

Effektivität des turbulenten Wärmeaustausches über Eislöcher in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Rinnenbreite

B. Witha and S. Raasch

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leibniz Universität Hannover (witha@muk.uni-hannover.de)

Das Meereis ist von wesentlicher Bedeutung für das Klima der Polargebiete, da es in erheblichem Maße den Energieaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre beeinflusst. Während das Meereis isolierend wirkt, findet über den Bereichen offenen Wassers, hauptsächlich Eislöcher und Polynyas, ein Großteil des Wärmeeintrags in die polare Grenzschicht statt. Die großen Temperaturunterschiede zwischen Luft und Wasser erzeugen starke Konvektion und hohe turbulente Wärmeflüsse, welche die Struktur der polaren Grenzschicht signifikant beeinflussen. Eislöcher sind Risse im Meereis, deren Breite zwischen einem Meter und mehreren Kilometern betragen kann und die Hunderte von Kilometern lang sein können. Da sie ganzjährig im gesamten Meereisbereich anzutreffen sind und dort die wichtigste Wärmequelle darstellen, haben sie einen deutlichen Einfluss auf das polare Klima, der in großskaligen Modellen bisher nur unzureichend berücksichtigt ist.

Um den Einfluss von Eislöchen auf die Grenzschichtturbulenz unter verschiedenen Umgebungsbedingungen besser zu verstehen, wurden hochauflösende Large-Eddy-Simulationen mit dem parallelisierten LES-Modell PALM durchgeführt. Der Schwerpunkt der vorgestellten Untersuchungen liegt auf dem Einfluss von Windgeschwindigkeit und Rinnenbreite auf den turbulenten Wärmeaustausch über der Rinne. Beide Parameter wirken sich signifikant auf die Effektivität des Wärmeaustausches aus und stehen in komplexer Wechselwirkung miteinander.

Bei sehr schwachem oder rinnenparallelem Wind stellt sich eine thermisch induzierte mesoskalige Zirkulation ein. Im Vergleich zur Konvektion über einer homogenen Wasseroberfläche bewirkt das mesoskalige Windsystem einen effektiveren Wärmeaustausch. Der auf die Rinnenfläche normierte Wärmefluss an der Wasseroberfläche zeigt zusätzlich jedoch eine nicht-lineare Abhängigkeit gegenüber der Rinnenbreite.

Bei signifikantem rinnensenkrechtem Wind bildet sich keine mesoskalige Zirkulation aus. Über der Rinne entstehen thermische Auf- und Abwinde, die vom Wind stromabwärts über das Eis transportiert werden, dabei anwachsen und sich in größerer Entfernung zur Rinne wieder auflösen. Im zeitlichen Mittel ist ein konvektiver Aufwindbereich über der Rinne und vor allem über dem Eisbereich stromabwärts der Rinne sichtbar. Die Abhängigkeit des Wärmeaustausches von der Rinnenbreite unterscheidet sich signifikant vom Schwachwindfall.