

Beitrag der ultralangen Wellen zur Zirkulationsänderung infolge des zonal variierenden Ozons – Modellstudie

M. Bügelmayer (2), A. Gabriel (1), and D.H.W Peters (1)

(1) Institut für Atmosphärenphysik, Kühlungsborn, Mecklenburg, Germany (peters@iap-kborn.de, +49 (0)38293 6850), (2) Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik, Austria (buegelmayer@iap-kborn.de)

Für die globale und über das Jahr gemittelte Strahlungsbalance der mittleren Atmosphäre spielt das Ozon eine wichtige Rolle. Im Wesentlichen wird die solare Heizung durch Absorption kurzwelliger Strahlung der Sonne durch Ozon bestimmt und durch die langwellige thermische Abstrahlung von CO₂, Ozon und Wasserdampf ausbalanciert. Die saisonale Variation dieser Heizung führt zu einer netto Heizung auf der Sommerhemisphäre und Kühlung auf der Winterhemisphäre. Zum Ausgleich dieser differentiellen Erwärmung bzw. Abkühlung tragen dynamisch bedingte zonal gemittelte meridionale und vertikale Wärmeflüsse bei. Die sich ausbildende Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre liefert diese Beiträge auch in Form von planetaren Wellenflüssen, die aufgrund der Breitenvariation der Corioliskraft entstehen. Außerdem übernehmen diese Wellen auch den großräumigen Transport von Ozon und steuern die Ozonchemie über die Temperatur in der oberen Stratosphäre. In den IPCC Modellen werden nur zonal gemittelte Ozonfelder berücksichtigt, wobei die Chemie-Klima Modelle durchaus die Längenabhängigkeit des Ozon beachten. Es gibt jedoch noch Probleme bei der Modellierung der Amplitude und Phasenlage der planetaren Wellen.

Mehrere, mit GCM durchgeführte, Sensitivitätsstudien der letzten Jahre haben gezeigt, dass die Wirkung des längenabhängigen Ozons in der Stratosphäre auf die Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre von großer Bedeutung ist, aber die Mechanismen sind noch unklar. In der vorliegenden Studie sollen basierend auf den Modellrechnungen von Gabriel und Peters diese untersucht und verstanden werden. Als Datengrundlage dient einerseits der Kontrolllauf des GCM MAECHAM5, der das zonal gemittelte Ozon enthält und andererseits ein Lauf, bei dem ab Oktober der Januarwert des zonal asymmetrischen Ozons eingebracht wird. Vor allem interessant erscheint die Übergangsperiode (Oktober bis Dezember) in der sich die Modellatmosphäre an die geänderte Ozonverteilung anpasst, und es zu den bekannten signifikanten Veränderungen in der Allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre im Januar kommt. Zum Beispiel wurde eine Temperaturänderung von -2 bis -4K in der Stratosphäre über Europa festgestellt (Gabriel et al, 2007).

Die Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der dynamisch relevanten Größen, Geopotential, Temperatur, Zonal-, Meridionalwind und Wellenaktivitätsfluss, über die Wintermonate (Oktober bis Januar) gibt Aufschluss über den Einflusses des zonal variierenden Ozons. Zusätzlich wird eine spektrale Zerlegung präsentiert, um den Beitrag und die Bedeutung der einzelnen Wellenzahlen zum Wellenaktivitätsfluss zu bestimmen.

Die Resultate zeigen, dass sich die Änderungen in den planetaren Wellen über Europa von der Stratopausenregion ausgehend nach unten ausbreiten. Diese Entwicklung beginnt im Oktober, vergrößert sich zum Dezember und verstärkt sich zum Januar erheblich. Die spektrale Zerlegung des Geopotentials und des Wellenaktivitätsflusses hat ergeben, dass in der Stratosphäre die Superposition der Wellenzahl 1 mit der Welle 2 die Wellenaktivität bestimmt und die Wellenzahlen 2 – 4 beinahe deren gesamte Struktur in der Troposphäre erfassen. Mithilfe dieser Diagnostik konnten wir zeigen, dass hauptsächlich ultralange Wellen die Veränderung der Allgemeinen Zirkulation infolge des zonal asymmetrischen Ozons bewirken. Zudem scheint die strahlungsinduzierte Anregung der planetaren Wellen zuerst eine Modifizierung derselben in der Stratopausenregion zu bewirken. Die Änderung breitet sich nach unten aus und wird durch Rückkopplung mit baroklinen Wellen in der Troposphäre verstärkt.