

## Frühling im Weddellmeer: Biologisch-physikalische Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Eis und Ozean

Christian Haas, Gerhard Dieckmann, Hartmut Hellmer,  
Michael Schröder

Das westliche Weddellmeer ist eines der wenigen Gebiete im Südpolarmeer, das auch im antarktischen Sommer weitgehend von Eis bedeckt bleibt. Von früheren Polarstern-Expeditionen ist bekannt, dass das dortige Eis im Sommer ungewöhnlich geschichtet und stark von Algen besiedelt ist, wodurch es eine besondere Rolle für die biologische Primärproduktion und den Kohlenstoffkreislauf spielt (Abb. 23). Im November 2004 brach Polarstern zum Projekt ISPOL (Ice Station POLarstern) in das Weddellmeer auf. Das multidisziplinäre Vorhaben unter Beteiligung führender Wissenschaftler aus acht Ländern sollte zu einem besseren Verständnis der physikalisch-biologischen Prozesse im schmelzenden Meereis beitragen. Fünf Wochen lang ankerte das Schiff an einer Eisscholle, um biologische, chemische, glaziologische, meteorologische und ozeanographische Messungen in Luft, Schnee, Eis und Wasser durchzuführen. Während dieser Zeit driftete die Scholle 98 Kilometer nach Norden (Abb. 2). Eisdickenmessungen ergaben, dass verschiedene Eistypen unterschiedlicher Herkunft im ISPOL-Gebiet vorherrschten (Abb. 24). Das zweijährige Eis im Westen und Osten war zwei bis vier Meter dick und mit bis zu einem Meter Schnee bedeckt. Dazwischen befand sich ein Band dünneren einjährigen Eises, das vor dem Ronne-Schelfeis entstanden und seitdem fast 1000 Kilometer ins Untersuchungsgebiet gedriftet war.

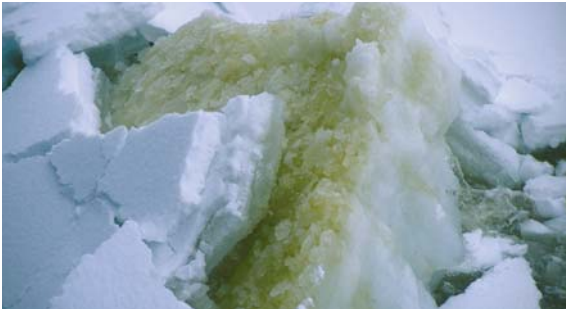
## *Go with the floe: biological-physical interactions between atmosphere, ice and ocean in the Weddell Sea*

*Christian Haas, Gerhard Dieckmann, Hartmut Hellmer,  
Michael Schröder*

The western Weddell Sea is one of the few regions of the Southern Ocean covered by perennial sea ice. Earlier Polarstern expeditions have shown a strong layering of the ice with high algal standing stocks, suggesting that the ice plays an important role for primary production and the Carbon Cycle (Figure 23). In November 2004, RV Polarstern headed towards the Weddell Sea to conduct the Ice Station POLarstern (ISPOL) experiment. This multidisciplinary project involved leading scientists from eight countries to improve our understanding of physical-biological processes during the sea ice melting season. For five weeks the ship was anchored to an ice floe to conduct biological, chemical, glaciological, meteorological, and oceanographic measurements in the air, ice and water. During the experiment, the floe drifted 98 kilometres to the North (Figure 24). Ice thickness measurements showed the presence of two major ice regimes in the study region: two to four meter thick second-year ice to the West and East covered by up to one meter of snow and a south-north extending band of thinner first-year ice in-between. Satellite imagery revealed that this ice originated from the Ronne polynya, and has drifted almost 1000 kilometres into the study region.

Despite spring/summer conditions and the low southern latitude of 67°30'S, ice and snow thickness only decreased by 20 to 30 centimetres. Low atmospheric

Trotz der Jahreszeit und der niedrigen südlichen Breite von  $67^{\circ}30'S$  nahmen Eis und Schnee während ISPOL nur um 20 bis 30 Zentimeter in ihrer Dicke ab. Die geringen atmosphärischen und ozeanischen Wärmeströme von wenigen Watt pro Quadratmeter reichten nur aus, um das Eis auf  $-2$  bis  $-1$  °C zu erwärmen, was zu einer starken Erhöhung der Porosität des Eises führte (Abb. 23). Chemische Untersuchungen konnten zeigen, dass das Eis dadurch im Sommer zum Austausch wichtiger Klimagase wie Kohlendioxyd ( $CO_2$ ) und Dimethyl-Sulfid (DMS) zwischen Ozean und Atmosphäre beiträgt, obwohl nur stellenweise eine Zunahme der Algenbesiedlung festgestellt werden konnte. Zunehmendes Algenwachstum führte allerdings zu großen Krillschwärmen unter dem Eis und zu einem ständigen Fluss von gelöstem und partikulärem Kohlenstoff in das Wasser.



**Abb. 23:** Die beim Eisbrechen gekippte Scholle ist stark von Algen besiedelt und zeigt die sommerliche Schichtung des porösen Meereises.

*Fig. 23: Small ice floe tilted during ice breaking. The ice is strongly inhabited by algae and shows the typical layering of porous summer sea ice. (Photo: C. Haas)*

and oceanic heat fluxes of a few Watts per square meter lead to warming of the ice to  $-2$  to  $-1$  °C, resulting in increases of ice porosity (Figure 23). Chemical measurements showed that this increased the exchange of climatically relevant gases like Carbon Dioxide ( $CO_2$ ) and Dimethyl-Sulfide (DMS) between ocean and atmosphere, even at low increases of algal growth. However, increased algal growth did support large swarms of krill feeding under the ice and resulted in a continuous flux of dissolved and particulate Carbon into the water.

Observations of vertical temperature and salinity distributions in the water column were performed by means of a new CTD probe deployable by helicopter. Within a region of 60 nautical miles around the Polarstern drift track, the bottom water was  $0.5$  °C colder than observed during a similar Russian-American drift experiment (ISW-1) in 1992. Tracer analysis showed for the first time that this water originated from the neighbouring Larsen-C Ice Shelf, and has flown down the continental slope in a sporadic event. During the drift period, surface water salinity decreased only slightly, mainly due to lateral melting of ice floes and brash ice in leads.

The station floe fractured twice during the observation period, but with little consequences for the scientific program. Unfortunately, the long-term Polarstern schedule required a completion of the study in early January 2005. Therefore, we plan to repeat the project to cover the complete summer melting between January and March as part of a future Polarstern drift experiment.

Zur Analyse der vertikalen Verteilung von Temperatur und Salz in der Wassersäule wurde eine neuartige Hubschraubersonde eingesetzt. Messungen in einem Umkreis von bis zu 60 Seemeilen um die Polarstern-Driftspur ergaben, dass das Bodenwasser um  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  kälter war als bei dem russisch-amerikanischen Driftexperiment ISW-1 im Jahre 1992. Durch Tracer-Analyse gelang erstmalig der Nachweis, dass das benachbarte Larsen-C-Schelfeis eine Quelle für Eisschelfwasser ist, das offenbar in einem einmaligen Ereignis den Kontinentalhang hinab geglitten war. An der Wasseroberfläche wurde nur eine geringe Salzgehaltsabnahme beobachtet, die durch seitliches Abschmelzen von Eis und Eisbruchstücken in Wasserrinnen erklärt werden kann.

Während der Drift brach die Eisscholle zweimal auseinander, was die wissenschaftlichen Arbeiten jedoch nur kurzfristig unterbrach. Leider erforderte der Polarstern-Zeitplan bereits Anfang Januar 2005 eine Beendigung der Untersuchungen. Um die Beobachtungen der sommerlichen Schmelzperiode zu vervollständigen, ist eine Fortsetzung von ISPOL für die Zeit Januar bis Februar geplant.

**Abb. 24: Envisat-Radar-Satellitenbild des westlichen Weddellmeeres und des Larsen-C-Schelfeises an der Antarktischen Halbinsel. Bei  $56^{\circ}\text{ W}$  ist das dunkle Band einjährigen Eises zu sehen. Darüber sind die Tiefenlinien (schwarz), die ISPOL Drift-Spur (blau) sowie Anfang (großer gelber Stern) und Ende der Drift (kleiner gelber Stern) gezeigt. Orange Rauten zeigen die Stellen, an denen Salzgehalts- und Temperaturmessungen des Wassers mit Hubschraubern durchgeführt wurden.**

*Fig. 24: Envisat radar satellite image of the western Weddell Sea and Larsen-C Ice Shelf east of the Antarctic Peninsula. A dark band of first-year ice is visible at  $56^{\circ}\text{ W}$ . Black lines show water depth contours. The Polarstern drift track is shown by the blue line, with begin and end of the drift indicated by the large and small yellow stars, respectively. Positions of helicopter measurements of water temperature and salinity are indicated by orange diamonds.*

