

6. Neue Technologien | *New technologies*



6. Neue Technologien

Mit Tauchboot und ferngelenktem Unterwasserfahrzeug in den Norden

Die ‚Polarstern‘-Expedition ARK XXII/1a-c vom 29. Mai bis 25. Juli 2007 stellte einen Beitrag zu dem von der EU geförderten Projekt HERMES (Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas) dar, in dem marine Ökosysteme der Tiefsee entlang des europäischen Kontinentalrandes erforscht werden. Dabei werden ausgewählte, verschiedenartige Ökosysteme von Spitzbergen im Norden entlang des norwegischen Kontinentalrandes über das Mittelmeer bis in das Schwarze Meer studiert. Der erste Arktisfahrtabschnitt der ‚Polarstern‘ zu Beginn des Internationalen Polarjahres war in drei Unterabschnitte gegliedert, um so Untersuchungen an vier Ökosystemtypen entlang des nördlichen europäischen Kontinentalrandes durchzuführen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf sogenannten „hotspots“, stark physikalisch kontrollierten Systemen, die zudem durch vergleichsweise dynamische geologische und/oder hydrologische Randbedingungen, wie zum Beispiel instabile Kontinentalhänge, Tiefseegräben, Tiefwasserkorallen, kalte Sickerstellen oder sauerstofffreie, von Bakterien besiedelte Lebensgemeinschaften, geprägt sind. Auf die drei Unterabschnitte waren insgesamt 138 Teilnehmer aus 14 Nationen verteilt.

Für die Durchführung des Expeditionsprogrammes war auf dem ersten Unterabschnitt der Reise das bemannte Tauchboot ‚Jago‘ des IfM-Geomar aus Kiel an Bord, um damit an Kaltwasserkorallenriffen vor der norwegischen Küste zu arbeiten. Begünstigt

6. New technologies

With manned and unmanned underwater vehicles into the North

The ‘Polarstern’ cruise ARK XXII/1a-c from 29th May until 25th July in 2007 was a major contribution to the EU funded Integrated Project HERMES (Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas), aiming at research on ecosystems lying in the deeper ocean section. HERMES aims to compare and contrast selected environments around the European margin from the Svalbard continental margin, Norwegian margins, over the Mediterranean to the Black Sea. The project is designed to gain new insights into the biodiversity, structure, function and dynamics of ecosystems along Europe’s deep-ocean margin to underpin the future development of a comprehensive European Ocean and Seas Integrated Governance Policy. The expedition of RV ‘Polarstern’ during the first year of IPY (International Polar Year) activities was subdivided into three sub-legs to allow studies on four different ecosystem types along the Nordic Margins within HERMES. In particular, cold-water corals, cold seeps, anoxic microbial systems and open slope systems. A total of 138 participants coming from 14 countries were distributed over the cruise legs ARK XXII/1a-c.

The work plan was based on the manned submersible ‘Jago’ (owned by IfM-Geomar, Kiel) during the first sub-leg for studies on cold-water corals along the Norwegian continental margin. Favoured by exceptional good weather conditions 20 successful dives were performed during the first three weeks at sea. At the next port call in Tromsø, almost all scientists disembarked, ‘Jago’ was unloaded and the Remotely Operated Vehicle (ROV) ‘Quest’ of Marum



Abb. 1: Das mit einem Piloten und einem wissenschaftlichen Beobachter besetzte Tauchboot ‚Jago‘ des IfM-Geomar in Kiel kommt nach einem erfolgreichen Tauchgang zur ‚Polarstern‘ zurück.

Fig. 1: The manned submersible ‘Jago’ (one pilot and one scientific observer) returns after another successful dive to ‘Polarstern’.
(Photo: K. Hissmann, IfM-Geomar 2007)



Abb. 2: Letzte Funktionsprüfung des Remotely Operated Vehicle ‚Quest‘ vor dem Tauchgang.

Fig. 2: Last pre-dive check of the Remotely Operated Vehicle ‘Quest’ (Photo: M. Klages, Alfred Wegener Institute 2007)

durch überwiegend gute Wetter- und Seegangsverhältnisse konnten in den ersten drei Wochen auf See zwanzig erfolgreiche Tauchgänge durchgeführt werden. Während des ersten Hafenaufenthaltes in Tromsø verließen fast alle wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer das Schiff, ‚Jago‘ wurde von Bord gegeben und das ferngelenkte Unterwasserfahrzeug ‚Quest‘ des Marum der Universität Bremen an Bord installiert. Sowohl ‚Jago‘ als auch ‚Quest‘ wurden während dieser Expedition im Übrigen erstmalig auf ‚Polarstern‘ eingesetzt. Mit ‚Quest‘ wurden am Håkon Mosby Schlammvulkan, einer untermeerischen Methanaustrittsquelle in 1250 m Wassertiefe nordwestlich von Norwegen, während zehn erfolgreicher Tauchgänge gezielt Proben genommen. In Kombination mit einem am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie in Bremen entwickelten Liftsystem konnten außerdem in-situ-Experimente mit autonomen Messinstrumenten durchgeführt werden. Nach dem Wechsel der meisten wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer am 9. Juli in Longyearbyen hat ‚Polarstern‘ bis zum 22. Juli am ‚Hausgarten‘, einem von zehn Tiefseeobservatorien des von der EU geförderten Exzellenznetzwerkes ESONET (European Seas Observatory NETWORK), operiert. Neben einem Standardprobennahmeprogramm (Aufnehmen und Ausbringen von Verankerungen, Freifall-Landern) wurde ‚Quest‘ genutzt, um unter natürlichen Umgebungsbedingungen in der Tiefsee verschiedene Experimente durchzuführen, aber auch um gezielt Sediment- und andere Proben aufzunehmen.

at Bremen University was installed onboard ‘Polarstern’. It is noteworthy that the installation and operation of both underwater vehicles was carried out for the first time onboard ‘Polarstern’. The ROV was necessary for detailed studies at the Håkon Mosby Mud Volcano north-west of Norway at 1250 m water depth, an exceptional cold seep with anoxic microbial systems at high latitudes where 10 successful dives in combination with a modified lift system developed at the Max Planck Institute for marine Microbiology (Bremen) allowed intense sampling on the seabed and deployment of in-situ experiments with pre-programmed instruments. After exchanging of scientific personnel in Longyearbyen on the 9th July, ‘Polarstern’ worked until 22nd July at the ‘Hausgarten’ deep-sea observatory, one node within the European Seas Observatory NETWORK (ESONET). Among a standard sampling programme including exchange of moorings and free falling landers, here the ROV was used during 5 successful dives for various in-situ experiments at the central experimental site of ‘Hausgarten’ at a water depth of approximately 2600 m .



Abb. 3: Auslegung eines PACT Systems bei den Kanarischen Inseln im November 2007.

Fig. 3: Deployment of a PACT sensor in a test setting near the Canary Islands.

Marine Messsysteme

Die Technologiegruppe „Marine Messsysteme“ am Alfred-Wegener-Institut besteht seit Januar 2005. Sie setzt sich aus Ozeanographen, Physikern, Biologen und Umweltwissenschaftlern zusammen und ist auf die Entwicklung und Nutzung innovativer Messsysteme für meereswissenschaftliche Forschung und Umweltschutz spezialisiert.

PACT: Tsunami-Messung in der Tiefsee

Das deutsche Tsunami-Frühwarnsystem nutzt Tiefseepiegel vor der Küste Indonesiens, um möglichst frühzeitig vor einem Tsunami warnen zu können. Dort, bei Wassertiefen von mehreren tausend Metern, ist eine Tsunamiwelle jedoch nur wenige Zentimeter hoch. Erst im flachen Küstenbereich türmt sie sich zu der gefürchteten Wasserwand auf. Um den geringen Meeresspiegelanstieg des tiefen Ozeans feststellen zu können, werden am Meeresboden platzierte Bodendrucksensoren eingesetzt, die anhand geringfügiger Änderungen des Wasserdrucks feststellen, ob sich der Meeresspiegel über ihnen ändert. Diese unter der Federführung der Marinen Messsysteme im Rahmen des GI-TEWS Projektes entwickelten PACT Systeme führen solche Messungen durch und übertragen die Daten per akustischem Unterwassermodem zu einer Oberflächen-Boje. Ein wichtiger Meilenstein der laufenden Entwicklungsarbeiten ist der vor kurzem abgeschlossene, erfolgreiche Test des PACT Systems bei den Kanarischen Inseln. Dabei wurden Druckdaten über mehrere Tage hinweg aus mehr als 3100 Meter Tiefe an das Oberflächenmodem geschickt. Wichtigstes Ergebnis: Keines der Datentelegramme ging verloren. Das PACT System wird nun in die vom GFZ entwickelte Oberflächen-Boje integriert und soll im Herbst 2008 in Indonesien ausgebracht werden.

Marine Observing Systems

The “Marine Observing Systems” technology group of the Alfred-Wegener-Institute was founded in January 2005. It combines the expertise of oceanographers, physicists, biologists and environmental scientists to develop and deploy innovative measurement systems for ocean research and environmental protection.

PACT: Tsunami detection in the deep ocean.

The German-Indonesian Tsunami Early Warning System (GI-TEWS) uses deep-sea gauges off Indonesia’s coast to trigger a tsunami alert as early as possible. At water depths of several thousand of metres, the height of a tsunami measures only a few centimetres. Only upon reaching the shallow coastal ocean, the tsunami builds up to the dreaded wall of water. Pressure gauges that are able to detect the minute pressure changes, which are indicative of a tsunami wave, are placed on the seabed. Under the auspices of the “Marine Observing Systems” the so-called PACT systems were developed as part of the GI-TEWS. The PACT systems measure the pressure on the seabed and relay the data via an acoustic modem to buoys at the sea surface. An important milestone of this project was reached when a PACT system transmitted bottom pressure data for several days in a test setup near the Canary Islands. The main result: all bottom pressure data was reliably transmitted without any loss. The PACT system is now being integrated with the surface buoy developed at the GFZ, and will be deployed in Indonesian waters during the fall of 2008.

PALAOA: Datenströme aus der Tiefsee

Die seit 2006 bei der Neumayer Station betriebene Unterwasserhorchstation PALAOA liefert – einem Radiosender gleich – Tag und Nacht Aufnahmen der Geräusche des Antarktischen Küstenmeeres. Wale, Robben, Eisberge und Schiffe lassen sich so aus der Ferne belauschen. Pro Jahr werden dabei über 500.000 mp3-Dateien mit einem Volumen von einem Terabyte angelegt. Weder Menschen noch gängige Standardprogramme sind in der Lage, solche Datenmengen systematisch zu analysieren. Zur Lösung dieses Problems wurde ein Programm entwickelt, das solche Zeitserien deutlich schneller auswertet. Es bietet die Möglichkeit, numerische Algorithmen gleichzeitig über viele Rechner verteilt auf den Gesamtdatensatz anzuwenden. Startet man das Programm auf einem beliebigen PC im Institut, holt es sich einen Teil der Daten vom zentralen Server, bearbeitet sie und speichert die Ergebnisse, bevor es sich dem nächsten Teil widmet. Einzelne Rechner können dabei beliebig hinzugefügt oder wieder entfernt werden, ohne dass die gesamte Berechnung außer Tritt kommt. So können z. B. nachts Arbeitsplatzrechner zur Analyse beitragen, während sie tags ganz normal genutzt werden. Die notwendige Zeit für Analysen wird hierdurch auf einen Bruchteil verkürzt und die Beantwortung bislang unzugänglicher Fragestellungen möglich.

PALAOA: A stream of data from the coastal ocean.

The PALAOA underwater listening station has been in operation near the German Neumayer base since 2006. The station provides a continuous stream of sound from the Antarctic coastal ocean, much like a radio station's podcast. The station enables distant monitoring of whales, seals, icebergs and ships. More than 500,000 mp3 files with a volume of one Terabyte are generated annually. However, neither humans nor standard software packages are capable of analysing these amounts of data systematically. To solve this problem, a program was developed that evaluates these time-series much faster. It allows using several computers simultaneously to analyse the overall data set by applying numerical algorithms. When starting the program on any of the AWI's PCs, it grabs part of the data set from the global server, analyses the data and saves the results before proceeding to the next part. Single computers can be added to or removed from the process ad lib, without affecting the system. This enables any of the institute's PC's to be utilised for computational effort at night, while being used for its regular purpose during the day. The reduced calculation time of analyses now allows new research questions, which seemed inapproachable as yet, to be addressed.

Eisbohrungen

Nach Abschluss der Bohraktivitäten für das European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) im Januar 2006 waren die Aktivitäten des Bereichs Eisbohrungen im Berichtszeitraum auf die Durchführung zweier renommierter wissenschaftlicher Veranstaltungen und die Koordinierung der europäischen und weltweiten Bohraktivitäten gerichtet. Seit Frühjahr 2006 senden der Bereich Eisbohrungen und National Ice Core Laboratory (NICL), Denver, CO, Vereinigte Staaten jeweils ein Mitglied für technische Fragen in den Lenkungsausschuss der International Partnerships in Ice Core Sciences (IPICS). Zu den ersten Aufgaben in dieser Funktion gehörte die Erstellung eines Weißpapiers „Ice Core Drilling Technical Challenges“. Das „11th International Symposium on the Physics and Chemistry of Ice“ fand im Juli 2006 in den Räumen des AWI und des Deutschen Schifffahrtsmuseums in Bremerhaven statt. Der Bereich Eisbohrungen zeichnete für die gemeinsam mit der Universität Göttingen und lokalen Veranstaltern in Bremerhaven und Bremen organisierte Konferenz mit 164 internationalen Teilnehmern verantwortlich. Der „6th international ice drilling technology workshop“ fand im September 2006 im National Conservation Training Center, Shepherdstown, WV, Vereinigte Staaten mit ca. 60 internationalen Teilnehmern statt. Die verantwortliche Durchführung der Veranstaltung oblag dem Bereich Eisbohrungen gemeinsam mit dem NICL. Der Herbst 2006 und das Frühjahr 2007 waren von der Herausgabe der Zusammenfassungs- und Berichtsbände für beide Veranstaltungen geprägt. Ab Sommer 2007 begann die Vorbereitung von Projektvorschlägen für europäische

Ice core drilling

After completion of the drilling activities within the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) in January 2006, the ice core drilling section targeted on hosting two internationally well renowned conferences and the coordination of the European and worldwide ice coring activities during the past reporting period. In spring 2006, one delegate from the ice core drilling section and one from the National Ice Core Laboratory (NICL), Denver, CO, USA, were nominated into the steering committee of the International Partnerships in Ice Core Sciences (IPICS) as members for technical issues. One of the initial tasks was the compilation of a white paper "Ice Core Drilling Technical Challenges". In July 2006, the "11th International Symposium on the Physics and Chemistry of Ice" took place in Bremerhaven on the premises of the AWI and the German Maritime Museum (Deutsches Schifffahrtsmuseum). The ice core drilling section organised the conference with 164 international participants together with the University of Göttingen and local partners in Bremerhaven and Bremen. The "6th international ice drilling technology workshop" took place at the National Conservation Training Center, Shepherdstown, WV, USA in September 2006 with approx. 60 international participants. We jointly organised this workshop with the NICL. Fall 2006 and spring 2007 were taken by the editing of the abstract and proceedings volumes for both scientific events. In summer 2007 we began preparing proposals for European ice drilling infrastructure within the 7th Framework Programme of the European Union and the European strategic forum for research infrastructures

Eisbohrinfrastruktur im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft und beim European strategic forum for research infrastructures (ESFRI). Zur internationalen Abstimmung der Anträge und zur Planung einer gemeinsam aufzubauenden europäischen Registriereinheit für Bohrlochmessungen organisierte der Bereich Eisbohrungen im Oktober 2007 ein Zusammentreffen des mit Eisbohrungen befassten technischen Personals aus europäischen Instituten am Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement in Grenoble.

(ESFRI). To coordinate the proposals and the design of a European common logger internationally, the ice core drilling section organised a meeting of the technical ice core drilling staff within the European institutes at the Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement in Grenoble in October 2007.



Abb. 4: Teilnehmer des 11th International Symposium on the Physics and Chemistry of Ice, Bremerhaven 2006.

Fig. 4: Scientific events (Photo: H. Grobe)

Earth Observing Systems

Earth observation from space is an important component of research on environmental changes in the Polar regions. The 'Earth Observing Systems' group aims at the development of methods for retrieving continuous and large-scale information about the physical state of the polar ice masses and oceans from the quantities which the satellite instruments measure directly. The group participates actively in the Helmholtz Research Network "Integrated Earth Observing System" (HGF-EOS) and coordinates the topic "Ocean and Cryosphere". The AWI organised the first HGF-EOS summer school, chaired by Prof. Peter Lemke, at the BAH on Helgoland in July 2006. The major focus was on the research topic "Ice and Ocean". In total, 22 Ph.D. students and seven lecturers from the Helmholtz Centers participated in the summer school. At present, the AWI is contributing to a concept for continuation of the HGF-EOS network. Plans are being made for the AWI to coordinate the topic "Climate-related changes in the polar regions". The HGF presidium will discuss a continued funding of HGF-EOS at the beginning of 2008.

Erdbeobachtungssysteme

Für die Erforschung der Polargebiete und der Meere ist die Erdbeobachtung durch Satelliten von großer Bedeutung. Ziel der Arbeitsgruppe „Erdbeobachtungssysteme“ ist die Entwicklung von Auswerteverfahren, mit denen aus den direkten Messdaten der Satelliteninstrumente physikalische Änderungen der polaren Eismassen sowie der Ozeanregionen kontinuierlich und großflächig abgeleitet werden können. Die Gruppe arbeitet aktiv im Helmholtz-Forschungsnetzwerk „Integriertes Erdbeobachtungssystem“ und stellt dort den Sprecher für das Topic „Ozean und Kryosphäre“. Die erste Sommerschule im Rahmen des HGF-EOS Netzwerks wurde im Juli 2006 vom AWI unter der Leitung von Prof. Peter Lemke an der BAH auf Helgoland durchgeführt. Der Themenschwerpunkt lag auf dem Bereich „Eis und Ozean“. Insgesamt nahmen 22 Doktoranden und sieben Dozenten aus den Helmholtz-Zentren an der Sommerschule teil. Das AWI wirkt auch bei der Entwicklung eines Konzeptes für die Fortführung des HGF-EOS Netzwerkes mit. Es ist vorgesehen, dass das AWI das Forschungsthema „Klimabedingte Änderungen in den Polargebieten“ koordinieren soll. Über eine Fortsetzung der Förderung des EOS-Programms wird das Präsidium der Helmholtz-Gemeinschaft Anfang 2008 entscheiden.

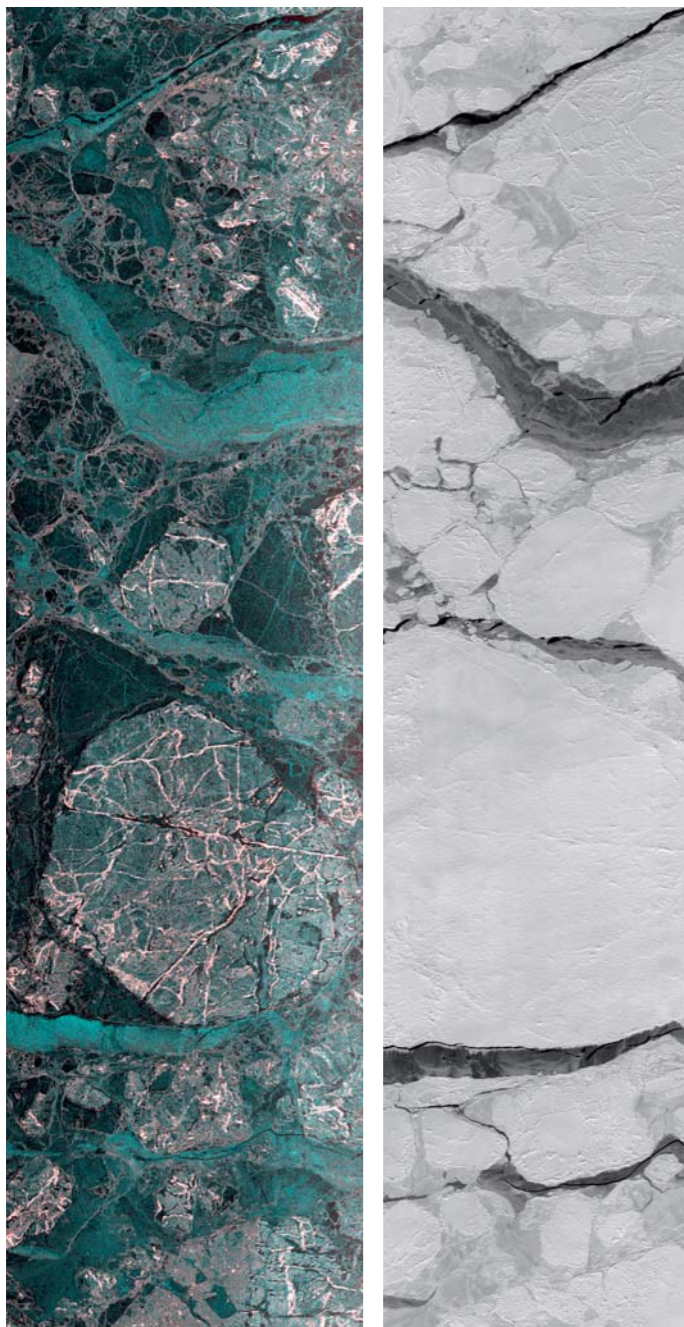


Abb. 5: Meereis nordwestlich von Spitzbergen, aufgenommen während der ICESAR-Kampagne. Die Bilder stammen vom Radarsystem des DLR-Flugzeugs (links) und dem optischen Scanner der Polar-2 und überdecken in der Breite jeweils 2000 m (Radar) und 1700 m (Scanner). Leicht zu identifizieren sind in beiden Bildern die Rinnen, die von grauem Eis bedeckt sind, das von einzelnen Spalten offenen Wassers durchzogen ist. Die Struktur schneebedeckter Eisschollen ist im Radarbild deutlicher zu erkennen.

Fig. 5: A scene over sea ice northwest of Svalbard. The data was acquired during ICESAR with an imaging radar carried on the DLR airplane (left) and with an optical scanner on the AWI airplane. The swath widths are 2000 m (radar) and 1700 m (scanner), respectively. In particular leads covered by grey ice with open water cracks can easily be identified in both images. The structure of snow covered ice floes is much easier to recognise in the radar image.

Mitglieder der EOS-Gruppe sind als Berater der Europäischen Weltraumbehörde ESA tätig. Zur Vorbereitung der Sentinel-1 Erdbeobachtungsmission, die ab 2011 gestartet werden soll und deren Satelliten mit abbildenden Radarsystemen ausgerüstet sein werden, beteiligte sich die ESA zusammen mit dem AWI und dem Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme des DLR an der Feldkampagne "ICESAR", die im März und April 2007 im Gebiet von Spitzbergen stattfand. Neben Radarbildern vom Meer- und Landeis, die von einem DLR-Flugzeug aus aufgenommen wurden, konnten mit der 'Polar 2' u. a. die Beschaffenheit der Meereisoberfläche vermessen und meteorologische Daten der oberflächennahen Atmosphärenschicht gesammelt werden. Die sehr erfolgreich beendete Messkampagne hat nicht nur für die ESA, sondern auch für verschiedene Forschergruppen des AWIs wertvolles Datenmaterial geliefert. Ein japanisches Fernseheteam, das an einer Dokumentation über die Auswirkung der globalen Temperaturerhöhung in der Arktis arbeitete, führte mit einigen Kampagneteilnehmern Interviews zu den wissenschaftlichen Fragestellungen von ICESAR durch.

Members of AWI's EOS-group act as advisors of the European Space Agency (ESA). The group participated in the preparation of the Sentinel-1 mission that will be launched in 2011. The satellites of this mission will be equipped with an imaging radar system and will contribute to different tasks of Earth observation. ESA, AWI and the Microwaves and Radar Institute of DLR collaborated in a field campaign named ICESAR that took place in the region of Svalbard in March and April 2007. A DLR airplane acquired radar images over sea and land ice. The AWI airplane 'Polar 2' measured amongst other things the structure of the sea ice cover and collected data from the atmospheric boundary layer. The very successfully completed field campaign supplied not only ESA but also different AWI research groups with valuable data. A Japanese TV team working on a documentary on the effects of global warming in the Arctic interviewed a couple of ICESAR participants with respect to the scientific objectives of the campaign.