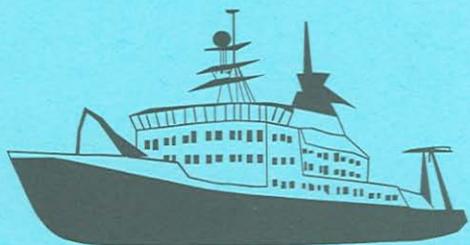




**FS „POLARSTERN“**  
Expeditionsprogramm Nr. 41

---



Z 432

41  
1996

**ANTARKTIS XIII/4-5**  
**1996**

X 1894

Expeditionsprogramm Nr. 41

FS "Polarstern"

ANTARKTIS-XIII/4-5

1996

Koordinator: E. Augstein

Fahrtleiter:

ANT-XIII/4: E. Fahrbach  
ANT-XIII/5: D. Gerdes

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven

Januar 1996

Deutscher Text  
Seite 1 bis 22

English Text  
Page 23 to 34

## **Fahrtabschnitt Kapstadt - Punta Arenas (ANT XIII/4)**

### **1.1 Zusammenfassung**

Die Polarsternreise ANT XIII/4 beginnt am 17. März 1996 in Kapstadt. Sie gliedert sich in zwei Teile. Während des ersten Abschnitts werden Arbeiten im Weddellmeer ausgeführt. Der zweite Abschnitt hat Untersuchungen bei King George Island und in der Drakestraße zum Inhalt. Während der ganzen Reise werden Messungen mit einem neu entwickelten Kalium-Temperatur-Lidar stattfinden, um die natürlichen Variationen der Temperatur in der Mesopause in Abhängigkeit von der geographischen Lage und der Jahreszeit erfassen. Ferner soll die gleichzeitige Beobachtung der Kaliumschicht die Untersuchung dynamischer Prozesse in der oberen Atmosphäre ermöglichen.

Im Weddellmeer findet ein wesentlicher Teil der Bodenwasserbildung des Weltmeeres statt. Für diese Prozesse ist die winterliche Abkühlung und die Eisbildung auf den Schelfen sowie die Wechselwirkung zwischen Ozean und Schelfeis von großer Bedeutung. Dadurch 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. Die Boden- und Tiefenwasserbildung bestimmt auch die Aufnahme von atmosphärischem Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Durch den Auftrieb von  $\text{CO}_2$ -haltigem Tiefenwasser kann  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre abgegeben werden. Deshalb sollen Messungen der einzelnen Komponenten des  $\text{CO}_2$ -Systems dazu beitragen, die Rolle des Weddellmeeres als Quelle oder Senke für atmosphärisches  $\text{CO}_2$  zu erklären. Die Arbeiten im Rahmen der physikalischen Ozeanographie stellen einen Beitrag zum World Ocean Circulation Experiment (WOCE) dar. Der hydrographische Schnitt ist unter dem WOCE-Code SR4 registriert. Um diese Prozesse und ihre Wirkung besser zu verstehen, enthält das Programm drei Komponenten. Der Einstrom aus dem Antarktischen Zirkumpolarstrom im östlichen Weddellmeer wird auf einem hydrographischen Schnitt mit CTD-Sonde (conductivity/temperature/depth) verbunden mit Kranzwasserschöpfer und ADCP (Akustischer Doppler-Profilstrommesser) von  $0^\circ$  bis  $35^\circ\text{E}$  gemessen (Abb. 1). Der Austausch zwischen dem östlichen und westlichen Weddellmeer wird auf einem meridionalen hydrographischen Schnitt durch den Weddellwirbel bei etwa  $0^\circ$  erfaßt, auf dem die CTD-Sonde mit Kranzwasserschöpfer und der ADCP eingesetzt sowie Verankerungen ausgelegt werden (Abb. 2). Die Messung des Einstroms in das südliche Weddellmeer aus dem Osten und des Ausstroms im Nordwesten erfolgt auf einem hydrographischen Schnitt durch das südliche Weddellmeer mit Profilmessungen vom Schiff und der Auslegung von Verankerungen bei Joinville Island (Abb. 3). Diese Messungen dienen u. a. zur Validierung von Modellen, welche die Zirkulation und Wassermassenbildung im Weddellmeer simulieren. Sauerstoff mit dem Isotop  $^{18}\text{O}$ , Nährstoffe und die Tracer Freon-11, Freon-12, Freon-113 und  $\text{CCl}_4$ , sowie Tritium,  $^3\text{He}$ , He und Ne geben Aufschlüsse über die Wassermassenbildung und Ausbreitung. Zu paläo-ozeanographischen Untersuchungen werden Proben für die Bestimmung des stabilen Kohlenstoffisotops  $\delta^{13}\text{C}$  genommen.

Die Arbeiten der organischen Meereschemie haben die Verteilung gelöster und partikulärer Phytosterole im herbstlichen Weddellmeer zum Inhalt. Ziel der Untersuchungen ist das Schicksal von Phytosterolen und anderer organischer Spurenstoffe im Meer von der Biosynthese und dem Eintrag in die euphotischen Zone bis

zur möglichen Ablagerung in den Tiefseesedimenten. Planktologische Untersuchungen befassen sich mit den Verteilungen einiger dominanter Zooplankton- und Mikronekton-Arten wie *Calanoides acutus* und *Rhincalanus gigas* (zwei dominante Copepoden der Antarktis), die eine deutliche Abhängigkeit von den ozeanischen Strukturen des Weddellwirbels aufweisen. Diese Arten reproduzieren sehr wahrscheinlich nicht im westlichen Weddellmeer. Daher wird ihre Population durch die Advektion von überwinternden Individuen mit dem Warmen Tiefenwasser und durch lokale Rekrutierung im östlichen Weddellwirbel aufrecht erhalten. Das Vorhandensein von antarktischem Krill, *Euphausia superba*, im östlichen Weddellwirbel scheint eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Krillpopulation im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres zu spielen. Krill kann mit dem Einstrom von Warmem Tiefenwasser durch Advektion von Krill-Larven in das Weddellmeer eindringen, obwohl adulter Krill sich meistens in den oberen Wasserschichten aufhält. Auf dieser Fahrt soll die Bildung von Überwinterungsgemeinschaften großer calanoider Copepoden und die Abundanz der Krill-Larven-Population im Warmen Tiefenwassers mit dem Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) oder mit einem Optical Plankton Counter (OPC) in Kombination mit konventionellen Netzfängen untersucht werden. Die Chlorophyll-Konzentrationen werden in verschiedenen Tiefen entlang des gesamten Schnittes gemessen und die qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons wird anhand von Wasserproben bestimmt. Die Arbeiten zur Zooplankton-Ökologie beziehen sich auf die Beendigung der reproduktiven Phase, die eine ausgeprägte geographische Abhängigkeit zeigt. Der Übergang zur Überwinterung soll bei einigen dominanten Zooplanktonarten in verschiedenen Bereichen des Weddellwirbels untersucht werden, indem die vertikale Verteilung verschiedener Entwicklungsstadien von Copepoden mit Multinetz-Fängen bestimmt wird. Zur Charakterisierung des ökophysiologischen Zustandes der Zooplankter werden Proben zur Messung des Trockengewichtes, des Lipid- und des C/N-Gehaltes sowie der Aktivität der Verdauungsenzyme genommen.

Der zweite Teil der Reise hat die Untersuchung der ökologischen Beziehungen zwischen der marinen Fauna der Antarktischen Halbinsel und der des südlichsten Teils Südamerikas zum Schwerpunkt. Südamerika ist die Landmasse, die heute der Antarktis am nächsten liegt. Daher muß man annehmen, daß der Austausch zwischen Südamerika und der Antarktis im Vergleich zu den anderen Kontinenten also länger und intensiver gewesen ist. Aus neueren Arbeiten am Dallmann-Labor, das an die Jubany-Station der Argentinier angegliedert ist, sind Fauna und Flora in den Flachwassergebieten der Bransfieldstraße um King George Island recht gut bekannt. Während der "Joint Magellan VICTOR HENSEN Campaign 1994" wurden umfangreiche Proben im Flach- und Tiefwasser der Magellanstraße (bis ungefähr 650 m), im nordwestlichen Arm des Beaglekanals und südlich des Ostausgangs des Beaglekanals bis Kap Hoorn genommen. Während dieser Reise soll entlang mehrerer Schnitte (Abb. 4) in verschiedenen Tiefenstufen der Multicorer, der Mehrfachkastengreifer, die Dredge und die Unterwasserkamera eingesetzt werden, um Makro- und Meiozoobenthosstrukturen auf beiden Seiten der Drakestraße zu vergleichen und um Benthosproben durch Material aus größeren Tiefen zu vervollständigen. Ferner sollen Proben für physiologische, reproduktionsbiologische und populationsdynamische Untersuchungen genommen werden. Schließlich sollen Verhaltensbeobachtungen ermöglicht und Material für genetische Arbeiten beschafft werden. Hydrographische Daten sollen mit einer CTD-Sonde erfaßt werden. Während der Arbeiten bei King George Island sollen auch logistische Aufgaben erfüllt werden. Die Reise wird am 20. Mai 1996 in Punta Arenas enden.

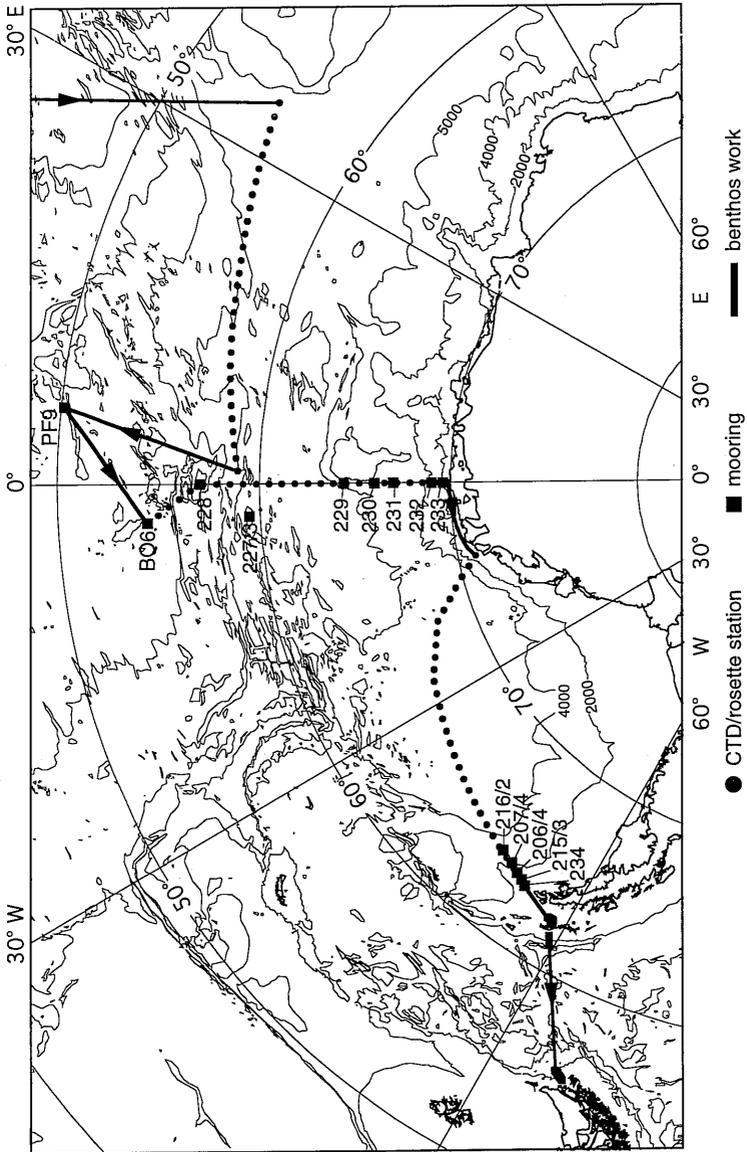


Abb. 1: Stationsplan während des Fahrtabschnitts ANT XIII/4.  
 Fig. 1: Station plan during leg ANT XIII/4.

## **1.2 Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme**

### **1.2.1 Untersuchungen der Atmosphäre**

#### **1.2.1.1 Messung von Temperaturprofilen in der Mesopause (IAPR)**

Temperaturmessungen stellen eine wesentliche Voraussetzung für das Studium der Atmosphäre dar. In der Mesopause (85-100 km Höhe), wo die tiefsten Temperaturen in der Atmosphäre auftreten, gestalten sie sich aber äußerst schwierig. Daher existieren nur wenige Temperaturprofile aus dieser Höhe. Diese Lücke kann durch aktive Fernerkundung mit einem bodengebundenen Temperatur-Lidar geschlossen werden. Aufgrund des hohen Aufwandes, der insbesondere durch die Lasertechnik bedingt ist, konnten solche Messungen bisher nur an drei Orten auf der Erde bei einer geographischen Breite von 69°N, 41°N und 40°N stationär durchgeführt werden. Das neu entwickelte Kalium-Temperatur-Lidar des Instituts für Atmosphärenphysik an der Universität Rostock gestattet nun erstmals den Einbau eines kompletten Temperatur-Lidars in einen 20"-Container. Dadurch ist der Betrieb des Lidars an Bord eines Schiffes wie der "Polarstern" möglich, was die Messung der natürlichen Variationen der Temperatur in der Mesopause in Abhängigkeit von der geographischen Lage und der Jahreszeit erlaubt. Ferner gestattet die gute Zeit- und Ortsauflösung der Lidar-Messungen, zusammen mit der gleichzeitigen Beobachtung der Kaliumschicht, tiefere Einblicke in dynamische Prozesse zu gewinnen, die in der oberen Atmosphäre ablaufen.

Hauptbestandteil des eingesetzten Temperatur-Lidars ist ein neuentwickelter, gepulster, sehr schmalbandiger und abstimmbarer Alexandritlaser hoher Energie, durch dessen Lichtpulse freie Kaliumatome in der Mesopause zur Resonanzfluoreszenz angeregt werden. Die rückgestreuten Photonen werden mit Hilfe eines Teleskops und eines Photomultipliers registriert. Ähnlich wie bei einem Radar kann aus der Laufzeit der Photonen die jeweilige Höhe bestimmt werden, in der die Streuung erfolgte. Die Anzahl der zurückgestreuten Photonen ist proportional zur Kaliumdichte. Durch kontinuierliches spektrales Durchstimmen des Lasers kann zusätzlich die temperaturbedingte Dopplerverbreiterung der Resonanzlinie (Feinstruktur) ausgemessen werden, woraus sich die absolute Temperatur im Streuvolumen berechnen läßt. Bei sehr gutem Signal erlaubt die Frequenzverschiebung der Feinstruktur durch den Dopplereffekt die vertikale Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Höhe in der Kaliumschicht zu bestimmen. Die Rayleigh/Mie-Streuung kann genutzt werden, um weitere Untersuchungen in der Stratosphäre (10 bis 50 km Höhe) vorzunehmen. Dort kann das Kalium-Lidar neben der Luftdichte und -temperatur auch Informationen zur Aerosolbelastung der Atmosphäre liefern. Durch Kombination von Resonanzstreuung und Rayleighstreuung kann in kurzer Zeit ein kontinuierliches Temperaturprofil von ca. 30 bis über 100 km Höhe gewonnen werden.

## 1.2.2 Physikalische Ozeanographie

### 1.2.2.1 Der Austausch zwischen dem Weddellmeer und dem Antarktischen Zirkumpolarstrom (AWI)

#### Ziele

Im Weddellmeer findet ein wesentlicher Teil der Bodenwasserbildung des Weltmeeres statt. Dabei spielt die winterliche Abkühlung und die Eisbildung auf den Schelfen sowie die Wechselwirkung zwischen Ozean und Schelfeis eine wesentliche Rolle. Durch diese Prozesse 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.

Eine der Voraussetzungen für diese Prozesse bildet der Zustrom von salzreichem Tiefenwasser aus dem Antarktischen Zirkumpolarstrom im östlichen Weddellwirbel, das dort als Warmes Tiefenwasser beobachtet wird. Der Einstrom unterliegt starken zeitlichen Fluktuationen, die zum Teil durch Strukturen der Bodentopographie erzeugt werden. Die Dynamik und Kinematik der Fluktuationen soll untersucht werden, um die Variabilität des Einstroms zu verstehen. Darüber hinaus sind die Fluktuationen für tiefgreifende Vermischungsvorgänge im offenen Ozean von Bedeutung, die einerseits zur Tiefenwasserbildung führen können, und die andererseits die Meereisdicke beeinflussen, was in extremen Fällen zu Polynjas im offenen Ozean führen kann.

Um diese Vorgänge quantifizieren zu können, sollen die Wassermasseneigenschaften und der Transport des Einstroms in den östlichen Weddellwirbel, des Austauschs zwischen dem östlichem und dem westlichem Weddellwirbel und des Ausstroms in die Weddell-Scotia-Konfluenz gemessen werden. Die Transportbestimmung soll durch quasi-synoptische Mehrfachmessung optimiert werden. Ferner sollen die ageostrophischen Anteile des Strömungsfeldes durch direkte Strömungsmessungen bestimmt werden. Um die Aussagekraft der Messungen beurteilen zu können, sollen die langzeitigen Variationen des Einstroms, der Vermischungstiefe und der Eigenschaften des Tiefenwassers gemessen werden. Wegen der Bedeutung der Meereisbildung für die Wassermassenmodifikation soll die meridionale Verteilung der Eisdicke und die langzeitige Variation der Eisdickenverteilung und -konzentration gemessen werden, um Zusammenhänge zwischen der ozeanischen Vermischungstiefe und der Eisbedeckung zu erkennen.

Die Messungen dienen u. a. zur Validierung von Modellen, welche die Zirkulation und Wassermassenbildung im Weddellmeer simulieren. Dazu ist die Messung mehrjähriger Zeitreihen der ozeanischen Strömungs- und Schichtungsverhältnisse sowie der atmosphärischen Antriebsbedingungen und des Meereises notwendig, um so die Reaktion des Systems auf Variationen im Antrieb bestimmen zu können. Die Arbeiten im Rahmen der physikalischen Ozeanographie stellen einen Beitrag zum World Ocean Circulation Experiment (WOCE) dar. Der hydrographische Schnitt ist unter dem WOCE-Code SR4 registriert.

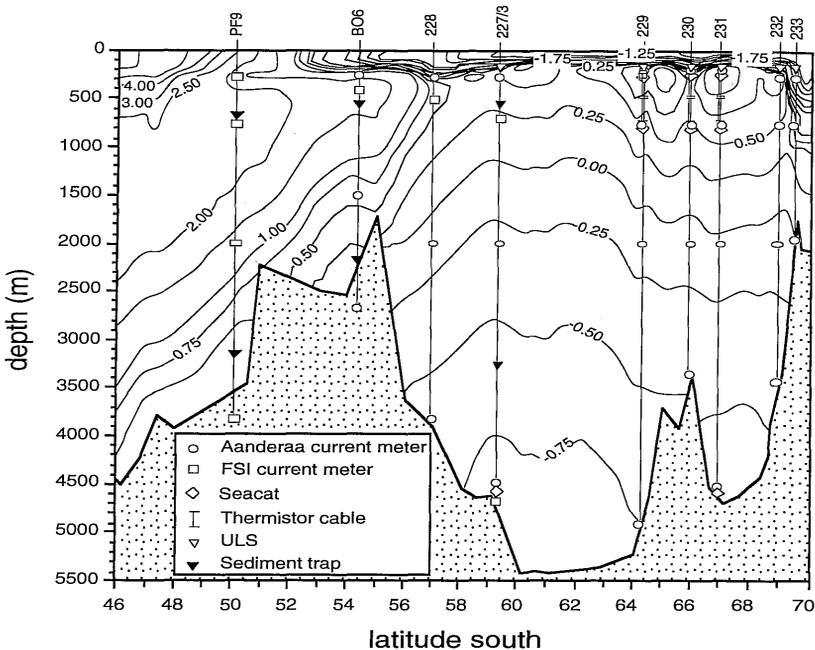


Abb. 2: Vertikalschnitt der potentiellen Temperatur durch das Weddellmeer bei 0° mit den geplanten Verankerungen.

Fig. 2: Vertical section of potential temperature across the Weddell Sea at app. 0° with the planned moorings.

### Arbeiten auf See:

Das Programm enthält drei Komponenten:

- die Messung des Einstroms im östlichen Weddellmeer,
- die Messung des Austauschs zwischen dem östlichen und dem westlichen Weddellmeer,
- die Messung des Einstroms in das südliche Weddellmeer aus dem Osten und der Ausstrom im Nordwesten.

Dazu sind folgende Messungen geplant (Abb. 1):

- ein hydrographischer Schnitt durch den nordöstlichen Weddellwirbel von 0° bis 35°E mit der CTD-Sonde (conductivity/temperature/depth) verbunden mit Kranzwasserschöpfer und ADCP (Akustischer Doppler-Profilstrommesser),
- ein meridionaler hydrographischer Schnitt durch den Weddellwirbel bei etwa 0° mit CTD-Sonde verbunden mit Kranzwasserschöpfer und ADCP sowie mit der Auslegung von Verankerungen (Abb. 2),

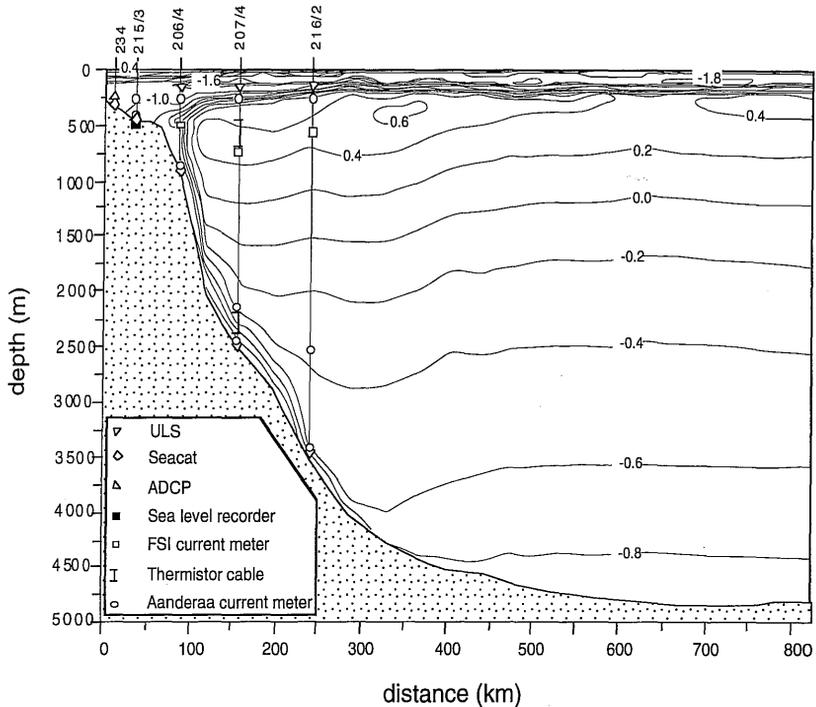


Abb. 3: Vertikalschnitt der potentiellen Temperatur durch das südliche Weddellmeer bei Joinville Island mit den geplanten Verankerungen.

Fig. 3: Vertical section of the potential temperature across the southern Weddell Sea off Joinville Island with the planned moorings.

- ein hydrographischer Schnitt durch das südliche Weddellmeer mit der CTD-Sonde verbunden mit Kranzwasserschöpfer und ADCP sowie mit der Auslegung von Verankerungen bei der Joinville Island (Abb. 3).

An den Wasserproben sollen der Salzgehalt zur Kontrolle der CTD-Sonde und des Kranzwasserschöpfers gemessen werden. Sauerstoff und sein stabiles Isotop  $^{18}\text{O}$  werden zur Charakterisierung von Wassermassen eingesetzt. Zu paläo-ozeanographischen Untersuchungen werden Proben für die Bestimmung des stabilen Kohlenstoffisotops  $\delta^{13}\text{C}$  genommen.

### 1.2.2.2 Tracermessungen (IUPB)

Die Tracer-Messungen auf den hydrographischen Schnitten umfassen FCKWs mit Freon-11, Freon-12, Freon-113 und  $\text{CCl}_4$ , sowie Tritium,  $^3\text{He}$ , He und Ne. Die FCKW-Messungen erfolgen mittels ECD-Gaschromatographie an Bord. Für die weiteren Tracer werden Proben genommen. Die Meßgenauigkeit wird dem WHP-Standard entsprechen. Die FCKW-Messungen sollen den Rosetten-Wasserprobennahmen so weit als möglich folgen (ca. 55 Messungen pro Tag). Für die übrigen Tracer wird eine Stationsauswahl getroffen werden (ca. 50 Stationen insgesamt). FCKWs, Tritium und zum kleineren Teil auch  $^3\text{He}$  sind transiente Tracer anthropogenen Ursprungs. Beobachtungen dieser Tracer ergeben Informationen über die Wassermassenerneuerung im Meeresinnern von der Meeresoberfläche her auf Zeitskalen von Jahren bis einigen Dekaden. Bei dieser Reise wird erstmals in diesem Gebiet auch Freon-113 und  $\text{CCl}_4$  durchgehend erfaßt werden können. F-113 gelangt erst seit den frühen 60er Jahren in die Atmosphäre, kennzeichnet also eher jüngeres Wasser und ist damit für Wassermassen-Bildungsprozesse in der Deckschicht besonders interessant, während  $\text{CCl}_4$  bereits seit 1920 in der Atmosphäre ist und damit älteres Wasser zu charakterisieren vermag.

Von besonderer Bedeutung ist, daß erstmals auch der Einstrom in das Weddellmeer im Osten vollständig erfasst werden soll, und daß einige Schnitte, auf denen bereits bei den Reisen METEOR 11/5 (1990) und ANT X/4 (1992) gemessen wurde, wiederholt werden. Letzteres ist wegen des zeitlich monotonen Anstiegs der Tracerkonzentrationen im Wasser bedeutsam. Der Vergleich der Konzentrationen in der Atmosphäre und im Wasser ergibt Informationen über die Transportprozesse im untersuchten Wasserkörper. Mit Ausnahme des Kapbeckens und der Drakestraße werden die Tracer mit messbaren Konzentrationen in der gesamten Wassersäule vorliegen. Weitere Information über die Ventilation der Deckschicht und zur Wassermassenanalyse, wie z. B. die Anteile von Eisschelfwasser, wird von der natürlichen  $^3\text{He}$ -Komponente sowie von He und Ne erwartet. Die Schnitte überdecken wichtige Erneuerungswege für die zahlreichen im Untersuchungsgebiet auftretenden Wassermassen (Südatlantisches Zentralwasser, Antarktisches Zwischenwasser, Zirkumpolares Tiefenwasser/Warmes Tiefenwasser, Antarktisches Bodenwasser, Weddellmeer-Tiefen- und Bodenwasser). Eine Untersuchung der Erneuerung dieser Wassermassen beruht auf der großräumigen Verteilung der Tracer. Erhöhte räumliche Auflösung wird aber insbesondere vor der Antarktischen Halbinsel angestrebt sowie über den Antarktischen Zirkumpolarstrom.

### 1.2.3 Meereschemie

#### 1.2.3.1 Nährstoffe und anorganischer Kohlenstoff (AWI, NIOZ)

##### Ziele

Die Veränderungen des globalen Kohlenstoffkreislaufs durch Verbrennung fossiler Brennstoffe und Abholzung hat eine Zunahme des atmosphärischen Kohlendioxids ( $\text{CO}_2$ ) mit Auswirkungen auf den Treibhauseffekt bewirkt. Die Tiefsee kann das überschüssige  $\text{CO}_2$  aufnehmen, allerdings nur in weit längeren Zeiträumen als die bisherige Dauer des anthropogenen Ausstoßes. Gebiete wie das Weddellmeer, in denen Austausch zwischen Tiefen- und Oberflächenwasser stattfindet, sind von besonderer Bedeutung für die  $\text{CO}_2$ -Aufnahme des Ozeans. Allerdings kann Auftrieb von Tiefenwasser auch zur Abgabe von  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre führen. Deshalb ist es das Ziel des Projektes, die Rolle des Weddellmeeres als Quelle oder Senke für atmosphärisches  $\text{CO}_2$  besser zu definieren. Dazu sollen die Daten dieser Reise mit Daten von zwei vorherigen Fahrten kombiniert werden.

Spezifische Ziele dieser Fahrt sind:

- die Messung der Differenz des  $\text{CO}_2$ -Partialdrucks ( $\Delta p\text{CO}_2$ ) zwischen Luft und Wasser im herbstlichen Weddellmeer vor dem Schließen des Meereises, um den Ausgangszustand der Oberflächenschicht für winterliche Prozesse zu erfassen;
- die Messung von  $\Delta p\text{CO}_2$  im Zirkumpolarstrom, um die Faktoren zu bestimmen, die dieses Gebiet mit seinen Fronten als Senke oder Quelle wirken lassen;
- die Ableitung von Strukturen der Zirkulation im Weddellmeer, die aus der  $\text{CO}_2$ -Verteilung besonders deutlich werden. Dabei ist die Entstehung des Zentralen Zwischenwassers (CIW), das an  $\text{CO}_2$  und Nährstoffen angereichert ist, von besonderem Interesse;
- die Bestimmung von Variationen der Redfield-Verhältnisse zwischen Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Silizium und Sauerstoff in unterschiedlichen Gebieten und Wassermassen. Diese Verhältniszahlen werden genutzt, um die Rolle des  $\text{CO}_2$  in biologischen Prozessen zu parameterisieren;
- die Bestimmung der Nährstoffverteilung als zusätzliche Möglichkeit die Wassermassenverteilung zu untersuchen.

##### Arbeiten auf See

Die Komponenten des  $\text{CO}_2$ -Systems sollen in der ganzen Wassersäule an Wasserproben aus dem Kranzwasserschöpfer gemessen werden. Dazu gehören der Gesamtgehalt an anorganischem Kohlenstoff ( $\text{TCO}_2$ ) und die Gesamt-Alkalinität. Mit diesen beiden Größen ist das  $\text{CO}_2$ -System bestimmt, und der Partialdruck  $p\text{CO}_2$  kann berechnet werden. Die  $\text{CO}_2$ -Analyse erfolgt durch eine coulometrische Standardmethode. Die Alkalinität wird durch eine potentiometrische Titration mit Säure gemessen, wobei der Endpunkt der Titration nach der Methode von Gran festgestellt wird. Des weiteren sollen quasi-kontinuierliche Messungen des  $p\text{CO}_2$

vom fahrenden Schiff aus mit einem Infrarot-Analysegerät erfolgen. Dazu wird Wasser von ungefähr 10 m Tiefe ins Schiff gepumpt. Mit demselben Gerät soll auch der  $p\text{CO}_2$  der Atmosphäre gemessen werden. An den Stationen soll die interne Konsistenz der Messungen überprüft werden, da mit den drei genannten Größen das  $\text{CO}_2$ -System überbestimmt ist. Für die Nährstoffbestimmung werden in der ganzen Wassersäule Proben genommen und mit einem vollautomatischen Autoanalyser System gemessen.

### 1.2.3.2 Organische Meereschemie (AWI)

#### Ziele

Von der Arbeitsgruppe "Organische Meereschemie" wird die Verteilung gelöster und partikulärer Phytosterole im herbstlichen Weddellmeer untersucht, wobei den Bedingungen im Tiefen- und Bodenwasser besondere Beachtung geschenkt werden soll. Die geplanten Arbeiten ergänzen und vertiefen frühere Studien, die im gleichen Gebiet während der Frühjahrsblüte des Phytoplanktons durchgeführt worden sind. Übergeordnetes Ziel der Untersuchungen ist das Schicksal von Phytosterolen und anderer organischer Spurenstoffe im Meer von der Biosynthese und dem Eintrag in die euphotischen Zone bis zur möglichen Ablagerung in den Tiefseesedimenten.

#### Arbeiten auf See

Das Kerngebiet der geplanten Probennahme liegt auf einem Schnitt durch den Weddellwirbel zwischen Kapp Norvegia und Joinville Island, wo vor allem Ergebnisse zum Substanzausstrom aus dem Weddellmeer erwartet werden. Auf diesem Schnitt sollen 20-l-Wasserproben an 10 Stationen im Abstand von ca. 200 km (davon zwei im Kernbereich des Weddellwirbels) in jeweils 6 Tiefen (in der Regel 5 m, 500 m, 2500 m, ca. 4000 m oder etwa 500m über Grund, 50m über Grund, 10 m über Grund) genommen werden. Zur Charakterisierung des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Substanzeinstroms in den Weddellwirbel sind Messungen auf einem quasi-zonalen Schnitt durch das östliche Weddellmeer und einem Meridionalschnitt von der Polarfront bis zum antarktischen Kontinent bei etwa 0 vorgesehen. Hier werden Phytosterole in der herbstlichen euphotischen Zone des Antarktischen Oberflächenwassers und in charakteristischen Bereichen des Zirkumpolaren Tiefenwassers bestimmt. Stations- und Tiefenauswahl soll in der oben beschriebenen Meßdichte und - soweit möglich - unter Berücksichtigung von CTD-, Chlorophyll- und anderen ozeanographischen Meßprofilen erfolgen.

In allen Proben werden gelöste und partikuläre Spurenstoffe kurz nach der Aufnahme durch Filtration getrennt und gelöste Lipide extrahiert. Lipidextrakte und partikuläres Material werden mit Schutzgas abgedeckt, verschlossen und für den Transport tiefgefroren. Analytische Trennung, Identifizierung und Quantifizierung der Einzelstoffe erfolgen im Heimatlabor unter Einsatz geeigneter chromatographischer und massenspektrometrischer Verfahren. Da angestrebt wird, Phytosterole im Wasser in Massenkonzentrationen von  $10^{-9}$  bis  $10^{-14}$  zu erfassen, müssen alle Arbeiten von der Probenahme im Feld bis zur endgültigen Detektion im Labor unter den strengen Bedingungen der Ultrapurenanalytik durchgeführt.

## 1.2.4 Meeresbiologie

### 1.2.4.1 Planktologische Untersuchungen (AWI, ZMMU)

#### 1.2.4.1.1 Verteilung von Plankton und Mikronekton in Abhängigkeit physikalischer Parameter im östlichen Weddellmeer

##### Ziele

Die Verteilung einiger dominanter Zooplankton- und Mikronekton-Arten zeigt eine deutliche Abhängigkeit von den ozeanischen Strukturen des Weddellwirbels. *Calanoides acutus* und *Rhincalanus gigas* (zwei dominante Copepoden der Antarktis) sind im Norden des Weddellmeeres, nahe der Weddellfront, welche das Weddellmeer vom Antarktischen Zirkumpolarstrom trennt, selten anzutreffen. Im Inneren des Weddellwirbels dagegen ist ihre Abundanz deutlich höher. Diese Arten reproduzieren sehr wahrscheinlich nicht im westlichen Weddellmeer. Dort wird ihre Population durch die Advektion von überwinterten Individuen mit dem Warmen Tiefenwasser und durch lokale Rekrutierung im östlichen Weddellmeer aufrecht erhalten.

Der antarktische Krill, *Euphausia superba*, erreicht seine maximale Abundanz entlang der Weddellfront und ist im Innern des Weddellmeeres westlich von 20°W relativ selten. Das Vorhandensein von Krill im östlichen Gebiet des Weddellwirbels scheint eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Krillpopulation im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres zu spielen. Krill kann mit dem Einstrom von Warmen Tiefenwasser in das Weddellmeer durch Advektion von Krill-Larven eindringen, obwohl adulter Krill sich meistens in oberen Wasserschichten aufhält. Am östlichen Rand des Weddellwirbels wurden im Herbst hohe Konzentrationen von Krill-Larven gefunden, was diese Theorie unterstützt. Der Transport von adultem Krill könnte auch mit Warmwasserwirbeln erfolgen, die im östlichen Weddellwirbel beobachtet werden.

##### Arbeiten auf See

Auf dieser Fahrt soll die Bildung von Überwinterungsgemeinschaften großer calanoider Copepoden und die Abundanz von der Krill-Larven-Population im Bereich des Warmen Tiefenwassers untersucht werden. Neuere Meßmethoden wie der Gebrauch des Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) zur Abschätzung der Partikelkonzentration im Wasser oder ein Optical Plankton Counter (OPC) in Kombination mit konventionellen Netzfängen werden uns erlauben, den Transport von Zooplankton und Krill im Warmen Tiefenwasser zu untersuchen. Die Abundanz und die Verteilungsmuster der verschiedenen dominanten pelagischen Arten sollen entlang eines West-Ost-Schnittes im Warmen Tiefenwasser mit ozeanographischen Daten und Phytoplanktonverteilungen verglichen werden. Die horizontale Verteilung von Zooplankton und Mikronekton wird mit Fängen mit dem Rectangular Midwater Trawl (RMT) parallel zu ADCP-Messungen erfaßt. Die vertikale Verteilung der Zooplankter wird aus Multinetzfängen bis in 1000 m Tiefe abgeleitet. Am Multinetz ist ein OPC befestigt, um eine höhere vertikale Auflösung zu erreichen. Die Netzfänge werden z.T. direkt an Bord bearbeitet, um die notwendigen Daten zur Kalibrierung des ADCP zu erhalten.

Die Chlorophyll-Konzentrationen werden in verschiedenen Tiefen entlang des gesamten Schnittes mit einem Turner-Fluorometer gemessen. Zur Untersuchung der qualitativen Zusammensetzung des Phytoplanktons werden Proben aus verschiedenen Wassertiefen genommen und mit Formol fixiert (Endkonzentration 1%). Die Auswertung erfolgt nach der Fahrt am AWI. Zusätzlich werden noch Netzfänge mit dem Apstein-Netz (20 m Maschenweite) in den oberen Wasserschichten durchgeführt.

#### **1.2.4.1.2 Die spätherbstliche Situation in der Zooplanktongemeinschaft des Weddellmeeres**

##### **Ziele**

Neuere Untersuchungen zur Zooplankton-Ökologie zeigen beachtliche Unterschiede in der Beendigung der reproduktiven Phase der verschiedenen Arten. Diese Unterschiede zeigen eine ausgeprägte geographische Abhängigkeit. Vermutlich variiert die Reproduktion von einigen dominanten Copepoden-Arten (*Calanus propinquus* und *Rhincalanus gigas*) in Zeit und Raum und kann bis April dauern. Die reproduktive Phase des antarktischen Krill in diesem Gebiet zeigt dieselben Muster. Im Gegensatz dazu scheinen *Calanoides acutus* und *Thysanoessa macrura* klarer definierte Reproduktionsperioden zu haben. Nach Beendigung der Reproduktion bereiten sich die meisten antarktischen Zooplankter auf die Überwinterung vor. Die Überwinterungsstrategien der verschiedenen Zooplanktonarten unterscheiden sich voneinander und beinhalten auch stadiums-spezifische vertikale Wanderungen.

##### **Arbeiten auf See**

Wir werden den Übergang zur Überwinterung bei einigen dominanten Zooplanktonarten in verschiedenen Bereichen des Weddellwirbels untersuchen. Dazu soll die vertikale Verteilung verschiedener Entwicklungsstadien von Copepoden mit Multinetz-Fängen erfaßt werden. Wenn möglich, sollen Untersuchungen zur Eiproduktion und zur Nahrungsaufnahme erfolgen. Zur Charakterisierung des ökophysiologischen Zustandes der Zooplankter werden Proben zur Bestimmung des Trockengewichtes, des Lipid- und des C/N-Gehaltes genommen. Ferner soll die Aktivität der Verdauungsenzyme gemessen werden.

#### **1.2.4.2 Benthos (AWI, FBZO, IZG, IPÖ, UACH, UMAG, UNIB)**

##### **Ziele**

Die ökologischen Beziehungen zwischen der marinen Fauna der Antarktis und den anderen, nacheinander vom antarktischen Kontinent gelösten Teilen Gondwanas sind bislang ungeklärt. Dabei interessiert speziell die Beziehung zwischen der Fauna der Antarktischen Halbinsel und der des südlichsten Teils Südamerikas. Südamerika ist die Landmasse, die heute der Antarktis am nächsten liegt. Daher nimmt man an, daß der Austausch zwischen Südamerika und der Antarktis im Vergleich zu anderen Kontinenten länger und intensiver gewesen ist.

Häufig wird davon ausgegangen, daß zwischen der Antarktischen Halbinsel und der Magellanischen Region, die im wesentlichen Patagonien und Feuerland mit deren umfangreichem Kanal- und Fjordsystem umfaßt, faunistische und floristische Übereinstimmungen bestehen. Dies mag sicherlich für einige Tiergruppen zutreffen, viele Fälle bestätigen diese Sichtweise jedoch nicht oder lassen zumindest starke Zweifel aufkommen. Die Hauptursache für diese Unsicherheiten liegt darin, daß umfangreiches Probenmaterial aus der Magellanischen Region und dem angrenzenden Kontinentalhang der Drakestraße bislang fehlt.

In den letzten Jahren wurden verstärkt Anstrengungen unternommen, den Kenntnisstand über beide Gebiete zu verbessern. Aus neueren Arbeiten am Dallmann-Labor, das an die Jubany-Station der Argentinier angegliedert ist, sind Fauna und Flora in den Flachwassergebieten der Bransfieldstraße um King George Island recht gut bekannt. Während der "Joint Magellan VICTOR HENSEN Campaign 1994" wurden umfangreiche Proben im Flach- und Tiefwasser der Magellanstraße (bis ungefähr 650 m), im nordwestlichen Arm des Beaglekanals und südlich des Ostausgangs des Beaglekanals bis Kap Hoorn genommen. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Expedition waren, daß die beiden Ökosysteme auf den gegenüberliegenden Seiten der Drakestraße sehr verschiedene Strukturen entwickelt haben, obwohl einige der häufigeren Tier- und Pflanzengruppen der beiden Regionen Übereinstimmungen bis auf Gattungs- und Artniveau aufweisen.

Die Benthosgruppe verfolgt die folgende Zielsetzung:

- Vergleich der Makro- und Meiozobenthosstrukturen auf beiden Seiten der Drakestraße mittels Geräten, die bereits früher in der Hochantarktis, vor der Antarktischen Halbinsel und in der Magellanischen Region eingesetzt worden sind;

- Vervollständigung der Benthosproben durch Material vom Kontinentalhang beiderseits der Drakestraße, vor allem aus größeren Tiefen;

- Physiologische, reproduktionsbiologische und populationsdynamische Untersuchungen sowie Verhaltensbeobachtungen an "Schlüsselarten" und Vergleich mit Ergebnissen von verwandten Arten aus niedrigen und höheren Breiten;

- Beschaffung von Material für genetische Arbeiten an ausgewählten Tiergruppen (insbesondere Isopoden), um Polymorphismus und Distanzen zwischen Artengruppen zu untersuchen und mit der "molekularen Uhr" abzugleichen.

### **Arbeiten auf See**

Für die Probennahme sind insgesamt 6 Arbeitstage geplant. Entlang mehreren Schnitten (Abb. 4) sollen verschiedene Tiefenstufen mit Multicorer, Mehrfachkastengreifer, Dredge und Unterwasserkamera untersucht werden. Zusätzlich sollen hydrographische Daten mit einer CTD-Sonde erfaßt werden.

Vor King George Island sind zwei Schnitte in der Bransfieldstraße (ausgehend von der Potter Cove) zwischen 70 und 1500 m Tiefe sowie ein dritter Schnitt in der Drakestraße auf dem gegenüberliegenden Hang der Insel zwischen 500 und 3000 m Tiefe geplant.

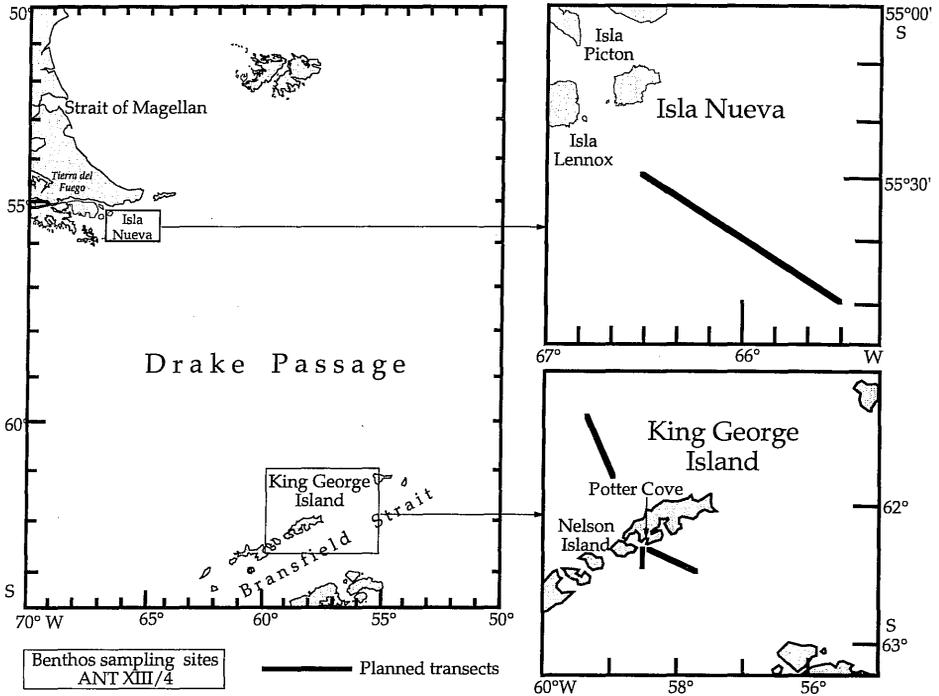


Abb. 4: Die Untersuchungsgebiete und Schnitte des Benthosprogrammes.  
 Fig. 4: Observation sites and transects of the benthos programme.

Ein weiterer Schnitt soll zwischen 1500 m am patagonischen Kontinentalhang und 200 m Tiefe auf dem Schelf südlich der Isla Nueva durchgeführt werden, um die während der "Joint Magellan VICTOR HENSEN Campaign 1994" erzielten Ergebnisse zu ergänzen. Teile dieses Schnitts sollten bereits während der VICTOR HENSEN-Expedition bearbeitet werden, was aber aufgrund des schlechten Wetters nicht möglich war.

## Fahrtabschnitt Pta. Arenas nach Bremerhaven (ANT XIII/5)

### **2.1 Zusammenfassung**

Der Fahrtabschnitt ANT XIII/5 dauert vom 22. Mai bis zum 20. Juni 1996. Die Bedeutung der Tiefsee als ein artenreicher Lebensraum wurde in den vergangenen Jahren zunehmend hervorgehoben, obwohl zur Zeit von großen Bereichen dieses Lebensraums nur wenig bekannt ist. Im Mittelpunkt dieses Fahrtabschnitts steht ein umfangreiches biologisches Arbeitsprogramm zur Untersuchung der Diversität der Tiefseefauna mit mikrobiologischen, zooplanktologischen sowie meio- und makrobenthologischen Untersuchungen. Unter Diversität verstehen wir insbesondere meridionale Unterschiede in Besiedlungsmustern, die sich über unterschiedliche Abundanzen, Biomassen, Artenzusammensetzung etc. deutlich machen lassen. Meridionale Gradienten in der Tiefseefauna des Südatlantiks sind bisher nur ansatzweise untersucht worden. Entlang einem Nord-Süd-Schnitt wird uns durch die Proben aus verschiedenen Greifern, Netzen und Schöpfern von fünf Stationen ein erster Einblick in die meridionalen Diversitätsgradienten des Südatlantiks ermöglicht. Die auf dem vorhergehenden Abschnitt begonnenen Temperaturmessungen in der Mesopause der Atmosphäre in 85 bis 100 km Höhe mittels Lidar werden fortgeführt.

### **2.2 Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme**

#### **2.2.1 Untersuchungen der Atmosphäre**

##### **2.2.1.1 Messung von Temperaturprofilen in der Mesopause (IAPR)**

Temperaturmessungen stellen eine wesentliche Voraussetzung für das Studium der Atmosphäre dar. In der Mesopause (85-100 km Höhe), wo die tiefsten Temperaturen in der Atmosphäre auftreten, gestalten sie sich aber äußerst schwierig. Daher existieren nur wenige Temperaturprofile aus dieser Höhe. Diese Lücke kann durch aktive Fernerkundung mit einem bodengebundenen Temperatur-Lidar geschlossen werden. Aufgrund des hohen Aufwandes, der insbesondere durch die Lasertechnik bedingt ist, konnten solche Messungen bisher nur an drei Orten auf der Erde bei einer geographischen Breite von 69°N, 41°N und 40°N stationär durchgeführt werden. Das neu entwickelte Kalium-Temperatur-Lidar des Instituts für Atmosphärenphysik an der Universität Rostock gestattet nun erstmals den Einbau eines kompletten Temperatur-Lidars in einen 20"-Container. Dadurch ist der Betrieb des Lidars an Bord eines Schiffes wie der "Polarstern" möglich, was die Messung der natürlichen Variationen der Temperatur in der Mesopause in Abhängigkeit von der geographischen Lage und Jahreszeit erlaubt. Ferner gestattet die gute Zeit- und Ortsauflösung der Lidar-Messungen, zusammen mit der gleichzeitigen Beobachtung der Kaliumschicht, tiefere Einblicke in dynamische Prozesse zu gewinnen, die in der oberen Atmosphäre ablaufen.

## **2.2.2. Meeresbiologie**

### **2.2.2.1 Mikrobiologie (AWI)**

Seit längerem ist die Existenz von barophilen Bakterien in der Tiefsee belegt, wobei sich aber erst in jüngster Zeit ihre außergewöhnliche Bedeutung für die Stoffumsetzung im Abyssopelagial sowie im Abyssobenthal abzeichnet. Alle bisher bekannten barophilen Bakterien sind gegenüber kurzzeitigen Dekompressionen, wie sie während der Probennahme vorkommen, unempfindlich. Ob die mikrobielle Tiefseegemeinschaft auch eine dekompensationsempfindliche Bakterienkomponente umfaßt und wenn ja, welche Rolle diese spielt, ist bisher unbekannt. Zur Beantwortung dieser Fragen ist es eine notwendige Voraussetzung, die mikrobiellen Vorgänge in der Tiefsee zu verstehen und letztendlich quantitativ einordnen zu können. Mit Hilfe eines neukonzipierten Wasserschöpfers, der partikuläres Material in situ anreichert und unter Einhaltung des in-situ-Drucks an die Meeresoberfläche bringt, soll diesem Fragenkomplex mit einem neuen methodischen Ansatz nachgegangen werden.

### **2.2.2.2 Zooplankton (AWI)**

Für die Untersuchung der Diversität und Biomasseverteilung des Mesozooplanktons in der gesamten Wassersäule werden auf fünf Stationen im Südatlantik Multinetzproben aus neun Tiefenintervallen von dicht über dem Meeresboden bis zur Oberfläche gewonnen. Ergänzt durch bereits vorhandene Proben aus dem Nordpolarmeer, der Grönland- und Norwegensee sowie dem Weddellmeer ergibt sich somit ein vollständiger Schnitt für das Mesozooplankton des Atlantiks unter Verwendung desselben Fanggerätes. Zusätzlich zu den Fragen der horizontalen und vertikalen Diversität soll aus Längen-Kohlenstoffbeziehungen die Biomasseverteilung in den einzelnen Tiefenstufen untersucht werden. Dazu wird der Kohlenstoffgehalt von Individuen verschiedener Arten und Größen an gefrorenem Material ermittelt. Untersuchungen zur Darmfüllung, Kotballenproduktion und Eiablage dominanter Copepodenarten ergänzen das Arbeitsprogramm.

### **2.2.2.3 Benthos (AWI, FBZO, NHM, SAMS)**

Großräumige meridionale Gradienten in der Diversität des marinen Zoobenthos sind bislang wegen der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht eindeutig belegbar. Dieses gilt für das Meio- und das Makrozoobenthos gleichermaßen. Dabei ist die kälteadaptierte Tiefseefauna und ihre möglichen Beziehungen zum polaren Zoobenthos von großem wissenschaftlichen Interesse. Ziel dieser Untersuchungen ist es, erste Einblicke in meridionale Diversitätsgradienten der Tiefsee des Südatlantiks zu ermöglichen.

#### **2.2.2.3.1 Meiobenthos**

Die quantitative Probennahme für die Analyse der Meiobenthosfraktion erfolgt hauptsächlich mit einem Multicorer, wobei besonders die meiobenthischen Cope-

poden und Nematoden von Interesse sind. Es werden niedrige Abundanzen und eine hohe Variabilität erwartet, so daß eine hohe Anzahl von Parallelproben an jeder Station notwendig ist, um die statistische Absicherung der Aussagen zu gewährleisten. Einbezogen in die Untersuchungen sind ebenfalls die hyperbenthischen Tiefseeegesellschaften, die aus dem überstehenden Wasser der Stechrohre analysiert werden.

#### **2.2.2.3.2 Makrozoobenthos**

Für die Bearbeitung des Fragenkomplexes "Diversität" kommt es darauf an, möglichst viele ungestörte Proben auf jeder Station zu gewinnen, die einen Vergleich unter statistischen Gesichtspunkten an dieser Station erlauben, und die darüberhinaus auch mit unseren umfangreichen Proben aus den polaren Meeren vergleichbar sind. Aus diesem Grund erfolgt die Probennahme mit dem Mehrfachgreifer (Gerdes, 1990), über den gleichzeitig mittels einer integrierten UW-Videoanlage Bildmaterial vom Untersuchungsgebiet geliefert wird. Parallel zu diesem Mehrfachgreifer wird ein neuentwickelter "Revolvergreifer" zum Einsatz kommen, der speziell für Tiefseearbeiten konzipiert wurde. Die geplanten Arbeiten dieses Fahrtabschnittes erweitern unser Arbeitsgebiet von den polaren Meeresgebieten auf die Tiefsee des Südatlantiks.

## **Beteiligte Institutionen / Participating Institutions**

<b>Adresse Address</b>	<b>Teilnehmer Participants</b>	<b>Fahrtabschnitt Leg</b>
<b><u>Belgium</u></b>		
IZG Institute of Zoology Marine Biology Station University of Gent K.L. LedemamckStraat 85 B-9000 Gent	1	4
<b><u>Chile</u></b>		
UMAG Instituto de la Patagonia Universidad de Magallanes Avenida Bulnes Punta Arenas	2	4
UACH Instituto de Zoologia Universidad Austral de Chile Valdivia	1	4
<b><u>Federal Republic of Germany</u></b>		
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	27,6	4,5
AWIP Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Forschungsstelle Potsdam c/o Zoologisches Museum Berlin Invalidenstr. 43 D-10115 Berlin	1	4
DWD Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Postfach 301190 D-20304 Hamburg	2,2	4,5
FBZO FB/7AG Zoomorphologie Carl-von-Ossietzky-Universität D-26111 Oldenburg	1,2	4,5
HSW Helicopter-Service Wasserthal GmbH; Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	3	4

Adresse Address		Teilnehmer Participants	Fahrtabschnitt Leg
IAPR	Institut für Atmosphärenphysik Schloßstr. 4-6 D-18221 Kühlungsborn	2,4	4,5
IPO	Institut für Polarökologie Universität Kiel Wischhofstr. 1-3, Geb. 12 D-24148 Kiel	1	4
IUPB	IUP - Institut für Umweltphysik Abt. Tracer-Ozeanographie Universität Bremen, FB 1 Postfach 330 440 D-28334 Bremen	5	4
UNIB	Universität Bielefeld Fakultät für Biologie Abt. 2, Morphologie und Systematik der Tiere Morgenbreede 45 D-33615 Bielefeld		4
<u>The Netherlands</u>			
NIOZ	Netherlands Institute for Sea Research P.O. Box 59 1790 Ab den Burg Texel	2	4
<u>UK</u>			
NHM	The Natural History Museum Department of Zoology Cromwell Road London, SW7B 5BD	2	5
SAMS	The Scottish Association for Marine Science P.O. Box 3 Oban, Argyll PA34 4AD, Scotland	1	5
<u>Russia</u>			
ZMMU	Zoological Museum of the Moscow University Bolshaya Nikitskaya 6 Moscow, 103009	1	4

## Fahrtteilnehmer/ Cruise participants

### ANT XIII/4

Name	Vorname	Institut
Arntz	Wolf	AWI
Bakker	Karel	NIOZ
Bittkau	Anke	AWI
Böhm	Joachim	HSW
Brinkmann	Dirk	HSW
Büchner	Jürgen	HSW
Bulsiewicz	Klaus	IUPB
Buschmann	Alexander	AWI
Dubischar	Corinna	AWI
Eska	Veit	IAPR
Fahrbach	Eberhard	AWI
Fraas	Gerhard	IUPB
George	Kai Horst	FBZO
Gerdies	Dieter	AWI
Gorny	Janja	AWI
Gorny	Matthias	AWI
Hansjosten	Andreas	AWI
Heras De las	Miriam	AWI
Herman	Rudy	IZG
Höffner	Josef	IAPR
Hoppema	Mario	AWI
Horstmann	Uta	AWI
Jochum	Markus	AWI
Klatt	Olaf	IUPB
Köhler	Herbert	DWD
Kolb	Leif	AWI
Lardies Carrasco	Marco Antonio	UACH
Linse	Katrin	IPÖ
Meyer	Ralf	AWI
Möller	Hans-Joachim	DWD
Montiel	Americo	UMAG
Mühlebach	Anneke	AWI
Mutschke	Erika	UMAG
Nowaczyk	Jochen	AWI
Rauschert	Martin	AWIP
Rios	Carlos	UMAG
Rohardt	Gerd	AWI
Rohr	Harald	AWI
Runge	Malte	IUPB
Schlenker	Björn	IUPB
Schröder	Michael	AWI
Spiridonov	Vassili	ZMMU
Stoll	Michel	NIOZ
Tan	GiokNio	AWI
Winterrath	Tanja	AWI

Wisotzki	Andreas	AWI
Witte	Hannelore	AWI
Woodgate	Rebecca	AWI
Zimmermann	Andreas	AWI

**ANT XIII/5**

Alpers	Matthias	IAPR
Debenham	Nicola Jane	NHM
England	Joachim	DWD
Eska	Veit	IAPR
Ferrero	Timothy John	NHM
Gerdes	Dieter	AWI
Helmke	Elisabeth	AWI
Höffner	Josef	IAPR
Klauke	Ulla	AWI
Köhler	Herbert	DWD
Lamont	Peter Albert	SAMS
Martinez-Arbizu	Pedro	FBZO
Schröder	Sabine	AWI
Silveira Moura	Gisela	FBZO
Strohscher	Birgit	AWI
Zahn von	Ulf	IAPR

**Schiffspersonal/ Ship's Crew**

	<b>ANT XIII/4</b>	<b>ANT XIII/5</b>
Kapitän	Pahl	Keil
1. nautischer Offizier	Keil	
Leitender techn. Offizier	Schulz	Schulz
2. nautischer Offizier	Schwarze	Schwarze
2. nautischer Offizier	Block	Block
2. nautischer Offizier	Spielke	
Arzt	Schuster	Schuster
Funkoffizier	Koch	Hecht
2. technischer Offizier	Delff	Delff
2. technischer Offizier	Folta	Folta
2. technischer Offizier	Simon	Simon
Elektroniker	Piskorinsky	
Elektroniker	Fröb	Fröb
Elektroniker	Pabst	Pabst
Elektroniker	Dimmler	
Elektriker	Holtz	Holtz
Schiffbetriebsmeister	Loidl	Loidl
Zimmermann	Neisner	Neisner
Facharbeiter/Deck	Moser	Moser
Facharbeiter/Deck	Hartwig	Hartwig
Facharbeiter/Deck	Bäcker	Bäcker
Facharbeiter/Deck	Bohne	Bohne
Facharbeiter/Deck	Schmidt, U.	Schmidt
Facharbeiter/Deck	Hagemann	Hagemann
Facharbeiter/Deck	Burzan	
Facharbeiter/Deck	Pulss	
Facharbeiter/Maschine	Hartmann	Arias Iglesias
Facharbeiter/Maschine	Schade	Schade
Facharbeiter/Maschine	Fritz	Fritz
Facharbeiter/Maschine	Krösche	Krösche
Facharbeiter/Maschine	Dinse	Dinse
Storekeeper	Renner	Renner
Koch	Silinski	Silinski
Kochsmaat	Yavuz	Yavuz
Kochsmaat	Hünecke	Hünecke
1. Steward	Silinski	Silinski
Steward/Krankenschwester	Lehmbecker	Lehmbecker
Steward	Klemet	Klemet
Steward	Schmidt, M.	Schmidt
Steward	Dinse	Dinse
2. Steward	Tu, J.M.	Wu, C.L.
2. Steward	Mui, K.F.	Mui, K.F.
Wäscher	Yu, K.Y.	Yu, K.Y.

## Leg ANT XIII/4 Cape Town - Punta Arenas

### 1.1 Summary

The Polarstern-cruise ANT XIII/4 will start on 17. March 1996 in Cape Town. The study area during the first part of the cruise will be the Weddell Sea. During the second part investigations will be carried out around King George Island and in the Drake Passage. During the whole cruise, temperature measurements will be made with a new potassium temperature lidar at the atmospheric mesopause at an altitude of 85 to 100 km, where the lowest temperatures in the whole atmosphere occur. The intention is to observe temperature variations at the mesopause at different locations and in different seasons. The high temporal and vertical resolution of the lidar together with the simultaneous observations of the potassium layer will allow better insight into dynamic processes in the upper atmosphere.

A major part of the deep and bottom waters of the global ocean are ventilated by an injection of waters from the Weddell Sea. Cooling in winter and sea ice formation, as well as the interaction between the ocean and the ice shelves, induce water mass modifications which generate water masses on the shelf which are dense enough to sink to the bottom of the Weddell basin. During their descent, they mix with ambient water masses and are carried with the cyclonic Weddell Gyre circulation to the north. There, they partly leave the Weddell Sea towards the Antarctic Circumpolar Current and partly recirculate. To investigate the exchange of inflowing source waters and newly formed waters between the Weddell Sea and the Antarctic Circumpolar Current, it is planned to measure the water mass characteristics and the transport on three sections (Fig. 1) with a CTD-probe (conductivity/temperature/ depth) combined with a rosette water sampler and ADCP (Acoustic Doppler-Current Profiler): first, in the inflow in the eastern Weddell Sea on a hydrographic section from 0° to 35°E; second, in the exchanges between the eastern and the western Weddell Gyre on a section at about 0° where current meter moorings will also be deployed (Fig. 2); and third, in the outflow into the Weddell-Scotia Confluence on a section across the southern Weddell Gyre (Fig. 3). From the water samples on the sections, measurements for the following tracers will be carried out: CFCs (Freon-11 and Freon-12, Freon-113, CCl<sub>4</sub>), tritium, <sup>3</sup>He, He, and Ne. The CFC measurements will be done aboard by ECD gas chromatography. For the other tracers, samples will be collected. Salinity will be measured from the water bottles to act as a control of the CTD-probe and the water sampler. Concentrations of oxygen and its stable isotope <sup>18</sup>O will be determined for use in water mass analysis. For paleoceanographic investigations, samples will be taken to measure the stable carbon isotope  $\delta^{13}\text{C}$ . The measurements of the physical oceanography programme are a contribution the World Ocean Circulation Experiment (WOCE). The hydrographic sections represent a part of the WOCE-section S4.

Measurements of the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) system and nutrients will be performed to improve our knowledge about the processes which occur in the Weddell Sea and determine its potential to take up atmospheric CO<sub>2</sub>. For this purpose, the total inorganic carbon content, TCO<sub>2</sub>, the total alkalinity and the partial pressure of CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) will be measured. The marine organic chemistry group concentrates on the autumn distribution of dissolved and particulate phytosterols in the Weddell Sea to

understand the fate of phytosterols and other trace organic compounds in the ocean starting with biosynthesis and input into the euphotic zone and ending possibly with the final deposition into the bottom sediments of the deep sea.

The distributions of several dominant species of zooplankton and micronekton as *Calanoides acutus* and *Rhincalanus gigas* and of the Antarctic krill, *Euphausia superba*, will be studied to detect the effect of physical parameters on their life cycles. Investigations of the Antarctic zooplankton ecology focus on the completion of the reproductive periods of various species which varies in space and time. The spawning season of Antarctic krill in this area shows the same pattern. After finishing spawning, Antarctic zooplankton populations undergo a transition to overwintering. Overwintering modes are different for different species and often include stage-specific vertical migrations. The studies will apply new technologies such as an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and an Optical Plankton Counter (OPC) in combination with conventional net sampling with oblique Rectangular Midwater Trawl (RMT) and Multinet tows deployed parallel to the ADCP and OPC measurements. Along the ship's track, chlorophyll-a concentration will be measured at different depths using a Turner fluorometer. Samples for quantitative phytoplankton determinations will be taken from the CTD rosette. The qualitative composition of phytoplankton will be studied using Apstein-net tows in the upper layers.

During the second part of the cruise, the field work will focus on benthos studies in the vicinity of King George Island and in the Drake Passage. The ecological relationships between the marine fauna of Antarctica and the southernmost part of South America will be studied by the comparison of the structures of macro- and meiozoobenthos in the high Antarctic, the Antarctic Peninsula, and the Magellan region. Samples will be collected to obtain complementary benthic material from greater water depths on either side of the Drake Passage to improve the faunal inventory, to study physiology, behaviour, reproductive biology and population dynamics for comparisons with related species from other latitudes. Furthermore the genetic polymorphism and the genetic distances between groups of species will be investigated. For this purpose, four transects (Fig. 4) are planned using several corers and grabs, a small dredge and an underwater camera. In addition, hydrographic data will be recorded with a CTD-probe. Simultaneously to the scientific work, some logistical tasks have to be performed at King George Island. The cruise will end in Punta Arenas on 20. May 1996.

## **1.2 Scientific programmes**

### **1.2.1 Investigations of the atmosphere**

#### **1.2.1.1 Temperature observations in the mesopause (IAPR)**

Temperature measurements provide basic data for the understanding of the atmosphere. However, at the mesopause at an altitude of 85 to 100 km, where the lowest temperatures occur in the whole atmosphere, those measurements are very difficult. Thus only a very few observations are currently available at this altitude. Ground-based lidars for temperature observations are now able to fill this gap. Because of the technical complexity and expenditure, especially for the required laser systems, such measurements could only be performed up to now at three locations, at the latitudes of 69°N, 41°N and 40°N. The new potassium temperature lidar of the Institute of Atmospheric Research at the Rostock University for the first time allows the installation of a complete temperature lidar in a 20" container. The operation of this instrument on "Polarstern" provides the possibility of observing temperature variations at the mesopause at different locations and seasons. In addition, the high temporal and vertical resolution of the lidar, together with the simultaneous observation of the potassium layer, allows a better insight into dynamic processes in the upper atmosphere.

The main part of the temperature lidar is a new narrowband, tunable and pulsed alexandrite laser of high energy whose light is used for resonance scattering of free potassium atoms in the mesopause. The backscattered photons are collected by a telescope and recorded with a photomultiplier. Similar to radar, the time-of-flight of the photons is used to determine the scattering altitude. The number of the backscattered photons is proportional to the potassium density.

With continuous spectral tuning of the laser it is possible to measure the Doppler broadening of the K(D<sub>1</sub>) fine structure line from which the absolute air temperature in the scattering volume can be calculated. It is hoped that the Doppler shift of the backscattered photons can also be used to determine profiles of the vertical wind velocity within the potassium layer.

Moreover, Rayleigh and Mie scattering can be used for further investigations of the atmosphere in the stratosphere at an altitude of 10 to 50 km. There, the potassium lidar can measure not only air density and temperature, but also the aerosol loading of the atmosphere.

### **1.2.2 Physical Oceanography**

#### **1.2.2.1 Exchanges between the Weddell Sea and the Antarctic Circumpolar Current (AWI)**

##### **Objectives**

A major part of the deep and bottom waters of the global ocean are ventilated by an injection of waters from the Weddell Sea. Cooling in winter and sea ice formation, as well as the interaction between the ocean and the ice shelves, induce water

mass modifications which form water masses on the shelf which are dense enough to sink to the bottom of the Weddell basin. During their descent, they mix with ambient water masses and are carried with the cyclonic Weddell Gyre circulation to the north where they partly leave the Weddell Sea towards the Antarctic Circumpolar Current and partly recirculate.

A basic precondition for these processes is the inflow of the relatively saline deep water of the Antarctic Circumpolar Current into the eastern Weddell Sea where this water mass is observed as Warm Deep Water. The inflow is subject to intense fluctuations which are partly generated by the interaction of the flow with the bottom topography. The kinematics and dynamics of the fluctuations will be investigated to understand the variations of the inflow. In the Weddell Sea, those fluctuations are of importance because of their effect on the vertical stability and consequently vertical mixing in the open ocean, which can affect the sea ice cover to the extent of the generation of open ocean polynyas and can possibly lead to deep water formation.

To quantify these processes, it is intended to measure the water mass characteristics and the transport of the inflow in the eastern Weddell Sea, of the exchanges between the eastern and the western Weddell Gyre and of the outflow into the Weddell-Scotia Confluence. The transport determination will be optimized by quasi-synoptic measurements at various locations. The ageostrophic parts of the current field will be obtained by direct current measurements. To estimate the relevance of the results obtained, long term measurements of the inflow, the mixing depth and the characteristics of the deep water are planned. Because of the impact of the sea ice formation on the water mass modification, it is planned to measure the variations of the meridional profile of the sea ice thickness and concentration to identify possible interactions between sea ice and mixing variability.

The measurements will be used to validate models of the Weddell Gyre circulation and the water mass formation. For this purpose, long time series of oceanic currents and water mass characteristics, as well as of the atmospheric forcing and the sea ice cover, are required to investigate the response of the system to variations of the forcing conditions. The measurements of the physical oceanography programme are a contribution to the World Ocean Circulation Experiment (WOCE). The hydrographic sections represent a part of the WOCE-section S4.

### **Work at sea**

The programme consists of three components:

- measurements of the inflow in the eastern Weddell Sea,
- measurements of the exchanges between the eastern and the western Weddell Sea,
- measurements of the inflow into the southern Weddell Sea from the east and the outflow in the northwest.

The following measurements are planned (Fig. 1):

- a hydrographic section with a CTD-probe (conductivity/temperature/depth) combined with a rosette water sampler and ADCP (Acoustic Doppler-Current Profiler) across the northeastern Weddell Gyre from 0° to 35°E,

- a meridional hydrographic section with a CTD-probe combined with a rosette water sampler and ADCP and the deployment of moorings across the Weddell Gyre at about 0° (Fig. 2),

- a hydrographic section with a CTD-probe combined with a rosette water sampler and ADCP and the deployment of moorings across the southern Weddell Gyre from Kapp Norvegia to Joinville Island (Fig. 3).

From the water samples, salinity will be measured to act as a control for the CTD-probe and the water sampler. Concentrations of oxygen and its stable isotope  $^{18}\text{O}$  will be determined to be used for water mass analysis. For paleoceanographic investigations, samples will be taken to measure the stable carbon isotope  $\delta^{13}\text{C}$ .

### 1.2.2.2 Tracer measurements (IUPB)

On the hydrographic sections, measurements for the following tracers will be performed: CFCs (Freon-11 and Freon-12, Freon-113,  $\text{CCl}_4$ ), tritium,  $^3\text{He}$ , He, and Ne. The CFC measurements will be done aboard by ECD gas chromatography. For the other tracers, samples will be collected. The tracers are those required by WOCE, and measurements will be done according to the WOCE quality standards. The CFC measurements will keep up with the rosette water sampling as far as possible, (about 55 measurements per day are feasible). Sampling for the other tracers will be restricted to a subset of the hydrographic stations (about 50 total). CFCs, tritium and partially  $^3\text{He}$  are transient tracers of anthropogenic origin. Measured distributions of these provide information on subsurface water renewal from the ocean surface layer on yearly to decadal time scales.

For the first time for this region, we will be able to measure F-113 and  $\text{CCl}_4$  on complete sections. F-113 is a substance which has been released into the atmosphere since the early sixties and is thus a tracer for the younger waters, whilst  $\text{CCl}_4$  has been increasing in the atmosphere since about 1920 and characterizes the older waters. Of special interest is the eastern Weddell Sea, where the inflow from the Antarctic Circumpolar Current will be sampled for the first time. Also, sections investigated during the expeditions METEOR 11/5 (1990) and ANT X/4 (1992) will be repeated. The latter is of interest because of the increase in the tracer concentration with time. The comparison between the atmospheric and the in-situ changes will be used to study the water transport processes. Tracer concentrations will be high enough to be detectable through the water column everywhere except for the Cape Basin and the Drake Passage. The natural tracers  $^3\text{He}$ , He, and Ne will be used both to quantify the ventilation from the surface layer and for water mass analysis, e.g. the contribution of Ice Shelf Water. The hydrographic sections cover important renewal pathways for all the relevant subsurface water masses of the region (i. e. South Atlantic Central Water, Antarctic Intermediate Water, Circumpolar Deep Water/Warm Deep Water, Antarctic Bottom Water, Weddell Sea Deep and Bottom Water). Large-scale tracer distributions will be used to investigate water mass renewal. Increased spatial resolution is required in the vicinity the Antarctic Peninsula and within the Antarctic Circumpolar Current.

## 1.2.3 Marine Chemistry

### 1.2.3.1 Nutrients and inorganic dissolved carbon (AWI, NIOZ)

#### Objectives

Modifications of the global carbon cycle by the burning of fossil fuels and changes in land use have led to an increase in atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) which has the potential to increase the greenhouse effect of the atmosphere. The deep oceans are, in principle, able to take up almost all of this excess CO<sub>2</sub>, but only on a time scale which is much longer than the one associated with the anthropogenic perturbations. Thus research in regions where interactions between the deep and surface oceans occur, such as the Weddell Sea, are vital for the study of CO<sub>2</sub> uptake. The main objective of the project is to improve our knowledge of the processes which occur in the Weddell Sea and to determine its potential to take up atmospheric CO<sub>2</sub>. Data of this cruise will be combined with those of two previous cruises.

Particular research targets of this cruise are:

- to measure the difference of the partial pressure of CO<sub>2</sub> between atmosphere and ocean ( $\Delta p\text{CO}_2$ ) in the Weddell Sea in autumn, i.e. just before the closing of the ice-pack. This will give important indications as to the source/sink behaviour of the Weddell Sea and will also represent the initial state of the surface layer for winter-time processes;
- to measure  $\Delta p\text{CO}_2$  between atmosphere and ocean in the Antarctic Circumpolar Current. This will be a contribution to the existing database on CO<sub>2</sub> gathered to allow a statistical assessment. The database is intended to give an insight into the factors governing the source or sink behaviour in this frontal region;
- to determine the difference between the eastern and western Weddell Gyre with respect to CO<sub>2</sub> and nutrient enrichments, in particular, in the Central Intermediate Water;
- to investigate variations of the Redfield ratios of carbon, nitrogen, phosphorus, silicon, and oxygen in different areas and water masses. These ratios are important in evaluating the role of biological processes with respect to CO<sub>2</sub>;
- to measure nutrients to be used as an additional tracer of water masses in the Weddell Gyre.

#### Work at sea

We will perform measurements of the CO<sub>2</sub> system and nutrients in the entire water column by analysing discrete samples taken with the rosette sampler. The total inorganic carbon content, TCO<sub>2</sub>, and the total alkalinity will be measured. With these two parameters, the whole CO<sub>2</sub> system can be determined. TCO<sub>2</sub> is measured by a standard coulometric method and alkalinity by potentiometric acid titration using a Gran-type evaluation of the end-point. In addition, quasi-continuous underway measurements of pCO<sub>2</sub> will be processed. For this purpose, water is collected from the ship's pumping systems. The measuring instrument is an infra-red analyser, with which pCO<sub>2</sub> of the air will also be determined, because  $\Delta p\text{CO}_2$  governs the exchange of CO<sub>2</sub> between these reservoirs. On stations all three of the aforemen-

tioned quantities will be measured which will allow the internal consistency of the measurements to be checked. Nutrients will be measured with a full-automatic auto-analyzer system.

### **1.2.3.2 Marine Organic Chemistry (AWI)**

#### **Objectives**

The marine organic chemistry group will investigate the autumn distribution of dissolved and particulate phytosterols in the Weddell Sea, the emphasis being on deep and bottom water. The investigations planned will add to earlier studies, which were accomplished in the same area during phytoplankton spring blooms. The objective is to understand the fate of phytosterols and other trace organic compounds in the ocean, starting with biosynthesis and input into the euphotic zone and ending possibly with final deposition into the bottom sediments of the deep sea.

#### **Work at sea**

The main investigation area is located along a transect across the Weddell Gyre between Kapp Norvegia and Joinville Island. Data on compound export from the Weddell Sea into adjacent seas will come predominantly, from sampling in this area. Water will be collected along the transect at 10 stations, at a separation of 200 km, sampling 6 depths at each station (generally at 5 m, 500 m, 2500 m, 4000 m or app. 500 m above bottom, 50 m above bottom, 10 m above bottom). Two stations are planned in the central part of the Weddell Gyre. In order to specify the situation in the Antarctic Circumpolar Current as well as the phytosterol input into the Weddell Sea, investigations are also planned in the northeastern Weddell Sea and on a meridional transect near 0 from the Polar Front to the Antarctic continent. In these areas phytosterol distributions will be determined in the Antarctic Surface Water and in the Circumpolar Deep Water during autumn conditions. Stations will be roughly set as above; however, CTD-, chlorophyll- and other oceanographic profiles will be considered to determine the water sampling strategy.

Each water sample will be processed on board by separating dissolved and particulate trace compounds by filtration and then consecutively extracting dissolved lipids. Lipid extracts and particulate matter will be protected from air by flushing with inert gas and sealing. All samples will be frozen until final analysis. Separation, identification and quantification of the individual phytosterols will be conducted in the home laboratory using appropriate chromatographic and mass spectrometric methods. Since mass concentrations of individual phytosterols in water vary from  $10^{-9}$  to  $10^{-14}$ , all experimental work from sampling in the field to the final detection in the laboratory, has to be accomplished using rigorous conditions for ultra-trace analysis.

## 1.2.4 Marine Biology

### 1.2.4.1 Plankton investigations (AWI, ZMMU)

#### 1.2.4.1.1 **Coupling of plankton and micronekton distribution and physical parameters in the eastern Weddell Sea.**

##### **Objectives**

The distributions of several dominant species of zooplankton and micronekton show patterns related to the structure of the Weddell Gyre. *Calanoides acutus* and *Rhincalanus gigas* appear to have minimal abundances in the north of the Weddell Sea, close to the Weddell Front separating the Weddell regime from the Antarctic Circumpolar Current. In the Weddell Gyre interior, the abundances of these species are relatively high. They probably do not reproduce in the western Weddell Sea, and their populations may be maintained as by advection from the overwintering stock with the Warm Deep Water from the eastern boundary and local recruitment in the eastern Weddell Sea.

The Antarctic krill, *Euphausia superba*, reaches maximal abundances along the Weddell Front and is very scarce in the interior of the Weddell Sea west of 20°W. However, krill is known to be present in the eastern part of the Weddell Gyre. The presence of krill in this region appears to play an important role in the maintenance of krill population in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Krill may also enter the Weddell Sea with the Warm Deep Water flow although adult krill dwell mostly in the upper layers. The transport of krill in the eastern Weddell Gyre may occur by advection of larvae. These have been observed to reach rather high abundances in the eastern boundary of the Weddell Gyre in autumn and undergo diurnal vertical migrations. Warm core eddies spreading from the eastern boundary may transport the adult krill into the Weddell Gyre.

##### **Work at sea**

During this cruise, the formation of large calanoid copepod overwintering stocks and the abundance of krill larval populations will be investigated in the regime of the Warm Deep Water in autumn. The use of new technologies such as an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and an Optical Plankton Counter (OPC), in combination with conventional net sampling may allow us to estimate the importance of zooplankton and micro-nekton transport, particularly of krill, into the Weddell Sea. This transport is associated with the Warm Deep Water. Following this water mass from east to west, we will compare the abundance and distribution patterns of several dominant pelagic species with oceanographic and phytoplankton data. Horizontal distributions of zooplankton and micronekton will be studied using oblique Rectangular Midwater Trawl (RMT) and Multinet tows parallel to the ADCP and OPC measurements. Multinet catches will be sorted according to major taxa: dominant species will be measured on board in order to obtain the data necessary for calibration of the ADCP measurements. The vertical distribution of zooplankton will be studied using Multinet tows down to 1000 m parallel to the OPC measurements. Along the ship's track, the chlorophyll-a concentration will be measured in different depths using a Turner fluorometer. Samples for quantitative phytoplankton

determinations will be taken from the CTD rosette. The qualitative composition of phytoplankton will be studied using Apstein-net tows in the upper layers.

#### **1.2.4.1.2 Late autumn situation in the zooplankton community in the Weddell Sea**

##### **Objectives**

Recent studies of Antarctic zooplankton ecology have revealed considerable variations in the completion of the reproductive periods of various zooplankton species. These variations have a considerable geographic component. In particular, it has been suggested that, in the eastern Weddell Sea, the reproduction of some dominant copepod species, (i.e. *Calanus propinquus* and *Rhincalanus gigas*), though varying in space and time, may last until April. The spawning season of Antarctic krill in this area shows the same pattern. In contrast, *Calanoides acutus* and *Thysanoessa macrura* appear to have more clearly defined spawning periods. After finishing spawning, Antarctic zooplankton populations undergo a transition to overwintering. Overwintering modes are different in different species and often include stage-specific vertical migrations.

##### **Work at sea**

We will examine the transition to overwintering of several dominant zooplankton species in various oceanographic regimes of the Weddell Gyre. The vertical distribution of particular developmental stages of copepod species will be studied using Multinet samples and OPC measurements. Abundant stages which are finishing reproduction or entering an overwintering mode will be extracted from the narcotized samples obtained from certain depth layers in the cold container very soon after catching. If possible, some of the adult females will be used in egg production and grazing experiments while others will be treated for lipid and pigment content, activity of digestive enzymes, dry weight and POC/PON-measurements.

#### **1.2.4.2 Benthos investigations (AWI, FBZO, IZG, IPÖ, UACH, UMAG, UNIB)**

##### **Objectives**

The ecological relations between the marine fauna of Antarctica and the other fragments of Gondwana, which separated successively from the Antarctic continent, are still not well defined. Of particular interest are the relations between the fauna in the waters around the Antarctic Peninsula and the southernmost part of South America. Antarctica and South America were the last two fragments of Gondwana which finally got separated 20 million years ago. South America is the land mass closest to Antarctica. Consequently, one assumes that the exchange between the two continents lasted longer, and presumably occurred more frequently, than between Antarctica and the other surrounding continents.

There are many suggestions that the marine faunal and floral connections between the Antarctic Peninsula area and the Magellan region, which essentially comprises Patagonia and Tierra del Fuego with their extensive channel system, should be

particularly strong. For some faunal groups, some evidence suggests this may be true whereas for others the case is reverse or at least doubtful. There are various reasons for this ambiguity, the most important being lack of samples from the Magellan area as a whole and particularly from the waters of the northern Drake Passage.

In recent years considerable efforts have been made to improve the information about these two areas. From recent work at the joint Dallmann laboratory, an annex to Jubany Station (Argentina), the conditions in shallow waters of the Bransfield Strait off King George Island are well known. Sampling during the "Joint Magellan VICTOR HENSEN Campaign" in October/November 1994 also provided rich material, from the shallow and deeper waters (to approx. 650 m) of the Strait of Magellan, the connecting channels towards the Beagle, the north-western branch of the Beagle Channel and the waters south of the eastern mouth of the Beagle to Cape Horn. Despite a certain degree of common faunal and floral elements on the genus and even the species level, it appeared as if the two ecosystems on the opposite sides of the Drake Passage have developed very different structures.

The detailed objectives of the benthos group are:

- to compare structures of macro- and meiozoobenthos in the two areas, using equipment identical to that used previously in the high Antarctic, the Antarctic Peninsula, and the Magellan region;

- to obtain complementary benthic material, especially from greater water depths, to improve the faunal inventory on either side of the Drake Passage;

- to collect samples of some common "key species" for the study of physiology, behaviour, reproductive biology and population dynamics, which will be used for comparisons with related species from lower and higher latitudes;

- to obtain material for the study of both genetic polymorphism and genetic distances between groups of species and the calibration of the "molecular clock", with special reference to isopods.

### **Work at sea**

Several transects (Fig. 4) are planned covering a total of 6 working days, using several corers and grabs, a small dredge, and an underwater camera. In addition, hydrographic data will be recorded with a CTD. Two transects between 70 and 1500 m, from the outer Potter Cove (King George Island) into the Bransfield Strait, will be studied to provide an extension of our faunal investigations into shallower parts of the Cove. Another deep transect is planned on the opposite slope of King George Island, leading from 500 m out into a depth of 3000 m in the Drake Passage.

To complement the results of the "Joint Magellan VICTOR HENSEN Campaign", another transect will be carried out starting from the deep Patagonian slope south of Isla Nueva (1500 m depth) and ascending onto the continental shelf (200 m). Part of this transect was planned for the VICTOR HENSEN cruise in 1994, but had to be cancelled due to bad weather.

## **Leg ANT XIII/5 Punta Arenas - Bremerhaven**

### **2.1 Summary**

The cruise-leg ANT XIII/5 will last from 22. May to 20. June 1996. During the last years, despite of the general lack of data, it has become obvious that the deep sea is a habitat rich in species. On this cruise leg, a wide field of biological field work is planned to study the diversity of the deep sea fauna with microbiological, zooplanktonological, and meio- as well as macrobenthological investigations. The emphasis will be on meridional variations of population patterns, as distinguished by variable abundances, biomasses and species compositions etc.. Meridional gradients in the deep sea fauna of the South Atlantic are only poorly investigated. Samples will be taken at five stations along a meridional transect, with various corers, nets and water samplers to obtain a first impression of the meridional diversity gradients. The temperature measurements at the mesopause of the atmosphere at an altitude of 85 to 100 km by means of the temperature-lidar will continue from the last leg.

### **2.2 Scientific programmes**

#### **2.2.1 Investigations of the atmosphere**

##### **2.2.1.1 Temperature observations in the mesopause (IAPR)**

Temperature measurements provide basic data for the understanding of the atmosphere. However, at the mesopause at an altitude of 85 to 100 km, where the lowest temperatures occur in the whole atmosphere, those measurements are very difficult. Thus only a very few observations are currently available at this altitude. Ground-based lidars for temperature observations are now able to fill this gap. Because of the technical complexity and expenditure, especially for the required laser systems, such measurements could only be performed up to now at three locations, at the latitudes of 69°N, 41°N and 40°N. The new potassium temperature lidar of the Institute of Atmospheric Research at the Rostock University for the first time allows the installation of a complete temperature lidar in a 20" container. The operation of this instrument on "Polarstern" provides the possibility of observing temperature variations at the mesopause at different locations and seasons. In addition, the high temporal and vertical resolution of the lidar, together with the simultaneous observation of the potassium layer, allows a better insight into dynamic processes in the upper atmosphere.

##### **2.2.2 Marine Biology**

###### **2.2.2.1 Microbiology (AWI)**

The existence of barophilic bacteria has been proven for a considerable time, but only now has the importance of these organisms for the microbial processes in the deep sea become obvious. All the barophiles we have isolated so far are insensitive to short-term decompressions. Whether the microbial deep sea community comprises a decompression sensitive bacterial component, and if so which role this component plays, is still unknown. However, such knowledge is a basic prerequi-

site for the understanding and evaluation of the microbial processes in the deep sea. A new water sampler, which concentrates particulate matter in-situ and brings it to the surface maintaining in-situ pressure will be used to address these questions using a new method.

#### **2.2.2.2 Zooplankton (AWI)**

Mesozooplankton diversity and biomass of the whole water column will be studied on 5 stations in the central Atlantic from multinet hauls at 9 depth intervals from close to the bottom to the water surface. Together with material from earlier cruises to the Arctic Ocean, the Grønland and Norwegian Seas and the Weddell Sea, these samples will provide a complete transect of mesozooplankton samples across the Atlantic Ocean, all taken with the same equipment. In addition the vertical and horizontal biodiversity, the distribution of mesozooplankton biomass also will be studied. To establish a length/carbon-content relationship, specimens of different size and species will be measured and their carbon content determined from frozen samples. Studies of gut content, faecal pellet production and reproductive condition of dominant copepod species will complete the working programme.

#### **2.2.2.3 Benthos (AWI, FBZO, NHM, SAMS)**

Due to the use of different experimental equipment, little is currently known about large scale latitudinal gradients in the diversity of meio- and macrozoobenthos. However, the cold-adapted deep sea fauna and its possible relationship to the benthos of the polar seas is of great scientific interest. The objective of the planned work is a latitudinal study of meiobenthos and macrobenthos abundances, spatial distribution and diversity.

##### **2.2.2.3.1 Meiobenthos**

Quantitative samples for analysis of the meiofauna, especially with focus on copepods and nematodes, will be taken using a multicorer. Since low abundances and high variability are expected, a high number of replicates from each station are needed for statistical purposes. The supernatant water of the cores will be filtered in order to collect the meiofauna inhabiting the deep sea hyperbenthic layers.

##### **2.2.2.3.2 Macrozoobenthos**

The assessment of the diversity of benthic life requires undisturbed replicate samples from each station. This will allow both, the intercomparison between samples and also a comparison with older data from the polar seas which were taken with the same type of equipment. For this reason, all samples will be taken with the multibox corer (Gerdes, 1990). This corer is equipped with a UW-video system, which provides simultaneously photos from the sea floor. A second type of corer, a newly developed "Revolvergreifer" especially for deep sea research also will be deployed. The planned work on this cruise extends our area of investigations from the polar seas into the deep sea areas of the South Atlantic Ocean.