

Verbundprojekt: WTZ RUS: IRO – Eis-Routen-Optimierung – Eine Voraussetzung für einen wirtschaftlichem Transport auf dem Nördlichen Seeweg; Vorhaben: Schneeauflage auf Meereis

Christian Melsheimer, Georg Heygster

Abschlussbericht, Januar–August 2011

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der acht Monate des Projektes *IRO – Eis-Routen-Optimierung – Eine Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Transport auf dem Nördlichen Seeweg; Vorhaben: Schneeauflage auf Meereis* zusammen. Das Projekt wurde nach dem Kick-Off Meeting BMWi-seitig beendet, nachdem die russische Seite nicht die erwarteten Beiträge liefern konnte.

Dieser Bericht dient der Sicherung der bis zum Abbruch erzielten umfangreichen Ergebnisse zur Analyse des wissenschaftlichen Standes, der Analyse und Synergie von Daten verschiedener Sensoren (hier: passive und aktive Mikrowellensensoren). Darüber hinaus wird der Bericht hilfreich sein in der Startphase des nunmehr begonnenen Projektes IRO-2.

1 Schneeauflage auf Meereis

Eine Schneeauflage auf Meereis reduziert den Wärmefluss zwischen Ozean und Atmosphäre, und beeinflusst damit Eisdickenwachstum und Abschmelzen. Außerdem erhöht der Schnee auf dem Eis bei Eisfahrt die Reibung erheblich. Daher ist die Kenntnis der Schneeauflage relevant für Vorhersage von Eisbedingungen und Eisfahrt, und wegen der Unzugänglichkeit und der starken Veränderlichkeit des Meereises sind Fernerkundungsmethoden geboten, um flächenhafte Informationen über die Schneeauflage auf dem Meereis zu erhalten.

2 Fernerkundung der Schneeauflage

2.1 Algorithmen

Eine Schneeauflage auf dem Meereis beeinflusst die Mikrowellen-Emissivität, und zwar umso stärker, je höher die Frequenz und je dicker die Schneeschicht ist. Daher wird die Differenz von Helligkeitstemperaturen ¹ verschiedener Frequenzen durch eine Schneeauflage verändert, was man ausnutzen kann, um Informationen über die Dicke der Schneeschicht zu gewinnen (*Markus & Cavalieri*, 1998).

Man benutzt dabei die Helligkeitstemperaturen bei 19 und 37 GHz, vertikaler Polarisation, $T_B(19V)$ bzw. $T_B(37V)$, wie sie von den Satelliteninstrumenten SSM/I (Special Sensor Microwave/Imager, s. Anhang A.2), oder AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS, s. Anhang A.1) gemessen werden.

Um andere Effekte (z.B. den Einfluss der Temperatur) auf die Helligkeitstemperatur zu minimieren, wird noch mit der Summe normiert, der entstehende Ausdruck heißt üblicherweise Gradientenverhältnis (“gradient ratio”), GR^V :

$$GR^V = \frac{T_B(37V) - T_B(19V)}{T_B(37V) + T_B(19V)} \quad (1)$$

Durch Regressionsanalyse von in situ gemessenen Schneedicken und Helligkeitstemperaturen haben *Markus & Cavalieri* (1998) gezeigt, dass unter bestimmten Bedingungen (s. später, S. 3) GR^V linear von der Dicke der Schneeauflage auf dem Eis abhängt:

$$h_{\text{snow}} [\text{cm}] = a + b GR_{\text{ice}}^V \quad (2)$$

mit zwei Konstanten a und b .

Da das Integrationsgebiet der Antenne (ein “Pixel”) einen Durchmesser von mehreren Kilometern hat, misst der Satellitensensor normalerweise eine lineare Mischung aus der Emission von offenem Wasser und Meereis (pro “Pixel”):

$$T_B = CT_{B,\text{ow}} + (1 - C)T_{B,\text{ice}} \quad (3)$$

wobei C der Meereisbedeckungsgrad ist, also der Anteil von Meereis an der Fläche des “Pixels”).

¹Im Mikrowellenbereich wird die Intensität von emittierter Strahlung, also die Radianz [$\text{W}/(\text{m}^2\text{sr})$], umskaliert und als Helligkeitstemperatur [K] bezeichnet. Es ist die Temperatur, die ein schwarzer Körper haben müsste, um genau die Strahlungsintensität zu emittieren, die gemessen wurde