

# Meereistransport durch die Framstraße

Gunnar Spreen, Stefan Kern und Detlef Stammer

**Der Meereisexport durch die Framstraße in die Grönlandsee ist von fundamentaler Bedeutung für den Süßwasserhaushalt des Nordatlantiks, die tiefreichende ozeanische Konvektion in Grönland- und Labradorsee und damit für die globale thermohaline Zirkulation. Einer der Schwachpunkte bei der Bestimmung dieses Exports ist das Fehlen flächendeckender Beobachtungen der Meereisdicke. Hier wird eine Methode vorgestellt, die die Abschätzung der Verteilung von Meereisdicke und -export ausschließlich aus Satellitendaten ermöglicht.**

Maximum-Korrelationsmethode die Verlagerung markanter Strukturen bestimmt. Unser Verfahren nutzt eine für 89 GHz AMSR-E Daten entwickelte Methode (Abbildung 1).

Bisherige Verfahren zur Flussberechnung nutzen Abschätzungen der Meereisdicke aus Messungen eines sogenannten „Upward Looking Sonar (ULS)“. Diese messen den Tiefgang des Eises über die Schalllaufzeit zwischen dem ULS und der Eisunterseite. Hieraus wird die Dicke bestimmt – unter Verwendung typischer Werte für Meereisdichte und Schneeeigenschaften. Zur Flussberechnung wer-

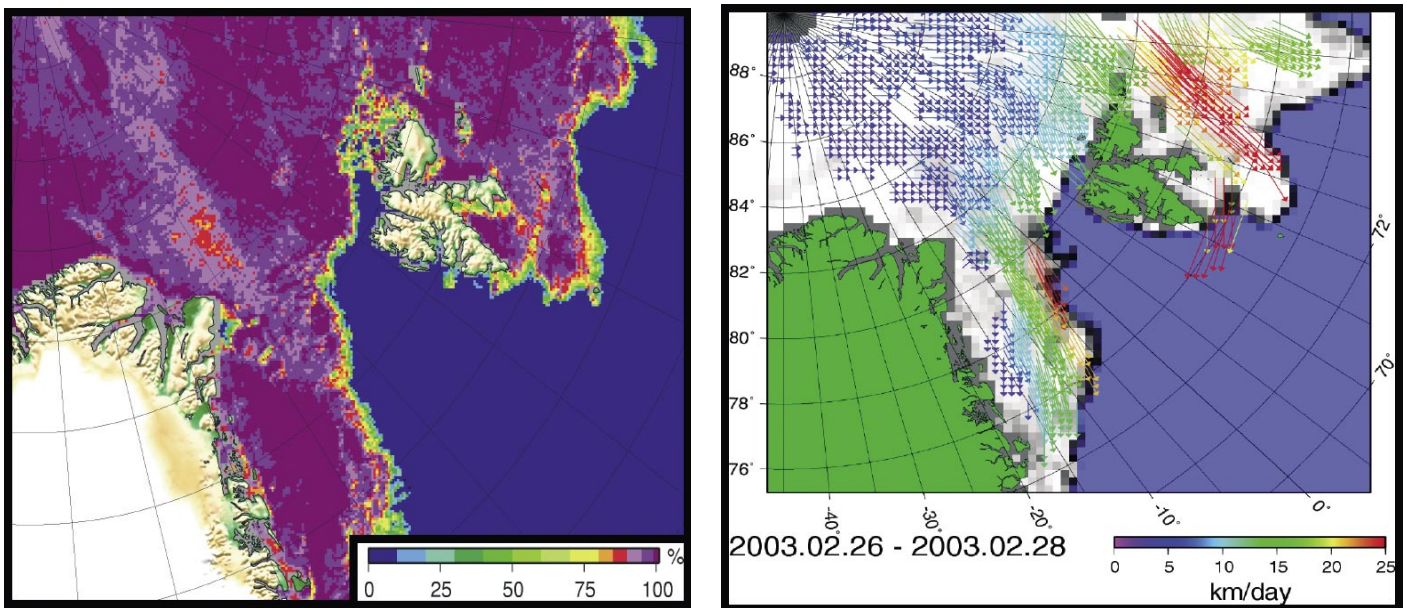


Abbildung 1: Meereiskonzentration im Gebiet der Framstraße aus 89 GHz AMSR-E Daten (ASI Algorithmus), 13. Jan., 2003; Auflösung: 3.125 km (links). Meereisdrift aus 89 GHz AMSR-E Daten, 26.-28. Feb., 2003; Auflösung: 25 km (rechts).

Figure 1: ASI algorithm sea-ice concentration derived from 89 GHz AMSR-E data for Jan. 13, 2003, for the Fram Strait region; grid size: 3.125 km (left). Sea-ice drift derived from 89 GHz AMSR-E data for Feb. 26-28, 2003; grid size: 25 km (right).

Der Meereisexport (oder Meereisvolumenfluss) ist das Produkt aus Meereisbedeckung, -drift und -dicke. Erstere wird unter Ausnutzung der Emissivitätsdifferenz zwischen offenem Wasser und Meereis aus Daten passiver Mikrowellensensoren berechnet. Unser Verfahren nutzt den ARTIST Sea Ice (ASI) Concentration Algorithmus und 89 GHz Daten des Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR-E) (Abbildung 1). Die Meereisdrift wird aus ähnlichen Satellitendaten aufeinander folgender Tage berechnet. Hierzu wird mittels einer

den diese Punktmessungen quer zur Framstraße extrapoliert.

Das Geoscience Laser Altimeter System (GLAS) des ICESat Satelliten erlaubt das Erfassen der Meereisdickenverteilung. Das GLAS misst hochgenau die Entfernung zwischen Satellit und Oberfläche über die Laufzeit eines Laserpulses. Mit Kenntnis der Meeresspiegelhöhe in der Meereisregion lässt sich aus dieser Entfernung die Meereisfreibordhöhe ableiten. Die Meeresspiegelhöhe liegt jedoch

*The sea-ice export through the Fram Strait is the single largest freshwater source for the Greenland Sea. It is highly variable and amounts annually to about 10% of the total Arctic Ocean sea-ice mass. Using a multi-sensor approach to estimate this export solely from satellite data, the spatial distribution of sea-ice thickness and volume flux in the Fram Strait region were obtained for the first time. The results underline the large inter-seasonal and inter-annual variability of the sea-ice export through Fram Strait.*

nicht täglich und hinreichend genau für die Meereisregion vor und wird daher ebenfalls aus GLAS Daten bestimmt. Die Meereisfreibordhöhe wird mit ähnlichen Annahmen wie bei den ULS Messungen in die Eisdicke umgerechnet (Abbildung 2). Diese wird mit Meereiskonzentration und -drift multipliziert, der resultierende Fluss jeweils über einen Messzeitraum (etwa 33 Tage) gemittelt und in ein polarstereographisches Gitter (Auflösung: 25 km) interpoliert. Abbildung 3 zeigt den Meereisvolumenfluss pro Gitterzelle für zwei untersuchte Zeiträume. Zusätzlich wurde für Zonalschnitte entlang 79°N und 80°N der meridionale Volumenfluss berechnet. Unsere Ergebnisse sind von gleicher Größenordnung wie frühere. Der Vergleich des Flusses aus ähnlichen Jahreszeiten zeigt hohe interjährliche Variabilität.

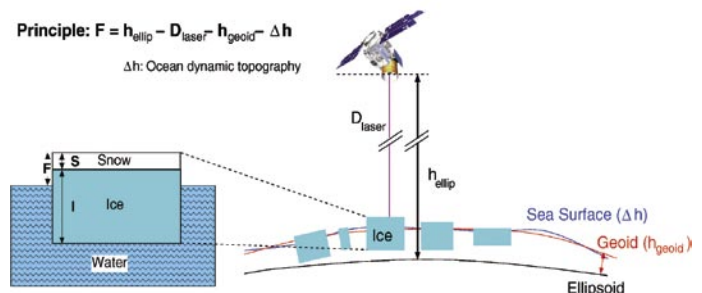


Abbildung 2: Skizze von Messprinzip und beteiligten Größen (Meereisfreibordhöhe  $F$ , Schneedicke  $S$  und Meereisdicke  $I$ ) für den GLAS Sensor.

Figure 2: Schematic view of the GLAS instrument above the involved surface components used in the derivation of the sea ice freeboard height  $F$  together with a schematic sketch of the interrelation between  $F$ , snow depth  $S$ , and sea-ice thickness  $I$ .

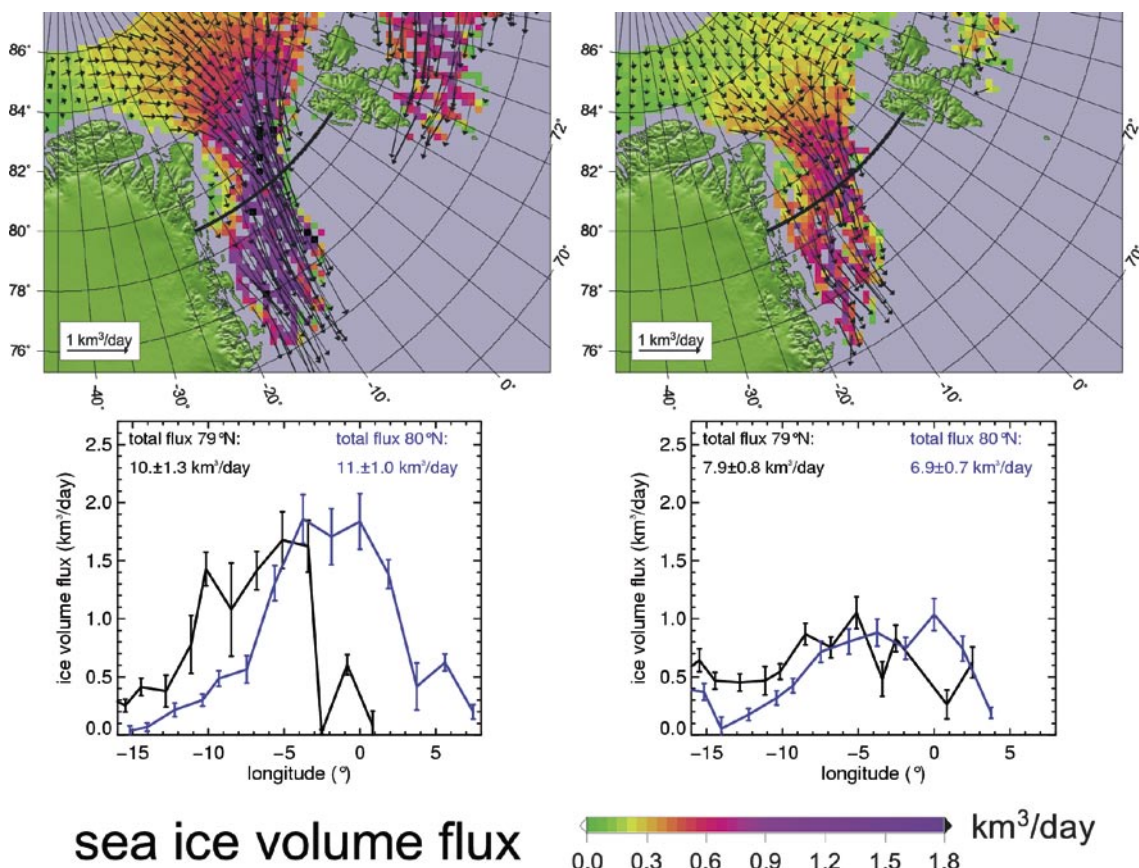


Abbildung 3: Karten: Betrag (farbkodiert) und Richtung (Pfeile) des Meereisvolumenflusses in der Framstrassenregion für jede Gitterzelle (25km x 25km). Gebiete fehlender bzw. aussortierter Daten sind grau dargestellt. Grafiken: Meridionaler Volumenfluss durch Zonalschnitte bei 79°N (schwarz) und 80°N (blau).

Figure 3: Maps: Amount (colour-coded) and direction (arrows) of the sea-ice volume flux per grid cell (size: 25 km x 25km) in the Fram Strait region. Grey areas denote missing or flagged data. Graphs: meridional volume flux across zonal gates at 79°N (black) and 80°N (blue).