

Polarforschung 78 (2), 121 – 123. 2008 (erschienen 2009)

Das Internationale Polarjahr 2007/08

An dieser Stelle berichtet die Deutsche Kommission für das Internationale Polarjahr über deutsche Aktivitäten im IPY 2007/08. Aktuelle Informationen gibt es bei www.polarjahr.de.



Folge 20: Der Arktische Ozean - Status und Zukunft

Zurzeit finden im Arktischen Ozean drastische Veränderungen statt. Das Meereis verringert sich, die oberen Wasserschichten werden wärmer und Strömungen verschieben sich. Daraus sind Auswirkungen auf den Austausch und den Transport von Stoffen und auf Ozean- und Eisorganismen zu erwarten. Für das Verständnis dieser Veränderungen ist eine umfassende Gesamtaufnahme als Ausgangspunkt für Langzeitbeobachtungen notwendig.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben sich Zirkulation und Eigenschaften der Wassermassen im Arktischen Ozean nachweisbar verändert. Wasser, das aus dem Nordatlantik in den Arktischen Ozean gelangt, ist seit den frühen 1990er Jahren wärmer geworden. Eine offene Frage ist, ob diese zusätzliche Wärme dazu beigetragen hat, dass das arktische Meereis abnimmt. Der Zufluss aus dem Atlantik ist auch salzhaltiger geworden, aber zur gleichen Zeit hat auch die Süßwasserzufuhr in die Arktis zugenommen. Die verringerte Meereisbedeckung könnte im Gegenzug die Austauschbeziehungen zwischen Ozean und Atmosphäre beeinflusst haben. Veränderte atmosphärische Bedingungen, z.B. die Arktische Oszillation, beeinflussen den Eintrag, die Speicherung und Zirkulation von Süßwasser, das über Flüsse und Niederschlag in den Arktischen Ozean gelangt.

Warmes Wasser aus dem Atlantik strömt durch zwei Meerengen in den Arktischen Ozean, zum einen durch die Barentssee, zum anderen durch die Framstraße. Diese Einströme sind von unterschiedlicher Temperatur und Dichte (Salinität). Sie folgen primär als eng begrenzte Randströmungen dem Kontinentalrand und den morphologischen Rücken des Arktischen Ozeans, die dadurch auch hydrographische Untersuchungen in hoher Auflösung erfordern. Neben diesen Randströmen sind diese Einträge auch im übrigen Bereich des Arktischen Ozeans erkennbar, der Einstrom durch die Framstraße als obere „atlantische“ Schicht, der Strom durch die Barentsstraße als intermediäre Lage darunter.

Das Wasser im Arktischen Ozean – Offene Fragen

- Erreicht der wärmere Eintrag in die Barentssee die zentrale Arktis?
- In welchem Ausmaß bleibt das Wasser der Framstraße im Kontakt mit der Atmosphäre, während es an den kontinentalen Abhängen und Rücken entlang fließt, und wo wird es durch die Süßwasserschicht aus den sibirischen Flüssen von der Atmosphäre isoliert?

- Steigt Atlantikwasser am Schelfrand auf, so dass es seine Wärme abgeben kann?
- Wo vermischen sich die Wassermassen von Framstraße und Barentssee und welche Anteile fließen in welchen Zeiträumen innerhalb der verschiedenen Becken zurück in die Framstraße?
- Wie verläuft momentan die Süßwasser-Transpoldrift aus dem Pazifik und den sibirischen Flüssen?
- Können wir einzelne Impulse von warmem Salzwassereintrag aus dem Atlantik feststellen und den Zeitablauf ihres Rückflusses in den subarktischen Atlantik eingrenzen?

Zur Beantwortung dieser wesentlichen Fragen wurde im IPY 2007/08 neben anderen arktischen Expeditionen die Polarsternfahrt ARK-XXII/2 durchgeführt (Abb. 1), die insbesondere die eurasische und zentrale Arktis erfassen sollte. Um dekadische Veränderungen zu erfassen, wurden im Eurasischen Becken Wiederholungsmessungen zu „Polarstern“- und „Oden“-Kampagnen von 1991, 1993, 1995, 1996 und 2005 durchgeführt. Das ozeanographische Programm ist Teil des EU-Projektes DAMOCLES (Developing Arctic Modelling and Observation Capabilities for Longterm Environmental Studies, vgl. Folge 10).



Abb. 1: Logo der Polarstern-Expedition ARK-XXII/2 mit dem IPY-Programm SPACE (Synoptic Pan-Arctic Climate and Environment Study) und dem EU-Programm DAMOCLES (Developing Arctic Modelling and Observation Capabilities for Long-term Environment Studies).

Zusätzlich leistete ARK-XXII/2 einen Beitrag zu einem internationalen Langzeitbeobachtungsprogramm von Ozean und Meereis durch Eisbojen, die in diesem Jahr auf verschiedenen Expeditionen erstmalig in großem Umfang arktisweit ausgebracht wurden.

Ein wesentlicher Bestandteil der Expedition war ein Chemie-Programm im Rahmen von GEOTRACES (Spurenstoffe in der Arktis). Dabei kam erstmalig ein Ultra-clean-System zum Einsatz, mit dem in großem Umfang effektiv Wasserproben für Spurenmetalluntersuchungen genommen werden können. Parallel dazu wurde ein breites Spektrum von natürlichen Radioisotopen für Partikelflussuntersuchungen beprobt.

Untersuchungen der Wassersäule entlang von Profilschnitten

Die ursprüngliche Planung sah vor, dass ARK-XXII/2 vor allem den eurasischen Sektor der Arktis abdeckt. Die unerwartet geringe Eisbedeckung des Sommers 2007 erlaubte jedoch, die Untersuchungen bis weit ins Amerasische (Kanadische) Becken hinein auszudehnen. Die weit nach Norden zurückgezogene Eisgrenze führte aber auch dazu, die Messbojen sehr viel weiter im Nordwesten auszuliegen als eigentlich vorgesehen war.

Die Profilschnitte erstreckten sich von den Schelfgebieten der Barents-, der Kara- und der Laptewsee über das Nansen-, das Amundsen- und das Makarow-Becken bis über den Alpha-Mendelejew-Rücken in das Kanadabecken (Abb. 2). Auf allen Schnitten wurden in engem Stationsabstand CTD-Profile (Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoffgehalt und Fluoreszenz) aufgenommen und eine Kombination von Standardproben genommen.

Das erste Profilschnitt entlang 34°E nach Norden führte ins Nansenbecken bis 84°30'N. Der zweite Schnitt verlief im Osten entlang 61°E von 84°40'N aus nach Süden in Richtung Franz-Joseph-Land. Der dritte Schnitt begann im östlichen Voronintrog entlang etwa 86°E nach Norden. Nansenbecken, Gakkelrücken, Amundsenbecken und Lomonosowrücken wurden gequert. Über dem Lomonosowrücken wurde ein Abstecher nach Norden gemacht, um den Tiefenwasseraustausch durch das so genannte Intrabecken an der Schwelle zwischen Amundsen- und Makarowbecken zu untersuchen. Anschließend wurde die Fahrt entlang des ursprünglichen Schnittes bei etwa 88°N nach Osten ins Makarow-Becken fortgesetzt.

Bei 87°51'N, 170°W wurde die erste Eisboje ausgebracht (Abb. 3). Nach dem Makarowbecken wurde der Alparücken bei 85°42'N, 135° W gequert und der Rand des Kanadabeckens bei 84°30'N, 138°25'W erreicht. Im Amerasischen (Kanadischen) Becken wurde der CTD-Schnitt durch XCTD-Abwürfe vom Helikopter aus um jeweils weitere 70 nm nach Osten bzw. nach Süden verlängert. Vom südlichen Alparücken führte ein kurzer Schnitt über einen der Durchlässe zwischen Makarowbecken und Kanadabecken zum östlichen Ende des Mendelejewrückens. Der vierte Schnitt führte über das Makarow-Becken, den Mendelejew-Rücken und den Lomonosow-Rücken und diente primär dem Ausbringen von Eisbojen. Der abschließende fünfte Schnitt wurde entlang des mittelozeanischen Gakkelrückens durchgeführt, um ggf. hydrothermal verursachte Wärmeanomalien zu lokalisieren.

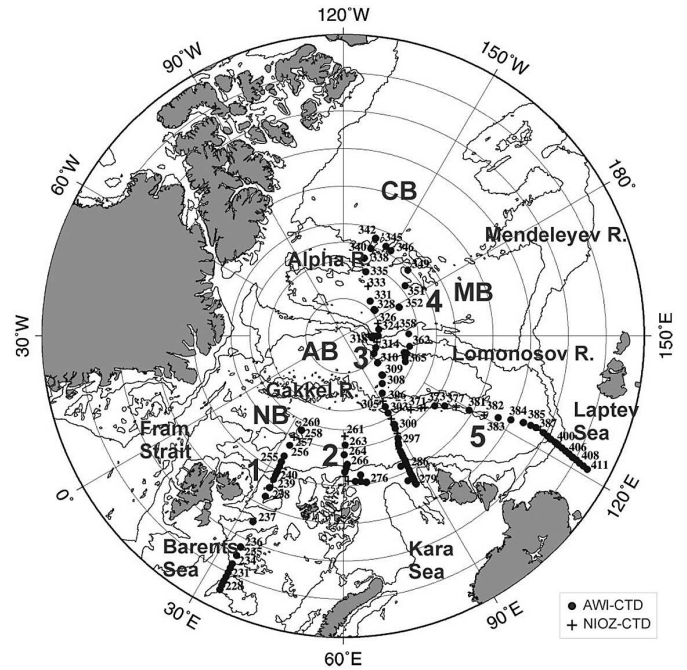


Abb. 2: Lage der untersuchten Profilschnitte mit den CTD-Stationen. Die Zahlen geben die Profilschnitte an. AB = Amundsenbecken, NB = Nansenbecken, MB = Makarowbecken, CB = Kanadabecken

Der Kontinentalrand wurde gequert und das Profil endete in der Laptewsee.

Erste Ergebnisse

Der erste Profilschnitt entlang 34°E reichte von der Barentssee bis fast zum Gakkelrücken. Hier wurde der Einstrom atlantischen Wassers mit hoher Salinität (> 35.1) und 6 °C oberflächennaher Temperatur erfasst. Die polare Front mit geringerer Salinität und Temperatur des Oberflächenwassers (bis 1,6 °C) lag am Südrand der Grand Bank.

Über dem Kontinentalabhang wurde durch die Framstraße einfließendes Wasser mit wieder höheren Temperaturen und



Abb. 3: Ein internationales Team beim Ausbringen einer Eisboje. Die von der Boje getragene Sonde misst jeden Tag ein Profil der Temperatur und des Salzgehalts bis in 800 m Tiefe und sendet die Daten per Satellit an Land (Foto: K. Bakker, NIOZ).

Salinität der obersten Schichten angetroffen. Unter 1000 m wurden Arktisches Intermediäres Wasser (AIW) und das Nordische Tiefenwasser (NDW), beide mit geringerem Salzgehalt, registriert. Weiter beckenwärts nahmen Salzgehalt und Temperatur des oberen atlantischen Wassers ab und Intrusionen wurden registriert. Ein Temperaturminimum darunter ist auf Barentsseeewasser zurückzuführen.

Eine ähnliche Situation wurde auf den nördlichsten Stationen des zweiten Schnitts angetroffen. Weiter im Süden dominierte das wärmere und geringer salzhaltige, neu zugeflossene Wasser. Dieser Zufluss aus der Barentssee kann möglicherweise eine verringerte Eisbildung verursachen.

Auf dem dritten Profilschnitt wurde in der nördlichen Karasee hauptsächlich über den Barentsschelf eingeflossenes Wasser angetroffen. Das Gebiet weiter nördlich ist gekennzeichnet durch Wechselwirkungen der beiden einfließenden atlantischen Wasserkörper aus Barentssee und Framstraße. Vom Gakkelrücken durch das Amundsen-Becken bis zum Lomonossowrücken erreichte die Temperatur der oberen atlantischen Schicht ein Minimum von ca. 1 °C und der Salzgehalt war <34,9. Im kleinen Intrabecken auf dem Lomonossowrücken konnte kein Durchfluss von tiefem Wasser aus dem Amundsenbecken ins Makarowbecken nachgewiesen werden; im Gegensatz dazu findet in den höheren Teilen der Wassersäule solch ein Zufluss statt. Über dem Alfarücken wurden bedeutende Veränderungen der Wassereigenschaften beobachtet, u.a. sank die Temperatur der oberen Schicht atlantischen Wassers auf 0,5-0,4 °C.

In den obersten Schichten des dritten Profilschnitts waren die unterschiedlichen Süßwassereinträge in den Arktischen Ozean gut zu beobachten. Im Nansenbecken ist die oberste Schicht mit geringen Salzgehalten auf saisonales Eisschmelzen zurückzuführen. Im Amundsenbecken konnte ein Einfluss von Brackwasser aus den sibirischen Schelfen festgestellt werden, welches durch die Mischung von Flusswasser und Wasser aus der Barentssee entsteht. Über dem Lomonossowrücken und dem Makarowbecken ist der Einstrom dieses Schelfwassers noch stärker ausgeprägt. Über dem Alfarücken und dem Karabecken schließlich stieg der Süßwasseranteil dramatisch

an, was durch pazifischen Zufluss erklärt wird. Ähnliche Verhältnisse wurden auf vierten Profilschnitt angetroffen.

Auf dem fünften Profilschnitt entlang des Gakkelrückens lagen die Temperaturen um 1 °C und der Salzgehalt bei <34,9 in der oberen atlantischen Schicht konstant. Das intermediäre Barentsseeewasser wurde zwischen 1000 und 2000 m durch eine wärmere und salzigere Wassermasse unterbrochen.

In der Lapteewsee hatte das Bodenwasser einen relativ hohen Salzgehalt; erst die oberen 10-20 m zeigten hohe Süßwassergehalte durch die sibirischen Flüsse. Das Bodenwasser war kalt (<-1,5 °C), darüber lagen die Temperaturen um 0 °C.

Fazit

Insgesamt war der Zustrom aus der Barentssee, als intermediäre Schicht unter dem Atlantikwasser, durch ein starkes Salzgehaltsminimum gekennzeichnet. Allerdings änderte sich die Salinität räumlich sehr stark, so dass angenommen werden muss, dass der Zustrom zeitlich stark variiert und die Salinität des Barentsseewassers in den letzten Jahren möglicherweise zurückgegangen ist.

Das Atlantikwasser aus der Framstraße wurde vom dritten zum fünften Profilschnitt, d.h. zwischen dem östlichen Karaseeabhang und der westlichen Lapteewsee, kälter und süßer. Diese Veränderung hängt möglicherweise zum Teil mit einer Vermischung der beiden Zuströme und zum Teil mit Rückflüssen aus dem Nansenbecken zusammen. Diese Beobachtung deckt sich mit den Intrusionen und Wechsellagen, die in der kälteren und weniger salinen Atlantikschicht in der Framstraße in den ersten drei Profilschnitten beobachtet worden waren.

Links: <<http://www.geotraces.org/>>
<<http://www.damocles-eu.org/>>

Kontakt: Dr. Ursula Schauer, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, 27568 Bremerhaven, <ursula.schauer@awi.de>

Zusammenstellung: Ursula Schauer und Monika Huch.