

Zusammenfassung

Polare Mesozyklonen sind häufig mit hohen Windgeschwindigkeiten und starken Niederschlägen verbunden. Sie stellen nicht nur ein extremes Wetterereignis dar, sondern sind auch für das Klimasystem von Bedeutung, indem sie Wärme und Feuchte polwärts transportieren und einen wichtigen Beitrag zum Niederschlag in den Polargebieten leisten.

Die Bedeutung groß- und mesoskaliger Einflüsse auf die Entwicklung von polaren Mesozyklonen wird mit Hilfe des mesoskaligen Atmosphärenmodells METRAS gekoppelt mit einem Eismodell bestimmt. Im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen ist es mit Hilfe des gekoppelten Modells möglich, die Wechselwirkung zwischen Zyklone und Eisbedeckung zu untersuchen. Die Güte des Atmosphäre-Eismodells wird anhand eines während des FRAMZY'99-Experiments beobachteten Zyklonendurchgangs beurteilt. Der Vergleich der Modellergebnisse mit Flugzeug- und Eisbojenmessungen zeigt eine gute Übereinstimmung sowohl für die atmosphärischen Größen als auch für die Eisgrößen.

Die Untersuchung der Einflußfaktoren wird für eine idealisierte mesoskalige Zyklone durchgeführt, die sich aufgrund barokliner Instabilität vertieft. Die Ergebnisse zeigen, daß die Zugbahn stark durch den Eisrand bestimmt wird und eine Auflockerung der Eisbedeckung durch den Zyklonendurchzug stattfindet. Den stärksten Einfluß auf die Zyklonenentwicklung haben die großskalige Richtung der Zugbahn und die lokale Eisverteilung. Die Änderung dieser Parameter beeinflusst die Zyklonenentwicklung qualitativ, so daß Unterschiede im Kerndruck von 5 hPa bzw. 3 hPa und in der mittleren Windgeschwindigkeit von 4 m/s bzw. 2 m/s auftreten. Darüber hinaus verschiebt sich die Zyklonenzugbahn bei Vorgabe einer homogenen Eisverteilung um 40 km. Durch die Erhöhung des Eisbedeckungsgrads wird die Vertiefung der Zyklone abgeschwächt, was zu Unterschieden von 0.5 hPa im Kerndruck führt. Wird die Auflockerung der Eisbedeckung während des Zyklonendurchzugs vernachlässigt, d.h. die Anfangseisbedeckung festgehalten, dann vertieft sich die Zyklone nicht, was Unterschiede bis 1 hPa im Kerndruck verursacht. Da die Eisrandverlagerung nicht simuliert wird, verschiebt sich die Zyklonenzugbahn um 20 km. Die Vernachlässigung der Ozeanströmung, die Erhöhung der Eisdicke und die Veränderung des Anfangsoberflächentemperaturfelds spielen dagegen für die Zyklonenentwicklung eine sehr geringe Rolle. Die Auflockerung der Eisbedeckung während des Zyklonendurchgangs beeinflusst nicht nur die Zyklonenentwicklung. Sie führt auch zu einer Erhöhung der mittleren Wärmeflüsse um bis zu 70 W/m² und zu einer Beschleunigung der Eisdrift, was im Klimageschehen bedeutsam sein kann.

Abstract

Polar mesocyclones are often connected with high wind speeds and strong precipitation. They represent an extreme weather event but furthermore play an important part in the climate system by transporting heat and humidity polewards and they are important for precipitation in the polar regions.

The synoptic and mesoscale influences on the development of polar mesocyclones are investigated by using the mesoscale atmosphere model METRAS coupled with a sea ice model. Compared to former investigations, the application of the coupled model allows studying the interaction between cyclones and ice coverage. The quality of the model results is judged by simulating a situation observed during the FRAMZY'99-experiment. The comparison of model results and plane and ice buoy measurements reveals a good agreement for the atmospheric quantities as well as the ice quantities.

The investigation of the different scale influences is performed for an idealized mesoscale cyclone, which deepens due to baroclinic instability. The cyclone track is strongly affected by the ice edge and the ice coverage is broken up during the cyclone passage. The most important parameters influencing the cyclone development are the synoptic-scale cyclone track and the local ice distribution. These two parameters cause a qualitative change of the cyclone development leading to differences in the minimum pressure of 5 hPa and 3 hPa respectively, and in the mean wind speed of 4 m/s and 2 m/s, respectively. By prescribing homogenous ice coverage, the cyclone track is displaced by about 40 km. Increasing the ice fraction reduces the deepening of the cyclone, causing differences of 0.5 hPa in the minimum pressure. Neglecting the break up of ice, which means preserving the initial ice coverage, completely prevents the deepening, resulting in differences of 1 hPa in the minimum pressure. In that case the movement of the ice edge is not simulated, therefore a shift of the cyclone track of about 20 km occurs. In other case studies, the lack of ocean flow, the increase of ice thickness and the change of the initial surface temperature field have only a slight effect on the cyclone development. The break up of ice that occurs during the cyclone passage is not only influencing just the cyclone development but also causing an increase of mean heat fluxes of up to 70 W/m^2 and an acceleration of the ice drift. Both of these may be important in the climate system.