

ANT-XXVIII/2

3 Dezember 2011 – 5 Januar 2012

Kapstadt - Kapstadt

**Wissenschaftlicher Fahrtleiter
Gerhard Kattner**

ÜBERSETZUNG INS DEUTSCHE AB SEITE 4
VON MICHAEL UND MONIKA KALLFELZ

1. ÜBERBLICK UND FAHRTVERLAUF

Gerhard Kattner
Alfred-Wegener-Institut

Der Fahrtabschnitt ANT-XXVIII/2 beginnt am 3. Dezember 2011 in Kapstadt und endet am 5. Januar 2012 wieder in Kapstadt. Ein Schwerpunkt dieser Expedition ist die Versorgung der deutschen Neumayer-Station auf dem antarktischen Schelfeis. Die Station soll am 19./20. Dezember erreicht werden, und die Versorgung wird dann 2 bis 3 Tage in Anspruch nehmen. Das Untersuchungsgebiet für die wissenschaftlichen Arbeiten wird daher entlang der Fahrtroute von Kapstadt zur Neumayer-Station liegen (Abb. 1). Ozeanographische, biologische und chemische Arbeiten bilden die Schwerpunkte dieses Fahrtabschnitts.

Die ozeanographischen Arbeiten werden entlang des Greenwich-Meridians durchgeführt und ergänzen damit langfristige Datensätze zur Untersuchung der antarktischen Wassermassen. Es werden mit einer CTD-Sonde die physikalischen Größen, Salzgehalt und Temperatur in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmt sowie Wasserproben für biologische und chemische Untersuchungen genommen. Gleichzeitig werden kontinuierlich physikalische Messungen während der gesamten Fahrt durchgeführt. Drei Messsysteme, die am Meeresboden verankert sind, werden aufgenommen bzw. ausgebracht. Sie dienen zur Untersuchung des Strömungssystems des Antarktischen Zirkumpolarstroms. Eine weitere Verankerung wird aufgenommen, die bereits seit 2008 akustische Aufzeichnungen macht, um Bewegungs- und Verteilungsmuster von marinen Säugern, insbesondere von Walen, festzustellen zu können. Diese Arbeiten stehen in engem Zusammenhang mit dem MAPS Projekt, in dem die kontinuierliche Erhebung von thermographischen Bilddaten entwickelt wird, um Mustererkennungsalgorithmen zur automatischen Detektion von Walen zu erstellen. Um die Effizienz der Algorithmen unter verschiedenen Umweltbedingungen (Wassertemperatur, Eisbedeckung, Sichtweite) zu bestimmen, werden die Autodetektionsdaten mit visuellen Walsichtungen verglichen. Die Walbeobachtungen und -zählungen werden vom Krähennest des Schiffs und während Helikopterflügen durchgeführt. Die Daten sollen dazu dienen, um Maßnahmen zum Schutz der Wale zu unterstützen. Desweiteren werden Seevögel beobachtet und gezählt.

Die biologisch-chemischen Projekte befassen sich mit dem Bakterio-, Phyto- und Zooplankton. Der *Roseobacter* Stamm spielt eine wichtige Rolle in der globalen Verteilung der marinen Bakterien. Die Verteilung und das Wachstum der Bakterien werden untersucht, sowie deren Einfluss auf das gelöste organische Material (DOM). Das DOM wird chemisch möglichst weitgehend charakterisiert, um Zusammenhänge zwischen Bakterioplankton und DOM aufzeigen zu können. Die Phytoplanktonarbeiten konzentrieren sich auf das Auftreten von Diatomeen in der Wassersäule und im Meereis. Im Meereis soll darüber hinaus die Rolle des Ikait, einer Form von Calciumkarbonat, im Kohlenstoffkreislauf untersucht werden. Die Zooplanktonarbeiten werden sich mit den Überwinterungsstrategien von Copepoden (Ruderfußkrebse) befassen. Die Copepoden steigen während des Frühjahrs und Sommers aus der Tiefe, in der sie in einer Art Diapause überwintern, in die oberen Wasserschichten auf, um in die aktive Lebensphase überzugehen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der Auftriebsregulierung der Copepoden, die praktisch bewegungslos in der Tiefe mit stark reduziertem Stoffwechsel überwintern. Es soll die Frage geklärt werden, inwieweit die Ammoniumkonzentration in der Hämolymphe der Copepoden zum Einen für die Diapause und zum Anderen für die Bestimmung der Tiefe für die Überwinterung verantwortlich ist und welche Rolle die Lipide bei diesen Prozessen spielen.

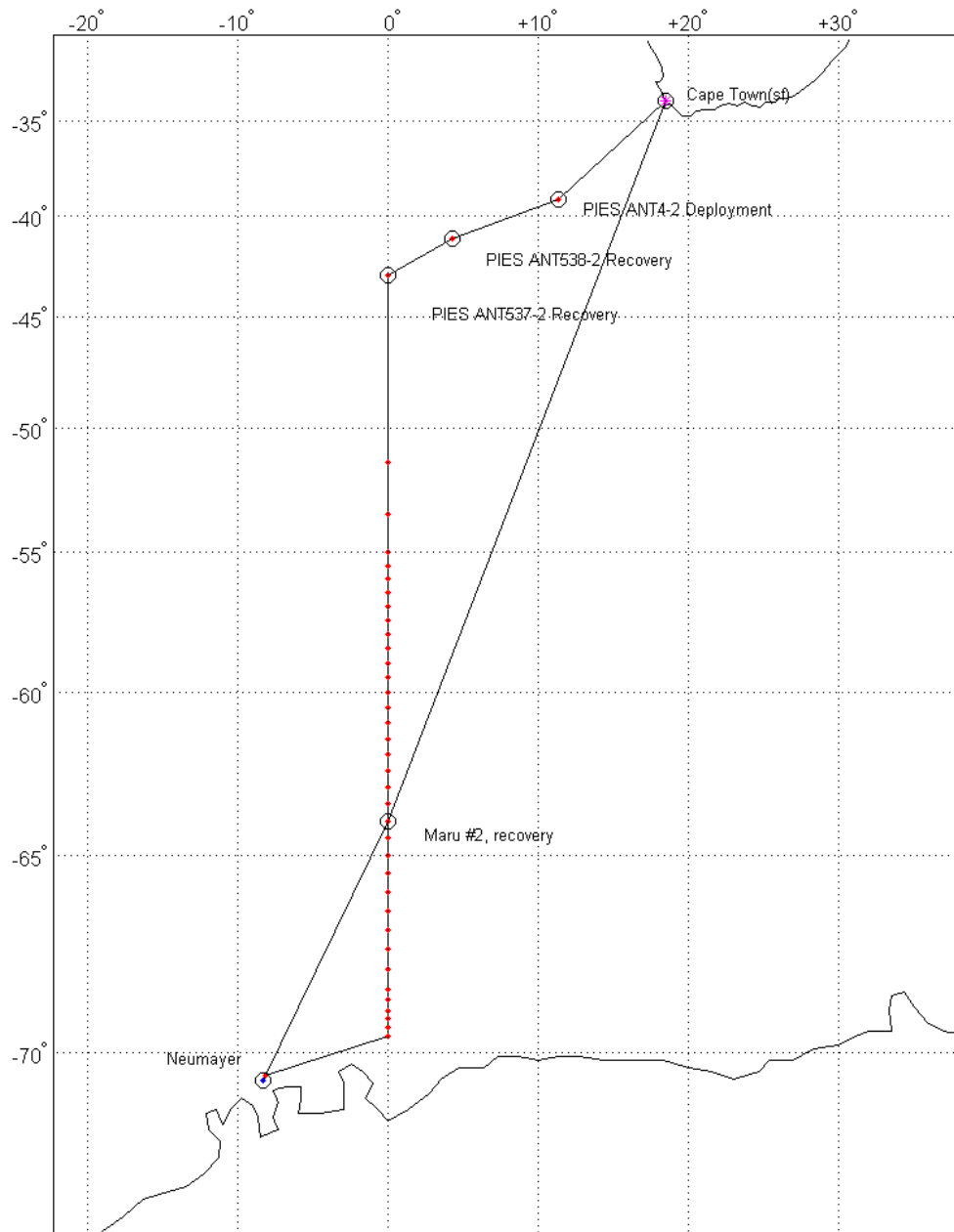


Abb. 1: Geplante Fahrtroute während ANT-XXVIII/2. Kreise markieren die Verankerungsaufnahmen und -auslegungen, Punkte die geplanten Stationen

2. HAFOS: EIN BEITRAG ZUR ERSTELLUNG EINES HYBRIDEN BEOBACHTUNGS-SYSTEMS DES ANTARKTISCHEN OZEANS MIT DRIFTKÖRPERN

Andreas Macrander, Krissy Reeve, Hiroshi Yoshinari, Xu Zhang, (AWI), Hendrik Kienert (PIK),
Nicht an Bord: Olaf Boebel, Eberhard Fahrbach, Gert Rohardt (AWI)

Ziele

Das Bodenwasser der Ozeane mit der größten Dichte entsteht im Südlichen Ozean. Produktion und Export dieser dichten Wassermassen sind eine entscheidende Komponente des Weltklimasystems. Daher ist der Einfluss des Südlichen Ozeans bis weit in die nördliche Hemisphäre zu bemerken. Als Tiefen- und Bodenwasser stellen diese Wassermassen die tiefste Schicht der globalen Umwälzzirkulation dar. Die Bedingungen im Südlichen Ozean werden weitgehend durch den Antarktischen Zirkumpolarstrom (ACC) bestimmt, der ungefähr 140 Sv ($10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) Wasser in allen Tiefen transportiert und das stärkste Strömungssystem der Welt darstellt. Er verbindet die drei Ozeanbecken und formt einen geschlossenen Wasserring um den antarktischen Kontinent.

Südlich des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) werden warme und salzhaltige Wassermassen in den subpolaren Wirbeln an die Ränder des antarktischen Kontinents transportiert. Dort sinkt das Wasser ab und strömt in die angrenzenden Ozeanbecken. Diese Absinkbewegungen erfolgen an mehreren Stellen in der Nähe der Kontinentalränder. Im Weddellmeer wird der größte Teil des Antarktischen Bodenwassers gebildet, wobei aber auch andere Gebiete wichtige Beiträge leisten. Die Eigenschaften und das Volumen des neu gebildeten Bodenwassers unterliegen merklichen Schwankungen, die über ganz unterschiedliche Zeiträume ablaufen. Der große Aufwand, den die Messungen dieser Vorgänge in eisbedeckten Meeresgebieten erfordern, bedingt, dass sie noch immer wenig erforscht sind.

Die Polarstern-Reise ANT-XXVIII/2 wird die Zeitreihe der Messungen der Wassermasseneigenschaften entlang des Meridians von Greenwich im östlichen Teil des Weddellwirbels fortsetzen. Die Zirkulation und die Wassermasseneigenschaften werden vom Schiff aus sowie durch verankerte und frei driftende selbständig aufzeichnende Geräte gemessen. Im nördlichen Teil des Beobachtungsgebiets werden PIES (Pressure Inverted Echo Sounder) eingesetzt, das sind Druckmesser verbunden mit Echoloten, die vom Boden nach oben schauen, um Transportschwankungen des ACC zu erfassen. Diese Messungen erlauben Aussagen über den Gesamtwert des Transports und dessen vertikaler Struktur.

Das Hybrid Antarktische/Arktische Beobachtungssystem mit Driftkörpern (Floats) (HAFOS) soll im Rahmen des PACES Programms der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (HGF) einen Beitrag zum Südlichen-Ozean-Beobachtungssystem (SOOS) leisten, das in internationaler Zusammenarbeit eingerichtet wird. Die Beobachtungen erfolgen gemeinsam mit dem BONUS-GOODHOPE-Projekt, welches den nördlichen Teil des atlantischen Teils des Südlichen Ozeans abdeckt. Die ausgelegten PIES sind ein Beitrag zum SAMOC-Programm (Südatlantische meridionale Umwälzzirkulation).

Die Arbeiten auf See

Der Schwerpunkt der Arbeiten auf dieser Fahrt liegt auf einem hydrographischen Schnitt entlang des Meridians von Greenwich, wo eine Zeitreihe mit regelmäßigen hydrographischen Messungen über Jahrzehnte aufrecht erhalten wird. Zusätzlich zu den hydrographischen Messungen mit CTD, Thermosalinographen und vmADCP, werden 3 PIES und 1 verankertes akustisches Aufzeichnungsgerät aufgenommen oder ausgelegt. Es werden 8 vertikal profilierende Driftkörper (Floats) ausgesetzt, um das globale Argo-Messnetz zu erweitern.

Eine CTD-Sonde (Leitfähigkeit/Temperatur/Tiefe) mit einem Kranzwasserschöpfer wird an ca. 20 bis 50 Stationen entlang des Meridians von Greenwich eingesetzt, um Vertikalprofile der Wassermasseneigenschaften zu erhalten. Wasserproben aus dem Kranzwasserschöpfer werden vor allem von anderen an Bord befindlichen Arbeitsgruppen (s. die weiteren Kapitel dieser Broschüre) genommen.

CTD-Messungen sind auch an den Positionen der verankerten PIES geplant, um die akustischen Laufzeitmessungen der PIES mit dem gemessenen Profil der Temperatur, des Salzgehalts und der Schallgeschwindigkeit zu kalibrieren. Zusätzlich werden Messungen erfolgen, mit den CTD-Messungen am Unterwasserobservatorium PALAOA in der Nähe der Neumayer-Station verglichen werden sollen.

Polarstern wird zwischen 43°S und der antarktischen Küste entlang des Meridians von Greenwich fahren; der Schwerpunkt der CTD-Messungen wird im Weddellwirbel südlich von 55°S liegen, wo die Messstationen an denselben Positionen wie während der letzten Reisen erfolgen werden, um diese jahrzehntelange Zeitserie fortzuführen. Die genaue Anzahl der CTD-Stationen wird vom Wetter, den Eisbedingungen und der verfügbaren Schiffszeit abhängen.

Messungen der Wassertemperatur, des Salzgehalts und eine Anzahl anderer Parameter an der Meeresoberfläche werden vom fahrenden Schiff aus mit dem Thermosalinographen des Schiffes ausgeführt. Die Strömungsgeschwindigkeit und Richtung in den oberen ca. 300 m werden kontinuierlich mit einem im Schiff montierten Akustik-Doppler-Strömungsprofilmesser (vmADCP) erfasst. Die vmADCP-Daten können mit den geostrophischen Strömungsanomalien verknüpft werden, die aus den CTD-Messungen abgeleitet werden, und erlauben es so, eine Schätzung der Strömungsverteilung über die ganze Tiefe zu erhalten.

Verankerungen: Die meisten der Langzeit-Verankerungen wurden 2010/11 während der Reise ANT-XXVII/2 ausgelegt. Auf der gegenwärtigen Reise müssen vier Verankerungen aufgenommen oder ausgelegt werden. PIES werden durch das AWI im Gebiet des Good Hope/Greenwich-Projektes im Antarktischen Zirkumpolarstrom (ACC) und nordwestlich davon eingesetzt. Die Ziele dieser seit 2006 betriebenen PIES-Messungen sind (a) die Beobachtung von großräumigen ozeanischen Bodendruckschwankungen (OBP) und (b) die Beobachtung von barotropen und baroklinen Transportschwankungen des ACC. Die PIES sind mit einem starren Stahlrahmen am Boden verankert. Sie messen die OBP mit einer Auflösung von 0,001dbar und die Laufzeit eines Schallsignals vom Boden zur Oberfläche und zurück. Die im Ozean gemessene OBP-Zeitreihe ist auch für die Bewertung von Schwerekräftmessungen wichtig, die im Rahmen des GRACE Satelliten-Projekts erfolgen, um die zeitliche Massenumverteilung im globalen Maßstab zu erfassen. Die Laufzeit akustischer Signale hängt hauptsächlich von der Schallgeschwindigkeit und somit von der Temperatur ab. Durch die Zuordnung der OBP/Laufzeit zu einem bekannten Bereich der Temperatur/Salzgehalt-Verteilung über den ACC (Gravest Empirical Mode) können die Lage ozeanischer Fronten und barokline Transportschwankungen des ACC erfasst werden.

Es werden Arbeiten an drei PIES-Verankerungen ausgeführt: PIES ANT 4-2 wird im nördlichen GoodHope-Bereich (Abb.1, Tabelle 2.1) ausgesetzt und schließt die Lücke, die durch eine gescheiterte Ausbringung (gebrochener PIES-Auslöser, siehe Fahrtbericht ANT-XXVII/2) im Dezember 2010 verursacht wurde. Für die Ausbringung ist ein C-PIES geplant, der zusätzlich zur Schalllaufzeit und dem Bodendruck noch mit einem Aanderaa-DCS-Strömungsmesser ausgestattet ist, der die lokale bodennahe Strömungsgeschwindigkeit misst. Zwei PopUp-Bojen (hergestellt von Optimare Sensorsysteme AG), die nach einer bestimmten Zeit an die Oberfläche kommen, werden die PIES-Daten über eine Iridium-Verbindung (IrDA) an Land übertragen. Die PopUps werden automatisch ausgelöst und ermöglichen die Datenübertragung bevor die PIES geborgen werden. Ein IXSEA-ET861-Transponder ermöglicht das Gerät bei der Bergung mit dem Posidonia-System des Schiffes zu orten. Die Verankerung wird im Freifall-Verfahren ausgelegt. Durch diese Neuauslegung wird die Reihe von PIES quer zum ACC geschlossen.

PIES ANT537-2 und ANT538-2 (Abb. 1, Tab. 2.2.) wurden vom norwegischen Forschungsschiff *G.O.Sars* im Januar 2008 ausgesetzt, um großskalige Bodendrucksignale im Ozean mit den Messungen der GRACE-Satelliten-Mission zu vergleichen. Sie müssen nun geborgen werden, da ihre Messung nach 3 Jahren im Februar 2012 durch eine automatische Auslösung beendet wird. Die Auslösung der PIES zur Aufnahme vom Schiff aus erfolgt akustisch mit Hilfe eines Unterwassermikrofons. Nach dem Aufschwimmen werden die Geräte visuell, unterstützt durch ein eingebautes Blitzlicht, und durch einen VHF-Peiler (Kanal 77) geortet. Diese beiden PIESs sind nicht mit einem Posidona-Transponder ausgerüstet.

Tabelle 2.1: Druckmesser mit nach oben gerichteten Echoloten (PIES), die im GoodHope Bereich ausgesetzt werden sollen.

Mooring	Planned position [GPS]	Depth [m]	Planned Instruments	Remarks
ANT 4-2	39° 12.75' S 11° 20.07' E	4709	C-PIES Aanderaa DCS IXSEA ET361	Re-Deployment at Topex/Jason crossover.

Tabelle 2.2: Druckmesser mit nach oben gerichteten Echoloten (PIES), die auf der Fahrt von Südafrika in die Antarktis wieder aufgenommen werden sollen. Beide PIES wurden vom *R/V G.O. Sars* während der AKES Leg 2 Fahrt im Februar 2008 ausgesetzt.

Mooring	Deployment position [GPS]	Depth [m]	Deployment date Time [UTC]	Instrument	Autorelease date Time [UTC]
ANT 538-2	42° 58.80' S 00° 00.08' E	~4359	08 Feb 2008 23:55	PIES #012	21 Feb 2012 12:00
ANT 537-2	41° 10.85' S 04° 15.51' E	~4867	09 Feb 2008 21:50	PIES #005	20 Feb 2012 12:00

MARU (Marine autonome Schallaufzeichnungseinheit): Akustische Langzeitregistrierungen sind ein wichtiges Werkzeug, um Einblicke in die Bewegung und Verteilungsmuster von marinen Säugetieren zu erhalten, die bisher nur wenig bekannt sind. Die Ausbringung von zwei MARUs im Jahre 2008 entlang des Meridians von Greenwich diente dazu, akustische Aufzeichnungen über mehr als 1 Jahr zu erhalten, und bot die Möglichkeit, Informationen über das Verhalten von Meeressäugtieren, einschließlich der großen Bartenwale, (unbeeinflusst von der Anwesenheit eines Schiffes) und deren Anzahl, Verteilung und Wanderungsverhalten zu erhalten. MARU #2 ist ebenfalls ein passives von der Cornell Universität während

der Reise ANT-XXV/2 im Dezember 2008 ausgebrachtes Unterwasser-Geräuschaufzeichnungsgerät (Abb. 1, Tabelle 2.3). Es ist durch ein zusätzliches Batteriepaket für Langzeitaufzeichnungen ausgerüstet. Im Jahre 2010/11 (ANT-XXVII/2) konnte die Bergung wegen zu dichter Meereisbedeckung nicht erfolgen.

Tabelle 2.3: Verankerungen, die am Meridian von Greenwich geborgen werden sollen.

Mooring	Latitude Longitude	Water depth (m)	Date time 1. Record	Instrument Type	Serial number	Instrument depth (m)
MARU#2	64° 05.07' S 00° 05.24' W	5194	14.12.2008 10:00	PAM	2	5144

Abkürzungen: PAM: PAM: Passive Acoustic Monitor (Type: MARU, Marine Autonomous Recording Unit) Passives akustisches Abhörgerät (Typ: MARU, Marine autonome Aufzeichnungseinheit)

Profilierende Drifter (Floats): Das internationale Argo Programm dient dazu mit Argo-Floats Temperatur, Salzgehalt und die Strömung der oberen Schichten der Weltmeere zu messen. Weltweit sind ungefähr 3150 solcher vertikal profilierenden Geräte im Einsatz. Während der Reise ANT-XXVIII/2 werden 8 NEMO-Floats (Navigierende Europäische Meeres- Beobachter) ausgesetzt. Diese eisangepassten Floats ergänzen das weltweite Argo-Netzwerk im Südlichen Ozean, um ganzjährig Daten auch aus den eisbedeckten Regionen des Weddellmeers und des restlichen Südlichen Ozeans zu erhalten. Die Floats driften in einer Tiefe von ca. 800 m. Alle 10 Tage tauchen sie zuerst tiefer und kommen dann an die Meeresoberfläche. Dabei messen sie ein vertikales Profil der Wassermasseneigenschaften zwischen 2000 m und der Oberfläche. Das gemessene Temperatur/Salzgehalt-Profil wird über Satellit übertragen. Die NEMO-Floats, die vom AWI und der Optimare Sensorsysteme AG mit Unterstützung des EU Projektes MERSEA und des deutschen Argo-Projekts entwickelt wurden, sind an die Bedingungen in eisbedeckten Regionen besonders angepasst. Wenn das Meereis das Auftauchen des Floats verhindert, werden alle Profildaten intern gespeichert. Sobald der Float wieder eine eisfreie Oberfläche findet (z.B. im nächsten Sommer, oder wenn der Float in nördlichere Regionen gedriftet ist) werden die gespeicherten Profile übertragen. Die Lage der unter dem Eis erfolgten Drift wird mit Hilfe der gespeicherten Ankunftszeitzeit akustischer Signale ermittelt, die von einer Reihe verankerter Schallquellen gesendet werden.

3. DER *ROSEOBACTER* STAMM UND DIE ZUSAMMENSETZUNG DES GELÖSTEN ORGANISCHEN MATERIALS (DOM) IM ATLANTISCHEN SEKTOR DES SÜDLICHEN OZEANS

Helge A. Giebel, Christine Beardsley, Birgit Kuerzel, Helena Osterholz, Siri Rackebrandt, Thomas Remke, Maren Seibt, Matthias Wietz, Mascha Wurst (ICBM), Martin Engelhaupt, John Vollmers (Uni GÖ),
not on board: Rolf Daniel (Uni GÖ), Thorsten Dittmar, Meinhard Simon (ICBM)

Ziele

Das Ziel dieses Projektes ist eine umfassende Bewertung des *Roseobacter* Stammes und seiner wichtigsten Bakterioplanktonuntergruppen im atlantischen Sektor des südlichen Ozeans. Dieses Projekt ist Teil des Programms über den *Roseobacter* Stamm der überregional zusammenarbeitenden Forschungszentren Ökologie, Physiologie und Molekularbiologie: Ziel ist ein systembiologisches Verständnis eines weltweit wichtigen Stammes von Meeresbakterien. Die Arbeit beinhaltet Forschungen zur Biogeographie, Wachstums- und Populationsdynamik, zum genomische Potential des *Roseobacter* Stamms und dessen Einfluss auf den Abbau gelöster organischer Substanz (DOM) und Stoffkreisläufe.

Ein besonderer Schwerpunkt wird auf den dem *Roseobacter* Stamm angegliederten Gruppen (RCA) liegen, deren bedeutende Rolle für die Bakterioplanktondynamik im südlichen Ozean schon gezeigt wurde. Proben aus der gesamten Wassersäule werden mit kulturunabhängigen und -abhängigen Verfahren hinsichtlich der stammesgeschichtlichen und funktionellen Vielfalt sowie Häufigkeit des *Roseobacter* Stammes und der verschiedenen Untergruppen untersucht. Proben für metagenomische, metatranskriptomische und metaproteomische Analysen werden ebenfalls genommen, um das gesamte und aktiv vorhandene genomische Potential dieses Stammes im südlichen Ozean zu bewerten. DOM Proben werden hinsichtlich der Konzentration an gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) und Stickstoff (DON) untersucht, aber auch auf ihre molekulare Charakterisierung durch ultra-hochauflösende Massenspektrometrie (FT-ICR-MS) Wir beabsichtigen, die DOM Zusammensetzung mit der Bakterioplanktonzusammensetzung zu korrelieren und im Besonderen zu deren Untergruppen des *Roseobacter* Stammes.

Die Arbeit auf See

Die Analysen werden hauptsächlich an ausgewählten Wasserproben über die gesamte Wassersäule an ca. 30 Stationen durchgeführt, um das gesamte Profil von den Subtropen bis zum antarktischen Küstenstrom und alle dazwischen befindlichen Wassermassen abzudecken. Die Proben werden hauptsächlich im oberflächennahen Wasser (< 200 m) gesammelt, aber von jeder Wassermasse wird auch das vollständige Tiefenprofil bis zum Boden beprobt. Einige Proben werden auch vom Meereis genommen, um die Biodiversität und die Bedeutung des *Roseobacter* Stammes in mikrobiologischen Gesellschaften des Meereises zu bewerten. Weiterhin werden Experimente mit 20-50 l Probe durchgeführt, in denen Substratbedingungen verändert werden, um festzustellen, wie die *Roseobacter* Stämme auf diese Änderungen reagieren.

Folgende Parameter werden analysiert: Partikulärer organischer Kohlenstoff (POC; Analyse im Heimatlabor), Chlorophyll, Bakterienhäufigkeit (Fließzellmessung), bakterielle Biomasseproduktion (Leucin und Thymidinaufnahme), Substratumwandlung

(Glukose und Aminosäuren), Konzentrationen der gelösten Aminosäuren (Analyse im Heimatlabor), DOC (Analyse im Heimatlabor), DOM (FT-ICR-MS, Festphasenextraktion an Bord, Analyse im Heimatlabor), Fluoreszenz in situ - Hybridisierung mit Sonden von verschiedener spezifischer Wirksamkeit (CARD-FISH, MAR-FISH), BrdU-FISCH. Es werden auch Proben über Filter mit verschiedenen Porengrößen konzentriert und bei -80°C für die spätere Analyse im Heimatlabor aufbewahrt: Denaturierende Gradienten Gel-Elektrophorese (DGGE), verstärkt mit Primern mit verschiedener Spezifität, Expression von funktionellen Genen durch gPCR, Metagenomik, Metatranskriptomik, Proteomik. Für die „Omik“ Analysen werden große Volumina (50-100 l) benötigt, aber die Probenahmen werden weniger häufig durchgeführt.

4. UNTERSUCHUNG PELAGIALER KIESELALGEN, MEEREIS -MOLEKULARBIOLOGIE UND BIOGEOCHEMIE

Bánk Beszteri, Christiane Uhlig, Anique Stecher, Yubin Hu (AWI),
not on board: Gerhard Dieckmann

Ziel

Das Ziel unserer Arbeit (in Zusammenarbeit mit den anderen Gruppen) ist es, im eisfreien Teil der Fahrt planktische Kieselalgen zu sammeln sowohl für die Kultivierung als auch zur Erweiterung der Kieselalgensammlung und der biogeographischen Aufzeichnungen des Hustedt-Kieselalgen-Forschungszentrums. In den eisbedeckten Gebieten und während der Neumayer Versorgung wird die Gruppe Eiskerne für biologische und physikalisch-chemische Untersuchungen sammeln. Die Proben aus dem Pelagial und dem Meereis werden für Projekte in der polarbiologischen-ozeanographischen Abteilung des AWI benötigt, um zu dem übergeordneten Ziel des besseren Verständnisses der Bedeutung dieser Habitate bezüglich der biogeochemischen Kreisläufe der Elemente, und der Ökologie sowie der Evolution der Primärproduzenten beizusteuern.

Die Projekte beinhalten: Meereismolekularökologie (Meereis-Arbeitsgruppe), die biogeochemische Bedeutung des Ikaits im Meereis (Meereis Arbeitsgruppe und die biogeochemische Abteilung im AWI) und die planktische Kieselalgen-Biogeographie sowie molekulare Systematik (Hustedt-Kieselalgen-Forschungszentrum)

(Anm: Ikaite sind besondere Calciumcarbonatkristalle)

Die Arbeit auf See

Planktonproben werden mit den Niskin-Flaschen des Rosettensammlers genommen sowie mit Multinetzen und kleineren Planktonnetzen in bestimmten Tiefen der Wassersäule und vom Seewasserversorgungssystem der Polarstern an verschiedenen Stationen entlang der Fahrtroute. Salzsoleproben werden von Hohlräumen im Meereis gesammelt. Meereisproben (Bohrkerne) werden mit einem Kernbohrer entnommen. Die Bohrkerne werden zum Schiff transportiert, dort in Stücke gesägt und bei 4°C geschmolzen. Nach dem Schmelzen stehen die Proben für verschiedene Analysen zur Verfügung. Zusätzlich werden wir ergänzende Meereisparameter, wie Temperatur, Salzgehalt und Eistextur und auch andere Parameter in der Salzsole bestimmen. Wir werden Proben konservieren oder einfrieren für weitere Analysen im Heimatlabor.

5. ÜBERLEBENSSTRATEGIEN DER ANTARKTISCHEN COPEPODEN: PHYSIOLOGISCHE REGULATION DER ÜBERWINTERUNG UND DES FETTSTOFFWECHSELS IM WEDDELLMEER

Holger Auel, Wilhelm Hagen, Sabine Schröder, Carolin Hauer (MarZoo), Franz Sartoris, Sigrid Schiel, Richie Steinmetz (AWI), Hans Verheye, Jenny Huggett, Keshnee Pillay (DEA)

ZIELE

Im DFG Projekt "Überwinterungsstrategien polarer Copepoden: Physiologische Mechanismen und die Auftriebsregulierung durch Ammonium", werden die physiologischen Steuerungsmechanismen von saisonalen vertikalen Wanderungen in dominanten Copepoden-Arten erforscht. Auf Felddaten, ökophysiologischen Messungen an Bord und biochemischen Analysen im Heimatlabor basierend, werden wir die Hypothese testen, ob die Ammoniumkonzentration in der Haemolymphe der Copepoden gleichzeitig die Diapause durch Stoffwechselunterdrückung auslöst und die Überwinterungstiefe durch Auftriebssteuerung bestimmt. Die Forschungsfahrt ANT-XXVIII/2 im südlichen Frühling/Sommer wird uns ermöglichen, den kritischen Übergang von der Überwinterung in der Tiefe zu der aktiven Phase in den oberflächennahen Schichten zu erforschen. Das Zooplankton wird durch Netzfänge in verschiedenen Wassertiefen gesammelt, um die vertikale Verteilung der dominanten Copepoden zu bestimmen und um Individuen für die Untersuchung von Atmung, Nahrungsaufnahme und Reproduktion an Bord zu erhalten.

Die Mesozooplanktonbiomasse wird in beiden polaren Ozeanen stark von den großen calanoiden Copepoden bestimmt. Im südlichen Ozean steuern *Calanoides acutus* und *Calanus propinquus* zwischen 10 und 50 % der gesamten Mesozooplanktonbiomasse bei. Die ausgeprägte Saisonalität in den polaren Gebieten ist wahrscheinlich der wichtigste Faktor, der den Lebenszyklus und die -anpassungen der pflanzenfressenden Copepoden beeinflusst. Ontogenetische und saisonale vertikale Wanderungen und die Diapause (s. Dormanz) sind als Anpassungen bekannt, um zeitlich ungünstigen Bedingungen und Nahrungsknappheit während der Wintersaison zu überleben. Viele polare Copepodenarten wandern hauptsächlich in einem späten Copepodit- Stadium in größere Tiefen, wo sie für einige Monate in einer Diapause (Dormanz) verharren, die durch geringe Schwimmaktivität, Einstellung der Nahrungsaufnahme und reduzierter Stoffwechselaktivität gekennzeichnet ist. Diese Copepoden sammeln während des Frühlings und des Sommers große Mengen an Fettreserven an, die fast ausschließlich aus Wachsestern zusammengesetzt sind, um die Diapause (Dormanz) und die Reproduktion im folgenden Frühling zum Teil unabhängig von der Nahrungsaufnahme antreiben zu können.

Obwohl die ontogenetische vertikale Wanderung (OVM) seit vielen Jahren bekannt ist, sind die Auslöser, die OVM und Diapause (Dormanz) induzieren, bei polaren Copepoden unbekannt, und es ist nicht geklärt, wie die Copepoden in der Diapause mit einer reduzierten Schwimmaktivität ihren Auftrieb regulieren, um für eine längere Zeiten in einer bestimmten Tiefe verharren zu können. Ob ein Lebewesen aufschwimmt oder sinkt, hängt vom Dichteunterschied zwischen dem Tier und dem umgebenden Meerwasser ab. Somit muss ein auftriebneutrales (schwebendes) Tier die gleiche Dichte wie das umgebende Seewasser haben. Es wird generell angenommen, dass die Fette eine Rolle in der Auftriebskontrolle spielen. Jedoch sind die Körperfette der Copepoden im Allgemeinen komprimierbarer und haben eine größere thermische Ausdehnung als Seewasser. Deshalb ist der Auftrieb von

Copepoden besonders sensibel bezüglich ihrer biochemischen Zusammensetzung und die relativen Anteile der Fette, Eiweiße und des Chitin, was die fettregulierte Auftriebsneutralität instabil machen. Außerdem ist das saisonale Muster der Fettanreicherung nicht im Einklang mit den OVM's. Die Copepoden sinken zum Ende des Sommers in die Überwinterungstiefe ab, wenn ihr Fettgehalt am höchsten ist, und demzufolge der durch Fett verursachte Auftrieb sehr hoch ist. Nur ein kleiner Anteil des eingelagerten Fettes wird während der Überwinterung verbraucht, aber die Fettspeicher treiben die Wiederaufnahme der Entwicklung, die Reifung und die Befruchtung zum Ende des Winters an, wenn die Copepoden noch in der Tiefe verweilen. Somit müssen die Copepoden im Frühjahr mit stark reduzierten Fettreserven und deshalb mit einer geringeren Auftriebskraft aufsteigen. Daraus folgt, dass die Auftriebsneutralität weitere Steuerungsmechanismen neben der Fetteinlagerung benötigt. Der Ionenaustausch, d.h., selektiver Ausschluss schwerer Ionen (Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} und Austausch durch leichtere Ionen (z.B. $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, Cl^-) könnte den marinen Lebewesen helfen, ihre Zustandsdichte zu reduzieren, während sie immer mit dem umgebenden Seewasser in iso-osmotisch verbleiben.

Dieser Mechanismus wurde bei Tiefseeschrimps und im offenen Meer vorkommenden Tiefseecephalopoden (Kopffüßern) festgestellt. Unsere bisherigen Studien zeigten, dass Copepoden in der Diapause auch hohe Konzentrationen an Ammonium enthalten. Verglichen mit dem zusätzlichen Aufwand für das Schwimmen oder die Ansammlung von organischen Stoffen mit niedriger Dichte wie Fette sind der energetische Aufwand, der für die Produktion von großen Ammoniummengen benötigt werden, gering, denn es ist ein Abfallprodukt des Protein-Stoffwechsels.. Abhängig vom pH, kommt Ammonium in Lösungen sowohl als NH_3 auch als NH_4^+ vor. Der pK dieser Reaktion ist ungefähr 9,5 und bedeutet eine Verschiebung zu NH_4 bei abfallenden pH. Hinzu kommt, dass NH_3 toxischer als NH_4^+ ist und im Gegensatz zu NH_4^+ Zellmembranen leichter durchdringt. So hohe Ammoniumkonzentrationen wie die, die in der Hämolymphe der antarktischen Copepoden *Calanoides acutus* und *Rhinacalanus gigas* gefunden wurden, würden die Nervenfunktionen in den Cephalopoden beeinträchtigen. In Cephalopoden und Tiefsee-Shrimps ist die leichtere Flüssigkeit deshalb in speziellen Kammern bei niedrigem pH gelagert, um mit den möglicherweise toxischen Ammoniumkonzentrationen zurecht zu kommen. Wegen der Giftigkeit und des höheren Diffusionsvermögen von NH_3 erwarten wir einen niedrigeren Hämolymphe-pH während der Diapause der Copepoden, um die Bildung von Ammonium (NH_4^+) zu unterstützen, das resistenter gegen Verluste durch passive Diffusion und weniger toxisch ist. Da es nur ein wenig leichter als Natrium ist, muss andererseits das Ion, mit dem es üblicherweise ausgetauscht wird, in großen Mengen angesammelt werden, um eine Auftriebsneutralität zu erreichen.

Die Arbeit auf See

Copepodenarten in der Diapause werden durch Netze, die in unterschiedlichen Tiefen geschlossen werden können (Hydro-BiosMultinet Maxi und Midi), von der Überwinterungstiefe (max. 2000 m) bis zur Oberfläche gesammelt. Weitere Netze (Bongo und RMT) werden für das Sammeln größerer Individuenmengen für Experimente und Analysen eingesetzt. Es ist insgesamt 25 Probenahmen geplant. Abhängig vom Probenahmegerät (z.B. nur 5 Probenahmetiefen mit dem Multinet Midi) müssen die Stationen mit zwei unmittelbar hintereinander erfolgenden Fängen beprobt werden, um eine gute vertikale Auflösung von 9 Schichten zu erhalten. Für eine typische Beprobung würde deshalb ein tiefer Fang (2000-1500-500-200-0 m) mit einem flachen Fang (200-150-100-50-20-0 m) kombiniert werden. Zusätzlich müssen einige Stationen mehrmals beprobt werden, um ausreichend Individuen für die Experimente und die biochemischen Analysen zu erhalten.

Die Copepoden werden sortiert nach den unterschiedlich tiefen Schichten; Art, Geschlecht und Entwicklungsstadium werden bestimmt und gezählt. Die restlichen Proben wird in 4% gepuffertem Formalin für spätere Untersuchungen bezüglich der Menge, Populationsstruktur, der vertikalen Verteilung und der Entwicklung der Gonaden sowie des Manganinhaltes konserviert.

Unter einem Seziernmikroskop wird die Hämolymphe manuell von einzelnen Tieren mit Glaskapillaren entnommen, die vorher mit einem Gerät zum Ausziehen von Elektroden hergestellt werden, um ultrafeine Spitzen zu erhalten, mit denen man leicht das Exoskelett (Panzer) durchdringen kann. Die Hämolymphe wird durch die Kapillarkräfte in die Glasspitze gesaugt und vor dem Einfrieren in eine Plastiknüle überführt, die mit 40 µl destilliertem Wasser gefüllt ist. Die Hämolympheproben werden mit einem Ionenchromatographen analysiert.. Die Messungen beinhalten anorganische Ionen, insbesondere NH_4^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{--} . Der Ionenchromatograph Dionex IC 2000 ermöglicht die Messung von sehr kleinen Hämolymphevolumina (minimales Volumen > 10 nl), und es werden die die relativen Anteile der verschiedenen Ionen bestimmt. Der Ammoniumgehalt (und der der anderen Ionen) wird deshalb als Prozentangabe des gesamten Kationen/Anionengehalts angegeben, da dies ein gutes Maß für den Ammoniumanteil ist, da Ammonium mit anderen Kationen wie Natrium, Magnesium und Kalzium ausgetauscht wird. In einem zweiten Ansatz werden Hämolympheproben an Bord gesammelt, um den pH der Extrazellularflüssigkeit zu messen.

Wir werden die Atmungsrate der Copepoden in den verschiedenen Lebensphasen und aus verschiedenen Tiefen unter simulierten vor Ort Bedingungen in temperaturkonstanten Laboren auf dem Schiff als ein Maß der Stoffwechselaktivität bestimmen. 10 bis 20 Individuen werden für mehrere Stunden in gasdichten Flaschen gehältert, die mit gefiltertem und sauerstoffangereichertem Seewasser gefüllt und an einem Planktonrührrad angeschlossen sind. Die Abnahme der Sauerstoffkonzentration wird im Vergleich zu Kontrollproben ohne Tiere entweder mit Sauerstoff-Optoden (Elektrode) oder der Winkler-Titration aufgezeichnet. Am Ende des Experiments werden Proben des Wassers der Inkubationsbehälter gesammelt und für die Bestimmung des Ammoniumgehalts im Heimatlabor tiefgefroren. Dieses Vorgehen ermöglicht es, die Atmung und Ausscheidungsrate der Copepoden parallel zu messen. Atmungsmessungen werden durch Fütterungsexperimente ergänzt, um die Verdauungsrate als weitere Messgröße für die Aktivität der Copepoden zu bestimmen.

Es werden tiefgefrorene (-80 °C) Proben von verschiedenen Copepodenarten und – entwicklungsstadien aus verschiedenen Tiefenschichten und Jahreszeiten für biochemische Analysen gesammelt. Der Fettgehalt und die Fettklassenzusammensetzung werden bestimmt, um Daten für die Berechnung des Auftriebs zu erhalten. Es werden der Eiweißgehalt und das C/N-Verhältnis ermittelt, um die jahreszeitlichen Trends des Eiweißabbaus als potentielle Ammoniumquelle zu verfolgen, Die Verdauungsenzyme und die Aktivität des Elektronentransfersystems werden als zusätzliche Parameter der Stoffwechselaktivität gemessen.

Darüber hinaus werden die südafrikanischen Partner einen „kontinuierlich messenden Plankton Recorder (CPR) einsetzen entlang der Reiseroute von Kapstadt in die Antarktis einsetzen. Der CPR wird hinter dem Schiff hergezogen. Ursprünglich wurden CPR's entwickelt, um geeignete (von der Fahrtroute her) kommerzielle Schiffe für wissenschaftliche Zwecke zu nutzen. Zooplankton wird kontinuierlich gefiltert und auf einer Gaze in einer 4%igen Formaldehydlösung konserviert. Die Kartuschen mit den Gazen werden in regelmäßigen Intervallen ausgetauscht. Die CPR Erhebung wird Daten bezüglich der Zooplanktonverteilung in einer größeren räumlichen Auflösung liefern als punktuelle Messungen durch konventionelle Netzfänge.

6. BEOBACHTUNG VON MEERESSÄUGETIEREN

Sebastian Richter (AWI),

not on board: Olaf Boebel, Lars Kindermann, Daniel Zitterbart (AWI)

Objectives

Zunehmend kritisieren regierungsunabhängige Organisationen und auch Regierungsstellen die Verwendung von Luftpulsern für geophysikalische Untersuchungen der Meere wegen des hohen Geräuschpegels, den diese Instrumente in die Meeresumwelt einbringen. Um mögliche schädliche Effekte auf die marine Fauna zu verhindern, werden Maßnahmen gefordert, die in den meisten Fällen die visuelle Beobachtung des Schiffsumfeldes und das Einstellen der seismischen Aktivitäten erfordern, wenn Wale innerhalb einer definierten Sperrzone gesehen werden. Um solche Beobachtungen zu erleichtern, hat das MAPS-Projekt zum Ziel, ein automatisches System zur Erkennung des Walblases zu entwickeln, das einen 360° erfassenden bilderzeugenden thermischen Sensor, FIRST Navy, nutzt.

Die Daten, die mit diesem System während der beiden letzten Polarsternfahrten gesammelt wurden, ermöglichten bei der nachträglichen visuellen Inspektion durch einen Menschen die Erkennung von zahlreichen Walblasen, sogar in relativ warmen Gewässern von bis zu 6°C. Diese ermutigenden Ergebnisse sind jedoch nur ein erster Schritt, da nun ein robuster computerbasierter Bilderkennungs-Algorithmus entwickelt und getestet werden muss, der automatisch die Videoaufnahme vom Blas der Wale auswertet, um dann in Echtzeit einen Alarm an die Walbeobachter und an die Schiffsbesatzung zu geben. Das Ziel der Arbeiten auf dieser Expedition ist es, zusätzliche Daten für weitere Effizienztests des automatischen Erkennungsalgorithmus zu sammeln. Dieser wurde auf der Basis von Daten entwickelt, die während der Expeditionen ANT-XXVI/3 und ANT-XXVII/2 gesammelt wurden. Dies erfordert die folgenden Fragen zu beantworten:

- 1) Wie hoch ist die Anzahl der verfehlten Ereignisse (d.h., anwesende Wale, die nicht von dem automatischen Algorithmus entdeckt worden sind)?
- 2) Wie hoch ist die Anzahl von falschen Ergebnissen (d.h., von Ereignissen, wie brechenden Wellen, welche der automatische Algorithmus fälschlicherweise als Walblas identifiziert hat)?

Weiterhin soll ein PiP-System weiter entwickelt werden, das automatisch hochauflösendes Foto-Filmmaterial von den selbst entdeckten Ereignissen sammelt und zusätzlich eingesetzt werden soll. Dieses System verlangt eine voraussehende Kompensation der Schiffsneigungen und Rollbewegungen, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist.

Arbeiten auf See

Während der Fahrt werden zwei Datensätze unabhängig voneinander gesammelt:
a) eine IR-Videoaufnahme und b) Protokolle/Aufzeichnungen von visuellen Walsichtungen durch menschliche Beobachter. Visuelle Walsichtungen werden unter der Federführung von unabhängigen Walbeobachtungsgruppen und der nautischen Schiffsbesatzung gesammelt. Die IR-Videoaufzeichnung erfolgt kontinuierlich und wird für nachträgliche Analysen aufbewahrt. Zu diesem Zweck müssen die exakten Zeiten (bis auf die Sekunde genau), die Richtung und vorzugsweise die Entfernung jeder visuellen Sichtung neben der Information über die gesichtete Art dokumentiert werden. Zusätzlich soll die Bildstabilisierung des PiP Systems während der Reise verbessert werden. Die Entwicklung und die Überprüfung dieses Systems können nur vor Ort auf

dem Schiff mit direktem Zugang zu den Daten der kreiselstabilisierten Plattform des FIRST–Navy durchgeführt werden.

Erwartete Ergebnisse

Es wird erwartet, dass die Sammlung eines umfassenden Datensatzes die Systementwicklung und die Bewertung, die Verhaltensanalysen und die Erweiterung der Datensammlung über die Sichtung mariner Säugetiere fördern wird. Die Verhaltensanalyse wird es ermöglichen, die Bewegung mariner Säugetiere in der Umgebung des Schiffes räumlich hoch aufgelöste zu erfassen und gleichzeitig die Verteilung der Eisschollen aufzuzeichnen. Die Systembewertung wird zu verbesserten Algorithmen führen und damit die Anzahl der Fehlalarme minimieren. Weiterhin erwarten wir, das PIP System hinsichtlich der Kompensation der Roll- und Stampfbewegungen des Schiffes verbessern zu können.

7. BESTANDSAUFNAHME MARINER SÄUGETIERE

Linn Sophia Lehnert, Conny Schmidt (ITAW), Kristina Lehnert (HZG), Hans Verdaat, Steve Geelhoed (IMARES), NN, NN (ITAW)
not on board: Ursula Siebert

Ziele

Die Kenntnis über die Verteilung, Dichte und Häufigkeit der Wale im südlichen Ozean ist recht begrenzt. Besonders in Packeisregionen mangelt es an Untersuchungen, da man nur mit wenigen Schiffen in das Eis vordringen kann. Die Bestandsaufnahme von Walsichtungen mit Hilfe einer standardisierten Zählmethode, bei der entlang eines Schnittes gezählt wird, soll zu einer soliden Grunddatenbasis bezüglich des Walvorkommens und der Anzahl beitragen, die von Entscheidungsträgern zum Management und Schutz der Wale benötigt wird. Zusätzlich soll mit Verhaltensbeobachtungen die Reaktion von Walen auf Schiffe in antarktischen Gewässern untersucht werden.

Arbeit auf See

Wir werden schiffgestützte und luftgestützte Bestandsaufnahmen durch Walsichtungen durchführen, wann immer die Sicht- und Wetterbedingungen es zulassen. (z.B., wir benötigen eine relativ ruhige See, um Wale sichten zu können). Für die Zählungen an Bord werden wir das Krähennest benutzen und die Beobachtungen entlang der Fahrtroute der Polarstern durchführen. Während jeder Schicht werden 2 Beobachter Sichtungsdaten sammeln und eine 3. Person wird diese Daten direkt mit den GPS – Daten in den Computer eingeben. Die gleiche Methode wird bei Zählungen angewendet, die wir mit Hubschraubern durchführen, um Gebiete entfernt vom Schiff zu erfassen. Zusätzlich zu den Zählungen werden wir die Wege von Walen vom Krähennest aus verfolgen, d.h., entdeckte Tiergruppen werden mit starken Ferngläsern beobachtet, um ihre Wege so lange wie möglich aufzuzeichnen. Dies ist eine Methode, das Walverhalten, zum Beispiel als Reaktion auf das Schiff, zu bewerten.

Unsere Daten werden für eine Populationsbewertung von Walen in antarktischen Gewässern verwendet. Zusammen mit der Verteilungsanalyse des Artenvorkommens wird unsere Auswertung der Zählungen zu einer Mengenabschätzung der Arten beitragen, z.B. des antarktischen Zwergwals (*Balaenoptera boaerensis*), der immer noch bejagt wird., Unsere Daten über die Schwimmwege sollen für Verhaltensstudien verwendet werden.

8. HÖHERE TROPHISCHE EBENEN: VERTEILUNG VON MARINEN SÄUGETIEREN UND SEEVÖGELN

C.R. Joiris, D. Verbelen, J. Haelters (PoE)

Im Rahmen unserer Langzeitstudie über die Verteilung von Seevögeln und Meeressäugtieren geht es vorwiegend um die Mechanismen, die ihre Verteilung erklären: Wassermassen und -fronten sowie Bodenstrukturen wie Abhänge, die Fronten (Auftriebsphänomene) beeinflussen. Besondere Aufmerksamkeit soll den weniger erforschten antarktischen Gebieten wie den östlichen und westlichen Teilen des Weddellmeers gewidmet werden. Im Vergleich zu früheren Expeditionen zwischen Südafrika und der Antarktis wird erwartet, dass die grundlegenden Mechanismen bestätigt werden und mögliche Änderungen in der Häufigkeit und der geographischen Verteilung festgestellt werden können. Die Arbeit auf See besteht in kontinuierlichen Zählungen während der Fahrt von der Brücke aus.

9. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES

	Adresse Address
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft Postfach 120161 27515 Bremerhaven/Germany
DEA	Department of Environmental Affairs: Oceans and Coasts Research P.O. Box 52126, Victoria & Alfred Waterfront Cape Town/South Africa
DWD	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht Str. 76 20359 Hamburg/Germany
HeliService	HeliService International GmbH, Deutschland Am Luneort 15 27572 Bremerhaven/Germany
HZG	Helmholtz Zentrum Geesthacht, Institut für Küstenforschung Werftstraße 6 25761 Büsum/Germany
ITAW	Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Werftstraße 6 25761 Büsum/Germany
ICBM	Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment University of Oldenburg 26131 Oldenburg/Germany
IMARES	IMARES Wageningen UR 1790 AD Den Burg (Texel)/The Netherlands
Laeisz	Reederei F. Laeisz (Bremerhaven) GmbH Brückenstraße 25 27568 Bremerhaven/Germany
MarZoo	Marine Zoologie Universität Bremen P.O. Box 330 440 28334 Bremen/Germany
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung Telegraphenberg A 31 14473 Potsdam/Germany

Adresse
Address

PoIE	Laboratory for Ecotoxicology and Polar Ecology Free University of Brussels Pleinlaan 2 B-1050 Brussels/Belgium
UBA	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau/Germany
Uni GÖ	Institute of Microbiology and Genetics Georg-August-Universität Göttingen Grisebachstr. 8 37077 Göttingen/Germany