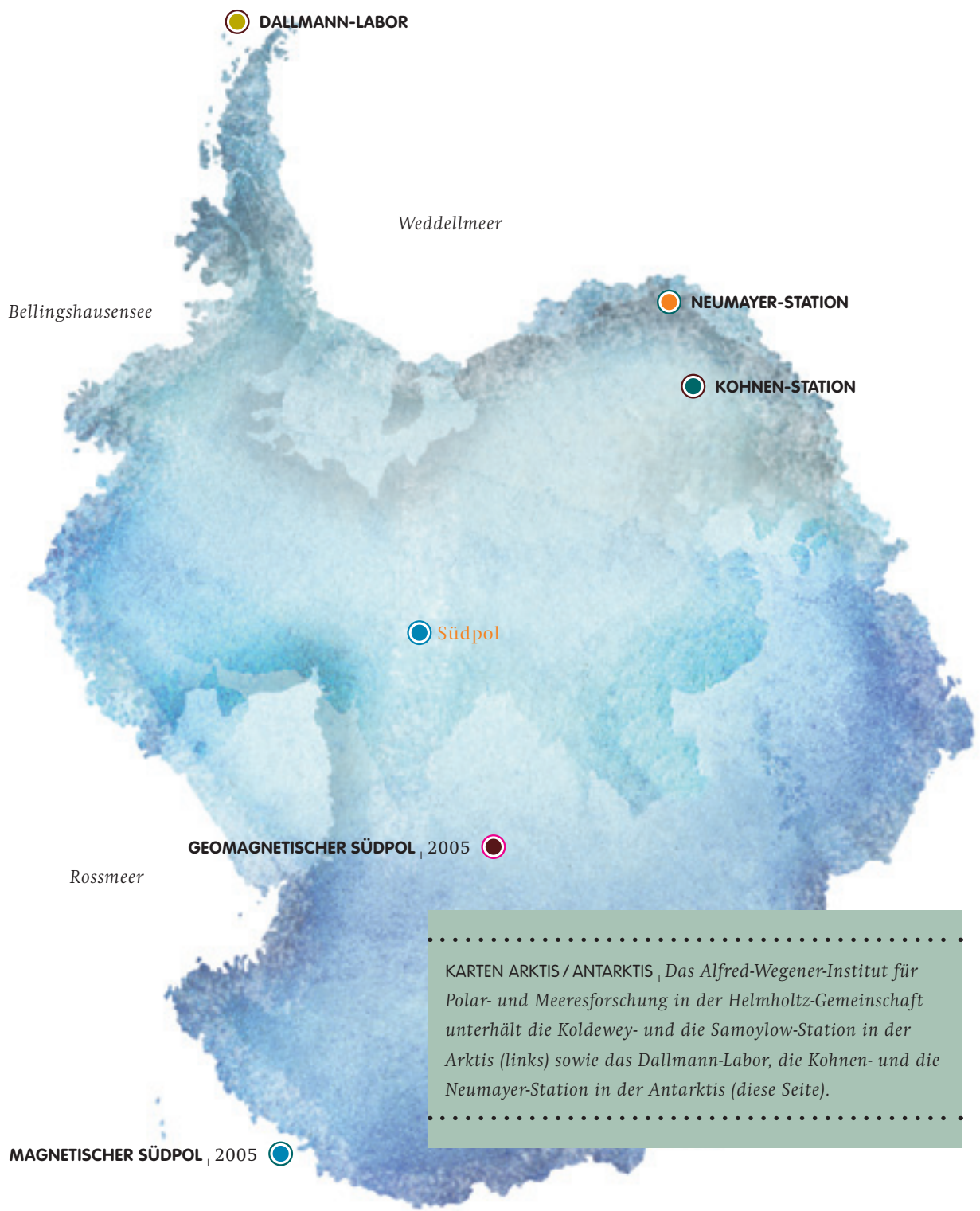






DESIGN KARTE, GfG/Gruppe für Gestaltung auf der Basis von  
C. B. Cogan, G. König-Langlo, B. Loose, Alfred-Wegener-Institut



DALLMANN-LABOR

Weddellmeer

Bellingshausensee

NEUMAYER-STATION

KOHNEN-STATION

Südpol

GEOMAGNETISCHER SÜDPOL, 2005

Rossmeer

KARTEN ARKTIS / ANTARKTIS, Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft unterhält die Koldewey- und die Samoylow-Station in der Arktis (links) sowie das Dallmann-Labor, die Kohnen- und die Neumayer-Station in der Antarktis (diese Seite).

MAGNETISCHER SÜDPOL, 2005

01 | *Meereis in der Arktis*



## 1980 ~ 2005

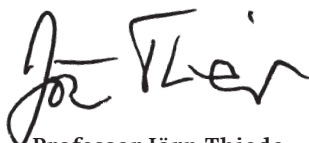
### Jahre voller Entdeckungen

---

Lassen Sie uns einen Blick auf die Geschichte des Alfred-Wegener-Instituts werfen. Wir widmen uns seit 25 Jahren der Erforschung der Arktis und Nordpolarmeere, der Antarktis und des Südozeans sowie der Meere der gemäßigten Breiten. Hier arbeiten Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler aller Disziplinen zusammen, aus Biologie, Chemie, Physik, Ozeanographie, Meteorologie, Geologie, Geophysik und Glaziologie. 2005 ist für das Alfred-Wegener-Institut ein ganz besonderes Jahr: Gefeierte wird nicht nur das 25-jährige Bestehen des Instituts, sondern auch der 125. Geburtstag Alfred Wegeners. Der deutsche Geophysiker und Namensgeber des Instituts führte schon früh mehrere Expeditionen nach Grönland durch und entwickelte die Theorie der Kontinentalverschiebung. Auch heute noch sind unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fasziniert von Eis und Meer und werfen Fragen auf, denen sie mit Neugier, Begeisterung und Geduld nachgehen.

Wir danken allen Förderern und Kooperationspartnern, die das Institut in den 25 Jahren seit seiner Gründung unterstützt und hilfreich begleitet haben. Dieses Magazin bietet einen Einblick in die 25-jährige Geschichte und die damit zusammenhängenden Höhepunkte der Forschung des Alfred-Wegener-Instituts.

Viel Freude bei dieser »Entdeckungsreise«!



**Professor Jörn Thiede**  
Direktor des Alfred-Wegener-Instituts



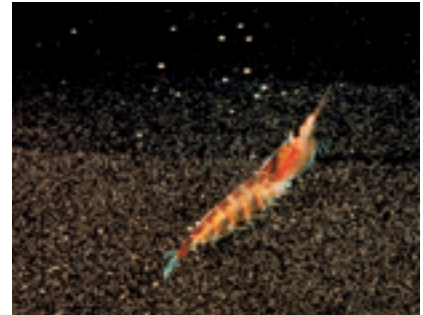
**PROF. JÖRN THIEDE**  
Der Geologe und Paläontologe Professor Jörn Thiede leitet das Alfred-Wegener-Institut seit 1997. Er ist der amtierende Präsident des internationalen Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR).



Seite 08 | Impressionen – Wo das Alfred-Wegener-Institut forscht, ist mehr als nüchterne Wissenschaft.



Seite 26 | Polarstern – Der weltweit leistungsfähigste Eisbrecher ist in der Arktis ebenso zu Hause wie in der Antarktis.



Seite 38 | *Euphausia superba* – Krill besetzt eine Schlüsselrolle in polaren Nahrungsketten.

# INHALT

Seite 05 | **EDITORIAL**

Seite 08 | **FOTOGALERIE**

Seite 20 | **Das AWI** »Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung hat Grund zum Feiern...«, 1980

Seite 23 | **Die Neumayer-Station**

»Position: 70° 39' S, 08° 15' W«, 1981

Seite 26 | **Der Forschungseisbrecher Polarstern**

»Die Polarstern – unentbehrlich für die Forschung im Eis«, 1982

Seite 30 | **Die Polarflugzeuge** »Durchblick von oben – im Flugzeug über dem ewigen Eis«, 1983

Seite 33 | **Infrastruktur in Bremerhaven** »Aus kleinen Anfängen zum Zentrum der deutschen Polar- und Meeresforschung«, 1984

Seite 34 | **Meeresforschung in der Nordsee**

»Wenn den Meeresbewohnern die Luft wegbleibt«, 1985

Seite 38 | **Krillforschung**

»Was macht der Krill denn bloß im Winter?«, 1986

Seite 40 | **Diatomeenkunde** »Gesammelte Mikrowelt im Dienst für Erde und Mensch«, 1987

Seite 42 | **Die Koldewey-Station**

»Grüner Finger, Blaues Haus und weiße Ballone«, 1988

Seite 44 | **Leben am antarktischen Meeresboden**

»Gestörte Stille in Kälte und Dunkel«, 1989

Seite 46 | **Die Zirkulation der polaren Ozeane**

»Das Meer der Zahlen«, 1990

Seite 49 | **Meeresgeologie**

»Eine Reise ins Unbekannte«, 1991

Seite 52 | **Die Forschungsstelle in Potsdam** »Wildnis, Wind & Wolken: Puzzlestücke für ein Klimamodell«, 1992

Seite 56 | **Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**

»Ganz nah dran. Arbeiten für die Medien und die Öffentlichkeit«, 1993

Seite 58 | **Das Dallmann-Labor**

»Eisfrei in der Antarktis«, 1994

Seite 60 | **Robbenforschung**

»Überlebensprinzip: In der Ruhe liegt die Kraft«, 1995



Seite 49 | Hightech – Modernste Ausrüstung führte zur Entdeckung unterseeischer Vulkane.



Seite 58 | Kooperation – Das Dallmann-Labor war die erste von mehreren Nationen gemeinsam betriebene Forschungsstation in der Antarktis.



Seite 76 | Ausbildung – Schon früh kümmert sich das Institut um die Nachwuchsförderung.

Seite 62 | **Technologietransfer am Alfred-Wegener-Institut**

»Black Beauty auf Trab bringen«, 1996

Seite 64 | **Klimaabhängige Anpassungsmechanismen**

»Die Grenzen des Lebens«, 1997

Seite 66 | **Die Biologische Anstalt Helgoland**

»Huckepack ins Wattenmeer – neue Bewohner vor Helgoland und Sylt«, 1998

Seite 70 | **Die Filchner-Station**

»Im Eisfluss. Die Filchner-Station diente über zehn Jahre als Sommerstation für Schelfeisexpeditionen. Bis das Eis brach«, 1999

Seite 72 | **Die wissenschaftliche Kooperation mit Russland**

»Freundschaft im Eis«, 2000

Seite 74 | **Glaziologische Forschung**

»Geheimnisse im Schnee von gestern«, 2001

Seite 76 | **Nachwuchsförderung**

»Schüler in Tuchfühlung mit der Wissenschaft«, 2002

Seite 78 | **Die Tiefsee-Gruppe**

»Expedition in die Tiefsee«, 2003

Seite 80 | **Biologische Ozeanographie**

»Eisenregen für den Ozean«, 2004

Seite 82 | **Meereisforschung**

»Die untersuchte Unterseite: 25 Jahre Meereisforschung«, 2005

Seite 84 | **Die Zukunft des Alfred-Wegener-Instituts**

»Das Alfred-Wegener-Institut – Heutiges Zentrum der deutschen Polar- und Meeresforschung«

Seite 86 | **ZUM SCHLUSS ...**

Seite 87 | **IMPRESSUM**



02 | *Meereis in der Arktis*





FOTOGALERIE | Polar- und Meeresforschung sind von elementarer Bedeutung für das Verständnis der naturwissenschaftlichen Prozesse unseres Planeten und ihrer Veränderlichkeit. Die extremen Lebensräume der Polarregionen und die Weltmeere beeinflussen das globale Klimageschehen maßgeblich. Ein auf wissenschaftlicher Erkenntnis aufbauendes Erdmanagement kann nur dann sinnvoll betrieben werden, wenn es gelingt, den natürlichen und den durch menschliche Eingriffe bedingten Wandel der globalen Umwelt besser zu verstehen.



03 | Die extremen Bedingungen in den Polarregionen stellen höchste Ansprüche an Menschen und Geräte.



04 | Pinguine wie diese Eselspinguine sind flugunfähige Vögel.  
Von den Frackträgern gibt es 18 Arten in der Antarktis.



05 | Polarstern ist ein doppelwandiger Forschungseisbrecher, der bei Außentemperaturen bis zu  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  arbeiten und gegebenenfalls im Eis der polaren Meere überwintern kann.



06 | Eisberg im Antarktischen Ozean



07 *Alfred Wegener und sein Team während der letzten Phase der Grönlanddurchquerung im Jahr 1913. Wegener ist in die Geschichte als einer der bedeutendsten deutschen Polarforscher und Geowissenschaftler eingegangen. Sein Ruhm gründet vor allem auf der Theorie der Kontinentalverschiebung, die er mitbegründet und bekannt gemacht hat.*

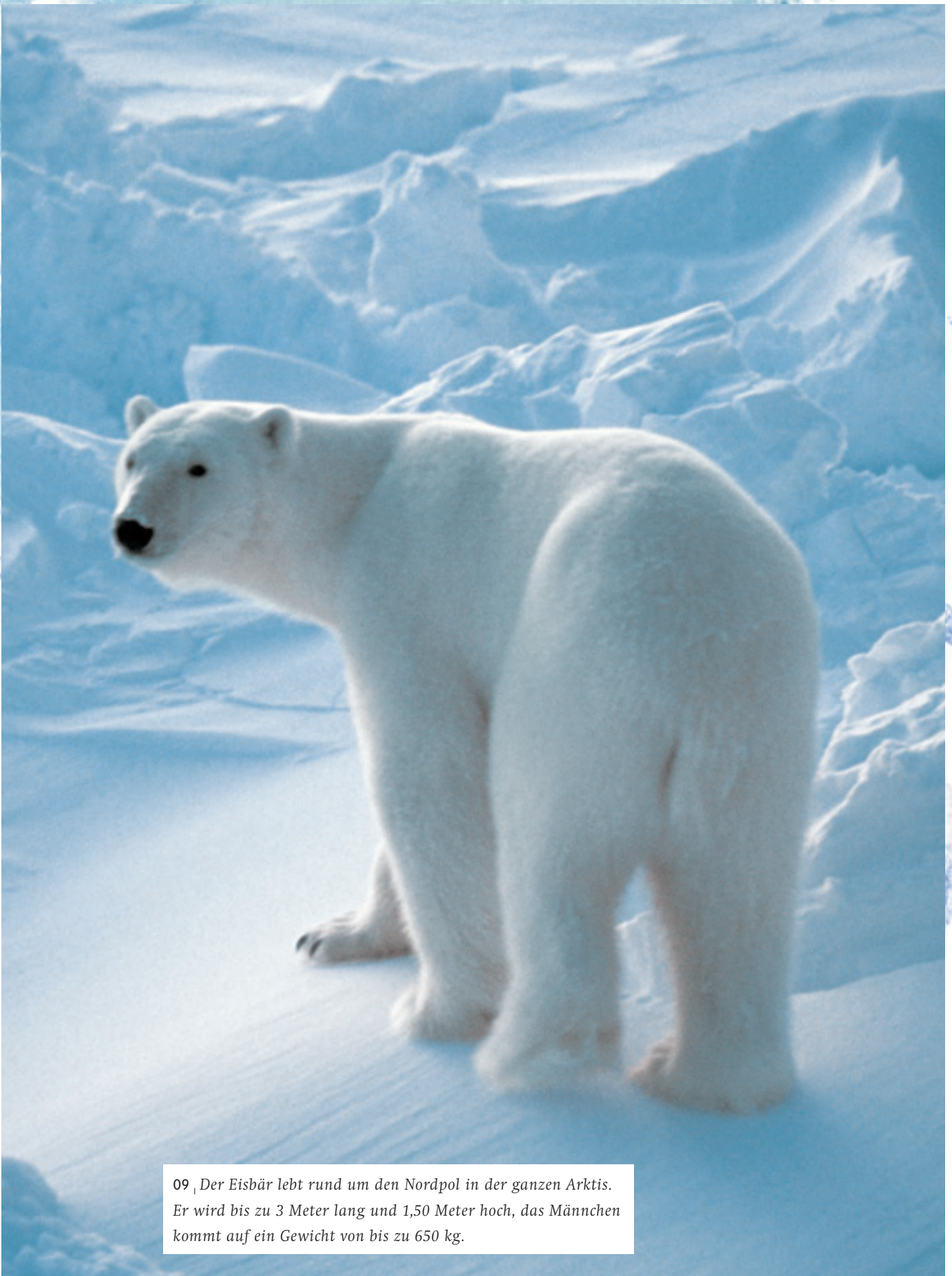




08 | *Irisierende Nebensonne in der Arktis*







09 ,Der Eisbär lebt rund um den Nordpol in der ganzen Arktis.  
Er wird bis zu 3 Meter lang und 1,50 Meter hoch, das Männchen  
kommt auf ein Gewicht von bis zu 650 kg.



10 | Luftbild vom Wattgebiet »Königshafen« im Norden von Sylt mit dunklen Miesmuschelbänken, der Insel Uthörn und dem geschwungenen Priel im Königshafen.

11 | Der im Mai 2004 eingeweihte Neubau des Alfred-Wegener-Instituts nahe der Fischereihafenschleuse in Bremerhaven bietet mit einer Nutzfläche von 7.600 Quadratmetern Büros sowie biologische und chemische Labore für 240 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.



# DAS ALFRED-WEGENER-INSTITUT

## für Polar- und Meeresforschung hat Grund zum Feiern ...

Text TIM SCHRÖDER



Am 15. Juli 1980 wurde das Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven gegründet. Ein Vierteljahrhundert später hat das Institut vier Standorte in Deutschland: den Hauptsitz in Bremerhaven sowie Außenstellen in Potsdam, auf Helgoland und Sylt.

Hinzu kommen sechs Forschungsschiffe (Polarstern, Heincke, Uthörn, Aade, Diker, Mya), fünf Stationen (Neumayer, Koldewey, Dallmann, Kohlen, Samoylow) und zwei Flugzeuge (Polar 2, Polar 4). Das AWI hat derzeit 780 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Das alles will sicher versorgt und gut verwaltet sein: Logistik, Rechenzentrum, Verwaltung, Bibliothek und Pressestelle sichern die Randbedin-

gungen für eine erfolgreiche Forschung, ebenso wie die Förderung der Vereinbarkeit von Beruf und Familie durch verschiedene Maßnahmen, wie zum Beispiel eigene Kinderkrippenplätze. Für Polar- und Meeresforscher sind Expeditionen unter unwirtlichen Bedingungen gleichermaßen Arbeitsalltag wie die Arbeit zu Hause im Labor. Kooperation mit vielen nationalen und internationalen Partnern,

Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs, Mitarbeit in internationalen Gremien und Forschungsprojekten sind selbstverständlicher Bestandteil ihrer Arbeit.

Das Alfred-Wegener-Institut ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und verfügt über einen Haushalt von ca. 100 Millionen Euro. Es wird zu 90% vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, zu 8% vom Land Bremen und zu je 1% von den Ländern Brandenburg und Schleswig-Holstein finanziert. Das AWI ist die größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung im Lande Bremen. Durch seine Ansiedlung konnten die Meeresforschung an der Universität Bremen ausgebaut und weitere Institute gegründet werden. In dieser Vernetzung ist das Land Bremen heute einer der wichtigsten Standorte der Meeresforschung in Europa.

Gründungsdirektor Professor Gotthilf Hempel erinnert sich, wie das AWI nach Bremerhaven und zu seinem Namen kam.

### Warum hat man sich für Bremerhaven als Standort des Alfred-Wegener-Instituts entschieden?

**Prof. Gotthilf Hempel:** Letztlich ist die Wahl Bremerhavens als AWI-Standort keine wissenschaftliche, sondern eine regionalpolitische Entscheidung gewesen. Mitte der 70er Jahre befasste sich Horst Grunenberg, Bremerhavener Bundestagsmitglied der SPD, mit dem Antarktisvertrag und den Möglichkeiten der Fischerei und der Gewinnung von Ressourcen am Südpol. Damit weckte er das Interesse der Bundesregierung. Eine Kommission des Wissenschaftsrates

prüfte daraufhin, welcher Standort für eine deutsche Polarforschungszentrale in Frage käme – und entschied sich für Kiel. Im damaligen Bundesforschungsministerium aber war man sich nicht so schnell einig. Es gab Befürworter der Stadt Kiel sowie der Städte Bremen und Bremerhaven. Darüber hinaus keimte Streit zwischen den beiden bremischen Schwesterstädten auf. In der strukturpolitischen Diskussion warf Bundeskanzler Helmut Schmidt sein Gewicht in die Waagschale – zu Gunsten Bremerhavens. Die Würfel waren gefallen. Inzwischen ist die alte Diskussion längst Schnee von gestern und das AWI ein fester Bestandteil der alten Seefahrerstadt.

### Und wie kam das Alfred-Wegener-Institut zu seinem Namen?

**Prof. Gotthilf Hempel:** Alfred Wegener ist einer der wenigen ganz großen deutschen Polarforscher. Er war ein erfahrener Forschungsreisender und starb im Jahr 1930 auf einer Hilfsexpedition auf dem Inlandeis von Grönland. Wegener war Geophysiker, Meteorologe und Glaziologe und als solcher nicht nur ein großer Forschungsreisender und Beobachter, sondern auch ein bedeutender Theoretiker. Er entwickelte die erste gründliche Vorstellung von der Drift der Kontinente. Für seine zu damaliger Zeit abwegig erscheinenden Theorien wurde er von Kollegen angefeindet. Erst in den 1970er Jahren erbrachte man den Beweis, dass Wegener mit seiner Theorie richtig lag. Wegener genoss als Expeditionsleiter hohes menschliches Ansehen. Alles in Allem war Alfred Wegener der richtige Namenspatron für Deutschlands größte Polarforschungseinrichtung. ✱



12 | Professor Gotthilf Hempel (links neben dem damaligen Bundesminister für Forschung und Technologie Professor Heinz Riesenhuber) hat seit über zwanzig Jahren maßgeblichen Anteil am Aufbau einer leistungsfähigen und international anerkannten Meeresforschung in Deutschland. Von 1980 bis 1992 war der Biologe der erste Direktor des Alfred-Wegener-Instituts.



13 | Die Neumayer-Station steht auf 200 Meter dickem, nahezu ebenem Schelfeis in der Antarktis und ist vollständig mit Schnee bedeckt. Aus der Ferne sind die Lüftungsschächte und Satellitenantennen zu erkennen, die den Schnee um wenige Meter überragen.

# POSITION:

70° 39' S, 08° 15' W



1981

.....

Text KAROLINE SCHACHT

In der Antarktis zu forschen, heißt extreme Bedingungen zu meistern. Die deutsche Neumayer-Station bietet den Wissenschaftlern dafür einen guten Ausgangspunkt: Hier gibt es die reinste Luft der Erde, von hier aus können sie Erdbeben rund um den Globus registrieren, mitten im Eis an der Rekonstruktion der Klimageschichte arbeiten oder das Ozonloch studieren.

Hier kommt niemand zufällig vorbei. Der Weg hierher ist aufwändig, abenteuerlich und außergewöhnlich. Die deutsche Forschungsstation »Neumayer« liegt auf dem Ekström-Schelfeis am nordöstlichen Ausgang des Weddellmeeres mitten in der antarktischen Eiszüste. Zum Südpol sind es zwar noch 2155 Kilometer, aber die durchschnittliche Wintertemperatur von -25°C lässt gar keinen anderen Schluss zu: Hier ist das Ende der Welt.

Seit 1981 stand die Georg-von-Neumayer-Station am nordöstlichen Rand des Schelfeises. Das heißt, sie steckte darin. Denn während die Forschungseinrichtungen anderer Nationen meist auf felsigem Grund erbaut und auf Stelzen gestellt wurden, hatten sich die deutschen Polarforscher im Laufe der Jahre metertief vergraben. Jahr um Jahr wuchs der Schneeberg auf der Station, am Ende waren es neun Meter, die auf ihr lasteten, und das Eis bewegte sich, zerrte und schob. Im Jahr 1991/92 wurde schließlich ein Stationsneubau fällig, der Name »Neumayer-Station« blieb, und für weitere 15 Jahre war die Einrichtung für die wissenschaftlichen Einsätze gesichert. Aber auch diese Konstruktion versinkt langsam im Schnee und ist den gewaltigen Kräften des Eises ausgesetzt. Pro Jahr sammeln sich etwa 80 Zentimeter Schnee,

die Belastung wächst und manchmal ist in der Station ein Knacken zu hören: Dann verschiebt sich das Eis und drückt die beiden ursprünglich runden Wellblechröhren unter dem Eis weiter in eine ovale Form. Bevor sie aber plattgedrückt werden, soll es ab 2008 »Neumayer-III« geben. Anschließend wird die alte Station ausgegraben und rückgebaut, das noch brauchbare Innenleben zieht in das neue Gebäude um, während der Rest in transportierbare Einheiten zerlegt und per Schiff entsorgt wird.

Zwölf Meter unter dem Eis verbergen sich Küche, Messe, Sanitär- und Wohnräume sowie Hospital, Technik und Forschungslabore in zwei je 90 Meter langen und über einen Quergang miteinander verbundenen Röhren. Das könnte luxuriös klingen – und ist es ganz und gar nicht. Von den 2200 Quadratmetern der Station wird ein Drittel per Dieselgeneratoren auf Zimmertemperatur erwärmt, und das Team der Station erlebt für zumindest acht der 15 Monate des Aufenthaltes, was Abschiedenheit bedeutet. Die Station ist ganzjährig von wenigstens neun BewohnerInnen besetzt: Ein Arzt, der gleichzeitig Stationsleiter ist, zwei Meteorologen, zwei Geophysiker, ein Ingenieur, ein Elektriker, ein Funker bzw. Elektroniker sowie ein Koch gehören

jedes Jahr zum Team der Überwinterer. »Verglichen mit der Leistungsfähigkeit anderer Stationen wird auf Neumayer mit viel weniger Personalaufwand gearbeitet«, sagt Dr. Hartwig Gernandt, Chef-Logistiker des Alfred-Wegener-Instituts.

Hier, am südlichsten Arbeitsplatz Deutschlands, wird ein langfristig angelegtes Forschungsprogramm durchgeführt. Dafür stehen der Wissenschaft verschiedene Observatorien zur Verfügung. Eines für die Meteorologie: Die Änderung im Strahlungshaushalt der Erde und ihre langfristige Wirkung auf unser Klima stehen im Zentrum der wissenschaftlichen Fragestellung. Optische Messungen finden alle drei Stunden statt. Einmal am Tag startet ein Wetterballon. Diese exklusiven Daten fließen in das globale Messnetz der Weltorganisation für Meteorologie ein und helfen so auch bei der Wettervorhersage. Das zweite Observatorium gilt der Geophysik. Seismische Daten werden hier gesammelt und alle Erdbeben rund um den Globus registriert. Ob das Schelfeis sich bewegt wird ebenso notiert wie Veränderungen im Erdmagnetfeld. Der Weg zum dritten Observatorium der Station ist der beschwerlichste, jedenfalls bei schlechtem Wetter: Die Beobachtungs- und Messstation der Luft-

chemie erfasst Spurengase wie Ozon, aber auch kleinste Staubteilchen in der Luft. Dieser Messplatz braucht extrem reine Luftbedingungen und liegt deshalb etwa 1,5 Kilometer südlich der bewohnten Station. Das vierte Observatorium schließlich wurde erst im Jahr 2003 eingerichtet und beinhaltet ein Infrarot-Messfeld. Als eines von vier Infrarot-Observatorien in der Antarktis ist es ein Teil des Internationalen Nuklearwaffen-Teststopp-Abkommens (CTBT). Deutschland beteiligt sich damit an der international vereinbarten Überwachung zur Einhaltung dieses Vertrages.

### SOMMERGÄSTE – ENDLICH

Für Abwechslung in der eisigen Monotonie sorgen vor allem die Sommergäste: Sie kommen im November und bleiben meist bis März. Bis zu 50 Wissenschaftler beleben in dieser Zeit die Station. Mittlerweile hat die gute Fluganbindung nach Kapstadt in Südafrika die lange Schifffahrt abgelöst, und die Wissenschaftler und Techniker können in wenigen Tagen über eine Luftbrücke (DROMLAN, Dronning Maud Land Airway Network) zunächst zur russischen Basis Nowolazarewskaja und von dort zur Neumayer-Station ge-

langen. Jetzt ist Neumayer auch die logistische Basis für den Einsatz der Polarflugzeuge und der Fahrzeuge, die die Fahrt zur 750 Kilometer entfernten Kohlen-Station über das Inlandeis auf sich nehmen.

Wenigstens einmal pro Jahr kommt auch das eisbrechende Forschungsschiff Polarstern hierher und übernimmt einen Teil der Stationsversorgung. Es bringt Lebensmittel, Geräte und Treibstoff und nimmt den ganzen Müll wieder mit, der im Laufe eines Jahres anfällt. Das entspricht dem seit 1998 geltenden, internationalen Umweltschutzprotokoll für die Antarktis.

Weil der im Jahr 1959 unterzeichnete Antarktisvertrag alle beteiligten Nationen verpflichtet, ihre Einsätze zu koordinieren und die wissenschaftlichen Ergebnisse auszutauschen, treffen sich auch die Logistiker auf internationalen Konferenzen. Unter dem Dach des COMNAP, dem Council of Managers of National Antarctic Programs, besprechen sie die Einsatzpläne, die Schifffahrten und die Versorgung ihrer Stationen. Für Neumayer ist die Zusammenarbeit mit Südafrika, Russland, England und Norwegen besonders interessant, denn deren Forschungseinrichtungen liegen in Nachbarschaft zur deutschen Station. »Nachbarschaft«

ist hier allerdings nicht ganz wörtlich zu verstehen, denn die nächsten Nachbarn sind die Wissenschaftler aus Südafrika – und die befinden sich etwa 200 Kilometer entfernt.

### ZUKÜNFTIG ÜBER-EIS

Von 2008 an wird sich das Leben auf Neumayer erheblich verändern. Denn »Neumayer III« wird sich schon in der Bauweise sehr von den Vorgängern unterscheiden: Sie wird auf Stelzen stehen, die von hydraulischen Pressen auf einem Niveau oberhalb der veränderlichen Schneehöhen in der Umgebung gehalten werden kann. Zwei klimatisierte Stockwerke mit einer Grundfläche von jeweils 1640 Quadratmetern beherbergen in Zukunft die Aufenthalts-, Arbeits- und Technikräume. Die Vergrößerung der Nutzfläche wird noch mehr Wissenschaftlern Platz bieten. »Neumayer III« erhält eine aerodynamische Verkleidung, die gegen den Wind schützt und die Schneeablagerungen in Stationsnähe vermindern soll. Einmal jährlich soll die hydraulische Höhenanpassung geschehen und den Betrieb der neuen Station auf diese Weise für 25 Jahre sicherstellen. \*



**HIGHLIGHTS** *aus 24 Jahren Messroutine*

---

Der stärkste Wind ..... 36,5 m/s (10. Juli 2001) = 131,4 km/h  
 Die tiefste Temperatur..... -47,3 °C (19. August 1992)  
 Die höchste Temperatur..... +4,3 °C (22. Januar 1992)  
 Sonnenscheindauer / Tag im Sommer..... 24 Stunden (Polartag: 19. November bis 24. Januar)  
 Sonnenscheindauer / Tag im Winter..... 0 Stunden (Polarnacht: 19. Mai bis 27. Juli)  
 Das schönste Weihnachten..... »Als noch nicht geflogen wurde, waren die Überwinterer an Weihnachten oft unter sich, was sehr genossen wurde. Heute ist Weihnachten auf Neumayer mit Hektik, viel Arbeit und meist wenig Romantik verbunden.« (Zitat Dr. Gert König-Langlo)



Entwurf der neuen Station Neumayer III



14 | Im luftchemischen Observatorium werden atmosphärische Spurengase wie z. B. Ozon und winzige Staubteilchen in der Luft gemessen. Die isolierte Lage macht es zu einem wertvollen Messplatz unter extremen Reinluftbedingungen.



# DIE POLARSTERN –

## Unentbehrlich für die Forschung im Eis

Text KAROLINE SCHACHT



Das Forschungs- und Versorgungsschiff für höchste Ansprüche ist seit 1982 das leistungsfähigste eisbrechende Polarforschungsschiff der Welt. Es hat mittlerweile über eine Millionen Seemeilen zurückgelegt, doch für die meereswissenschaftlichen Polarexpeditionen gehört es noch lange nicht zum alten Eisen.

Im Dezember 1982 lief es zum ersten Mal in die Polargebiete aus. Kurz nachdem es in Dienst gestellt worden war, nahm das eisbrechende Forschungsschiff Polarstern Kurs auf die Antarktis. Seither fährt es jedes Jahr zwischen November und April auf Südpolar-Expedition und im arktischen Sommer ins Nordmeer.

Professor Dieter Fütterer, Meeresgeologe am Alfred-Wegener-Institut, ging am 22.01.1983 in Kapstadt an Bord und begleitete die erste Fahrt des neuen Schiffs. Genau 20 Jahre später, am 21.01.2003 verließ er zum letzten Mal die Polarstern, wiederum in Kapstadt. Dazwischen lagen für ihn zusammengenommen dreieinhalb Jahre an Bord des »wichtigsten Werkzeugs« der deutschen Polarforschung. »Ein Schiff wie die Polarstern ist eine Welt für sich«, resümiert der weit gereiste Wissenschaftler. »Weit über die Seefahrt hinaus gibt es Komponenten, die zwar am Reißbrett zu Hause gut funktionieren können und sich auf einer schwankenden Plattform in kalter Umgebung dann ganz anders verhalten.« Polarstern, die dem Bundesministerium für Bildung und Forschung gehört und vom Alfred-Wegener-Institut betrieben wird, bietet neben einer soliden technischen Ausstattung vor allem hervorragende Arbeitsbedingungen für die bis zu 60 WissenschaftlerInnen. Denn die müs-

sen auf den langen Fahrtabschnitten von 60 bis 70 Tagen eine beständige Arbeitseffektivität an den Tag legen können, schließlich ist der Einsatz dieses schwimmenden Forschungsinstitutes auch eine teure Angelegenheit.

In neun Labors an Bord ist das wissenschaftliche Equipment für alle möglichen ozeanographischen, biologischen oder geowissenschaftlichen Untersuchungen vorhanden. Die Kühlräume und Aquarien sichern den Transport von Proben und lebenden Meerestieren bis zurück nach Hause. Das zusätzlich benötigte Großgerät kann aus einem am Heck geschleppten Fischereinetz bestehen. Oder es ist ein »Streamer«, der mit Hilfe von Hydrophonen vom Schiff aus ein seismisches Profil des Meeresbodens erstellen kann. Oder es handelt sich um »Victor 6000«, einen französischen Unterwasserroboter, der mit vier Tonnen Gewicht nur per Kran in Position zu bringen ist. Polarstern bietet für diese und die anderen, unterschiedlichsten Anforderungen ausreichend Platz und Kraft.

### GANZ ZENTRAL: DIE MANNSCHAFT

Polarstern wurde für die Arbeit in den Eismee- ren konzipiert und ist an nahezu 320 Tagen

15 | Polarstern kann 1,5 Meter dickes Eis mit einer Geschwindigkeit von ca. 5 Knoten durchfahren. Dickeres Eis muss durch Rammen gebrochen werden.



.....

im Jahr auf See. Für die Crew und den Kapitän dauern die Fahrabschnitte manchmal bis zu 90 Tage, ein echter Hochleistungseinsatz. Doch in 23 Dienstjahren wurde Polarstern von weniger als zehn Kapitänen geführt. »Die Kapitäne durchlaufen eine langwierige Qualifizierung«, sagt Jürgen Fischer, Personalleiter der Reederei F. Laeisz. »Normalerweise werden die Kapitäns-Kandidaten für zwei Fahrten wenigstens eine Funktion niedriger als ihre Ausbildung an Bord geschickt.« Als zusätzlicher nautischer Offizier sollen sie sich dann an die Fahrt im dicken Eis gewöhnen, denn Polarstern zu fahren ist grundsätzlich anders: »Da sind zum einen die besonderen Einsatzgebiete«, erläutert Dr. Martin Boche, der zwischen 1999 und 2002 Kapitän der Polarstern war und heute den Schiffsbetrieb von Land aus koordiniert, »aber auch der Schiffsbetrieb ist anders. Man arbeitet mit einem wissenschaftlichen Fahrtleiter zusammen und das ganze Unternehmen hat Expeditionscharakter.« Die Mannschaft selbst absol-

viert keine gesonderte Ausbildung, die Seeleute werden vielmehr durch »learning by doing« innerhalb kurzer Zeit zu Spezialisten. Angestellt sind sie alle bei der Reederei Laeisz, die die Polarstern seit 1996 für das Alfred-Wegener-Institut bereedert.

Im Gegensatz zu anderen Polarforschungsschiffen, auf denen die Wissenschaft nur eine Nebenrolle spielt, herrschen auf Polarstern klare Verhältnisse: Höchstens 44 Mann Besatzung und bis zu 60 Wissenschaftler fahren auf jeder Expedition. Bis zum Frühjahr 2005 waren es schon über 7.000 Wissenschaftler aus über 35 Ländern. Denn im Schnitt sind ein Drittel der Forscher Gäste der internationalen Projektpartner. Ein weiteres Drittel stellen deutsche Hochschulen und Forschungsinstitute, das letzte Drittel schließlich die Forscher des Alfred-Wegener-Institutes selbst.

Polarstern kann fast alles – aber nicht mitten im Winter in den Arktischen Ozean fahren. Um diese Lücke zu schließen und um das wis-



16 | Polarstern hat am Meereis der Atkabucht zur Entladung angelegt, um die Neumayer-Station zu versorgen.



17



18

17, Ingenieure steuern über ein Kontrollpult 20.000 Pferdestärken.

18, Wissenschaftlerinnen betreten arktisches Meereis.

senschaftliche Programm auf Tiefsee-Bohrkerne aus ständig eisbedeckten Meeresregionen auszudehnen, wird in europäischen Ingenieurbüros an Entwurf und Konstruktion eines neuen polarforschenden Mehrzweckschiffs gefeilt: Die Aurora Borealis soll zukünftig besonders für die Forschung im zentralen, permanent eisbedeckten Nordpolarmeer eingesetzt werden. Es handelt sich um ein multi-disziplinäres, europäisches und über 300 Millionen Euro teures Projekt, an dem auch Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker des Alfred-Wegener-Instituts beteiligt sind. Die Aurora wird mit einer Gesamtlänge von 178 Metern deutlich größer

und mit 50 Megawatt Maschinenkraft viel stärker als Polarstern sein. Überdies wird sie dafür gerüstet sein, das ganze Jahr hindurch im Arktischen Ozean zu fahren. Ihre mobile Bohrausrüstung ist das Besondere an ihrer Ausstattung, sie soll es ermöglichen, bei 4.000 Meter Wassertiefe noch 1.000 Meter tief in den Meeresboden zu bohren. \*

TECHNISCHE DATEN, zur Polarstern



Bau .....	Howaldtswerke / Deutsche Werft (HDW), Kiel; Werft Nobisburg, Rendsburg	Breite auf Spanten .....	max. 25 Meter
Eisbrechkonzept .....	Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt	Seitenhöhe bis Hauptdeck .....	13,6 Meter
Eisbrechleistung .....	Bis zu 1,5 Meter dickes Eis kann mit 5 kn durchfahren werden, bis zu 6 Meter dickes Eis wird durch Rammen gebrochen	Tiefgang .....	max. 11,21 Meter
Länge über alles .....	118 Meter	Verdrängung bei max. Tiefgang .....	17.300 Tonnen
		Leergewicht .....	11.820 Tonnen
		Motorleistung (4 Maschinen) ....	ca. 14.000 kW (20000 PS)
		Höchstgeschwindigkeit .....	16 Knoten
		Jungfernfahrt .....	1982
		Gefahrene Seemeilen .....	Über 1,1 Millionen sm seit Indienststellung



# DURCHBLICK VON OBEN – im Flugzeug über dem ewigen Eis

Text KAROLINE SCHACHT



Mit den beiden Polarflugzeugen Polar 2 und Polar 4 konnte das Alfred-Wegener-Institut entscheidende Lücken in der wissenschaftlichen Datenaufnahme schließen. Sie sind aus der Polarforschung heute nicht mehr weg zu denken.

Als Polar 2 im Jahr 1996 einen Messflug nach dem anderen unternahm, waren die Wissenschaftler eigentlich an etwas anderem interessiert: im Dronning Maud Land suchten sie den besten Platz für das europäische Eisbohr-Projekt EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica). Dort wollten sie Bohrkerne aus Kilometer dickem Eis bergen, um Hinweise auf die Klimaentwicklung der letzten 300.000 Jahre zu erhalten. Mit Hilfe des so genannten Elektromagnetischen Reflexionsverfahrens (EMR), einem speziellen Eisra-

dar an Bord von Polar 2, lässt sich bis zu 4000 Meter dickes Eis von oben durchleuchten und seine Mächtigkeit und innere Struktur abbilden. Doch plötzlich bildete sich auf dem Computermonitor statt des erwarteten Bassins unter dem Eis die Topographie eines massiven, riesigen Gebirges ab: Seine Ausmaße entsprechen denen der Alpen, einige Täler liegen unter dem Meeresspiegel, einige Gipfel ragen bis 3000 Meter über Normalnull auf! Ohne Flugzeugeinsätze wären solche Entdeckungen nicht möglich. Und nicht nur

deshalb haben Polar 2 und Polar 4 einen festen Platz in der Forschung des Alfred-Wegener-Instituts. Seit 1983 fliegen sie im Schnitt dreimal pro Jahr für längere Aufenthalte in die Arktis und Antarktis. Von der Firma Optimare Sensor-systeme AG in Bremerhaven werden die Einsätze der Geräte vor Ort und deren Wartung betreut. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) wiederum stellt die Piloten. Die beiden Maschinen sind für ihren Einsatz in den extremen Umgebungen gut gerüstet: Mit ihren Rad-Skifahrwerken können sie sowohl auf Beton- als auch auf Schneepisten starten und landen. Es gibt Enteisungsanlagen für die Tragflächen, Heizmatten für die Getriebegehäuse und die Batterien und selbst bei ungünstigster Witterung kehren sie sicher zum Boden zurück. Doch trotz aller Wappnung: Bei extremen Stürmen und minus 54°C ist mit Starten Schluss.

An Bord der Flugzeuge befinden sich, je nach Bedarf und Art des Einsatzes, Wissenschaftler oder Ingenieure und verschiedene Mess-Systeme. Die Messungen der Luftströmung in der polaren Atmosphäre beispielsweise füttern die neuesten Klimamodelle. Mit fernerkundenden Systemen auf Polar 2 können das Magnet- und Schwerefeld der Erde vermessen werden. Polar 4 macht eher in Luftchemie: Spurengas- und Aerosolmessungen sind per Spektr- bzw. Photometer direkt an Bord möglich. Beide Maschinen sammeln außerdem routinemäßig Daten über Temperatur, Luftfeuchte oder barometrische Höhe und ergänzen so die landbasierten Messungen der wissenschaftlichen Observatorien. Eine ähnliche Messroutine kommt auch in der Arktis zum Einsatz. Im Jahr 2004 fand dort die erste wissenschaftliche Datenerhebung per Flugzeug zur Veränderung der Eisbedeckung zwi-



20

schen Spitzbergen, Grönland und Kanada statt. Die Messungen waren mit den Bodenstationen des CryoSat-Programms synchronisiert. CryoSat ist ein Satellit zur Vermessung der Eisdicken in Arktis und Antarktis. Die Auswertung der Messungen soll Aufschluss darüber geben, ob die Eisdecke schrumpft oder wächst.

Flugzeuge sind auch als logistisches Werkzeug in der Polarforschung unverzichtbar. Die Versorgung der Kohnen-Station, eine knapp 700 Kilometer landeinwärts von Neumayer gelegene Sommerstation in unwirtlichen 3000 Metern Höhe, wäre ohne die Flugzeuge gar nicht möglich. Und weil das anderen polarforschenden Nationen genauso geht, gibt es seit 2002 das Projekt »DROMLAN« für die Antarktis, das »Dronning Maud Land Airway Network«. In DROMLAN organisieren skandinavische, russische sowie japanische Forschungsinstitute und das Alfred-Wegener-Institut ihre Expeditionen gemeinsam. Polar 2 und Polar 4 sollen aber in Zukunft von ihrem logistischen Auftrag in diesem Projekt befreit werden. »Die Flugzeuge sind zu wertvoll. Wir wollen sie möglichst oft wissenschaftlich einsetzen«, so Dr. Uwe Nixdorf, Geophysiker am AWI. \*



21

20 | Systemtest bei white-out-Bedingungen in der Antarktis. Mit Hilfe eines Startgenerators wird gerade das erste (Steuerbordseite) der beiden Triebwerke der Polar 2 gestartet, um anschließend die installierte Geophysikmessausrüstung am Boden testen zu können.

21 | Fassbetankung der Polar 4 an der südafrikanischen Sommer-Station E-Base auf dem Fimbulisen, Antarktis



22 | Der markante Bau von Oswald Ungers bereichert das Stadtbild Bremerhavens seit 1986.



# AUS KLEINEN ANFÄNGEN

zum Zentrum der deutschen Polar- und Meeresforschung



Text ANDREAS WOHLTMANN

Die Wiederbelebung der Polarforschung in Deutschland beginnt in beengten Verhältnissen. Nach der offiziellen Institutsgründung im Jahr 1980 teilen sich Wissenschaftler, Techniker und Verwaltung des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung zuerst zwei Etagen im Bremerhavener Columbus-Center. Auch wenn in den folgenden Jahren zusätzliche Gebäude angemietet werden, bleibt die Infrastruktur an Land hinter den Erfordernissen zurück.

Mit dem Richtfest für das neue Institutsgebäude im November 1984 ist Abhilfe in Sicht. Oswald Matthias Ungers, einer der bekanntesten zeitgenössischen deutschen Architekten, kombiniert traditionelle Backsteinbauweise mit modernem Schiffdesign. Der mehrfach ausgezeichnete Entwurf vollzieht nicht nur die Einbeziehung des Columbus-Centers in die städtebauliche Struktur, sondern schafft gleichzeitig auch den Bezug zum maritimen Forschungsschwerpunkt in den wissenschaftlichen Fachbereichen Geowissenschaften, Biowissenschaften, Klimawissenschaften und Neue Technologien. Doch nicht nur Wissenschaftler benötigen Raum, auch die logistische Versorgung der Polarstationen und Forschungsschiffe wird hier organisiert. Der Standort Bremerhaven des Alfred-Wegener-Instituts mit seiner günstigen Anbindung an den Hafen ist Heimathafen der Polarstern, im Hafenzentrum wird wissenschaftliches Großgerät gewartet, auf dem Regionalflughafen Lüneort haben die Polarflugzeuge heute ihre Basis.

Mit der zunehmenden Aktualität von Themen wie der Klimaforschung wachsen auch die wissenschaftlichen Aufgaben und logistischen Anforderungen schneller als geplant. Bei Bezug des für 150 Mitarbeiter gedachten Institutsgebäudes im Jahr 1986 sind die Raumprobleme

daher nicht beseitigt. Ende der 80er Jahre wird bereits ein Erweiterungsbau geplant und genehmigt. Nach der deutschen Wiedervereinigung setzt der Aufbau der Forschungsstelle in Potsdam 1992 neue Prioritäten, so dass erst im Jahr 2004 am Bremerhavener Handelshafen ein Neubau für weitere 240 Mitarbeiter bereit steht. Eine ausgefeilte Energie- und Regenwassernutzung sind integraler Bestandteil des hier verwirklichten Konzepts »Nachhaltiges und ökologisches Bauen«. Mit seinen Innenhöfen und Turmaufbauten schafft auch der von dem renommierten Münchener Architekten Otto Steidle konstruierte Neubau den Bezug zur Schifffahrt.

Platz wird auch in Zukunft gebraucht. Inzwischen sind bereits rund 600 Mitarbeiter im Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven tätig. Das zur Lagerung und Wartung von Ausrüstung und Großgerät dienende Hafenzentrum hat kaum noch freie Kapazitäten. Abhilfe schaffen die um das neue Gebäude liegenden Freiflächen. Hier sollen auch kleinere Unternehmen mit Bezug zur Polarforschung sowie das geplante Institut für angewandte Meeresforschung mit den Schwerpunkten Fischereibiologie, Bionik und Technologieentwicklung angesiedelt werden, mit denen das Alfred-Wegener-Institut enge Kooperationen beabsichtigt. \*



RICHTFEST DES NEUBAUS  
IM NOVEMBER 1984  
*Architekt Oswald Ungers,  
Bremens Bürgermeister  
Hans Koschnik, Kuratoriumsvorsitzender Wolfgang Fincke, Institutsdirektor Gotthilf Hempel,  
Bremens Wissenschaftssenator Horst-Werner Franke.*

23 | *Der Kabeljau leidet bei Sauerstoffmangel in der Nordsee.*



# WENN DEN MEERESBEWOHNERN DIE LUFT WEGBLEIBT

Text NADINE QUERFURTH

Bremerhaven hat Potenzial – besonders in der Meeresforschung. Mit der Eingliederung des Instituts für Meeresforschung (IfMB) im Jahr 1985 übernahm das Alfred-Wegener-Institut unter anderem neben einem über 100 Jahre alten Baumwollschuppen auch die Victor Hensen. Von Bord dieses Forschungsschiffes machten die Wissenschaftler eine Entdeckung mit brisanten Konsequenzen.

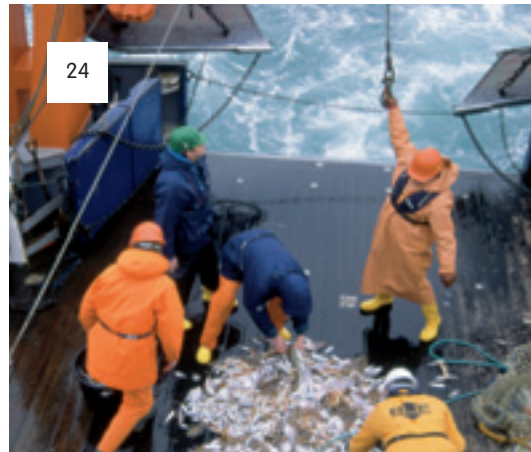
Es geschah am 25. August 1981. Die Victor Hensen nahm nach einer routinemäßigen Probenentnahme im Schlickgebiet vor der Elbmündung Kurs in Richtung Nordwesten. Bei Helgoland machte man eine beunruhigende Entdeckung: ein Sauerstoffloch – zum ersten Mal auf offener Nordsee nachgewiesen. Der Sauerstoffgehalt lag bei nur 40 Prozent Sätti-

gung – das hält kein Fisch mehr aus. Normal sind über 90 Prozent im Meerwasser. An jenem Tag mit dabei war der Meeresbiologe Dr. Eike Racher, der bereits 1978 Sauerstoffmangel für bestimmte Gebiete der Nordsee vorhersagte. »Damals wurde ich noch ausgelacht«, erinnert sich Racher. Sauerstofflöcher sind solche Bereiche im Meer, wo die Sauerstoff-Sättigung des

Wassers mehr als 50 Prozent unter dem Normalwert liegt. Den Fischen und zahlreichen anderen Meeresbewohnern bleibt dann buchstäblich die Luft weg. Eike Rachor arbeitete zu der Zeit am Institut für Meeresforschung in Bremerhaven. Seit 1985 ist es dem Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung angegliedert. Die renommierte Institution erhielt von da an den neuen Namen Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung. So würdigte man, dass ein Schwerpunkt nun auch auf der Meeresforschung liegt.

#### ALARMIERENDE VERÄNDERUNGEN AM MEERESBODEN

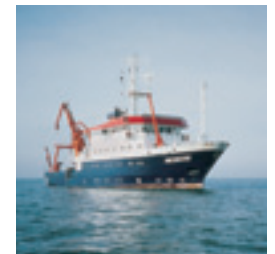
Nur einen Monat nach der Entdeckung machte ein Sturm über der See dem Spuk ein Ende. Durch den Wind durchmischte sich das Meerwasser gründlich mit Sauerstoff. Doch: »Wir haben solche Phänomene in den 1980er Jahren insgesamt dreimal entdeckt, zum Teil verbunden mit dem Absterben vieler am Meeresboden lebender Tiere. Auch im Jahr 2003 sanken die Werte erneut in einen kritischen Bereich«, sagt Rachor. Der Wissenschaftler führt den Sauerstoffmangel auf die Verschmutzung und Überdüngung der Meere zurück. Bis 1980 gab es Ver-



klappung von Klärschlamm, und das Einleiten von Abwässern über Flüsse sowie die intensive Landwirtschaft fordern ihren Tribut. Somit ist zu einem großen Teil der Mensch für Sauerstoffmangelprobleme verantwortlich. Die Folge von erhöhtem Nährstoffeintrag sind Planktonblüten, die nach Absinken auf den Meeresboden unter enormem Sauerstoffbedarf zersetzt werden. »Ruhige Wetterlagen mit wenig Wind begünstigen dann die Entstehung von Sauerstofflöchern im tieferen Wasser«, erläutert Eike Rachor die Zusammenhänge. Für die am Meeresboden lebenden Tiere kann Sauerstoffmangel fatale Folgen haben und zu deren Tode führen.

Schon seit 1969 dokumentiert Eike Rachor die Veränderungen am Meeresboden. Solche Langzeituntersuchungen an Bodentieren gehörten auch damals schon zu den Schwerpunkten des Instituts für Meeresforschung und sind nach der Angliederung an das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung weitergeführt worden. Die dramatische Bilanz: Rund 200 Arten stehen heute auf den »Roten Listen« gefährdeter wirbelloser Tiere, darunter sind Seeigel, Schnecken, Muscheln, Hummer und Würmer. Bis dato sind die Belastungen für die Nordsee etwas zurückgegangen: Die Verklappung von Klärschlamm ist verboten, die Flüsse sind sauberer geworden. Immer noch gravierend sind heute die Fernwirkungen der Landwirtschaft auf die Meeresökosysteme so-

24 | Durch regelmäßige Beprobung wird die Entwicklung der Fischbestände in der Nordsee untersucht.



HEINCKE  
Dank seiner vielseitigen Ausrüstung (Windensysteme, Krananlagen, nachrichtentechnische Anlagen und Lotanlagen) kann das Forschungsschiff Heincke für ein weites Spektrum biologischer und hydrographischer Forschungsvorhaben in der Nordsee eingesetzt werden.

25 | Miesmuscheln und Hydrozoen an der Forschungsplattform FINO1.

.....

wie der Einfluss der Fischerei auf die Bewohner des Meeresbodens. »Die stärksten Veränderungen richten die schweren Fanggeschirre der Bodenfischerei an, der Boden wird regelrecht umgepflügt«, sagt Rachor. Sein Kollege Dr. Alexander Schröder sieht als großes Problem, dass es in der Deutschen Bucht fast keinen Ort mehr gibt, an dem nicht gefischt wird. »Es gibt einfach keine Rückzugsmöglichkeiten mehr, wo sich der Fischbestand erholen und die Bodenfauna stabilisieren könnte«, so Schröder.

#### STRATEGIEN FÜR NACHHALTIGE FISCHEREI

In einem von der EU geförderten Projekt namens RESPONSE soll genau diese Fragestellung untersucht werden: Wie verändert sich die Fauna des Meeresbodens, wenn nicht mehr gefischt wird? An mehreren Standorten europaweit, in der Deutschen Bucht, der Irischen See und an der Mittelmeerküste, beobachten Wissenschaftler den Meeresboden und die dort lebenden Tiere. Alexander Schröder vom AWI koordiniert den Projektteil für die Deutsche Bucht. In der Nähe von Borkum steht die Forschungsplattform FINO1. Ein Bereich von einem Kilometer Durchmesser rund um FINO1 darf aus Sicherheitsgründen weder befahren noch befischt werden. Genau diese Fläche ist ideal für Untersuchungen im Rahmen des Projektes RESPONSE. Die Wissenschaftler hoffen unter anderem, die mittel- und langfristigen Auswirkungen von Schleppnetzen und Fanggeschirren auf die Meeresbodenbewohner näher untersuchen zu können. Daraus ließen sich dann möglicherweise verbesserte Richtlinien und Strategien für nachhaltige Fischerei ableiten.

Mausklick eine Kamera ins Wasser. Durch einen erneuten Klick nimmt die Kamera in verschiedenen Tiefen digitale Unterwasserbilder auf. Diese Arbeiten gehören zu einem weiteren Projekt, das Dr. Alexander Schröder vom Alfred-Wegener-Institut in der Nordsee koordiniert: BeoFINO. Das Ziel des BMU-geförderten Projektes ist, die ökologischen Auswirkungen von zukünftigen Offshore-Windenergieanlagen auf die marine Umwelt zu untersuchen. Die Pfeiler solcher Windradanlagen sind im Meeresboden verankert und stellen in dem sonst von weichem Boden dominierten Ökosystem eine enorme Veränderung dar: Harte Oberflächen sind plötzlich Teil des Lebensraumes. Darauf können sich Organismen ansiedeln, die sonst in einer Weichbodengemeinschaft selten oder gar nicht vorkommen, wie einige Arten der Seeanemonen, Muscheln und Seepocken.

#### UNTERSUCHUNGSZEITRAUM ZU KURZ

Ein gutes Jahr hatten die Wissenschaftler Zeit, den Bewuchs auf Unterwasserkonstruktionen der FINO1-Plattform zu dokumentieren. Es hat sich herausgestellt, dass die Hartsubstrate einen deutlichen Einfluss auf die Lebensgemeinschaften haben. Zunehmend mehr Räuber – wie beispielsweise Seesterne – siedeln sich an und ernähren sich vom Bewuchs. Die Artenzusammensetzung schwankt aber nicht nur jahreszeitlich, sondern auch von Jahr zu Jahr und braucht voraussichtlich mehrere Jahre, um einen stabilen Zustand zu erreichen. BeoFINO wird für weitere drei Jahre fortgesetzt. Die Wissenschaftler können dann die Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften über einen längeren Zeitraum beobachten. Ein weiterer Schwerpunkt wird darauf liegen, die kumulativen Auswirkungen durch Modelle zu berechnen. Denn solche Windenergieanlagen bestehen nicht aus bloß einem Windrad, das zusätzliche Oberfläche bietet, sondern aus hunderten. \*



FINO  
Die Forschungsplattform FINO1 wurde im Herbst 2003 45 Kilometer nördlich von Borkum in 28 Meter tiefem Wasser in Betrieb genommen. Die Höhe des Windmessturms beträgt 100 Meter.

#### PER MAUSKCLICK UNTERWASSERBILDER

Von ihren Schreibtischen in Bremerhaven aus können die Wissenschaftler ein auf der Forschungsplattform FINO1 installiertes Kamera- und Videosystem fernsteuern. Dazu loggen sie sich in den Computer ein und fahren per

26, Typische Vertreter der Meeresbodenfauna in der Nordsee: Taschenkrebs, Seesterne, Seeanemone



# WAS MACHT DER KRILL DENN BLOSS

im Winter?



Text KAROLINE SCHACHT

Erstaunderliche Erkenntnisse über das Leben und die Ökologie des antarktischen Krill (*Euphausia superba*) haben die Wissenschaftler des AWI seit Mitte der 1980er Jahre zu vermelden. Nachdem Krill als Eiweißquelle vorerst nicht nutzbar schien, konzentrierten sich die wissenschaftlichen Fragen eher auf seine winterlichen Überlebensstrategien.

Wäre UWE nicht mitgekommen und hätte die schönen Bilder gemacht, der Krillforschung am AWI wäre vielleicht erst viele Jahre später der Durchbruch gelungen: Auf der Polarstern-Expedition 1986 in das Südpolarmeer, der ersten Überwinterung des Schiffes in der antarktischen Packeiszone, war der Wissenschaftler Hans Peter Marschall an Bord. Der Krillforscher hatte UWE dabei, »seinen« Under Water Explorer mit Filmkamera. UWE arbeitete als Tauchroboter und konnte ein optisches Gerät unter die Eisdecke bringen. Die Bilder von dort zeigten Unmengen von Krill unterhalb des Eises! Bislang war die Wissenschaft davon ausgegangen, dass es sich bei diesen Leuchtgarnelelen um Krebse handelt, die nur im freien Wasser vorkommen, also pelagisch leben. Und nun hingen sie in dichten Trauben an der Eisdecke.

Die anschließenden Experimente räumten gleich mit einem weiteren Vorurteil auf: Glasplatten, von Algen überwachsen, wurden von den Krebschen wie von einem Glasschaber abgeweidet. Krill war also plötzlich kein reiner Filtrierer mehr, der sich schwebend um ausreichende Nahrung küm-

mert, sondern ernährte sich auch kratzend-kriechend, indem er die Algen von den Unterseiten der Eisschollen abschabt. »Das waren die ersten Hinweise darauf, wie Krill den langen antarktischen Winter überdauert«, sagt Professor Sigrid Schiel vom Alfred-Wegener-Institut, die 1986 mit an Bord der Polarstern war.

Scheinbar hat es sich *Euphausia superba* in einer echten Nische bequem gemacht: Die These von damals, dass Krill sich einerseits unter dem Eis vor Fraßfeinden wie Robben und Pingu-

inen versteckt und dort gleichzeitig erstklassige Lebens- und Nahrungsbedingungen vorfindet, gilt jedenfalls noch heute. Im Ökosystem der Antarktis nimmt Krill als Nahrung für Meeressäuger und Seevögel eine zentrale Stellung ein, doch manches seiner Ökologie ist nach wie vor unbekannt.

## WELCHE FRAGEN STELLT DIE WISSENSCHAFT DEM KRILL?

Nach den Erkenntnissen von 1986 und den folgenden Jahren war vor allem ei-



**KRILL GIBT ES IN UNFASSBAREN MENGEN.** *Bis heute sind 85 Krillarten beschrieben, doch allein die Biomasse von Euphausia superba wird schon auf bis zu 265 Millionen Tonnen geschätzt. Da Krill zudem in riesigen Schwärmen auftritt, war die Idee schnell geboren, aus dieser unerschöpflichen Quelle einen neuen Eiweißlieferanten für das menschliche Nahrungsspektrum zu machen. Doch das Vorhaben wurde bald fallen gelassen, denn innerhalb kürzester Zeit nach dem Fang verwandelt sich der kleine Krebs in einen ungenießbaren Brei, weil seine aggressiven Enzyme die Tiere selbst verdauen. Zudem ist der Fluoridgehalt im Panzer viel zu hoch. Heute wird das Fleisch der frisch gefangenen Krebse innerhalb weniger Minuten durch eine Pulmaschine vom Panzer getrennt. Ansonsten endet der größte Teil als Krillmehl in der Aquakultur. In Japan ist Krill zudem als Köder für die (Sport-) Fischerei sehr begehrt.*

27, Krill ist ein norwegisches Wort und bedeutet Walnahrung. Die Tiere werden bis zu sechs Zentimeter lang, zwei Gramm schwer und wahrscheinlich bis zu sechs Jahre alt.



nes klar: Über Krill weiß die Welt noch viel zu wenig. Das AWI arbeitete im internationalen BIOMASS-Programm mit, das 1976 initiiert wurde und zum Ziel hatte, »ein tieferes Verständnis der Struktur und Dynamik des antarktischen Ökosystems als Basis für die künftige Bewirtschaftung seiner lebenden Naturschätze« zu erlangen. Zur Forschung am Krill hat sich das AWI praktisch verpflichtet. Denn als die Bundesrepublik das »Übereinkommen zum Schutz der lebenden Meeresressourcen der Antarktis« (CCAMLR) im Jahr 1980 unterzeichnete, hat sie sich gleichzeitig zu regelmäßigen Forschungsbeiträgen zu den Krill- und Fischbeständen verpflichtet.

Die wissenschaftlichen Arbeiten nach den Entdeckungen von 1986 befassten sich mit den Kotschnüren des Krills. Diese enthalten außerordent-

lich viel organisches Material, also nahezu unverdaute Nahrungsbestandteile. Der Krillkot sinkt rasch Richtung Meeresboden ab und exportiert so das organische Material in andere, tiefer liegende Lebensräume. Wie viel Krill gibt es überhaupt? Als die Schätzung der Gesamtbiomasse vom Krill schon die Millionen Tonnen berührte, da weckten diese Zahlen das Interesse der kommerziellen Fischerei. Heute werden etwa 100 Tausend Tonnen der geschätzten 65 bis 265 Millionen Tonnen Krill jährlich aus dem Polarmeer gefischt, die maximale Höhe der Entnahme ist international durch CCAMLR geregelt.

Krill ist weltweit noch von ganz anderem Interesse: »Trotz des Fluorids ist das Chitin im Krillpanzer von einer höheren Reinheit als ein Insektenpanzer«, sagt Professor Ulrich Bathmann,

Abteilungsleiter Biologische Ozeanographie. »Die pharmazeutische Industrie interessiert sich dafür, um es in Salben und medizinischen Wundverschlüssen einzusetzen.«

#### INTERESSANTE STRATEGIEN

Im Winter hat der Krill nicht viel zu fressen, denn in der dunklen Jahreszeit wachsen weniger Algen und auch die übrige Beute ist auf Rückzug – wie überlebt er also die magere Zeit? Reduziert er seinen Stoffwechsel, nutzt er Fettreserven, weicht er auf andere Nahrungsquellen aus, schrumpft er am Ende? Die Forscher des AWI wissen: Tatsächlich kommen alle diese Strategien vor. Im Juli 2006 wird eine neue Krill-Expedition in die Antarktis aufbrechen und sich diesen Fragen widmen. \*



1987

# GESAMMELTE MIKROWELT

Text JÖRN HILDEBRAND

Streng symmetrisch aufgebaut, als Dreiecke, Stäbchen oder Rollen, erinnern einige Arten an Raumschiffe oder an Facettenaugen von Insekten. Wie bei einer Schachtel greift ein Deckel über eine Schale – ein einheitliches Bauprinzip, das Kieselalgen (Diatomeen) in erstaunlicher Vielfalt variieren. 1987 erscheint der Atlas der Typen des bedeutenden Diatomeenforschers Friedrich Hustedt – eine Grundlage für weltweite Forschungen an dieser Algengruppe.

Diatomeen drangen erfolgreich in fast alle feuchten oder nassen Lebensräume der Erde vor, vom Meer über Süßwasser bis in die Flüssigkeitsfilme auf Bäumen. Doch die kühl-ästhetischen Konstruktionen bilden nur ihre formale Seite. Dank ihrer enormen Biomasse in den Weltmeeren agieren die photosynthetisch aktiven Einzeller beim Klimageschehen auf der Erde entscheidend mit: »Etwa 25% der Primärproduktion stammt von Diatomeen. Ihre Bedeutung für den globalen Sauerstoff- und Kohlenstoffhaushalt ist vergleichbar der tropischer Regenwälder«, weiß Dr. Klaus Valentin vom Alfred-Wegener-Institut.

## DIATOMEEN INDIZIEREN VERÄNDERUNGEN – LÄNGST VERGANGENE UND AKTUELLE

Schon seit 50 Millionen Jahren ruhen Diatomeenschalen in Sedimentschich-

ten am Grund von Ozeanen und Süßgewässern, ungestört und perfekt wie am Tage ihrer Entstehung. Sie liefern Daten darüber, wie das Klima längst vergangener Zeiten auf der Erde war. Doch Diatomeen zeigen auch aktuell an, wie der Mensch die Qualität von Gewässern verändert hat.

Um solche »Dienstleistungen« von Diatomeen zu nutzen, muss die Forschung immer wieder auf Sammlungen zurückgreifen: Das dort bewahrte Typusmaterial stellt entscheidende Referenzpunkte für korrekte Bestimmungen dar.

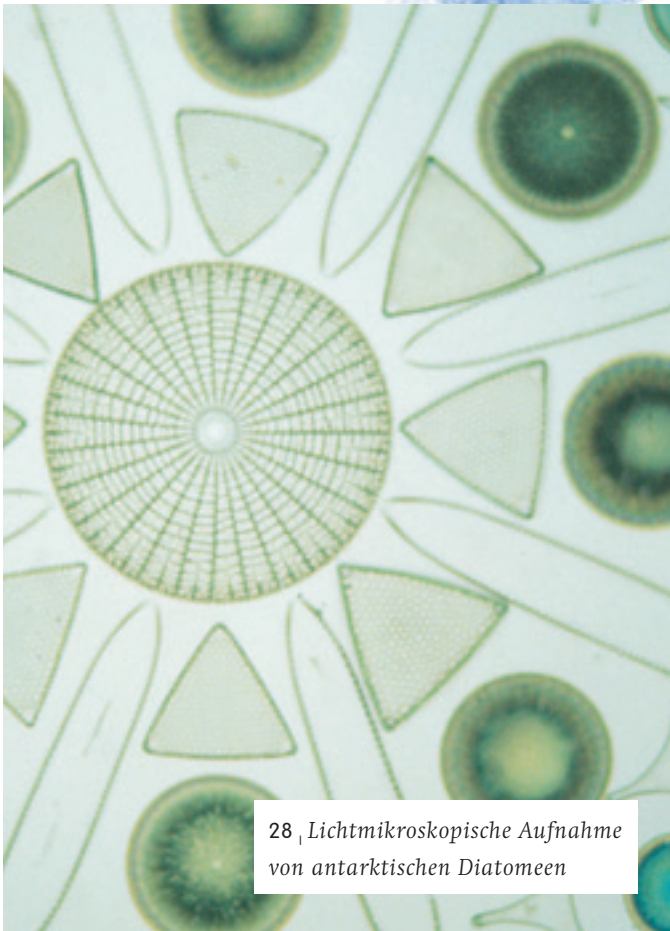
## DER HUSTEDT-ARBEITSPLATZ AM AWI – INSTANZ FÜR DIATOMEENFORSCHUNG IN ALLER WELT

Auf Friedrich Hustedt (1886–1968), Schulleiter aus Bremen, übten Diatomeen eine lebenslange Faszination

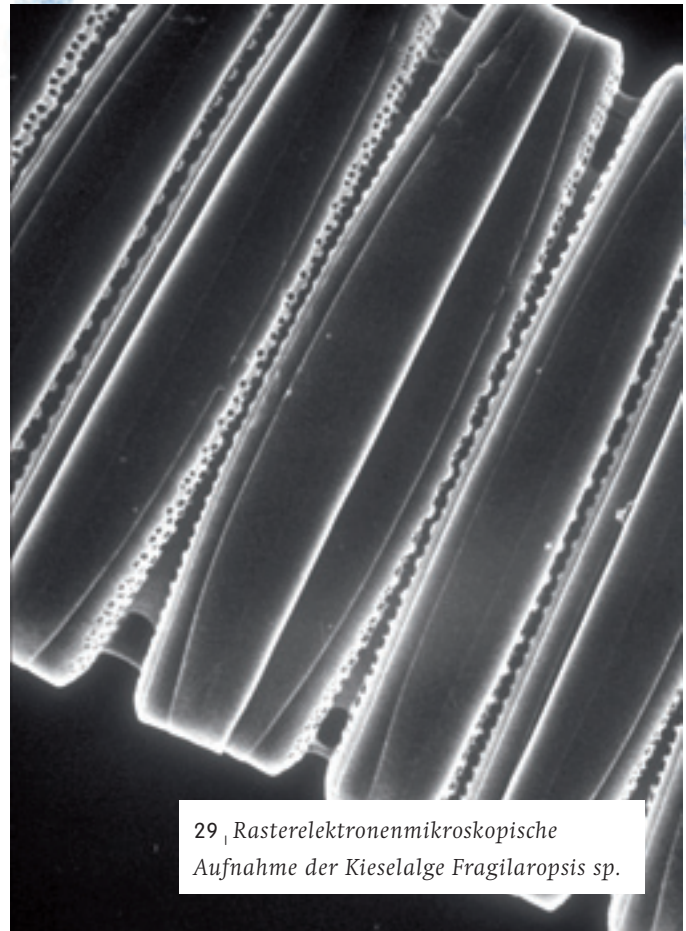
aus. Er schuf eine der weltweit größten Sammlungen, die ins frühere Institut für Meeresforschung, den Vorläufer des AWI, integriert wurde. Hustedt, einer der führenden Diatomeenforscher im 20. Jahrhundert, beschrieb allein etwa 2.000 Taxa, mehr als die meisten Kollegen in ihrem Leben je gesehen haben. Der damalige Kurator Reimer Simonsen und die Technische Angestellte Friedel Hinz gingen den langen und schwierigen Weg, das gesamte Typusmaterial von Hustedt aufzufinden und zu fotografieren. 1987 erscheint der dreibändige Atlas seines umfangreichen Typusmaterials. So entstand eine rare Sammlung von Informationen und Bildern. Bis heute lagern etwa 80.000 mikroskopische Präparate und 30.000 Materialproben am Hustedt-Arbeitsplatz am AWI.

Dort wird nicht nur kontinuierlich Typusmaterial anderer Diatomeen-





28 | Lichtmikroskopische Aufnahme von antarktischen Diatomeen



29 | Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Kieselalge *Fragilaropsis* sp.

kundler integriert, dort wird auch eine Datenbank aufgebaut: So lassen sich Bilder, Informationen zu Arten, Lokalitäten oder Publikationen weltweit nutzen. »Mit einer Digitalkamera haben wir bisher etwa 7.500 Präparate aus der Hustedt-Sammlung fotografiert und ins Internet gestellt«, führt Dr. Richard M. Crawford aus, derzeitiger Kurator des Friedrich-Hustedt-Arbeitsplatzes am AWI.

#### GENFORSCHUNG AN DIATOMEEN IM DIENSTE DES MENSCHEN

Inzwischen erweitern genetische Methoden die Erforschung der Diatomeen-Biodiversität: Die Arbeitsgruppe unter Dr. Linda Medlin leistet anhand von Gensequenzen einen entscheidenden Beitrag, die Phylogenie und Evolution der gesamten Diatomeen aufzuklären – in enger

Kooperation mit dem Hustedt-Arbeitsplatz.

Doch molekulargenetische Forschungen des AWI an Diatomeen helfen auch, wenn der Mensch »Früchte des Meeres« nutzt. Seit etwa 20 Jahren treten verstärkt toxische Algen auf – darunter auch Diatomeen, die zu erheblichen Schäden in der Marikultur führen. Allerdings ist die Artbestimmung der Giftproduzenten schwierig. Sie werden manchmal erst erkannt, wenn es zu spät ist. Hier helfen Gensonden weiter: Sie identifizieren die Algen eindeutig über artspezifische DNA-Sequenzen, noch bevor sie Schäden anrichten können.

In der artenreichen Welt der Diatomeen steckt ein enormes, bisher kaum ausgelotetes Anwendungspotenzial: Inzwischen interessiert sich die Nanotechnologie für die winzigen Muskelfasern, die in ihren Doppelschalen ar-

beiten. Und Kieselalgen stehen auch im Dienst der Lebensmittelindustrie: Omega-3-Fettsäuren, die vor allem das Nervensystem beim Menschen stärken, kommen aus ihrem Stoffwechsel. »Das AWI ist in diese Forschungen eingebunden«, führt Klaus Valentin aus, »denn wir entschlüsseln, welche Gene in Diatomeen diese wertvollen Fettsäuren produzieren.« \*



30



31

# GRÜNER FINGER, BLAUES HAUS UND WEISSE BALLONE

Text NADINE QUERFURTH

In 32 Kilometern Höhe hat er seine Mission erfüllt: ein weißer, mit Helium gefüllter Wetterballon. Wegen des sinkenden Luftdrucks hat sein Volumen auf das 60-fache zugenommen. Irgendwann hält die Gummiwand nicht mehr stand. Dann platzt er einfach. Die Schuhkarton großen Messgeräte, die der Ballon im Schlepptau transportierte, fallen ins Meer und sind unwiederbringlich verloren. Vorher hat ein Radiosender jedoch alle wichtigen, aktuellen Daten zur Koldewey-Station in Ny-Ålesund auf Spitzbergen gefunkt.

Solche Ballon-Aufstiege gehören zum Routine-Programm der Koldewey-Station auf Spitzbergen. Im Jahr 1988 begannen Forscher des Alfred-Wegener-Instituts mit Arbeiten in Ny-Ålesund, einer ehemaligen Bergbausiedlung mit der nördlichsten Grubenbahn der Erde. Seit 1991 ist die Koldewey-Station dauerhaft bewohnt, und das »Blaue Haus« mit Arbeits- und Wohnstätten ihr Herz.

Mittels der Ballon-Sonden messen die Wissenschaftler gängige Wetterdaten wie Temperatur, Druck, Feuchtigkeit und Wind sowie wichtige Daten für die Ozonforschung. Letztere hat auf der Station seit langem einen besonderen Stellenwert. Mit dem Neubau eines modernen Observatoriums finden Geräte wie der »Lidar«-Einsatz (Lidar steht analog zu Radar für »light detection and ranging«). Das Mehrwellen-



1988

.....

längen-Lidar ist eines der aufwändigsten Forschungsinstrumente der Station und sendet einen grün sichtbaren Laserstrahl zum Zenit: den »grünen Finger«. Aus der geringen zurückgeworfenen Strahlung, die ein Teleskop auffängt, können die Forscher unter anderem den Gehalt der Schwebeteilchen – den Aerosolen – in verschiedenen Höhen berechnen. In den unteren Atmosphärenschichten beeinflussen Aerosole das Klima, während sie in höheren Schichten vor allem für chemische Reaktionen wichtig sind, die beim Ozonabbau eine grundlegende Rolle spielen. Eine wichtige Entdeckung gelang den Forschern im Jahr 1989: Mit dem »Lidar« der Koldewey-Station beobachteten Forscher zum ersten Mal als besondere Ausprägung von Aerosolen in der Atmosphäre so genannte polare Stratosphärenwolken (englisch: Polar Stratospheric Clouds, PSC) über Spitzbergen.

Da die Messungen des Observatoriums von herausragender Qualität sind und auch langfristig weitergeführt werden, ist die Koldewey-Station seit 1992 Teil des globalen Netzwerks zur Beobachtung stratosphärischer Veränderungen (NDSC).

In Ny-Ålesund spricht man »multikulti«. Das Forscherdorf besteht aus zwölf wissenschaftlichen Stationen mit Forschern aus vielen verschiedenen Ländern: Norwegen, Schweden, England, Holland, Spanien, Italien, USA, Japan, China, Korea, Deutschland und Frankreich. Die internationale Zusammenarbeit ist Grundlage des außerordentlich erfolgreichen Forschungsstandortes. Seit dem Zusammenschluss der deutschen Koldewey-Station und der französischen Station »Charles Rabot« zur deutsch-französischen Forschungsbasis im Jahr 2003 weht auf Spitzbergen ein frischer Wind. Die Betreiber – das deutsche Alfred-Wegener-Institut und das französische Polarforschungsinstitut IPEV (Institut Polaire Français Paul Emile Victor) – sehen einen großen Vorteil darin, dass sich die bisherigen logistischen Einrichtungen und Geräte beider Stationen hervorragend ergänzen. Die Deutschen steuern unter anderem Schnee-

mobile, ein Auto, eine Elektronikwerkstatt sowie ein Labor zur Atmosphärenforschung bei, die Franzosen haben größere Bestände an Zelten, Schlafsäcken und, ganz wichtig, Gewehren, um sich vor Eisbären zu schützen. Die Plattform soll eine Anlaufstation für Forscher beider Nationen sein mit dem Ziel, ihre Projekte gemeinsam zu begutachten, zu fördern und letztendlich durchzuführen. Die Arbeitsgebiete der Station sind sehr vielfältig: Atmosphärische Prozesse stehen eher im Winter und Frühjahr, biologische Untersuchungen im Sommer auf der Tagesordnung. Die Spannweite reicht von glaziologischen, chemischen, geo- und physikalischen Untersuchungen bis hin zur Erforschung von Lebensgemeinschaften der Algenwälder im Königsfjord und in Dauerfrostböden lebenden Bakterien. Die deutsch-französische Forschungsbasis ist wahrscheinlich die einzige Station der Welt, an der die Auswirkungen von ultravioletter Strahlung auf Organismen in einer derartigen Bandbreite untersucht werden: nämlich durch Ballon-Messungen bis in 32 Kilometern Höhe bis hin zu Tauchexkursionen in Meerestiefen von 20 Metern.

Ein Höhepunkt in Ny-Ålesund ist die Eröffnung des neu gebauten, internationalen Meeresforschungslabors, die für Juni 2005 vorgesehen ist. Dieses Gemeinschaftsprojekt ist ein Musterbeispiel für die internationale Zusammenarbeit, wie sie im Forschungsort Ny-Ålesund typisch ist. Durch die neuen Möglichkeiten in dem hochmodernen Labor werden der meereswissenschaftlichen Forschung neue Impulse verliehen. \*

30 | *Start einer ballongetragenen Ozonsonde. Der routinemäßige Start der Wetter- und Ozonballons gehört zu den täglichen Messaufgaben des Stationsleiters. Ein mit Helium gefüllter Ballon wird an der Koldewey-Station gestartet, um eine Ozonsonde bis in Höhen von 30 km zu tragen.*

31 | *Das NDSC-Observatorium mit dem grünen Laserstrahl der Lidar-Anlage zur optischen Messung der Atmosphäre.*



DAS BLAUE HAUS  
*Ältestes Stationsgebäude der deutsch-französischen Forschungsbasis und Herz der Koldewey-Station. Ehemals war das Gebäude Sitz der Verwaltung der norwegischen Kings Bay Kull Company.*

---

32 | Verschiedene Glasschwämme in 230 Metern Tiefe, die für bestimmte Gebiete des hochantarktischen Schelfs typisch sein können und dem Lebensraum eine dreidimensionale Struktur verleihen. Bevorzugt auf diesen Schwämmen leben einige Haarstern- und See gurkenarten. Dazwischen siedeln überwiegend Hornkorallen und Moostierchen.



# GESTÖRTE STILLE

## in Kälte und Dunkel

Text JÖRN HILDEBRAND



Weißer Glasschwämme von mehr als einem Meter Höhe leuchten auf. Auf der Schwammoberfläche haften Haarsterne mit fünf dünnen Fangarmen. Muscheln haben sich an den dicken Stacheln eines Lanzenseegels festgemacht. Und in der Strömung tanzen die Tentakel von Borstenwürmern und Seeanemonen.

Die EPOS (European Polarstern Study) Expedition in die Antarktis 1989 widmet einen ganzen Fahrtabschnitt dem Benthos am südpolaren Meeresboden. Dabei setzen die Forscher Video- und Fotokameras ein. »Tiere, die vorher aus Netzen, Bodengreifern oder Stechrohren nach oben kamen, waren oft zermatscht und in sich zusammengefallen. Die Fotos und Videos gaben uns

ein ganz neues Gespür dafür, wie es auf dem antarktischen Meeresboden zugeht«, erinnert sich Dr. Julian Gutt vom Alfred-Wegener-Institut (AWI), der 1989 mit dabei war. Schätzungen gehen von 17.000 Arten aus – damit ist das Benthos um den Südpol herum sehr artenreich, verglichen mit den bescheidenen etwa 1.000 Arten der Nordsee.

### VIELFALT IN UNWIRTLICHKEIT

Die Tier-Vielfalt breitet sich am antarktischen Meeresboden in drei Dimensionen aus: Kaum ein Schwamm, der nicht andere Tierarten als Untermieter trägt, kaum ein Stein, auf dem nicht etwas wächst. Fische setzen sich gern auf gestielte Seescheiden oder Lollipop-Schwämme. Von solchen Aussichtswar-

ten behalten sie die Übersicht und sparen im Sitzen Energie.

Denn sparsamer Umgang mit Ressourcen ist angesagt, wo es derart unwirtschaftlich zugeht: eisig kalt und ständig dunkel. Die Nahrungszufuhr kommt letztlich von oben, erzeugt von planktonischen Algen in der lichtdurchfluteten Zone – doch nur einen kurzen antarktischen Sommer lang.

Bei Extrembedingungen, wo zugleich Temperatur und Salzgehalte äußerst stabil bleiben – müssen sich da nicht Artengemeinschaften ausprägen, in denen sich großflächig alles wiederholt? »Je mehr Aufnahmen von unten kamen, desto erstaunter waren wir: Flächen mit dichtem Tierleben wechselten immer wieder mit öden Wüsten ab, in denen die Artenvielfalt nur gering ist«, führt Gutt aus. Die Fotos zeigen Ebenen, an deren Rändern sich kleine Hügel aufwerfen – wie kommen solche Flächen zustande?

#### MASSIVE STÖRUNGEN PRÄGEN DEN KALTEN ALLTAG IN DER TIEFE

Zum antarktischen Alltag gehört es, dass sich immer wieder Eisblöcke, die von Gletscherrändern an Land abbrechen, auf Wanderschaft begeben. Sind

sie groß und schwer, erreichen sie den Meeresboden und roden die dreidimensionale Vielfalt wie gigantische Hobel einfach ab. »Diese Eisberge bringen nachhaltige Störungen in das Ökosystem«, erläutert Gutt, »denn die Tierwelt aus Schwämmen, Stachelhäutern, Seegurken und anderen Organismen braucht lange, um sich wieder zu erholen.«

Die Lebensteppiche weben sich immer wieder neu. Aber erst, wenn die großen Schwämme von mehr als einem Meter Höhe da sind, ist die Endphase der Wiederbesiedlung erreicht. Wie lange dies dauert und wie die Entwicklung im Einzelnen verläuft, ist bisher unbekannt und wird im »benthischen Störungsexperiment« (BENDEX) erforscht: Schleppnetze räumen dabei den Meeresboden auf einer Fläche von 1.000 x 100 Metern ab und simulieren so das Kratzen eines Eisbergs. Forscher beobachten dann, was sich nach der »Stunde Null« in den folgenden Jahren tut.

Immer wieder, an verschiedenen Stellen, setzt die Planierarbeit der Eisberge ein. So bildet sich ein Nebeneinander aus verschiedenen alten Störungsphasen. Eisberg-Dynamik durchbricht die Stabilität in Stille und Kälte immer

wieder – im wahrsten Sinne des Wortes.

»Räumliche Modellierungen helfen uns, die hohe Biodiversität zu verstehen«, erläutert Gutt. »Wo es in den computersimulierten Szenarien, die der Natur nachgestellt sind, besonders bunt zugeht, erreicht die Artenvielfalt ihren Höhepunkt. Dies sind Flächen, in denen verschieden alte Eisbergspuren eng benachbart liegen.«

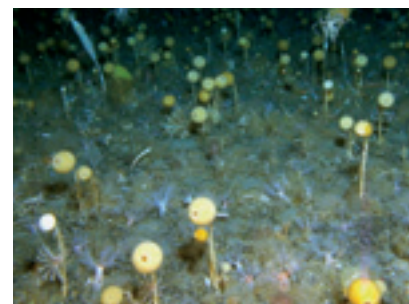
Der antarktische Meeresboden bietet für die ökologische Forschung eine einmalige Chance: Er ist ganz und gar von natürlichen Störungen geprägt und so gut wie frei von menschlichen Einflüssen. Doch dies könnte sich in Zukunft ändern, denn die globale Erwärmung wirkt bis in die Tiefen des antarktischen Ozeans: Eisberge könnten verstärkt abbrechen und häufiger über den Meeresboden hobeln – und die Erholungsfähigkeit dieser vielfältigen Welt in Kälte und Dunkelheit überfordern. \*



33 | Von vielen Haarsternen als Substrat genutzter Glasschwamm.



34 | Eine Schwammgemeinschaft in 300 Metern Tiefe, die durch kugelige Schwämme dominiert ist.



35 | Gestielte »Lolli-Schwämme« in einem Gebiet, das durch einen Eisberg total verwüstet wurde.



1990

Text TIM SCHRÖDER

Wer das Klima der Erde verstehen will, muss die Strömungen der Ozeane ergünden, denn beides ist eng miteinander verknüpft. Dafür bedarf es vor allem leistungsfähiger Rechner, die mit Gleichungen und unzähligen Messwerten gefüttert werden. Mit Computerhilfe lässt sich die Welt erklären. So veröffentlichte das Alfred-Wegener-Institut 1992 den Aufsehen erregenden vielfarbigen Atlas des Südpolarmeeres – in gedruckter Form und als erstes Internet-Projekt.

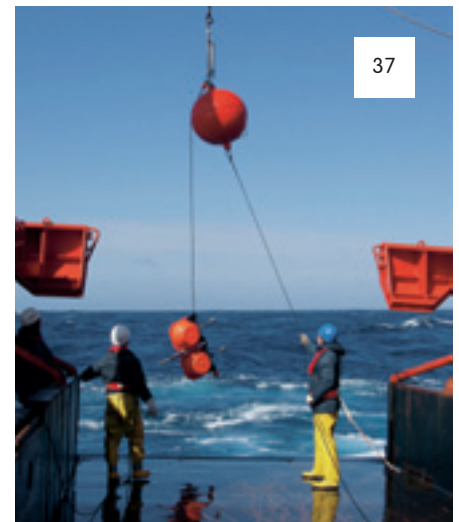
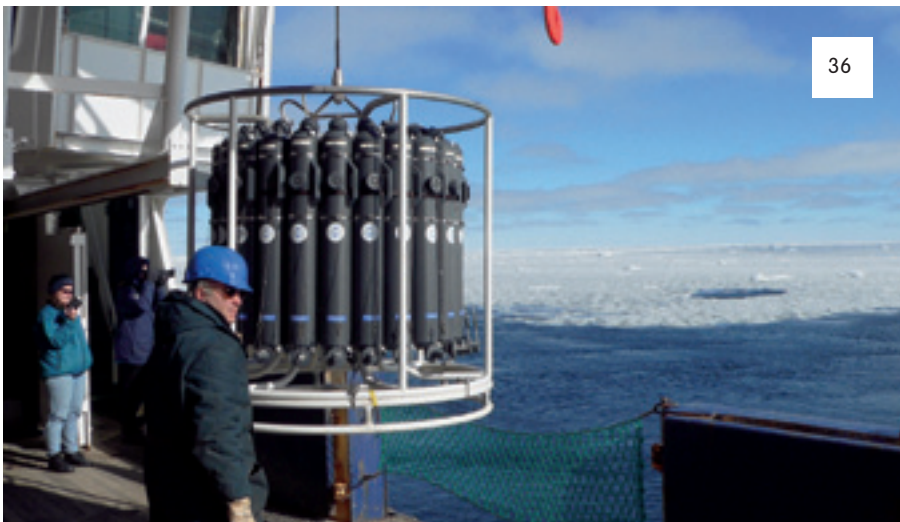
Professor Dirk Olbers gehört zu jenen Forschern, die versuchen, die Welt in Zahlen zu fassen. Das Steckenpferd des Ozeanographen sind die Strömungen der Ozeane, jene mächtigen Förderbänder, die Wärme oder Kälte durch die Meere transportieren. Der Wissenschaftler arbeitet an mathematischen Modellen, die diese Prozesse beschrei-

ben. Manche seiner Rechengestelle enthalten 100.000 Gleichungen. Mitunter arbeiten die Computer am AWI monatelang, bis ein Ergebnis vorliegt. Bekannt ist, dass sich in den Ozeanen verschiedene Wassermassen befinden. Das sind riesige zusammenhängende Wasserkörper mit annähernd gleicher Temperatur, gleichem Salzge-

halt und gleicher Dichte. Im antarktischen Weddellmeer etwa bildet sich das so genannte Antarktische Bodenwasser. Durch starke Abkühlung an der Oberfläche gefriert das Meerwasser zu Eis. Da das Eis kaum Salz enthält, erhöhen sich der Salzgehalt des Meerwassers und damit auch seine Dichte. Es wird schwerer und sinkt ab in große Meerestiefen. Diese Wassermasse gehört zu den schwersten in den Weltmeeren. Wie eine Lawine im Zeitlupentempo breitet sie sich von ihrem relativ kleinen Entstehungsgebiet in die Bodenschichten aller Ozeane aus. Unscheinbare Größen wie Dichte und winzige Temperaturschwankungen reichen aus, um Ozeane in Wallung zu bringen. In der Arktis zum Beispiel tauchen kalte Wassermassen ab, eine wichtige Voraussetzung für den Betrieb der atlantischen Umwälzpumpe und des Golfstroms: Während kaltes Wasser absinkt, folgt an der Oberfläche warmes nach. Das Meer arbeitet wie eine gigantische Klimamaschine, die wesentlich dazu beiträgt, Wärme und Kälte über den Globus zu bugsieren. »Die Herausforderung ist aller-



**MODERNES DATENHANDLING.** *Das Rechenzentrum ist das Hirn des AWI. Alle Informationen fließen in seinen riesigen Datenbanken zusammen – Messwerte von Expeditionen, hydrografische, meteorologische oder auch seismische Daten. Zu Beginn des AWI nutzten die Bremerhavener zunächst Höchstleistungsrechner an der Universität Stuttgart, mit denen das Institut über eine seinerzeit exklusive und teure Datenleitung verbunden war. Zunächst wurden vor allem Messwerte der Polarstern-Fahrten gesammelt. Mit der Intensivierung der ozeanographischen Arbeiten und Beginn der Modellierungen Mitte der 80er Jahre aber wurde ein eigenes leistungsfähiges Rechenzentrum nötig. Seitdem berechnen parallel arbeitende Höchstleistungscomputer in Bremerhaven komplexe Simulationen oder Strömungsmodelle. Mitte der 90er Jahre wurde darüber hinaus am AWI eine Arbeitsgruppe für wissenschaftliches Rechnen eingerichtet, die das Zentrum intensiv nutzt. Seit wenigen Jahren werden die Computer auch für die Bioinformatik genutzt. Damit lassen sich die genetischen Fingerabdrücke von Meeresorganismen oder der genetische Code wichtiger Eiweiße ergünden.*



36 | Das Standardgerät für die Untersuchung von Wassereigenschaften ist die CTD-Sonde.

37 | Eine ozeanographische Verankerung mit einer oberen Auftriebskugel und einem Peilsender wird zu Wasser gelassen. Mehrere Tausend Meter Ankerseil, bestückt mit einer Vielzahl von Messgeräten, wird ihnen folgen.

dings nicht die Simulation der ganz großen Meeresströme«, sagt Olbers, »wirklich anspruchsvoll ist die Darstellung kleinerer turbulenter Prozesse«. Die Ozeane sind voll davon. Über die Tiefseeböden erstrecken sich hohe Gebirgsrücken, die sich den Strömen entgegenstellen und diese zum Rotieren bringen. Turbulenzen durchmischen die verschiedenen Wassermassen an ihren Grenzen. Sie verteilen Wärme, Salz und Nährstoffe und beeinflussen so ganz wesentlich die Bedingungen im Lebensraum Meer. Allerdings sind sie mathematisch schwer zu fassen.

Wie sich herausstellte, sind derartige Turbulenzen im Antarktischen Zirkumpolarstrom besonders ausgeprägt. Angetrieben durch die starken Westwinde zwischen dem 40. und 60. Breitengrad, die die Kap-Hoorn-Segler einst das Fürchten lehrten, rotiert die antarktische Wassermasse im Uhrzeigersinn um den Südkontinent. Bis vor wenigen Jahren ging die Fachwelt von einer relativ gleichmäßigen Bewegung aus, die von gewissen kleinräumigen Störungen, so genannten Eddies, überlagert ist. Olbers war einer der For-

scher, die mit ihren Berechnungen theoretisch zeigten, dass der Strom ohne diese unzähligen kleinen Wirbel nicht existieren würde. Vor wenigen Jahren wurde ihre Existenz bewiesen. Vom Satelliten aus ließen sich die bis zu etwa Hundert Kilometer breiten Eddies über Monate verfolgen. Derartige Erkenntnisse beeinflussen das Verständnis der ozeanischen Dynamik und ihre Bedeutung für das Klima ganz entscheidend.

Zwar jongliert Olbers mit mächtigen Formelpaketen und Computerberechnungen, dennoch vertraut er vor allem auf Papier, Bleistift und die menschliche Einsicht. »Damit lassen sich die Prozesse in ihren Grundzügen am besten verstehen«, sagt er. »Nur wer das Prinzip verstanden hat, wird komplexe Computermodelle richtig interpretieren können.« Allerdings, gibt er zu, wäre die Arbeit ohne die modernen Höchstleistungsrechner nicht machbar.

So wie im Jahr 1990, als Olbers gemeinsam mit zwei russischen Kollegen des russischen Arktisch-Antarktischen Forschungsinstituts in St. Petersburg eine wahre Sisyphusar-

beit begann – die Erstellung des »Hydrografischen Atlas des südlichen Ozeans«. Von mehreren internationalen Forschungseinrichtungen trugen die Forscher Messdaten von Schiffs- expeditionen der vergangenen 90 Jahre zusammen. Alles in allem mussten die Forscher schließlich rund eine Million Salzgehalt-, Temperatur- und Sauerstoffwerte überprüfen und in Tabellen einordnen. Zwei Jahre später ging das Mammutwerk in Druck – als erster mit Computergrafik erstellter Atlas seiner Art weltweit. Zuvor hatte man handgezeichnete Karten verwendet. Mehr noch: Die riesige Datenbank sollte fortan Wissenschaftlern in aller Welt zur Verfügung stehen. Das noch junge Internet bot eine ideale Plattform. So wurde der Hydrografische Atlas im Jahr 1992 als erstes Internetprojekt des Alfred-Wegener-Instituts veröffentlicht. Und wer Lust hat, kann auch heute noch nachschauen, wo das alte Forschungsschiff »Deutschland« im Jahr 1911 seine Proben genommen hat. \*





# EINE REISE INS UNBEKANNTE



Text UTE KEHSE

Im Spätsommer 1991 brach das Forschungsschiff Polarstern zu einer außergewöhnlichen Expedition auf: Zusammen mit der schwedischen Oden erreichte sie als erstes konventionell angetriebenes Forschungsschiff den Nordpol. Auch wissenschaftlich war die Reise ein Erfolg: Die beiden Schiffe brachten reichlich Daten über die Geologie des zentralen Arktischen Ozeans nach Hause, die bis heute Früchte tragen.

Im September 2004 vermeldeten Kate Moran von der Universität Rhode Island und Jan Backmann von der Universität Stockholm einen einmaligen Erfolg: Zusammen mit einem internationalen Forscherteam war es ihnen gelungen, im Arktischen Ozean, nur 220 Kilometer vom Nordpol entfernt, 410 Meter tief in den Meeresboden zu bohren. Während wissenschaftliche Tiefbohrungen in anderen Meeren mittlerweile Routine sind, war die Bohrexpedition in die eisbedeckte Hocharktis durchaus ein Abenteuer: Während der zum Bohrschiff umgebaute Eisbrecher Vidar Viking das Loch in den Meeresboden vorantrieb, waren der russische Eisbrecher Sowjetski Sojus, angetrieben von einem Atomreaktor mit 75.000 PS, und die schwedische Oden gleichzeitig im Einsatz, um herantreibende Eisschollen zu zertrümmern. Der Lohn für die Mühen waren bis zu 55 Millionen Jahre alte Sedimente. Sie geben einen Einblick in die Klimageschichte der Arktis und konnten klären, dass die Arktis zum ersten Mal vor 15 Millionen Jahren vereiste.

Die Vorarbeiten für die Bohrexpedition liegen schon 14 Jahre zurück: Damals wagten sich die Eisbrecher Polarstern und Oden in den erbarmungslosen Mahlstrom des arktischen Packeises. Lange riskierten nur russische Atomeisbrecher die Fahrt in die Eiswüste, Forschungsschiffe hielten sich lieber fern. Wie der Meeresboden zwischen Grönland und Sibirien, Spitzbergen und Kanada geologisch aufgebaut ist, war deshalb bis vor 20 Jahren nur in groben

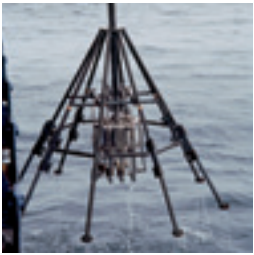


39 | Freude nach Erreichen des Nordpols

Zügen bekannt. »Noch heute sind Karten von der Arktis notorisch unzuverlässig«, berichtet der Geophysiker Dr. Wilfried Jokat vom AWI. Es könne durchaus vorkommen, dass die tatsächliche Lage eines Unterwassergebirges hundert Kilometer von der Karte abweicht, oder dass das Meer 2.000 Meter tiefer ist als angegeben. Als die Polarstern am 3. August 1991 Tromsø verließ und Kurs auf den Arktischen Ozean nahm, war es für die 53 auf dem Schiff versammelten Forscher eine Reise ins Unbekannte. »Wir wussten quasi gar nichts«, fasst Professor Dieter Fütterer, der wissenschaftliche Fahrtleiter der Arctic-91-Expedition, den damaligen Wissensstand über die geologische Geschichte des Nordpolarmeeres zusammen. Gleich zu Anfang schien die Expedition vom Pech verfolgt: Die Oden erlitt vier Tage nach der Abfahrt ei-

nen schweren Maschinenschaden, der in Rekordzeit auf Spitzbergen repariert wurde. Dennoch konnte sie der Polarstern erst zwölf Tage später folgen. Der ebenfalls eingeplante amerikanische 80.000-PS-Eisbrecher Polar Star traf verspätet in den arktischen Gewässern ein und musste schließlich ganz aufgeben – eine defekte Backbordwelle zwang ihn zur Umkehr.

Vor allem die Geophysiker auf Polarstern waren durch diese Zwischenfälle zunächst zur Untätigkeit verurteilt: Für ihre Messungen hätten sie ein weiteres Schiff gebraucht, um für Polarstern den Weg durch das Packeis freizuräumen. Da ein Schiff bei seismischen Messungen einige Gerätschaften hinter sich her schleppen muss, kann es nicht gleichzeitig Eis brechen. Bei der Seismik erzeugen so genannte Luftkationen Schallwellen im Wasser. Sie dringen in



**MULTICORER**  
Zur Gewinnung von ungestörten Sedimentproben wird ein so genannter Multicorer (MUC) eingesetzt. Dieses Gerät wird zum Meeresboden abgesenkt. Dort stechen 8 oder 12 Plexiglasrohre bis zu 50 cm lange Sedimentkerne aus dem Meeresboden. Der Einsatz eines MUC in großen Wassertiefen (> 4000 m) kann mehrere Stunden dauern.



40

40 | Um großvolumige Proben des Meeresbodens zu gewinnen, wird der Kastengreifer eingesetzt. Er wird samt Probe mit Hilfe der Winde des Schiffes auf das Arbeitsdeck gehoben. Nach der Öffnung des Kastens werden die Sedimente beprobt.



**BATHYMETRIE (VERMESSUNG DES MEERESBODENS).** Sobald das Forschungsschiff Polarstern den Hafen verlässt, beginnen die wissenschaftlichen Messungen. Das in den Schiffsrumpf eingebaute Fächerecholot Hydrosweep DS-2 tastet mit hochfrequenten Schallwellen den Meeresboden ab. Der Streifen, der durch den Schallfächer erfasst wird, ist doppelt so breit wie die Wassertiefe. Aus der Signalstärke lassen sich zusätzlich Rückschlüsse auf die Rauigkeit des Bodens ziehen. Schon auf dem Schiff erhalten die Forscher der AWI-Arbeitsgruppe »Bathymetrie« ein digitales 3-D-Geländemodell. Die Tiefen-Daten sind auch für Forscher von anderen Arbeitsgruppen wichtig, zum Beispiel, um den Einsatz eines Tauchroboters oder seismische Messungen zu planen.

41



den Meeresboden ein und werden an Schichtgrenzen zurückgeworfen. Diese Echos aus dem Meeresboden werden von Schallaufnehmern registriert, die sich in einem mehrere hundert Meter langen, ebenfalls vom Schiff geschleppten Schlauch, dem so genannten Streamer, befinden. Auf der Hinfahrt gelangen den Geophysikern lediglich zwei Messprofile an windstillen Tagen, während die Geologen einen Sedimentkern nach dem anderen an Bord zogen. Erst am 3. September, mehr als einen Monat nach der Abfahrt in Tromsø, trafen sich Oden und Polarstern, um sich gleich wieder auf den Rückweg zu machen. Als erste konventionell angetriebene Forschungsschiffe erreichten sie am 7. September den Nordpol.

Trotz der anfänglichen Pannen brachten die beiden Forschungsschiffe einen reichen Datenschatz nach Hause – von dem die Forscher heute noch zehren. »Den Wert der Arctic-91-Expedition kann man gar nicht hoch genug einschätzen«, sagt Wilfried Jokat, »es war der erste groß angelegte Versuch, in der Arktis geowissenschaftliche Forschung zu betreiben. Und

es hat sich gezeigt, dass es vernünftig ist, mit zwei Schiffen zu fahren. Man bekommt einfach mehr Ergebnisse«, erzählt Jokat. Die seismischen Messungen, die mit Hilfe der Oden schließlich doch noch durchgeführt werden konnten, waren zum Beispiel die Grundlage für die Tiefbohrung von 2004.

Auch für die untätige Hinfahrt wurde Wilfried Jokat schließlich noch entschädigt. 2001 konnte der Geophysiker seine geplanten Messungen endlich nachholen. Am Gakkelerücken, der Fortsetzung des riesigen Unterwasser-Gebirges, das sich quer durch den Atlantik zieht, entdeckten er und seine Kollegen zur allgemeinen Überraschung eine Reihe aktiver Vulkane. \*

41 | Um die geologische Geschichte in den verschiedenen Meeresgebieten zu erforschen, kommt bei weichem Meeresboden das bis zu 12 m lange Kastenlot zum Einsatz. Ist das gefüllte Kastenlot wieder an Bord, wird der sehr schwere Kasten in das Sedimentlabor transportiert. Dort wird der Bohrkern beschrieben und für verschiedene geologische Untersuchungen beprobt.

# WILDNIS, WIND & WOLKEN:

## Puzzlestücke für ein Klimamodell



Text NADINE QUERFURTH

Mit 3,5 mal 2,7 Metern Kantenlänge ist es klein. Ein wahrer Zwerg: Das Forschungsfloß Helga. Bei den vielen Polar-Expeditionen der Forschungsstelle Potsdam ist das kleinste Schiff des Alfred-Wegener-Instituts dabei. Seine Vorteile liegen auf der Hand: Es ist kompakt, leicht und kann deshalb mit einem einzigen Helikopterflug ohne großen logistischen Aufwand nach Sibirien geflogen werden. Die Geschichte zur Namensgebung liegt länger zurück: In der sibirischen Wildnis war die Besatzung des Floßes damals von der Außenwelt abgeschnitten, wäre da nicht der alte DDR-Fernschreiber der Sekretärin Helga gewesen. Helga konnte ihn als einzige bedienen und stellte den Kontakt zur Heimat her. Grund genug, das kleine Forschungsfloß Helga zu nennen.

Professor Hans-Wolfgang Hubberten leitet die Forschungsstelle des Alfred-Wegener-Instituts in Potsdam seit der Gründung im Jahre 1992. Er und seine Kolleginnen und Kollegen konzentrieren sich im Wesentlichen auf ein großes Forschungsziel, nämlich das Klimasystem und globale Klimaänderungen sowie deren Auswirkungen zu verstehen. Der Fokus liegt dabei auf den arktischen Landmassen, die die Potsdamer Wissenschaftler regelmäßig auf Expeditionen erkunden. Das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven setzte bislang einen Forschungsschwerpunkt auf Meere und Inlandeismassen in Polarregionen. »Die Landkomponente fehlte«, so Hubberten. »Dadurch, dass wir in Potsdam nun auch diese Regionen mit einbeziehen, sind wir das einzige Institut der Welt, das sämtliche Bereiche der Polarregion – Meer, Eis, Atmosphäre und Land – mit all seinen Wechselwirkungen untersucht«, fasst Hubberten zusammen.

### AUS GESCHICHTSBÄNDEN LESEN

Um das Klima gegenwärtig zu verstehen und Vorhersagen für die Zukunft machen zu können, müssen die Wissenschaftler in Potsdam

erkunden, wie das Klima und die Umwelt in der Vergangenheit ausgesehen haben. Bildlich gesprochen bedeutet das: Die Forscher lesen in den Geschichtsbüchern des Klimas, in Archiven. Sibirien ist in dieser Hinsicht eine Schlüsselregion. Als größter polarer Landbereich besteht es zur Hälfte aus dauerhaft gefrorenem Boden, dem Permafrost. Wie in einer Tiefkühltruhe gefriert im Boden alles und lässt sich ausgezeichnet verwenden, um die damalige Umwelt zu rekonstruieren. An den Küsten der Laptev-See sind solche wertvollen Archive in Form von Eiskeilen und gefrorenen Böden an 20 bis 30 Meter hohen Steilwänden relativ leicht zugänglich. Die Potsdamer Wissenschaftler gewinnen ihre Proben mit Kettensägen, Eisbohrern, Hammer, Beil und Hacke.

### AUF HELGA WIRD HAND ANGELEGT

Die anderen wertvollen Archive Sibiriens sind Seen. Seesedimente erzählen anhand von kontinuierlich abgelagerten Einträgen aus Pollen, Mineralien und Tierresten lückenlos die Geschichte seit der Entstehung eines Gewässers. Und die kann – wie im Falle des Lama-Sees in Sibirien – bis zu 18.000 Jahre zurückliegen. Um



die Sedimente vom Seegrund an die Oberfläche zu befördern, brauchen die Potsdamer Wissenschaftler Helga. Auf dem »Bohrschiff« ist ein Bohrgestänge mit Winden montiert. Alles wird manuell bedient, denn Motoren würden Helga nur unnötig schwer machen. Letztendlich wird ein Bohrkern aus Sediment zu Tage befördert. Und der »erzählt« dann, wer und was in der Nähe des Sees vor vielen tausend Jahren gelebt hat. Schon die unterschiedlichen Farben eines Bohrkerns geben Auskunft und sind das Ergebnis bestimmter Umweltbedingungen. Zum Beispiel hinterlassen Pollen von Bäumen – wie Fichten oder Birken – andere Spuren als jene von Gräsern. Durch die zahlreichen Informationen aus beiden Archiven konnten die Wissenschaftler das Klima und die Umweltbedingungen der letzten Eiszeit in Sibirien rekonstruieren: Seen und Torflandschaften, aber auch immer wieder trockene und wüstenähnliche Regionen prägten die Gegend, Insekten und Kleinsäuger tummelten sich in der Steppe-landschaft und Mammut- und Bisonherden durchzogen üppige, grasreiche Tundra.

#### RESERVOIRS AUS GEFRORENEM BODEN

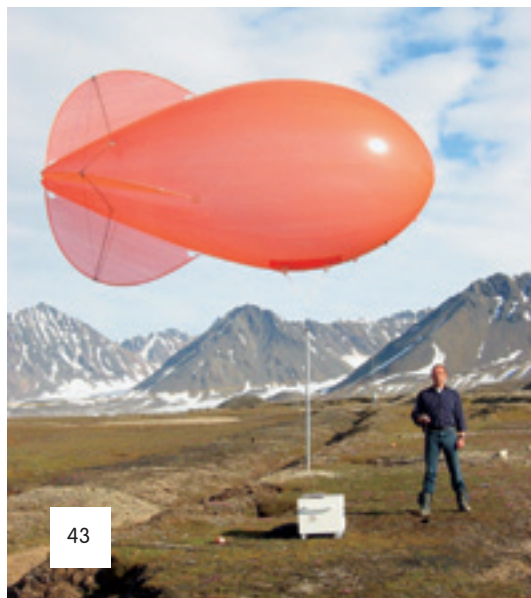
Der Permafrost Sibiriens birgt für die Potsdamer Wissenschaftler aber nicht nur wertvolle Informationen, um das vergangene Klima zu

verstehen, sondern ist auch als Speicher von organischem Material von entscheidender Bedeutung für das zukünftige weltweite Klima. Jedes Jahr im Sommer kann das Eis des Permafrostbodens in den obersten 30 Zentimetern bis zu anderthalb Metern schmelzen. Mikroorganismen im Erdreich beginnen organisches Material zu den Treibhausgasen Methan und Kohlendioxid umzusetzen, die in die Atmosphäre entweichen können. Die Wissenschaftler vermuten, dass durch die weitere Erderwärmung ein Kohlenstoffreservoir zugänglich gemacht wird, das seit 80.000 Jahren eingefroren war. Seit sechs Jahren werden die Entwicklungen auf einem Messfeld im Lena-Delta beobachtet.

#### DIE REALITÄT IN EINEM KLIMAMODELL

Daten aus diesen Messfeldern, wie Temperatur und weitere Basisparameter, stellen die Geowissenschaftler ihren Kollegen des Arbeitsbereichs »Klimasimulationen in der Arktis« zur Verfügung. Professor Klaus Dethloff leitet diesen Arbeitsbereich in Potsdam und ist daran interessiert, die wesentlichen Wechselwirkungen im Klimasystem zu verstehen. Die gängige Methodik neben Untersuchungen im Freiland ist, mathematische Modelle heranzuziehen, die das gegenwärtige Klima in der Arktis simulieren. Wenn das gelingt, können die Wissenschaftler das zukünftige Klima in Modellen darstellen. »Das Komplizierte daran ist jedoch«, sagt die Meteorologin Dr. Annette Rinke, »die Realität in einem Modell abzubilden, denn das Klima ist so komplex und chaotisch, dass man es nur schwer vorhersagen kann. Hinzu kommt, dass neben menschlich verursachten Phänomenen wie CO<sub>2</sub>-Ausstoß auch ganz natürliche Schwankungen das Klima beeinflussen.« Schon seit 10 Jahren arbeiten die Potsdamer mit einem regionalen Klimamodell für die Arktis. Die Daten aus den Permafrostböden sind jedoch nur wenige Puzzlestücke, die das Modell mit Inhalt füllen. Die Arktis ist nicht nur durch die geographische Verteilung von Land und Meer zu beschreiben, sondern sie ist viel komplexer: Atmosphäre, Eis, Ozean, Permafrost und Land sind in dem speziellen Fall Arktis zu berück-

43 | Mit einem Fesselballon werden meteorologische Messinstrumente über mehrere Stunden bis in drei Kilometer Höhe gebracht.



43



**POLARFORSCHUNG IN POTSDAM – EINE LANGE TRADITION.** *Die Polarforschung in Potsdam hat mit den »Königlich-Preußischen Observatorien« eine lange Tradition. Im Potsdamer Zentralinstitut für Physik der Erde liefen die Fäden der DDR-Polarforschung zusammen. Nachdem die DDR von der Landkarte verschwand, war die Zukunft des Standortes Potsdam zunächst ungewiss. Mit der Eröffnung der Forschungsstelle Potsdam des Alfred-Wegener-Instituts am 11. März 1992 ist es gelungen, den Standort Potsdam für die Polarforschung aufrecht zu erhalten. Dies ist vor allem dem damaligen Institutsdirektor des AWI, Professor Gotthilf Hempel, zu verdanken. An die wertvollen Erfahrungen der Antarktisforschung aus der ehemaligen DDR sollte angeknüpft werden. Das Alfred-Wegener-Institut hatte bis dahin eher die polaren Meere erforscht, die ostdeutschen Wissenschaftler konzentrierten sich auf eisfreie Gebiete der Antarktis. So kam es mit der Neugründung der Forschungsstelle in Potsdam zu keinerlei Überschneidung von Forschungszielen, sondern wie Gotthilf Hempel es formulierte, ergänzten sich die »beiden Flussarme der deutschen Polarforschung« auf ideale Weise.*

sichtigen. Zwischen diesen Systemen existieren Rückkopplungen, die das arktische Klima bestimmen. Auch die Eis-Albedo-Rückkopplung gehört dazu. So bezeichnet man das Reflexionsvermögen von Schnee- und Eisflächen. Circa 80 Prozent der auftreffenden Strahlung werfen solche Flächen zurück. Die Eis-Albedo-Rückkopplung wird zwar in Klimamodelle integriert, globale Modelle sind aber noch zu ungenau, um das arktische Klima zu simulieren.

#### MIT GLIMPSE DER BLICK IN DIE ZUKUNFT

Die spannende Frage für Professor Klaus Dethloff und seine Kollegen ist deshalb, ob sich arktische Prozesse wie die Eis-Albedo-Rückkopplung auf das weltweite Klima auswirken. Diesen Zusammenhang zu untersuchen, ist Ziel des europäischen Forschungsprojektes GLIMPSE (Global Implications of Arctic Climate Processes and Feedbacks), das Professor Dethloff von Potsdam aus koordiniert. Eine realistischere Beschreibung der Rückstreuung von Sonnenstrahlen an Eis- und Schneeflächen (Albedo) wurde im Rahmen von GLIMPSE in ein globales Modell integriert und die globalen Auswirkungen berechnet. Die Folgen für das weltweite Klima sind enorm. Bis in die Tropen sind sie zu spüren. »Die Arktis wird kühler und die mittleren Breiten erwärmen sich«, erläutert Rinke die brandaktuellen Daten. Die

Zusammenhänge dabei sind wie folgt: Normalerweise ist es in der Arktis kalt und in den Tropen warm. Zwischen beiden Regionen besteht ein ständiger Luftmassenaustausch: Wärme wird von den Tropen durch die großräumige Zirkulation zu den Polen transportiert. Ändert sich die Eis-Albedo-Rückkopplung in der Arktis, hat das Einfluss auf die Zirkulation in der gesamten Atmosphäre.

#### KLIMAÄNDERUNGEN VERLÄSSLICH BESCHREIBEN

»Erst wenn wir die Informationen von regionalen und globalen Modellen vereinen«, so Rinke, »können wir die Änderungen des Klimas verlässlich beschreiben«. Im Rahmen von GLIMPSE ist das erfolgreich verwirklicht worden. Die Daten, die in Zukunft in die Modelle einfließen, kommen auch weiterhin von den Messfeldern und Freiland-Expeditionen in Sibirien sowie von Satelliten oder dem Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven. Und natürlich von Helga. Im Laufe der Jahre habe Helga sich von einem kleinen Forschungsfloß zu einem geophysikalischen Messschiff gemausert, sagt Professor Hubberten mit einem Schmunzeln. Helga zielt nun eine Verblendung aus Metall, ein Motor und zahlreiche High-Tech-Messinstrumente. Trotzdem bleibt Helga das kleinste Forschungsschiff des Alfred-Wegener-Instituts. \*



POLARFORSCHUNG  
POTSDAM

*Das 1999 eingeweihte neue Laborgebäude der Forschungsstelle Potsdam des AWI*

44 | Kunstinstallation der Künstlergruppe Polarfront am Weserstrand von Bremerhaven im Jahr der Geowissenschaften 2002



# GANZ NAH DRAN

Text KAROLINE SCHACHT

Forschung zum Anfassen: Mit regelmäßigen und besonderen Veranstaltungen wie Ausstellungen und Vorträgen, Exkursionen und interaktiven Aktionen sucht das Alfred-Wegener-Institut den Kontakt zur Öffentlichkeit.

.....

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit war im Alfred-Wegener-Institut – wie in der Helmholtz-Gemeinschaft üblich (damals AGF, Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen) – von Anfang an ein Thema. »Polarforschung gestern und heute« hieß die erste bundesweit verschickte Ausstellung, 1986 wurde die Vortragsreihe mit der Volkshochschule Bremerhaven geboren. Es fanden einige größere Aktionen statt, doch blieb das Pensum überschaubar. Mittlerweile lässt sich die Arbeit für die Medien und die Öffentlichkeit nur mit dem Einsatz eines ganzen Teams bewältigen, beson-

ders in Zeiten wie dem Jahr der Geowissenschaften 2002 und dem Jubiläumsjahr des Instituts 2005, in dem Bremen und Bremerhaven außerdem »Stadt der Wissenschaft« sind. Was bedeutet Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für ein Forschungsinstitut? »Dieses Institut gibt öffentliche Gelder aus«, erläutert die Pressesprecherin Margarete Pauls, »und es ist unsere Aufgabe, der Öffentlichkeit zu zeigen, wofür das geschieht und dass dieses Geld notwendig ist.« Zu den alltäglichen Aufgaben ihrer Abteilung zählen der Kontakt zu den Medien und die Fütterung der Internetseiten



des AWI mit allgemeinen und aktuellen Informationen. Daneben entstehen hier Drucksachen wie Zweijahresberichte oder Informationsbroschüren. Aber auch die Vortragsreihen des Institutes, der Informationsfilm »Eis und Meer« oder wechselnde Ausstellungen werden von hier aus konzipiert. Ein erster Höhepunkt dieser Arbeit war die Sonderausstellung »125 Jahre deutsche Polarforschung« mit dem Deutschen Schiffahrtsmuseum, die im Jahr 1993 von Bremerhaven aus Richtung Frankfurt, Potsdam, Bremen, Bonn und Rostock auf Reisen ging. Solche Arbeit garantiert den tatsächlichen, direkten Kontakt mit der Öffentlichkeit, und sie hat bis heute ein erhebliches Ausmaß erreicht.

Was ist eigentlich eine erfolgreiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit? »Erfolg ist für uns nicht einfach zu messen«, sagt Ingenieurin Pauls. »Wenn eine Pressemitteilung ein gutes Medienecho erhält, ist das ein Maß, an dem wir Erfolg ablesen können.« Ein anderes Maß ist die über die Jahre zunehmende Dicke der Pressespiegel oder die steigende Zahl von Anfragen nach Informationen von Medien und Journalisten.

Außerdem: »Unsere Presse- und Öffentlichkeitsarbeit ist auf die Mitarbeit aller im Institut angewiesen. Nur dadurch können wir erfolgreich sein«, ergänzt Pauls.

Für ungewöhnliche Aktionen in der und für die Öffentlichkeit ist das Alfred-Wegener-Institut schon lange bekannt. Ob das die Polarstern-Expedition für die Schule im Jahr 1998, die Veröffentlichung von Expeditionsberichten im Internet, das bei Delius Klasing erschienene Buch »Eiskalte Entdeckungen« waren oder Kunstprojekte wie die

»Bibliothek im Eis«. Die Wissenschaftskommunikation in Deutschland hat sich in den vergangenen 25 Jahren sehr entwickelt. Das Alfred-Wegener-Institut hat diese Herausforderungen immer wieder aufgegriffen und kann sich in Sachen Offenheit und Bürgernähe sehen lassen. \*



#### WISSENSCHAFT VERSTÄNDLICH GEMACHT.

Das AWI veröffentlicht neben wissenschaftlichen Publikationen allgemeines Informationsmaterial. Faltblätter geben Ihnen einen Überblick über das Institut, seine Forschungsschiffe und die Polarstationen. Besondere Themen werden in Broschüren anschaulich dargestellt. Ein umfassender Zweijahresbericht enthält neben den Berichten der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen auch Informationen über Expeditionsprogramme, Logistik und internationale Kooperationen sowie die Haushaltsentwicklung und eine Liste der Veröffentlichungen in diesem Zeitraum. Nach vorheriger Terminabsprache werden Institutsführungen für Gruppen angeboten.

Wenden Sie sich hierzu bitte an das Presse-Sekretariat, Tel. 04 71 / 48 31 - 11 12 oder per E-Mail an [awi-pr@awi-bremerhaven.de](mailto:awi-pr@awi-bremerhaven.de).

Aktuelle und umfassende Informationen können Sie zudem über das Internet erhalten: [www.awi-bremerhaven.de](http://www.awi-bremerhaven.de).



45 | Die Wanderausstellung »125 Jahre deutsche Polarforschung« auf ihrer Station in Potsdam



46 | Kinder lassen sich gerne von ausgestellten Gegenständen aus der Polarforschung begeistern.



47 | Der Kölner Künstler Lutz Fritsch bei der Einrichtung der Bibliothek im Eis an der Neumayer-Station



1994

## EISFREI in der Antarktis

Text ANDREAS WOHLTMANN

Wettergeschützte Buchten sind selten in der Antarktis. Das wusste auch der deutsche Polarforscher Eduard Dallmann, der im ausgehenden 19. Jahrhundert mit seinem Schiff Grönland in der Potter-Bucht auf King-George-Island Zuflucht vor den polaren Stürmen suchte. Heute befindet sich hier das nach dem Seefahrer und Kapitän benannte Dallmann-Labor des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung.

Seit Januar 1994 untersuchen die Wissenschaftler das Ökosystem der Bucht in der ersten von mehreren Nationen gemeinsam betriebenen Forschungsstation in der Antarktis. »Die Kooperation steht nicht nur auf dem Papier; zurzeit erforschen eine Deutsche und ein Argentinier gemeinsam die Resistenz von Algen gegenüber der ultravioletten Sonnenstrahlung«, meint Professor Christian Wiencke, wissenschaftlicher Koordinator der Station am Alfred-Wegener-Institut. Das Dallmann-Labor ist an die argentinische Station Jubany angegliedert; die Argentinier sorgen auch für Verpflegung und, falls notwendig, die ärztliche Versorgung. Dritter Partner sind die Niederlande. Während des antarktischen Sommers teilen sich bis zu zwölf Wissenschaftler Wohn- und Arbeitsplätze im Dallmann-Labor, bis Ende 2005 sollen

es 14 Plätze werden. Die im Sommer eisfreie Bucht bietet hervorragende Bedingungen für die Erforschung und das Verständnis antarktischer Ökosysteme, nicht zuletzt aufgrund der

vorhandenen Tauchereinrichtungen. Aquariencontainer, sowie Nass- und Trockenlabore erlauben parallele Untersuchungen unter standardisierten Bedingungen. »Zuerst haben wir die



48 | Innenansicht des Dallmann-Labors



Organismen in der Bucht beschrieben. Dann wollten wir wissen, wie die Beziehungen zwischen verschiedenen Arten sind, und nun versuchen wir den Einfluss menschlicher Eingriffe zu analysieren und in Modellen abzuschätzen«, beschreibt Wiencke die Forschungsansätze. Dabei geht es weniger um Störungen durch anwesende Wissenschaftler als um die Auswirkungen globaler Phänomene wie dem weltweiten Anstieg der Treibhausgase und dem Rückgang der schützenden Ozonschicht. So werden die Auswirkungen erhöhter UV-Strahlung an Makroalgen wie Seetang untersucht. »Die Makroalgen sind hier die wichtigsten Primärproduzenten, und sie reagieren empfindlicher auf UV-Strahlung als ihre arktischen Vettern«, erklärt Wiencke. »Eine starke Abnahme hätte drastische Folgen auf das gesamte Leben in der Bucht, auch weil

die Algen am Beginn einer komplexen Nahrungskette stehen.«

Die Potter-Bucht gilt heute als eines der am besten untersuchten ökologischen Systeme in der Antarktis, die wissenschaftlichen Fortschritte sind in hunderten von Veröffentlichungen dokumentiert. Dennoch sind die Wechselwirkungen zwischen den Organismen wie auch die Stabilität des Gesamtsystems bisher nur teilweise verstanden und weitere Forschung ist dringend notwendig. Für das Internationale Polarjahr 2007/2008 soll untersucht werden, wie sich das schnellere Abschmelzen der Gletscher auswirkt. Die von den Eismassen ins Wasser gespülten Sedimente lagern sich am Meeresboden ab und können wenig mobile Tiere wie Schwämme regelrecht verschütten. Durch die Trübung kann Licht nicht mehr so tief ins Wasser ein-

dringen, was vermutlich die photosynthetisch aktiven Algen beeinflusst.

Spannend sind die Algen allerdings nicht nur wegen ihrer Rolle im antarktischen Küstenökosystem. Die Pharmaindustrie zeigt Interesse an ihrer Fähigkeit, der UV-Strahlung in bestimmten Grenzen zu widerstehen. Ihre Suche nach besseren UV-Blockern in Sonnencremes führte auch zur Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Instituts. \*

# ÜBERLEBENSPRINZIP:

In der Ruhe liegt die Kraft



Text UTE KEHSE

Weddellrobben haben sich von allen Säugetieren am weitesten in den kalten Süden vorgewagt. Die scheinbar trägen Tiere sind Meister des Energiesparens. Mit raffinierten Messinstrumenten gewinnen AWI-Biologen Einblicke in das Verhalten der Meeressäuger und in das marine Ökosystem am Rande der antarktischen Schelfeise.



.....

Dr. Joachim Plötz und Dr. Horst Bornemann sind gewissermaßen Exoten unter den Biologen des Alfred-Wegener-Instituts. Die meisten ihrer Kollegen beschäftigen sich mit mikroskopisch kleinen bis wenige Zentimeter großen Meeresbewohnern, wie zum Beispiel einzelligem Plankton oder Kleinkrebsen. Das Forschungsobjekt von Plötz und Bornemann ist wesentlich größer: Rund eine halbe Tonne schwer und drei Meter lang ist eine ausgewachsene Weddellrobbe. Sie sind überwiegend in den Nachtstunden auf Nahrungssuche im Meer. Frühmorgens zwingen sich die Schwergewichtler sichtlich erschöpft durch die engen Spalten auf das Eis hinauf und legen lange Ruhepausen ein. Welche Nahrung die Robben bevorzugen und wo sie ihre Beute finden, haben Plötz und Bornemann seit 1985 auf mehreren Expeditionen untersucht. Alle zwei bis drei Jahre verbrachten sie und zwei oder drei weitere Mitstreiter bis zu acht Wochen im Eis: Fünf rote Glasfaser-Iglus, Tomaten genannt, dienten den Forschern als Schlafstätte, Küche und Lagerraum.

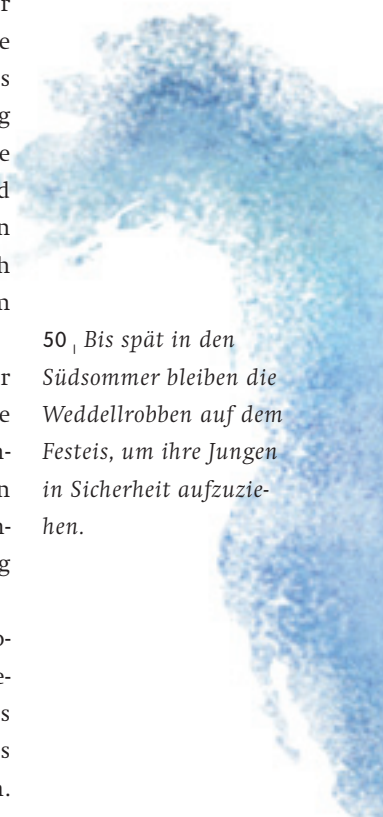
Ihr Forschungsgebiet ist das Drescher-Inlet, ein 25 Kilometer langer Einschnitt im Riiser-Larsen Schelfeis, etwa 400 Kilometer südwestlich der Neumayer-Station. Im Drescher-Inlet bleibt die zwei Meter dicke Eisdecke bis spät in den Südsommer hinein geschlossen. Ideal für die Forscher aber auch für die Weddellrobben, denn im Festeis sind sie vor Schwertwalen und Seeleoparden geschützt, hier finden sie sichere Liegeplätze zum Faulenzen und auch zum Gebären und Aufziehen ihrer Jungen. Was für ein Robbenleben sonst noch notwendig ist, spielt sich im Wasser ab: Beutefang, Rivalitätskämpfe und Paarung – alles findet unter dem Meereis statt.

Weddellrobben kehren nach ihren Unterwasserausflügen oftmals zu denselben Liegeplätzen zurück. Diese Eigenschaft machen sich die Forscher zunutze, denn sie statten Robben mit Messsonden aus und müssen die Tiere zur Rückgewinnung der Geräte nach einigen Tagen wiederfinden. »Die Mikrochiptechnik hat sich rasant entwickelt, es liegen Welten zwischen den heutigen Geräten und denen, die wir noch vor zehn Jahren verwendet haben«,

sagt Horst Bornemann. In der Drescher-Kampagne 1995 wurden noch Tauchtiefenrekorder verwendet, die allein das Auf und Ab der Robben im Meer aufzeichneten. Schon diese Messungen brachten unerwartete Ergebnisse: So stellten die Forscher fest, dass die Robben ihre Beutejagden entweder in geringeren Tiefen oberhalb von 150 Metern oder am Meeresboden in 450 Metern Tiefe durchführen. »Nahrung im Meer ist offenbar ungleich verteilt, und nur in bestimmten Tiefenbereichen lohnt es sich für die Robben zu fischen«, erklärt Joachim Plötz. Einfluss auf das Tauchverhalten hat ein physikalisches Phänomen: Die so genannte Dichtesprungschicht – gekennzeichnet durch eine sprunghafte Abnahme der Temperatur und Zunahme des Salzgehalts ab etwa 150 Metern Tiefe. Oberhalb dieser stabilen Sprungschicht ist der Wasserkörper leicht erwärmt, und hier reichern sich herabsinkende Eisalgen und andere organische Partikel in Massen an – eine attraktive Nahrungsquelle für Kleinkrebse, für Fische und wiederum für Fischräuber wie die Weddellrobben. In den oberen »Etagen« des Meeres ist nur eine Tierart für die Ernährung der Robben von Bedeutung: der Antarktische Silberfisch. Die heringsähnlichen Fische sind kleinere, dafür aber sehr fettreiche Happen von durchschnittlich 30 Gramm. Gelegentlich ziehen sie in größeren Schwärmen unter dem Meereis an der Küste entlang.

Neuerdings werden die Tauchrouten der Robben dreidimensional erfasst. Das neue Messsystem kam im Dezember 2003 zum Einsatz. Die Messdaten erlauben erstmals Aussagen über die Schwimmgeschwindigkeit, Schwimmrichtung, Körperneigung und den Beutefang der Weddellrobben.

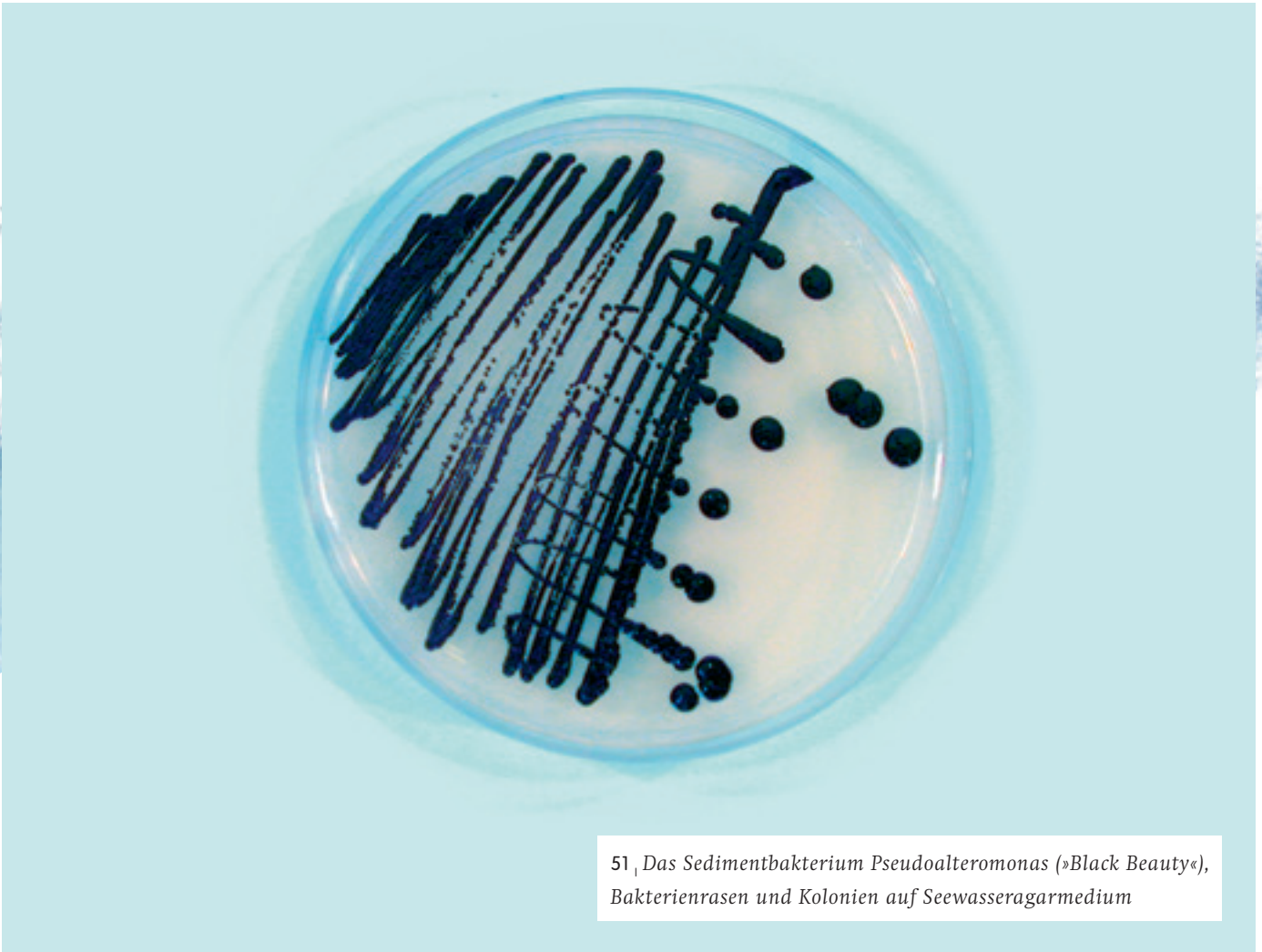
Gemeinsam mit Biologen aus Kiel und Tokio wurden drei Tiere sogar mit kleinen Kameras ausgerüstet. Dabei stellte sich heraus, dass Robben auch an der Unterseite des Schelfeises in gut 150 Metern Wassertiefe Nahrung finden. »Dort hängt eine Menge Kleingetier, das wiederum von den Beutefischen der Robben gefressen wird«, vermutet Horst Bornemann. Nun wird darüber nachgedacht, die Schelfeisunterseite mit Hilfe der Robben genauer zu erkunden. \*



50 | Bis spät in den Südsommer bleiben die Weddellrobben auf dem Festeis, um ihre Jungen in Sicherheit aufzuziehen.

Text TIM SCHRÖDER

Seit mehreren Jahren treibt das Alfred-Wegener-Institut den Technologietransfer voran. Die Zahl der Patentanmeldungen steigt. Denn schwarz-violette Farbstoffe aus dem Meer oder die hausgemachte Meerestechnik stoßen auch bei Industrieunternehmen auf Interesse. Und seit der ersten Ausgründung einer Firma im Jahr 1996 haben eine ganze Reihe von Mitarbeitern den Schritt ins eigene Unternehmen gewagt.



51 | *Das Sedimentbakterium Pseudoalteromonas (»Black Beauty«),  
Bakterienrasen und Kolonien auf Seewasseragarmedium*

Keine Frage: Am Alfred-Wegener-Institut wird Grundlagenforschung gemacht. Von Bremerhaven aus brechen die Wissenschaftler in die entlegensten Winkel der Welt auf. Sie wollen die Spielregeln des Klimas enträtseln oder Meeresströmungen entwirren. Doch

das AWI ist mehr als das. Das Institut ist auch Ideenschmiede und technisches Entwicklungslabor. Denn so extrem wie die polaren Regionen oder die Tiefsee, so hart sind die Anforderungen an das technische Gerät. Apparate für die anspruchsvollen Einsät-

ze gibt es nicht von der Stange. Häufig bedarf es maßgeschneiderter Konstruktionen Marke Eigenbau. Wie sich zeigte, erschaffen die AWI-Mitarbeiter dabei manch ein Gerät, das auch andere gebrauchen können. Seit geraumer Zeit treibt das Institut deshalb die Ver-

marktung besonders vielversprechender Neuentwicklungen voran. »Zwar können wir als Stiftung nicht wie ein Industrieunternehmen wirtschaften«, sagt Dr. Eberhard Sauter, heute Beauftragter für den Technologie-Transfer am AWI, »die guten Ideen aber lassen wir uns trotzdem durch Patente sichern.« 1988 meldete Dr. Helmut Tüg das erste AWI-Patent an: einen von ihm entworfenen Partikelzähler. Meldete das Institut noch vor zehn Jahren nur etwa eine Erfindung jährlich an, so waren es im Jahr 2004 bereits 10. Zu einem Teil ist das ein Verdienst Sauters. Die Hälfte seiner Arbeitszeit verbringt der Geochemiker damit, im eigenen Hause nach vielversprechenden Neuentwicklungen zu fahnden und Kollegen zur Anmeldung ihrer Erfindungen zu ermutigen. »In manchen Fällen können wir aus Lizenzen zusätzliche Einnahmen generieren«, sagt Sauter. »Noch wichtiger ist für uns aber die Strukturförderung in unserer Region, die Schaffung neuer Arbeitsplätze durch gute Ideen.«

In den vergangenen Jahren machten sich bereits mehrfach AWI-Forscher mit der eigenen Idee selbständig.

Die erste erfolgreiche Ausgründung war im Jahr 1996 die Firma iSiTEC, die sich auf Mess- und Regeltechnik spezialisiert hat. Nach wie vor entwickelt das Unternehmen wissenschaftliche Geräte wie etwa Sonnenscheinsimulatoren für das Labor. Darüber hinaus aber bietet die Firma inzwischen auch Mess- und Steuergeräte sowie Sensorik für andere Branchen an.

Etwa 80 Patente hat das AWI inzwischen angemeldet. Dazu zählt auch die Züchtung von Black Beauty: Dieser Bakterien-Stamm aus dem Meeresboden erzeugt ein schwarz-violettes Pigment in bislang unerreichter Konzentration. Die Substanz ist ungiftig und bietet sich als Alternative für den im Lebensmittelbereich verbotenen rot-blauen Farbstoff Monascin an. Auch Spielzeug oder Textilien könnten zukünftig im Black-Beauty-Glanz erstrahlen.

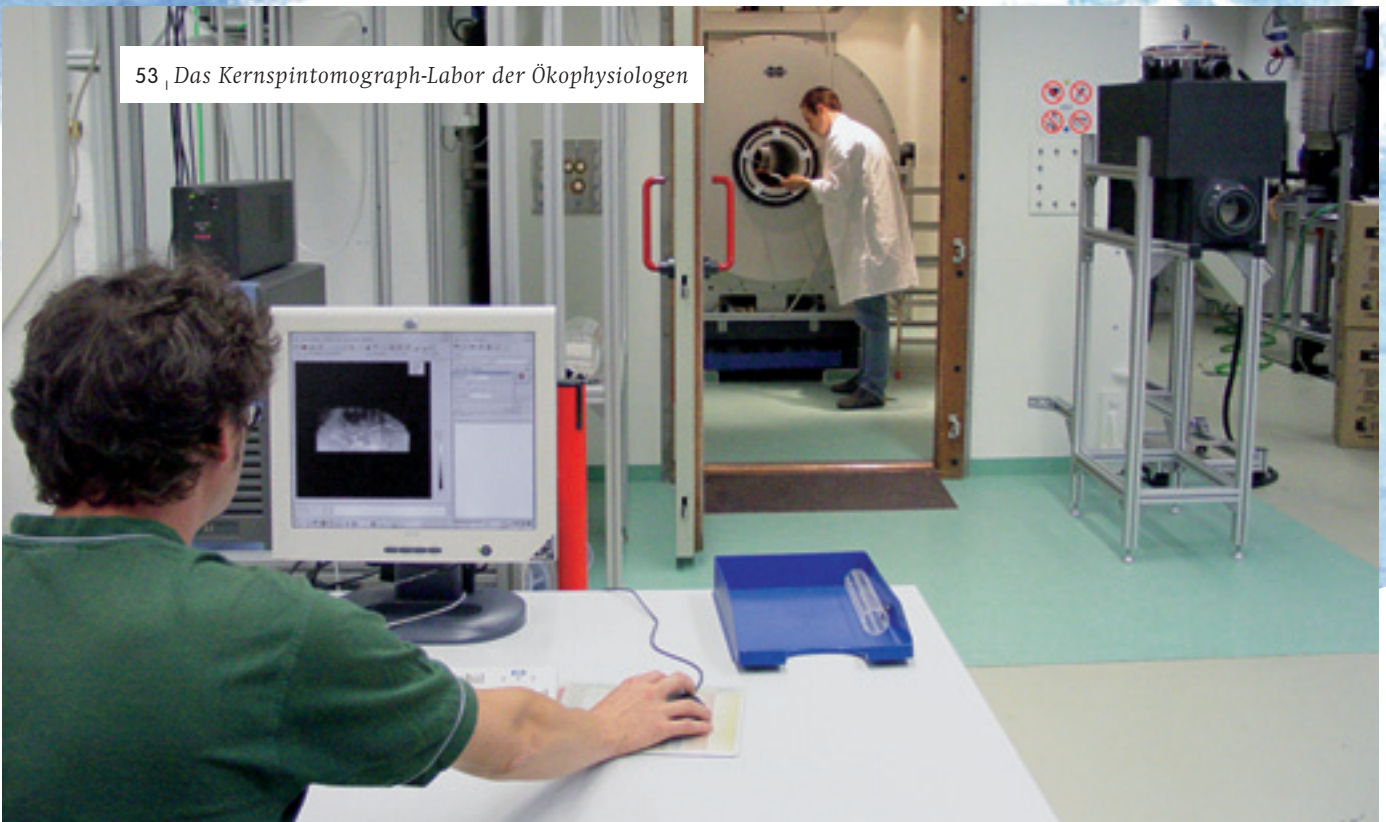
Derzeit plant das AWI die Gründung eines »Instituts für Angewandte Meeresforschung«. Forschungsergebnisse mit Praxisbezug sollen hier schneller zum Markt geführt werden – etwa im Bereich der Biometrie. Dabei geht es darum, biologische Funktions-

muster in praktische Anwendungen zu übertragen. So setzen die Forscher beispielsweise die Baupläne von Kieselalgen in technische Produkte um. Die filigrane Architektur der kreisrunden Kieselalgenattung *Arachnoidiscus* etwa stand unlängst Pate für eine elegante und stabile ultraleichte Autofelge. Neben weiteren Projekten im Bereich Aquakultur wollen die Mitarbeiter des AWI über das zukünftige Institut verstärkt wissenschaftliche Gutachten anbieten. Hier können sowohl neue Substanzen aus dem Meer – etwa auf ihre Eignung im Lebensmittelbereich – als auch die Auswirkungen von menschengemachten Schadstoffen in der marinen Umwelt untersucht werden.

Zusammen mit Kollegen dieses neuen Instituts und anderen Partnern plant das AWI in den nächsten Jahren, Enzyme aus polaren Meeresorganismen stärker zu verwerten. Dabei handelt es sich beispielsweise um Proteine, die Stoffwechselfvorgänge bei extrem niedrigen Temperaturen antreiben. Besonders interessant ist die Verwendung derartiger Substanzen im Lebensmittel- und Pharmabereich. Prozesse, die bislang noch bei relativ hohen Temperaturen ablaufen, könnte man dann bei Raumtemperatur betreiben – eine einfache Methode, um Energie zu sparen. \*



52 | Dr. Helmut Tüg (im Bild rechts) war von 1988 bis 2003 für den Technologie-transfer am AWI verantwortlich und damit Pionier der ersten Stunde.



# DIE GRENZEN DES LEBENS



Text TIM SCHRÖDER

Das Klima hat einen entscheidenden Einfluss auf die Verbreitung der Arten im Meer. Professor Hans-Otto Pörtner und seine Kollegen der Arbeitsgruppe Physiologie mariner Tiere ergründen, welche Parameter dabei eine Rolle spielen. Dazu misst der Ökophysiologe nicht allein den Sauerstoffgehalt oder den pH-Wert im Körper der Tiere. Seit 1997 blickt er mit Hilfe von Magnetfeldern von außen in den lebenden Organismus – ganz ohne Skalpell.

Die Ozeane erscheinen unendlich. Doch für die meisten Meeresorganismen hat diese Weite ihre Grenzen; Grenzen, die unsichtbar und dennoch unüberwindlich sind. Kaum eine Tierart kann überall existieren – in warmen und kalten oder in flachen und tiefen Bereichen zugleich. Hans-Otto Pörtner ist einer der Experten, die diese Grenzen ergründen. Der Ökophysiologe will herausfinden, wie sich die Meerestiere an ihre Lebensräume anpassen konnten und warum sie, gefangen wie in einem riesigen Käfig, nur noch dort überleben können. Warum beispielsweise stirbt die antarktische Muschel *Limopsis marionensis* schon bei 2 Grad Celsius den Hitzetod? Welchen Einfluss

hatte letztlich das Klima auf die Evolution und Verbreitung der Arten?

Um diese Fragen zu beantworten, müssen Pörtner und seine Mitarbeiter vor allem eines – vergleichen. In ihren Labors leben Aalmuttern aus der Antarktis und dem Wattenmeer oder Muscheln aus der Irischen See und dem Südpolarmeer. Untersucht wird unter anderem, bei welcher Temperatur die Tiere am besten wachsen oder die meisten Nachkommen zeugen. Lange Zeit war unklar, was Temperaturschwankungen eigentlich genau bewirken. »Inzwischen haben wir herausgefunden, dass vermutlich die Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff nur in einem begrenzten



Temperaturfenster gewährleistet ist und dadurch in erster Linie die Grenzen der Temperaturtoleranz bestimmt«, sagt Pörtner.

Noch vor wenigen Jahren setzte Pörtner vor allem auf klassische physiologische Untersuchungsmethoden. Dazu werden die Tiere bestimmten Umweltbedingungen wie etwa einem Sauerstoffmangel ausgesetzt und anschließend untersucht. Zumeist entnimmt man dafür Organe und bestimmt den Gehalt charakteristischer Substanzen. »Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass die Organe oft isoliert betrachtet werden«, sagt Pörtner, »zudem sterben dafür Versuchstiere«. Das änderte sich 1997 mit der Einrichtung eines Kernspinresonanz-Labors entscheidend. Derartige Geräte kennt man für gewöhnlich als Magnetresonanztomografen (MRT) aus der medizinischen Diagnostik. Die Apparate mit der schulterbreiten Röhre nutzen starke Magnetfelder, um Wasserstoffatome im Körper anzuregen. Je nach Gewebe ist die Antwort der Atome auf die Anregung unterschiedlich. Das Entscheidende: Das Gerät liefert Bilder aus dem lebenden Organismus. Die Auswirkung von Temperaturveränderungen lässt sich direkt beobachten. Pörtner und sein Kollege Dr. Christian Bock konnten so zeigen, wie die Durchblutung bestimmter Organe bei Seespinnen aus dem Englischen Kanal bei niedrigen Temperaturen deutlich abnimmt. Darüber hinaus werden im Kernspin-Bild stark durchblutete und mit Sauerstoff angereicherte Gewebe sichtbar. Freilich ist Pörtners MRT-Anlage kleiner als die im Krankenhaus. Die Röhre hat einen Durchmesser von nur 20 Zentimetern. Doch das reicht, um kleine Kammern einzuführen, in denen die Tiere von Wasser umspült werden.

Die Arbeit der Ökophysiologen beschränkt sich indes nicht auf die Parameter Temperatur und Sauerstoff. Seit

Gründung der Arbeitsgruppe im Jahr 1992 beschäftigen sich die Experten mit dem Einfluss von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) auf den Stoffwechsel der Meeresbewohner. Von Interesse war anfangs vor allem die Frage, wie Sedimentbewohner – zum Beispiel Wattwürmer – hohe Kohlendioxidkonzentration ertragen. Seit Wissenschaftler Ende der 90er Jahre aber die Verklappung des Treibhausgases CO<sub>2</sub> in der Tiefsee auf die Tagesordnung der Meeresforschung brachten, hat die Arbeit der AWI-Forscher eine ganz neue Bedeutung. Pörtner: »Kohlendioxid wirkt nicht nur als Treibhausgas, sondern verändert auch die Chemie im Meer – insbesondere den pH-Wert.« Das Wasser wird saurer. Experimente haben gezeigt, dass das die Kalkbildung bei Meeresorganismen wie etwa Muscheln stört. Darüber hinaus wirkt CO<sub>2</sub> auf den Stoffwechsel der Tiere. Betroffen wären vor allem Tiefseearten und antarktische Lebewesen mit langsamem Stoffumsatz. Die Tiere würden durch das Kohlendioxid in eine Art Winterschlaf versetzt, aus dem sie vielleicht nie wieder erwachen. Wachstum und Fortpflanzung würden sich verlangsamen.

Wie schnell die Körperchemie der Tiere tickt, interessiert die Ökophysiologen noch aus einem anderen Grund. Offensichtlich hängt das Alter der Organismen ganz entscheidend davon ab. Bekannt ist, dass Tiefseeorganismen und viele Arten der antarktischen Gewässer deutlich älter als die Verwandten in den gemäßigten Breiten werden. »Noch haben wir die Physiologie des Alterns nicht aufgeklärt«, resümiert Pörtner. »Doch es gibt Indizien, dass bestimmte Antioxidantien, Substanzen, die aggressive Sauerstoff-Radikale im Körper wegfangen, bei den langsam alternden Tieren von besonderer Bedeutung sind.« Als sicher gilt inzwischen, dass die Methusalems des Meeres ein Leben in Zeitlupe führen. Pörtner: »Sie entwickeln sich langsamer, werden später geschlechtsreif und müssen letztlich älter werden, um eine genügend hohe Reproduktionsleistung zu erbringen.« Das könnte sie besonders empfindlich für klimatisch bedingte Veränderungen in ihrer Umwelt machen. Denn wer sich langsam reproduziert, kann weniger flexibel auf neue Umgebungsbedingungen reagieren. Für Pörtner bleibt auch das eine wichtige Motivation, den Tieren der Polargebiete die Geheimnisse der Kälteanpassung zu entlocken. \*



54 | Ohne die Tiere zu gefährden, können im Kernspinresonanzlabor die Stoffwechselprozesse der Organismen online aufgezeichnet werden.

# HUCKEPACK ins Wattenmeer – neue Bewohner vor Helgoland und Sylt



Text NADINE QUERFURTH

Es ist Niedrigwasser. Die Sylter Wissenschaftlerin Susanne Diederich muss jetzt schnell und konzentriert arbeiten. Es bleiben lediglich zwei bis drei Stunden, dann steht ihr »Arbeitsplatz« im Freiland wieder unter Wasser. Nur wenn die Muschelbänke in Küstennähe im Trockenen liegen, kann die Biologin den Bestand von Austernmuscheln erfassen. Auf einem Quadratmeter zählt Diederich manchmal bis zu siebenhundert Stück. Ausgewählte Exemplare der Austern nimmt sie mit ins Labor der Wattenmeerstation, kratzt den Seepockenbewuchs ab und schreibt mit blauem Schiffslack auf die Schale eine Ziffer. Die nummerierten Austern setzt die Wissenschaftlerin im Watt wieder aus und beobachtet ihr Wachstum den Sommer über.



55

Die Austern, die Susanne Diederich im Sylter Wattenmeer zählt und ausmisst, gehören nicht zur Europäischen Auster, die hier einmal heimisch war. Überfischung vernichtete die Bestände schon in den 1920er Jahren. Um die Europäische Auster zu ersetzen, wurde vor etwa 40 Jahren die aus Japan stammende Pazifische Auster zu Kulturzwecken im Wattenmeer eingeführt. Ein Überleben in der kalten Nordsee hatte man der an wärmere Gewässer angepassten japanischen Auster nicht zugetraut. Wider Erwarten überlebten die Neuankömmlinge nicht nur, sondern breiteten sich über ihre beweglichen Larven schnell aus. Eine Serie warmer Sommer brachte eine Invasion der Japan-auster. Sie überwucherten die einheimischen Miesmuschelbänke und verwandelten sie in Austernriffe.

#### MIESMUSCHELN OHNE CHANCE?

Susanne Diederich und ihre Kollegen befürchten, dass die japanische Auster die heimische Miesmuschel im Sylter Wattenmeer verdrängen könnte. Aus diesem Grund zählt, misst und beobachtet Diederich die Bestände und untersucht, inwiefern der Miesmuschel doch ein Comeback gelingen könnte. Das Klima ist entscheidend: Je kälter das Wasser, desto weniger Krebse – die Fressfeinde der

Miesmuschellarven – dezimieren die Bestände. Klimaprognosen sagen voraus, dass die frostigen Winter an der Nordseeküste seltener werden. Miesmuscheln werden darunter leiden, wohingegen die Austern sich weiter ausbreiten werden, glauben die Sylter Wissenschaftler.

#### RASANTER ZUWACHS DURCH TIERISCHE EINWANDERER

Professor Karsten Reise leitet die Wattenmeerstation Sylt und erforscht seit mehr als zwei Jahrzehnten das Ökosystem Wattenmeer. Im Mittelpunkt seines Interesses stehen der rasante Zuwachs durch eingeschleppte Arten – Neozoen – und die möglichen Auswirkungen auf heimische Lebensgemeinschaften. Karsten Reise schätzt, dass heute mindestens 80 Arten aus aller Welt in der Nordsee ein neues Zuhause gefunden haben. Die Pantoffelschnecke zum Beispiel kam huckepack von der Ostküste Nordamerikas in die Nordsee. Mittlerweile besiedeln dort dichte Teppiche den Meeresboden. Die Pantoffelschnecke sitzt als Filtrierer auf Muscheln und hat sich in ihrer neuen Heimat ausgerechnet die Miesmuschel ausgesucht, auf der sie rücklings sitzt. So haben es die Miesmuscheln im wahrsten Sinne schwer: Einerseits von Austernbänken überwachsen und zudem mit Pantoffelschnecken besetzt, wachsen die derart

55 | Ein Biologe beim Erforschen von Miesmuscheln, die im Wattenmeer als Oasen der Artenvielfalt gelten.



**SYLTER AUSTERN – DIE ANFÄNGE DER WATTENMEERSTATION.** Sogar auf dem Teller der Zarin Katharina II. im fernen St. Petersburg ist sie gelandet: die Sylter Auster. Die Delikatesse war Mitte des 19. Jahrhunderts derart geschätzt, dass die Bestände der Europäischen Auster völlig leer gefischt wurden. 1925 wurde der Austernfang in der Nordsee aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt. Ein Jahr zuvor hatte man mit Versuchen begonnen, die Austern in großen Becken an Land zu züchten – der Beginn des Sylter Austernlabors, aus dem 1937 die Wattenmeerstation Sylt als Außenstelle der Biologischen Anstalt Helgoland hervor ging. Seit 1998 gehört die Station zum Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung. Ein moderner Laborkomplex, Seewasserbecken im Freigelände sowie der Forschungskatamaran »Mya« bieten optimale Forschungsmöglichkeiten.



DIE BIOLOGISCHE ANSTALT HELGOLAND  
*Biologen des AWI finden auf Helgoland, mitten in der Nordsee, optimale Arbeitsbedingungen.*

doppelt belasteten Miesmuscheln langsamer als gewöhnlich und sterben früher. Auch der Mensch und der Schiffsverkehr tragen zunehmend dazu bei, dass fremde Arten aus anderen Gewässern eingeschleppt werden. Die Erkenntnisse sollen im Rahmen internationaler Projekte in ein übertragbares Konzept zum nachhaltigen Küstenmanagement einfließen.

Nicht nur Untersuchungen der Sylter Wat- tenmeerstation, auch Langzeituntersuchungen der Biologischen Anstalt Helgoland belegen, dass sich die Lebensgemeinschaften in der Nordsee verändern. Die Anstalt ist das traditionsreichste Meeresforschungsinstitut in Deutschland. Schon 1873 wurde mit den ersten regelmäßigen Messungen im Meer begonnen. Den Helgoländer Felssockel bezeichnen nicht nur Wissenschaftler immer wieder als eine »Oase« in der südöstlichen Nordsee. Die Gründe für eine außerordentlich erfolgreiche Meeresforschung nahe des Felssockels liegen für den Leiter der Biologischen Anstalt Helgoland, Professor Friedrich Buchholz, auf der Hand: »Wir

können ganzjährig mitten im Meer forschen und mit mehr als tausend Arten beherbergt die Helgoländer »Oase« die reichste Tier- und Pflanzenwelt der deutschen Küste. Helgoland ist sozusagen ein Brennpunkt der Artenvielfalt.« Diese idealen Bedingungen ermöglichen es den Wissenschaftlern, das komplexe Ökosystem und die Wechselbeziehungen unter den Organismen immer besser zu verstehen.

#### WELTWEIT EINZIGARTIG: LANGZEITBEOBACHTUNGEN

Seit 1962 sammeln Techniker und Wissenschaftler fast lückenlos werktäglich Daten über das Meer. Die Datensammlung über einen so langen Zeitraum hat einen unschätzbaren wissenschaftlichen Wert. Die Helgoländer Forscher ziehen diese Daten heran, um sie in neuen Fragestellungen und Zusammenhängen auszuwerten und auch Prognosen zu erstellen, in welche Richtung sich das Ökosystem Nordsee entwickelt. Sie sollen einen wesentlichen



**DIE BIOLOGISCHE ANSTALT HELGOLAND – 150 JAHRE MEERESFORSCHUNG.** *Helgoland zieht seit je her Wissenschaftler aus aller Welt an – unter ihnen der Universalgelehrte Alexander von Humboldt und der Evolutionsforscher Ernst Haeckel. Zu den ersten wichtigen Beobachtungen gehörte 1835 die Entdeckung des Meeresleuchtens durch Christian Gottfried Ehrenberg. Zehn Jahre später begründete Johannes Müller auf Helgoland die Planktonforschung. 1892 gründete das Preußische Kulturministerium die »Königliche Biologische Anstalt« als dauerhafte Einrichtung. Die Arbeitsgebiete erweiterten sich von der Erforschung der Tiere und Pflanzen des Helgoländer Meeresgebietes auf die Nord- und Ostsee bis in die arktischen Meeresgebiete. Die »Königliche Biologische Anstalt« entwickelte sich schnell zu einer international anerkannten Stätte meeresbiologischer Forschung, wurde aber im Zweiten Weltkrieg zerstört, jedoch 1956 als »Biologische Anstalt Helgoland« (BAH) wieder eröffnet. Während seiner Amtszeit legte der damalige Direktor des Alfred-Wegener-Instituts, Professor Max M. Tilzer die Grundlagen für die Eingliederung der Biologischen Anstalt Helgoland in die Struktur des AWI im Jahr 1998. Zur Anstalt gehören ein Aquarium, die Motorboote Aade und Diker, der Forschungskutter Uthörn und das Forschungsschiff Heincke. Die Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten an der BAH sind enorm: Sie bietet Lehrveranstaltungen für Hochschulen, meeresbiologische Kurse, Ausbildungslehrgänge zum Forschungstaucher sowie Forschungsmöglichkeiten für Gastwissenschaftler.*

Beitrag dazu leisten, Entscheidungshilfen zum Umgang mit den Ressourcen des Meeres für die Umweltpolitik bereitzustellen. Professor Heinz-Dieter Franke befasst sich seit langem mit der veränderten Artenvielfalt des Helgoländer Felssockels. »Unsere Langzeitbeobachtungen legen einen Zusammenhang zwischen Klimaveränderung und Artenvielfalt nahe«, berichtet Franke. In den letzten 40 Jahren ist die Wassertemperatur um 1,1 Grad Celsius gestiegen und auch der Salzgehalt hat zugenommen. Eingewanderte Arten breiten sich aus, einheimische verschwinden, lautet die Bilanz. Insgesamt jedoch erhöht sich die Vielfalt, denn einige Arten erweitern einfach ihr Verbreitungsgebiet. Einer der neuen Bewohner des Helgoländer Felssockels ist die metallisch schimmernde Meeresassel *Idotea metallica*. 1994 tauchte sie zum ersten Mal vor Helgoland auf. Die Asseln leben auf Treibgut und vermehren sich in den Sommermonaten. Obwohl die Meeresassel wohl nicht zu einem dauerhaften Bewohner der Nordsee werden wird, dient sie den Wissenschaftlern als so genannter Indikatororganismus, an dessen Verbreitung sie die Folgen der Erwärmung des Ökosystems ablesen können.

#### DAS HEIMLICHE HELGOLÄNDER WAPPENTIER

Das heimliche Wappentier von Helgoland ist der Hummer, denn nur dort kommt er in Deutschland natürlicherweise vor. Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs gingen die Bestände drastisch zurück – bis heute haben sie sich nicht erholt. Um den Nordsee-Hummer vor dem Aussterben zu bewahren, widmet sich ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Helgoländer Wissenschaftler der Lebensweise des Hummers. Als Ursachen für den Rückgang vermuten die Forscher neben der Zerstörung der lebensnotwendigen Felshöhlen die zunehmende Schadstoffbelastung. Versuche, die Population mit gezüchteten Hummerlarven wieder aufzustocken, blieben erfolglos. Die Helgoländer Wissenschaftler fanden heraus, dass die



56 | Wissenschaftler untersuchen den Rückgang des Helgoländer Hummers.

Wassertemperatur darüber entscheidet, wann sich die Hummer paaren und wann ihre Jungtiere schlüpfen. Die erhöhte Wassertemperatur, wie sie die Langzeituntersuchungen der Biologischen Anstalt Helgoland belegen, kann dazu führen, dass die Larven zu früh schlüpfen und viele von ihnen verhungern, weil sie nicht genug Nahrung finden.

Die Zusammenhänge im Ökosystem Nordsee sind so vielfältig und verflochten, dass die Worte des ersten Direktors der Biologischen Anstalt Helgoland, Friedrich Heincke, mehr Aktualität denn je besitzen: »Das Meer ist groß, und man kann ihm mit kleinen Mitteln nicht bekommen«. \*

# IM EISFLUSS

Text VERENA RADEMAKER-WOLFF



57 | Im südlichen Weddellmeer, auf einer der größten Schelfeis- tafeln der Antarktis, wurde 1982 die Filchner-Station eröffnet. Nach dem Abbau der Station wurden Teile beim Aufbau der Kohlen-Station wieder verwendet.

Die Filchner-Station diente über zehn Jahre als Sommerstation für Schelfeisexpeditionen. Bis das Eis brach.

.....  
13. OKTOBER 1998  
PRESSEMITTEILUNG, ALFRED-WEGENER-INSTITUT  
.....

Wissenschaftler des British Antarctic Survey haben anhand eines Satellitenbildes festgestellt, dass sich ein etwa 150 Kilometer langer und 35 Kilometer breiter Eisberg vom Ronne-Schelfeis bei 77° Süd und 50° West gelöst hat.

Auf diesem Eisberg befindet sich die deutsche Filchner-Station. (...)

Schon Wilhelm Filchner wusste, dass er auf schwimmendem Eis stand. Als er 1911/12 mit der »Deutschland« im antarktischen Weddellmeer bei der Suche nach einer Passage durch den Kontinent an der Eisbarriere entlang fuhr und dann den Platz für ein Basislager festlegte, war er noch voller Hoffnung, »dass die Eispartie a (Skizze 72) schwerlich abtreiben würde, um so weniger, als diese schon mehrere Jahre festgekittet liegt (...)*«* (W. Filchner: Zum sechsten Erdteil, S. 220 ff). Er ließ eine Holzhüt-

te aufstellen. Sturm kam auf. Das Eis brach und das Lager stand plötzlich auf einem treibenden Eisberg. Filchner floh mit der »Deutschland« gen Norden.

Fast 70 Jahre später waren Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts aus Bremerhaven auf der Suche nach einem Platz für eine Überwinterungsstation auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis. Mehrere Möglichkeiten an der Schelfeiskante wurden gefunden. Eine Anlegestelle im südlichen Weddellmeer schien die besten Bedingungen zu bieten. Doch als im Jahr darauf die Aufbauarbeiten beginnen sollten, war der Platz unzugänglich und so wurde die Neumayer-Station 800 Kilometer nordöstlich in der Akta-Bucht gebaut. Eine Ansammlung von Containern diente als logistische Basis bis zu deren Bauende, 1981. Zu gleicher Zeit gab es Vorbereitungen für ein groß angelegtes Projekt zur Erforschung von Dynamik und Massenhaushalt des gewaltigen Filchner-Ronne-Schelfeises, das »Filchner-Ronne Ice Shelf Programme« (FRISP). Für FRISP fehlte eine Basis an der Schelfeiskante im südlichen Weddellmeer. So wurden die ehemaligen Baucontainer zu der ersten, zuweilen tückischen Anlegestelle verschifft und 20 Kilometer landeinwärts wurde 1982 die Filchner-Station eröffnet.

02. FEBRUAR 1999

ABBAU DER FILCHNER-STATION, DRITTER TAG

Mit Kettensäge den letzten Bereich der Bullygarage freigesägt. Bully ist total eingeeist, das Dach hat sich unter der Schneelast abgesenkt. Motor springt aber nach Vorwärmung ohne Probleme an (...).

Mit einer Fläche von mehr als 500.000 Quadratkilometern ist das Filchner-Ronne-Schelfeis das zweitgrößte der Erde. Drei riesige Eisströme fließen an der Eiskante des Ronne-Schelfeises mit 1.400 Metern pro Jahr dem Weddellmeer entgegen, ein Viertel des gesamten Eisabflusses der Westantarktis. Bereits 700 Kilometer weiter landeinwärts, an der so genannten Grounding Line verliert das Eis den Bodenkontakt und schwimmt auf dem Meerwasser. Anfangs noch

1.400 Meter mächtig, ist es an der Schelfeiskante nur noch 200 Meter dick und relativ instabil. In regelmäßigen Abständen brechen riesige Eisberge und Eisinseln ab.

Während der Sommerexpeditionen von FRISP wurden Eisbohrkerne aus dem Schelfeis genommen. Wichtigste Erkenntnis: Die Mächtigkeit des schwimmenden Schelfeises wird nicht nur durch das Inlandeis und den Schneezutrag über dem Schelfeis bestimmt, ein großer Anteil ist marines Eis. Da wo das Schelfeis sich vom Boden löst, schmilzt das darunter liegende Meerwasser es von unten ab. Durch Zirkulation unter dem Eis wird das Wasser seewärts nach oben gedrückt, kristallisiert wieder aus und lagert sich von unten an das Schelfeis. Über diese Wechselwirkung mit dem Ozean entstehen riesige Mengen stark salzhaltigen kalten Wassers. Dieser Prozess trägt entscheidend zur Bildung von kaltem antarktischen Bodenwasser bei und wird als eine Quelle für den die Strömungsverhältnisse der Weltmeere bestimmenden Tiefenwasserstrom angesehen. Doch die Eisdynamik, vor allem die an der Unterseite dieses Schelfeises, ist noch weitgehend unerforscht. Nach dem Ende der Arbeiten auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis wurde mit der Kohlen-Station ein Standort für weitere Expeditionen gefunden, die Container wieder neu aufgebaut. Doch diesmal stehen sie auf dem Inlandeis.

11. FEBRUAR 1999

ABBAU DER FILCHNER-STATION, ZWÖLFTER TAG

(...) Zwei Bullys fahren noch einmal zur Station, um als letztes die beiden Biwakschachteln abzuholen, die während der Nacht nicht mehr zur Polarstern geschafft werden konnten. Am Standort der ehemaligen Filchner-Station blieben nur die im Eis verankerten Aufsatzstützen und die als Plattform bezeichneten Längs- und Querträger mit den als Laufstege angeschweißten Gitterrosten zurück. \*

Text TIM SCHRÖDER

Seit fast zwanzig Jahren forschen russische und deutsche Polarforscher zusammen in Arktis und Antarktis. Vor fünf Jahren bezogen sie in St. Petersburg ein gemeinsames Heim – das Otto-Schmidt-Labor.



58 | Russisch-deutsches Forschungscamp am Levinson-Lessing-See, Taimyr-Halbinsel

Die Kinderstube des arktischen Eises war für westliche Forscher jahrzehntelang unerreichbar. Immerhin liegt sie an der sibirischen Küste, in der Laptew-See, wo große russische Flüsse wie die Lena ins Meer münden. Hier bildet sich ein beträchtlicher Teil des arktischen

Eises. Das driftet über den Nordpol bis vor die grönländische Küste. Wer verstehen möchte, wie die riesige nördliche Eismasse entsteht und vergeht, wie sie Klima und Meeresströmungen beeinflusst, sollte folglich einen Blick auf die Laptew-See werfen. Mit dem Fall

des Eisernen Vorhangs Anfang der 90er Jahre wurde das endlich möglich. Die Wissenschaftler vom Alfred-Wegener-Institut und Experten aus Kiel nutzten diese Chance und knüpften Kontakt zu den russischen Kollegen. Bereits 1993 begann die gemeinsame Forschung an



der sibirischen Küste mit dem Start des Verbundprojekts »System Laptew-See«. Untersucht wurden dabei nicht allein die Meeresgebiete, sondern auch die sibirischen Landmassen. Mit Eisbohrern arbeiteten sich die Wissenschaftler in den Permafrostboden. Sie förderten Bodenproben ans Tageslicht, die Hinweise über die Veränderungen des Klimas im Laufe von Jahrtausenden liefern. Gemeinsam gelang es den Wissenschaftlern erstmals, meteorologische Daten während eines ganzen Jahresverlaufs aufzunehmen. Kontinuierlich protokollierten sie Werte wie Temperatur, Wind oder Niederschlag und sammelten damit wichtige Informationen zum Verständnis des arktischen Klimas.

Seit fünf Jahren steht die deutsch-russische Kooperation auf festen Füßen. Im Oktober 2000 eröffneten das AWI und das russische »Arktische und Antarktische Forschungsinstitut« gemeinsam das Otto-Schmidt-Labor in St. Petersburg. Hier arbeiten ständig deutsche und russische Kollegen an gemeinsamen Projekten – insbesondere der weiteren Erforschung der Laptew-See. Darüber hinaus wurde in St. Petersburg ein internationaler Studiengang

»Angewandte Polar- und Meeresforschung« eingerichtet. Hier lehren Dozenten aus beiden Nationen, um junge Nachwuchs-Spezialisten auszubilden. Sehr viel älter als die Zusammenarbeit in der Arktis ist die deutsch-russische Kooperation am Südpol. Erste Kontakte gab es schon seit vielen Jahren, da Forscher der DDR an sowjetischen Expeditionen in die Antarktis teilnehmen konnten.

Seit Gründung des AWI arbeiten deutsche und russische Forscher miteinander – sei es bei der Erhebung von physikalischen oder meteorologischen Daten oder beim Transport der wissenschaftlichen Ausrüstung. Im Herbst 1989 beispielsweise trafen sich »Polarstern« und der russische Eisbrecher »Akademik Fedorow« zu einer gemeinsamen Expedition im antarktischen Weddellmeer. Ziel war es, zusammen mit Fachleuten aus anderen Nationen den Wärme-, Salz- und Meereistransport durch den so genannten Weddellwirbel zu erfassen. Die Messkampagne war Auftakt für ein vierjähriges internationales Forschungsprogramm. Dass deutsche und russische Forscher gemeinsam anpacken, ist inzwischen fast schon eine Selbstverständlichkeit.



So betreiben die russischen Kollegen seit zwei Jahren eine Fluglinie, die Forscher von Kapstadt aus mit schweren Iljuschin-Transportern direkt in die Antarktis fliegt. Für die Erforschung des südlichen Kontinents, der bislang fast ausschließlich per Schiff angesteuert wurde, ist das eine enorme Erleichterung. ✱



59 | Iljuschin 76 mit Polar 2 während der DROMLAN-Kampagne an der russischen Station Nowolasarewskaja in der Antarktis, Dezember 2002

60 | Deutsch-russische Permafrost-Expeditionsgruppe 1999 auf der sibirischen Insel Bol'shoy Lyakhovsky



# GEHEIMNISSE IM SCHNEE

von gestern

Text UTE KEHSE



Am 11. Januar 2001 wurde die Kohlen-Station auf dem antarktischen Inlandeis eingeweiht. Forscher des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) haben hier mittlerweile 2565 Meter tief gebohrt – und dabei Eis zutage gefördert, das mehr als 200.000 Jahre alt ist. Der uralte, zu klarem Eis verdichtete Schnee ist ein einzigartiges Klimaarchiv.

Am Schnittpunkt des 75. südlichen Breitengrades mit dem Nullmeridian sieht es aus wie fast überall in der Antarktis: Schnee, soweit das Auge reicht, ein flacher Horizont, darüber ein endloser Himmel, der mal blau strahlt, mal silbrig schimmert und manchmal von dichten Schneestürmen eingehüllt wird. Doch dieser Punkt ist etwas ganz Besonderes. Hier, mitten im abgelegenen Dronning Maud Land, im wenig erforschten atlantischen Sektor des Südkontinents, liegt eine Kreuzung von drei Eisscheiden, entlang derer sich mächtige Eisströme trennen.

Das Eis ist an dieser Stelle 2780 Meter dick und fließt nur 80 Zentimeter pro Jahr in Richtung Südpolarmeer. Außerdem ist der Untergrund relativ eben, so dass der Schnee, der in dieser Gegend fällt, sich Jahr für Jahr in gleichmäßigen Schichten aufeinander ablagert und nicht durch Hindernisse im Untergrund verformt wird.

Ein idealer Ort also, um das Klima der Antarktis zu erforschen: In den seit Jahrhunderttausenden abgelagerten Schneeschichten ist es wie in einem Archiv aufgezeichnet. Das »European Project for Ice Coring in Antarctica« (EPICA)

hat deshalb genau diese Stelle auserkoren, um eine von zwei Tiefbohrungen durch den antarktischen Eispanzer niederzubringen.

Seit dem Südsommer 1999/2000 unterscheidet sich der Kreuzungspunkt der Eisscheiden deshalb doch von den meisten anderen Orten in der Antarktis: AWI-Logistiker Cord Drücker und sein Team bauten damals in wenigen Wochen eine Containerstation auf Stelzen auf, inklusive Funkbude, Werkstatt, Sanitäranlagen, Messe und einem Generator, mit dessen Abwärme Schnee zum Trinken, Waschen und Kochen geschmolzen wird. Im folgenden Sommer kamen noch einmal vier Container dazu, außerdem hoben die AWI-Mitarbeiter einen 60 Meter langen, sechs Meter tiefen und 4,50 Meter breiten Graben für die Bohranlage aus. Am 11. Januar 2001 war die neue Kohnen-Station fertig, und die Forscher konnten damit beginnen, drei Meter lange und 98 Millimeter im Durchmesser große Zylinder aus dem Eispanzer der Antarktis zu bohren.

»Die große Frage, der wir nachgehen, ist es, ob die Eiszeiten in der Arktis oder der Antarktis begonnen haben«, berichtet Dr. Hans Oerter. Auf die Spur kommen die Polarforscher dem Klima der Vergangenheit über Luftbläschen, Staub und andere Stoffe, die in den jährlich abgelagerten Eisschichten gefangen bleiben. Aus den Luftbläschen lässt sich zum Beispiel die Konzentration der Treibhausgase Methan und Kohlendioxid in früheren Kalt- und Warmzeiten ablesen. Die angewehrte Staubmenge lässt darauf schließen, wie windig es in der Vergangenheit war. Hohe Konzentrationen von Sulfationen, die die elektrische Leitfähigkeit des Eises heraufsetzen, markieren große Vulkanausbrüche und dienen dazu, verschiedene Klimaarchive in zeitliche Über-

einstimmung zu bringen. Besonders aufschlussreich ist das Verhältnis zwischen dem seltenen, schweren Sauerstoff-Isotop mit dem Atomgewicht 18 zu der leichteren Variante mit dem Atomgewicht 16 im abgelagerten Schnee. Sie erlauben es, die früheren Temperaturen auf dem eisigen Südkontinent zu rekonstruieren.

So lieferte die zweite EPICA-Bohrung am Dome C im pazifischen Sektor der Antarktis bereits eine Temperaturkurve für die letzten 740.000 Jahre. Sie reicht mehr als doppelt so weit in die Vergangenheit zurück wie der bislang älteste Eiskern von der russischen Wostok-Station und ermöglicht eine Zeitreise durch acht Eiszeiten und die dazwischen liegenden Warmzeiten. Aus den Daten lässt sich sogar eine vorsichtige Prognose für die Zukunft stellen: Eine besonders interessante Warmzeit, so zeigen die Daten von Dome C, begann vor etwa 440.000 Jahren und hielt immerhin 28.000 Jahre an, mehr als doppelt so lange wie alle späteren Warmphasen. Ähnlich wie heute bewegte sich die Erde damals auf einer fast runden Bahn. Da das noch etwa 15.000 bis 20.000 Jahre so bleiben wird, könnte die jetzige Warmzeit, das Holozän, noch viele Jahrtausende andauern.

Die EDML-Bohrung reicht zwar nicht so weit zurück wie die Dome C-Bohrung. »Da an DML05 mehr Schnee fällt, ist die zeitliche Auflösung in den ersten 80.000 Jahren aber wesentlich besser«, berichtet Hans Oerter. »Es ging uns vor allem darum, den jüngsten Eiszeitzyklus zeitlich sehr genau zu erfassen.« Die erste Auswertung der Daten ergab, dass Klimasprünge während der letzten Eiszeit in der Antarktis nicht so drastisch ausgeprägt waren wie auf der anderen Seite der Erde, in Grönland. »Im Großen und Ganzen gleicht der Temperaturverlauf an DML05 dem am Dome C«, sagt Oerter.

2006 will er noch einmal zur Kohnen-Station zurückkehren und daran mitarbeiten, die letzten 200 Meter Eis über dem felsigen Untergrund zu erbohren. \*



63 ,Früh übt sich, wer ein Forscher werden will.

# SCHÜLER IN TUCHFÜHLUNG

mit der Wissenschaft

Text JÖRN HILDEBRANDT

In Regentonnen schweben Grünalgen und teilen sich fort und fort. Jede Tonne ist mit verschiedenen Nährsalzkonzentrationen versetzt – ein einfaches Modell, um die Verhältnisse in der Nordsee zu simulieren. Einmal in der Woche messen 22 Schülerinnen und Schüler eines Bremerhavener Gymnasiums am Alfred-Wegener-Institut das Wachstum der Algen und fassen es in Kurven zusammen.

.....



2002

.....

## KONTAKT

Auskunft über die Schulprojekte im Alfred-Wegener-Institut erhalten Sie bei Winfried Hebold-Heitz, Tel.: 04 71 / 48 31 - 13 54, [whebold@awi-bremerhaven.de](mailto:whebold@awi-bremerhaven.de)

.....

Aus diesem ökologischen Experiment entstehen die Fragen wie von selbst: Wie pflanzen sich die einzelligen Algen fort? In welcher Form sind die Nährsalze im Wasser gelöst? Und welche Gleichungen beschreiben den Wachstumsverlauf der Algen? Probleme, bei denen Wissen aus Biologie, Chemie und Mathematik gleichermaßen zum Einsatz kommen.

#### HIGHSEA FÖRDERT FORSCHENDES LERNEN

Der Langzeitversuch ist Teil des Schulprojekts HIGHSEA, das seit 2002 am AWI einen ungewöhnlichen Lernort außerhalb der Schule anbietet. HIGHSEA steht für »High School of Sea« und kam durch die Kooperation des AWI mit den Bremerhavener Schulbehörden zustande. Es bietet Schülern der gymnasialen Oberstufe die Möglichkeit, sich auf das Abitur in den Fächern Biologie, Chemie, Mathematik und Englisch vorzubereiten. Inzwischen arbeiten 66 Schülerinnen und Schüler aus der 11. bis zur 13. Klasse im HIGHSEA-Projekt. Und 2005 ist ein weiteres Jubiläumsjahr: Am AWI wird das erste Abitur gemacht.

Seit PISA liegen die Schwächen deutscher Schüler zutage. Universitäten und Forschungsinstitute beklagen die Mängel in der Kompetenz von Studenten im internationalen Vergleich. HIGHSEA soll dem entgegenwirken. »Wir gehen von Problemstellungen aus, so wie es im Forschungsalltag ja auch ist«, erläutert Dr. Susanne Gatti vom AWI, die das Projekt leitet und koordiniert. So prägen neue Formen den Unterricht: Die klassische Einteilung in Fächer ist aufgelöst, und das Lernen geschieht selbstorganisiert, in enger Zusammenarbeit von Lehrern und Wissenschaftlern. Das HIGHSEA-Projekt bietet vier Themenbereiche an, die aktuell und interessant sind und in denen Wissensstoff aus mehreren Disziplinen zusammenkommt: Ökosystem Wattenmeer, erneuerbare Energien, moderne Methoden von Gentechnik und Molekularbiologie sowie ein Themenblock aus Neuro-, Sinnes- und Verhaltensphysiologie. Mit diesem Ansatz kehrt das HIGHSEA-Projekt den konventionellen Schulunterricht um, bei dem Fächer als »Wissensinseln« unverbunden nebeneinander stehen. Zugleich hält der Unterricht vorgegebene Standards ein, wie die »Einheitlichen Prüfungsanforderungen« (EPA) der Kultusministerkonferenzen.

Im Projekt lernen die Schüler, ihr Lernen zeitlich neu zu gestalten: Die Stunden sind nicht in Einheiten von 45 Minuten eingeteilt, Stundenpläne nicht fixiert – vielmehr wechseln Lernen und Pausen ab, wie es der Arbeitsstand gerade erfordert.

#### NEUE HERAUSFORDERUNGEN FÜR SCHÜLER, LEHRER UND WISSENSCHAFTLER

Doch die neue Teamarbeit fordert auch: »Wissenschaftler müssen oft lernen, ihr Forschungsgebiet auf ein allgemein verständliches Niveau herunterzubrechen. Und Lehrer müssen sich auf neue Formen der Kooperation einlassen und sich intensiv untereinander abstimmen«, führt Gatti aus. Das eigene Forschen beflügelt die Schüler, treibt ihre Neugier an: »Es fällt auf, dass an den AWI-Tagen kaum ein Schüler bei uns blau macht«, berichtet Susanne Gatti. Und die Motivation wird auch dadurch gefördert, dass am Ende des Projekts ein fertiges Produkt steht, wie zum Beispiel eine Präsentation in der Wissenschaftssprache Englisch oder ein selbst ertüfteltes Spiel zur Evolution.

HIGHSEA hat schon erste Vernetzungen mit anderen Lernorten gebildet: Das Thema »Nährsalzbelastung in Gewässern« bearbeiten – zeitlich parallel – ein Gymnasium in Nordrhein-Westfalen und eine High School fernab in Alaska. So haben die Schüler die Möglichkeit, ihre eigenen Ergebnisse mit denen aus anderen Regionen zu vergleichen.

Sechs Wochen lang kommt inzwischen auch die dritte Klasse einer Grundschule regelmäßig ins AWI. Die Kinder können zum Thema »Schweben und Sinken« eigene Experimente machen. Und wenn sie sehen und begreifen, wie und warum Eis auf Wasser schwimmt, knüpfen sich erste inhaltliche Bande zu Forschungsthemen, die auch im Mittelpunkt des AWI stehen. \*



**DOKTORANDEN, DIPLOMANDEN UND AUSZUBILDENDE AM AWI.** Neben dem noch jungen Schulprojekt am AWI hat die Ausbildung von Auszubildenden, Diplomanden und Doktoranden eine lange Tradition. In den letzten 20 Jahren hat das Institut in kaufmännischen und technischen Lehrberufen eine große Zahl Auszubildende betreut. Durchschnittlich schließen jährlich 90 Nachwuchswissenschaftler ihr Studium mit einer Diplomarbeit am AWI ab. Seit der Gründung des Instituts haben 500 Naturwissenschaftler am Institut promoviert. Polar- und Meeresforschung am Alfred-Wegener-Institut wäre ohne die derzeit angestellten 120 Doktoranden nicht möglich.

.....

# GEMEINSAM IN DIE TIEFSEE



2003

Text TORSTEN FISCHER UND FRANK POPPE

Mit vorsichtigen Bewegungen wird der Joystick geführt. Es herrscht nahezu Dunkelheit im Kontrollraum. Nur der Schein der Armaturen und die Reflexionen der Monitore zeichnen sich auf den konzentrierten Gesichtern der deutschen und französischen Meeresforscher ab. Von Bord des deutschen Forschungsschiffs Polarstern steuern sie den französischen Tiefseeroboter Victor 6000.

150 Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker und Studenten aus sieben europäischen Ländern gingen im Sommer 2003 an Bord des deutschen Forschungsschiffs Polarstern. Mit dabei Star-gast Victor 6000 – das Tauchfahrzeug des französischen Meeresforschungsinstituts Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer).

Die gemeinsame Tiefsee-Expedition in den hohen Norden war der bisherige Höhepunkt der mehr als 10-jährigen Forschungspartnerschaft zwischen

dem Alfred-Wegener-Institut und dem französischen Institut Ifremer.

Die Polarstern nahm Kurs auf die Porcupine Seabight, ein Meeresgebiet westlich von Irland. Seit kurzem weiß man, dass hier Korallen hunderte Meter hohe Riffe aufbauen können. Den Wissenschaftlern an Bord der Polarstern bot sich in über tausend Metern Wassertiefe ein farbenfroher Anblick, wie man ihn sonst nur von tropischen Korallenriffen kennt. Die Tiefwasserkorallen bilden mächtige, poröse Gesteinskörper, die auch für die Erdöl-

und Gasindustrie von Interesse sind, da in ihnen Rohstoffe vermutet werden. Jedoch rückt die Fischerei diesen Bauwerken zu Leibe, da verstärkt auch in großen Tiefen Speisefische gefangen werden.

## SCHLAMMVULKAN AM MEERESGRUND

Nordwestlich von Norwegen in rund 1.250 Metern Tiefe hatten Biologen und Geologen auf der zweiten Station der Expedition den Håkon Mosby Schlammvulkan im Visier. Er speit



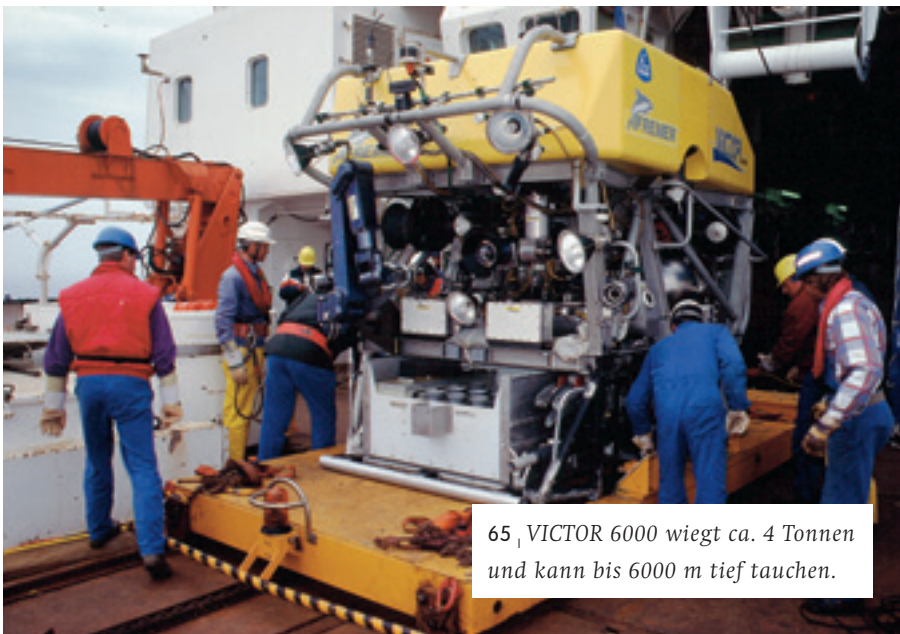
**AUTONOME UNTERWASSERFAHRZEUGE.** Im Gegensatz zu ROVs (Remotely Operated Vehicle) sind autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV – Autonomous Underwater Vehicle) nicht über ein Kabel mit einem Schiff verbunden. Sie sind durch ihre freie Beweglichkeit besonders für Forschungsarbeiten in eisbedeckten Regionen des Ozeans geeignet. Dabei werden vorprogrammierte Messungen entlang vorgegebener Wassertiefen und Kurse ausgeführt. Das AUV wird am Ende seiner Mission wieder vom Schiff aufgenommen.

Um möglichst viele wissenschaftliche Fragestellungen mit einem AUV bearbeiten zu können, sind vorzugsweise so genannte Nutzlastmodule aus ganzen Instrumentengruppen vorgesehen, die für spezielle Messfahrten ein- und wieder ausgebaut werden können. Die Tiefseearbeitsgruppe am AWI arbeitet in enger Kooperation mit dem Ifremer derzeit an der technischen Entwicklung solcher Nutzlastmodule.



64

64 | Kabellose Tauchfahrzeuge ermöglichen die Erforschung von schwer zugänglichen Gebieten, wie die eisbedeckten Unterwasserwelten in Arktis und Antarktis.



65 | VICTOR 6000 wiegt ca. 4 Tonnen und kann bis 6000 m tief tauchen.

zwar keine Lava wie ein typischer Vulkan, fördert aber Gas, Wasser und Sedimente aus der Tiefe der Erde an die Oberfläche des Meeresbodens.

Das internationale Wissenschaftler-Team unter der Fahrtleitung von Dr. Michael Klages, Leiter der Tiefsee-Gruppe des Alfred-Wegener-Instituts entdeckte mit Hilfe von Victor 6000 2003 erstmals Bereiche, an denen am Håkon Mosby das Treibhausgas Methan ausperlte.

»Methan wird in Form von Gasblasen unter sehr hohem Druck aus dem Meeresboden freigesetzt und in Gashydrat umgewandelt. Methan kann in die obere Wassersäule gelangen und eventuell auch in die Atmosphäre eingetragen werden«, erklärt der Geologe Prof. Michael Schlüter.

#### METHAN WIRD FREIGESETZT

Die Expeditionsteilnehmer ermittelten die Gasmenge, die über eine bestimmte Zeitspanne aus dem Meeresboden austritt. Wegen der extrem hohen Gaskonzentration kommen am Schlammvulkan spezialisierte Bakteriengemeinschaften vor, die wie ein »Biofilter« Methan als Kohlenstoffquelle nutzen, um Energie zu gewinnen.

#### ZUHAUSE IN DER ARKTISCHEN TIEFSEE

Die letzte Etappe der Reise führte die Wissenschaftler in fast heimatliche Gewässer. 1999 errichtete das Alfred-Wegener-Institut westlich von Spitzbergen ein Tiefsee-Langzeitobservatorium. Der so genannte »Hausgarten« besteht aus Stationen zwischen 1000 und 5500 Metern Wassertiefe, wo regelmäßig Proben genommen und mit Victor 6000 Experimente am Tiefseeboden durchgeführt werden. Damit verfolgen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zwei Ziele: Mit Langzeitmessungen dokumentieren sie die Veränderungen zahlreicher Umweltparameter. Und: Sie wollen verstehen, warum es so außerordentlich viele verschiedene Arten in der Tiefsee gibt. Meist sind dies vergleichsweise kleine Organismen, von Bakterien bis zu wirbellosen Tieren, wie etwa Fadenwürmer, Krebse oder Weichtiere. Die Ergebnisse der Expedition mit Victor 6000 belegen, dass winzige Veränderungen der Struktur des Bodens einen messbaren Effekt auf die Artenzusammensetzung und Dichte dieser Kleinstlebewesen haben können.

Durchpflügt beispielsweise ein großer Wurm den Boden, so hinterlässt er

eine Miniatur-Hügellandschaft, die im kleinsten Maßstab die Strömung und die Ablagerungsprozesse von sedimentierenden Nahrungspartikeln beeinflussen kann.

In Zukunft wollen die Tiefseeforscher weitere nahezu unbekannte Lebensräume erkunden. Hierzu erproben sie derzeit ein kabelloses Unterwasserfahrzeug (siehe Kasten »Autonome Unterwasserfahrzeuge«). Die hohe Beweglichkeit dieses Geräts ermöglicht Expeditionen unter der schwer zugänglichen Schelfeislandschaft der Antarktis. Hier entstehen kalte Wassermassen, die maßgeblich am globalen Meeresströmungssystem beteiligt sind und somit das Klima auf unserer Erde mitbestimmen. \*



**DAS FERNGESTEUERTE TIEFSEETAUCHFAHRZEUG VICTOR 6000.**  
*Victor 6000 ist ein so genanntes ROV (Remotely Operated Vehicle) des französischen Meeresforschungsinstituts Ifremer. Mit einer Tauchtiefe von maximal 6.000 Metern erreicht er in etwa 97 Prozent der Weltmeere den Meeresboden. Das Gerät besitzt mehrere Kameras und kann mit verschiedenen Messgeräten ausgerüstet werden. Mit einem seiner zwei ferngesteuerten Greifarme, einer Greifklaue und einem Saugrüssel kann Victor 6000 Organismen, aber auch Wasser- und Sedimentproben nehmen. Echtzeit-Datenübertragung vom Gerät über Lichtwellenkabel zum Kontrollpult an Bord erlaubt es dabei, Bilder und Messwerte in hoher Qualität zu übermitteln und jederzeit in den Ablauf der Mission einzugreifen.*

# EISENREGEN FÜR DEN OZEAN



2004

Text NADINE QUERFURTH

Die Suche nach dem »Ort des Geschehens« war auf hoher See innerhalb von einer Woche abgeschlossen: Ein ortsfester Meereswirbel im Antarktischen Zirkumpolarstrom des Südpolarmeers, 1.500 Kilometer südlich von Afrika. An Bord des Forschungseisbrechers Polarstern entließen Frauen und Männer in Schutzanzügen nach und nach insgesamt 12 Tonnen gelöstes Eisensulfat-Pulver, im Gartenhandel als Rasendünger zu kaufen, ins Kielwasser. Die Schiffsschraube wirkte wie ein Rührstab und Polarstern verteilte die Lösung auf einer Fläche von 150 Quadratkilometern, indem sie spiralförmig um das »Auge« des Wasserwirbels fuhr.



66 | Eine wichtige antarktische Kieselalge: *Corethron pennatum*

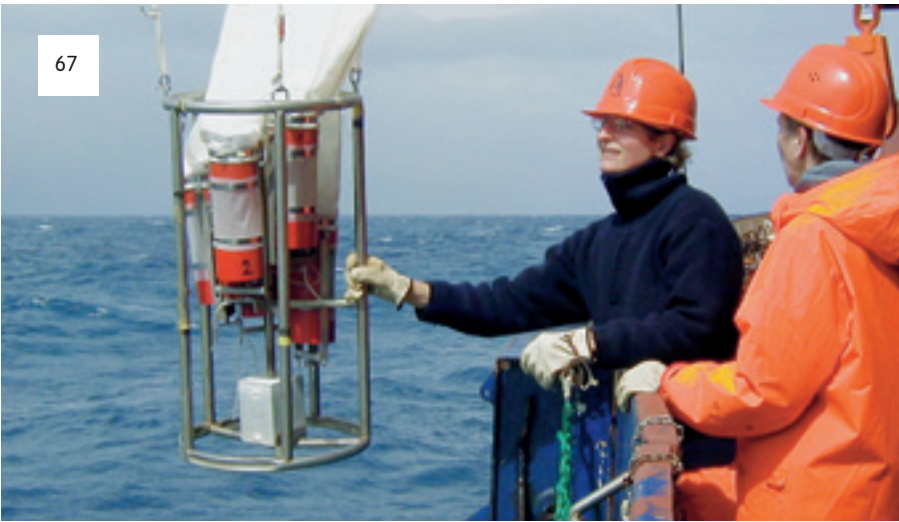
An Bord der Polarstern geschah Anfang 2004 nichts Verbotenes. Es war die Expedition EIFEX (European Iron Fertilisation Experiment), das Europäische Eisendüngungsexperiment. 14 Institute und drei Firmen aus sieben europäischen Ländern waren daran beteiligt. Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung organisierten und leiteten das neunwöchige Experiment.

VON LEUCHTEND BLAU ZU GRÜN-TÜRKIS  
Eisenmangel, so zeigten frühere Experimente, ist ein Grund, der im landfernen Südlichen Ozean das Wachstum von Phytoplankton, einzelligen ozeanischen Planktonalgen, begrenzt. Durch gezielte Eisendüngung lassen sich – in eisenarmen Meeresregionen – künstlich Planktonblüten erzeugen, die innerhalb weniger Wochen ein Vielfa-

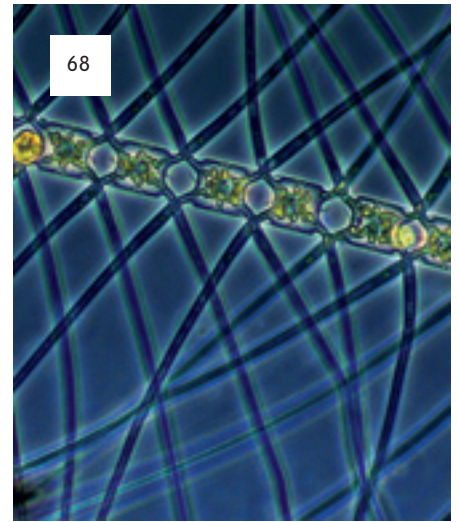
ches an Algenbiomasse aufbauen. Die Farbe des Meerwassers änderte sich aufgrund des Algenwachstums von anfangs leuchtend blau zu grün-türkis. In den oberen Wasserschichten verbrauchen Algen enorme Mengen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Das Defizit gleicht sich aus, indem CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre sich im Wasser löst. Die interessante Frage ist, was nach einer Eisendüngung mit der Algenblüte passiert. Bauen



67



68



67 | Mit dem Multinetz kann man in verschiedenen vorbestimmten Meerestiefen Planktonproben nehmen.

68 | Pflanzliches Plankton bildet die Grundlage der marinen Nahrungskette, hier die Kieselalge *Chaetoceros atlanticum*.

Bakterien und tierisches Plankton die Algenbiomasse im Oberflächenwasser ab und kehrt CO<sub>2</sub> so in die Atmosphäre zurück, ein Nulleffekt sozusagen? Oder sinkt die Biomasse in tiefe Wasserschichten ab und wird der Atmosphäre dauerhaft entzogen?

#### AB IN DIE TIEFSEE

Die Expedition »EIFEX« lieferte die Antwort: Bis in Tiefen von über 3.000 Metern sank die Biomasse der Algenblüte ab. »EIFEX ist unseres Wissens das erste Experiment, das das Schicksal einer eisendüngten Blüte im Detail verfolgte«, resümiert der Fahrtleiter Professor Victor Smetacek vom Alfred-Wegener-Institut. Smetacek und seine Kollegen waren Zeugen eines Vorgangs, der für die Geochemie von immenser Bedeutung ist: Ein natürlicher Mechanismus, der aus der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entzieht und somit das Klima reguliert. Mit einer Düngung des gesamten Südpolarmeers, könnten maximal 15 Prozent des weltweit jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes fixiert werden. Großflächige Ozeandüngung ist demnach keine dau-

erhafte Lösung für die weltweite CO<sub>2</sub>-Problematik.

#### WER LEBT IN DER PLANKTONBLÜTE?

Die gezielte Eisendüngung ist für die Wissenschaftler vielmehr ein ideales Instrument, grundlegende Prozesse im Meer zu verstehen. Sie können bestimmen, wann und wo sie eine Planktonblüte künstlich erzeugen. Das ermöglicht, die zeitliche Abfolge von Ereignissen innerhalb einer Blüte, die Wechselwirkungen im Plankton-Nahrungsnetz sowie einzelne Arten des tierischen und pflanzlichen Planktons genau zu untersuchen. »Bis dato hat man den Chlorophyll-Gesamtgehalt des Planktons bestimmt, das Plankton also eher als Einheit betrachtet und wenig artspezifisch geforscht. Mit gezielter Eisendüngung können wir die Grundlagen verschiedener Planktonarten erforschen«, sagt Dr. Philip Assmy vom Alfred-Wegener-Institut. Wenn die Wissenschaftler mehr über einzelne Arten wissen, können sie zum Beispiel Sonden entwickeln, mit denen sie auf Routine-Fahrten das Meerwas-

ser gezielt nach dem Vorkommen bestimmter Arten absuchen.

#### HOFFNUNG FÜR BEDROHTE ARTEN?

Die Eisendüngung hatte einen weiteren positiven Effekt: Die Blüte hatte das Wachstum von Krillnahrung gefördert. Krill ist ein wenige Zentimeter großer Krebs, der für viele Wal-, Robben-, Fisch-, Tintenfisch- und Vogelarten nahezu die einzige Nahrungsquelle ist. Könnte sich durch örtlich begrenzte Eisendüngung der Krillbestand vermehren und die bedrohten Blauwale sich in ihrem Bestand womöglich erholen? Für die Wissenschaftler ist es einen Versuch wert, mehr Nahrung für bedrohte Tierbestände zu schaffen. Deshalb plant das Alfred-Wegener-Institut im Internationalen Polarjahr 2007/2008 eine Langzeituntersuchung nördlich der antarktischen Halbinsel. Für Professor Smetacek steht eines fest: »Wenn man kommerzielle Eisendüngung vornimmt, so könnte man dies wenigstens dort tun, wo die marine Tierwelt davon profitiert«. \*



# DIE UNTERSUCHTE UNTERSEITE

Text VERENA RADEMAKER-WOLFF



2005

Alljährlich gefriert eine Fläche der Weltozeane so groß wie die USA und taut wieder auf. Jedes Jahr gelangen Organismen aus dem wärmeren, nahrungsreicheren Wasser hierher, um unter extremen Bedingungen weiter zu leben. Meereis ist ein riesiger Lebensraum und ein globaler Klimafaktor.

Lange Zeit war Meereis nur ein Übel, ein Fluch der Kälte. Ewig unstet, unüberschaubar tief und scharfkantig brachte es viele Entdecker vom geplanten Weg ab, ließ Schiffe bersten und bot den Gestrandeten keinen Halt. Kaum ein Wissenschaftler hatte vor der ersten Polarexpedition mit dem neuen Forschungsschiff Polarstern im Jahr 1982 die Bildung, geschweige denn die Eigenschaften von Meereis untersuchen können, und so waren es die Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts die, zusammen mit anderen, erstmals den Aufbau besonderer Eisformen, wie die des »Pfannkucheneises«, beschrieben.

Als der Bug der Polarstern zum ersten Mal durchs Packeis brach, wunderten sich die Forscher über die grünbraune Färbung an der Unterseite der Eisbruchstücke. Sie entdeck-

ten, dass die Färbung von im Eis eingeschlossenen kleinsten Organismen stammt. Ende der 80er Jahre konnten erstmals die Meereisdicken in den Polregionen anhand von Bohrungen systematisch erfasst werden und erste Abschätzungen über den Energie-Haushalt des Packeises erstellt werden. Langsam erkannten die Wissenschaftler in der unbeständigen Eisbedeckung der Eismeere die wichtige Rolle des Eises im globalen und regionalen Klimagefüge und die Meereisforschung rückte in das Zentrum wissenschaftlichen Interesses.

Zu der Zeit wartete die Meereisbiologie mit einer weiteren erstaunlichen Erkenntnis auf: Eis ist trotz extremer Bedingungen für Organismen ein produktiver Lebensraum. So erkannten die Wissenschaftler aus Bremerhaven

die wichtige Rolle, die das Eis für den Krill als Winterweideplatz spielt und berechneten, dass ein Viertel der Primärproduktion eisbedeckter Gebiete aus dem Meereis kommt.

Anfang der 90er Jahre gelang den Meereisphysikern am Alfred-Wegener-Institut ein Durchbruch mit der Entwicklung einer elektromagnetischen Sonde (EM) zur Eisdickenmessung. Anfänglich wurde die EM in einem Kajak liegend über einzelne Eisschollen gezogen, mittlerweile kann sie unter einem Hubschrauber hängend Eisdicken in großen Gebieten ermitteln. So wurde festgestellt, dass in der Dekade 1991 bis 2001 die Eisdicke im Arktischen Ozean zwischen Spitzbergen und dem Nordpol um 20% abnahm. Ob dies als Hinweis auf einen globalen Klimawandel gedeutet werden kann, ist noch ungewiss. Bei der Expedition ISPOL (Ice Station POLarstern) von Dezember 2004 bis Januar 2005 drifteten 55 Wissenschaftler (Meteorologen, Biologen,



Glaziologen und Ozeanographen) fünf Wochen gemeinsam mit der Polarstern an eine Eisscholle getäut durch das westliche Weddellmeer, um mit Bohrungen, Wasserschöpfern und Hubschrauberflügen die Veränderungen des Meereises am Beginn des Südsommers zu beobachten. Diese Prozesse werden als wesentlicher Bestandteil der ozeanographischen, meteorologischen und biologischen Vorgänge im Weltozean betrachtet. Und ISPOL zeigte Verblüffendes: Meereis im westlichen Weddellmeer ist dicker als in der Arktis. In naher Zukunft wird CryoSat, ein Satellit der Europäischen Raumfahrtbehörde, arktis- und antarktischweit die Dicke des Meereises und die Oberflächenhöhe der Eisschilde und Schelfeise vermessen. Für mindestens drei Jahre wird der Satellit einer internationalen Wissenschaftsgemeinde, darunter auch den Wissenschaftlern aus Bremerhaven, Daten liefern und eine erste, zeitnahe systematische Eisdickenerfassung der Pole möglich machen. Ein »Überblick«, der grundsätzliche Fragestellungen aus der Klimaforschung beantworten könnte. \*



#### LEGENDE

**PFANNKUCHENEIS:** Wenn das Meerwasser gefriert, bildet sich zunächst ein Eisbrei auf der Wasseroberfläche, der sich allmählich zu tellerartigen Eisscheiben formt. Dieses Pfannkucheneis wird dann weiter durch Wind und Wellen zu Schollen und durch Überschiebungen zu Packeis zusammengedrückt.

**EIS UND KLIMA:** Eis hat ein fünffach höheres Rückstrahlvermögen für Sonnenstrahlung als die offene See. Würde diese so genannte Albedo durch vermehrtes Schmelzen der Eisbedeckung abnehmen, würde das globale Klima noch weiter angeheizt.

**LEBENSRAUM MEEREIS:** Schon im ersten Stadium der Meereisbildung, dem Eisbrei, werden vor allem Kieselalgen und Bakterien im Eis eingeschlossen. Insbesondere das Auskristallisieren der an die Oberfläche aufsteigenden Süßwasserkristalle ist es, das die Organismen aus dem Wasser siebt. Gefriert das Süßwasser im Eis weiter aus, entsteht eine hochprozentige Lake, die sich in einem weit verzweigten Netz aus so genannten Solekanälchen sammelt. Wohl angepasst an diese harschen Bedingungen überdauern die ehemals in der freien Wassersäule beheimateten Organismen hier den Winter, und solange noch genügend Licht und Nährstoffe vorhanden sind, vermehren sich einige sogar. So können am Ende des Winters regelrechte Algengärten die Unterseite des Eises bedecken.

70 | Für fünf Wochen war eine Eisscholle Arbeitsplatz für Wissenschaftler aus aller Welt.

---

# DAS ALFRED-WEGENER-INSTITUT:

## Zentrum der deutschen Polar- und Meeresforschung

Text TIM SCHRÖDER

25 Jahre voller Entdeckungen haben das Verständnis unseres Erdsystems erheblich erweitert. Doch eine intensive Forschung wirft ständig neue Fragen auf, so dass die Arbeiten des Alfred-Wegener-Instituts noch lange nicht beendet sind. Institutsdirektor Professor Jörn Thiede blickt zurück auf ein Vierteljahrhundert Polarforschung aus Bremerhaven und schildert, welche Fragen die Wissenschaftler in Zukunft beantworten wollen.

---

**Seit 1980 erforscht das Alfred-Wegener-Institut die polaren Regionen der Erde, obwohl es weit von Arktis und Antarktis entfernt ist. Seit langem gehört es zu den weltweit renommiertesten Einrichtungen seiner Art. Woher rührt dieses Engagement?**

**Prof. Jörn Thiede:** Die treibende Kraft war anfangs sicherlich der Wunsch Deutschlands, als gleichberechtigter Partner neben den USA und anderen Nationen die Antarktis als letzten großen unvergebenen Kontinent zu erforschen und dem Antarktisvertrag beizutreten. Voraussetzung dafür war allerdings ein eigenes nationales Forschungsprogramm mit eigenen Schiffen und einer Antarktisstation. Mit der Gründung des AWI als Zentrale der deutschen Polarforschung, dem Bau der Polarstern und der Errichtung

der Georg-von-Neumayer-Station in der Antarktis wurde dieser Traum wahr. Im Rahmen unserer Forschung haben wir uns bald auch in der Arktis engagiert.

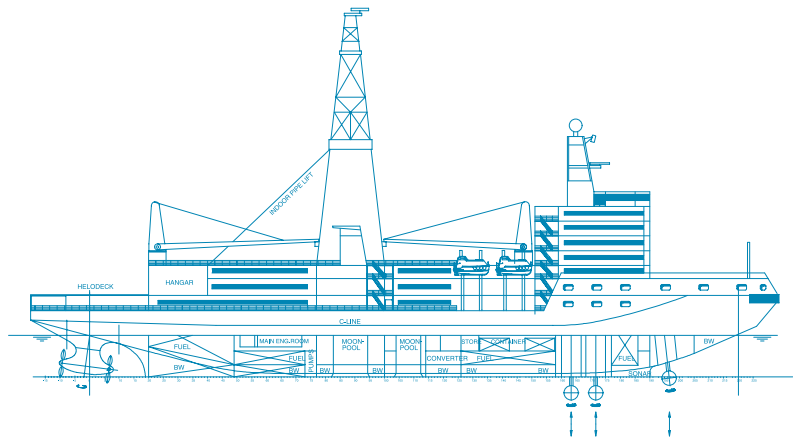
**Und was ist heute das Ziel der Arbeit in diesen extremen Regionen?**

**Prof. Jörn Thiede:** Wir verstehen unsere Arbeit als Beitrag zur globalen Umweltforschung und zum Verständnis der Eigenschaften der extremsten Habitate unserer Erde. Die Dynamik und Geschwindigkeit der Klimaveränderung lässt sich an den Polen besonders deutlich erkennen. An Bohrkernen aus dem grönländischen und antarktischen Festlandeis zum Beispiel können wir über einen Zeitraum von mehreren Zehntausend Jahren das Klima auf einzelne Jahre genau bestimmen. Eine der

wichtigsten Erkenntnisse: Innerhalb weniger Jahre bis Jahrzehnte kann das Klima zwischen eiszeitlichen und gemäßigten Bedingungen schwanken.

**Was bedeutet das für die aktuelle Forschung?**

**Prof. Jörn Thiede:** Die Herausforderung besteht darin, festzustellen, ob die derzeitigen Klimaveränderungen außergewöhnlich sind oder im Bereich natürlicher, historischer Schwankungen liegen. Wir wissen, dass das Meereis im Nordpolarmeer in den vergangenen 15 Jahren um etwa 20 Prozent abgenommen hat. Ob das ungewöhnlich ist, müssen wir klären. Unser Ziel ist es zu verstehen, wie das System Erde funktioniert, wie Atmosphäre, Biosphäre, das Meer und die polaren Regionen zusammenwirken. Dazu forschen wir bereits



von Anfang an multidisziplinär. Physiker, Ozeanographen, Geologen oder Biologen arbeiten Hand in Hand.

**Wie ist es gelungen, Experten so unterschiedlicher Disziplinen unter einem Dach zu vereinen?**

**Prof. Jörn Thiede:** Das ist nicht zuletzt ein Ergebnis der Verschmelzung des AWI mit anderen Instituten. 1985 wurde das Bremerhavener Institut für Meeresforschung angegliedert, das sich unter anderem intensiv mit der Erforschung des Wattenmeeres, der Küstenregionen und ihrer Verschmutzung befasste. Auf Initiative des AWI-Direktors Max M. Tilzer kam im Jahr 1998 die Biologische Anstalt Helgoland mit ihrer Außenstelle in List auf Sylt hinzu. Von großer Bedeutung war auch die Vereinigung der Fachkompetenz aus Westdeutschland und der Expertise aus der ehemaligen DDR nach dem Mauerfall. Die DDR hatte bereits in den frühen 70er Jahren mit der Polarforschung im größeren Stil begonnen und verfügte über immenses Wissen, auf das die Westkollegen mitunter ein wenig neidvoll geblickt haben. Dieser Erfahrungs-

schatz ist zu einem guten Teil in unsere 1992 gegründete Außenstelle in Potsdam eingegangen.

**Wie wird die Arbeit des AWI in den kommenden Jahren und Jahrzehnten aussehen?**

**Prof. Jörn Thiede:** Wenn wir die, wie es scheint, schnellen und einschneidenden klimatischen Veränderungen verstehen und rechtzeitig erkennen wollen, müssen wir die Präsenz der Forscher in den polaren Regionen verstärken. Der Blick aus dem Satelliten liefert noch nicht alle benötigten Informationen. Deshalb engagieren wir uns unter anderem für den Bau eines großen europäischen Eisbrechers, der »Aurora Borealis«. Dieser Eisbrecher wird das erste Schiff sein, das stark genug ist, um in der Arktis zu überwindern und meterdickes Winter-Eis zu durchfahren. Damit werden wir erstmals während des Winters kontinuierlich wichtige Messungen machen können. Und in der Antarktis führen wir unsere Arbeit ab 2008 in der neuen Forschungsstation »Neumayer III« fort.



71 | Aurora borealis. Der geplante europäische Forschungseisbrecher ist mit einer kompletten Bohrausrüstung eingerichtet und soll auch im arktischen Winter eingesetzt werden.



» WIE GLEICHGÜLTIG GEHT DIE NATUR  
ÜBER UNSERE LEISTUNGEN HINWEG. «

Alfred Wegener (1880 ~ 1930), deutscher Polarforscher

# Impressum

---

## HERAUSGEBER

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Am Handelshafen 12  
D-27570 Bremerhaven

Tel.: ++ 49 (0)4 71 / 48 31-11 12

Fax: ++ 49 (0)4 71 / 48 31-13 89

awi-pr@awi-bremerhaven.de

www.awi-bremerhaven.de

---

## REDAKTION

Dr. Frank Poppe

Dr. Torsten Fischer

Margarete Pauls (verantwortlich)

Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

---

## AUTOREN

Torsten Fischer, Jörn Hildebrandt, Ute Kehse, Frank Poppe, Nadine Querfurth, Verena Rademaker-Wolff, Karoline Schacht, Tim Schröder, Andreas Wohltmann

---

## FOTOGRAFIE / COPYRIGHTS

Doris Abele (Bild-Nr. 49), Alfred-Wegener-Institut (Bild-Nr. 10, 17, 21, 36, 38, 39, 61, 69, 70, S. 35, S. 86), Archiv Nordsee-Zeitung (Bild-Nr. 12, 52, S. 33), Arktisk Institut, Kopenhagen (Bild-Nr. 07), Philipp Assmy (Bild-Nr. 66), Hinrich Bäsemann (Bild-Nr. 02, 08, 18), Christian Buschbaum (Bild-Nr. 55), Ude Cieluch (Bild-Nr. 46, S. 68), Richard Crawford (Bild-Nr. 28, 29), Gerhard Dieckmann (Bild-Nr. 06), Eberhard Fahrbach (Bild-Nr. 57), Torsten Fischer (Bild-Nr. 23, 24, S. 55), Johannes Freitag (Bild-Nr. 44), Veronica Fuentes (Bild-Nr. 48), Susanne Gatti (Bild-Nr. 63), Reinhard Görner (Bild-Nr. 11), Andreas Graeser (Bild-Nr. 43), Hannes Grobe (Bild-Nr. 16, 42, 62), Julian Gutt (Bild-Nr. 32, 33, 34, 35), Birgit Hagedorn (Bild-Nr. 58), Andreas Hahn (Bild-Nr. 19), Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt (Bild-Nr. 71), Joachim Henjes (Bild-Nr. 68), Marko Herrmann (Bild-Nr. 21, 30), Friedel Hinz (Bild-Nr. 67), Wolfgang Huppertz (Bild-Nr. 03, 09), Jeschke und Kelling (S. 24), Tanja Joschko (S. 36),

---

Josef Kipfstuhl (Bild-Nr. 59), Michael Klages (Bild-Nr. 64, 65), Andreas Krell (Bild-Nr. 05), Jens Kube (S. 43), Britta Lauer (Bild-Nr. 41), Jan Lieser (Bild-Nr. 22), Antonio Marques (Bild-Nr. 13, 27), Peter Marschall (Bild-Nr. 04), Frank Melzner (Bild-Nr. 53), Andreas Minikin (Bild-Nr. 14), Hans Oerter (Bild-Nr. 20), Covadonga Orejas (Bild-Nr. 25), Christian Otto (Bild-Nr. 47), Jan Pauls (Bild-Nr. 45), Joachim Plötz (Bild-Nr. 50), Armin Rose (Bild-Nr. 40), Sigrid Schiel (Bild-Nr. 01, 15), Udo Schilling (Bild-Nr. 56), Lutz Schirrmeister (Bild-Nr. 60), Inken Suck (Bild-Nr. 26), Tjhing-Lok Tan (Bild-Nr. 51), Ralph Timmerman (Bild-Nr. 37), Tristan Vankann (S. 5), Christian Wille (Bild-Nr. 22, 31), Rolf Wittig (Bild-Nr. 54), Claudia Ziegler (S. 50)

---

## KONZEPT UND GESTALTUNG

GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH, Bremen

www.gfg-bremen.de

---

## DRUCK

Asco Sturm Druck, Bremen

---

## AUFLAGE

1. Auflage (3.000 Exemplare)

2. Auflage (4.000 Exemplare)

---

Nachdruck nur nach vorheriger Einwilligung.  
Alle Rechte vorbehalten.

© 2005 Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

---

