



Simulation der tropischen Zyklonogenese mit dem Lokalmmodell und der Einfluß von DCAPE

Th. Hasselbeck und Th. Frisius

Institut für Atmosphäre und Umwelt, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Altenhöferallee 1, D-60438 Frankfurt am Main (E-Mail: Hasselbeck@iau.uni-frankfurt.de, Frisius@iau.uni-frankfurt.de)

Der latente Wärmehaushalt ist für den Entstehungszyklus tropischer Wirbelstürme von zentraler Bedeutung. In unserer Studie im Zusammenhang mit dem SFB 641 'Die troposphärische Eisphase' haben wir die Bedeutung der Eisphase für die Simulation der tropischen Zyklonogenese mit dem Lokalmmodell (LM) des DWD untersucht.

Wie Willoughby et al. (1984) und Lord et al. (1984) bereits bei ihren Simulationen tropischer Zyklonen mit Hilfe eines zylindersymmetrischen, nicht-hydrostatischen Modells gezeigt haben, führt die Berücksichtigung der Eisphase in der Parametrisierung der Wolkenphysik zu einem Auftreten verstärkter Abwärtsbewegung außerhalb der Eyewall-Region. Diese Abdrift entsteht durch den Entzug latenter Wärme infolge des Schmelzvorgangs.

Bei unseren LM-Simulationen nehmen wir als Anfangszustand ein kreisssymmetrisches Tiefdruckgebiet im Gradientwindgleichgewicht an, in dessen Zentrum 21 Auftriebszellen mit erhöhter Feuchtigkeit und Temperatur eingelagert sind. Als Grundzustand dient eine Atmosphäre mit konstanter relativer Luftfeuchte von 70 %. Die Simulationen wurden mit dem Warmregenschema bzw. dem Zweieisschema, in dem zusätzlich Wolkeneis und Schnee als Niederschlagskategorie auftreten, durchgeführt. Allen Modellrechnungen liegt eine Wasseroberflächentemperatur am Modellunterrand von 301 K zugrunde. Bei den verschiedenen Modellläufen wurde die Druckdifferenz des vorgegebenen Wirbels variiert.

Während alle Simulationsläufe zu einem Hurrikan der Stärke 2 auf der Saffir-Simpson Skala führten, zeigen sich in der Struktur des Wirbels sowie dessen Entwicklung,

abhängig vom verwendeten Wolkenschema, deutliche Unterschiede. Die mit dem Zweieisschema simulierten tropischen Zyklonen weisen zum einen realistischere Strukturen auf, zum anderen erfolgt die Entwicklung in zwei Phasen, gemäß Gray (1998). Die für die erste Phase charakteristische Konvektion bricht zunächst zusammen, die eigentliche Entwicklung der Zyklone zum tropischen Wirbelsturm erfolgt in Phase zwei.

Die unterschiedliche Entwicklung kann anhand der Entwicklung der DCAPE (Downdraft Convective Available Potential Energy) verstanden werden. Eine Definition der DCAPE lautet

$$DCAPE \equiv \int_{p_i}^{p_s} (\alpha_p(p) - \alpha_a(p)) dp,$$

wobei α_p bzw. α_a das spezifische Volumen des Luftpakets bzw. der Umgebung bezeichnen und sich die Integration von der (Absink-)Starthöhe des Luftpakets bis zum Boden erstreckt. Entlang der Absink-Adiabate wird die Konservierung der Eis-Flüssig-Potentiellen Temperatur vorausgesetzt. Damit liefert DCAPE ein Maß für die theoretisch verfügbare maximale konvektive Energie, die infolge des Absinkens eines Luftpakets freiwerden kann.

Der Eisphaseneffekt äußert sich durch eine Erhöhung der DCAPE aufgrund von Eis-Hydrometeoren, die für die verstärkten Abwinde verantwortlich sind. Die DCAPE stellt zudem ein geeignetes Diagnosewerkzeug dar, um die Existenz von konvektiven Abwinden nachzuweisen. Es wird somit gezeigt, daß DCAPE in sinnvoller Weise als diagnostische Größe für die realistische Simulation einer tropischen Zyklonogenese herangezogen werden kann.

Literatur:

Gray, W.M., 1998: The formation of tropical cyclones. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **67**, 37-69

Lord, J. S., H. E. Willoughby und J. M. Piotrowicz, 1984: Role of a parameterized ice-phase microphysics in an axisymmetric, nonhydrostatic tropical cyclone model. *J. Atmos. Sci.*, **41**, 2836-2848.

Willoughby, H. E., H.-L. Jin, S. J. Lord und J. M. Piotrowicz, 1984: Hurricane Structure and Evolution as Simulated by an Axisymmetric Nonhydrostatic Numerical Model. *J. Atmos. Sci.*, **41**, 1169-1186