0	200	16643		
67	20010129	200000	614556S	550240W	223	0	200	16094		
76	20010127	195500	600550S	535930W	3110	0	213	18928		
77	20010127	223300	601541S	535982W	2830	0	192	16528		
78	20010128	11100	603034S	535985W	3043	0	200	17671		
79	20010128	35300	604538S	540130W	1762	0	201	20000	Y	
80	20010128	63500	605960S	535996W	2171	0	201	14661		
81	20010128	90100	611249S	535338W	1302	0	201	20023		
82	20010128	121300	613015S	541110W	772	0	194	16243		
83	20010128	144500	614502S	541340W	325	0	196	16668		
93	20010128	171500	615960S	535976W	550	0	197	20498		
95	20010129	172100	620350S	550280W	1382	0	206	18532		
97	20010131	183600	615966S	561240W	1000	0	198	14496		
193	20010202	221000	601491S	580830W	3549	0	198	17868		
201	20010201	75000	625976S	565988W	67	0	55	3242	Y	
202	20010201	95000	624481S	570540W	169	0	150	14112		
203	20010201	124100	623020S	565953W	830	0	195	18722		
302	20010201	31000	624445S	555957W	175	0	165	17621	Y	
303	20010201	100	623004S	560144W	337	0	201	19128		
304	20010131	211700	621495S	560970W	472	0	193	15962		

402	20010129	91800	624511S	545980W	174	0	151	7589	
403	20010129	115100	623011S	550190W	257	0	204	14440	
404	20010129	143000	621530S	545998W	506	0	198	19437	Y
501	20010129	41400	625973S	540060W	301	0	200	18814	
502	20010129	13900	624560S	535994W	282	0	200	14954	Y
503	20010128	224900	622964S	540340W	791	0	199	15722	
504	20010128	200200	621451S	535996W	865	0	199	19658	
590	20010127	171700	594532S	535964W	3583	0	192	13702	
591	20010127	143600	593030S	540540W	3682	0	198	17424	
1000	20010210	90700	711069S	122890W	305	0	200	18955	Y
1001	20010210	113100	710293S	115288W	1115	0	199	20312	Y
1002	20010210	142600	705195S	110134W	362	0	198	17693	Y
1003	20010210	170100	704050S	102510W	362	0	200	17402	Y
1004	20010212	163000	702957S	87050W	266	0	199	15317	Y
1005	20010212	191500	701650S	91129W	1021	0	200	14261	Y
1006	20010212	215800	700480S	94747W	1886	0	201	12110	

2.5 HYDRO-ACOUSTIC INVESTIGATIONS OF ANTARCTIC KRILL, *EUPHAUSIA SUPERBA* BIOMASS/DENSITY IN THE ELEPHANT ISLAND AREA IN JANUARY / FEBRUARY 2001

Bo Ingemar Bergström (KMRS), Johan Rademan (SFRI) and Maria A. Thomasson (KMRS)

Introduction

This hydro-acoustic investigation was carried out as a complement to the net sampling program executed during the ANT-XVIII/4 expedition with R/V POLARSTERN (see Siegel et al.). Hydro-acoustic data were collected, primarily from the survey area around Elephant Island but also during transits between Atka Bay and the South Orkney Islands. The main objective of the hydro-acoustic work was to collect data on which a description of the geographical distribution of krill biomass in the survey area can be based. Thus this study intends to complement the net sampling program, which has the main objective to describe the demography, and related population parameters of *Euphausia superba* in the survey area.

Material and methods

The general study area, stations sampled with the RMT 8+1 (Rectangular Midwater Trawl) the hydro-acoustic survey transects and the actual course track are shown in Fig. 2.23. The distance between stations along transects were 15 Nautical miles (nm) and transects were spread 30 nm apart.

During the survey we used the SIMRAD EK60 Scientific Echo Sounder installed on the R/V POLARSTERN. Three different transducers were used:

38 kHz Split beam ES 38-B
120 kHz Split beam ES 120-7
200 kHz Split beam ES 200

Data were logged continuously between all stations (Fig. 2.23) with the aid of the BI500 (Bergen Integrator 500) software supplied as part of the EK60 echo sounder system. Data will be stored both in Sweden and in South Africa and copies of the data sets can be made available for interested parties upon request.

In order to comply with internationally agreed standardised acoustic data collection customs, the acoustic sampling protocol for the CCAMLR Synoptic Survey (Anonymous 2000) was followed as closely as possible. Settings of the echo sounder during the survey are shown in Table 2.3.

Calibration

Calibration of the echo sounder was planned to take place in Admiralty Bay, King George Island, but due to delays caused by severe weather the calibration had to be cancelled. Therefore settings from a previous calibration had to be

Operation	Ping Rate	Interval	2 s
Colour Scale	No. TVG		70
	20 log TVG		70
	40 log TVG		70
	Bottom TVG		60
Bottom Detector	Min. Depth		10 m
	Max. Depth		500 m
	Bottom Lost Warning		off
	Min. Depth Alarm		off
	Max. Depth Alarm		off
Echogram	Surface		manual
	Scale		10
	Bottom Line		on
	Ping Filter		on
	TVG		20 log
Transceiver	Transmit Power		max.
	Pulse Length		med.
	Transducer Depth		11 m
TS Detection	Min. Echolength		0.8
	Max. Echolength		2.5
	Max. Phase Dev.		2.0
	Max. Gain Comp.		4.0
Install	Navigation	NMEA	yes
		Speed	external
		Parameter	yes
	BI500	Echogram	yes
		Echo Trace	yes
		Navigation	yes
		Vessel Log	yes
		No. of Surface Layer	500
		No. of Bottom Values	150

Tab. 2.3: EK60 settings used during the krill survey Jan/Feb 2001 in the Elephant Island area with POLARSTERN (ANT XVIII/4)

used, see Table 2.4. It is however our hope that the echo sounder will be calibrated at an appropriate seawater temperature and salinity during the following expedition leg ANT-XVIII/5.

	38 kHz	120 kHz	200 kHz
Gain	25.03 dB	23.72 dB	25.60 dB
Bandwidth	2425 Hz	8710 Hz	10635 Hz
Sample Interval	0.1920 m	0.0480 m	0.0480 m
Two-way Beam Angle	-20.70 dB	-19.70 dB	-20.50 dB
Absorption	10.15 dB/km	27.58 dB/km	40.79 dB/km
Sound Velocity	1500 m/s	1500 m/s	1500 m/s
Angle Sensitivity, Along ship	21.90	21.00	23.00
Angle Sensitivity, Athwart ship	21.90	21.00	23.00
3dB Beam Width, Along ship	6.93°	7.36°	6.55°
3dB Beam Width, Athwart ship	7.37°	7.36°	6.59°
Angle Offset, Along ship	-0.01°	0.04°	-0.16°
Angle Offset, Athwart ship	0.04°	0.01°	0.00°

Tab. 2.4: Calibration settings during the krill survey Jan/Feb 2001 in the Elephant Island area with POLARSTERN (ANT-XVIII/4)

Post-processing

Only data from the 120 kHz transducer were analysed on board the ship. Integrated backscatter was calculated in 5 nm (9260 m) intervals between stations with the aid of the SIMRAD BI500 post-processing software.

The following formulas were used (Anonymous 2000) to convert integrated krill backscattering area to areal krill biomass density:

$$\rho = S_A w / \sigma$$

where ρ = areal krill biomass density
 S_A = integrated backscattering area
 w = krill mass
 σ = Acoustic cross-sectional area

$$\text{where } \sigma = 4 \pi r_0^2 10^{TS/10}$$

$$\text{and } r_0 = 1 \text{ m}$$

Individual krill weight was calculated from estimated mean and median krill lengths from net catches using the expression (Anonymous 2000):

$$w = aL^b$$

where w = total mass (mg)
 L = total length (mm)

The empirical constants a and b are based on fitting the above power function to empirical length/weight data. During this survey following values of a and b were used:

$$a = 0.00205$$

$$b = 3.325$$

which were reported to be valid for krill lengths in the interval 23-60 mm (Anonymous 2000).

Krill mean lengths and median lengths were used to calculate target strength (TS) at 120 kHz using the following expression (SC-CAMLR-X, paragraph 3.34):

$$TS_{120} = -127.45 + 34.85 \log (L)$$

where L = total length (mm).

The estimates of mean and median total lengths are based on the results of a cluster analysis of the net sample length frequency distributions (LFD). The results from this analysis indicate three different clusters of LFD's in the surveyed area. Based on these results and pooled LFD's for each of the areas we calculated both mean and median total lengths (Tab. 2.5). Both mean and median lengths were used to calculate target strength values for each of the respective clusters.

	Mean Length (95 %)	Median Length
Cluster 1	28.84 ± 0.08	27.50
Cluster 2	43.93 ± 0.24	45.50
Cluster 3	50.82 ± 0.35	51.50

Tab. 2.5: Mean lengths (at the 95 % confidence level) and median lengths of krill in the three observed clusters

However, because no calibration was performed in Admiralty Bay we will not present calculated krill biomass densities in this report since these estimates would contain a systematic error. Instead we have chosen to present mean values of integrated backscatter (average SA) calculated over the 15 nm distance between stations. Samples from the RMT 8 showed a predominance of *Euphausia superba* and *Salpa thompsoni* in the area surveyed. In areas where *S. thompsoni* predominated in the net catches, no significant backscatter could be noticed. However, when net catches comprised mostly *E. superba*, clear sound scattering layers could be seen. Using the RMT 8 hauls as method of "ground truthing" we can therefore assume a direct relation between the integrated backscatter (SA) and krill biomass density.

Results

Observed values of integrated backscattering area SA, mean and median lengths and size related target strengths were documented. Mean SA value for the total surveyed area was 676.30 ± 146.01 (95 % level of confidence) and the over all coefficient of variation was 160.6.

Figure 2.24 shows the mean SA values between stations in the survey area and the approximate position of the 500 m depth contour (indicating the shelf break). This calculated mean is based on 3 SA values each integrated over 5 nm. In this figure we have plotted three categories of average SA values.

Low values: values beneath the lower limit of the 95 % confidence interval of the average for the total area; average SA < 530.

Medium values: values within the 95 % confidence interval of the average for the total area; average SA between 530 and 822.

High values: values above the higher limit of the 95 % confidence interval of the average for the total area; average SA >822.

Generally low values are found over deeper water north of Clarence Island and north west of Elephant Island. Low values are also present south of Clarence Island and in the southern part of the surveyed area in Bransfield Strait. High values are generally found in shallower water on the N-NW shelves/shelf-breaks off Elephant Island, Clarence Island, King George Island, d'Urville and Joinville Islands. In between this extremes medium values were found.

Concluding remarks and scope for future work on the data set

Although we believe that the results presented here give a reasonable reflection of the relative distribution of the krill biomass in the survey area, these results need to be confirmed by more detailed analyses covering various topics.

One such topic is that the survey grid, which was originally designed for net sampling is not ideal for the hydro-acoustic work. The grid used here has equally spaced survey transect. Instead we believe that a random stratified survey design should have been used. Tentatively we suggest that three strata should have been applied. One stratum in waters away from the continental shelf, another stratum on the shelf area and possibly one stratum in the water over the deeper part of Bransfield Strait. Further statistical analyses will elucidate this. The need for further statistical analyses is also stressed by the high value of the coefficient of variation (160.6), which not only indicates substantial heterogeneity in the distribution of the krill biomass but also stresses the need for deeper analyses of the data using random stratification techniques. This is however beyond the scope of this report.

Another problem that has to be dealt with is the lack of a relevant calibration of the echo sounder. But as stated above it is our hope that the echo sounder will be calibrated at an appropriate seawater temperature and salinity during the following expedition leg ANT-XVIII/5.

References

Anonymous 2000. Report of the CCAMLR B0 workshop, WG-EMM-00/21, La Jolla, USA, 30 May to June 2000.

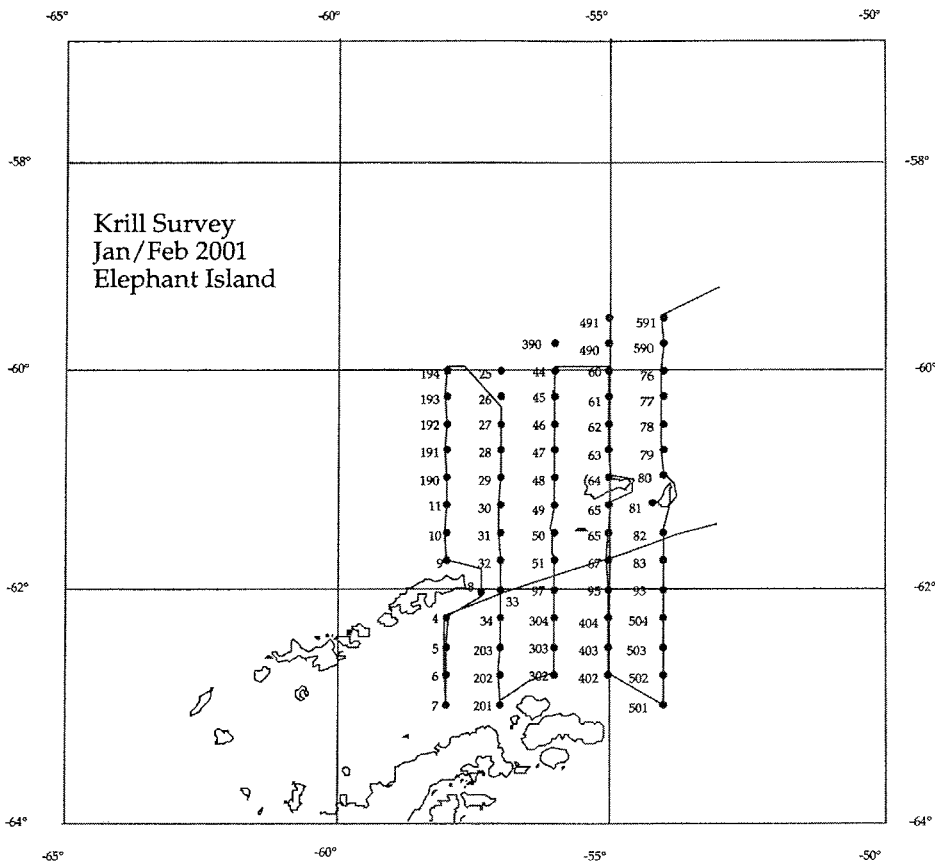


Fig. 2.23: The Elephant Island survey area. The figure shows stations sampled with the RMT 8 + 1 (Rectangular Midwater Trawl) the hydro-acoustic survey transects and the actual course track.

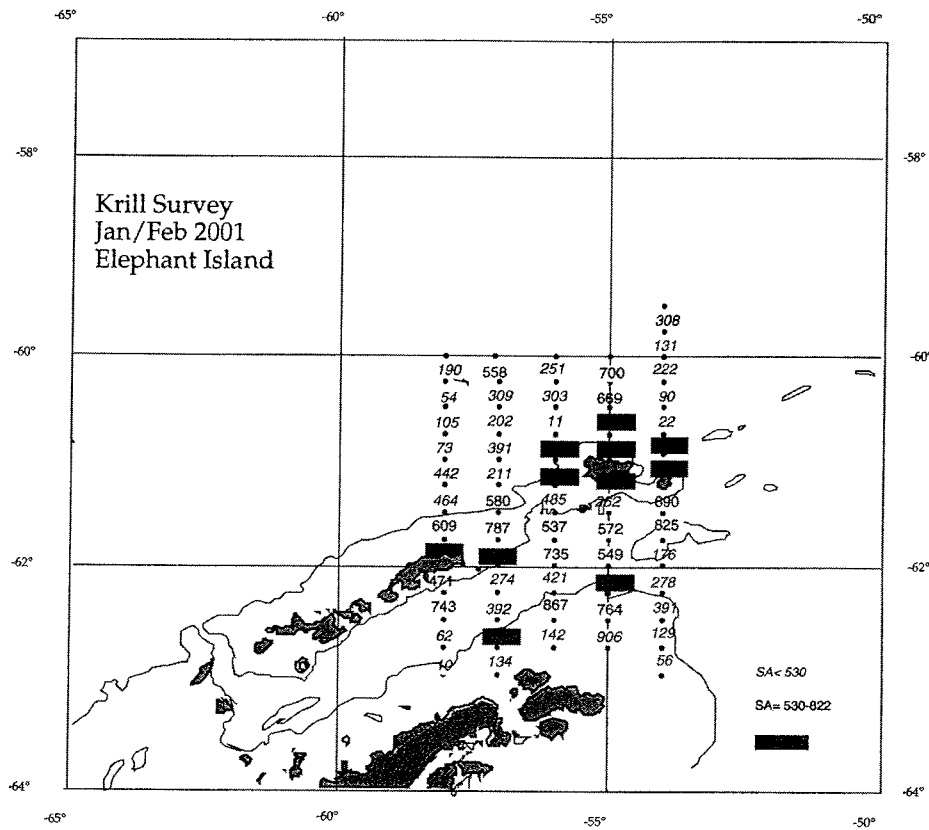


Fig. 2.24: The distribution of mean SA values between stations in the Elephant Island survey area and the approximate position of the 500 m depth contour (indicating the shelf break). For further explanation see the text.

2.6 UNTERSUCHUNGEN ZUR PHYSIOLOGIE DES ANTARKTISCHEN KRILL *EUPHAUSIA SUPERBA* IM ANTARKTISCHEN SOMMER

Bodo Blume, Bernadette Oettl, Bettina Meyer-Harms und Ulrich Bathmann
(AWI)

Am Alfred-Wegener-Institut wurde von Januar 1999 bis Februar 2002 ein BMBF-Verbundprojekt zur Ernährungsstrategie des antarktischen Krills durchgeführt. Ziel des Projektes ist es, die Ernährungs- und Lebenssituation des antarktischen Krills beim Übergang zum Winter zu erfassen. Wie die Larvalstadien, juvenile und adulte Tiere überwintern, ist bis heute umstritten, und die Berechnung eines Jahres-Energiebudgets für *E. superba* ist bisher nicht möglich, da keine ausreichenden Datensätze aus den Herbst- und Wintermonaten vorliegen. Jedoch sind Daten, die zur Aufklärung der Lebensstrategie des antarktischen Krills beitragen, zur Erstellung populationsdynamischer Modelle und zur Abschätzung des Krillbestandes und damit zur Entwicklung von Strategien zur nachhaltigen Bewirtschaftung des Krills von essentieller Bedeutung.

Auf diesem Fahrtabschnitt sollte geklärt werden, welche energetische Grundausstattung die jeweiligen Entwicklungsstadien von *E. superba* besitzt, was und wie viel von dieser Art als Nahrung aufgenommen wird und inwieweit die aufgenommene Nahrung verwertet wird. Die Verwendung gleicher methodischer Ansätze, wie sie bereits während der Expeditionen im antarktischen Herbst durchgeführt wurden und werden (ANT-XVI/3, 1999; ANT-XVIII/5b, 2001) ermöglicht einen direkten Vergleich der Bioenergetik von Krill während der Frühjahr-/Sommer- und Herbst-/Wintermonate. Sie ist für eine Interpretation der Lebensstrategie des Krills von essentieller Bedeutung.

Weiterhin ist von Fischlarven und einigen Crustaceen bekannt, dass das RNA/DNA-Verhältnis mit dem physiologischen Zustand der Tiere korreliert ist. Es sollte versucht werden, für hungernde Tiere einen Zusammenhang zwischen diesem Verhältnis und physiologischen Parametern (Exkretion, Respiration, Aktivität der Verdauungsenzyme) bzw. der biochemischen und der Elementar-Zusammensetzung zu erstellen und mit den Daten frisch gefangener Tiere zu vergleichen.

Probennahme und Experimente an Bord

Antarktischer Krill wurde mittels eines RMT (Rectangular Midwater Trawl, Öffnung 1 m²) per Schräghol zwischen 0 und 200 m gefangen. Dabei handelte es sich um Fänge, die im Rahmen der fischereibiologischen Untersuchungen des Krillbestandes im Gebiet Elephant Island (Antarktische Halbinsel) der Arbeitsgruppe Siegel (BfA Fischerei, Hamburg) durchgeführt wurden. Unmittelbar nach dem Fang wurden einige Tiere für die spätere Bestimmung der energetischen Grundausstattung des Krills (Elementar- und biochemische Zusammensetzung, Aktivität der Verdauungsenzyme, Analyse des RNA / DNA-Verhältnis) bei -80 °C eingefroren.

Juveniler Krill war in ausreichenden Mengen vorhanden, so dass ein Langzeitexperiment zur Entwicklung der Bioenergetik des Krills unter Hungerbedingungen durchgeführt werden konnte. Es sollte festgestellt werden, inwieweit sich die folgenden Parameter im Hungerverlauf ändern:

- die elementar- und biochemische Zusammensetzung
- die metabolische Aktivität (Sauerstoffaufnahme, Ammoniumabgabe)
- das DNA/RNA Verhältnis
- die Aktivität von Verdauungsenzymen (Gesamtprotease, Amylase, Laminarinase) sowie des Stoffwechsellzyms Citratsynthase.
- die Häutungsaktivität.

Vor Beginn des Experimentes wurden die frisch gefangenen Tiere für 24 Stunden in natürlichem Seewasser (100 l) gehältert, um für alle Tiere gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen.

Zur Bestimmung der Häutungsintervalle wurden 100 Tiere einzeln in 100 ml filtriertem Seewasser gehältert. Nach der Häutung wurden die Tiere bei $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren, um später die Länge, das Trockengewicht sowie den Kohlenstoff- und den Stickstoffgehalt zu bestimmen. Die Exuvien wurden auf geglühte GF/F überführt und auf diesen ebenfalls für die spätere Bestimmung von Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt eingefroren.

Der andere Teil der Tiere wurde in 100 Liter filtriertem Seewasser im Dunkeln bei 0°C gehältert. Das Inkubationsmedium (filtriertes Seewasser) wurde jeden Tag gewechselt, verendete Tiere und Exuvien wurden gezählt und entfernt. Alle zwei Tage wurden 10 Tiere aus dem Tank entnommen und bei $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren, um die oben aufgeführten Parameter später im Institut zu analysieren. Weiterhin wurde die Sauerstoffaufnahme bestimmt. Dafür wurden 8 Flaschen (Volumen 1,2 l) mit filtriertem Seewasser angesetzt. In 5 dieser Flaschen wurden je 3 Tiere über 24 Stunden luftdicht inkubiert, die anderen drei dienten als Kontrolle. Nach Ablauf der Inkubationszeit wurde der Gehalt an freiem Sauerstoff in den Flaschen mittels der Winklertitration bestimmt und die Aufnahme pro Tier und Stunde aus der Differenz der Inkubations- und Kontrollflaschen errechnet. Die Versuchstiere wurden bei -80°C eingefroren, um später die Länge, das Trockengewicht und die Elementarzusammensetzung bestimmen zu können. Weiterhin wurden Unterproben aus dem Inkubationsmedium genommen, um später den Ammoniumgehalt und daraus die Exkretion bestimmen zu können.

Ergebnisse und Diskussion

In den Netzfängen konnten nur wenige Larven (*Calyptopis* l) gefunden werden. Auch adulter Krill war nicht in ausreichenden Mengen vorhanden, um ein Langzeitexperiment durchzuführen. In einem Hol (Station 7) waren genügend juvenile Tiere, um ein Experiment zu starten. Dieses Hungerexperiment konnte über zwei Wochen durchgeführt werden. Dabei zeigte sich eine abnehmende Respiration, die in fünf Tagen von etwa $20\text{ }\mu\text{l ind}^{-1}\text{ h}^{-1}$ auf ungefähr die Hälfte abnahm und sich anschließend nur geringfügig änderte (Abb. 2.25).

Bei der Häutungsfrequenz zeigt sich eine abnehmende, bei der Mortalität eine zunehmende Tendenz (siehe Abb. 2.26, 2.27). Über die Entwicklung der Elementar- und biochemischen Zusammensetzung, des DNA/RNA-Verhältnisses sowie der Enzymaktivität können derzeit noch keine Aussagen gemacht werden, da die Analysen im Labor noch ausstehen.

Im Hungerzustand haben die Tiere keine Möglichkeit Biomasse aufzunehmen und zu akkumulieren. Das bedeutet, dass sie von vorhandenen Reserven leben müssen. Die Überlebenszeit hängt davon ab, wie viele Reserven sie haben und wie viel sie pro Zeiteinheit davon verbrauchen, d.h. veratmen, ausscheiden oder mit der Häutung verlieren. Ein wesentlicher Faktor ist dabei die Respiration. Da die Energie hauptsächlich aus kohlenstoffhaltigen Verbindungen gewonnen wird, ist die Respiration ein guter Parameter für den Energieumsatz. Anhand des Sauerstoffverbrauchs konnte gezeigt werden, dass dieser innerhalb weniger Tage auf die Hälfte reduziert werden kann. Das bedeutet für die Tiere bei begrenzten Reserven einen längeren Überlebenszeitraum. Bei hungernden Tieren ist die Häutung ein weiterer wesentlicher Faktor für den Verlust von Biomasse. Es zeigt sich eine Tendenz, dass im Hungerzustand die Häutungsfrequenz verringert wird. Das bedeutet, dass auch hier versucht wird, den Verlust an organischem Material zu reduzieren. Die Mortalität steigt erwartungsgemäß mit der Zeit, d.h. mit abnehmenden Reserven an.

Für die Ammoniumabgabe wird erwartet, dass sie zunächst abnimmt und im weiteren Hungerverlauf wieder zunimmt, da davon ausgegangen wird, dass zunächst Lipide und erst später Proteine als Reservestoffe genutzt werden. Die Lipide dienen im Zooplankton als Reservestoffe, während Proteine überwiegend lebenswichtige Strukturen und die Grundsubstanz der Zellen bilden. Sie werden daher vermutlich zuletzt als Energiereserve genutzt. Dies würde sich dann ebenfalls in der Veränderung der Elementar- sowie biochemischen Zusammensetzung widerspiegeln.

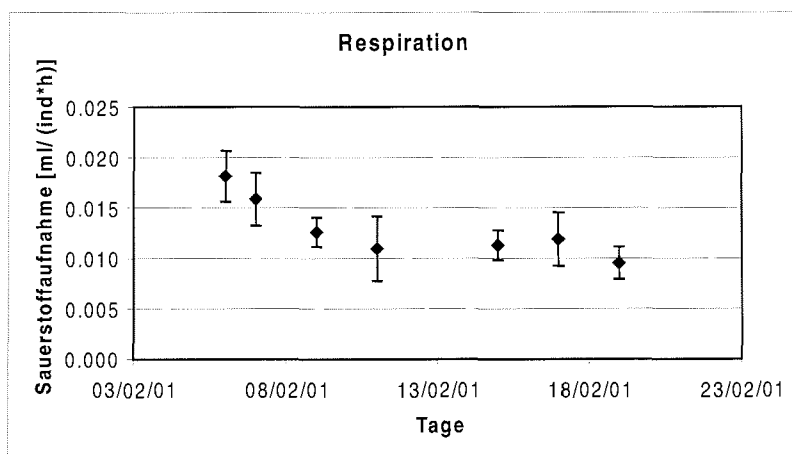


Abb. 2.25: Entwicklung des Sauerstoffverbrauchs bei hungerndem juvenilem Krill

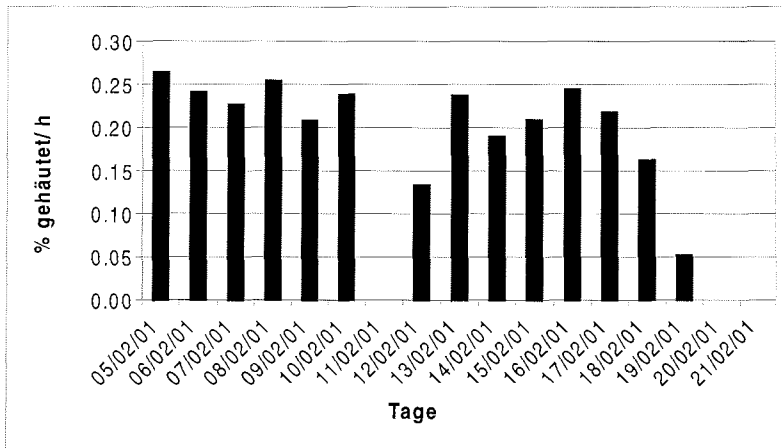


Abb. 2.26: Entwicklung der Häutungsaktivität bei hungerndem juvenilem Krill

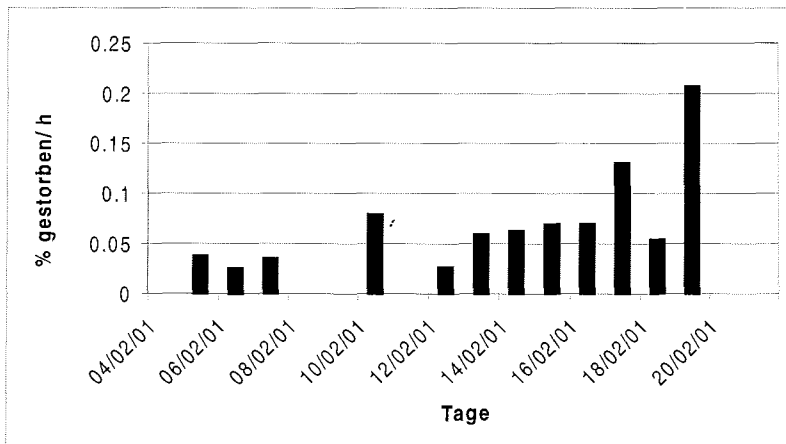


Abb. 2.27: Sterberate bei hungerndem juvenilem Krill

2.7 UNTERSUCHUNGEN ZUM VORKOMMEN UND DER VERBREITUNG VON CETACEEN IM BEREICH DER SÜD-SHETLAND-INSELN UND IM WEDDELLMEER

Heike Pankow, Micha Dudek, Olaf Jäke, Thorsten Peters, Susanne Prahl, Gabriele Prochnow (ZIH)

Einleitung

Seit den 1980er Jahren werden die durch den Walfang stark dezimierten Bestände der Großwale der Antarktis durch Walbeobachtungssurveys der IWC (Internationale Walfangkommission) erfasst. Die Verbreitungsmuster bestimmter Walarten waren teilweise nur durch Walfangoperationen bekannt. Seitdem im Jahre 1994 das Südpolarmeer durch die IWC zum Walschutzgebiet erklärt wurde, ist es ein Ziel, ein möglichst umfassendes Bild der Walbestände der Antarktis zu erhalten.

Die regelmäßig durchgeführten Bestandserhebungen reichen nur teilweise in das Einzugsgebiet der Süd-Shetland-Inseln hinein (Randbereich der IWC-Gebiete I und II). Somit liegen aus diesen Gebieten bisher kaum Daten über die Verbreitung verschiedener Walarten vor. Es ist durch die vergangenen Walfangaktivitäten bekannt, dass gerade hier wichtige Nahrungsgründe der großen Bartenwale liegen. Eine Erfassung der Abundanz und Verbreitungen der Wale ist letztendlich auch für die IWC ein wichtiger Gesichtspunkt in der Einschätzung der Bestandsgrößen in der Antarktis und in der Beurteilung zukünftiger Managementstrategien.

Vor dem Hintergrund eines erheblichen Kosten- und Zeitaufwandes für einen Walsurvey muss nach passenden Alternativen für eine Datenerfassung gesucht werden. Dies kann durch die Teilnahme von Walbeobachtungsteams an multidisziplinären Forschungsfahrten in die Antarktis geboten werden, bei denen eine Vielzahl von physikalischen und biologischen Parametern erfasst wird. So können mit diesen "platforms of opportunity" zusätzlich zu den Walbeobachtungen Informationen zu Umweltfaktoren in dem entsprechenden Habitat gewonnen werden.

Während des Fahrtabschnittes ANT-XVIII/4 wurden im Gebiet der Süd-Shetland-Inseln und im Weddellmeer Walbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurde das Schiff als "platform of opportunity" genutzt. Der allgemeine Fahrtbetrieb blieb durch die Datenerfassung unberührt. Neben schiffsgebundenen Beobachtungen wurden die von der POLARSTERN mitgeführten Helikopter zu Beobachtungsflügen eingesetzt.

Im einzelnen sollen in der späteren Datenanalyse folgende Fragestellungen behandelt werden:

- 1) Welche Walarten werden während des Surveys beobachtet, und lässt sich deren Verteilung im Untersuchungsgebiet mit den zur Verfügung stehenden Daten zu Umwelt- und Nahrungsfaktoren in Beziehung setzen?
- 2) Welche Ergebnisse liefert eine Bestandsberechnung auf der Basis der erhobenen Daten?
- 3) Welche Faktoren beeinflussen die Sichtungen von Walen?
- 4) Ein direkter Vergleich mit den während des Fahrtabschnittes ANT-XIV/2 im Jahre 1996/97 erhobenen Daten soll gezogen werden.

Material und Methoden

Die Walbeobachtungen begannen am 16. Januar 2001, zwei Tage nach Auslaufen aus dem Hafen von Kapstadt und dauerten an bis zum 19. Februar 2001 mit dem Verlassen der antarktischen Konvergenz. Das zentrale Surveygebiet für die schiffsgebundenen Arbeiten und die Flugbeobachtungen befand sich um Elephant Island sowie auf der Traverse zur Neumayer-Station und zurück. Dieses Gebiet war in ein Stationsgitter eingeteilt, das systematische Walbeobachtungen ermöglichte. Die Krilluntersuchungen fanden hier vom 27. Januar bis 04. Februar statt.

Für die schiffsgebundenen Walbeobachtungen diente das in 27 Meter Höhe gelegene Krähenneest des Schiffes sowie die Brücke als Beobachtungsplattformen. Durch das sechsköpfige Beobacherteam konnten bei guten bis moderaten Sichtbedingungen beide Plattformen simultan besetzt werden ("double platform"). Beide Plattformen sind akustisch und optisch voneinander isoliert. So ist es möglich eine unabhängige Datenerfassung gemäß der "line transect"-Methodik nach Buckland *et al.* (1993) durchzuführen.

Das Walbeobachtungsteam bestand aus sechs Beobachtern, die in Zweierteams in Rotationsschichten während der gesamten Tageslichtperiode arbeiteten. Dabei wurde die Erfassung von Walen im "line transect"-Verfahren durchgeführt. Soweit es die Wetterbedingungen zuließen, konnte dieser Beobachtungsmodus immer dann zum Einsatz kommen, wenn sich das Schiff auf der 15 nm langen Überfahrt zwischen den Krillfischereistationen bzw. auf einem geraden Kurs mit einer Mindestgeschwindigkeit von 8 bis 10 Knoten bewegte. Die Transekte wurden im sogenannten "passing mode" während dieser Dampfstrecken abgefahren und die Walsichtungen erfasst. Wurden Wale gesichtet, bestand nicht die Möglichkeit, sich den Tieren anzunähern, um eventuell eine Identifikation oder Größengrößenbestimmung vorzunehmen. Das Schiff fuhr ohne Aufenthalt an den Tieren vorüber.

Die Beobachtungen wurden mit bloßem Auge durchgeführt. Ein Beobachtungswinkel von 90° in Fahrtrichtung wurde abgedeckt. Dieser Gesamtwinkel teilte sich gleichmäßig auf den Backbord- und Steuerbordbereich auf, so dass beiderseits der Fahrtrichtung ein 45°-Bereich abgesucht wurde. Die bei einer Sichtung aufzunehmenden Parameter waren: Uhrzeit, Entfernung, Winkel zur Transektlinie, Sichtungsergebnis, Art, Anzahl der Tiere, Identifikationsmerkmal, Verhalten.

Bei allen Sichtungen wurde für die Entfernungsmessung bei klarem Horizont mit 7 x 50 Ferngläsern der Marken FUJINON und DOKTOR OPTIK gearbeitet, die mit einem Messokular ausgestattet sind. Um die Distanz zu den gesichteten Tieren auch bei verdecktem Horizont bestimmen zu können, wurde ein Fernglas LEICA GEOVID mit Laser-Rangefinder eingesetzt. Mit diesem Gerät konnten die Beobachter im Schätzen von Entfernungen auf See geschult werden. In Gebieten mit Treibeis konnte die Distanz zu Eisschollen und Eisklumpen, die sich in der Nähe der gesichteten Tiere befanden, metergenau vermessen werden (max. Reichweite 1000 m).

Jede gute Wetterlage wurde genutzt, um die schiffsgebundenen Beobachtungen durch Flugbeobachtungen zu unterstützen; insgesamt fanden 30 Flüge statt. Die Beobachtungsf Flüge wurden parallel zu den schiffsgebundenen Observationen durchgeführt. Nach Möglichkeit wurde der Flugkurs so gewählt, dass verschiedene

Wassertiefenlinien abgedeckt wurden. Es sollten Gebiete erreicht werden, die außerhalb der eigentlichen Schiffsroute lagen. Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 70 Knoten (~130 Stundenkilometer) wurden die Flugtransekte in einem Quadrat mit einer Seitenlänge von 20 Seemeilen (~37 Kilometer) angelegt. Die durchschnittliche Flugzeit betrug 1,25 Stunden. Im Gegensatz zu den schiffsgebundenen Beobachtungen wurde sich bei einer Sichtung zur genauen Art-Identifikation und Gruppengrößenbestimmung angenähert.

Grundsätzlich wurden alle Sichtungen aufgenommen, unabhängig davon, ob die Tiere identifiziert werden konnten oder nicht. Sichtungen, die nicht innerhalb der "line transect"-Verfahren dokumentiert wurden, sind als Zufalls-sichtungen ("incidental sightings") registriert und können qualitativ in der Auswertung berücksichtigt werden.

Vorläufige Ergebnisse

Während des gesamten Fahrtabschnittes ANT-XVIII/4 konnten neun verschiedene Walarten identifiziert werden. Insgesamt wurden vom Schiff aus 189 Individuen in 47 Sichtungen vom Krähennest und 39 Sichtungen von der Brücke erfasst. Die Helikopterflüge erbrachten 40 Sichtungen mit insgesamt 77 Einzeltieren.

Abbildung 2.28 stellt die Walsichtungen vom Schiff und vom Helikopter dar. Es ist ersichtlich, dass die Zwergwale (*Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804) zu den am häufigsten gesichteten Walen gehörten. Insgesamt konnten 74 Zwergwale erfasst werden, die in 42 Sichtungen gezählt wurden. Auch Finnwale wurden zahlenmäßig oft erfasst. Obwohl die Sichtung von 26 (50 % der gesamt gesichteten Finnwale) auf einen einzigen Helikopterflug entfiel. Vom Schiff aus konnten nur sechs Sichtungen gemacht werden. Weiterhin konnten Buckelwale oft in Küstennähe beobachtet werden. Diese Walart bewegt sich gern in Zweiergruppen oder allein. Daher resultieren die 30 Einzeltiere, die beobachtet werden konnten, aus 16 Sichtungen mit Gruppengrößen von 1-3 Tieren.

Für einen Teilabschnitt der Fahrt wurde zur Verifizierung der Beobachtungsdaten der einzelnen Plattformen parallel vom Krähennest und der Brücke aus beobachtet. Die dabei aufgetretenen Sichtungen sind in den Sichtungszahlen inbegriffen. Im einzelnen handelte es sich um die in Tabelle 2.6 angegebenen Walarten.

Nicht inbegriffen sind hier bislang die Zufalls-sichtungen, die neben den eigentlichen Walbeobachtern auch von jedem anderen Fahrtteilnehmer in ein Sichtungsbuch auf der Brücke eingetragen werden konnten.

Auffällig ist der hohe Anteil an unidentifizierten Walsichtungen vom Schiff aus. Dies ist in erster Linie auf die oft große Entfernung der Tiere vom Schiff zurückzuführen, insbesondere dann, wenn nur der Blas der Wale zu sehen ist. Ebenso haben die Wetterbedingungen einen entscheidenden Einfluss. Wie aus dem Wetterbericht ersichtlich, herrschten während großer Teile der Reise mit Nebel oder Wind schlechte Wetter- und Sichtbedingungen für die Walerfassungsarbeit. So konnten große Bereiche des Kernuntersuchungsgebietes um Elephant Island nicht mit Walbeobachtungen abgedeckt werden.

Kann man sich den Tieren nicht nähern, wie im Fall dieses Surveys, um eine Artbestimmung vorzunehmen, führt dieses zu einem großen Anteil unbestimmter

Sichtungen. Anders verhält es sich bei den Flugsichtungen. Zwar konnten auch hier fünf Einzeltiersichtungen keiner bestimmten Walart zugeordnet werden. Aber durch die Möglichkeit, den Flugtransekt zu verlassen, um sich den Tieren anzunähern, ist der Anteil unidentifizierter Wale deutlich niedriger ausgefallen. Eine unidentifizierte Art ist hier auf die Tatsache zurückzuführen, dass durch schlechte Sichtbedingungen wie Schaumkronenbildung und Dünung die Wale bei der Annäherung nicht erneut entdeckt werden konnten. Die Sichtungen während des gesamten Surveys konnten zu 83,8 % einer jeweiligen Art zugeordnet werden (Tab. 2.7). Die Flugsichtungen wurden zu 93,5 % bis zur Art identifiziert. Bei den schiffsgebundenen Sichtungen konnten 80,0 % der Wale einer Art zugeordnet werden.

Diskussion

Walbeobachtungen können mit einem gezielten Survey durchgeführt werden oder aber ein Schiff wird als "platform of opportunity" genutzt. Bei der letzteren Variante können die Beobachtungstranekte nicht im Voraus geplant werden. Ein Beobachtungsteam muss sich an einen vorgegebenen Kurs halten. Dieser Umstand hat einen entscheidenden Einfluss auf die Beobachtungsdaten. Jedoch ist die Nutzung der POLARSTERN als Beobachtungsplattform mit anderen Vorteilen verbunden, wie z.B. der Möglichkeit der Korrelation von Walbeobachtungen und Messungen biologischer oder physikalischer Umweltfaktoren, die Einfluss auf die Verteilung von Walen haben.

Makrozooplankton-Surveys, wie der des Fahrtabschnittes ANT-XVIII/4 bezogen auf Krill, werden oft in den antarktischen Gewässern durchgeführt. Gerade durch die Kooperation mit einem Projekt, das sich mit der Hauptnahrung der großen Bartenwale, dem Antarktischen Krill, befasst, besteht die Möglichkeit, mit einem minimalen Kostenaufwand mehr über Verbreitung und Verhalten von Walen in Beziehung zu ihrer Umwelt zu lernen. Da der Schwerpunkt der Fahrt nicht bei den Walbeobachtungen lag, musste mit einigen, die Datenqualität limitierenden Faktoren gerechnet werden:

- 1) Der 24-h-Rhythmus der Krillforschungsaktivität bedingt einen Effortverlust für die Walbeobachter, die in nächtlichen Lichtverhältnissen nicht arbeiten konnten.
- 2) Durch den "passing mode" konnten unidentifizierte Wale nicht näher bestimmt werden.
- 3) Die allgemeine Wettersituation dieses Fahrtabschnittes führte durch Nebel oder Windstärken um Bft. 6-7 ebenfalls zu hohen Verlusten bei der Beobachtungszeiten. Besonders waren davon die Gebiete nördlich von Elephant Island und der östliche Rand der Krilluntersuchungsgebietes betroffen.

Der Einsatz der Helikopter erwies sich bereits während des Walsurveys des Fahrtabschnittes ANT-XIV/2 im Jahre 1996/97 als hervorragende Erweiterung des Beobachtungsprogrammes. Während dieser Reise bestätigte sich der Einsatz für Walbeobachtungen. Durch die allgemeine Schlechtwetterlage des Fahrtabschnittes fielen große Bereiche des eigentlichen Untersuchungsgebietes aus dem Walbeobachtungsprogramm heraus. Besserte sich die Wettersituation, konnten die Helikopter sofort in einem umfangreichen Flugprogramm eingesetzt werden. Durch die Reichweite der Flüge wurde der Verlust einiger Beobachtungsbereiche etwas ausgeglichen.

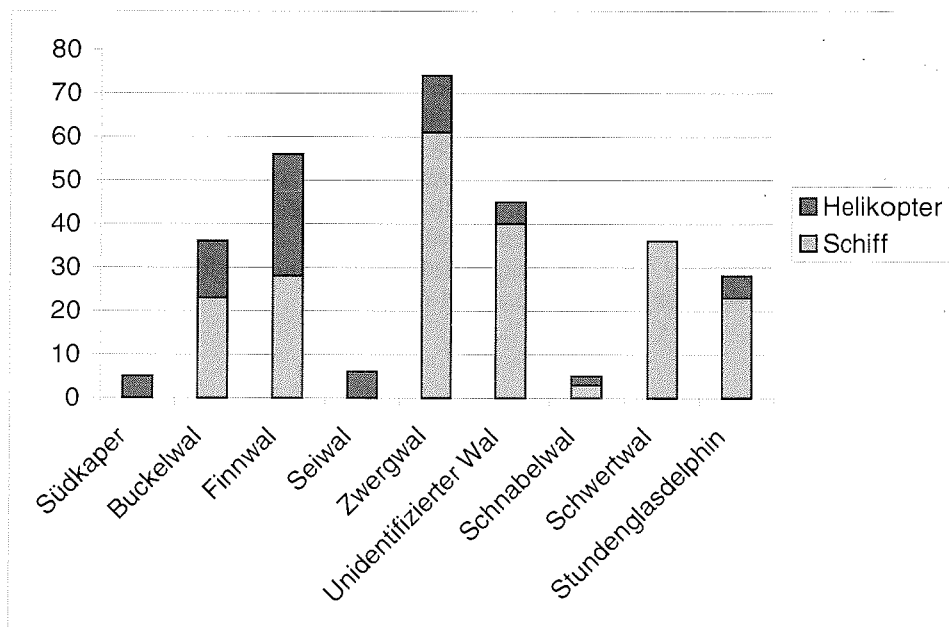


Abb. 2.28: Anzahl gesichteter Wale des Fahrtabschnittes ANTXVIII/4, Sichtungen vom Schiff und Helikopter

	Walart		
	Buckelwal	Schwertwal	Unidentifizierte Wale
Anzahl	6	18	2

Tab. 2.6: Parallelsichtungen vom Krähenest und der Brücke

Walsurvey	Helikopter	Schiff	Σ Individuen	%
Identifizierte Wale	72	151	223	83,8
Unidentifizierte Wale	5	38	43	16,2
Σ Individuen Flug/Schiff	77	189	266	100

Tab. 2.7. Anteile identifizierter und unidentifizierter Wale, gesichtet während des gesamten Surveys

In einem weiteren Punkt zeigten sich die Helikopter als durchaus vorteilhaft: Bei zwei Gelegenheiten war es möglich, eine schiffsgebundene Sichtung durch den Helikopter bestätigen zu lassen, da sich die Maschine gerade in der Startphase zu einem Flugtransekt befand. Weiterhin konnte eine weitentfernt liegende Sichtung einer Gruppe von 18 Schwertwalen durch den gezielten Einsatz des Helikopter zu einem Identifikationsflug bestätigt werden. Eine Gruppengrößenbestimmung von

Bord der POLARSTERN beschrieb die Gruppe nur als aus etwa 10 Tieren bestehend, der ID-Flug zeigte aber neben 18 Schwertwalen auch 2 Buckelwale in dem Bereich der Sichtung. Die Wahrscheinlichkeit, eine Sichtung vom Helikopter aus auch bis zur Art bestimmen zu können, ist durch die Möglichkeit der Annäherung sehr hoch.

2.8 Danksagung

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, namentlich dabei Prof. Dr. Dieter K. Fütterer, unterstützten dieses Projekt durch die Bereitstellung von sechs Plätzen an Bord des Schiffes und den umfangreichen Einsatz der Helikopter. Die Hamburger Arthur und Aenne Feindt-Stiftung übernahmen die Reisekosten für alle Teilnehmer dieses Projektes. Die Deutsche Umwelthilfe e.V., die Gesellschaft zum Schutz der Meeressäuger e.V., die Firmen FUJINON Europe, DOKTOR OPTIK Eisfeld sowie die Firma H.-J. Pillekamp GmbH stellten Mittel für geeignete Ferngläser zur Verfügung. Die Firma Leica und der Internationale Tierschutz Fond (IFAW) unterstützten das Projekt durch ein Fernglas Leica Geovid mit Laser-Rangefinder. Dank geht an alle Projektteilnehmer, die Crew sowie die Schiffsführung der POLARSTERN.

Literatur

- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Laake, J.L. (1993): Distance Sampling – Estimating Abundance of Biological Populations.- Chapman and Hall, London: 445 pp.
- Kattner, G., ed. (1998): The Expedition ANTARKTIS XIV/2 of RV «POLARSTERN» in 1996/97.- Berichte Polarforsch. 274, 87 pp.
- Moss, S. & de Leiris, L. (1992): Antarktis – Ökologie eines Naturreservates.- Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York.
- Stewardson, C.L. (1997): Mammals of the Ice.- Sedona Publishing, Braddon, Australia: 183 pp.

3. AKTIVITÄTEN AN DER NEUMAYER-STATION

3.1 Forschungsaktivitäten, Versorgungs- und Umbauarbeiten an der Neumayer-Station

Jürgen Janneck, Thomas Matz, Saad El Naggar (AWI, GL, LAEISZ)

Die Neumayer-Station wurde auch in dieser Sommerkampagne durch POLARSTERN mit Material, Lebensmitteln, Fahrzeugen und Treibstoffen versorgt.

Nach langer Fahrt durch Presseis erreichte das Schiff die Atka-Bucht. Die Bucht selbst war durch eine sehr kompakte Eisdecke gefüllt, was ein Anlegen innerhalb der Atkabucht ausschloss. Deshalb legte POLARSTERN in den frühen Morgenstunden des 17. Dezember 2000 am vorderen Teil der Bucht an.

Mit der POLARSTERN reisten 33 Sommergäste und die neue Überwinterungsmannschaft an. Das 21. Überwinterungsteam (2 Frauen und 7 Männer) löste das vorherige Team (ebenfalls 2 Frauen und 7 Männer) ab.

Neben den wissenschaftlichen Aktivitäten und routinemäßigen Arbeiten im meteorologischen, geophysikalischen und chemischen Observatorium, standen in dieser Saison wieder umfangreiche Wartungs-, Reparatur-, Bau- und Aufstockungsarbeiten an der Neumayer-Station an. Die Station wurde durch einen Vertreter des Germanischen Lloyds inspiziert. Diverse Rechner wurden ausgetauscht, neue Software eingespielt und die Systeme im lokalen Netzwerk neu integriert. Die Satellitenbildanlage HRPT, SeaPace, wurde mit einer neuen Software "TeraScan Version 3.1" aufdatiert.

Die Neumayer-Station wurde auch in dieser Saison wieder als Ausgangsbasis für Inlandexpeditionen genutzt. Ziel waren die Kottasberge und die in dieser Saison neu benannte "Kohnen-Station" (75° S, 0°), ehemals DML05-Camp. Die Kohnen-Station konnte in dieser Kampagne fertig gestellt werden. Im Rahmen des EPICA-Programms wurden für die Tiefbohrung der Drill-/Science-Trench errichtet und die ersten 100 Meter gebohrt und verrohrt. Hierzu brachten zwei Traversen Materialien und Treibstoffe zur Kohnen-Station. Insgesamt waren 17 Personen beteiligt.

Das in dieser Kampagne stattfindende Flugprogramm wurde mit POLAR 2 und POLAR 4 und insgesamt 11 Personen durchgeführt. Als Ausgangsbasis diente die südafrikanische E-Base. Das Team wurde von der Neumayer-Station aus logistisch betreut.

Weiterhin verrichtete ein dreiköpfiges Geologenteam seine Forschungstätigkeiten im Bereich der Kottas-Berge. Die Wissenschaftler wurden mit der POLAR 4 zum Kottas-Camp geflogen. Logistische Unterstützung erhielten die Geologen von den Traversen zur Kohnen-Station und von der Neumayer-Station.

In der Nacht zum Samstag den 07.01.2001 landete eine Transportmaschine von Kapstadt kommend auf dem Blau eisfeld "Blue One". Noch am gleichen Tag traf die erste Gruppe des Evaluationsfluges mit einer Twin Otter an Neumayer ein. Eine Führung durch die Station fand statt. Am 08.01.2001 landete eine DC 3 mit der zweiten Gruppe unter Führung vom Leiter der Logistik des AWI, Dr. Hartwig Gernandt.

Am 25.01.2001 kam es an der norwegischen LANCE, die bei 70° 6.6' S, 5° 2.5' W an der Eiskante lag, zu einem Unfall mit einem Verletzten. Der Verletzte wurde unter ärztlicher Begleitung noch in der Nacht zum 26.01. mit einem südafrikanischen Oryx-Helikopter nach Sanae geflogen. Die Neumayer-Station übernahm die weitere Transportkoordinierung. Noch am Vormittag wurde der Verletzte mit der POLAR 4 nach Neumayer und weiter über Halley zur Scott-Amundsen-Station transportiert. Die Ärztin der alten Überwinterungsmannschaft der Neumayer-Station begleitete den Verletzten. Von der Südpolstation wurde der Verletzte mit einer US-Hercules-Maschine weiter über McMurdo nach Christchurch, Neuseeland ausgeflogen.

Die Entsorgung und Beendigung der Sommeraktivitäten an der Neumayer-Station erfolgte in zwei Abschnitten:

1. Mit der POLARSTERN (ANT XVIII/4):
Das Schiff legte am 11.02.2001 in der Atka-Bucht an. Zwei Pisten Bullys, Frachtcontainer, Gefahrstoffe und Stückgut wurden verladen. Das alte Überwinterungsteam und 15 Sommergäste, vorwiegend Wissenschaftler, gingen an Bord der POLARSTERN. Am 12.02.2001 legte die POLARSTERN mit dem Ziel Punta Arenas von der Eiskante ab.
2. Mit der S.A. AGULHAS:
Die südafrikanische AGULHAS legte am 01.03.2001 in der Atkabucht an. Verladen wurden ein Pisten Bully, Fracht- und Müllcontainer der Neumayer-Station und der Traverse. 19 Personen, Teilnehmer der Kohlen-Traverse, des Flugprogramms und Personal der AWI-Logistik gingen an Bord. Die S. A. AGULHAS legte noch am gleichen wieder Tag ab.

Folgende Hauptaktivitäten waren in dieser Sommersaison zu verzeichnen:

Allgemeine Logistik

- Koordinierung und Unterstützung aller Sommeraktivitäten an der Station
- Unterstützung bei der Einweisung neue / alte Überwinterungsmannschaft
- Vorbereitungsarbeiten und Hilfestellung zur Durchführung der Traversen zur Kohlen-Station
- Unterstützung der wissenschaftlichen und logistischen Flugaktivitäten
- Durchführung von Reparaturarbeiten an der Station und den Fahrzeugen, u. a. Austausch eines Dieselmotors in der Haupt-Kraftstation T3
- Bau- und Aufstockungsarbeiten an den Stationsgebäuden.
Es wurden u. a. durchgeführt:
 - Ein außerhalb der Neumayer-Station neu aufgestellter Dieselgenerator wurde in Betrieb genommen. Nach Einbau einer Verteilung konnten während der Sommersaison verschiedene Verbraucher außerhalb der Station versorgt werden. Das Stationsnetz wurde entlastet.
 - Die Container in der West- und Oströhre wurden stellenweise neu ausgerichtet.
 - An der Ballonfüllhalle wurde die Stelzenkonstruktion repariert. Die Halle wurde anschließend erhöht.
 - Die Windkraftanlage wurde erhöht.

- Beide Dipol-Antennen für den Kurzwellenfunkverkehr wurden erhöht.
- Für das Radom der Standleitung wurde eine neue Unterkonstruktion errichtet. Anschließend wurde das Radom erhöht.
- Die Neumayer-Station wurde sicherheitstechnisch durch einen Beauftragten des Germanischen Lloyd (GL) überprüft und zertifiziert.
- Am 05. Februar 2001 fand die offizielle Übergabe der Neumayer-Station an das 21. Überwinterungsteam statt.
- Vorbereitung und Organisation der Rückfracht über POLARSTERN und AGULHAS.

3.2 UV-B Personen-Dosimetrie auf der Neumayer-Station

Saad El Naggari (AWI)

Ziele

Die solare UV-B-Strahlung hat bedingt durch den Ozonabbau in den letzten Dekaden zugenommen. Die Auswirkung dieser Strahlenbelastung auf die Biosphäre ist heute ein Schwerpunkt vieler wissenschaftlicher Programme. Das UV-B-Dosimetrieprogramm des AWI wurde dieses Jahr auf der Neumayer-Station fortgeführt. Es sah vor, die personenbezogene UV-B-Dosis mittels verschiedener Systeme im Laufe des Jahres zu ermitteln.

Ziele des Forschungsvorhabens sind:

- Messung der personenbezogenen UV-B-Dosis bei den Überwinterern
- Bestimmung der globalen UV-B-Dosis auf dem Meereis unter Verwendung des Polysulphondosimeters, des Biodosimeters und des elektronischen UV-B-Dosimeters ELUV-14.
- Messung der spektralen UV-B- und UV-A-Strahlungsverteilung mit dem AWI-Spektrometer.
- Bestimmung der maximalen Tagesdosis in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und Ozonkonzentration.
- Für die Risikoabschätzung werden Vergleichsdaten benötigt. Diese sollen auf meridionalen Abschnitten zu verschiedenen Jahreszeiten ermittelt werden. Dadurch gewinnt man die maximal zu erwartende Dosis auf Meeresebene und deren Variationen.

Während der Sommerkampagne 2000/2001 wurden spezifische Messungen und Kalibrierungen der Dosimeter durchgeführt. Die globale Dosis wurde auch mit dem Spektralradiometer gemessen. Die Ozonkonzentrationen werden mit Radiosonden und mittels THOMS bestimmt.

Die Dosismessungen an Personen waren im Jahr 2000, bedingt durch Systemausfälle, nicht vollständig. In der Zeit vom 25.12.2000 bis 25.2.2001 wurden stattdessen Dosismessungen an einem Simulator in der Nähe der Station unter Verwendung des elektronischen und des chemischen Dosimeters durchgeführt. Parallel dazu wurde die globale erythemgewichtete Strahlung mit einem Biometer gemessen.

Ergebnisse

Erstauswertungen der Messdaten sind in den folgenden Abbildungen dargestellt: In den erythemgewichteten und nicht gewichteten UV-B-Tagesdosen für den Zeitraum vom 30.11.2000 bis 27.02.2001 ist erkennbar, dass das Jahresmaximum im Monat Dezember liegt und von Wetterbedingungen und Ozonkonzentrationen abhängig ist (Abb. 3.1). Die erythemgewichteten Tagesdosen haben einen ähnlichen Verlauf wie die der ungewichteten.

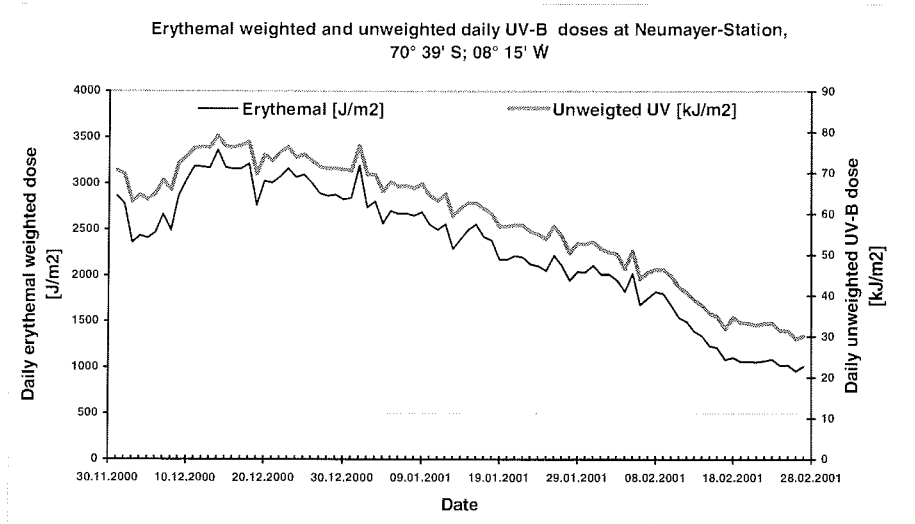


Abb. 3.1: Erythemgewichtete und nicht gewichtete UV-B-Tagesdosen für den Zeitraum vom 30.11.2000 bis 27.02.2001

Die Extremwerte wurden am 14.12.00 gemessen:

Max. ungewichtete Bestrahlungsstärke	= 2250 mW/m ²
Max. ungewichtete Tagesdosis	= 79150 J/m ²
Max. erythemgewichtete Bestrahlungsstärke	= 107 mW/m ²
Max. erythemgewichtete Tagesdosis	= 3361 J/m ²

Bei Ozonwert von 302 DU

Zum Vergleich sind hier die Referenzdaten vom Äquator aufgeführt:

Max. ungewichtete Bestrahlungsstärke	= 5000 mW/m ²
Max. ungewichtete Tagesdosis	= 100000 J/m ²
Max. erythemgewichtete Bestrahlungsstärke	= 300 mW/m ²
Max. erythemgewichtete Tagesdosis	= 6000 J/m ²

Bei Ozonwert von 268 DU

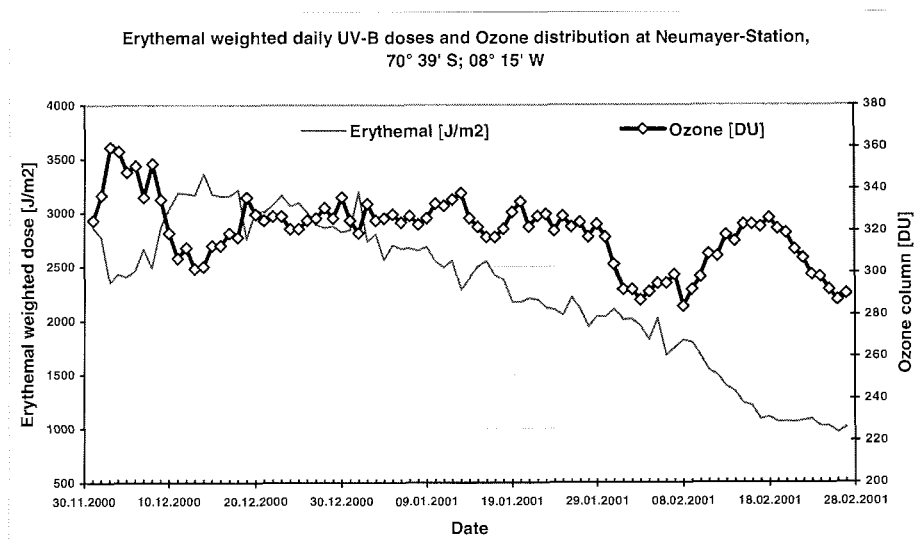


Abb. 3.2: Die erythemgewichteten UV-B-Tagesdosen und die Ozonverteilungen für den Zeitraum vom 30.11.2000 bis 27.02.2001

Im Zeitraum vom 30.11.2000 bis 27.02.2001 ist eine sehr deutliche Anti-Korrelation zwischen Ozonkonzentration und den erythemgewichteten Tagesdosen erkennbar (Abb. 3.2). Die Ozonkonzentrationen lagen im genannten Zeitraum zwischen 280 und 360 DU. Um eine Beziehung zwischen Ozonvariationen und UV-B-Tagesdosen abzuleiten, müssen noch weitere Parameter bestimmt bzw. isoliert werden, die die Relation mitbestimmen, wie z. B. Wetterbedingungen, Sonnenhöhe, Luftmasse, etc. Diese sind hier nicht berücksichtigt worden.

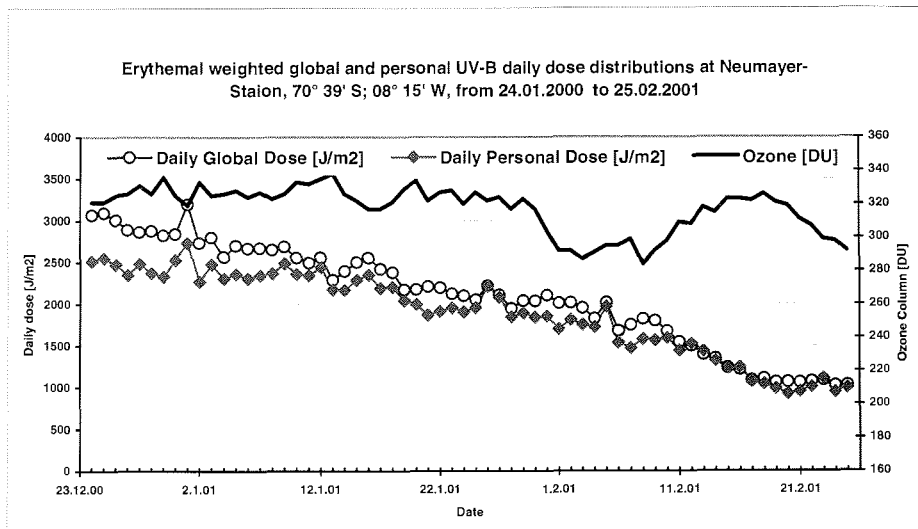


Abb. 3.3: Die erythemgewichteten globalen Tagesdosen und die personenbezogenen Tagesdosen für den Zeitraum vom 23.12.00 bis 25.02.01

Aus den erythemgewichteten globalen Tagesdosen und den personenbezogenen Tagesdosen für den Zeitraum vom 23.12.00 bis 25.02.01 (Abb. 3.3) ist erkennbar, dass die personenbezogenen Dosen mit den globalen Dosen nicht sehr gut übereinstimmen. Am Anfang der Messreihe liegen die Absolutwerte weit auseinander und am Ende gleichen sie sich an. Hier haben die Wetterbedingungen und die Sonnenhöhe einen großen Einfluss auf das Ergebnis.

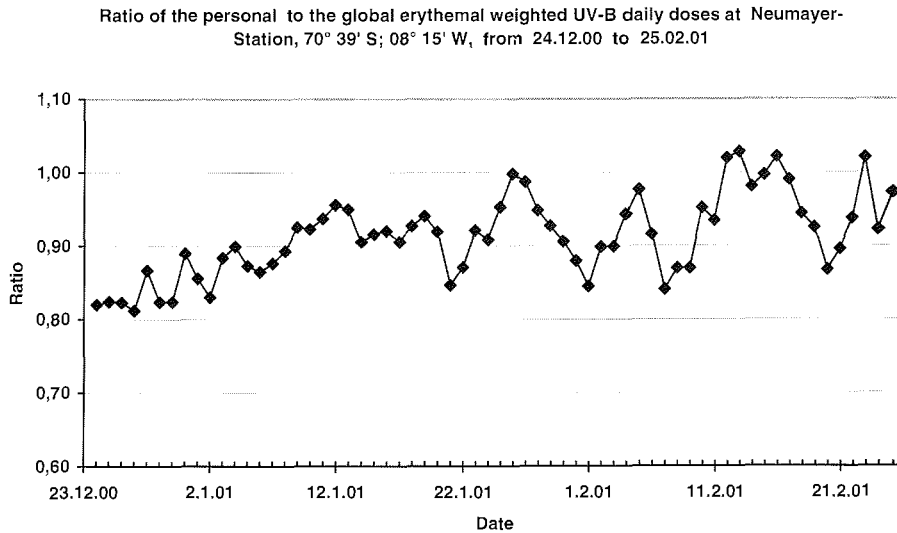


Abb. 3.4: Das Verhältnis der erythemgewichteten globalen Tagesdosen zu den personenbezogenen Tagesdosen

Im Verhältnis der erythemgewichteten globalen Tagesdosen zu den personenbezogenen Tagesdosen ist ein Anstieg der personenbezogenen Dosen vom 80% bis auf 100% zu erkennen (Abb. 3.4). Die Variationen im Kurvenverlauf spiegeln die Wetterbedingungen wieder, wie z. B. Wolken, Drift etc.. Dieses Ergebnis entsprach nicht den Erwartungen, denn man ging immer davon aus, dass die personenbezogenen Tagesdosen kleiner als der globalen sind. Die Ergebnisse zeigen aber, dass dies auf dem Eis nicht zutrifft. Durch die hohe Albedo des Schnees wird der Cosinuseffekt bei nicht horizontal gerichteten Dosimetern (hier bei Personen) kompensiert.

Die Messungen am Simulator zeigen, dass man auf dem Eis mehr als 80% der globalen Dosis erhalten kann.

Erythemal weighted UV-B-Irradiances at Neumayer-Station (71° 39' S; 08° 15' W) and at Kohnen-Station, (75° 00' S; 00° 00' W), 14.01.2001

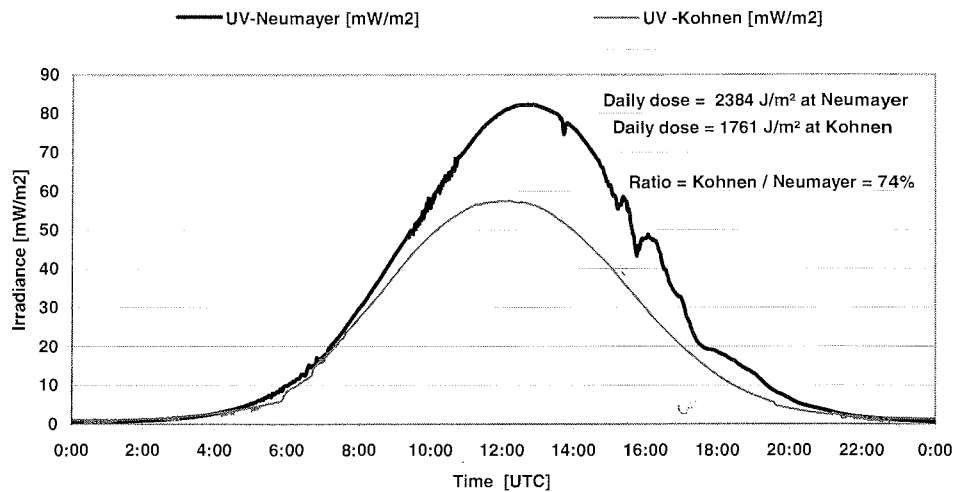


Abb. 3.5: Die erythemgewichteten globalen Bestrahlungsstärken an Neumayer-Station und der Kohnen-Station

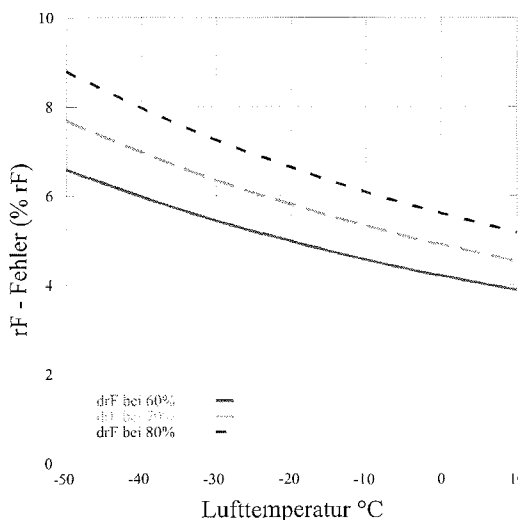
Der Vergleich zwischen den erythemgewichteten globalen Bestrahlungsstärken an Neumayer-Station und der Kohnen-Station ermöglicht es, den Einfluss der Höhe auf der Bestrahlungsstärken zu untersuchen, da die Kohnen-Station (75° 00' S; 00° 00' W) etwa 2700 m höher liegt als die Neumayer-Station. Die Messungen zeigen, dass die Bestrahlungsstärken auf der Kohnen-Station bei ca. 70% und die Tagesdosis bei ca. 74% der Werte bei der Neumayer-Station liegen. Daraus folgt, dass die Höhe den Strahlenhaushalt kaum beeinflusst. Dies ist durch die saubere Luft und dem niedrigen troposphärischen Ozongehalt begründet.

3.3 Messtechnische Aspekte bei der Erfassung der relativen Luftfeuchtigkeit unter antarktischen Bedingungen

Bernd Loose (AWI)

Aufgabe

Bei Messungen der relativen Luftfeuchtigkeit (rF) ist es für die Qualität der Ergebnisse entscheidend, dass die Lufttemperatur sich am Sensor nicht von der äußeren Lufttemperatur unterscheidet. Bereits geringe Differenzen rufen erhebliche Messfehler hervor. So ergibt sich bei typischen antarktischen Sommerverhältnissen (Ort : Neumayer-Station, Lufttemperatur: -10° Celsius, relative Luftfeuchtigkeit: 70 %) ein Fehler von 5.32 % rF pro 1 °C Abweichung (Abb. 3.6). Dieses zeigt bereits, dass eine Hauptaufgabe bei der Durchführung korrekter Luftfeuchtigkeitsmessungen darin besteht, durch geeignete Maßnahmen die Differenz der Werte der o.g. Lufttemperaturen zu minimieren. Die Aufzeichnung der Temperatur der Luft, die den Luftfeuchtigkeitssensor unmittelbar umgibt, ermöglicht eine Quantifizierung und damit einen Ansatz für die Korrektur der Fehler der relativen Luftfeuchtigkeitswerte.



Die Berechnung des rF-Fehlers basiert auf der Formel für die relative Luftfeuchtigkeit

$$rF = \frac{e}{E(t)}$$

und der empirischen Formel von H.G. Magnus für den Sättigungsdampfdruck in Bezug auf Wasser.

$$E(t) = 6.107 \cdot 10^{\frac{7.5t}{237+t}}$$

e = Dampfdruck (hPa)
 E = Sättigungsdampfdruck (hPa)
 T = Temperatur (°C)
 rF = relative Luftfeuchtigkeit (%)

Abb. 3.6: Fehler bei 60 %, 70 % und 80 % rF und 1°C Temperaturdifferenz zwischen Sensor- und Umgebungstemperatur

Rückblick

Im Jahre 1998 wurde ein erstes HMP233 mit HUMICAP K – Sensor der Firma Vaisala gekauft und im Februar 1999 erfolgreich in das meteorologische Observatorium der Neumayer Station integriert. Während der folgenden Überwinterung wurde es mit dem verbleibenden der beiden bis dahin betriebenen Haarhygrometer parallel betrieben, um einen direkten Vergleich der beiden Messprinzipien zu erhalten.

Nachdem sich das neue Gerät in mancherlei Hinsicht (Betriebssicherheit, hohe Dynamik, geringer Wartungsaufwand, gute Langzeitstabilität der Geräteeichung) bewährt hatte, wurde im Februar 2000 das zweite Haarhygrometer ebenfalls gegen ein HMP233 getauscht, für das in Bremerhaven eine Zwangsbelüftung erdacht, kon-

struiert und gebaut worden war. Mit diesen Geräten wurden während der Sommerkampagne 2001 zwischen dem 28. Januar und dem 11. Februar 2001 Versuche durchgeführt, die zu einer weiteren Verbesserung der Messergebnisse führen sollten.

Messprinzip

Die nun an der Neumayer-Station betriebenen kapazitiven Feuchtesensoren basieren auf speziellen Polymer-Dünnschichten, die das Dielektrikum einer Kapazität darstellen. Zwischen dem Wasserdampfpartialdruck der den Sensor umgebenden Luft und dem in der Folie herrschenden dynamischen Gleichgewicht. Hierdurch wird die Anzahl der in der Folie vorhandenen dipolaren Wassermoleküle bestimmt, was wiederum die Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums und damit die Kapazität des Kondensators festlegt. Die sich verändernde Kapazität kann nun z.B. als frequenzbestimmendes Element einen Schwingkreis beeinflussen, dessen Resonanzfrequenz der relativen Luftfeuchtigkeit zugeordnet wird.

Beschreibung der Datenerfassung

Der Sensorkopf des HMP233 enthält zusätzlich zum Luftfeuchtigkeits- einen Pt100 – Temperatursensor (Abb. 3.7).

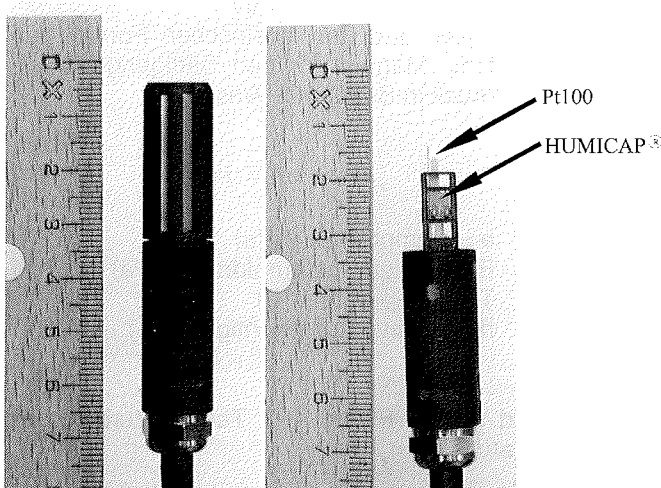


Abb. 3.7: Sensorkopf des HMP233 der Firma VAISALA GmbH

Links: PPS-Gitter und Edelstahlnetz als Sensorschutz sind montiert.

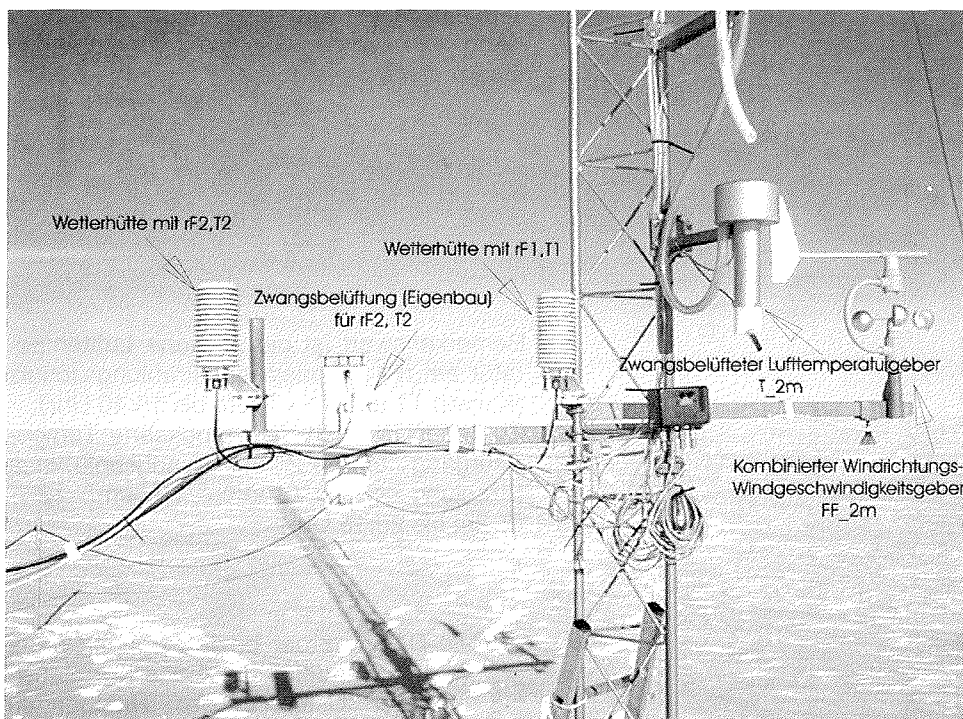
Rechts: Nach der Demontage des Schutzgitters sind die Sensoren für Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit frei zugänglich.

Durch die räumliche Nähe der beiden Fühler wird es möglich, die Temperatur der HUMICAP – Sensor unmittelbar umgebenden Luft aufzuzeichnen. Durch den Vergleich mit der Lufttemperatur vom meteorologischen Mast kann der Einfluss von Wind, Globalstrahlung oder Niederschlag abgeschätzt werden. Auch der Einfluss von Modifikationen an den eingesetzten Wetterhütten und Belüftungen lässt sich damit ermitteln.

Am meteorologischen Mast der Neumayer-Station standen die für die Untersuchungen benötigten zusätzlichen Messgeräte bereit. In ca. 1 m Abstand zu den HMP233 - Messköpfen befindet sich das belüftete Lufttemperaturmessgerät (Pt100), welches die "wahre" Lufttemperatur liefert. Ein kombinierter Windgeschwindigkeits- Wind-

richtungsgeber und Geräte zur Erfassung der solaren Strahlungskomponenten lieferten ebenfalls wichtige zur Beurteilung notwendige Daten (Abb. 3.8).

Die HUMICAP- und Pt100 Sensoren der HMP233 sind in einem Sensorkopf untergebracht, der mit einem Edelmetallnetz oder einer Sinterkappe vor mechanischer Beschädigung geschützt ist. Von hier führt ein 10 m langes Kabel zur Verarbeitungselektronik. Dort werden an Klemmleisten die erzeugten Ausgangssignale bereitgestellt. Während die Datenerfassung des meteorologischen Observatoriums die analogen Spannungssignale verwendet, wurde für den Test zusätzlich die serielle Schnittstelle benutzt. Über ein ca. 150 m langes Kabel wurden die Protokolle in das meteorologische Labor der Neumayer-Station gesendet. Das HMP233 ist programmierbar und wurde so eingestellt, dass es auf Anforderung jeweils ein Datentelegramm aussendet (polling). In der Station erfolgte die Erfassung, Aufzeichnung und Visualisierung der Daten auf einem PC. Das dazu benötigte Programm wurde mit LabVIEW 5.1 erstellt. Die Messfrequenz wurde auf 5 Sekunden festgelegt. Die Rohdaten wurden zusammen mit den 1-Minuten-Mittelwerten des meteorologischen Observatoriums in Bremerhaven mit LabVIEW – Programmen bearbeitet und mit GNUplot visualisiert.



Anordnung der Sensoren am 28.01.2000 ab 20:15 Uhr
Abb. 3.8

Beispiel eines Tagesganges

Das Wetter am 28.01.2001 an der Neumayer-Station war geprägt von leichtem Wind und viel Sonne bei geringer, meist hoher und durchscheinender Bewölkung.

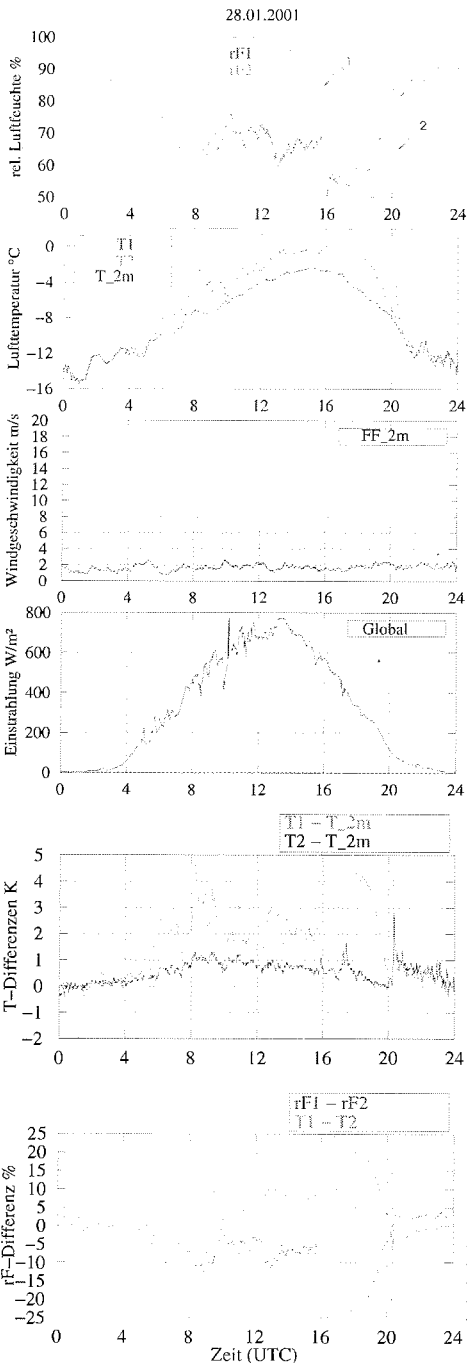


Abb. 3.9: Dargestellt wird hier u.a. der Tagesgang der Lufttemperatur (T-2m) sowie der der relativen Luftfeuchtigkeit (rF1, rF2), wobei die Kurven rF1 und rF2 allerdings unterschiedlich stark fehlerbehaftete Werte enthalten.

Zeitpunkt 1 (15:40 Uhr):

Sensorkopf 1 (enthält rF1 und T1) wird aus dem passiven Strahlungsschutz entnommen. Die ungeschützte Exposition erzeugt extreme Abweichungen der gemessenen von den wahren Werten.

Zeitpunkt 2 (20:15 Uhr):

Die Sensorköpfe 1 und 2 werden beide in je einen passiven Strahlungsschutz eingesetzt (Abb. 3.8), um den Gleichlauf der Geräte zu überprüfen.

Bemerkenswert ist die zu hohe Lufttemperatur am rF1 im passiven Strahlungsschutz (Kurven T1 und T1 - T_{2m} bis 15:40 Uhr). Zu sehen ist auch der verbesserte Temperaturgang am rF2 im zwangsbelüfteten Strahlungsschutz (Kurven T2 und T_{2m} bis 20:15 Uhr).

Die Differenz der beiden Feuchtwerte (rF1 - rF2) zeigt eine hohe Korrelation mit der Differenz der zugehörigen Temperaturwerte (T1 - T2).

Aufgetretene Werte der Temperaturabweichungen

Bei den im antarktischen Sommer vorherrschenden Bedingungen (niedrige Sonneneinfallswinkel, hohe Albedo) treten größere Temperaturabweichungen bereits bei relativ hohen Windgeschwindigkeiten auf. So wird in einem passiven, herkömmlichen Strahlungsschutz 1.0 K Lufttemperaturdifferenz bereits häufig schon bei 4.0 m/s Wind gemessen. Abbildung 3.10 zeigt die aufgetretenen Temperaturabweichungen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (Keine Häufigkeitsverteilung).

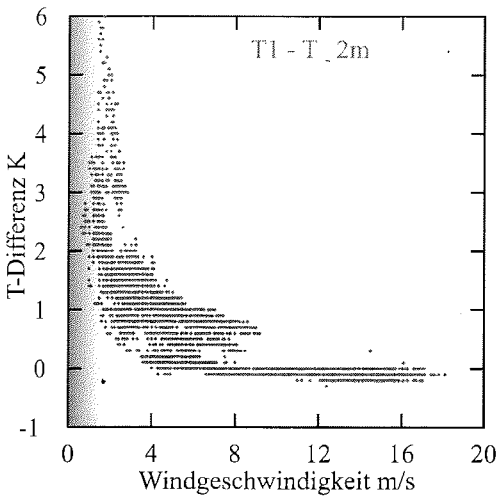


Abb. 3.10a: Werte des Pt100 im HMP233 in der passiven Strahlungsschutzhütte minus Werte des Pt100 im zwangsbelüfteten Lufttemperatgeber des meteorologischen Observatoriums.

Dargestellt sind alle aufgetretenen Differenzen des gesamten Testzeitraumes (28.01.01 – 11.02.01) bei einer Globalstrahlung größer 200 W/m^2 .

Deutlich wird die starke Temperaturzunahme am Sensor der relativen Luftfeuchtigkeit (HMP233) bei niedrigen Windgeschwindigkeiten.

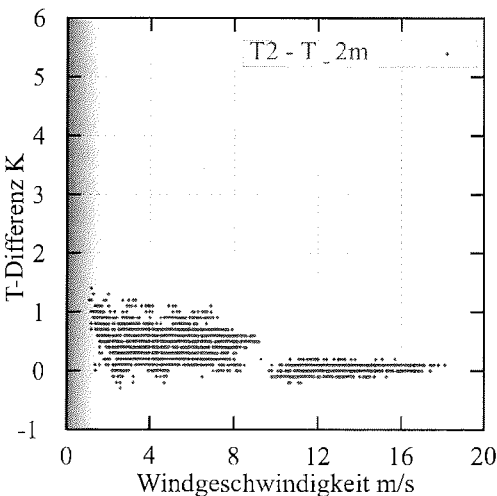


Abb. 3.10b: Werte des Pt 100 im HMP233 in der zwangsbelüfteten Eigenbaustrahlungsschutzhütte mit zusätzlichem, nach unten wirkenden Strahlungsschutz, der die Reflexstrahlung abschirmt. Davon subtrahiert wurden die Werte des Pt100 des zwangsbelüfteten Lufttemperatubers des meteorologischen Observatoriums.

Dargestellt sind alle während des Testzeitraumes (05.02.01 – 11.02.01) aufgetretenen Differenzen bei einer Globalstrahlung größer 200 W/m^2 .

Deutlich wird das erheblich verbesserte Verhalten bei niedrigen Windgeschwindigkeiten.

Temperaturabweichung in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung

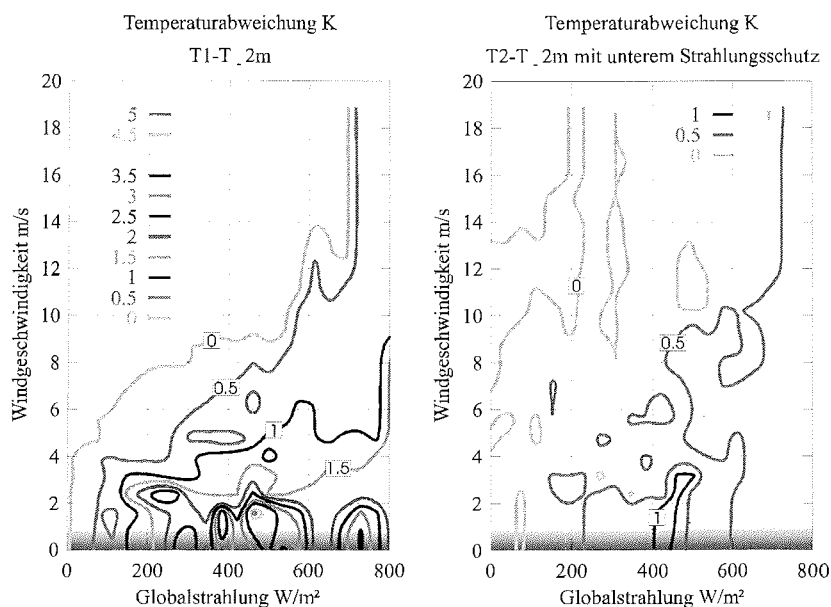


Abb. 3.11: Temperaturabweichung in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung. Die dunkel schraffierten Bereiche deuten an, dass wegen seltener Nullwindphasen hier ein Mangel an Rohdaten vorliegt und damit die Darstellung zunehmend ungenau wird.

In Abb. 3.11 (links) sind die Verhältnisse an dem aus Lamellen aufgebauten passiven Strahlungsschutz dargestellt. Auch hier ist die bei dieser Kombination hohe Abhängigkeit der Innentemperatur des HMP233 von der Windgeschwindigkeit erkennbar. Schon ab verhältnismäßig niedriger Globalstrahlung (150.0 W/m^2) sind bei gleichzeitig geringer Windgeschwindigkeit grobe Fehler bei der gemessenen Luftfeuchtigkeit zu erwarten. In Abb. 3.11 (rechts) wird die durch einen zwangsbelüfteten und in alle Richtungen wirkenden Strahlungsschutz erzielte Verbesserung sichtbar. Temperaturdifferenzen über 1.0 K sind hier selten.

Häufigkeit der fehlerbehafteten Messungen im Jahreslauf

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen unter Zuhilfenahme der in den Datenbanken des AWI vorhandenen Messungen des meteorologischen Observatoriums eine Abschätzung, wie oft an der Neumayer-Station Wettersituationen vorkommen, die zu fehlerbehafteten Ergebnissen führen.

Legt man willkürlich eine gerade noch tolerierbare Abweichung von 5% bei der Messung der relativen Luftfeuchtigkeit fest, so ergibt sich bei der herkömmlichen Geräteausstattung ein "verbotener" Bereich, der eingegrenzt wird von einerseits einer Globalstrahlung $> 150.0 \text{ W/m}^2$ und andererseits einer Windgeschwindigkeit $\leq 3 \text{ m/s}$.

Dieses führt zu der folgenden Tabelle, in der zu den genannten Jahren die prozentualen Anteile der spezifizierten Fälle an der Gesamtzahl aller Messungen eingetragen sind.

	1994	1995	1996	1997	1999	2000
Global > 150.0 W/m ²	26.74	26.95	26.42	25.81	26.90	27.66
Global > 150.0 W/m ² + FF2 <= 3 m/s	6.23	4.76	3.92	6.28	6.26	7.41

Im Mittel ist pro Jahr in ca. 5.8 % aller Messungen mit einem größeren als dem oben festgelegten Fehler zu rechnen. Diese verteilen sich nicht gleichmäßig über das Jahr, sondern treten speziell in sog. Schönwettersituationen auf, so dass letztere selektiv falsch bewertet werden.

Korrektur der Messungen durch Berechnung

Die Testbedingungen an der Neumayer-Station ermöglichen einen einfachen Korrekturansatz. Benötigt für die Berechnung der Abweichungen werden alle drei Temperaturen und beide Messungen der relativen Luftfeuchtigkeit. Der Fehler in der gemessenen Luftfeuchtigkeit ist nach Abb. 3.9 von der Lufttemperatur und von der relativen Luftfeuchtigkeit selbst abhängig. In dem hier verwendeten Ansatz werden die gemessenen Werte benutzt, um die tatsächliche Abhängigkeit (m) angenähert zu berechnen. Die beiden gleichzeitig, aber in ihren verschiedenen Strahlungsschutzeinrichtungen unterschiedlich messenden HUMICAP-Sensoren liefern dazu die nötigen Daten.

$$m = \frac{\Delta rF}{\Delta T} = \frac{rF1 - rF2}{T1 - T2}$$

Diese Gleichung liefert die Abweichung der relativen Luftfeuchtigkeit pro 1 °C Temperaturdifferenz.

rF1, rF2: Gemessene relative Luftfeuchtigkeit in %, rF1 – passiver, rF2 – zwangsbelüfteter Strahlungsschutz.

T1, T2: Die in den beiden HMP233 - Sensorköpfen gemessene Lufttemperatur.

Dieser einmal pro Minute vorliegende Wert wurde über den jeweils betroffenen Zeitraum (Global >= 150.0 W/m²) gemittelt. Von einer Verwendung der einzelnen Werte zur Korrektur wurde abgesehen, da es bei geringen Temperaturdifferenzen zu einem erhöhten Rauschen bei den korrigierten Werten kommt. Auch unterschiedliche Zeitkonstanten der Strahlungsschutzeinrichtungen könnten dabei eine Rolle spielen.

Die Korrektur kann nun folgendermaßen erfolgen:

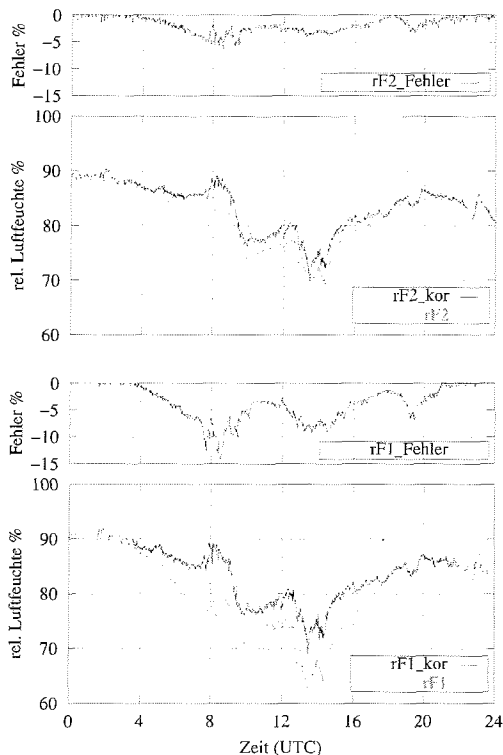
$$rF1_kor = rF1 - (T1 - T_2m) * m$$

$$rF2_kor = rF2 - (T2 - T_2m) * m$$

rF1_kor, rF2_kor: Korrigierte gemessene relative Luftfeuchtigkeit in %, rF1 – passiver, rF2 zwangsbelüfteter Strahlungsschutz.

T1-T_2m, T2-T_2m: Differenz der jeweiligen HMP233 – Innentemperatur und der Temperatur des zwangsbelüfteten Temperaturgebers des meteorologischen Observatoriums.

Korrektur der gemessenen Werte – Beispiel
10.02.2001



rF2_Fehler: Berechnete Abweichung des zwangsbelüfteten HMP233.

rF2: Gemessene unkorrigierte relative Luftfeuchtigkeit des zwangsbelüfteten HMP233.

$rF2_kor = rF2 + rF2_Fehler$
Korrigierte relative Luftfeuchtigkeit.

rF1_Fehler: Berechnete Abweichung des nicht zwangsbelüfteten HMP233.

rF1: Gemessene unkorrigierte relative Luftfeuchtigkeit des nicht zwangsbelüfteten HMP233.

$rF1_kor = rF1 + rF1_Fehler$
Korrigierte relative Luftfeuchtigkeit.

Abb. 3.12: Korrektur der Luftfeuchtemessungen

Schlussfolgerung

- Die durch Verstrahlung des Sensors auftretenden Fehler bei der Erfassung der relativen Luftfeuchtigkeit konnten für das meteorologische Observatorium der Neumayer-Station erstmalig quantifiziert werden. Es zeigt sich, dass herkömmliche, aus Lamellen aufgebaute Strahlungsschutzeinrichtungen hier nicht ausreichen.
- Der Einsatz eines zwangsbelüfteten Strahlungsschutzes verbessert die Messergebnisse wesentlich. Die Abweichungen sind erheblich kleiner und weniger von der Windgeschwindigkeit abhängig. Eine weitere Optimierung des genannten Eigenbaus ist möglich und wünschenswert.
- Die Verringerung des Fehlers durch den Einsatz wirksamer Strahlungsschutzeinrichtungen ist einer möglichen mathematischen Korrektur vorzuziehen.
- Der Betrieb teurer hochgenauer Messgeräte lohnt sich solange nicht, wie durch deren Einsatz in untauglichen Strahlungsschutzeinrichtungen die verbesserten Geräteeigenschaften im schlechten Systemergebnis untergehen.

4. LANDAKTIVITÄTEN

4.1 BESTIMMUNG DER ATMOSPHERISCHEN QUECKSILBERKONZENTRATION IN DER BODENNAHEN LUFTSCHICHT DER ANTARKTIS C. Temme (GKSS)

Das GKSS Forschungsprogramm während ANT-XVIII/3 und 4 gliederte sich in drei Hauptpunkte:

1. Abschluss der Messungen eines Jahresgangs der atmosphärischen Quecksilberkonzentrationen (total gaseous mercury = TGM) in bodennahen Luftschichten der Antarktis (Neumayer-Station, 70°S, 8°W).
2. Bestimmung der Konzentrationen von partikelgebundenen (total particulate phase mercury = TPM) und reaktiven, gasförmigen Quecksilberspezies (reactive gaseous mercury = RGM) im unteren pg/m^3 -Bereich auf der Neumayer-Station.
3. Flugzeugmessungen der TGM-Konzentrationen mit dem Polarflugzeug Dornier Do228, zur Bestimmung der vertikalen und horizontalen Verteilung des atmosphärischen Quecksilbers in der Umgebung der Neumayer-Station.

Im Gegensatz zu anderen Schwermetallen, die an atmosphärische Aerosole gebunden sind, existiert Quecksilber in der unteren Troposphäre hauptsächlich in Form von gasförmigem elementarem Quecksilber (Hg^0), dessen durchschnittliche atmosphärische Verweilzeit auf ca. 1 Jahr geschätzt wird. Dadurch unterliegt Quecksilber einem weitreichenden atmosphärischen Transport. Aufgrund seiner Toxizität und sehr ausgeprägten Tendenz zur Bioakkumulation in der Nahrungskette ist Quecksilber ein Umweltschadstoff, der auch für die Polarregionen von Bedeutung ist. Die Hintergrundkonzentrationen der atmosphärischen Quecksilberkonzentration (TGM) in der unteren Troposphäre liegen in der Nordhemisphäre durchschnittlich bei $1,7 \text{ ng/m}^3$ und in der Südhemisphäre bei $1,3 \text{ ng/m}^3$.

Kürzlich haben TGM-Messungen mit hoher zeitlicher Auflösung in bodennahen Luftschichten der kanadischen Arktis gezeigt, dass es in den Monaten nach dem polaren Sonnenaufgang zu starken Rückgängen der TGM-Konzentrationen kommt. Die arktischen TGM-Rückgänge korrelieren sehr stark mit den troposphärischen Ozonkonzentrationen. Eine Erklärung für dieses bislang nur in der Arktis beobachtete Phänomen könnte sein, dass Chlor- und Brom-Atome an chemischen Reaktionen mit bodennahem Ozon beteiligt sind und die daraus entstehenden Bromoxid-Moleküle mit dem Quecksilber in der Luft reagieren, so dass dieses in eine weniger flüchtige und besser deponierbare Form überführt wird. Ozonverluste in bodennahen Luftschichten konnten auch in der Antarktis beobachtet werden. Zeitlich hoch aufgelöste TGM-Messungen über einen längeren Zeitraum in antarktischen Gebieten sind jedoch bis jetzt nicht bekannt.

Abschluss der Messungen eines Jahresgangs der atmosphärischen Quecksilberkonzentrationen in bodennahen Luftschichten der Antarktis (Neumayer-Station)

Die TGM-Messungen mit einer Integrationszeit von 15 Minuten, wurden im Zeitraum von Januar 2000 bis Februar 2001 an der Neumayer-Station (70°S, 8°W) durchgeführt. Seit der letzten Sommerkampagne (März 2000) wurden alle

Messgeräte vor Ort von der Luftchemikerin des Überwinterungsteam, Frau Dr. Astrid Löwe betreut. Die Messungen wurden zum Ende der diesjährigen Sommerkampagne beendet und sämtliche wissenschaftliche Geräte der GKSS abgebaut und mit dem Forschungsschiff POLARSTERN zurück nach Deutschland transportiert.

Die TGM-Daten können kurz durch 3 verschiedene Perioden charakterisiert werden:

1. Die TGM-Konzentrationen wiesen zwischen Januar und Februar 2000 und zwischen Dezember 2000 und Februar 2001 starke Schwankungen auf. Es gab hohe Tagesvariabilitäten mit Tagesmittelwerten von 0,6 bis 1,8 ng/m³. Außerdem konnten einige Episoden mit hoher Antikorrelation zwischen troposphärischen Ozonwerten und bodennahen TGM-Konzentrationen gemessen werden.
2. Zwischen März und Juli 2000 lagen die TGM-Konzentrationslevel ziemlich konstant bei 1,2 ng/m³.
3. Zwischen August und November 2000 wurden zahlreiche TGM-Rückgänge in bodennahen Luftschichten detektiert. Die Minima der Tagesmittelwerte lagen bei ca. 0,1 ng/m³.

Der gemessene Jahresgang der TGM-Konzentrationen an der Neumayer-Station zeigt eindeutig, dass sogenannte "mercury depletion events" (MDE) auch in der Antarktis vorkommen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die im Frühjahr auftretenden MDEs mit den Ozonrückgängen in der unteren Troposphäre zusammenfallen. Eine erhöhte Konzentration an BrO-Radikalen in der antarktischen Atmosphäre fällt ebenfalls auf diesen Zeitraum. Die BrO-Konzentrationen werden von satellitengetragenen GOME-Instrumenten und im Spurenstoffobservatorium der Neumayer-Station als BrO-Säulendichten gemessen.

Bestimmung der Konzentrationen von partikelgebundenen und reaktiven, gasförmigen Quecksilberspezies im unteren pg/m³ Bereich auf der Neumayer-Station

Während des siebenwöchigen Aufenthalts auf Neumayer-Station sollten erstmalig Verfahren zur Bestimmung von aerosolgebundenen (total particulate mercury = TPM), sowie gasförmigen reaktiven Quecksilberspezies (reactive gaseous mercury = RGM) in der Antarktis eingesetzt werden. Diese Spezies spielen für das Depositionsverhalten des atmosphärischen Quecksilbers eine herausragende Rolle. Konzentrationsangaben zu diesen beiden Hg-Spezies in der Antarktis liegen derzeit nicht vor.

Die Messungen von TPM und RGM sollen ebenfalls helfen, eine Erklärung für die zu Beginn der antarktischen TGM-Messungen im antarktischen Sommer 2000 aufgetretenen Tagesvariabilitäten zu geben. Ein täglich wiederkehrendes Muster der gemessenen TGM-Konzentrationen konnte von Ende Januar bis Mitte Februar 2000 beobachtet werden. Die Konzentrationen schwankten dabei von < 0,5 ng/m³ bis zu einem Maximum von > 2 ng/m³. Seit März 2000 sind die TGM-Konzentrationen relativ konstant bei etwa 1,2 ng/m³ geblieben.

Während dieser Sommerkampagne konnten wiederum extrem starke Schwankungen der TGM-Konzentrationen gefunden werden. Einige Episoden mit antikorrelierten Bodenozonewerten und TGM-Konzentrationen sind dabei gemessen worden. Während dieser kurzen Episoden sanken die TGM-Konzentrationen auf 0,4 ng/m³

ab, wohingegen die erst seit diesem Jahr erhaltenen RGM-Konzentrationen von normalen Hintergrundwerten von 30-40 pg/m³ auf über 300 pg/m³ anstiegen. Dies legt die Vermutung nahe, dass eine lokale Oxidation des elementaren Quecksilbers zu reaktiven gasförmigen Quecksilberspezies stattfindet, währenddessen bodennahes Ozon produziert wird. Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet stehen noch aus und der gesamte Datensatz von diesem Jahr muss noch validiert und auf weitere Parameter untersucht werden.

Flugzeugmessungen der TGM-Konzentrationen zur Bestimmung der vertikalen und horizontalen Verteilung des atmosphärischen Quecksilbers in der Umgebung der Neumayer-Station

Da fast das gesamte Wissen über atmosphärisches Quecksilber aus Bodenmessungen stammt, zählt die vertikale und horizontale Verteilung des Quecksilbers in der Troposphäre zu den wenig untersuchten Aspekten der atmosphärischen Quecksilberforschung. Eine der wenigen Messungen auf diesem Gebiet wurde vom GKSS-Forschungszentrum in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung im Jahre 1996 über Süd- und Ostdeutschland durchgeführt. Flugzeugmessungen von Quecksilberspezies über der Antarktis sind bis heute nicht bekannt. Die Flugzeugmessungen mit POLAR 4 über dem Ekströmisen und der Atka-Bucht sollen einem besseren Verständnis der vertikalen Verteilung des Quecksilbers während des antarktischen Sommers dienen und zur Aufklärung der im Januar und Februar 2000 auftretenden Tagesvariabilitäten der TGM-Konzentrationen verhelfen. Weiterhin soll die horizontale Verteilung des Quecksilbers vom offenen Meer in Richtung Schelfeis untersucht werden.

Abbildung 4.1 zeigt die horizontale und vertikale Verteilung der TGM-Konzentrationen während des Messfluges mit der POLAR 4 am 29. Januar 2001. Man sieht deutlich eine homogene Verteilung der TGM-Konzentrationen in verschiedenen Höhen. Diese Beobachtung stimmt mit vorhergehenden Vertikalprofilen über maritimen Gebieten überein. Andererseits kann man einen Gradienten der TGM-Konzentrationen vom Schelfeis (71,5° S) zum offenen Wasser (70,2° S) beobachten. Die geringeren Konzentrationen über dem Meer könnten möglicherweise durch ein höheres Oxidationspotenzial über der Meeresoberfläche verursacht werden. Um diesen Gradienten genauer erklären zu können, müsste eine höhere Messdichte der TGM-Konzentrationen in verschiedenen Höhen durch weitere Flüge erhalten werden.

Die resultierenden Zeitreihen und Daten aus zwei Sommerkampagnen geben uns die Möglichkeit, die MDEs in der Antarktis zu untersuchen und die Lücke der Informationen über atmosphärisches Quecksilber in der antarktischen Troposphäre zu schließen. Damit wird es möglich, das atmosphärische Verhalten, die Verteilungspfade und zeitlichen Trends dieses Umweltgiftes in polaren Regionen zu verstehen und voraussagen zu können.

Danksagung

Wir möchten uns ganz herzlich beim Alfred-Wegener-Institut für die große und vielfältige Unterstützung bedanken. Besonderer Dank geht an A. Löwe, R. Weller,

G. König-Langlo und T. Becker für die Betreuung der Messgeräte und für die Bereitstellung der meteorologischen Daten.

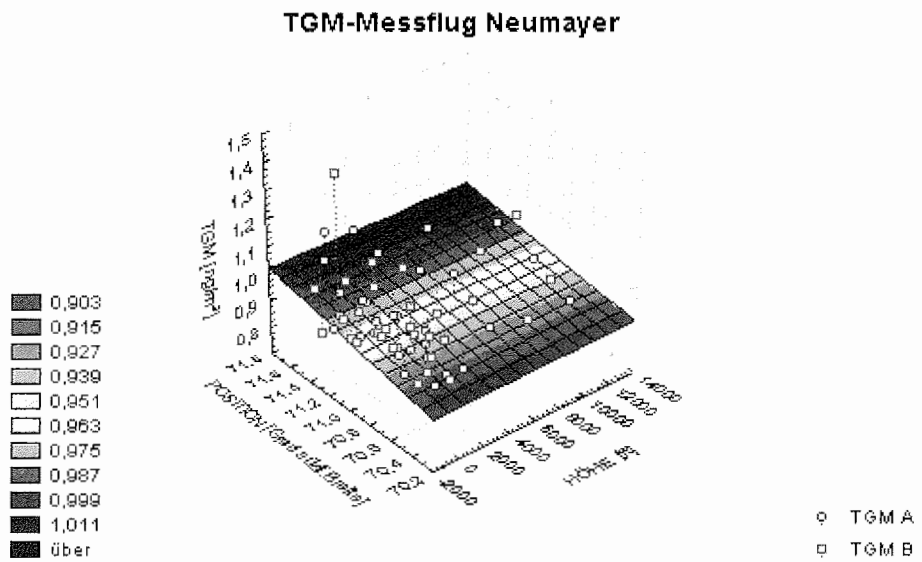


Abb. 4.1: Höhe, Position und TGM Konzentrationen während des Messfluges mit POLAR 4 am 29.01.01 in der Nähe der Neumayer-Station

4.2 EUROPEAN PROJECT FOR ICE CORING IN ANTARCTICA (EPICA)

Übersicht

H. Oerter (AWI)

Die EPICA-Kampagne 2000/01 in Dronning Maud Land war die erste im Rahmen der Eiskerntiefbohrung an der Kohlen-Station (Abb. 4.2). Für den Aufenthalt auf dem Eis stand die Zeit 16. Dezember 2000 bis 28. Februar 2001 zur Verfügung. Die Anreise in die Antarktis erfolgte mit POLARSTERN, die Rückreise nach Kapstadt mit dem südafrikanischen Schiff AGULHAS. An den EPICA-Feldarbeiten waren 18 Personen und zusätzlich die technische und wissenschaftliche Besatzung der Polarflugzeuge beteiligt. Wertvolle Unterstützung erhielt die Kampagne auch durch das Personal an der Neumayer-Station.

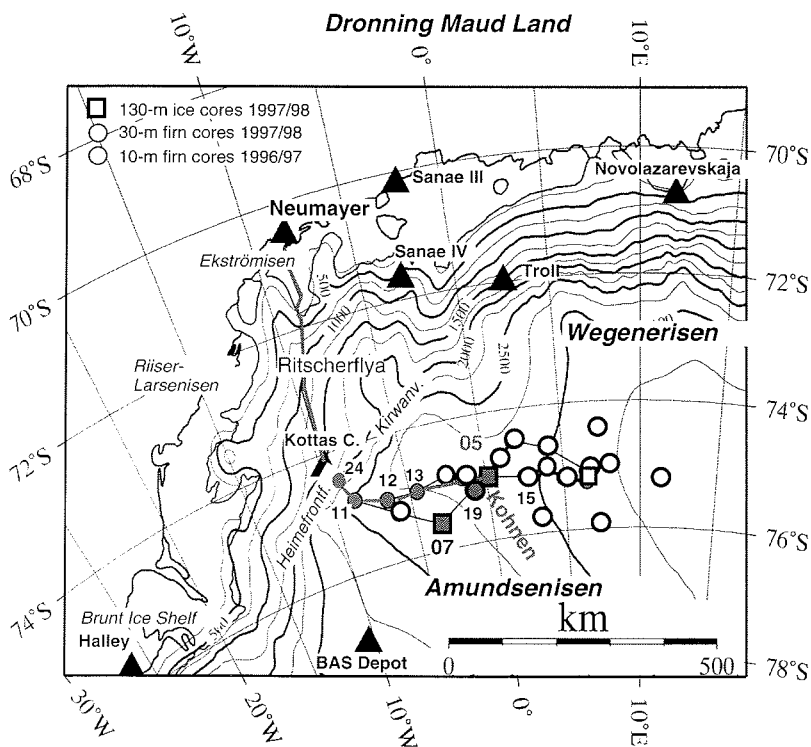


Abb. 4.2: Karte von Dronning Maud Land mit Lage des EPICA-Bohrcamps „Kohlen-Station“ und der Traversenroute Neumayer – Kohlen. Die Punkte mit ausgefüllten Signaturen wurde 2000/01 angefahren.

Tab. 4.1: Zeitplan der EPICA-Kampagne 2000/01 in Dronning Maud Land

Datum	Ausgeführte Arbeiten
<u>06.12.-17.12.2000:</u> 17.12.:	Anreise an Bord POLARSTERN von Kapstadt in die Antarktis Ankunft POLARSTERN Atka-Bucht; Entladung und Transport Expeditionsausrüstung zur Neumayer-Station
<u>18.12.-24.12.2000:</u>	An Neumayer-Station : Wartung PistenBullies und Vorbereitung der Frachtschichten für die Traverse
<u>24.12.-03.01.2001:</u> 24.12.:	Traverse von Neumayer-Station zur Kohnen-Station. En route Ablesen der Akkumulationspegel bis 74°30,08'S, 9°13,12'W. Abfahrt Traversengruppe von der Neumayer-Station am späten Nachmittag mit 6 PistenBullies und 15 Schlitten (Gesamtfracht ca. 112 t).
28.12.:	Traverse am ehemaligen Kottas-Camp; GPS-Messung; Aufbau Seismometer, Weigelnunatak, Kottasberge (74°16,5'S, 9°37,3'W). Präparieren Flugpiste. Auftanken, Tankcontainer T224 und 5 Fässer werden aus Depot entnommen, AWI T225 zurückgelassen. 1 Schlitten für Geologenteam bei Windy Corner abgestellt.
31.12.:	bei DML12: GPS, Ablesen Pegel und Temperaturkette.
01.01.:	bei DML13: Ablesen Pegel und Temperaturkette
03.01.:	Ankunft Kohnen-Station (75° 0.104' S, 0° 4.071' E, 2892 m) nach insgesamt 758 km Traversenfahrt.
<u>04.01.-11.01.2001:</u> 06.01.:	Vervollständigen Kohnen-Station mit weiteren 4 Containern. Installation von Generator und Wasserversorgung. Wartung PistenBullies. Aufbau und Inbetriebnahme der Aerosolsammelanlage ; GPR-Messungen im Umfeld der Tiefbohrung.
07.01.:	2 Besuche von POLAR 4 bei Kohnen-Station (6 Pax von Neumayer nach Kohnen).
08.01.:	Besuch einer DC-3 (N200AN) mit 9 VIPs an Bord. Inspektion der Station durch internationales Inspektionsteam unter Führung von O. Orheim, Norwegen.
10.01.:	Besuch einer Twin-Otter (C-GNDO) mit 7 VIPs an Bord
11.01.:	Wartung der Schneehöhensensoren HM01, HM02 und HM03 der Universität Utrecht.
	Station voll betriebsfähig; Einweihung der Station. Die Station wird "Kohnen-Station" zu Ehren von Dr. Heinz Kohnen (5.2.1938-25.7.1997), langjähriger Leiter der AWI-Logistik, Chairman von OC2 von EPICA und von Anfang an ein starker Befürworter des gesamten EPICA-Projektes.
<u>12.01.-24.01.2001:</u> 13.01.:	Aufbau von Drill- und Science-Trench. Die Aerosolbeprobung, Schneeprobennahme und GPR-Messungen werden fortgesetzt.
24.01.:	Wartung der AWS EPICA9 bei DML05 der Universität Utrecht.
	Richtfest für Drill- und Science-Trench.
<u>19.01.-23.01.2001:</u> 19.01.:	Skidoo-Traverse mit GPR von Kohnen-Station nach DML07 und zurück.
21.01.:	Bei DML19; CMP, GPS. Bei DML07; CMP, GPS.

- 25.01.-08.02.2001: Einbau von Wänden und Fußböden **im Drill- und Science-Trench.**
Bohren, Aufweiten und Verrohren eines 100-Meter-Bohrloches
Die Aerosolbeprobung, Schneeprobennahme und GPR-Messungen werden bis 04.02.01 fortgesetzt.
- 25.01.: Besuch POLAR 4 an der Station (1 Pax von MV Lance)
- 27.-29.01.: Bohren bis 113 m unter Schneeoberfläche (Kerne bleiben bis zur kommenden Saison im Kernlager).
- 30.01.-04.02.: Aufweiten des Bohrlochs bis 97,8 m unter Schneeoberfläche.
05.02.: 85,4 m Verrohrung ins Bohrloch eingebaut.
Besuch POLAR 4 an Kohnen-Station (3 Pax zurück nach Neumayer).
- 08.02.: Schließen von Drill- and Science-Trench.
- 13.01.-07.02.01: **Zweite Traverse** Kohnen – Neumayer und zurück
- 13.01.: Abfahrt bei Kohnen-Station (3 Personen, 3 PistenBullies, 4 Schlitten, 1 PistenBully auf Schlitten geladen).
- 16.01.: Am ehemaligen Kottas Camp; Mitnahme Tankcontainer AWI T225.
- 20.-25.01.: Bei Neumayer-Station: Wartung PistenBullies, Zusammenstellen Schlittenzüge.
- 25.01.: Abfahrt von Neumayer-Station (4 Personen; 4 PistenBullies, 3 Tankcontainer, 2 offene Schlitten mit JP-8-Fässern und Gasflaschen sowie Generator und 10'-Container, 2 Wohncontainer, 1 Biwak-Schachtel) für zweite Fahrt zur Kohnen-Station.
- 30.01.: Bei Kottas Camp.
- 01.-03.02.: Zwangsaufenthalt bei Wegpunkt 69 „Endpunkt“ wegen starker Schneedrift.
- 07.02.: Ankunft bei Kohnen-Station.
- 08.02.-11.02.01.: Vorbereitung Kohnen-Station für den Winter, einrichten Winterdepot, Zusammenstellen Expeditionsfracht für Rücktransport zur Neumayer-Station.
- 08.02.: Heben der Stationsplattform um 0,5 m.
- 09.02.: Besuch der POLAR 4 (3 Pax zurück nach Neumayer)
- 10.02.: Besuch der POLAR 2 zum Auftanken während EMR-Flug
- 11.02.: Besuch der POLAR 4 (3 Pax zurück nach Neumayer)
- 12.02.: Auslaufen POLARSTERN aus Atka-Bucht, 6 EPICA-Teilnehmer an Bord.
Abfahrt Traverse von Kohnen-Station mit 5 PistenBullies, 1 KranBully aufgeladen auf Schlitten und 13 Schlitten.
- 16.02.: Bei Kottas Camp; Abbau Seismometer auf Weigelunatak; Abräumen Camp der Geologen bei Windy Corner.
- 20.02.: Ankunft Traverse bei Neumayer-Station.
- 21.02.-01.03.2001: Aufenthalt auf Neumayer-Station; Auflösen Traversenausrüstung, Stauen Container für Rückfracht nach Deutschland, Wartung PistenBullies.
- 22.02.: Ankunft POLARSTERN in Punta Arenas
- 01.03.: Ankunft und Abfahrt S.A. AGULHAS Atka-Bucht (11 EPICA-Teilnehmer und –Fracht an Bord)
- 10.03.2001: Ankunft S.A. AGULHAS in Kapstadt
-

Zwei Traversen führten von der Neumayer-Station zur Kohnen-Station. Der Aufbau der Kohnen-Station wurde abgeschlossen. Für die EPICA-Tiefbohrung wurden Drill- und Science-Trench ausgehoben und ein 100-Meter-Bohrloch sowohl abgeteuft als auch verrohrt. Das wissenschaftliche Programm im Umfeld der Tiefbohrung beinhaltete das Sammeln von Aerosolproben (siehe Abschn. 4.4) und eine Messkampagne mit einem Ground-Penetrating-Radar im Radius von 20 Kilometern um das Bohrloch und entlang der 120 Kilometer langen Verbindungslinie zwischen den älteren Bohrlöchern B32 und B31 (siehe Abschn. 4.3).

Für die Durchführung der EPICA-Tiefbohrung wurde 1999-2000 eine Umweltverträglichkeitsstudie (CEE) erarbeitet (siehe <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/Docs/EpicaUVS.pdf>). Am 6. Oktober 2000 wurde die Aktivität vom Umweltbundesamt genehmigt. Am 5. Januar 2001 besuchte ein internationales Inspektorenteam unter der Leitung von Olav Orheim, Norwegen, die Kohnen-Station. Es gab keine Beanstandungen.

Die Teilnehmer an der EPICA-Kampagne sind in Tab. 4.2 zusammengestellt.

Tab. 4.2: Teilnehmer EPICA-Kampagne 2000/01 in Dronning Maud Land

Ackermann	Adolf	AWI/Laeisz	Koch
Drücker	Cord	AWI-Logistik	Leiter Logistik
Eisen	Olaf	AWI-Geophysik	Bodenradar
Hansen	Steff Bo	Univers. Kopenhagen	Techniker, Bohrung
Hilmæerson	Sverri	AWI/Laeisz	Zimmermann
Igel	Jan	AWI-Geophysik	Praktikant, Bodenradar
Kleffel	Guido	AWI-Logistik	Praktikant, Logistik
Kohlberg	Eberhard	AWI/Laeisz	Arzt
Köhler	Jens	AWI/Laeisz	Techniker
Matz	Thomas	AWI-Logistik	Techniker
Miller	Georg	AWI/Kässbohrer	Techniker
Oerter	Hans	AWI-Geophysik	Exped.-Leiter, Glaziologie
Pelz	Michael	AWI/Laeisz	Elektriker
Piel	Claudia	AWI-Geophysik	Spurenstoffchemie
Reise	Lutz	AWI/Laeisz	Zimmermann
Stoof	Günter	AWI-Logistik	Techniker
Witt	Ralf	AWI-Logistik	Techniker
Wohltmann	Holger	AWI-Logistik	Techniker

Zur Logistik der EPICA-Kampagne

C. Drücker (AWI)

Traverse

Die Traversenroute folgte der aus dem Vorjahr (Wegpunkte siehe Fahrtbericht ANTVII/2, Ber. Polarf. 404/2002, Tab 2 und Abb. 9).

Die Beladung der Haupttraverse ist aus Abb. 4.2 ersichtlich.

Treibstoffverbrauch

Für das EPICA-Projekt wurden für die Traversenfahrten und den Betrieb der Kohnen-Station ca. 60 Kubikmeter Arctic Diesel verbraucht (Tab. 4.3). Am Saisonende wurde bei der Kohnen-Station ein Vorrat von 35.800 l Arctic Diesel hinterlassen. Zum Betrieb der Ski-doo's wurden ca. 800 l Benzin benötigt.

Tab. 4.3: Treibstoffverbrauch (Arctic Diesel) für EPICA in der Saison 2000/01

Einsatz für	Maschinenart	Anzahl	Entfernung (km)	Einsatz-tage	Verbrauch (l)	Verbrauch (l/km)	Verbrauch (l/d)
Haupttraverse NM-Kohnen	PistenBully	6	758		16.350	3,6	
2. Traverse Kohnen-NM	PistenBully	3	758		5.450	2,4	
2. Traverse NM-Kohnen	PistenBully	4	758		9.900	3,3	
Haupttraverse Kohnen-NM	PistenBully	5	758		11.620	3,1	
Kohnen-Station	PistenBully	2		35	1.800		51
Traverse & Camp	15-kVA-Generator	1		55	5.000		90
Kohnen-Station	Stations-generator	1		35	6.850		195
Kohnen-Station	Schneefräse			25	700		28

Aufbau des EPICA-Bohrcamps

C. Drücker und H. Oerter (AWI)

Die Kohnen-Station

Das im Vorjahr für die Feldarbeiten auf dem Amundsenisen benutzte Camp (4 Container mit Funkraum, Messe und Küche) wurde in dieser Saison weiter ausgebaut. Die im Vorjahr zu Saisonende bereits auf der Stahlplattform winterfest abgestellten weiteren drei Container (Sanitärcontainer und zwei Schlafräume) wurden in dieser Saison in Betrieb genommen. Vier weitere Container (Schneesmelze, Generatorstation, Lager und Werkstatt) wurden neu auf die Plattform gestellt. Die Station war ab 11. Januar voll betriebsfähig (Abb. 4.3). Am gleichen Tag wurde sie eingeweiht und zu Ehren von Dr. Heinz Kohlen (5.2.1938-25.7.1997) "Kohnen-Station" benannt. Heinz Kohlen war langjähriger Leiter der AWI-Logistik und Chairman von OC2 von EPICA gewesen und hatte das EPICA-Projekt von Anfang an kräftig unterstützt.

DML-Traversal 2000/2001
Schlittenbeladung

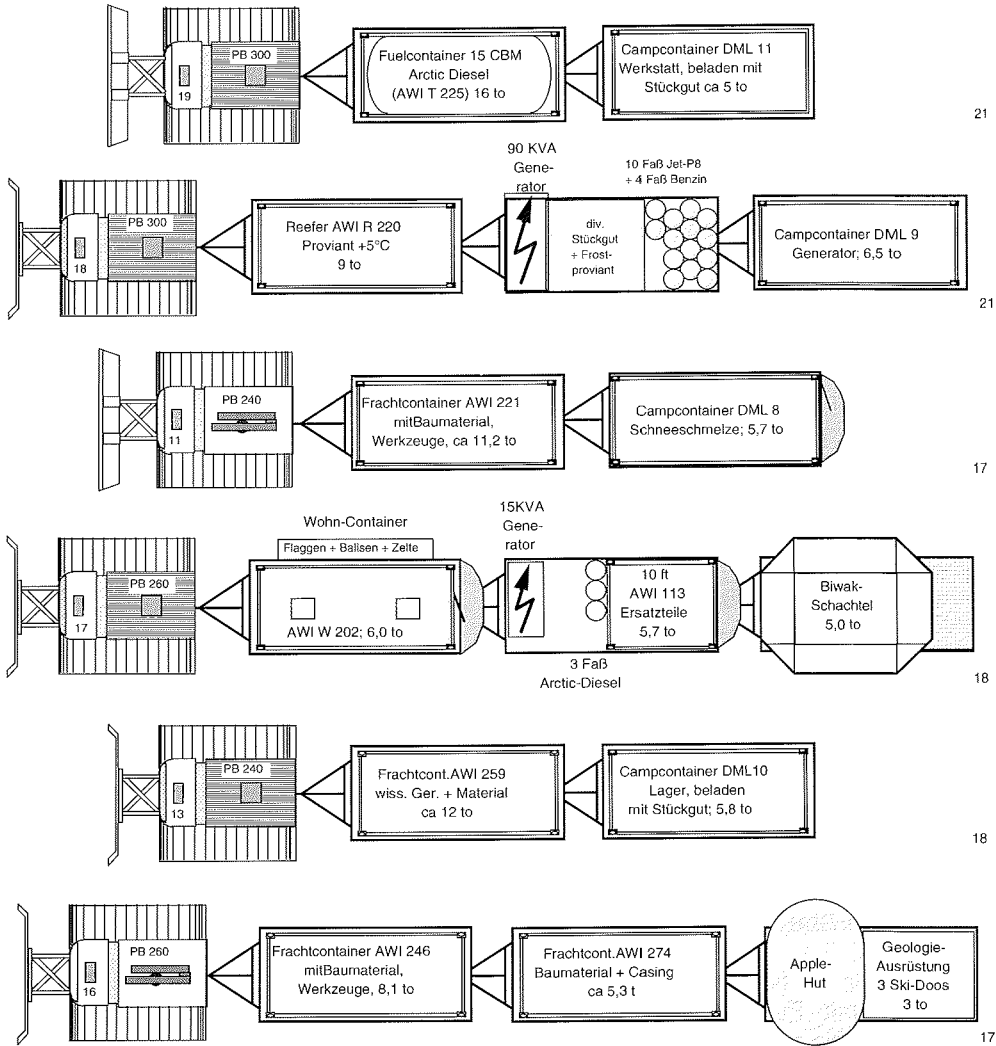


Abb. 4.2: Schlittenplan bei Abfahrt der 1. Traverse von der Neumayer-Station

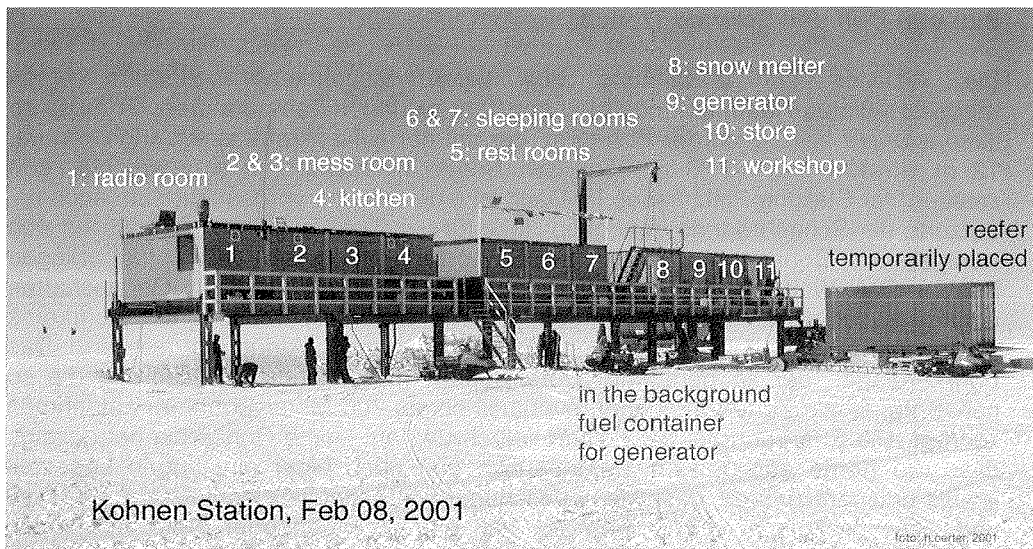


Abb. 4.3. EPICA Bohrcamp „Kohnen-Station“ am 8. Februar 2001

Die Station ist ausgelegt um 20 Personen zu versorgen. Acht Personen finden Raum in den beiden Schlafcontainern auf der Plattform, für die anderen werden Schlafplätze in beheizbaren Containern bzw. Biwakschachteln auf Schlitten neben der Station bereitgehalten.

Der eingebaute Stamford Generator, angetrieben von einem Deutz Dieselmotor liefert auf Stationshöhe (ca. 2882 m über Meer) eine elektrische Leistung von 100 kVA. Bei vollem Stations- und Bohrbetrieb ist mit einem Treibstoffverbrauch zwischen 300 und 350 l/d zu rechnen. Der Treibstoff wird in einem 15-Kubikmeter-Tankcontainer neben der Station gelagert und von dort direkt, über eine fest installierte Schlauchleitung in den Vorratstank des Generators gepumpt. Ein 90 kVA-Generator steht als Notstromgenerator bei einem Ausfall des Hauptgenerators in Stationsnähe bereit. Die Station wird elektrisch beheizt.

Die Schneeschmelze hat ein Volumen von 2,5 Kubikmetern. Sie wird über eine Dachöffnung mit einem Kran befüllt. Zum Schneeschmelzen wird die Abwärme des Generators ausgenutzt. Für den Notfall (Generatorausfall) wurde auch ein Ölbrenner installiert. Im Schneeschmelzcontainer stehen eine Waschmaschine und ein Wäschetrockner. Der Sanitärcontainer sowie die Küche werden über eine elektrisch beheizte Wasserleitung aus der Schneeschmelze mit Wasser versorgt. Das Abwasser wird über ein Rohr in einen Schneeschacht unter der Station eingeleitet.

Im Funkraum ist neben Telekommunikationsgeräten (Kurzwellenfunk, Inmarsat-M und B) auch Platz für Personalcomputer vorgesehen. Der Raum ist über ein Glasfaserkabel mit dem Drill- und Science-Trench verbunden.

In der Werkstatt können Reparaturen durchgeführt, in dem Lagercontainer Ersatzteile für den Betrieb eines Bohrcamps gelagert werden.

Bau von Drill und Science Trench

Die Arbeiten zur Gewinnung des tiefen Eisbohrkerns erfordern einen windgeschützten Raum mit möglichst konstant niedrigen Temperaturen. Er muss so dimensioniert sein, dass der Bohrturm, der mit der Umlenkrolle eine Länge von ca. 12 m erreicht und ca. 6 m über den Boden hinausragt, in waagerechter und senkrechter Stellung Platz findet. Im Dach ist eine Öffnung vorgesehen, um auch bei Setzung der Schachtwände genügend Höhe für den Turm zu haben. Es müssen sich wenigstens 2 Bohrkernstücke von jeweils 3,5 m Länge aneinander gefügt ablegen lassen. Des Weiteren müssen die anderen zum Bohren nötigen Gerätschaften untergebracht werden können und genügt Raum für die Bearbeitung des Bohrkerns sowie die Zwischenlagerung von Bohrkernen zur Verfügung stehen. Das Bohrkernlager, der so genannte „Core Buffer“, muss, wenn die Bohrung die so genannte „Brittle Zone“ durchteuft, eventuell bis zu 700 Meter Bohrkern aufnehmen können. Die Erfahrung bei der Eiskerntiefbohrung auf Dome Concordia hat gezeigt, dass die Kerne aus diesem Tiefenbereich erst nach einer einjährigen Lagerzeit soweit entspannt waren, dass sie unbeschadet bearbeitet werden konnten. Der Drill- und Science-Trench wurde deshalb als ein durchgehender, mit Holzplatten abgedeckter Graben von 6 m Tiefe, 4,6 m Breite und ca. 70 m Länge erstellt, der dann in drei Kammern (Bohren, Kernbearbeitung, Kernlager) unterteilt wurde. Das Layout des Drill- und Science Trenches ist in Abb. 4.4 dargestellt.

Als erster Arbeitsschritt wurden mit einer Schneefräse zwei 1,2 m breite Fundamentstreifen für die Auflagerung der Dachkonstruktion bis auf einen tragfähigen Schneehorizont in 1,05-1,10 m Tiefe ausgefräst, anschließend wieder verfüllt und plan abgezogen. So konnte eine homogene Schneeschicht geschaffen werden. Bei dem Wiederverfüllen mit der Schneefräse ließ sich eine Schneedichte von $527 \pm 34 \text{ kg/m}^3$ erreichen (bestimmt an drei Stellen). Die Dichte der ungestörten oberflächennahen (0-1 m) Schneeschichten liegt bei $331 \pm 3 \text{ kg/m}^3$ (Mittel von 5 Schneeschichten in der Umgebung der Bohrstelle).

Anschließend wurde der Graben in sechs Tagen abschnittsweise auf eine Gesamttiefe von 6 m unter der Schneeoberfläche ausgefräst. Der nächste Arbeitsschritt war das Erstellen der Fundamente für die Bohrwinde und den Bohrturm, bevor die Dachabdeckung aufgesetzt werden konnte. Die Dachkonstruktion besteht aus Periträgern, auf die eine Dachhaut aus Sperrholzplatten aufgeschraubt wurde.

Für das Ein- und Ausschwenken des Eiskerntiefbohrers beim Entleeren des Kernrohres wurde eine 6,7 m tiefer, 0,8 m breiter ca. 60° geneigter Graben ausgehoben und mit Treppenstufen versehen. Hier wurde mit einer elektrischen Kettensäge gearbeitet. Der Aushub wurde mit dem Kran eines PistenBullies aus dem Trench gehievt und später im weiteren Umfeld der Bohrstelle verteilt.

Nach 12 Tagen Bauzeit wurde am 24. Januar Richtfest gefeiert (Abb. 4.5).

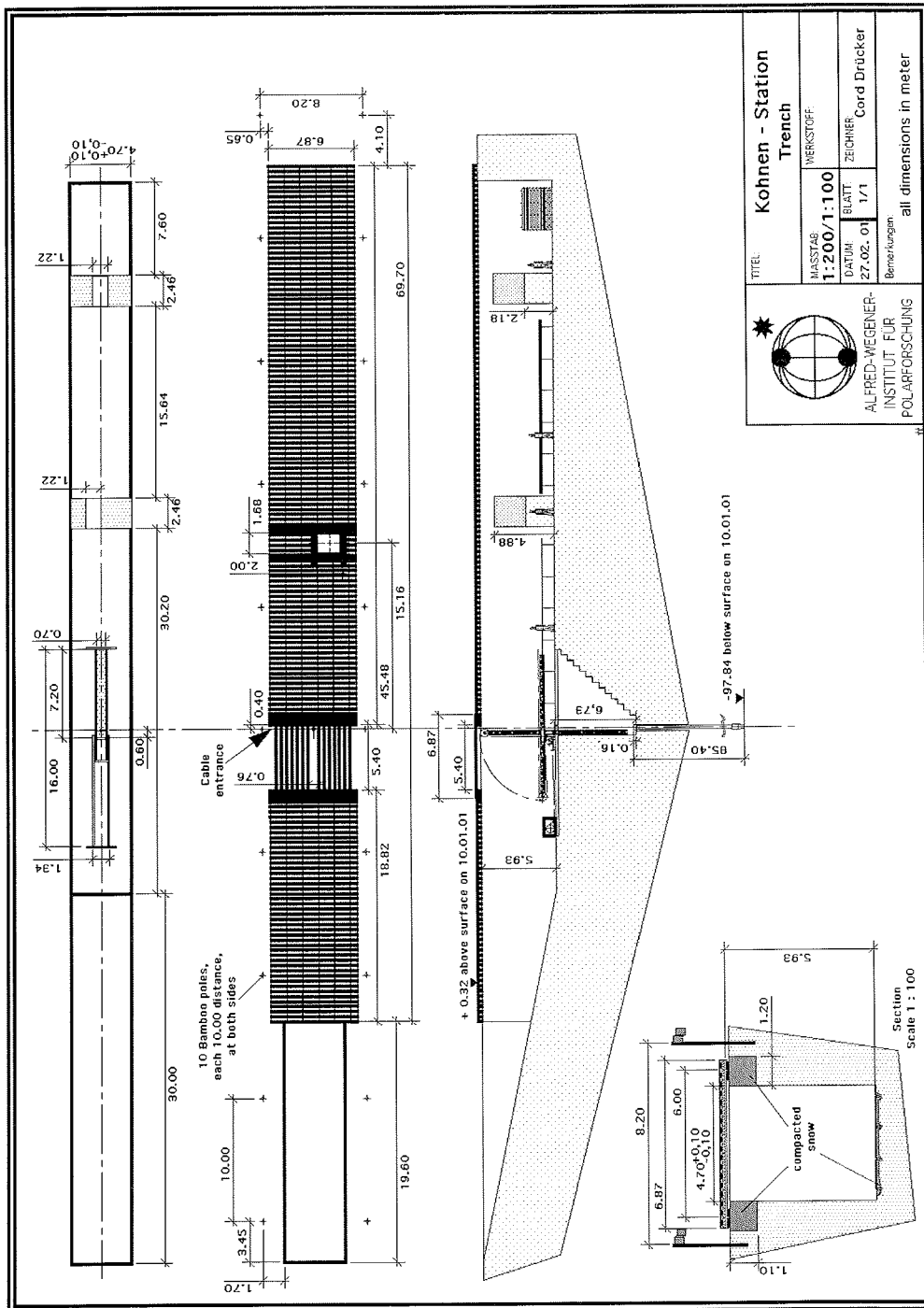


Abb. 4.4: Grundriss, Aufsicht und Längsschnitt des Drill- und Science-Trenches des EPICA-Bohrcamps (Kohnen-Station) in Dronning Maud Land

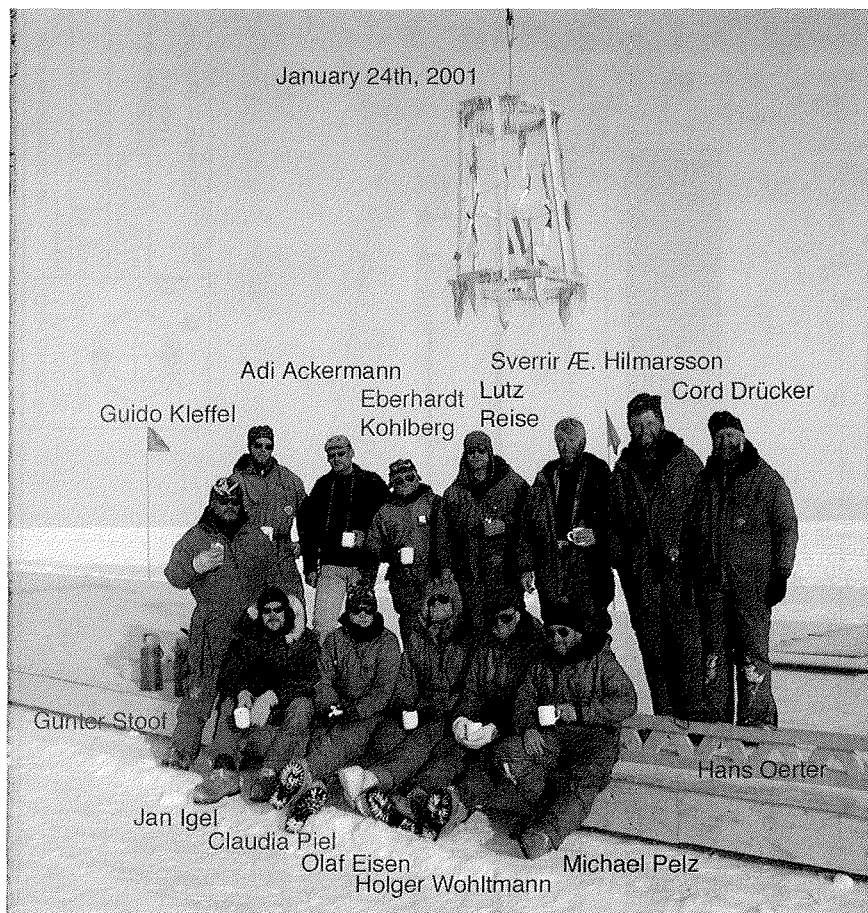


Abb. 4.5: Richtfest für den Drill- und Science-Trench am 24. Januar 2001

Für die 2,5 m dicken Zwischenwände wurde ein Holzschalung aufgestellt und mit Schnee verfüllt. Zur Decke wurde ein Abstand von 1,15 m gelassen, der erst im Folgejahr geschlossen werden sollte, um der Schneesetzung Rechnung zu tragen. In den Wänden sind Durchgänge zu den einzelnen Räumen freigehalten. Im Innern der Trench wurde ein Holzboden verlegt.

100-Meter-Kernbohrung

S.B. Hansen, C. Drücker, H. Oerter (AWI, Uni Kopenhagen)

Vom 27. bis 29.01.2001 wurde mit einem Eiskernbohrer der Universität Kopenhagen ein Bohrloch bis 112,99 m unter Schneeoberfläche abgeteuft und gekernt (Abb. 4.6). Der Kerndurchmesser betrug 77.8 mm. Die gewonnenen Kernstücke wurden protokolliert, vermessen sowie gewogen. Daraus wurde dann die mittlere Dichte jedes Kernstücks bestimmt. Die auf Einmeter-Stücke zurecht gesägten Kerne wurden

in PP-Kisten verpackt und ins Kernlager eingelagert. Anschließend wurde das Bohrloch ohne weiteren Kerngewinn soweit aufgeweitet, dass die Verrohrung (Durchmesser 255 mm) am 05.02.2001 auf einer Strecke bis 97,8 m Teufe (Eisdichte $>850 \text{ kg m}^{-3}$) eingebracht werden konnte. Die Verrohrung soll verhindern, dass später die Bohrlochflüssigkeit im permeablen Firnbereich aus dem Bohrloch aussickert. Die Verrohrung wurde aus Glasfasermaterial, in Längen von jeweils 5 m gefertigt. Die Rohrelemente sind durch ein Stahlseil, das in gegenüberliegende Nuten eingefädelt wird, mechanisch miteinander verbunden und mit O-Ringen abgedichtet.

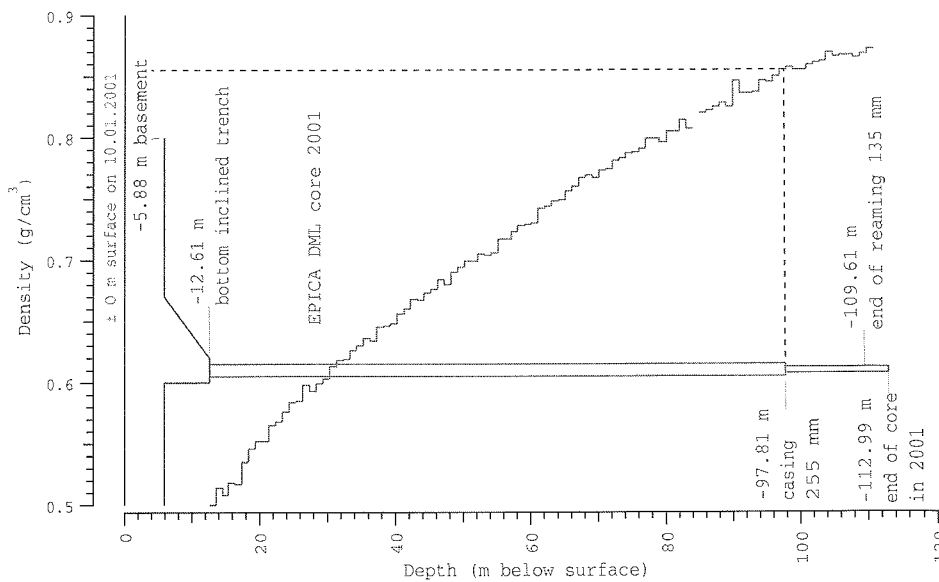


Abb. 4.6: EPICA-DML-Bohrloch (EDML): Dichteprofil und Angaben zur Verrohrung

GPS-Messungen im Umfeld der Bohrung

H. Oerter (AWI)

Der Bohransatzpunkt wurde vor Beginn der Ausschachtarbeiten mit GPS eingemessen. Die aus dem Vorjahr vorhandenen Messmarken zur Bestimmung der Eisbewegung (siehe. Fahrtber. ANT XVII/2, Ber. Polarf. 404/2002, Abb. 22) wurden nachgemessen. Die Zeiten für die einzelnen GPS-Messungen sind in Tab. 4.4 zusammengestellt.

Tab. 4.4: GPS-Messungen in der Saison 2000/01

Punkt	Beginn	Ende	Antennen- höhe (m)	Balisen- höhe (m)	Kommentar
BA01	09.01.2001 9:02	09.01.2001 21:23	0.935	0.835	
DML25	09.01.2001 19:41	09.01.2001 21:12	1.385	1.285	
PEN2	09.01.2001 14:19	09.01.2001 15:39	1.4	1.3	Bambus 2.175 m
PEN2	09.01.2001 12:28	09.01.2001 13:43	1.21	1.11	Bambus 2.21 m
PEN3	09.01.2001 10:31	09.01.2001 11:43	1.39	1.29	Bambus 2.41 m
PEN4	09.01.2001 18:06	09.01.2001 19:10	1.315	1.215	
PEN5	09.01.2001 16:16	09.01.2001 17:30	1.835	1.735	Bambus 2.41 m; leichter Schneefall
BA01	10.01.2001 9:50	10.01.2001 21:15	0.935	0.835	
DML05	10.01.2001 14:53	10.01.2001 16:45	1.51	1.41	Balise 8.1.00 60.5 cm; Zutrag 0.295 m
DMLC	10.01.2001 17:28	10.01.2001 21:07	1.72	1.62	
HM01	10.01.2001 10:18	10.01.2001 11:29	1.34	1.24	Sensor 1.075 m
HM02	10.01.2001 13:24	10.01.2001 14:36	1.32	1.022	Sensor 1.132 m
HM03	10.01.2001 11:48	10.01.2001 13:04	1.23	1.13	Sensor 1.085 m
Camp ST01	22.01.2001 14:40	22.01.2001 16:05	2.665		bezogen auf OK Stütze
Camp ST08	22.01.2001 16:25	22.01.2001 18:00	2.62		bezogen auf OK Stütze
Camp ST09	22.01.2001 18:13	22.01.2001 20:35	2.615		bezogen auf OK Stütze
BA01	09.02.2001 9:30	09.02.2001 11:59	0.95	0.85	
BA01	09.02.2001 11:59	09.02.2001 15:35	0.95	0.85	
DM27	09.02.2001 11:33	09.02.2001 13:28	1.23	1.13	

Automatische Wetterstation und Schneehöhenmesser

H. Oerter (AWI)

Im Rahmen von EPICA werden von der Universität Utrecht, Institute for Marine and Atmospheric Research, mehrere automatische Wetterstationen (AWS) in Dronning Maud Land betrieben. Die AWS EPICA 9 am Punkt DML05 und die Schneehöhenmesser HM01, HM02 und HM03 wurden auch dieses Jahr wieder gewartet, (Tab. 4.5). Bei der AWS wurde die DataLogger-Box ausgetauscht. Der mittlere Schneezutrag seit der letzten Ablesung im Januar 2000 betrug ca. 18 cm.

Tab. 4.5: Automatische Wetterstation und Schneehöhensensoren der Universität Utrecht. Angegeben sind das Datum der Wartung, die geographischen Koordinaten sowie der Abstand des Schneehöhensensors zur Schneeoberfläche.

Station	Datum	Geogr. Länge	Geogr. Breite	Höhe (m) WGS84	Abstand (cm)
AWS EPICA 9	13.01.2001	0° 0,434' E	75° 00,148' S	2892	158,5
HM01	10.01.2001	0° 0,476' E	74° 59,635' S	2891	107,5
HM02	10.01.2001	0° 2,372' E	75° 00,415' S	2892	113,2
HM03	10.01.2001	0° 1,365' W	75° 00,442' S	2890	108,5

Schneezutrag Ritscherflya

H. Oerter (AWI)

Das Messprogramm zur Bestimmung der Akkumulationsverteilung entlang der Traversenroute von der Neumayer-Station bis hinter die Kottasberge wurde auch in dieser Saison vom 25.12.-30.12.2000 fortgesetzt. Die letzte Nachmessung hatte vom 17.12.-25.12.1999 und 15.-17.02.2000 stattgefunden. Die Messergebnisse sind in Abb. 4.7 dargestellt.

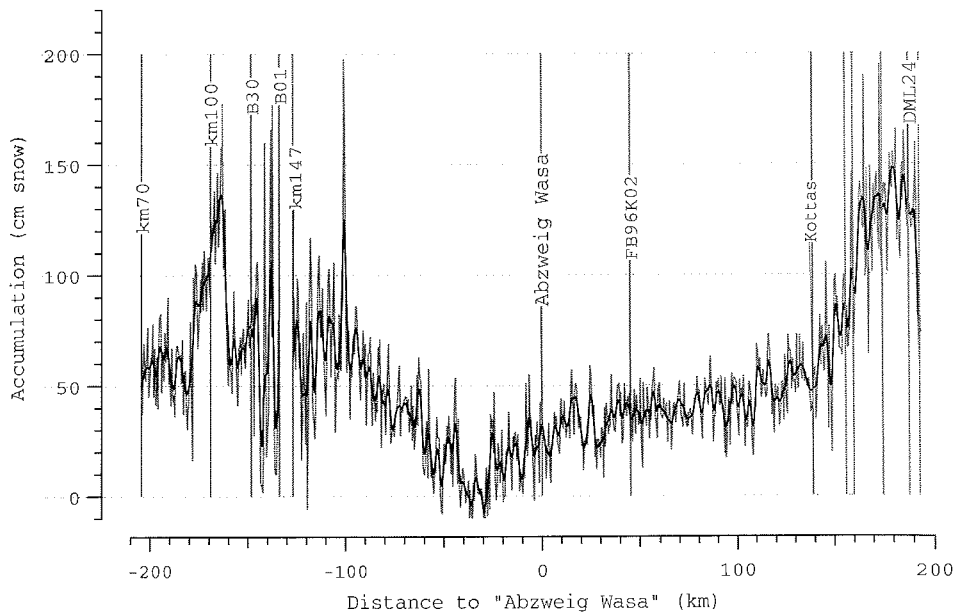


Abb. 4.7: Schneezutrag entlang der Kottas-Trasse vom Ekströmisen bis hinter die Kottasberge, Heimefrontfjella, im Jahr 2000. ("Abzweig Wasa": 72° 57'S, 9°41' W)

4.3 BODENRADARMESSUNGEN IM UMFELD DER EPICA-TIEFBOHRUNG (EDML) AUF DEM AMUNDSENISEN, DRONNING MAUD LAND.

O. Eisen und J. Igel (AWI)

Die Bodenradarmessungen (Ground Penetrating Radar, GPR) stellten eine Erweiterung und Vervollständigung der in der Saison 1998/99 gewonnenen Langstreckenprofile und Common-Mid-Point (CMP)-Messungen dar. Während die Variation der Tiefenlage prominenter Reflektoren Rückschlüsse auf die räumliche und zeitliche Variation der Akkumulationsrate sowie der Dynamik des Eisschildes zulässt, können aus CMP-Messungen die Geschwindigkeits-Tiefenfunktion elektromagnetischer Wellen und deren räumliche Variation bestimmt werden. Aus dem Vergleich von synthetischen Radargrammen, berechnet aus den dielektrischen Eigenschaften der Eiskerne, mit den am Ort der Eiskerne gemessenen CMP-Daten können des Weiteren neue Informationen für die bisher nur bedingt verstandenen quantitativen Ursachen elektromagnetischer Reflexionen im Eis gewonnen werden.

Schwerpunkt der Kampagne waren Radarmessungen mit Antennen verschiedener Frequenzen entlang mehrerer Flächengitter verschiedener Größe, angeordnet um den Bohransatzpunkt der EPICA-Eiskerntiefbohrung auf dem Amundsenisen in Dronning Maud Land, im Umfeld der Kohlen-Station (Abb. 4.8). Einem kleinräumigen Gitter mit einer Gitterkonstanten von 10 m und einer Kantenlänge von 100 m wurden zwei Gitter mit Gitterkonstanten von 100 m bzw. 1 km und einer Kantenlänge von 1 km bzw. 10 km überlagert. Während das 100-m-Gitter mit 800, 500 und 250 MHz vermessen wurde, kamen bei dem 1-km- und 10-km-Gitter die 500 und 250 MHz bzw. die 250 MHz-Antennen zum Einsatz.

Parallel zu den Radarmessungen wurden kinematische GPS-Daten aufgezeichnet. In Verbindung mit den permanenten GPS-Basismessungen an der Kohlen-Station ist es so möglich, eine genaue Karte der Topografie der Eisoberfläche um den Bohrpunkt zu erstellen.

Um die Eigenschaften elektromagnetischer Reflektoren untersuchen zu können, wurden vor Beginn der Arbeiten am Drill- und Science-Trench auf der noch weitgehend ungestörten Oberfläche am Ort der Tiefbohrung mehrere CMP-Messungen mit 200, 100 und 50 MHz-Antennen durchgeführt. Mit den daraus bestimmten Geschwindigkeits-Tiefen-Verteilungen werden die in der so genannten Zeitsektion aufgezeichneten Radardaten, in die Tiefensektionen übergeführt, die die Tiefenlage der Reflektoren direkt angeben. Die 200-MHz-Antennen wurden dabei in zwei verschiedenen Richtungen eingesetzt, um festzustellen, inwiefern die Ausbreitungsgeschwindigkeiten von der Polarisationsrichtung abhängen. Des Weiteren wurden mit allen Antennen zwischen 50 und 800 MHz Polarisationsmessungen durchgeführt, mit denen die Abhängigkeit des Reflexionskoeffizienten von der Polarisation bestimmt werden soll. Dazu wurden am Ort der Bohrung mit jedem Antennenpaar 16 Spuren mit einer um jeweils 22,5° verändert ausgerichteten Antennenachse aufgezeichnet.

Die Verbindung der hochauflösenden, kleinräumigen Profile mit den bestehenden Langstreckenprofilen wurde durch neun 20 km lange 250-MHz-Profile erreicht, die strahlenförmig vom Bohrpunkt ausgehen. Am Endpunkt eines jeden Profils wurde eine CMP-Messung mit den 200-MHz-Antennen aufgenommen. Ein für exakte Auswertungen qualitativ nicht ausreichendes Profil der Saison 1998/99 (DML05-

DML19 und DML19-DML07) wurde mit den 250- und 500-MHz-Antennen wiederholt. Sowohl an DML19 als auch an DML07 wurden CMP-Messungen durchgeführt, und zwar an DML19 mit der 200-MHz-Antenne, an DML07 mit 200- und 100-MHz-Antennen. Dabei wurden mit der 200-MHz-Antenne, wie am Bohrpunkt EDML, zwei CMP-Messungen in unterschiedlichen Richtungen aufgezeichnet.

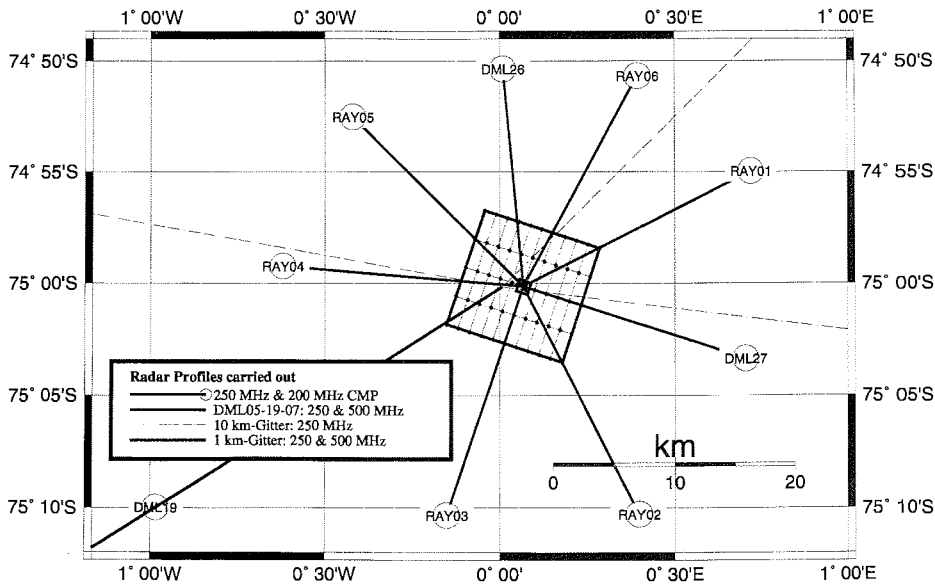


Abb. 4.8: Lageplan der Bodenradarprofile, zentriert auf den Bohransatzpunkt der EPICA-Tiefbohrung (EDML) auf dem Amundsenisen, Dronning Maud Land

Eine erste Sichtung der Sternprofile zeigt, dass die prominenten Reflektoren in allen Profilen zu verfolgen sind. Ihre Tiefenlagen verlaufen von WNW nach ESE, parallel zu der Eisscheide, nahezu konstant. Von SSW nach NNE hingegen fallen die gleichen Reflektoren zu größeren Tiefen hin ab. Dies ist entweder als Anzeichen einer veränderten Akkumulationsrate zu deuten, oder auf einen Einfluss einer differenziellen Fließbewegung zurückzuführen. Die detaillierte Interpretation erfordert jedoch die Berücksichtigung der Oberflächentopografie, welche erst zu einem späteren Zeitpunkt nach Auswertung der GPS-Messungen interpretiert werden kann.

Das Bodenradarprogramm war jedoch nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht ein Erfolg. Die mehrtägige SkiDoo-Traverse mit Bodenradar von der Kohnen-Station zum 125 km entfernten Punkt DML07 war die erste dieser Art auf dem Hochplateau des Antarktischen Inlandeises, die vom AWI durchgeführt wurde. Dabei hat sich gezeigt, dass eine solche Traverse mit relativ geringem logistischen Aufwand zwar durchführbar ist, für längerfristige Einsätze dieser Art jedoch eine Reihe von Verbesserungen notwendig sind, um die durch die klimatischen Einflüsse bedingten Belastungen sowohl für die Gerätschaften als auch das Messpersonal zu minimieren.

4.4 LUFTCHEMISCHES MESSPROGRAMM WÄHREND DER SOMMERKAMPAGNE 2000/2001 IN DRONNING MAUD LAND

C. Piel und R. Weller (AWI)

Über die chemische Zusammensetzung troposphärischer Aerosole, insbesondere innerantarktischer Luftmassen, ist bislang sehr wenig bekannt. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) an der Kohnen-Station in Dronning Maud Land vom 6. Januar bis 5. Februar 2001 ein luftchemisches Messprogramm durchgeführt. Dies geschah in Anlehnung an die letztjährige Kampagne und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg (IUPH).

Das Untersuchungsgebiet in Dronning Maud Land hat aus zwei Gründen große Relevanz für die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung antarktischer Aerosole. Zum einen erlaubt dies, in Verbindung mit dem langjährigen Datensatz der Neumayer-Station, einen Vergleich der räumlichen Variabilität der Komponentenverteilung des Aerosols und damit Aussagen über die Transportwege der Luftmassen und deren unterschiedliche Bildungsgeschichte. Zum anderen ist sowohl die chemische Zusammensetzung des Aerosols als auch der Austauschprozess zwischen Atmosphäre und Schnee bzw. Firn hinsichtlich der Interpretation der Eisbohrkerndaten an dem Standort der zukünftigen Tiefbohrlokation von großer Bedeutung.

Insgesamt wurden während der diesjährigen Kampagne zwei Low-Volume-Aerosolsammelanlagen, eine High-Volume-Aerosolsammelanlage und ein ^{222}Rn -Aktivitätsmessgerät betrieben. Des Weiteren wurden zahlreiche Neuschnee-, Reif- und Oberflächenschneeproben gesammelt sowie die Partikelkonzentration der Luft kontinuierlich aufgezeichnet.

Low-Volume-Sampling

Mit zwei separaten Low-Volume-Aerosolsammelanlagen wurden in diesem Jahr insgesamt 40 Aerosolproben nahe der Kohnen-Station bei $75^{\circ} 0,0373' \text{ S}$ und $0^{\circ} 4,4901' \text{ E}$ gesammelt, wobei unterschiedliche Fragestellungen zu Grunde lagen. Der wissenschaftliche Schwerpunkt lag in der differenzierten Probennahme von aerosolgebundenen und gasförmigen Komponenten. Deshalb wurden 34 Proben mit einer Filterkombination aus einem Teflonfilter gefolgt von einem Nylonfilter beprobt, wobei die Besaugungsvolumina bei 13 Proben zwischen 50 bis 80 m^3 , bei weiteren 24 Proben zwischen 20 und 25 m^3 lagen, was einer zeitlichen Auflösung von 12 Stunden bis zu drei Tagen entspricht. Die ionenchromatographische Analyse der Hauptbestandteile dieser Aerosolproben, wie die Kationen Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} sowie die Anionen MSA^- , Cl^- , NO_3^- und SO_4^{2-} , kann erst in Bremerhaven erfolgen. Aufgrund des komplexeren chemischen Verhaltens im Falle des Nitrats wurden, wie auch auf der Neumayer-Station, drei so genannte Denuder-Experimente (siehe auch Bericht des Spurenstoff-Observatoriums) zur Quantifizierung und Differenzierung von aerosolgebundenem Nitrat und gasförmiger Salpetersäure HNO_3 durchgeführt. Die Besaugungsvolumina lagen hierbei zwischen 20 und 30 m^3 . Die Extraktion dieser Denuderröhren konnte schon auf der Neumayer-Station erfolgen, die Analytik wird wiederum in Bremerhaven stattfinden.

Des Weiteren konnten drei Aerosolproben zur Bestimmung der Spurenelementverteilung genommen werden. Hierfür wurden Zellulosefilter über 5 Tage, das entspricht Besaugungsvolumina von knapp 600 m³, beprobt. Im Heimatlabor werden diese Proben zusammen mit der Filtermatrix mittels eines Mikrowellenaufschlusses in Lösung gebracht, und somit für die Analyse im ICP (inductive coupled plasma)-Massenspektrometer verfügbar gemacht. Zu den interessierenden Spurenelementen zählen unter anderem Aluminium und Eisen als Hauptbestandteile des kontinentalen Staubes, das Element Blei als Tracer für anthropogenen Einfluss sowie die Elementklasse der seltenen Erden.

High-Volume-Sampling

In der Zeit 13. Januar bis 4. Februar konnten insgesamt 11 High-Volume-Aerosolproben an der selben Position wie die Low-Volume-Proben gesammelt werden, die über 2 Tage mit einem Fluss von 800 Standard-Litern pro Minute, das entspricht einem maximalen Besaugungsvolumen von 2300 m³, auf Zellulosefiltern (Durchmesser 160 mm) besaugt wurden. Diese Proben sollen am IUPH zum einen auch auf ihren ionischen Aerosolgehalt untersucht werden, zum anderen soll der Anteil an den Isotopen ⁷Be, ¹⁰Be und ³⁶Cl sowie ³H und $\delta^{15}\text{N}$ bestimmt werden. Die Isotopen werden bevorzugt in der antarktischen Stratosphäre gebildet, an aerosolisches Material angelagert und anschließend durch Sedimentation in die Troposphäre transportiert und auf dem Eis abgelagert. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen lassen sich somit Aussagen über die Intrusion stratosphärischer Luftmassen in die Troposphäre machen.

Oberflächenschneebeprobung

Vom 7. Januar bis 4. Februar 2001 wurde täglich einmal die Oberfläche eines abgesteckten, ca. 1 km in Hauptwindrichtung von der Kohnen-Station entfernten Schneefeldes (Position: 74° 59,8723' S; 0° 5,7255' E) beprobt. Die gesammelten 28 Proben werden im Heimatlabor hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung mittels Ionenchromatographie auf ihre Hauptkomponenten, die Kationen Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ sowie die Anionen MSA⁻, Cl⁻, NO₃⁻ und SO₄²⁻, untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen Aufschluss über den stattfindenden Austauschprozess zwischen der Atmosphäre und der Schneeoberfläche, den so genannten Luft-Firn-Transfer, geben.

Neuschneebeprobung

Im Zeitraum 9. Januar bis 4. Februar 2001 konnten insgesamt 13 Schneefall- und 3 Reifereignisse beprobt werden. Diese sollen, wie die Oberflächenschneepollen, auf ihre ionischen Hauptkomponenten in Bremerhaven und Heidelberg untersucht werden, um den Beitrag von Niederschlagsereignissen am Gesamtaerosolhaushalt zu bestimmen.

Des Weiteren, abhängig von der verfügbaren Probenmenge, werden diese am IUPH auf ihren Gehalt an den Isotopen ⁷Be, ¹⁰Be und ³⁶Cl sowie ³H und $\delta^{15}\text{N}$ analysiert, um

den Einfluss stratosphärischer Luftmassen in die antarktische Troposphäre, bedingt durch ein Niederschlagsereignis, zu bestimmen.

²²²Radon-Aktivität

Die ²²²Radon-Aktivität als Indikator für Luftmassenkontakt mit kontinentalen Gebieten wird über die Aktivität der Zerfallsprodukte von ²²²Rn, ²¹⁴Po und ²¹⁸Po, kurzlebige Metalle, die sich sofort nach ihrer Entstehung an Aerosolpartikel haften, bestimmt. Die dreistündlichen Datenaufzeichnungen im Zeitraum 10. Januar bis 4. Februar 2001 werden am IUPH ausgewertet.

Partikelkonzentration

Die Konzentration der Partikel in der Luft mit einer Größenverteilung zwischen 0,5 µm und 5 µm bzw. >5 µm wurden kontinuierlich alle 10 Minuten im Zeitraum 10. Januar bis 4. Februar 2001 aufgezeichnet. Diese Daten dienen zur Überwachung der Kontamination, bedingt durch die Stationsabgase und die in der Nähe des luftchemischen Standortes durchgeführten Boden-EMR-Untersuchungen mittels SkiDoo, und werden zur Korrelation mit dem Aerosol-/Partikelgehalt der Luft bei der Auswertung der Filter- und Schneedaten benutzt.

4.5 FLUGPROGRAMM VON POLAR 2 UND POLAR 4 WÄHREND ANT XVIII

D. Steinhage, A. Knüppel (AWI, DLR)

In der Saison 2000/01 wurden beide Polarflugzeuge des AWI zur Unterstützung des Landprogramms sowie für die Projekte EMAGE (East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment), APIS (Antarctic Pack Ice Seals) und SEAL (SEA Level Change) eingesetzt. Die Messflüge für APIS fanden nur über dem Meer statt und waren mit den entsprechenden Messflügen von EMAGE identisch. Es wurde dann jeweils für APIS zusätzlich zur bereits vorhandenen geophysikalischen Messausrüstung eine Videokamera an Bord betrieben. Daher werden im folgenden die Projekte EMAGE und APIS zusammengefasst.

Das Flugprogramm wurde von insgesamt neun Personen, und zwar vier Piloten und zwei Mechanikern des DLR, zwei Messtechnikern der Firma Aerodata und einem Wissenschaftler vom AWI, durchgeführt. Zwei Mitarbeiter der Firma Optimare haben den Flugbetrieb beobachtend begleitet.

Logistische Basis der Flugzeugoperation war die Neumayer-Station. Dort waren die für den Flug- und Messbetrieb notwendigen Container und der Hauptvorrat an Flugtreibstoff stationiert. Etwa die Hälfte der insgesamt 261 Flugstunden wurde von der südafrikanischen Sommerstation E-Base (2,61° W, 70,30° S) aus geflogen. Im Gegensatz zur Neumayer-Station, wo aus Tankcontainer getankt werden konnte, wurde hier, wie auch an der Kohnen-Station, der britischen Überwinterungsstation Halley und am Tankdepot bei 5,33° E, 70,76° S, der Flugzeugtreibstoff in Fässern bereit gehalten. Im Tankdepot sind noch sieben volle Fässer verblieben. Insgesamt wurden rund 100.000 l Flugzeugtreibstoff in der diesjährigen Saison für logistische Flüge und Messflüge verbraucht.

Neben dem Treibstoff wurde auch Expeditionsmaterial mit dem südafrikanischen Schiff AGULHAS zur E-Base angeliefert. Weiteres Material wurde mit mehreren Flügen von der Neumayer-Station aus mit POLAR 4 dorthin transportiert. Am Ende der Saison wurde alles an der E-Base für das Flugprogramm Notwendige, mit Ausnahme einer Groundpower Unit, wieder zurück zur Neumayer-Station geflogen und dort für die Rückführung nach Deutschland in Container eingestaut.

Auf die beiden aerogeophysikalischen Forschungsprogramme entfallen 175,5 Flugstunden, davon sind 118,75 Stunden EMAGE/APIS zuzuordnen und 50,5 Stunden SEAL. Weitere 91,75 Flugstunden wurden für die logistische Unterstützung der Landexpeditionen (EPICA und Geologie, siehe Abschnitt 4.2 und 4.6), Materialtransporte für die geophysikalischen Messprogramme, einem Messflug zur Bestimmung der Quecksilberkonzentration in der Luft (siehe Abschnitt 4.4) sowie die Beteiligung an einem internationalen Rettungseinsatz benötigt (Tab. 4.6). Für die Überführung der beiden Polarflugzeuge von Deutschland in die Antarktis und zurück sind etwa 240 Flugstunden anzusetzen. Der Verlauf der Route ist in früheren Fahrtberichten (z. B. ANT XIV/3 1997, Ber. Polarf. Bd 267) beschrieben worden.

Tabelle 4.7 gibt Aufschluss über den zeitlichen Ablauf des Flugprogramms und den Aufenthalt der Flugzeuge sowie der beteiligten Personen. Als besonders zeit- und personalintensiv haben sich in dieser Saison wieder die Flüge für EMAGE unter Einbeziehung des Tankdepots bei 5,33° E, 70,76° S erwiesen. Zur effektiven Ausnutzung des Tankdepots war es notwendig, es mit beiden Flugzeugen

anzufliiegen, um so die Stromversorgung des Fluggravimeters zu gewährleisten und eine möglichst kurze Bodenzeit sowie die maximale Reichweite des Messflugzeugs zu erreichen. Der dafür notwendige Generator und ein Scottzelt konnten von der Neumayer-Station geliehen werden.

Die logistische Grundversorgung an der E-Base, die von Südafrika zur Verfügung gestellt wurde, war für das Flugprogramm gut. Sie wurde im Vergleich zum Vorjahr durch eine automatische Wetterstation und ein leistungsfähiges Kurzwellenfunkgerät erweitert. Aufgrund der Erfahrung im Vorjahr wurde ein zusätzlicher Generator für die ständige Stromversorgung des Fluggravimeters während der Standzeit der POLAR 2 an der E-Base dort hin verschifft und betrieben. Dies ist notwendig, da die Energieversorgung der Station erheblichen Schwankungen unterworfen ist und zeitweise zusammenbricht. Größtes Manko dieser Saison war der lange Anflug von der E-Base zu den Anfangspunkten der Messprofile im Osten. Wetterinformationen per Funk von der Neumayer-Station und per E-mail via von Aerodata mitgebrachtem Satellitentelefon haben zu einer sicheren Abschätzung der Wetterlagen geführt. Lediglich gegen Ende der SEAL-Kampagne musste ein Flug wegen unvorhergesehener Vereisung abgebrochen werden. Dabei hat sich in dieser Saison gezeigt, dass der Flugbetrieb ex E-Base zwar nicht so sehr von Schneedrift und damit verbundenem schlechtem Flugwetter betroffen ist, hier jedoch niedrige Wolkendecken bzw. Nebel zu schlechten Sicht- und Vereisungsbedingungen führen. Dadurch ergeben sich ähnlich viele Tage ohne Flugwetter wie an der Neumayer-Station infolge von Schneedrift.

Tab. 4.6: Aufteilung der Flugstunden

Projekt	Flugstunden POLAR 2	Flugstunden POLAR 4
EMAGE / APIS	98,25	20,5
SEAL	45	5,5
Logistik		67,75
Hg-Flug		6
Rettungseinsatz		18
Summe	143,25	117,75

Tab. 4.7: Zeitlicher Ablauf des Flugprogramms ANT XVIII. Ruhetage der Flugbesatzungen sind hier nur dann explizit angegeben, wenn keine anderen Aktivitäten aufgeführt sind bzw. der Flugbetrieb nicht wegen „kein Flugwetter“ eingestellt war.

14.12.2000	Eintreffen von POLAR 2 und POLAR 4 an der Neumayer-Station Besatzung: Andreas Knüppel (AK, Pilot und Teamchef), Andreas Hahn (AH, Pilot), Dirk Meinecke (DM, Mechaniker), Emil Sauer (ES, Pilot), Ralf Böhler (RB, Pilot), Jens Hammer (JH, Mechaniker), alle DLR
17.12.	Ankunft mit POLARSTERN an Neumayer von: Hagen Edeler (HE, Messtechniker), Lothar Gödecke (LG, Messtechniker), beide Aerodata, Daniel Steinhage (DS, Wissenschaftler), AWI, sowie Optimare-Mitarbeiter Tobias Boebel (TB) und Peter Wagner (PW)
18.12.	Entladung POLARSTERN
19.-21.12.	Einrüstung Polar 2 für EMAGE
20.12.	EMAGE Ausbringen einer GPS-Basisstation auf Bleskamen Ice Rise
21.-24.12.	POLAR 2: EMAGE
24.12.	POLAR 4: Logistik
25.12.	Ruhetag
26.-28.12	POLAR 2: EMAGE POLAR 4: Logistik
28.12.	POLAR 2 mit DS, ES, JH, LG und RG an E-Base
29.12.	E-Base: kein Flugwetter POLAR 4: Logistik
30.12.	POLAR 4: Logistik; mit AK, AH, DM, HE, TB, PW an E-Base
31.12.	kein Flugwetter
01.01.2001	POLAR 4: Ausbringen von Magnetik- und GPS-Stationen auf Eishöcker zwischen Fimbulisen und Vigridisen bei 7,71° E, 70,31° S
02.01.	kein Flugwetter
03.01.	POLAR 4: Logistik
04.01.	POLAR 4: Logistik; an Neumayer mit AH, AK, DM, DS
05.01.	POLAR 2: EMAGE
06.01.	POLAR 4: Logistik
07.01.	POLAR 2: EMAGE POLAR 4: Logistik; an E-Base AH, AK, DM, DS
08.-09.01.	POLAR 2: EMAGE
09.01.	POLAR 4: EMAGE
10.01.	kein Flugwetter
11.-12.01.	POLAR 2: EMAGE
12.01.	POLAR 4: EMAGE
13.01.	kein Flugwetter
14.01.	POLAR 2 und POLAR 4: EMAGE
15-16.01.	kein Flugwetter
17.01.	POLAR 2 und POLAR 4: EMAGE
18.-20.01.	kein Flugwetter
21.01.	POLAR 2 und POLAR 4: EMAGE
22.-23.01.	kein Flugwetter
24.01.	POLAR 2: EMAGE POLAR 4: Logistik

25.01. Beide Flugzeuge mit allen 11 Personen an Neumayer-Station
 POLAR 4: Logistik
 26.-27.01. POLAR 4: SAR-Einsatz, AH, ES, DM an Amundsen-Scott Base
 27.01. POLAR 2: SEAL
 28.01. Umrüstung POLAR 2 für SEAL
 29.01. Wartung POLAR 2 und POLAR 4
 Umrüstung POLAR 2 für SEAL
 POLAR 4: Hg-Messflug
 30.01. POLAR 2 und POLAR 4: SEAL
 31.01. Reparatur POLAR 2
 01.-03.02. kein Flugwetter
 04.02. Reparatur POLAR 2
 05.02. POLAR 2: SEAL, an E-Base mit AK, RB, DM, HE, LG
 POLAR 4: Logistik
 06.02. POLAR 2: SEAL
 07.-08.02. kein Flugwetter
 09.02. POLAR 2: SEAL
 POLAR 4: Logistik, Einholen der Basisstation Bleskamen Ice Rise, DS
 an E-Base, HE an Neumayer
 10.02. POLAR 2: SEAL
 POLAR 4: Logistik, an E-Base mit AH, ES, JH
 11.02. POLAR 2: SEAL, an Neumayer
 POLAR 4: Logistik, an Neumayer
 Alle 11 Personen an Neumayer
 12.02. POLAR 2: Abbau der Messanlage
 Abreise HE, TB, PW mit FS Polarstern
 13.02. POLAR 2: Abbau der Messanlage
 14.-15.02. Packen
 16.02. kein Flugwetter
 17.02. Rückflug POLAR 2 und POLAR 4 von Neumayer mit AK, AH, ES, DM,
 JH
 01.03. Abreise DS und LG mit S.A. AGULHAS

Messflüge 2000/01 für die Projekte EMAGE und APIS

D. Steinhage, H. Edeler, L. Gödecke (AWI, AERODATA)

Die diesjährige Messkampagne von EMAGE (East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment) umfasst einen Kompensationsflug sowie 22 Messflüge in der Konfiguration Magnetik und Gravimetrie mit einer Gesamtprofillänge von nahezu 22.000 km. Die Messflüge wurden sowohl von der Neumayer-Station aus durchgeführt, wie auch von der südafrikanischen Sommerstation E-Base und einem im Vorjahr von einer norwegischen Expedition angelegten Tankdepot bei 5,33° E, 70,76° S. Die Karte in Abb. 4.9 zeigt die geflogenen Flugrouten. Mit den Flügen dieser Saison konnte die Datengrundlage nördlich der Neumayer-Station soweit verdichtet werden, dass nun der Verlauf der magnetischen Anomalie deutlicher hervortritt und eine sichere Interpretation als bislang möglich ist. Zusätzlich dazu konnte das kartierte Gebiet um etwa 240 km nach Osten ausgedehnt werden. Um

eine größere Fläche überdecken zu können wurde hier der Profilabstand von 10 km auf 20 km vergrößert.

Zu Beginn der Messungen wurden zwei Magnetikbasisstationen und drei GPS-Referenzstationen im Messgebiet auf dem Bleskamen Ice Rise (GPS), der E-Base (Mag+GPS) und dem Eishöcker zwischen Vigridisen und Fimbulisen (Mag+GPS) ausgebracht und am Ende wieder eingeholt. Parallel dazu konnte auch auf die Magnetik- und GPS-Aufzeichnungen des geophysikalischen Observatoriums der Neumayer-Station sowie auf GPS-Daten eines an SANAE IV betriebenen GPS-Empfängers zurückgegriffen werden. Die Aufzeichnungsrate der Magnetikstationen betrug 10 s, die der GPS-Empfänger 1 s. In Tab. 4.8 sind die Aufstellungsorte und Einsatzzeiträume der verschiedenen Stationen aufgelistet.

Tab. 4.8: Orte und Einsatzzeiträume der Magnetik- und GPS-Referenzstationen

Ort	Geogr. Länge	Geogr. Breite	Einsatzzeit Magnetik	Einsatzzeit GPS
Bleskamen Ice Rise	3,01° W	70,43° S		10.12.2000–09.02.2001
Eishöcker Fimbulisen / Vigridisen	7,71° E	70,31° S	01.01.2001–10.02.2001	01.01.2001–10.02.2001
E-Base	2,61° W	70,30° S	28.12.2000–11.02.2001	tageweise
Neumayer-Station	8,26° W	70,63° S	20.12.2000–12.02.2001	20.12.2000–12.02.2001
SANAE IV	2,83° W	71,68° S		20.12.2000–15.02.2001

Auf den EMAGE-Flügen über Meer wurde auch in dieser Saison, neben der geophysikalischen Messausrüstung, wieder eine Digitalvideokamera an Bord des Messflugzeuges POLAR 2 betrieben. Die senkrecht nach unten gerichteten Videoaufnahmen bilden die Datengrundlage für APIS (Antarctic Pack Ice Seals). APIS ist ein internationales Projekt, das zur Erforschung der Verbreitung und Stärke von Robbenpopulationen auf dem Meereis dient. Ansprechpartner für APIS innerhalb des AWI ist Dr. J. Plötz.

EMAGE V ANT XVIII 2000/2001

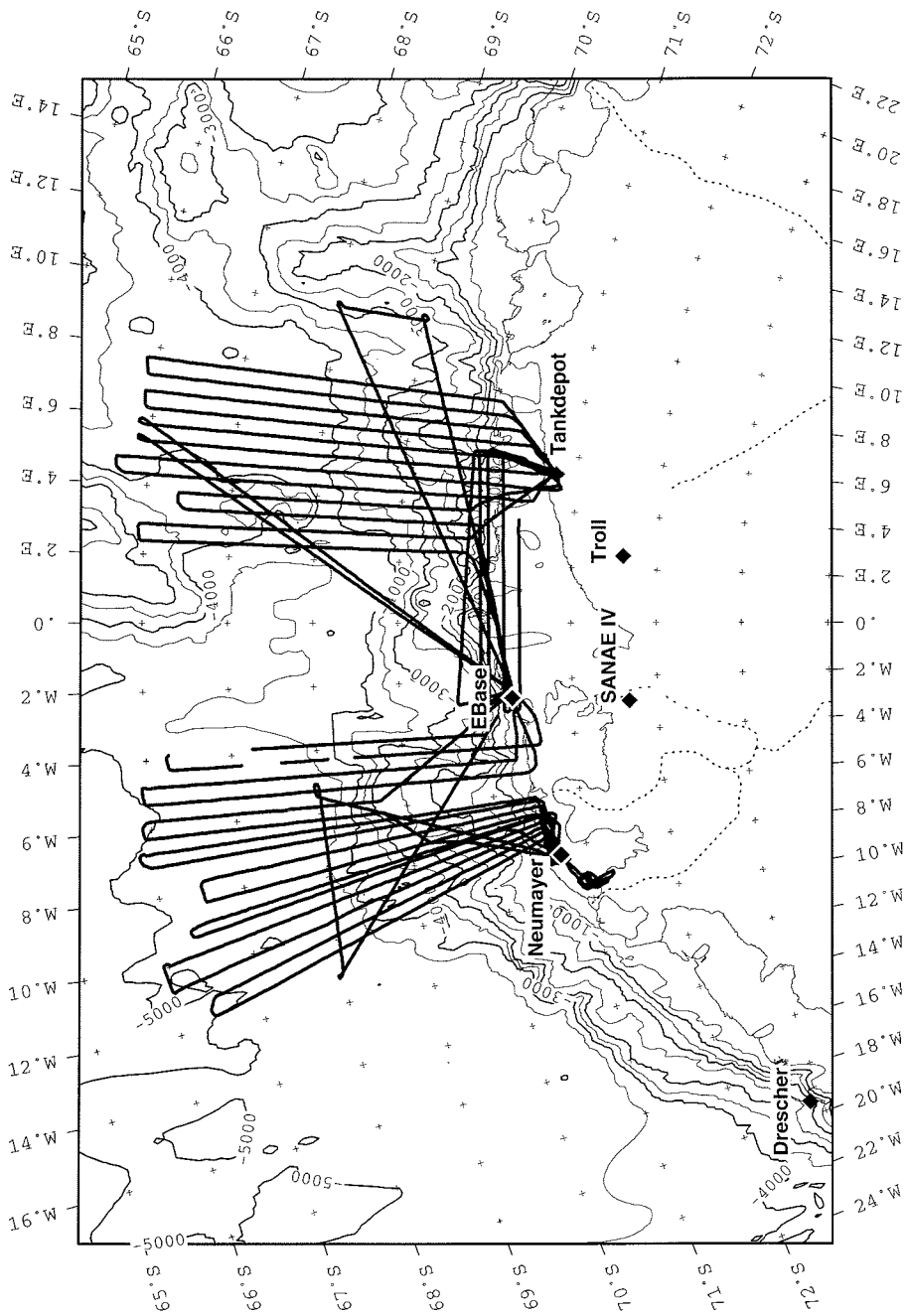


Abb. 4.9: EMAGE/APIS Messflüge der Saison 2000/01

Messflüge 2000/01 für das Projekt SEAL

D. Steinhage, H. Edeler, L. Gödecke (AWI, AERODATA)

In der Saison 2000/01 wurden im Rahmen von SEAL (SEA Level Change) elf Messflüge mit einer Gesamtlänge von über 11.000 Kilometern sowie ein Kompensationsflug und ein Spiegelmessflug zur Überprüfung der EMR-Apparatur durchgeführt. Die Umrüstung der POLAR 2 für die EMR-Flüge fand an der Neumayer-Station statt, von wo aus auch die ersten Messflüge nach Westen gestartet wurden. Im Anschluss daran wurde POLAR 2 wieder zur E-Base verlegt, von wo aus die Flüge nach Süden und Osten durchgeführt wurde. Im Vordergrund standen dabei die Bestimmung der Eismächtigkeiten beiderseits der Aufsetzlinie der Schelfeise der Cairds Coast und von Dronning Maud Land. Die Messungen begangen im Westen am Brunt Ice Shelf (etwa 27° W) und führten über Rjiser-Larsenisen, Quarisen, Ekströmisen, Jelbartisen zum Fimbulisen im Osten (ca. 7° E). Auch die Eismächtigkeit des Jutulstraumen wurde kartiert (Abb. 4.10). Schließlich konnte noch ein EMR-Messflug zur Kohnen-Station durchgeführt werden. Bei den Flügen nördlich der Aufsetzlinie wurden mit dem kurzen 60-ns-Puls gemessen, auf den Flügen südlich davon in der Regel im "toggle"-Modus, d. h. es wurde nach jeder registrierten Spur die Pulslänge zwischen 60 ns und 600 ns hin- und hergeschaltet. Dieses Verfahren ermöglicht es, während eines Fluges zwei Profile, eines mit maximaler vertikaler Auflösung und ein zweites mit maximaler Sendesignalleistung, zu kartieren. Nördlich der Aufsetzlinie war es aufgrund des hohen Reflexionskoeffizienten an der Grenze Schelfeis-Meerwasser nicht notwendig im "toggle"-Modus zu messen.

Die Messungen entlang der Aufsetzlinie der Schelfeise sowie über dem Jutulstraumen sollen dazu beitragen, die Massenbilanz des antarktischen Eisschildes in diesem Bereich näher zu erforschen. Der Messflug zur Kohnen-Station dient dazu, die Struktur des Eisschildes und die Topografie des Untergrundes in der näheren Umgebung der dort geplanten EPICA-Eiskerntiefbohrung (siehe Abschnitt 4.2) auf einer Fläche von etwa 30 km x 60 km mit elf parallel zueinander verlaufenden Profilen zu erfassen.

SEAL ANT XVIII 2000/2001

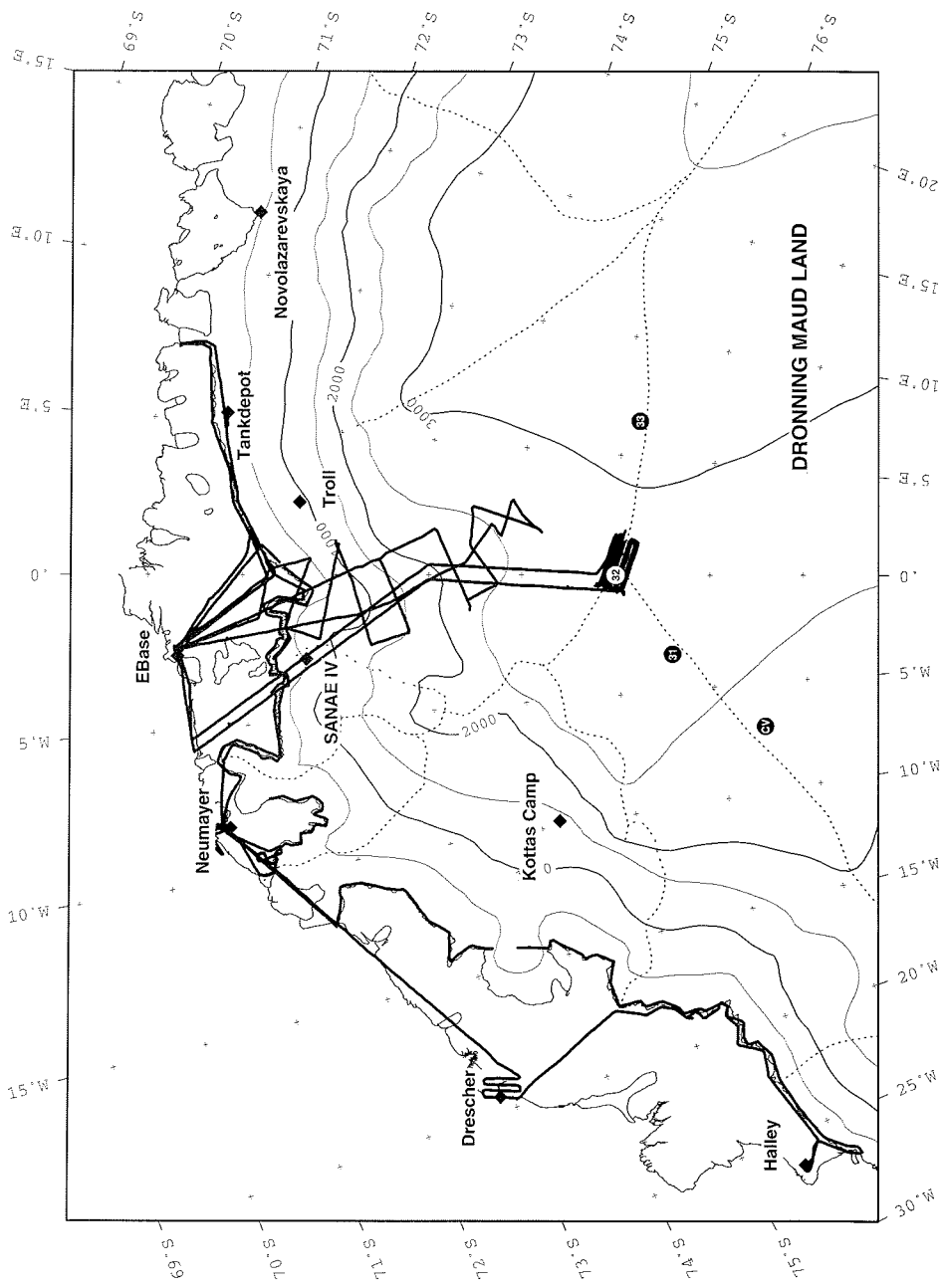


Abb. 4.10: Aero-EMR-Profil der Messkampagne SEAL 2000/01

4.6 GEOLOGISCHE EXPEDITION IN DIE HEIMEFRONTFJELLA 2000/01

J. Jacobs, W. Bauer, R. Schmidt (FBGEO, RWTH)

Geologische Einführung

In der Heimefrontfjella, ca. 420 km südlich der Neumayer-Station, ist eine der wichtigsten Strukturen der Ostantarktis aufgeschlossen, die Heimefront-Scherzone. Die Heimefront-Scherzone bildet die westliche Front des "East Antarctic Orogens", der südlichen Verlängerung des "East African Orogen" in die Ostantarktis (Abb. 4.11).

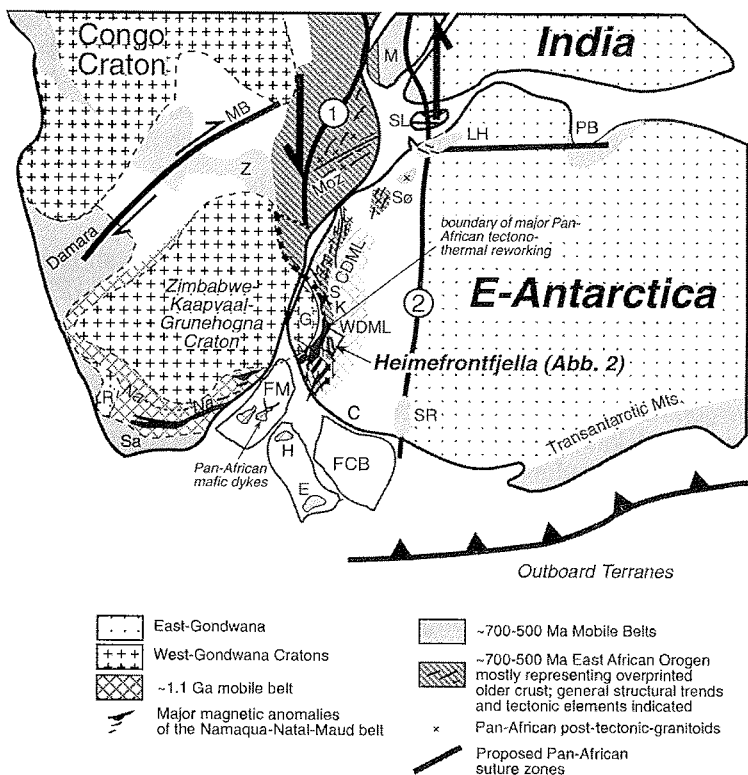


Abb. 4.11: Lage der Heimefrontfjella innerhalb Gondwanas
 Die Heimefrontfjella liegt am äußersten westlichen Rand des "East Antarctic Orogen". Die für den ca. 1.100 Ma alten Namaqua-Natal-Maud Belt typischen magnetischen Anomalien werden hier im rechten Winkel von jüngeren, pan-afrikanischen Strukturen abgeschnitten.
Abkürzungen: CDML – Central Dronning Maud Land, C – Coats Land, E – Ellsworth Mts, FCB – Filchner Crustal Block, FM – Falkland Microplate, G – Grunehogna Craton, H – Haag Nunataks, K – Kirwanveggen, LH – Lützow Holm Bay, MB – Mwembeshi Shear Zone, Na-Na – Namaqua-Natal Belt, PB – Prydz Bay, R – Richtersveld Craton, M – Madagascars, Moz – Mozambique Belt, S – H.U. Sverdrupfjella, Sa – Saldania Belt, SL – Sri Lanka, Sø – Sør Rondane, SR – Shackleton Range, WDML – Western Dronning Maud Land, Z – Zambezi Belt.

Das Grundgebirge der Heimefrontfjella wird aus ca. 1.200 bis 1.060 Ma alten metamorphen Sedimentgesteinen, Vulkaniten und Granitoiden aufgebaut. Die Gesteine entstanden nach bisheriger Kenntnis an einem aktiven magmatischen Inselbogen (Kottasberge) bzw. in dessen südwestlichem Raum in einem Back-arc-Becken (Sivorgfjella und XU-Fjella) am Südrand des Zimbabwe-Kaapvaal-Grunehogna-Kratons. Sie wurden vor ca. 1.060 Ma während einer Gebirgsbildung, bei der fast alle Kontinente zu einem einzigen Superkontinent Rodinia verschweisst wurden ("grevillische" Orogenese), deformiert und durchliefen eine amphibolit- bis granulitfazielle Metamorphose. Vor etwa 500 Ma wurden die zentrale und südliche Heimefrontfjella bei der Kollision von West- mit Ost-Gondwana von einer weiteren Gebirgsbildung ("pan-afrikanische" Orogenese) überprägt, wobei die westliche Begrenzung von der Heimefront-Scherzone gebildet wird. Im Westen der Heimefront-Scherzone weist das Basement ausschließlich grevillische (>900 Ma) K-Ar-Mineral-Abkühlalter auf, während im Osten pan-afrikanische K-Ar-Mineral-Abkühlalter auftreten und letzteres Gebiet pan-afrikanisch intensiv tektonisch überfaltet wurde.

Arbeitsprogramm und erste Ergebnisse

Während der Saison 2000/01 konzentrierten sich die Arbeiten auf den bisher wenig bearbeiteten nördlichen Bereich der Heimefront-Scherzone (Abb. 4.12) und dort besonders auf die südwestliche Nunatakkette (Kottasberge). Weiterhin wurde die nördliche XU-Fjella kartiert und damit das seit 1987 laufende geologische Kartierprojekt vervollständigt. Außerdem wurde die Heimefront-Scherzone im Bereich des Scharffenbergbotnens (Sivorgfjella) noch einmal untersucht, besonders, um an gut aufgeschlossenen Myloniten Suszeptibilitätsmessungen durchzuführen und diese mit nicht gescherten Äquivalenten vergleichen zu können.

Das Programm der geologischen Feldarbeiten umfasste im einzelnen folgende Punkte:

1) Strukturgeologische Untersuchungen im nördlichen Grenzbereich der Heimefront-Scherzone

Die nördlichen Kottasberge werden von den südwestlichen Nunataker (SW Kottasberge) sehr wahrscheinlich durch die Heimefront-Scherzone getrennt. Allerdings sind Mylonite der Scherzone nur im Bereich von Luringrabben und Hasselknippenova aufgeschlossen. Der Hauptast der Scherzone ist vermutlich unter dem Eis verborgen. Die Lithologien und K-Ar-Mineralabkühlungsalter nördlich und südlich der Heimefront-Scherzone unterscheiden sich aber deutlich. Das Sivorg-Terrane südlich der Heimefront-Scherzone ist durch bimodale Metavulkanitabfolgen geprägt, die pan-afrikanische (ca. 500 Ma) K-Ar-Glimmeralter aufweisen. In den nordwestlichen Kottasbergen hingegen treten typische Gesteine eines Inselbogens auf (Metatonalite, Granite, etc.) und K-Ar-Glimmeralter sind mit 900-1.000 Ma wesentlich älter.

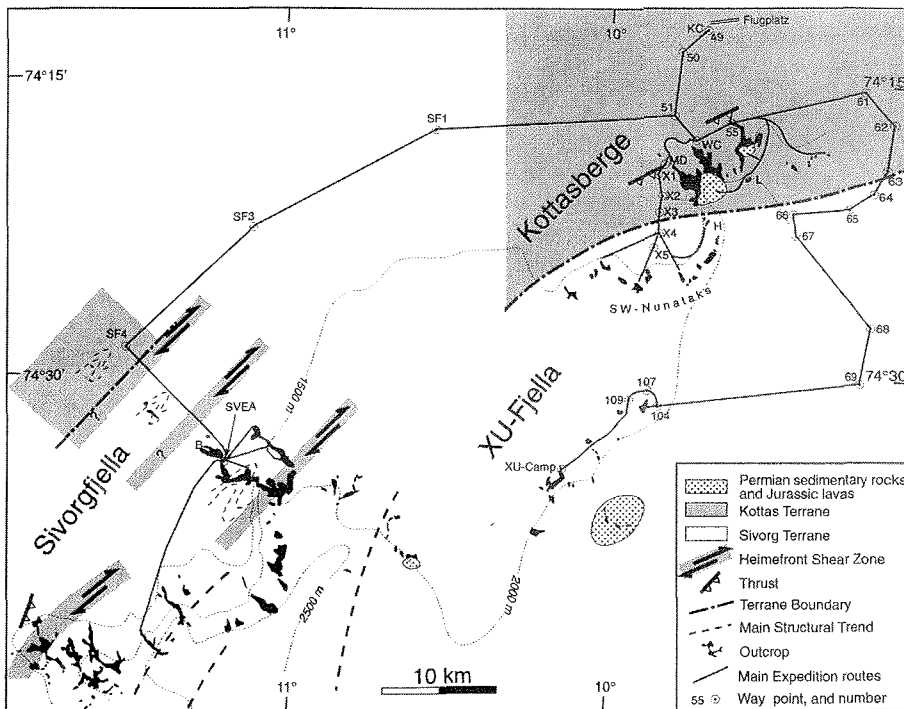


Abb. 4.12: Lage des Arbeitsgebiets mit den Hauptexpeditionsrouten und Wegpunkten (vgl. Tab. 1). Abkürzungen: B – Boyesenuten, H – Hasselknippenova, KC – Kottas Camp, L – Lauringrabben, WC – Windy Corner

Strukturell sind die südwestlichen Nunataker durch eine steilachsige Verfallung geprägt. Faltenachsen und Streckungslineare tauchen steil nach SE, S und SW ein (Abb. 4.13). An mehreren Nunataker konnte eine homoachbiale Überfaltung nachgewiesen werden. Die Flächenpole der metamorphen s-Flächen liegen auf einem Großkreis, dessen π -Pol mit dem Häufungsmaximum der B-Achsen zusammenfällt. Die Falten zeigen zumeist langgezogene NNW-SSE und kurze NE-SW streichende Schenkel. Aus dieser Geometrie der steilachsigen Falten ergeben sich Hinweise auf ein dextrales, transpressives Verformungsregime, das auch für die Heimefront-Scherzone in der zentralen und südlichen Heimefrontfjella charakteristisch ist. Vielfach sind die Falten nichtzylindrisch ausgebildet, besonders in den weniger kompetenten Metasedimenten. Die wenigen Metaplutonite, die in den Nunataker aufgeschlossen sind, wurden durch die enge, polyphase Faltung zu ausgeprägten R-Tektoniten, deren Streckungslinear parallel zu den Faltenachsen orientiert ist, verformt.

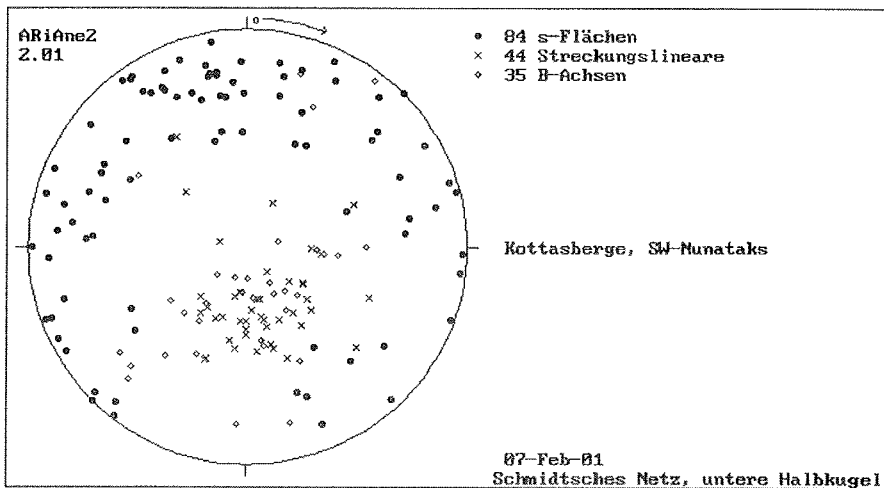


Abb. 4.13: Polpunktendiagramm tektonischer Daten der südwestlichen Nunataker der Kottasberge

2) Geologische Kartierung der nördlichen XU-Fjella

Das zwischen 1987 und 1994 durchgeführte Kartierprogramm hatte die schwer erreichbare Region der nördlichen XU-Fjella bislang ausgeklammert. Durch ihre Lage im äußersten Osten der Heimefrontfjella ist die XU-Fjella von besonderem Interesse, weil hier die deutlichsten Auswirkungen der pan-afrikanischen Orogenese erwartet wurden. In der nördlichen XU-Fjella dominieren Metamorphite suprakrustalen Ursprungs (Metasedimente und Metavulkanite), die große Ähnlichkeit mit denen der nördlichen Sivorgfjella aufweisen. Die östlichsten Nunataker am Plateau-Escarpment werden von granatführenden Augengneisen (ehemalige S-Typ-Granite oder Kfsp-Blastese in Metasedimenten?) und Migmatiten aufgebaut. Geochronologische Untersuchungen sind geplant, um festzustellen, ob es sich hierbei um Migmatite pan-afrikanischen Alters handelt. Weiterhin treten die für das Sivorg-Terrane typischen bimodalen Metavulkanite auf. Die Metamorphite sind NW-vergent um flach bis steil eintauchende NE-SW orientierte Achsen gefaltet (Abb. 4.14). Eine ältere, homoachbiale Falten-generation lässt sich lokal nachweisen.

3) Beprobung bimodaler Metavulkanite

Das Sivorg-Terrane ist durch eine auffällige Abfolge bimodaler Metavulkanite (dominant felsisch) gekennzeichnet (Abb. 4.15). Bisher gibt es keine geochronologischen Alter für diese Abfolge und nur wenige geochemische Analysen. Bisher wurde ein Back-arc-Regime für die Bildung dieser Gesteine angenommen. Wir haben diese Gesteine intensiv für geochemische, zirkontypologische sowie geochronologische Zwecke beprobt, um das Bildungsregime und Alter dieser Sequenz näher zu charakterisieren. Weiterhin hoffen wir diese Gesteine mit gleichartigen Gesteinen benachbarter Kontinentfragmente im Superkontinent Rodinia korrelieren zu können.

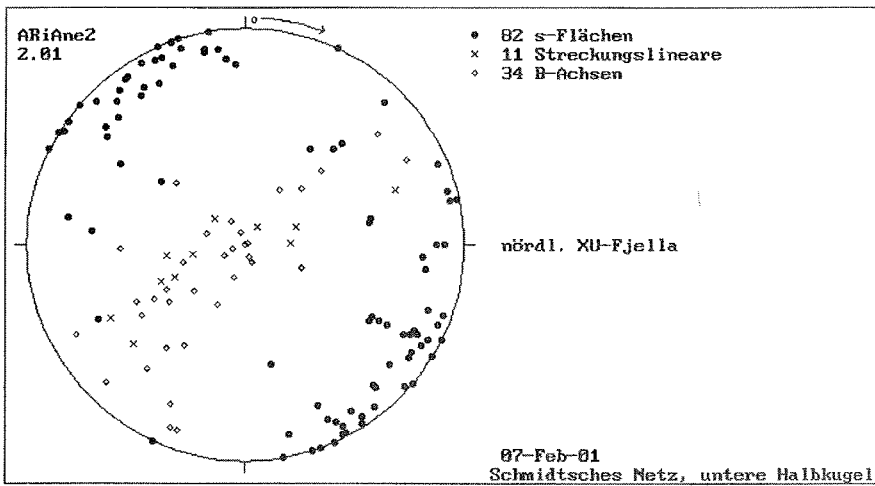


Abb. 4.14: Polpunktdiagramm tektonischer Daten der nördlichen XU-Fjella

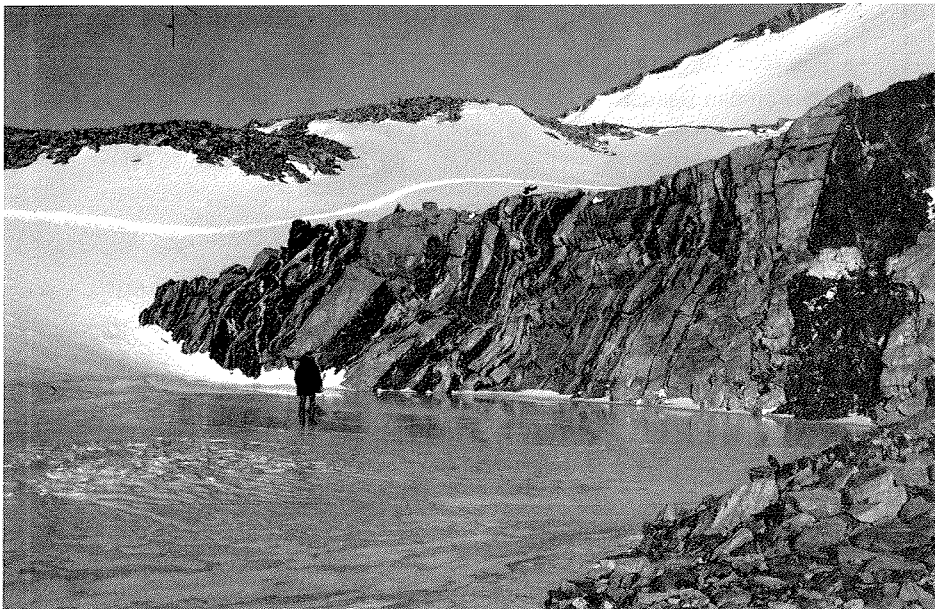


Abb. 4.15: Typisches Auftreten der bimodalen Metavulkanitsequenz am Boyesenuten

4) Magnetische Suszeptibilitäten

Aeromagnetische Daten lassen die Heimefront-Scherzone als die bedeutendste Großstruktur im westlichen Dronning Maud Land erscheinen. Zur besseren Interpretation dieser Daten wurde die magnetische Suszeptibilität an verschiedenen Lithologien, sowie an Gesteinen mit unterschiedlichem Mylonitierungsgrad in der nördlichen und zentralen Heimefrontfjella gemessen. Die magnetischen Suszeptibilitäten zeigten z.T. enorme Unterschiede zwischen verschiedenen Lithologien. Insgesamt wurden an ca. 350 Aufschlüssen Suszeptibilitätsmessungen durchgeführt. Generell weisen die Gesteinseinheiten des Kottas-Terranes geringe Suszeptibilitäten auf, die des Sivorg-Terranes jedoch relativ hohe (Abb. 4.16 und 4.17). Die geringsten Suszeptibilitäten von $< 0,5 \times 10^{-3}$ SI-Einheiten weisen Metasedimente, migmatische Mobilisate und Pegmatite auf. Die beiden letzteren Lithologien spielen aufgrund ihrer geringen Verbreitung für die Interpretation aeromagnetischer Daten aber nur eine untergeordnete Rolle. Durchschnittlich $0,4-1,0 \times 10^{-3}$ SI-Einheiten wurden in Amphiboliten gemessen, unabhängig davon, ob es sich um diskordante Gänge oder konkordante mafische Metavulkanite handelt. Wenige Granatamphibolitlinsen weisen jedoch deutlich höhere Werte auf. Diese Gesteine wurden bei früheren Untersuchungen anhand der Spurenelementverteilung als ehemalige MOR-Basalte identifiziert. Die Werte für saure Metaplutonite lagen bis auf wenige Ausnahmen bei $< 1,0 \times 10^{-3}$ SI-Einheiten. Deutlich höhere Werte ließen sich meist auf sichtbare lokale Vererzungen zurückführen.

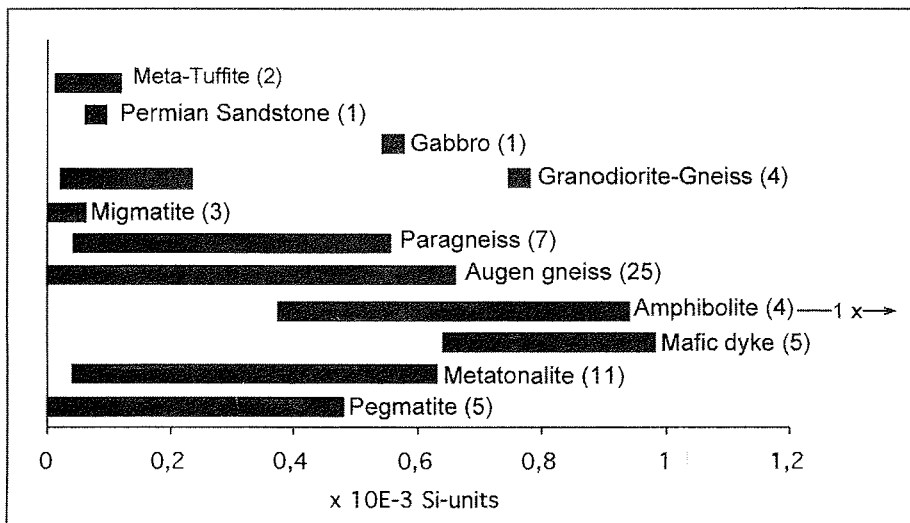


Abb. 4.16: Zusammenfassung magnetischer Suszeptibilitätsmessungen im Kottas-Terrane. Zahlen in Klammern entsprechen der Anzahl der Messungen.

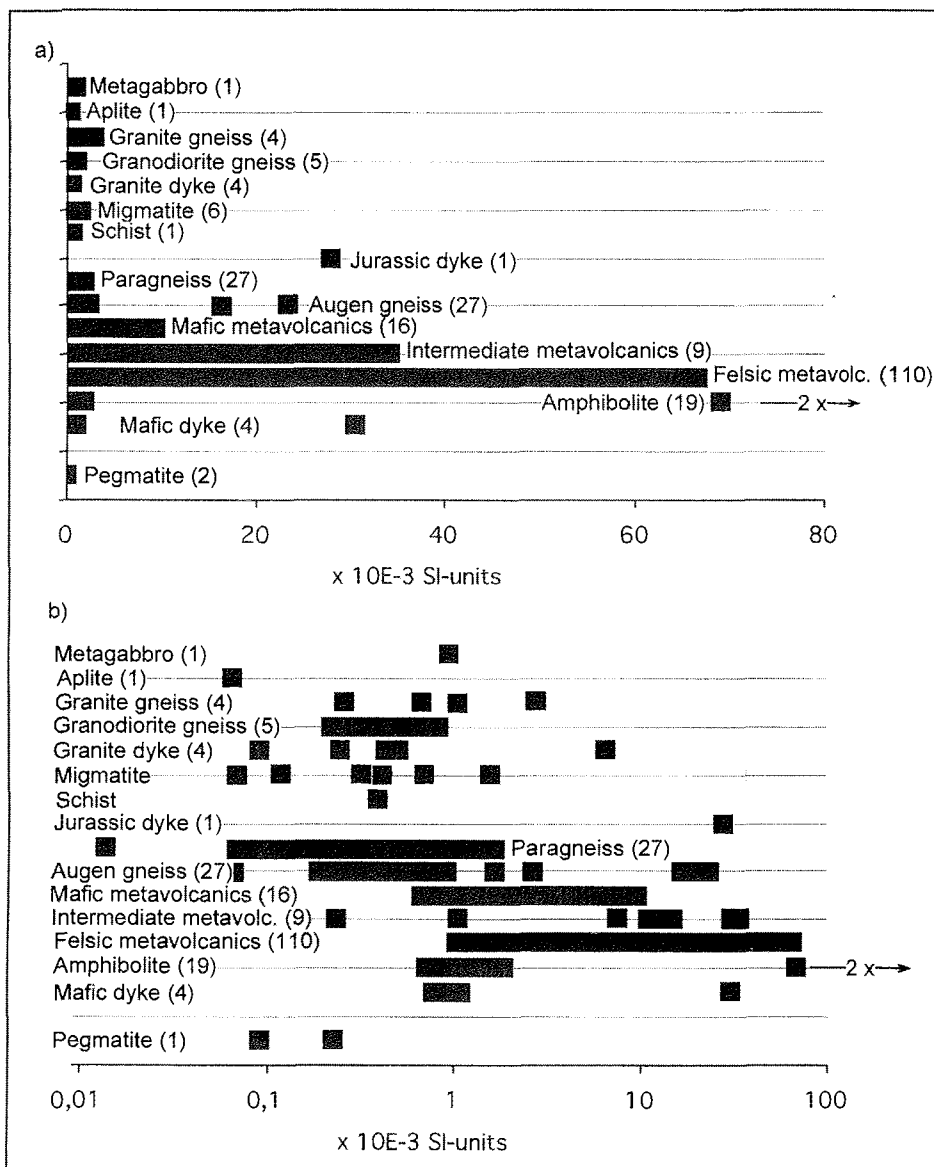


Abb. 4.17: Zusammenfassung magnetischer Suszeptibilitätsmessungen im Sivorg-Terrane. Zahlen in Klammern entsprechen der Anzahl der Messungen. a) mit linearer Abszisse, b) mit logarithmischer Abszissentheilung.

Besonders auffällig waren die hohen Suszeptibilitäten der sauren Metavulkanite. Mit Werten von 5,0-70 x 10⁻³ SI-Einheiten liegen sie etwa um den Faktor 100 höher als die Suszeptibilitäten von Paragneisen und sauren Metaplutoniten! Als magnetisierbares Mineral wurde makroskopisch vor allem Magnetit identifiziert. Die letzte Gruppe wird von grauen (Hbl)-Bio-Plg-Gneisen gebildet, die bei den

geologischen Kartierungen als intermediäre Metavulkanite interpretiert wurden. Die Suszeptibilitäten variieren, oft liegen die Werte zwischen $1,0$ und 10×10^{-3} SI-Einheiten. Ob es sich hierbei um Metavulkanite oder evtl. um Metatuffite handelt, sollen weitere Laboruntersuchungen an Gesteinsproben klären.

Logistik

Die vom AWI zur Verfügung gestellte Ausrüstung für die Drei-Mann-Expedition bestand aus:

1 Apple Hut auf einem Schlitten	1 Kurzwellenfunkgerät 20W
2 Scott-Zelten	1 Inmarsat C-Anlage
3 Ski-doos, Ersatzteile	48 kg Propangas
4 Nansen-Schlitten	600 l Benzin
2 Generatoren 1 kW	18 l Zweitaktöl
2 Survival Boxen	Verpflegung
2 Field Party Boxen	

Die Ausrüstung ging bereits am 24.12.2000 mit der EPICA-Traverse von der Neumayer-Station ab und traf am 29.12.2000 an "Windy Corner" in den Kottasbergen ein. Wir wurden am 30.12.2000 mit POLAR 4 zum Kottas Camp geflogen und fuhren mit den dort bereitgestellten Ski-doos die verbliebenen 12,5 km zu unserem Basiscamp "Windy Corner".

Verlauf der Geländearbeiten

31.12.00 bis	05.01.01	Feldarbeiten in den Kottasbergen
06.01.01		Traverse in die XU-Fjella, Aufbau eines Zeltcamps
07.01.01 bis	09.01.01	Feldarbeiten in der XU-Fjella
10.01.01		Rückfahrt nach "Windy Corner"
11.01.01		Wartung der Ausrüstung, Vorbereitung eines weiteren Außencamps
12.01.01		Traverse nach Sivorgfjella, Aufbau eines Zeltcamps bei der schwedischen Sommerstation SVEA
13.01.01 bis	16.01.01	Feldarbeiten in der nördlichen Sivorgfjella
17.01.01		Rückfahrt nach "Windy Corner"
18.01.01 bis	04.02.01	Feldarbeiten in den Kottasbergen
05.02.01		Abbau des Camps "Windy Corner", Fahrt zum Kottas Camp und Rückflug zur Neumayer-Station mit POLAR 4

Der Schlitten mit der Apple Hut und der kompletten Ausrüstung sowie ca. 800 kg Gesteinsproben wurde zwei Wochen später von der EPICA-Traverse abgeholt und zur Neumayer-Station transportiert.

Die Geländesaison umfasste insgesamt 38 Tage. Mit 12 Tagen oder rund 32% Ausfallzeit durch schlechtes Wetter hatte diese Geländesaison relativ ungünstige Bedingungen. Trotzdem konnten 95% des vorgesehenen Programms erfüllt werden.

Routen und Navigation

Insgesamt wurden 900 Ski-doo-Kilometer im Gebirge zurückgelegt. Navigiert wurde mit einem Garmin GPS 12. Die Hauptrouten sind in Abb. 4.12 dargestellt. Nach Sivorgfjella wurde eine neue Route gewählt. Die Traverse nach XU-Fjella folgte zwischen den Wegpunkten 61 und 69 der EPICA-Traverse.

Tab. 4.9: Wegpunktliste

WP	Punktbezeichnung	Bez. Datum	S Breite		Länge		Höhe WGS 84 [m]	Entfernung [km]	Entf. von Windy Corner [km]	Richt. ° N true
			°	min	°	min				
WP 52	Windy Corner	20.02.97	74	17.80	W 009	45.22	1405	0	0	127
WP 51	Kreuzung	06.01.97	74	16.72	W 009	50.54		3.3	3.3	186
WP 50	Knick	06.01.97	74	13.51	W 009	49.30		6.0	9.3	225
WP 49	Basislager Kottas	01.02.96	74	12.30	W 009	44.82	1455	3.2	12.5	194
WP 55	Weigelunatak	99/2000	74	18.00	W 009	45.23	1520	4.7	4.7	59
WP 61	Knick	23.02.97	74	15.35	W 009	13.85		16.7	21.4	112
WP 62	Einst.	11.12.97	74	16.84	W 009	08.68		3.8	25.2	137
	Strømmebak.									
WP 63	Bogen 1	11.12.97	74	19.24	W 009	09.21		4.5	29.7	183
WP 64	Bogen 2	11.12.97	74	20.29	W 009	11.86	1670	2.4	32.1	214
WP 65	Bogen 3	11.12.97	74	21.03	W 009	16.40		2.0	34.1	239
WP 66	Kehre 1 neu	12.02.00	74	21.61	W 009	26.79		5.3	39.4	258
WP 67	Kehre 2	11.12.97	74	22.54	W 009	26.28		1.8	41.2	169
WP 68	Plateau	11.12.97	74	26.94	W 009	10.84		11.3	52.5	137
WP 69	Endpunkt	11.12.97	74	30.08	W 009	13.12		6.0	58.5	191
WP 104	Strømmæsberget	06.01.01	74	31.42	W 009	51.46		19.2	77.7	262
WP 105	SB-Umrundung1	06.01.01	74	31.07	W 009	51.86		0.7	78.4	343
WP 106	SB-Umrundung2	06.01.01	74	30.76	W 009	52.61		0.7	79.1	327
WP 107	SB-Umrundung3	06.01.01	74	30.72	W 009	53.70		0.5	79.6	278
WP 108	Ende Umrundung	06.01.01	74	31.17	W 009	57.05		1.9	81.5	243
WP 110	Camp XU	06.01.01	74	34.54	W 010	10.00	1800	8.9	90.4	226
WP 51	Kreuzung	06.01.97	74	16.72	W 009	50.54		3.2	3.3	186
WP SF1	Knick1	12.01.01	74	17.68	W 010	33.42		21.7	25.0	265
WP SF3	Knick2	12.01.01	74	22.50	W 011	06.59		18.9	43.9	241
WP SF4	Knick3	12.01.01	74	28.67	W 011	30.73		16.6	60.5	226
WP SF5	SVEA	12.01.01	74	34.53	W 011	13.45	1250	13.8	74.3	142
WP MD	Moränendurchlass	02.01.01	74	18.97	W 009	51.92		3.7	3.7	
WP X1		02.01.01	74	19.66	W 009	52.76		1.3	5.0	
WP X2		02.01.01	74	20.79	W 009	52.03		2.1	7.1	
WP X3	Abzweig	02.01.01	74	21.52	W 009	52.70		2.8	9.9	
WP X4		02.01.01	74	22.29	W 009	53.24		2.2	12.1	
WP X5		02.01.01	74	23.48	W 009	54.02		3.7	15.8	

5. ANNEX

5.1 Beteiligte Institutionen ANT XVIII/3

Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Hermann-Blenk-Str. 38 38108 Braunschweig	Aerodata
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	AWI
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	BGR
Council for Geoscience P. O. Box 572 Bellville 7535 RSA	CG
Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A D 22043 Hamburg	DWD
Germanischer Lloyd AG Vorsetzen 32 20459 Hamburg	GL
GKSS – Forschungszentrum Institut für Physikalische und Chemische Analytik Max-Planck-Str. 21502 Geesthacht	GKSS
Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	HSW
Institut für Umweltphysik Abt. Tracer-Ozeanographie Universität Bremen, FB 1 Postfach 33 04 40 28334 Bremen	IUP
Kässbohrer Geländefahrzeuge GmbH Erich-Rittinghaus-Str. 2 89250 Senden	K

Reederei F. Laeisz (Brhv.) GmbH Barkhausenstr. 37 27568 Bremerhaven	LAEISZ
Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH 88040 Friedrichshafen	MTU
Optimare GmbH Kutterstr. 3 26386 Wilhelmshaven	Optimare
RWTH Aachen Geologisches Institut Wüllnerstr. 2 52056 Aachen	RWTH
Lutz Sellmann Stresemannstr. 46 27570 Bremerhaven	Sellmann
Universität Bremen FB Geowissenschaften Postfach 33 04 40 28334 Bremen	UB

5.2 Beteiligte Institutionen ANT XVIII/4

Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Hermann-Blenk-Str. 38 38108 Braunschweig	Aerodata
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	AWI
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	BGR
Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 22767 Hamburg	BFA/ISH

Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A 22043 Hamburg	DWD
European Project for Ice Coring in Antarctica c/o Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	EPICA
Fachbereich Geowissenschaften Universität Bremen Klagenfurter Straße 28334 Bremen	FBGEO
Fachbereich Medientechnik der Universität Hamburg Stiftstraße 69 20099 Hamburg	FHSH
GKSS-Forschungszentrum Institut für Physikalische und Chemische Analytik Max-Planck-Straße 21502 Geesthacht	GKSS
Germanischer Lloyd AG Vorsetzen 32 20459 Hamburg	GL
Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	HSW
Kristineberg Marine Research Station 450 34 Fiskebäckskil Schweden	KMRS
Reederei F. Laeisz (Brhv.) GmbH Barkhausenstraße 37 27568 Bremerhaven	LAEISZ
Michel de Wouters Productions Avenue Victor Jacobs 801040 Brüssel Belgien	MWPB
Optimare GmbH Kutterstraße 3 26386 Wilhelmshaven	Optimare

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen Geologisches Institut Wüllnerstraße 2 52056 Aachen	RWTH
Seafisheries Research Institute Private Bag X2, Rogge Bay 8012 Kapstadt Südafrika	SFRI
Radio Televisao Portuguesa RTP SA Centro de Formacao AV. 5 de Outubro 197 1000 Lisboa Portugal	TVP
Zoologisches Institut der Universität Hamburg Loher Str. 51 22149 Hamburg	ZIH

5.3 Beteiligte Institutionen bei Land- und Stationsaktivitäten

Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Hermann-Blenk-Str. 38 38108 Braunschweig	Aerodata
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	AWI
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	BGR
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. Forschungszentrum Braunschweig Lilienthalplatz 7 38108 Braunschweig	DLR
Germanischer Lloyd AG Vorsetzen 32 20459 Hamburg	GL

GKSS – Forschungszentrum Institut für Physikalische und Chemische Analytik Max-Planck-Str. 21502 Geesthacht	GKSS
European Project for Ice Coring in Antarctica c/o Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	EPICA
Fachbereich Geowissenschaften Universität Bremen Klagenfurter Straße 28334 Bremen	FBGEO
Kässbohrer Geländefahrzeuge GmbH Erich-Rittinghaus-Str. 2 89250 Senden MTU	K
Reederei F. Laeisz (Brhv.) GmbH Barkhausenstr. 37 27568 Bremerhaven	LAEISZ
Optimare GmbH Kutterstraße 3 26386 Wilhelmshaven	Optimare
RWTH Aachen Geologisches Institut Wüllnerstr. 2 52056 Aachen	RWTH
Department of Geophysics University of Copenhagen Juliane Maries Vej 30 2100 Copenhagen Dänemark	Uni Kopenhagen

5.4 Fahrtteilnehmer/innen ANTXVIII/3 Cape Town – Neumayer Station – Cape Town

Cape Town – Neumayer Station

Ackermann, Adolf	AWI/LAEISZ
Bauer, Wilfried	RWTH Aachen
Bergmann, Ulf	AWI
Bittner, Werner	AWI
Boebel, Tobias	Optimare
Brady, Charles E.	CG bis Bouvet
Brauch, Jennifer	AWI
Brehme, Andreas	AWI/LAEISZ
Büchner, Jürgen	HSW
Buldt, Klaus A.	DWD
Demmler, Petra	AWI
Dinkeldein, Wolfgang	HSW
Drücker, Cord	AWI
Edeler, Hagen	Aerodata
Eisen, Olaf	AWI
El Nagggar, Saad	AWI
Fahrbach, Eberhard	AWI
Gödecke, Lothar	AWI/LAEISZ
Gyldenfeldt, v., Anna	AWI
Harck, Bianca	CG bis Bouvet
Hartmann, Gernot	BGR
Hennings, Hans-Peter	AWI/LAEISZ
Hilmarsson, Sverrir Aev.	AWI
Hinz, Friedel	AWI
Hoeft, Lars	MTU
Hofmeyr, Gordon John	CG bis Bouvet
Igel, Jan	AWI
Jakobs, Joachim	FBGEO
Janneck, Jürgen	AWI
Keith, David	CG bis Bouvet
Kleffel, Guido	AWI
Klein, Georgia	AWI
Kohlberg, Eberhard	AWI/LAEISZ
Köhler, Isabel	AWI
Köhler, Jens	AWI/LAEISZ
Köntopp, Max	AWI
Krafft, Björn Arne	CG bis Bouvet
Lambrecht, Anja	AWI
Loose, Bernd	AWI
Löwe, Astrid	AWI
Matz, Thomas	AWI
Metzig, Robert	AWI
Miller, Georg	AWI/K
Monsees, Matthias	IUP
Müller, Christian	Sellmann
Oerter, Hans	AWI
Pelz, Michael	AWI/LAEISZ
Piel, Claudia	AWI
Reise, Lutz	AWI/LAEISZ
Rohardt, Gerd	AWI
Rohr, Harald	IUP

Schmidt, Rainer	FBGEO
Schmitt, Carolin	AWI
Schröder, Michael	AWI
Schuldt, Bernd	AWI/LAEISZ
Schütt, Ekkehard	AWI
Seifert, Wolfgang	AWI
Stegmann, Sylvia	AWI
Steinhage, Daniel	AWI
Stich, Michael	HSW
Stoof, Günter	AWI
Temme, Christian	GKSS
Wagner, Klaus	AWI/LAEISZ
Wagner, Peter	Optimare
Weller, Rolf	AWI
Witt, Ralf	AWI
Wohltmann, Holger	AWI
Zepick, Burkhard	HSW
Ziffer, Albert	AWI

Neumayer Station – Cape Town

Brauch, Jennifer	AWI
Büchner, Jürgen	HSW
Buldt, Klaus A.	DWD
Demmler, Petra	AWI
Dinkeldein, Wolfgang	HSW
Fahrbach, Eberhard	AWI
Gyldenfeldt, v., Anna	AWI
Hinz, Friedel	AWI
Hoeft, Lars	MTU
Klein, Georgia	AWI
Köntopp, Max	AWI
Monsees, Matthias	IUP
Rohardt, Gerd	AWI
Rohr, Harald	IUP
Schmitt, Carolin	AWI
Schröder, Michael	AWI
Schütt, Ekkehard	AWI
Seifert, Wolfgang	DWD
Stegmann, Sylvia	AWI
Stich, Michael	HSW
Zepick, Burkhard	HSW

5.5 Fahrtteilnehmer/innen ANT-XVIII/4 Kapstadt – Neumayer Station – Punta Arenas

Afonso, Paulo	TVP
Alm, Peter	HSW
Behr, Hein-Dieter	DWD/SWA
Bergström, Bo Ingemar	KMRS
Blanc, Olivier	TVP
Blume, Bodo	AWI
Borba Cor., Antonio	TVP

Dudek, Micha	ZIH
Feldt, Oliver	HSW
Fütterer, Dieter Karl	AWI
Gerchow, Peter	AWI
Hofmann, Jörg	LAEISZ
Jäke, Olaf	ZIH
Krüger, Wolfgang	GL
Lahrman, Uwe	HSW
Liolios, Andreas	FHSH
Mühlenhardt-Siegel, Ute	BFA/ISH
Oettl, Bernadette	AWI
Pankow, Heike	ZIH
Peters, Thorsten	ZIH
Prahl, Susanne	ZIH
Prochnov, Gabriele	ZIH
Rademann, Johan	SFRI
Schöling, Susanne	BFA/ISH
Seidler, Kai	HSW
Siegel, Volker	BFA/ISH
Sonnabend, Hartmut	DWD/SWA
Thomasson, Maria Aurora	KMRS

Neumayer Station – Punta Arenas

Bauer, Wilfried	RWTH
Becker, Thomas	AWI
Boebel, Tobias	Optimare
Edeler, Hagen	Aerodata
Eisen, Olaf	AWI
Hansen, Steffen Bo	EPICA
Hartmann, Gernot	BGR
Hilmasson, Sverrir	EPICA
Hinrichs, Lars	LAEISZ
Hoffmann, Mathias	AWI
Hubert, Alain	MWPB
Igel, Jan	AWI
Jacobs, Joachim	FBGEO
König, Matthias	AWI
Loose, Bernd	AWI
Löwe, Astrid	AWI
Müller, Christian	AWI
Müller-Hombach, Ralf-Dieter	LAEISZ
Otto, Dietrich	LAEISZ
Piel, Claudia	AWI
Robert, Rene	MWPB
Schmidt, Rainer	FBGEO
Stoof, Günter	AWI
Stüwe, Ursula	AWI
Temme, Christian	GKSS
Wagner, Peter	Optimare
Weller, Rolf	AWI
Worm, Wilfried	LAEISZ

5.6 Teilnehmer/innen Land- und Stationsaktivitäten

Ackermann, Adolf	AWI/LAEISZ
Bauer, Wilfried	RWTH
Becker, Thomas	AWI
Bergmann, Ulf	AWI
Bittner, Werner	AWI
Boebel, Tobias	Optimare
Böhler, Ralf	DLR
Brehme, Andreas	AWI/LAEISZ
Drücker, Cord	AWI
Eckstaller, Alfons	AWI
Edeler, Hagen	Aerodata
Eisen, Olaf	AWI
El Nagggar, Saad	AWI
Gödecke, Lothar	Aerodata
Hahn, Andreas	DLR
Hammer, Jens	DLR
Hansen, Steff Bo	Uni-Kopenhagen
Hartmann, Gernot	BGR
Hennings, Hans-Peter	AWI/LAEISZ
Hilmaerson, Svreri	AWI/EPICA
Hinrichs, Lars	AWI/LAEISZ
Hoffmann, Matthias	AWI
Hofmann, Jörg	AWI/LAEISZ
Igel, Jan	AWI
Jakobs, Joachim	FBGEO
Janneck, Jürgen	AWI
Kleffel, Guido	AWI
Knüppel, Andreas	DLR
Kohlberg, Eberhard	AWI/LAEISZ
Köhler, Isabel	AWI
Köhler, Jens	AWI/LAEISZ
König, Mathias	AWI
Krüger, Wolfgang	GL
Lambrecht, Anja	AWI
Loose, Bernd	AWI
Löwe, Astrid	AWI
Matz, Thomas	AWI
Meinecke, Dirk	DLR
Metzig, Robert	AWI
Miller, Georg	AWI/K
Müller-Homburg, Ralf-Dieter	AWI/LAEISZ
Oerter, Hans	AWI
Otto, Dietrich	AWI/LAEISZ
Pelz, Michael	AWI/LAEISZ
Piel, Claudia	AWI/LAEISZ
Reise, Lutz	AWI/LAEISZ
Sauer, Emil	DLR
Schuldt, Bernd	AWI/LAEISZ
Schmidt, Rainer	FBGEO
Steinhage, Daniel	AWI
Stoof, Günter	AWI
Stüwe, Ursula	AWI
Themme, Christian	GKSS
Wagner, Klaus	AWI/LAEISZ

Wagner, Peter	Optimare
Weller, Rolf	AWI
Witt, Ralf	AWI
Wohltmann, Holger	AWI
Worm, Wilfried	AWI/LAEISZ
Ziffer, Albert	AWI

5.7 Schiffspersonal

	ANT XVIII/3	ANT XVIII/4
Master	Keil, Jürgen	Pahl, Uwe
1. Offc.	Grundmann, Uwe	Schwarze, Stefan
Ch. Eng.	Schulz, Volker	Pluder, Andreas
2. Offc.	Peine, Lutz	Fallei, Holger
2. Offc.	Spielke, Steffen	Peine, Lutz
2. Offc.		Spielke, Steffen
3. Offc	Hartung, René	
Doctor	Burat, Werner	Burat, Werner
R.Offc.	Hecht, Andreas	Koch, Georg
1. Eng.	Delff, Wolfgang	Erreth, Mon Gyula
2. Eng.	Folta, Henryk	Ziemann, Olaf
2. Eng.	Simon, Wolfgang	
3. Eng		Richter, Frank
Electron	Baier, Ulrich	Bredfeld, Holger
Electron	Bohlmann, Harald	Greitemann-Hackl, A.
Electron	Fröb, Martin	Muhle, Helmut
Electron	Piskorzynski, Andreas	Roschinsky, Jörg
Elektr.	Holtz, Hartmut	Muhle, Heiko
Boatsw.	Loidl, Reiner	Clasen, Burkhard
Carpenter	Neisner, Winfried	Grafe, Jens
A. B.	Bäcker, Andreas	Burzan, G.-Ekkehard
A. B	Bastigkeit, Kai	Gil Iglesias, Luis
A. B.	Bindernagel, Knuth	Kreis, Reinhard
A. B.	Buchner, Bernd	Ponsada Martinez, S.
A. B.	Hagemann, Manfred	Schröder, Christoph
A. B.	Hartwig, Andreas	Schröder, Norbert
A. B.	Moser, Siegfried	Schultz, Ottomar
A. B.	Schmidt, Uwe	
A. B.	Winkler, Michael	Preußner, Jörg
Storekeeper	Beth, Detlef	Elsner, Klaus
Mot-man	Arias Iglesias, Enr.	Hartmann, Ernst-Uwe
Mot-man	Dinse, Horst	Ipsen, Michael
Mot-man	Fritz, Günter	Voy, Bernd
Mot-man	Krösche, Ekkehard	
Mot-man	Schubert, Holger	Haubold, Wolfgang
Cook	Fischer, Matthias	Silinski, Frank
Cooksmate	Martens, Michael	Völske, Thomas
Cooksmate	Tupy, Mario	Jürgens, Monika
1. Stwdess	Dinse, Petra	Wöckener, Martina
Stwdess/KS	Bier, Katrin	Czyborra, Bärbel
2. Stwdess	Deuß, Stefanie	Silinski, Carmen
2. Stwdess	Schmidt, Maria	Neves, Alexandre
2. Stwdess	Streit, Christina	Huang, Wu-Mei
2. Steward	Tu, Jian Min	Möller, Wolfgang
2. Steward	Wu, Chi Lung	Yu, Kwok Yuan
Laundrym.	Yu, Chung Leung	Kruse, Lars
Apprentice		Wanke, Steffen
Apprentice		