



**FS „POLARSTERN“**  
Expeditionsprogramm Nr. 36

---



31. Jan. 1995

**ANTARKTIS XII/3**  
**1995**

**Z 432**

**36**  
**1994**

---

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG  
BREMERHAVEN, DEZEMBER 1994

Expeditionsprogramm Nr. 36

FS "Polarstern"

ANTARKTIS XII/3

1995

Koordinator: H. Miller

Fahrtleiter: W. Jokat

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven

Januar 1995

Deutscher Text  
Seite 3 bis 22

English Text  
Page 23 to 36

## Fahrtabschnitt Kapstadt - Punta Arenas (ANT-XII/3)

### 1 Zusammenfassung

Der zweite Fahrtabschnitt beginnt am 5. Januar 1995 in Kapstadt und endet am 19. März 1995 in Punta Arenas. Nach dem Anlaufen von Neumayer wird versucht werden die Filchner Station anzufahren, um die auf dem Filchner-Rønne Schelfeis arbeitende Wissenschaftlergruppe abzusetzen.

Die Arbeiten der ca. 40 Personen starken Gruppe läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Berkner Island: Auf der Thyssenhöhe soll eine Eiskernbohrung abgeteufelt werden. Ergänzend hierzu werden bereits im Camp Messungen am Bohrkern durchgeführt. In der weiteren Umgebung der Bohrung werden detaillierte EMR-Messungen zur Erfassung der Stratigraphie und zur Eisdickenmessungen durchgeführt. Zur Kalibrierung der ERS1/2 Radaraltimetrie wird fernerhin ein Testfeld vermessen.
- Filchner Station: Bei Punkt 236 und in der Nähe der Filchner Station sind zwei ozeanographisch orientierte Heißwasserbohrungen geplant. Fragestellungen wie die Strömungsverhältnisse unter dem Schelfeis und der isotopischen Zusammensetzung des Wasserkörpers stehen hier im Vordergrund. Ferner soll hier eine automatische Wetterstation ausgetauscht werden.
- Grounding Line: Auf dem Foundation Eisstrom bzw. Möllereisstrom sind detaillierte geophysikalische und geodätische Messungen zur Bestimmung eisdynamischer und massenhaushaltsspezifischer Parameter geplant. Ferner soll eine Schmelzsonde (SUSI) zur Bestimmung von ozeanographischen Parametern (CTD) eingesetzt werden.
- Hemmen Ice Rise: Mit Hilfe von Radardaten der ERS1/2 Satelliten sollen Untersuchungen zur Massenbilanz dieses Schelfeises durchgeführt werden. Dies soll mit Hilfe von interferometrischen Messungen erfolgen, die mit Hilfe von Corner Reflektoren kalibriert werden.

Ergänzend zu den glaziologischen Arbeiten auf dem Schelfeis findet ein umfangreiches Flugprogramm zur Eisdickemessung im Bereich der Grounding Line statt. Fernerhin werden die einzelnen Programme logistisch von den Flugzeugen unterstützt.

Eine weitere Gruppe von drei Personen wird im Drescher Inlet biologische Arbeiten für die Dauer der Expedition durchführen. Fragestellungen wie das Tauch- und Freßverhalten der Weddellrobbe und Lebensgemeinschaften im Plättcheneis werden behandelt.

Ergänzend zu den ozeanographisch orientierten Heißwasserbohrungen auf dem Schelfeis sollen entsprechende ozeanographische Arbeiten vor dem Filchner-Rønne Schelfeis durchgeführt werden. Neben einer engmaschigen CTD-Beprobung (Stationsabstand ca. 10 NM) der Schelfeiskante von der Ostantarktis

bis zur antarktischen Halbinsel sind lange Nord-Süd Schnitte über das Schelfgebiet bis in die angrenzende Tiefsee geplant. Zu den Arbeiten gehört fernerhin die Aufnahme und das Ausbringen von ozeanographischen Verankerungen vor der Schelfeiskante sowie im südlichen Weddell Meer. Dieses ozeanographische Programm soll vor allem dem besseren Verständnis der Wassermassenzirkulation unter dem Schelfeis sowie des Ein- und Austroms an der Schelfeiskante und dem südlichen Weddell Meer dienen.

Das geophysikalische Programm hat seinen Schwerpunkt in reflektionsseismischen und refraktionsseismischen Untersuchungen vor der Filchner-Rønne Schelfeiskante und in der hoffentlich vorhandenen, ausgedehnten Polynia westlich der auf Grund gelaufenen Tafelberge. Ziel der tiefenseismischen Experimente ist eine Verdichtung des Stationsnetzes vor allem im Bereich von Berkner Island und der antarktischen Halbinsel. Es werden automatische Registrierstationen (REFTEK) und wenn möglich Ozeanboden Hydrophone (OBH) eingesetzt. Das reflektionsseismische Programm in den Polynien und dem nördlichen Rønne Schelf hat vorwiegend die Erfassung der seismischen Stratigraphie zum Ziel. Diese könnte erste Hinweise auf die glaziale Überprägung dieses Seegebietes sowie deren tektonische Entwicklung liefern. Nach Möglichkeit sollte eine ausgedehnte magnetische Anomalie (ORION) vor dem Rønne Schelf seismisch überfahren werden.

Bathymetrische Messungen finden während der gesamten Fahrtroute statt. Erster Schwerpunkt ist die Ergänzung der vorhandenen Datenbasis durch neu gewonnene Tiefenwerte, besonders auf dem Filchner-Rønne Schelf. Ergänzend zu der Tiefeninformation sollen die Amplituden der Signale (Backscatter) erfaßt und kartiert werden. Ziel ist eine verbesserte Charakterisierung der rezenten Oberflächenstrukturen (Pflugmarken, Strömungsrinnen etc.).

## 2 Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme

### 2.1 Filchner V - Massenhaushalt und Dynamik des Filchner-Ronne-Schelfeises (AWI, IUPH, IfV, LfV, IfAG, IGMS, IMARU, BAS)

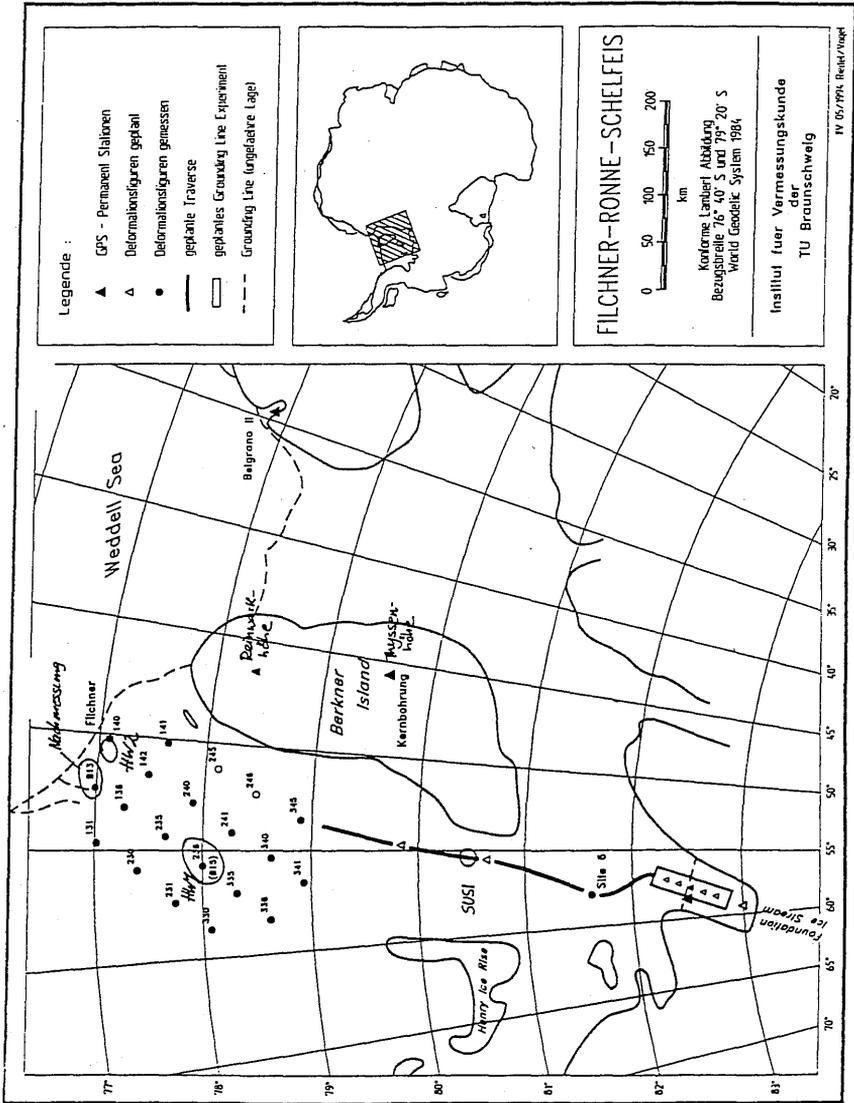
Filchner V ist die 5. Expedition im Rahmen des Filchner-Ronne-Schelfeis-Programms (FRISP). FRISP ist Teil einer langfristig angelegten internationalen Studie zur Erfassung und Beschreibung des Massenhaushalts und der Dynamik dieses zweitgrößten Schelfeises der Antarktis. Derzeit konzentrieren sich die Arbeiten auf Fragestellungen im Zusammenhang mit der Wechselwirkung Schelfeis-Ozean, aber auch nach wie vor auf die Rekonstruktion von in die Vergangenheit reichenden Klimareihen. So sind für die Filchner-V-Kampagne schwerpunktmäßig zwei Heißwasserbohrungen und geodätische sowie geophysikalische Messungen im Bereich der grounding line und eine Kernbohrung auf Berkner Island vorgesehen. Messungen mit Hilfe elektromagnetischer Verfahren auf Berkner Island sollen die flächenhafte Interpretation der Messungen am Bohrkern ermöglichen sowie die gleichzeitig stattfindende britische Kernbohrung auf der Reinwarthhöhe mit der deutschen Bohrung auf der Thyssenhöhe verbinden. Die bereits früher begonnenen geodätischen Arbeiten im Zusammenhang mit ERS-1/2 werden ebenfalls fortgeführt.

#### 2.1.1 Heißwasserbohrung (AWI)

Im Zusammenhang mit der Akkumulation von marinem Eis an der Schelfeisunterseite ist es wichtig, Informationen über den Ozean unter dem Schelfeis zu gewinnen. Offene Fragen sind dabei die Strömungsverhältnisse unter dem Schelfeis, besonders, wie weit der Einfluß des offenen Ozeans unter das Schelfeis reicht und ob sich unter dem zentralen Bereich des Ronne Schelfeises eine geschlossene Walze ausbildet. Außerdem interessiert die Frage der chemischen und isotopischen Zusammensetzung des Wasserkörpers, aus dem sich das marine Eis bildet. Hierzu sollen an zwei Stellen, nämlich bei Punkt 236 und nahe der Filchner Station, Heißwasserbohrungen durch das 450 m bzw. 230 m mächtige Schelfeis niedergebracht werden.

Es ist vorgesehen, über je ein Bohrloch mehrere CTD-Lotungen durchzuführen und Wasserproben für Salzgehalt- und Isotopenmessungen ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ) aus dem Ozean zu gewinnen.

Für Dauermessungen werden je eine CTD-Meßkette einschl. eines Strömungsmessers und eine Temperaturmeßkette im Schelfeis installiert. Die Veränderungen an der Schelfeisunterseite (Akkumulation oder Ablation) sollen mit einem Ultraschall-Echosounder erfaßt werden. Die gewonnenen Meßdaten werden über das ARGOS-System nach Bremerhaven übertragen.



**Abb. 1:** Übersichtskarte des Filchner-Rønne Schelfeis. Die Aktivitäten während der FRISP V Kampagne, wie die Kernbohrung (Berkner Island), Heißwasserbohrung (HW), Schmelzsondenexperiment (SUSI) und die Experimente an der "Grounding Line" des Foundation Ice Streams sind markiert.

### 2.1.2 Profilmessungen unter dem Filchner-Ronne-Schelfeis, SUSI III (AWI)

Auf dem Foundation Ice Stream zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise soll eine sich durch das Eis schmelzende Sonde (SUSI III) eingesetzt werden. Die Schmelzsonde wird elektrisch geheizt. Das Vorhaben ist als Ergänzung zu den weiter nördlich geplanten Heißwasserbohrungen anzusehen und soll Aufschluß über die Strömungsverhältnisse unter dem Schelfeis liefern. Die Schmelzsonde dient als Träger für eine mitgeführte kommerzielle FSI-Sonde mit Sensoren für Temperatur, Druck, Salzgehalt, Strömungsrichtung und -geschwindigkeit.

Die Schmelzsonde wird unter dem Eis fest positioniert und soll die Daten der profilierenden CTD-Sonde an die Eisoberfläche übertragen, von wo aus sie, wenigstens ein Jahr lang, über das ARGOS-System abgesetzt werden.

### 2.1.3 Bewegung, Deformation und Höhe des Schelfeises (IfV, LfV, FHH)

Der Schwerpunkt der geodätischen Arbeiten liegt in der Erfassung der Lage, Meereshöhe und Topographie der Grounding Line, sowie der für den Massenhaushalt relevanten Parameter, Fließgeschwindigkeit und Strain, in diesem Bereich.

Zur genauen Lokalisierung und Bestimmung der Oberflächentopographie der Grounding Line in einem Bereich von ca. 10 x 50 km<sup>2</sup> soll das NAVSTAR-Global Positioning System (GPS) im kinematischen Modus benutzt werden. Außerdem werden in kurzen räumlichen Abständen Schweremessungen durchgeführt, die sehr gut den Übergang von Schelfeis zu Eis über festem Fels (Übergangszone zum Inlandeis) registrieren.

Für die Bestimmung der Geometrie und Geometrieänderungen werden mehrere Strainfiguren installiert und während dieser Feldsaison in einer Null- und einer Wiederholungsmessung mit GPS und terrestrischen Methoden bestimmt. Als Ergebnis erhält man die Strainparameter und die Fließgeschwindigkeiten innerhalb einer Saison. Während dieser Messungen werden zusätzlich die Erdzeiten permanent durch GPS-Messungen und durch diskrete Schweremessungen beobachtet, um den Einfluß der Tide auf das Eis bestimmen zu können.

Außerdem soll ein trigonometrisches Nivellement von der Grounding Line bis zum Punkt 345 durchgeführt werden, das durch differentielle GPS-Messungen und Schweremessungen gestützt wird. So kann die Oberflächenhöhe (bezogen auf Meeresniveau) an der Grounding Line, die für die Berechnung der Tideinflüsse und Massenhaushaltsstudien unentbehrlich ist, erhalten werden.

Diese geodätischen Arbeiten dienen zur Lokalisierung und Erfassung der Geometrieänderungen der Grounding Line und werden zur Modellierung und Prädiktion von kinematischen Deformationsprozessen benötigt, wie auch zur Verifizierung der Satellitenbilddaten bzw. dienen der Glaziologie als Eingangsdaten für Massenbilanzuntersuchungen. Die kombinierten terrestrischen und satellitengestützten Beobachtungen dienen zur Verbesserung der mangelhaften Schweredatendichte bzw. des Geoids in der Antarktis und als

ground-truth-Daten für das laufende ERS-1/2 Projekt und ähnliche Vorhaben, wie z. B. die geplanten Flugzeuggravimetrieprojekte.

#### 2.1.4 Geophysikalische Messungen an der Grounding line (AWI)

Im Rahmen der Traverse in den Aufsetzbereich des Filchner-Ronne-Schelfeises sind Messungen zur Bestimmung eisdynamischer und massenhaushaltsspezifischer Parameter geplant.

Das ausgewählte Meßgebiet erstreckt sich über den Mündungsbereich des Foundation Eisstromes in das Ronne Ice Shelf zwischen 82° und 83° S. Dieser Teil der Grounding Line sowie die westlich davon anschließende Übergangszone des Möllereisstromes bestimmen im wesentlichen die Dynamik des östlichen Ronne Ice Shelves, das in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen war. Zur Interpretation bisher gewonnener Daten und der Verbesserung bestehender Modelle sind daher die zu gewinnenden Meßergebnisse von hoher Bedeutung.

Mit dem AWI-Bodenradar sollen Eismächtigkeiten auf einem Profil in Fließrichtung über den gesamten Bereich der Grounding Line ermittelt werden. Zusätzlich sollen Profile senkrecht zur Fließrichtung, d. h. parallel zur Grounding Line, Aufschluß über den Gesamtmassentransport liefern. Punktuell werden diese Messungen durch seismische Tiefensondierungen ergänzt, die zusätzlich die Mächtigkeit der Wassersäule unter dem Schelfeis erfassen sollen. Auf der Festlandseite wird versucht, die stratigraphische Auflösung der obersten Untergrundschichten zu erreichen.

Aus Eisfließgeschwindigkeit, Strain, Akkumulationsraten an der Firnoberfläche sowie der Eismächtigkeit sollen Abschmelzbeträge an der Schelfeisunterseite längs eines Profils bestimmt werden.

Daneben werden auf dem Foundation Eisstrom entlang einer Fließlinie, die vom Punkt 345 bis in den Anstieg zum Inlandeis verfolgt werden soll, 10-m-Bohrungen niedergebracht. Die Bohrkern werden für Akkumulationsstudien sowie zur Analyse von <sup>18</sup>O-Gehalten und der Haptionen verwendet. In den Bohrlöchern werden bis zur Bohrlochsohle Firntemperaturen gemessen.

Im südlichen Teil der Traversenroute soll ein Treibstoffdepot für die Flugaktivitäten, ausreichend wenigstens für die laufende Kampagne, angelegt werden.

#### 2.1.5 Kernbohrung Berkner Island (AWI, IUPH, BAS)

In der Saison 1994/95 sind auf Berkner Island zwei Eiskernbohrungen geplant. Die erste wird von BAS auf der Reinwarthhöhe (Nordgipfel) die zweite vom AWI auf der Thyssenhöhe (Südgipfel) durchgeführt. Auf- und Abbau der Bohrcamps ist mit Hilfe der britischen (Twin Otter) bzw. deutschen (DO 228) Polarflugzeuge vorgesehen.

Die AWI-Bohrung auf der Thyssenhöhe soll eine Tiefe von ca. 300 m erreichen. Der gewonnene Bohrkern weist einen Durchmesser von 100 mm auf. Der Bohrkern soll im Hinblick auf klimatische Aussagen (Rekonstruktion der Klimageschichte sowie

des Aerosoltransports während der letzten 2-3000 Jahre) analysiert werden. In-situ werden am Bohrkern, in Zusammenarbeit mit BAS, elektrische Leitfähigkeiten (DEP und ECM) gemessen. Weitere Messungen erfolgen später im Labor. Hier sind Messungen der Wechselstromleitfähigkeit, kontinuierliche Dichte mit Gamma-Absorption sowie eine isopenstratigraphische Datierung vorgesehen. Die chemischen Analysen werden sich auf Hauptionen und MSA konzentrieren. Weitere Untersuchungen können noch in das Untersuchungsprogramm aufgenommen werden.

Im Bohrloch sollen Eistemperaturen und elektrische Leitfähigkeit (4-Punkt-Methode) gemessen werden.

Das Bohrprogramm wird durch ein Netz von 10-m-Bohrungen im Bereich der Bohrlokationen und auf der Kammlinie zwischen Reinwarthhöhe und Thyssenhöhe ergänzt.

#### 2.1.6 Stratigraphie und Eismächtigkeit von Berkner Island (IGMS)

Die Topographie und die Eismächtigkeit von Berkner Island wurden durch das IGMS 1985/86 und 1989/90 mit mehr als 5000 Profilkilometern Aerogeophysik untersucht. Die maximale Eisdicke liegt knapp über 1000 m, die mittlere Mächtigkeit beträgt etwa 780 m. Im Zusammenhang mit den geplanten Kernbohrungen auf Reinwarthhöhe und Thyssenhöhe ist die Stratigraphie im Eis von besonderem Interesse.

Der Tiefenbereich bis 1000 m ist für das EMR-Monopuls-Gerät des IGMS gut auflösbar, so daß sich mit dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren (EMR) sowohl isochrone Schichten im Eis als auch der Felsuntergrund kontinuierlich abbilden lassen. Das 40-MHz-Meßsystem erreicht bei einer relativen Tiefengenauigkeit von ca. 1 m eine Auflösung benachbarter Schichten von etwa 2,5 m. Für die Messungen auf Berkner Island sind insgesamt 1200 km Meßfahrt mit Skidoo und Nansenschlitten geplant. Zur präzisen Tiefenumrechnung wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen mit CMP-Messungen bestimmt.

Weitere Untersuchungen im Bereich des Bohrcamps umfassen Polarisationsexperimente sowie eine Dauerregistrierung des elektromagnetischen Noise im Frequenzbereich von 1-100 MHz.

Außerdem sollen auf dem Schelfeis in der Nähe der früheren Bohrlokation B13 Wiederholungsmessungen zu Eisdickenänderungen durchgeführt werden.

#### 2.1.7 Kalibrierung und Validierung der ERS-1/2-Radaraltimetrie über leicht strukturierten Eisflächen (AWI)

Im Zusammenhang mit der Mission der europäischen Forschungssatelliten ERS-1/2 werden auf Berkner Island ground-truth-Messungen für die Altimetrie durchgeführt. Die Arbeiten konzentrieren sich auf ein Testgebiet im Bereich des Südpfels von Berkner Island (Thyssenhöhe).

Das Radaraltimeter der ERS-Satelliten erfaßt einen Bereich bis 82° S. Die Satelliten werden Anfang 1995 voraussichtlich in einem 35-Tage-Orbit operieren, die Distanz zwischen zwei benachbarten Satellitenspuren beträgt im Bereich von Berkner Island nach 35 Tagen etwa 10 km.

Die Höhen- und Lagebestimmung im Testgebiet erfolgt mit Differential-GPS in statischer und kinematischer Anwendung. Eine lokale Referenzstation wird im Arbeitsgebiet installiert, um die Distanzen zu den Meßpunkten möglichst klein zu halten. Zur Messung fahren zwei Meßschlitten nach vorgegebenen Koordinaten, unterstützt durch GPS-Navigationsempfänger. GPS-Phasenmessungen werden während der Fahrt kontinuierlich aufgezeichnet. Im Abstand von vier Kilometern erfolgt ein Halt für eine statische Messung. Die Bestimmung der absoluten Koordinaten der lokalen Referenzstation erfolgt durch Relativmessungen zu einem festen Referenzpunkt bei der argentinischen Station Belgrano II.

Belgrano II wird durch GPS-Messungen in das laufende BMFT-Verbundvorhaben "GPS-Referenznetz, Antarktis" eingebunden. Als Ergebnis erwarten wir präzise Koordinaten für Belgrano II. An Belgrano II wird außerdem eine PRARE-Station (precise range and range rate equipment) für die präzise Bahnbestimmung des ERS-2 in der Antarktis installiert.

Für den direkten Vergleich der Altimetermessung mit einer unabhängigen Messung wird im Nadir des Satelliten ein aktiver Transponder aufgebaut, der den Altimeterimpuls verstärkt reflektiert und dessen Reflexion vom Altimeter registriert wird. Durch den Transponder ist ein eindeutiger Reflexionspunkt für den Altimeterimpuls festgelegt. Durch die an der Station Belgrano II installierte PRARE-Station wird eine präzise Messung der Höhe der Satellitenbahn ermöglicht. Die Höhe des Transponders wird mit GPS von der Station Belgrano II aus übertragen. Im Bereich des Arbeitsgebiets erfolgen zwei Überflüge innerhalb von jeweils drei Tagen. Der Transponder wird an den Kreuzungspunkten der auf- und absteigenden Satellitenbahnen aufgebaut.

#### 2.1.8 Interferometrische Messungen zur Bestimmung von Eisgeschwindigkeiten im Gebiet Hemmen Ice Rise / Berkner Island

Im Rahmen des BMFT-Forschungsvorhabens "Dynamische Prozesse in antarktischen Geosystemen" (DYPAG) sollen vom Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG), Frankfurt am Main, auf dem Ronne Ice Shelf, Antarktis, Untersuchungen zur Massenbilanz dieses Schelfeises mit Hilfe von Radardaten der europäischen Forschungssatelliten ERS-1 und ERS-2 durchgeführt werden. Dazu sind SAR-Daten von 1-6 Tagen Aufnahmeabstand nach der Methode der Radarinterferometrie auszuwerten.

Ziel der Untersuchungen ist die Bestimmung eines zweidimensionalen Geschwindigkeitsfeldes des langsam abfließenden Eises auf der Eiskuppel "Berkner Island" und des schnellfließenden Schelfeises. Zur Kalibrierung des interferometrischen Verfahrens sollen unveränderliche Geländepunkte mit künstlichen Referenzpunkten "Corner-Reflektoren" besetzt und durch GPS-Messungen während der Geländekampagne bestimmt werden. Die Lage der

Corner-Reflektoren auf Berkner Island und Hemmen Ice Rise ist so ausgewählt, daß sie als stationär angesehen werden können. Zur eindeutigen Identifizierung identischer Geländepunkte und zur Definition eines eindeutigen Geländeniveaus sollen auf dem schnellfließenden Schelfeis zwei Corner-Reflektoren aufgestellt werden.

Die Reflektoren sollen von Mitgliedern der Gruppe "Radaraltimetrie / Testfeld Berkner Island" errichtet werden.

#### 2.1.9 Automatische Wetterstationen (AWI, IMARU)

Auf Schelfeisen im Bereich des südlichen Weddellmeeres sind zur Zeit zwei automatische Wetterstationen des AWI in Betrieb: auf dem Rijser-Larsen-Schelfeis nahe dem Drescherinlet und auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis bei der Filchnerstation. Beide Stationen sollen während ANT XII/3 ausgetauscht werden. Zusätzlich ist vorgesehen, eine neue Station im südlichen Bereich des Filchner-Ronne-Schelfeises aufzubauen.

Eine weitere automatische Wetterstation wird vom IMARU bereitgestellt und soll auf Berkner Island an der Bohrstelle Thyssenhöhe aufgebaut werden. Der weitere Betrieb dieser Station wird vom IMARU übernommen.

#### 2.1.10 Flugmessungen auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis

Im Rahmen der glaziologischen Arbeiten auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis und dessen Groundingline spielt das Flugprogramm der Polarflugzeuge Polar 2 und Polar 4 eine wichtige Rolle. Neben der logistischen Unterstützung der Eiskernbohrungen auf Berkner Island, der Groundinglinetraverse sowie der Heißwasser- und der Schmelzsondenbohrungen durch Polar 4 werden von Polar 2 aus Messungen mit einer neuentwickelten und im Herbst 1994 in Ostgrönland erfolgreich erprobten EMR-Anlage durchgeführt.

Die neue Meßapparatur läßt es zu, mit hoher Auflösung vom Flugzeug aus die innere Struktur von Schelf- und Inlandeisen sowie deren Eismächtigkeiten zu erfassen. Damit ist es möglich, das Fließverhalten des Eises insbesondere beim Übergang aus dem Inlandeis ins Schelfeis großräumig zu studieren. Die Veränderungen des Fließverhaltens ergeben sich aus Reflexionen an einzelnen Schichtgrenzen, die ehemalige Eisoberflächen darstellen und sich über weite Strecken verfolgen lassen.

Dies wird auf Meßprofilen erreicht, die von der Schelfeiskante bis in Bereiche südlich der Groundingline verlaufen. Das Meßgebiet erstreckt sich damit südlich des 81. Breitengrades in Erweiterung der aus früheren Meßflügen und Traversen gewonnenen Daten. Hier wird die Groundingline entlang des Foundation- und des Möller-Eisstromes bis hin zum Institute-Eisstrom auf einem großflächigen Raster erkundet. In Verlängerung dieser Eisströme werden weiter nördlich zwischen Berkner-Island und Henry-Icerise einige Querprofile befliegen. Der Bereich zwischen Groundingline und Berkner-Island wird im Hinblick auf künftige

Heißwasserbohrungen untersucht. Zusätzlich sollen bei der Versorgung der Kernbohrungen die Boden-EMR-Messungen auf Berkner-Insel ergänzt werden.

## 2.2 Biologische Untersuchungen

### 2.2.1 Tauch- und Freßverhalten der Weddellrobbe (AWI)

Die Auswertung unserer bisherigen Untersuchungen im Drescher Inlet zeigt, daß Weddellrobben Wassertiefen von etwa 200 m und den Meeresboden in etwa 450 m Tiefe bevorzugt aufsuchen; während der Nahrungssuche blieben die Robben im Inlet. Die Anzahl der Freßereignisse (ermittelt durch Magentemperatursonde) sowie das kalkulierte Gewicht der aufgenommenen Nahrung fielen unerwartet niedrig aus. Vermutlich wurde mit zunehmender Füllung des Magens die Aufnahme einzelner kleiner Beutetiere vom Temperatursensor nicht registriert. Um auch kleine Nahrungsmengen erfassen zu können, wurden Meßgeräte entwickelt, die auf ANT XII-3 eingesetzt werden sollen. Neben Wassertiefe und Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme werden mit den neuen Geräten auch die Lichtintensität und Wassertemperatur während der Tauchgänge gemessen. Eine wichtige Zielsetzung unserer geplanten Untersuchungen an Weddellrobben ist eine bessere Quantifizierung der Nahrungsaufnahme. Die Arbeiten werden von einem Iglucamp aus durchgeführt, das gemeinsam mit der Arbeitsgruppe "Lebensgemeinschaft Plättcheneis" (s. Bericht Dieckmann) genutzt wird.

### 2.2.2 Plättcheneis-Untersuchungen im Drescherinlet (AWI)

Unter dem Schelfeis der Antarktis kommt es in verschiedenen Regionen zur Plättcheneisbildung. Neben der Bedeutung für die Bildung des "Marinen Schelfeises" ist die Entstehung einer Plättcheneisschicht unter dem Meereis in Schelfeisnähe aus biologischer Hinsicht sehr wichtig. Unter dem Festeis in der Atkabucht entsteht jährlich eine bis zu 4 Meter mächtige Plättcheneisschicht. In dieser Eisschicht kommt es während der Frühlingsmonate zu einer reichhaltigen Algenblüte, die offenbar einer diversen Lebensgemeinschaft als Nahrungsgrundlage dient. Die Dynamik der Entstehung dieser Plättcheneisblüte sowie die Faktoren, die die taxonomische Zusammensetzung und Artensukzession der mikrobiellen Gemeinschaft bestimmen, sind bisher für den Bereich des Weddellmeeres nicht hinreichend bekannt. Weiterhin existieren keine quantitativen Abschätzungen hinsichtlich der Produktivität der Gemeinschaft, auch ist die Bedeutung der Biomasseproduktion für eisassoziierte, pelagische Nahrungsnetze nicht bekannt ("kryopelagische Kopplung"). Es ist zu vermuten, daß die in der Plättcheneisschicht akkumulierende Biomasse vor Aufbrechen der Eisdecke, d.h. vor Beginn der pelagischen Primärproduktion, die Hauptnahrungsquelle für pelagische Konsumenten darstellt. Somit ist die Plättcheneisgemeinschaft in der Hochantarktis unter Umständen nicht nur von grundlegender Bedeutung für die Ökologie der Eisorganismen, sondern gleichfalls auch für die Struktur pelagischer und benthischer Lebensgemeinschaften.

Neben den biologischen Untersuchungen soll die Entstehung der Eisplättchenschicht in Abhängigkeit der lokalen hydrographischen Bedingungen mittels einer portablen CTD und Wasserschöpfern als auch die Bildung von

Eisplättchen in der Tiefe unter Verwendung eines Echolots und einer Videokamera beobachtet werden.

## 2.3 Ozeanographische Untersuchungen

### 2.3.1 Wassermassenbildung im südlichen Weddellmeer (AWI)

Im Weddellmeer findet ein wesentlicher Teil der Bodenwasserbildung des Weltmeeres statt. Für diese Prozesse ist die Wechselwirkung zwischen Ozean und Schelfeis von herausragender Bedeutung. Durch den Wärmeübergang an der Unterseite des Schelfeises können auf dem Schelf Wassermassen entstehen, die dicht genug sind, um bis zum Boden der Tiefsee abzusinken, wobei sie sich mit dem umgebenden Wasser vermischen und im Zirkulationssystem des Weddellwirbels nach Norden geführt werden.

Messungen an der Schelfeiskante und Modellrechnungen haben zu unterschiedlichen Vorstellungen über die Zirkulation unter dem Schelfeis geführt. Zirkulationszellen können vertikal oder horizontal ausgerichtet sein, die Zirkulationsrichtung kann zyklonal oder antizyklonal sein. Es kann äußere und innere Zellen geben, die unterschiedlich stark gekoppelt sein können. Die Vertikalvermischung kann thermohalin bedingt oder durch Gezeitenturbulenz bestimmt sein. Durch die Messung der Strömung und der Wassermasseneigenschaften an mehreren Stellen soll die Struktur der Zirkulation bestimmt werden.

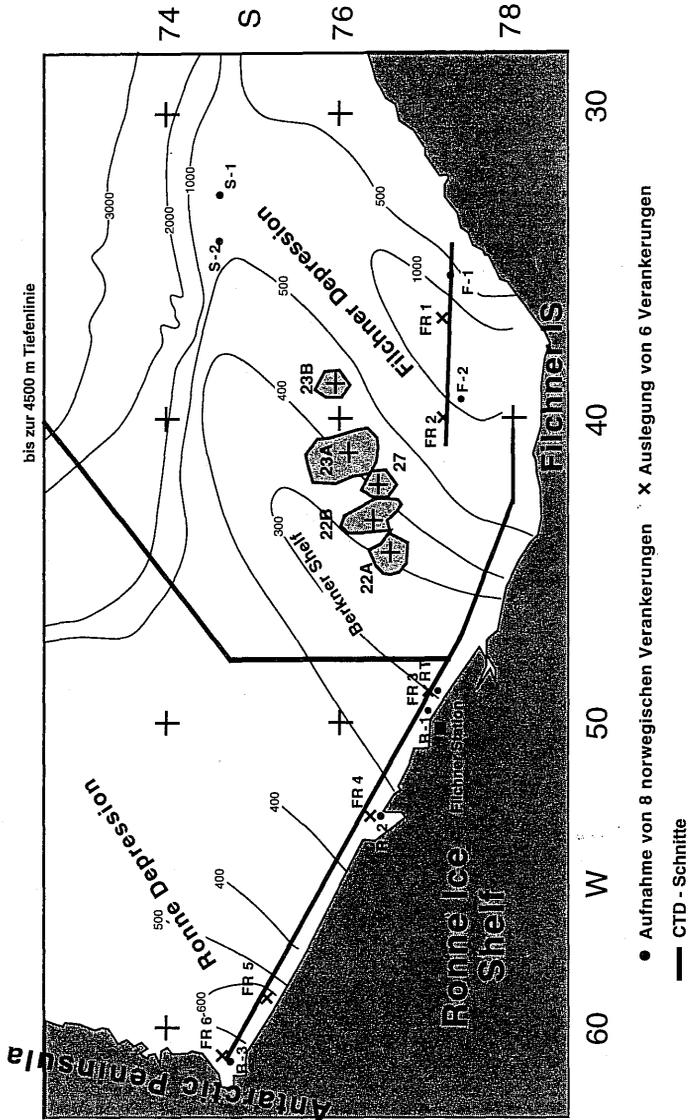
Um diese Prozesse zu erfassen enthält das Programm drei Komponenten:

- Messung der Zirkulation unter dem Eisschelf
- Messung des Ein- und Ausstroms an der Schelfeiskante
- Messung des Ein- und Ausstroms in das und aus dem südlichen Weddellmeer.

Die Messungen dienen dazu, Modelle zu validieren, die Zirkulation und Wassermassenbildung im südlichen Weddellmeer und unter dem Filchner/Ronne Schelfeis simulieren. Dazu ist die Messung von mehrjährigen Zeitreihen der ozeanischen Strömungs- und Schichtungsverhältnisse sowie der atmosphärischen Antriebsbedingungen notwendig, um so die Reaktion des Systems auf Variationen im Antrieb bestimmen zu können.

Geplante Messungen:

Die langzeitige Variation des Ausstromes von Weddellmeer-Bodenwasser aus dem südlichen Weddellmeer und der Zustrom von warmem Tiefenwasser in diesen Bereich wird mit 9 Verankerungen zwischen der Joinvilleinsel und Kapp Norvegia gemessen. Mit Eisecholoten wird die Variation der Eisdicke erfasst. Diese Verankerungen, die vor zwei Jahren ausgelegt wurden, sollen aufgenommen werden.



**Abb. 2:** Ozeanographische Schnitte auf dem Rønne Schelf. Entlang dieser Schnitte sollen CTD Stationen gefahren werden. Insgesamt werden 8 Verankerungen (•) aufgenommen und 6 Verankerungen (x) neu ausgelegt. Die geplanten geophysikalischen Profile sind mit den ozeanographischen Schnitten identisch.

Ein hydrographischer Schnitt entlang der Schelfeiskante soll zur Identifizierung von Einstrom- und Ausstromgebieten an der Schelfeiskante dienen und die Variation der Eigenschaften der ein- und ausströmenden Wassermassen erfassen. Auf diesem Schnitt sollen norwegische Verankerungen aufgenommen und 6 neue ausgebracht werden. Zusätzlich zur Messung von Temperatur und Salzgehalt mit der CTD-Sonde sollen auch Wasserproben zur Bestimmung von Tracern wie Helium, Tritium und den stabilen Sauerstoffisotopen genommen werden.

Auf 3 hydrographischen Schnitten senkrecht zum Kontinentalabhang sollen die vom Schelf abströmenden Wassermassen und deren Verbleib erfasst werden. Dabei wird davon ausgegangen, daß sich der Strom von ehemaligem Eisschelfwasser am unteren Teil des Kontinentalabhanges aufspaltet und sich in unterschiedlicher Richtung im Weddellmeer verteilt. Die Aufspaltung soll mit den 3 Schnitten sichtbar gemacht werden, die im bekannten Ausstromgebiet sowie westlich und östlich davon durchgeführt werden sollen.

Zur Charakterisierung der Zirkulation unter dem Schelfeis müssen an mehreren Stellen die Strömung und die Schichtung unter dem Schelfeis mit Verankerungen gemessen werden. Die Messungen müssen hinreichend weit voneinander entfernt sein. Deshalb soll eine Verankerung etwa 50 km südlich von der Schelfeiskante ausgebracht werden und eine zweite in 200 km Entfernung.

Eine wesentliche Umwandlung der Wassermasseneigenschaften wird bei der Bildung von marinem Eis erwartet. Deshalb kann eine Messung der vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsverteilung unter dem marinen Schelfeis Aufschluß über die Zirkulation geben. Aus logistischen Gründen ist die Durchführung einer Heißwasserbohrung im Bereich des marinen Eises gegenwärtig aussichtslos. Deshalb sollte dieser Bereich mit weniger aufwendigen SUSI-Profilen beprobt werden.

Die geplanten Arbeiten finden im Rahmen eines Langzeitprogrammes, des Filchner/Ronne-Schelfeisprogrammes statt. Die Verankerungen an der Schelfeiskante sind Teil eines bilateralen deutsch-norwegischen Projektes, diejenigen im zentralen Weddellmeer stellen einen Beitrag zu WOCE und dem WCRP International Ice Thickness Monitoring Projects dar.

## 2.4 Marine Geophysik (AWI)

Aufgrund der permanenten Meereisbedeckung gehört das Filchner-Rønne Schelfeis zu den größten geophysikalisch unerforschten Schelfgebieten der Antarktis. Dies gilt insbesondere für die marine Forschung, die durch die Verwendung geschleppter Systeme (Streamer, Luftkanonen) stark durch den Eisgang beeinträchtigt wird. Seit Beginn der marin-geophysikalischen Forschung Ende der 70er Jahre konnten daher nur wenige seismische Profile vermessen werden. Diese befinden sich allerdings hauptsächlich entlang der Filchner-Rønne Schelfeiskante, wo sich im Südsommer eine Küstenpolynia bildet. Entlang der etwa 700 km langen Schelfeiskante existieren nur zwei Nord-Süd verlaufende

seismische Profile, die aber zu weit voneinander entfernt sind, um Aussagen über die Stratigraphie und die glaziale Überprägung zu erlauben.

Diese schlechten Eisbedingungen haben sich seit 1990 grundlegend verändert. Drei größere Eisberge, die vom Filchner Schelfeis abbrachen und von denen zwei im Bereich der Filchner Schelfeis auf Grund gelaufen sind, haben die aktuelle Meereisverteilung stark beeinflusst. Auf der Westseite dieser Tafelgebirge konnte seit 1991 eine ausgedehnte Polynia (Nord-Süd ca. 100 km, West-Ost ca. 50 km) beobachtet werden. Diese Polynia ist ein Zielgebiet des geophysikalischen Programmes. Innerhalb der - hoffentlich - auch in diesem Südsommer gebildeten Polynia soll ein engmaschiges, reflektionsseismisches Profilnetz vermessen werden, um die Erstellung eines ersten stratigraphischen Modells für diese Region zu ermöglichen. Im Vordergrund stehen Fragen nach der glazialen Überprägung dieses ausgedehnten Schelfgebietes, sowie deren tektonischen Entwicklung. Dieses kann allerdings nur erreicht werden, wenn die Eisverhältnisse den Einsatz eines 2700 m langen Streamers erlauben.

Weitere Profile sollen nördlich der Polynia geschossen werden, dann allerdings aufgrund der starken Meereisbedeckung nur mit einem kurzen Streamer (300 m aktive Länge). Diese nördlich gelegenen Profile orientieren sich bzgl. ihrer Lage weitgehend an den geplanten ozeanographischen Schnitten. Die Profile sollen zwischen ozeanographischen Stationen vermessen werden. Zielgebiet ist der kontinentale Schelfhang des Filchner-Rønne Schelfeis sowie eine West-Ost verlaufende magnetische Anomalie (ORION Anomalie) in der vorgelagerten Tiefsee. Es werden Ergebnisse zur glazialen Geschichte des Schelfgebietes sowie zur tektonischen Geschichte des Weddell Meeres erwartet. Dies wären die ersten seismischen Daten in diesem Seegebiet. Der Erfolg dieses Experimentes hängt allerdings entscheidend von den Eisbedingungen ab.

Ein zweiter Schwerpunkt des marin-geophysikalischen Programmes liegt in der Messung von refraktionsseismischen Daten entlang der Schelfeiskante und in der Polynia westlich der Tafelgebirge. Die Daten dienen vor allem der Charakteristik der Krustenstruktur und damit der Eingrenzung der möglichen tektonischen Modelle für diese Region. Hierfür sollen automatische Registrierstationen (Typ REFTEK) entlang der Schelfeiskante platziert werden, um die Signale, die von großvolumigen Luftpulsern (2x32 l) auf FS Polarstern erzeugt werden, zu registrieren. Schwerpunktgebiet für die Experiment wird das Seegebiet zwischen Berkner Island und der antarktischen Halbinsel sein. Je nach Eissituation werden auch bis zu vier Ozeanboden-Hydrophone (OBH) eingesetzt werden.

Ergänzend zu den seismischen Messungen sollen während des gesamten Fahrtabschnittes Schweremessungen mit einem an Bord von Polarstern festinstallierten Gravimeters durchgeführt werden. Je nach Bedarf wird auch das Parasound Sedimentecholot verwendet werden, insbesondere beim Überfahren des Filchner-Rønne Schelfrandes bzw. der angrenzenden Tiefsee.

## 2.5 Bathymetrische Messungen und Side Looking Sonar (SLS) Untersuchungen mit Hydrosweep (AWI)

In Ergänzung zu den bathymetrischen Arbeiten früherer Expeditionen ist vorgesehen, während der Reise möglichst kontinuierlich Hydrosweep-Vermessungen durchzuführen.

Auf den Transferabschnitten zwischen Neumayer und Filchner sollen im Bereich des antarktischen Kontinentalhanges noch nicht kartierte Gebiete mit Hydrosweep vermessen werden. Von besonderem Interesse ist der geplante Vorstoß vom Filchner Schelf ins zentrale Weddellmeer. Für diese Region gibt es bisher keine zuverlässigen Informationen über die Meeresbodenformen. Die geplanten Arbeiten sollen die lückenhaften Tiefenmessungen im südlichen Atlantik und im Weddellmeer ergänzen. Sie stellen einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der bestehenden bathymetrischen Kartenwerke, wie z. B. GEBCO und die AWI-BCWS (Bathymetric Chart of the Weddell Sea), dar.

Mit dem Hydrosweep System der "Polarstern" können seit kurzem auch Side Looking Sonar (SLS) Messungen durchgeführt werden. Die SLS Messungen enthalten die Amplitudenwerte der vom Meeresboden zurückgestreuten Energie. Mit jeder Messung werden 1000 Amplitudenwerte abgespeichert. Als Karte geplottet, geben sie eine Übersicht über das relative Rückstreumaß des Meeresbodens, das im wesentlichen von Richtung und Gefälle des Meeresbodens und von der Zusammensetzung seiner Oberfläche abhängt. Durch die deutlich höhere Auflösung der SLS Daten gegenüber der Bathymetrie können unter Umständen wesentlich kleinere Formen am Meeresboden, wie z. B. Eisbergpflugspuren und Strömungsrinnen, erkannt und dargestellt werden. Während ANT XII/3 soll das neue Verfahren ausgiebig auf seine Praxistauglichkeit getestet werden.

Kleinräumige flächenhafte Vermessungen mit mehreren parallel gefahrenen Profilen sollen in geomorphologisch und bathymetrisch interessanten Gebieten durchgeführt werden. Für die Kombination der Bathymetrie mit SLS sind besonders Gebiete des Kontinentalhanges mit geringen bis mittleren Wassertiefen interessant.

Fahrtteilnehmer/Participants

ANT-XII/3

<u>Name</u>		<u>Institut/Institute</u>
Benning	Roland	BGR
Bornemann	Horst	AWI
Buggisch	Werner	BGR
Dimmler	Werner	HLTS
Dinkeldein	Wolfgang	HSW
Dunker	Erich	AWI
Eckstaller	Alfons	AWI
Fechner	Notker	AWI
Fickert	Jens	AWI
Frenzel	Andreas	AWI
Gerland	Sebastian	AWI
Gleitz	Markus	AWI
Günther	Sven	AWI
Goldberg	Valeri	AWI
Graffe	Dorothea	AWI
Hamann	Rudolf	AWI
Hannke	Stefan	AWI
Heidland	Klemens	AWI
Hempel	Ludwig	AWI
Henjes-Kunst	Friedhelm	BGR
Hoven	Holger	BGR
Janneck	Jürgen	AWI
Jockwer	Gustav	AWI
Jokat	Wilfried (Fahrleiter)	AWI
Karsten	Achim	IfV/FHH
Kästner	Rudolf	AWI
Kehse	Ute	AWI
Klatt	Olaf	AWI
Kleinschmidt	Georg	GPI
Lahmann	Uwe	HSW
Lambrecht	Astrid	AWI
Lukait	Christian	AWI
Lundström	Volker	HSW
Mann	Dörte	AWI
Martens	Hartmut	AWI
Mayer	Christoph	AWI
Morgenstern	Kai	AWI
Muhle	Heiko	AWI
Müller	Christian	AWI
Niederjasper	Fred	AWI
Nixdorf	Uwe	AWI
Nolting	Michael	AWI
Nygaard	Einar	GIB
Oerter	Hans	AWI
Peel	David	BAS

<u>Name</u>		<u>Institut/Institute</u>
Plötz	Joachim	AWI
Pols	Hans	SWA
Sonnabend	Hartmut	SWA
Riedel	Björn	IfV
Rohardt	Gerd	AWI
Salbach	Holger	IfV
Schönhofer	Georg	AWI
Schreiber	Detlev	HSW
Schröder	Michael	AWI
Schuster	Friedrich	AWI
Schütt	Ekkehard	AWI
Seidel	Carsten	AED
Sellmann	Lutz	AWI
Sergueev	Mikhail	BGR
Spindeldreher	Christian	AWI
Steiner	Nadja	AWI
Steinhage	Daniel	IGMS
Stock	Jürgen	AWI
Strass	Volker	AWI
Studinger	Michael	AWI
Talarico	Franco	BGR
Tessensohn	Franz	BGR
Tibcken	Michael	AWI
Timmermann	Ralph	AWI
Töppe	Frank	IfAG,Leipzig
Traue	Gaby	AWI
Wachs	Peter	AED
Wagner	Knut	BGR
Weigel	Ursula	AWI
Werbach	Johann	KÄSB
Whittamore	Les	BGR
Witt	Ralf	AWI
Ziffer	Albert	AWI

## RV Polarstern - Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

Adresse/Address Teilnehmerzahl/Participants

---

<u>Bundesrepublik / Federal Republic</u>		ANT XII/3
AED	Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Forststr. 33 38108 Braunschweig	2
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	51
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	9
FHH	Fachhochschule Hamburg Fachbereich Vermessungswesen Hebebrandstraße 1 22297 Hamburg	1
GPI	Geol.-Paläont. Institut J. W. Goethe-Universität Senckenberganlage 32 60054 Frankfurt	1
HLTS	Hapag Lloyd Transport & Service GmbH Geo-Plate-Str. 1 27568 Bremerhaven	1
HSW	Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	4
IfAG	Institut für Angewandte Geodäsie Außenstelle Leipzig Karl-Rothe-Straße 10-14 04105 Leipzig	1
IfV	Institut für Vermessungskunde TU Braunschweig Pockelstraße 4 38106 Braunschweig	3

IGMS	Institut für Geophysik der Universität Münster Corrensstraße 24 48149 Münster	1
KÄSB	Fa. Kässbohrer Service-Center Neu-Ulm Im Starkfeld 1 89231 Neu-Ulm	1
SWA	Seewetteramt Hamburg Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg	2

Großbritannien / United Kingdom

BAS	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET	1
-----	--	---

Norwegen / Norway

GIB	Geophysical Institute University of Bergen Allégatan 70 5007 Bergen	1
-----	--	---

Schiffspersonal / Ship's Crew

Kapitän	H. Jonas
1. Offizier	I. Varding
Naut. Offizier	M. Block
Naut. Offizier	S. Schwarze
zusl. Offizier	M. Hüls
Arzt	Dr. B. Fleischer-Peter
Ltd. Ingenieur	K. Müller
1. Ingenieur	W. Delff
2. Ingenieur	H. Folta
2. Ingenieur	W. Simon
Elektriker	R. Erdmann
Elektroniker	K. Hoops
Elektroniker	M. Fröb
Elektroniker	A. Piskorzynski
Elektroniker	H. Pabst
zusl. Elektro.	
Funkoffizier	W. Thonhauser
Funkoffizier	J. Butz
Koch	H. Schuster
Kochsmaat/B.	M. Kästner
Kochsmaat/K.	M. Dutsch
1. Steward	A. Hopp
Stewardess/K.	V. Daute
Stewardess	R. Klemet
Stewardess	A. Neves
Stewardess	B. Amran
2. Steward	Ch. Yu
2. Steward	J. Tu
Wäscher	K. Yu
Bootsmann	R. Loidl
Zimmermann	P. Kassubeck
Matrose	H. Voges
Matrose	J. Novo-Loveira
Matrose	J. Suarez Paisal
Matrose	H. Thillmann
Matrose	H. Bloedorn
Matrose	S. Moser
zusl. Matrose	E. Dominguez Quintas
zusl. Matrose	B. Caneda Garcia
Lagerhalter	B. Barth
Masch-Wart	A. Padur
Masch-Wart	G. Fritz
Masch-Wart	M. Ipsen
Masch-Wart	T. Rosenthal
Masch-Wart	J. Schade

## Cruise Capetown - Punta Arenas (ANT-XII/3)

### 1 Summary

The leg ANT XII/3 starts on January 5, 1995 in CapeTown and finishes on March 19, 1995 in Punta Arenas. After starting at the Neumayer Station, the Polarstern will try to reach the Filchner-Rønne Iceshelf. On its way three scientists will be dropped at Drescher Inlet and an attempt will be made to retrieve some oceanographic moorings.

At Filchner Station approx. 40 scientists will be deployed onshore to begin the FRISP V program. This can be summarized as follows:

- Berkner Island: On the Thyssenhöhe an ice coring program will be carried out. In addition physical properties of the cores will be measured. In the vicinity of the drilling site detailed ice radar measurements (EMR) will be carried out to map the stratigraphy and ice thickness. A test field on Berkner Island will be set up for calibration of ERS1/2 altimeter data .
- Filchner Station: At point 236 and in the vicinity of the Filchner station two oceanographic/geophysical hot water drill holes are planned. The main scientific objectives for the drill holes are to gather information about the currents beneath the shelf and the isotope composition of the water column. At Filchner an automatic weather station will be exchanged.
- Grounding Line: Along the Foundation icestream and the Möller icestream extensive geophysical and geodetic programs are planned. New information about ice dynamics and mass balance parameters will be collected. A thermal probe (SUSI) will be used on the Foundation icestream to collect CTD data.
- Hemmen Ice Rise: Mass balance parameters will be measured in this area with radar data from ERS1/2. To calibrate these measurements Corner reflectors will be installed on the ice rise.

In addition to the glacial programs on the ice shelf, an aerogeophysical program will be carried out in the area of the grounding line to map the ice thickness. Logistical support by the airplanes will be essential for the other programs on the ice shelf.

Another group of three persons will carry out a biological program at Drescher Inlet. Questions such as the diving and feeding behaviour of Weddell seals and investigations on the under ice platelet layer are the main objectives.

In addition to the oceanographic/geophysical hot water drill holes on the ice shelf, similar measurements will be carried out aboard FS Polarstern along the Filchner-Rønne Iceshelf to gather new information about the water mass circulations and the inflow and outflow of the Filchner-Rønne Iceshelf as well as the southern Weddell Sea. Besides detailed CTD sampling (distance between stations 10 NM) from the East Antarctic coast to the Antarctic Peninsula, several long North South trending

profiles are planned to cross the Filchner-Rønne Shelf towards the adjacent deep sea basin of the Weddell Sea. The oceanographic program includes the retrieval and deployment of several moorings along the ice shelf edge and in the Weddell Sea.

The geophysical program mainly involves deep seismic sounding and seismic reflection investigations along the Filchner-Rønne Iceshelf and the polynia west of the large grounded icebergs. The objective of the seismic refraction experiment is to gain a denser station network, especially close to the Antarctic Peninsula and Berkner Island. As recording instruments we will operate REFTEK equipment and ocean bottom hydrophones (OBH). The seismic reflection program within the polynias and the northern Rønne Shelf will try to gain new information about the seismic stratigraphy. New interpretations concerning the glacial and tectonic history of this area are expected. If possible, the large scale magnetic ORION anomaly north of the shelf will be crossed within the seismic experiment.

Bathymetric measurements will be carried out along the whole ship's track. The scientific objective is to collect new information, especially on the Filchner-Rønne Shelf, which is only sparsely covered by bathymetric soundings. In addition, the backscatter information of the Hydrosweep system will be recorded and analysed. The resulting side-looking sonar images will allow a better characterization of the recent seafloor structures.

## 2 Research Programs (ANT-XII/3)

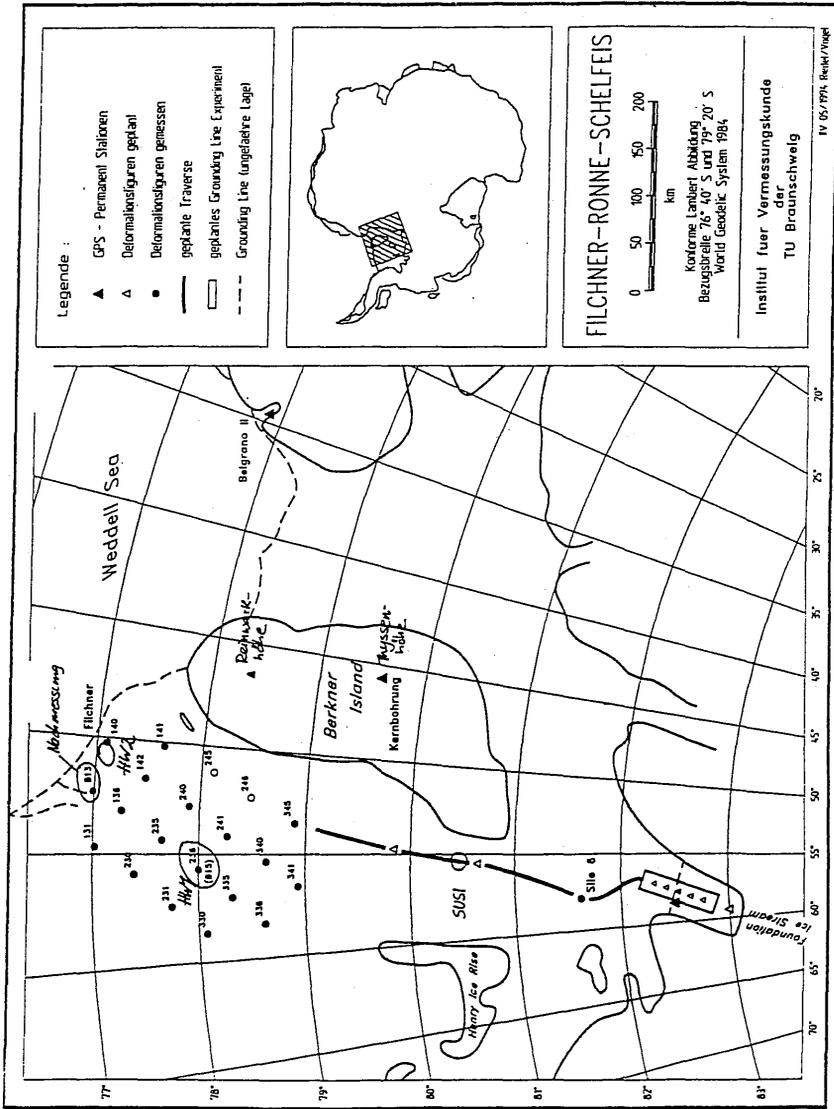
### 2.1 Filchner V - Mass Balance and Dynamics of the Filchner-Ronne-Ice Shelf (AWI, IUPH, IfV, LfV, IfAG, IGMS, IMARU, BAS)

Filchner V is the fourth expedition within the frame of the German Filchner-Ronne Ice Shelf Programme (FRISP). The programme is part of an international effort, to describe the mass balance and dynamics of the second largest Antarctic ice shelf. The most recent investigations are focussing the interaction between the ice-shelf bottom and the ocean underneath. But also the reconstruction of past climate time series by means of ice cores is still an open question. Main topics of the Filchner-V campaign will be hot water drillings, preferable at two locations, geodetic as well as geophysical investigations in grounding area of Foundation ice stream and ice core drilling on top of Berkner Island. Radio echosoundings on Berkner Island will show the spatial extension of ice layers detected in the ice cores at the BAS and AWI drilling sites; respectively. Earlier geodetic investigations in connection with ERS-1 will be continued on Berkner Island.

#### 2.1.1 Hot water drillings (AWI)

In connection with the formation of marine ice at the bottom of the ice shelf it is very important to know more about the ocean underneath the ice shelf. Unsolved questions are primarily the stream flow conditions under the ice shelf, how far inland the tidal currents are influencing the interaction ice shelf-ocean and whether there might be a closed circulation system under the central part of Ronne ice shelf. In addition water samples are needed to analyse the chemical and isotopic composition of the water mass which release ice crystals forming the marine ice body. It is planned to drill at two locations, first at site 236 and second adjacent to Filchner station. The expected ice thicknesses are about 450 m and 230 m, respectively.

Through the drilled boreholes CTD-profiling will take place in the water column and water samples for measurements of salinity and isotope contents ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ) will be taken. Afterwards CTD-strings will be deployed for continuous records. A current meter will also be included. Ice-shelf temperatures will be recorded with a separate thermistor string. An upwards looking ultra-sonic echo sounder measures the variations at the ice-shelf bottom (accumulation or ablation). All data will be transmitted via ARGOS for at least one year.



**Fig. 1:** Overview map for the Filchner-Rønne ice shelf. The activities during the FRISP V field season like the ice core drilling (Berkner Island), hot water drilling (HW), thermal probe experiment (SUSI) and the experiments close to the grounding line of the Foundation Ice Stream are marked.

### 2.1.2 Profiling Measurements below the Filchner-Ronne-Ice Shelf, SUSI III (AWI)

A thermal probe (SUSI III) is intended to operate on the Foundation Ice Stream between Berkner Island and Henry Ice Rice. The project will complement the hot water drillings further north to obtain information about the current below the ice shelf. The thermal probe will carry a commercial FSI sonde with sensors for temperature, pressure, salinity, current velocity and current direction.

The probe will be kept in a permanent position immediately below the ice shelf to collect the data of the profiling CTD sonde and to transmit them to the ice surface by a wire connection. The ARGOS system will be used for the data transfer during a total operation time of at least one year.

### 2.1.3 Velocity, deformation and altitude of the ice shelf (IfV, LfV, FHH)

The main emphasis of the geodetic works will be on the grounding line area (approx. 10 x 50 km<sup>2</sup>). The registration of the position, the height above sea level, and the topography of the grounding line and the geodetic parameters for mass balance studies will be done by satellite and terrestrial observations.

The operation of NAVSTAR-Global Positioning System (GPS)-receivers in kinematic mode serves for locating the grounding line and determining its surface topography. Gravity observations will be done in short spatial distances in connection with GPS kinematic measurements for the recording of the transition zone from ice above sea water to ice on bedrock. Some deformation figures will be installed at the grounding line to determine the geometry and its changes. The two epochs of measurements will be done by terrestrial and GPS static observations in this field season. During these observations a tidal experiment is planned by using GPS for the monitoring of the influence of the tidal forces onto the ice shelf.

A trigonometric levelling will be done between the grounding line and point 345. The purpose of the trigonometric levelling traverse is to get the height above sea level for the points at the grounding line. GPS and gravity measurements during the traverse are planned to improve the results of the levelling.

These geodetic research work will be used for the determination of the strain parameters, velocity vectors of the ice shelf and serve as input parameters for the modelling of the kinematic deformation behaviour of the Filchner-Ronne-Schelfeis. The height above sea level at the grounding line is important for mass balance studies and for the tidal experiment. The combination of gravity data, GPS and terrestrial observations are useful for the improvement of the geoid in this area and will serve as ground truth data for ERS-1/-2 and for the planned airborne gravimetry project.

### 2.1.4 Geophysical measurements at the grounding line

During the expedition to the hinge zone of the Filchner-Ronne-Schelfeis parameters determining ice dynamics and mass balance will be measured.

The area under investigation lies between 82° and 83° S within the transition zone of the Foundation Ice Stream. This part of the grounding line and the adjacent region of the Möllereisstrom mainly influence the dynamics of the Eastern part of the Ronne Ice Shelf, which has been intensively investigated during the last years. These measurements are very important for the interpretation of other data collected further North and the improvement of numerical models.

By means of the AWI ground radar system a longitudinal ice thickness profile will be determined along a flow line of Foundation Ice stream. Additional profiles perpendicular to the flow line will give informations about the total flux across the grounding line. The thickness of the water column beneath the ice shelf and the uppermost layers of the bedrock South of the grounding line will be derived by seismic depth soundings.

Ten meter ice corings will be done from point 345 along the flowline up to the ascent of the inland ice on the Foundation Ice Stream. The ice cores will be used for both accumulation studies and analysis of <sup>18</sup>O and ion concentrations. Temperature profile measurements will be carried out throughout the borehole.

#### 2.1.5 Ice core drilling on Berkner Island (AWI, IUPH, BAS)

During the 1994/95 season two ice core drillings are scheduled on Berkner Island. The first will be done by BAS at Reinwarthhöhe (northern summit), the second by AWI at Thyssenhöhe (southern summit). Both drill camps will be flown in by the British Twin Otter and the German Dornier D228, respectively.

The AWI drilling is heading for a depth of appr. 300 m. The recovered core shows an diameter of 100 mm. Main subject of the ice core analysis will be the reconstruction of a climatic time series over the past 2-3000 years. In-situ core measurements (DEP and ECM) will be done in co-operation with BAS. The lab measurements afterwards comprise density by means of gamma absorption and electrical conductivity (AC) as well as dating with the aid of annual variations of isotopes and chemical components. The chemical analysis focus major ions and MSA. More investigations may be included in the programme.

Throughout the borehole ice temperature and electrical conductivity (4-point measurements) will be measured.

In addition to the drilling program a net of shallow 10-m cores will be taken around both deep drilling sites and in between both summits.

#### 2.1.6 Stratigraphy and ice thickness of Berkner Island (IGMS)

The topography and the ice thickness of Berkner Island have been investigated in 1985/86 and 1989/90 by IGMS along approx. 5000 km of aerogeophysical flight tracks. The maximum ice thickness is just above 1000 m, the mean ice thickness is about 780 m. In conjunction with the planned 300 m core drillings on the domes (Reinwarthhöhe and Thyssenhöhe) the stratigraphy in the ice is of special interest.

With geophysical methods we want to trace isochrones between both drill locations and along selected profiles and simultaneously map the ice/bedrock interface.

A total depth about 1000 m is well in the range of the high resolution monopulse radio echo sounder developed in Münster. By means of this electromagnetic reflection method (EMR) layers in the ice and the bedrock can be continuously mapped. The 40 MHz system achieves a relative precision in depth of about 1 m and a resolution of neighbouring layers of about 2.5 m.

For the measurements on Berkner Island several oversnow traverses with skidoo and Nansen sleds are planned (about 1200 m in total), towing the measuring system over the surface. To convert impulse traveltime precisely into depth the propagation velocity of electromagnetic waves in firn and ice in the investigated area will be determined by CMP-measurements.

Other measurements in the vicinity of the drill camp include polarisation experiments and a continuous registration of the electromagnetic noise in the frequency range between 1 and 100 MHz. Besides that a short visit (one day) is planned to re-measure mass balance studies near the former drill location B13 (approx. 50 km west of Filchner station).

#### 2.1.7 Calibration and Validation of ERS Radar Altimetry over Undulated Ice Sheets (AWI)

Ground truth measurements for the ERS satellite altimetry will be carried out in the area of the southern summit of Berkner Island in the vicinity of the AWI ice core drill site.

Berkner Island is covered by the ERS altimeters which work until 82°S. The orbit scenario in 1995 will be a 35 day orbit. The distance between two subsatellite tracks will be 10 km on Berkner Island.

The height and position measurement will be carried out by applied kinematic and static GPS in differential mode. The determination of precise coordinates with GPS requires GPS measurements at the same time on a reference point inside the working area at the base. The computation of absolute coordinates of the reference point will be done together with relative measurements to a reference point at the Argentine station Belgrano II. Two ski-doods with sledges will move in range of sight to prepared waypoints. On the way navigation will be supported by GPS navigation receivers.

GPS measurements at Belgrano II are included in the project "GPS reference network, Antarctica" which is funded by the German ministry for research and technology. The GPS measurements will result in precise coordinates of all involved stations. A PRARE (precise range and range rate equipment) station will be installed at Belgrano II for precise orbit determination of the ERS-2 satellite in Antarctica.

For the direct comparison of the altimeter measurement with an independent measurement an active transponder will be installed. The active transponder

reflects the altimeter pulse amplified back to the satellite. The amplified echo will be registered in the altimeter waveform. The transponder defines a well known reflecting point. The height of the satellite will be determined with PRARE and the height of the transponder will be determined with relative GPS measurements between the PRARE station and the transponder. Two satellite overflights will be obtained every three days in the vicinity of the base station. The active transponder will be installed in the crossing points of descending and ascending satellite orbits.

#### 2.1.8 Interferometric measurements for the determination of ice velocities in the area Hemmen Ice Rise / Berkner Island (IfAG)

Within the scope of the BMFT (Federal Ministry of Research and Technology)-project "Dynamische Prozesse in antarktischen Geosystemen" - "Dynamic processes in antarctic geo-systems" investigations on the mass balance of the Ronne Ice Shelf shall be performed by the Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main. For this purpose SAR data of the European research satellites ERS-1 and ERS-2 with recording intervals of 1-6 days are to be evaluated according to the radar interferometry method.

It is the objective of the investigations to determine a two-dimensional velocity field of the ice on the ice rise "Berkner Island" flowing off slowly, and of the fast floating ice shelf. For the calibration of the interferometric method invariable terrain points shall be occupied with artificial reference points ("corner reflectors") and determined by GPS measurements during the field campaign. The positions of the corner reflectors on Berkner Island and Hemmen Ice Rise have been selected such that they can be regarded as stationary. In order to identify unambiguously identical terrain points and to define a clear surface, two corner reflectors shall be set up on the fast floating ice shelf.

The reflectors shall be established by members of the group "Radar Altimetry / Test Site Berkner Island".

#### 2.1.9 Automatic weather stations (AWI, IMARU)

AWI is running two automatic weather stations on ice shelves in the Southern Weddell Sea area. One on Rjiser-Larsen Ice Shelf, close by the Drescher Inlet and a second one on Filchner-Ronne-Schelfeis adjacent to Filchner station. Both stations will be replaced during the Cruise ANT XII/3. In addition a third station will be build up in the southernmost part of the Filchner-Ronne-Schelfeis.

IMARU will also provide an automatic weather station, which will be mounted at Thyssenhöhe on top of Berkner Island, adjacent to the drill site. IMARU will take care afterwards of the station and data analyses.

#### 2.1.10 Airborne survey on Filchner Ronne Ice Shelf

An important part of the glaciological fieldwork on Filchner Ronne Ice Shelf and its grounding line is the operation of the polar aircraft Polar 2 und Polar 4. Logistical

support of the ice core drillings on Berkner Island, the grounding line traverse and the hot water and melt drillings will be done by Polar 4. Measurements with a new radio echo sounder which was tested successfully in East Greenland in autumn 1994 will be carried out by Polar 2.

With the new device it is possible to record the inner structure of ice sheets and ice shelves as well as the ice thickness with high resolution. This allows to study the flow of ice from the ice sheet to the ice shelf in large areas. The reflection signals from single layers that represent former ice surfaces can be traced over long distances showing the change of ice flow along the way.

These measurements will be done on profiles from the ice shelf margin to the south of the grounding line. The data from surveys prior to this are extended to the south beyond 81°S. Here survey flights will be done on a grid covering the area of the grounding line from Foundation and Möller Icestream over to Institute Icestream. To the north the ice streams between Berkner Island and Henry Ice Rise will be investigated by profiles in east-west direction. The area between grounding line and Berkner Island will be studied with respect to future hot water drillings. In addition the ground based radio echo soundings on Berkner Island will be extended during supply flights to the drill sites.

## 2.2 Biological studies

### 2.2.1 Diving and feeding behaviour of Weddell seals (AWI)

Previous investigations at Drescher Inlet on the diving behaviour of Weddell seals showed that they preferred different depth ranges with pelagic diving bouts at about 200 m and others directly to the sea bottom at about 450 m water depth. During their foraging trips the seals remained inside the inlet area. The number of feeding events (i.e. temperature drops recorded by a stomach sensor) and the calculated weight of prey were much lower than expected. Presumably the intake of small specimens of prey has not been recorded by the stomach sensor as the stomach content increased. During ANT XII-3, Weddell seals will be fitted with new external data loggers to measure even small amounts of food ingested as well as diving depth, light intensity and water temperature. An important objective of our seal studies is a better quantification of pelagic and benthic food intake. An iglu camp will be established, which will also be used by the group working on the under ice platelet layer (see report Dieckmann).

### 2.2.2 Investigations on the under ice platelet layer in the Drescher Inlet (AWI)

Platelet ice is formed beneath the shelf ice in several regions of Antarctica. In addition to its importance for shelf ice dynamics (accumulation under the shelf leading to formation of marine ice), the platelet ice also forms a layer underneath land fast ice, in proximity to the shelf ice barrier which is the site of intensive biological activity. Beneath the fast ice of Atka Bay, the platelet ice layer may attain a thickness of up to 4 meters. During the spring, a rich algal bloom develops in this layer, supporting a diverse microbial community of exceptionally high biomass. The

ice formation processes, as well as the establishment of the microbial community in the platelet ice matrix are not well understood. Furthermore, we have no quantitative estimates of the productivity nor do we know the role this platelet ice assemblage plays in pelagic food webs. ("cryo-pelagic coupling"). We suspect that biomass derived from the platelet ice layer before onset of ice melt, i.e. prior to pelagic primary production, may constitute a significant food source for both pelagic and benthic consumers .

Hence, the development of a platelet ice assemblage in the high Antarctic may not only be of importance for the ecology of the ice organisms themselves, but pelagic and benthic communities may also depend on particulate organic carbon exported from the platelet layer.

In addition to standard biological investigations of the platelet ice assemblages, we intend to study platelet ice formation in the water column in relation to local hydrography by means of a portable CTD and an echo sounder as well as video-observations.

## 2.3 Oceanographic studies

### 2.3.1 Water mass formation in the southern Weddell Sea (AWI)

In the southern Weddell Sea water masses are formed which represent a significant part of the abyssal water masses of the world ocean. The interaction between ice shelf and ocean plays a significant role in this process. Due to the heat loss at the underside of the ice shelf, the water attains a density which is high enough to make it sink down the slope into the deep basin. During this process, it mixes with the adjacent water masses and is transported to the north by the circulation system of the Weddell gyre.

Measurements at the ice shelf front and models have resulted in different pictures of the circulation under the ice shelf. Cells with vertical or horizontal axes, with cyclonic or anticyclonic rotation have been suggested. Also inner and outer cells can exist which can be strongly and weakly coupled. The vertical mixing in the water column can be due to tidal stirring or due to thermohaline convection. By measurement of currents and stratification at various points, it is planned to determine the general structure of this circulation.

To measure these processes, the programme consists of three components:

- measurements of the circulation under the ice shelf
- measurements of the inflow and outflow at the ice shelf front
- measurements of the inflow into and outflow from the southern Weddell Sea.

The measurements will be used to validate models which simulate circulation and water mass formation in the Weddell Sea and under the Filchner/Ronne Ice Shelf. For this purpose it is planned to measure time series of the currents and the stratification over several years. Atmospheric driving forces will also be

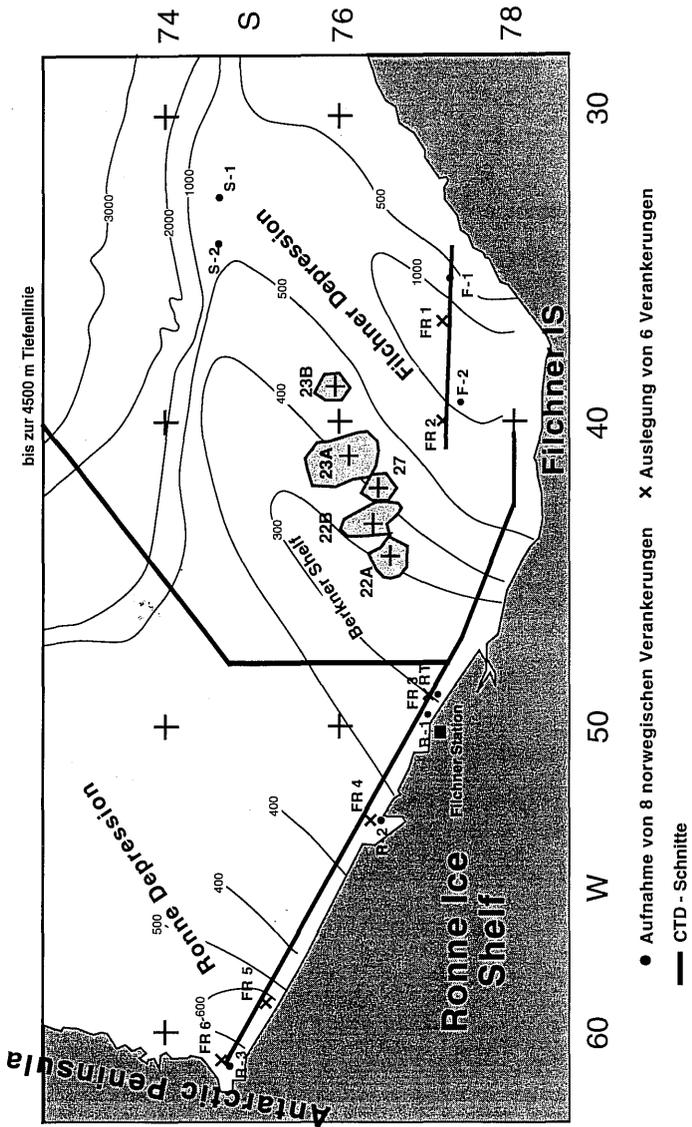


Fig. 2: Oceanographic profiles on the Rønne Shelf. Along this lines CTD-stations will be measured. In total 8 moorings (•) will be retrieved and 6 new moorings (x) will be deployed during this expedition. The location of the planned geophysical profiles are identical with the oceanographic lines.

measured, to determine the response of the system on varying forcing conditions.

Planned measurements:

The longterm variation of the outflow of Weddell Sea Bottom Water from the southern Weddell Sea and the inflow of Warm Deep water into this area is measured by 9 moorings on a transect from Kapp Norvegia to Joinville Island. Upward looking sonars measure the variation of the ice draft. Moorings which were deployed two years ago will be recovered.

To identify the inflow and outflow at the shelf ice edge and the variations of the corresponding water masses, a hydrographic transect will be carried out. On that transect Norwegian moorings will be recovered and a new set of 6 moorings will be deployed. In addition to temperature and salinity measurements made with a CTD-sonde, water samples will be taken, to measure the content of tracers such as helium, tritium, and the stable isotopes of oxygen.

Three hydrographic transects will be studied to determine the water masses which descend the continental slope. It is assumed that the descending plume of Ice Shelf Water splits at the deeper part of the continental slope and spreads in different directions. This spreading should be confirmed by three transects, one in the known area of descent and the other two east and west of it.

To characterize the circulation under the ice shelf, currents and stratification must be measured with moorings at various points under the shelf ice. The measurements must be significantly separated in space. Thus one mooring is planned for 50 km south of the edge of the ice shelf, and a second mooring in a distance of 200 km.

A significant change in water mass properties is expected during the formation of marine shelf ice. Thus measurements of the temperature, salinity and current profiles in the formation zone of the marine shelf ice are planned with SUSI, a system which penetrates the ice shelf by means of an electrically heated front plate and then transmits measurements from the water column to the surface.

The planned measurements are part of a long term programme, the Filchner/Ronne Ice Shelf Project. The moorings at the shelf ice edge are part of a joint Norwegian-German programme. Those in the central Weddell Sea are a contribution to both WOCE and the WCRP International Ice Thickness Monitoring Project.

## 2.4 Marine Geophysics (AWI)

Due to the permanent sea ice coverage the Filchner-Rønne Iceshelf is geophysically very poorly sampled. Especially, marine-geophysical measurements with towed equipment (airguns, streamer) is extreme difficult due to the ice conditions. Consequently, only a few seismic profiles exist in this realm since the beginning of such investigations in the late 70s. All existing seismic profiles are running parallel to the present Iceshelf edge, since here a coastal polynia form each year. Only two North-south running seismic profiles exist along the almost 700

km long Iceshelf. But the distance is too far to allow any correlation concerning seismic stratigraphy and/or glacial structures.

The ice conditions in this realm changed since 1990 significantly. Three large icebergs, which calved from the Filchner Iceshelf and two of them became grounded close to the Iceshelf edge, influenced the present sea ice coverage. Along the western edge of the icebergs a new, large polynia (100 km north-south, 50 km wide) could be observed. This polynia is one target area for the geophysical investigations. We intend to carry out a detailed seismic reflection program in the hopefully open water in order to retrieve a first stratigraphic model for this area concerning its tectonic evolution and its glacial history. But these results can only be achieved when the ice conditions will allow the operation of our 2700 m streamer.

Further profiles are planned north of the polynia but with a shorter streamer (300 m active length). The northernmost profiles are running parallel with the planned oceanographic profiles across the Filchner-Rønne Shelf. Here, the target area is the continental slope of the shelf and a West-East running magnetic anomaly (ORION anomaly) in the adjacent deep sea part of the Weddell Sea. We expect new results concerning the glacial history of the shelf area and the tectonic history of the opening of the Weddell Sea. Again, the success of this experiment is strongly depending on the ice conditions.

A second scientific objective of the geophysical program is to collect deep seismic sounding data along the present Filchner-Rønne Iceshelf edge as well as within the polynia west of the large icebergs. The new data will allow a more detailed description of the crustal structure and will consequently limit the number of tectonic models for this area. For carrying out this experiment we will use seismic recording stations (REFTEK), which will be deployed on the iceshelf, and two large volume airguns (32 l each) operated from FS Polarstern. Our main area of interest is situated between Berkner Island and the Antarctic Peninsula. Depending on the ice conditions we will also deploy up to four oceanbottom-hydrophone recorders.

In addition to the seismic measurements we will collect during the whole cruise gravity data with a permanently installed gravity meter on FS Polarstern. Depending on the ice conditions we also want to use the Parasound echosounder, when crossing the shelf break and the adjacent abyssal plain.

## 2.5 Bathymetric and Side Looking Sonar (SLS) Studies with Hydrosweep (AWI)

In addition to former expeditions, bathymetric data will be collected most time during leg ANT XII/3 with the Hydrosweep multibeam bathymetry system.

These data will supplement the existing bathymetry for the South Atlantic and the continental slope of Antarctica between Neumayer and Filchner. Particular a planned track from the Filchner shelf into the Weddell Sea is most important, because there is no reliable bathymetric information available for this region. On the basis of the collected multibeam data existing bathymetric charts, like GEBCO and AWI-BCWS (Bathymetric Chart of the Weddell Sea), will be improved.

The Hydrosweep system now also provides side looking sonar (SLS) data. These data consists of the amplitude of the backscattered energy returned from sea bottom. With every ping 1000 amplitude values are sampled and stored. These data can be plotted in map form to provide a view of relative scattering strength of the seafloor. Because of the high resolution of the SLS data small features of sea bottom, like ice ploughs, may be discovered and surveyed.

Areas of interests in geomorphology and bathymetry are planned to cover with some adjacent tracks (box survey).