

Abschätzungen des Oberflächenwärmeflusses in Polynjen der Antarktis mittels satellitengestützten Fernerkundungsdaten

S. de la Rosa (1), **S. Kern** (1), and **D. Stammer** (1)

(1) Institut für Meereskunde, Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften,
Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland (sara.delarosa@zmaw.de / Phone: +49 40 42838
7479)

Die Meereisbedeckung der polaren Breiten reduziert den Ozean-Atmosphäre-Wärmetransport auf typischerweise einige wenige Watt / m². Öffnungen in der Meereisdecke, z. B. Rinnen und Polynjen, lassen einen um zwei Größenordnungen größeren Wärmestrom zu – insbesondere während des Winters. In Rinnen und Polynjen wird verstärkt Meereis neu gebildet. Der damit einher gehende Salzeintrag modifiziert die vorhandenen Wassermassen und kann u. U. zur Bildung dichten Tiefenwassers führen, wie z. B. das Antarktische Tiefenwasser (AABW). Um zu einer verlässlichen Abschätzung der Eisproduktion und damit des Salzeintrags in den Ozean, z. B. für die Polynjen entlang der Küste der Antarktis, zu gelangen, muss der Nettogewesamtärmestrom an der Wasser- bzw. Eisoberfläche bekannt sein. Eine flächenhafte Abschätzung des Wärmestroms für diese Polynjen anhand von Beobachtungen lässt sich nicht mittels Vor-Ort-Messungen vornehmen sondern erfordert die Verwendung von Satellitendaten.

In diesem Beitrag stellen wir kurz vor, wie mit Daten aus dem infraroten Spektralbereich (Advanced Very High Resolution Radiometer, AVHRR) bzw. dem Mikrowellenbereich (Special Sensor Microwave / Imager, SSM/I, 19, 37 und 85 GHz) dieser Wärmestrom abgeschätzt werden kann. Dabei werden wir uns auf die Anwendung von SSM/I Daten konzentrieren, da diese weniger durch Wolken und Nebel beeinflusst werden. Auf Wolkenfreiheit geprüfte AVHRR Daten werden zunächst dazu benutzt, die Oberflächentemperatur abzuleiten. Diese liefert in Kombination mit Vor-

Ort-Messungen (Automatische Wetterstationen, AWS) und modellierten Feldern (European Centre for Medium Range Weather Forecast, ECMWF) von Wind, Feuchte und Lufttemperatur unter Verwendung von Standardformeln für den langwelligen Nettostrahlungsfluss und die turbulenten Ströme latenter wie fühlbarer Wärme den Nettogesamtwärmestrom an der Oberfläche. Unter zu Hilfenahme weiterer Annahmen kann hieraus die Eisdicke (bis etwa 50 cm) abgeleitet werden.

Diese Eisdicke wiederum findet Eingang in einen Ansatz von Martin et al. (2004) zur Abschätzung von Eisdicke und Wärmestroms aus SSM/I Daten. Dieser Ansatz basiert auf einem empirischen Zusammenhang zwischen der Eisdicke und dem Verhältnis von vertikal zu horizontal polarisierter Strahlungstemperatur bei 37 GHz (P37). Mittels dieses Zusammenhangs lässt sich aus besagtem Verhältnis ebenfalls die Eisdicke (bis etwa 20 cm) gewinnen. Wir werden Beispiele der Eisdickenverteilung für zwei Polynjen im Rossmeer, Antarktis, mit einer räumlichen Auflösung von 5 km für die Wintermonate 2002 zeigen und diskutieren.

Zur Ableitung des Wärmestroms aus SSM/I Daten wird gemäß Martin et al. (2004) eine Wertetabelle erstellt. Diese enthält Berechnungen des Wärmestroms durch das Meereis einerseits und in der Atmosphäre andererseits und zwar für eine Anzahl passend gewählter Werte für die hier unbekannte Oberflächentemperatur. Die aus SSM/I Daten ermittelte Eisdicke und die oben bereits erwähnten meteorologischen Parameter bilden hierfür die Grundlage. Der Wärmestrom durch das Eis sollte gleich dem atmosphärischen Wärmestrom sein. Ist dessen Differenz zum Wärmestrom durch das Eis minimal, so wird dieser Wert als der tatsächliche Nettogesamtwärmestrom angenommen. Wir werden Beispiele des so und unter zu Hilfenahme von AVHRR Oberflächentemperaturen ermittelten Nettogesamtwärmestroms für das Rossmeer zeigen und diskutieren.

Der aus den SSM/I Daten abgeleitete Wärmestrom hängt maßgeblich von der Genauigkeit der hierfür verwendeten Eisdickendaten ab. Wir haben eine beträchtliche Anzahl von Fällen schlechter Übereinstimmung der Eisdickenverteilung abgeleitet mittels AVHRR Daten bzw. SSM/I Daten gefunden; für diese Fälle muss davon ausgegangen werden, dass auch die abgeleiteten Wärmeströme fehlerhaft sind. Dafür kann es mehrere Ursachen geben. Zum Beispiel haben Hwang et al. (2007) beobachtet, dass bei 37 GHz die Emissivitätsänderung zwischen schneebedecktem bzw. mit Frostblumen bedecktem und nacktem dünnen Meereis die empirische Beziehung zwischen der Eisdicke und P37 empfindlich stören kann. Hwang et al. (2007) schlagen vor, stattdessen Daten der 85 GHz Kanäle des SSM/I zu verwenden. Wir sind dem gefolgt und haben eine empirische Beziehung zwischen der Eisdicke und dem Verhältnis vertikal zu horizontal polarisierter Strahlungstemperatur bei 85 GHz (P85) gefunden, die der von Martin et al. (2004) verwendeten ähnelt. Damit kann auch aus 85 GHz

SSM/I Daten Information über die Dicke dünnen Eises gewonnen werden. Die auf P85 beruhenden Eisdickendaten werden dann alternativ zur Berechnung des Wärmestroms durch das Eis herangezogen und entsprechend neue Werte für den Nettogesamtwärmestrom ermittelt. Wir werden Beispiele für die Eisdicke und den Nettogesamtwärmestrom ermittelt auf Basis des P85 geben und diskutieren. Schließlich zeigen wir eine Zeitreihe des kumulativen Nettogesamtwärmestroms abgeleitet auf Basis von P37 im Vergleich zu den Resultaten basierend auf P85 und zu den auf AVHRR Oberflächen-temperaturdaten basierenden Werten für zwei Polynjen im Rossmeer für Winter 2002 und vergleichen die Resultate mit neuesten Abschätzungen aus der Literatur.

Literatur

Hwang, B.J, J.K Ehn, D.G. Barber, R. Galley and T.C. Grenfell, 2007: Investigations for newly formed sea ice in the Cape Bathurst polynya: 2. Microwave emission. *J. Geophys. Res.* 112, C05003, doi: 10.1029/2007JC003703.

Martin, S., R. Drucker, R. Kwok, and B. Holt, 2004: Estimation of the thin ice thickness and heat flux for the Chukchi Sea Alaskan coast polynya from Special Sensor Microwave/Imager data, 1990-2001. *J. Geophys. Res.*, 109, C10012, doi:10.1029/2004JC002428.