

Modulation interner Schwerewellen durch hochreichende Konvektionswolken

D. Ruprecht (1), R. Klein (1), and A. J. Majda (3)

(1) Institut für Mathematik, Freie Universität, Berlin, Germany (ruprecht@zib.de), (2) Institut für Mathematik, Freie Universität, Berlin, Germany, (3) Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, USA

Es wird ein Modell präsentiert, welches die Modulation von internen Schwerewellen durch hochreichende Konvektionswolken beschreibt. Die Herleitung des Modells basiert auf der Kombination der dynamischen Erhaltungsgleichungen mit einem “bulk” Modell für die Mikrophysik, welches die Evolution der Mischungsverhältnisse von Wasserdampf, Wolkenwasser und Regen beschreibt. Mittels Methoden der Mehrskalens-Asymptotik und geeigneter Mittelungen ergibt sich ein reduziertes, geschlossenes System von Gleichungen für die Dynamik auf den Skalen der Schwerewellen. Mit Hilfe des Mikrophysik-Modells erhält man analytisch eine Darstellung des Quellterms für die potentielle Temperatur, welcher Freisetzung und Verbrauch von latenter Wärme beschreibt. Das resultierende Modell ist eine Erweiterung der bekannten linearisierten, nicht-hydrostatischen anelastischen Gleichungen. Der Einfluss der Wolken reduziert sich auf einen Parameter σ , welcher den Flächenanteil gesättigter Bereiche in horizontalen Schnitten auf der Skala der Mikrophysik angibt.

Das reduzierte Modell erlaubt eine weitreichende mathematische Analyse. Unter anderem können die Dispersionsrelation, die Gruppengeschwindigkeit sowie eine Taylor-Goldstein Gleichung bestimmt und untersucht werden. Dabei ergeben sich eine Reihe interessanter Unterschiede im Vergleich zu den trockenen anelastischen Gleichungen. Unter anderem

1. ergibt sich eine von σ abhängige, minimale horizontale Wellenzahl (maximale horizontale Wellenlänge), unterhalb (oberhalb) derer Moden nicht mehr propagieren, sondern mit der Höhe abklingen,
2. reduziert sich mit σ das Verhältnis der vertikalen zur horizontalen Komponente der Gruppengeschwindigkeit, d.h. die Ausbreitungsrichtung von Wellenpaketen nähert sich der Horizontalen an,
3. verringert σ stark den durch Propagation von Schwerewellen induzierten vertikalen Fluss von horizontalem Impuls.

Unter vereinfachenden Annahmen können stationäre Lösungen des Systems analytisch aus der Superposition verschiedener Moden bestimmt und die Effekte 1. - 3. visualisiert werden.

Mittels einer geeigneten Diskretisierung der Gleichungen werden numerische Lösungen des Modells berechnet und analysiert. Unter anderem wird untersucht, wie von einem Hügel erzeugte orographische Wellen durch ein advectiertes Wolkenpaket gestört werden. Beobachtet werden signifikante Änderungen der Amplituden sowie eine starke Reduktion des Impulsflusses.

References

- [1] R. Klein, A. J. Majda. Systematic Multiscale Models for Deep Convection on Mesoscales. *Theoretical & Computational Fluid Dynamics*, 20 (2006), pp. 525-551.
- [2] D. Ruprecht, R. Klein, A. J. Majda. Moisture-Gravity Wave Interactions in a Multiscale Environment Technical Report, Konrad-Zuse-Zentrum Berlin (ZIB) (2009)

- [3] D. Ruprecht, R. Klein, A. J. Majda. Modulation of Internal Waves in a Multi-scale Model for Deep Convection on Mesoscales *J. Atmos. Sci.*, (submitted)