



Variabilität der Mesosphäre und unteren Thermosphäre in hohen Breiten während stratosphärischer Erwärmungen

P. Hoffmann, E. Becker, W. Singer

Leibniz Institut für Atmosphärenphysik, D-18225 Kühlungsborn, Schlossstr.6

(e-mail: hoffmann@iap-kborn.de ; becker@iap-kborn.de; singer@iap-kborn.de; Fax: +49
38293 6850; Tel.: +49 38293 680)

Die Mesosphäre und untere Thermosphäre (MLT) ist durch starke Variabilität gekennzeichnet, die durch den Einfluss von Schwerewellen, thermischen Gezeiten und planetaren Wellen bestimmt ist. Während stratosphärischer Erwärmungen, die in den Wintermonaten verstärkt in der nördlichen Hemisphäre auftreten, sind die in der Troposphäre angeregten planetaren Wellen in der Lage, sich bis in mesosphärische Höhen auszubreiten. Zur Untersuchung des Einflusses planetarer Rossby-Wellen auf die MLT-Region wurde in diesem Beitrag eine Kombination von Beobachtungen und numerischen Simulationen angewandt.

Die Beobachtungen basieren auf Windmessungen mit den MF-Radar in Andenes (69°N, 16°E) und Poker Flat (65°N, 147°W) und auf Wind- und Temperaturmessungen mit den Meteorradars in Andenes (69°N, 16°E) und Resolute Bay (75°N, 95°W). Die Windwerte überdecken die MLT-Region im Höhenbereich von 70 - 95 km. Tageswerte der Temperaturen wurden für eine Höhe von etwa 90 km abgeleitet. Zusätzlich wurden turbulente Energiedissipationsraten aus den Messungen im Höhenbereich von 55 - 90 km mit einem 3-MHz Dopplerradar in der Nähe von Andenes abgeleitet.

Die Wind- und Temperaturdaten zeigen bereits einige Tage vor der eigentlichen Erwärmung in der Stratosphäre eine Umstellung der mesosphärischen Zonalwinde von den im Winter vorherrschenden Westwinden auf kurzzeitige Ostwinde sowie

eine Abkühlung in der oberen Mesosphäre. Vergleiche der Meridionalwinde mit den Beobachtungen anderer Messorte auf vergleichbaren geographischen Breiten lieferten Hinweise auf eine Welle-1- Struktur in der oberen Mesosphäre, wohingegen die Abhängigkeit der Zonalwinde von der geographischen Länge schwächer war. Die Auswertung der Turbulenz ergab erhöhte Dissipationsraten während der Westwindphase, die auf die stratosphärische Erwärmung folgte. In dieser Zeit konnten aus den Windmessungen eine erhöhte Aktivität von Schwerewellen mit Perioden zwischen 3 und 9 Stunden im Höhenbereich zwischen 70 - 85 km nachgewiesen werden.

Zur Interpretation dieser Beobachtungen haben wir eine stratosphärische Erwärmung mit dem mechanistischen Zirkulationsmodell KMCM (Kühlungsborn Mechanistic general Circulation Model) untersucht. Dieses Modell beschreibt die Dynamik vom Erdboden bis zu einer Höhe von ~ 100 km und wurde hier mit einer Schwerewellenparametrisierung nach Lindzen betrieben. Die simulierte stratosphärische Erwärmung zeigte die gleichen Eigenschaften wie die Beobachtungen. Während der stratosphärischen Erwärmung ergab sich keine Impulsdeposition durch Schwerewellen und eine reduzierte Dissipation in der MLT-Region, die Holton's Interpretation zur mesosphärischen Abkühlung bestätigt. Die Modellergebnisse zeigten eine erhöhte Divergenz des Eliassen-Palm-Flusses in der Mesopausenregion, die sich synchron mit der Windumstellung abwärts bis in die untere Stratosphäre ausbreitete. Dieser Mechanismus ist mit der Zeitverschiebung der Umstellungen der beobachteten Zonalwinde der Meso- und Stratosphäre konsistent und zeigt, dass die starken planetaren Rossby-Wellen sich bis zur Mesopausenregion ausbreiten können, dort vor der eigentlichen stratosphärischen Erwärmung zur Umstellung der zonalen Zirkulation führen. Nach der Wiederherstellung des Polarwirbels werden die Rossby-Wellen abgeschwächt und die Schwerewellen können sich bis zur Mesopausenregion ausbreiten. Diese Interpretation ist in Übereinstimmung mit den beobachteten erhöhten turbulenten Dissipationsraten und der Zunahme der Scherwellenaktivität nach der stratosphärischen Erwärmung.