

Die Rolle von Schwerewellen für die stratosphärische Zirkulation heute und in der Zukunft

Roland Eichinger (1,2), Hella Garny (2,1), Jessica Kern (2), and Simone Dietmüller (2)

(1) Ludwig-Maximilians Universität, Meteorologisches Institut München, München, Deutschland, (2) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, Deutschland

Die Luftzirkulation in der mittleren Atmosphäre kann das Klima sowie das Wetter am Erdboden signifikant beeinflussen und deren Veränderung im Zuge des Klimawandels ist daher ausschlaggebend für die Zuverlässigkeit von Klimavorhersagen. Der Antrieb kleinskaliger Schwerewellen auf die Zirkulation wird in gängigen Klimamodellen mittels vereinfachter Schemata parametrisiert, und dieser Antrieb leistet einen wesentlichen Beitrag zur stratosphärischen Zirkulation. In vorangegangenen Studien wurde jedoch gezeigt, dass die Stärke der Zirkulation und deren durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderung bemerkenswert robust gegenüber Änderungen des Schwerewellenantriebs ist. Der Grund dafür liegt in der Kompensation des Schwerewellenantriebs durch den Antrieb von planetaren Rossby Wellen.

In dieser Studie untersuchen wir die Sensitivität der stratosphärischen Zirkulation hinsichtlich orographischer, als auch nicht-orographischer Schwerewellen zu heutigen (Jahr 2000) und zu zukünftigen (Jahr 2100) Klimabedingungen. Hierzu vergleichen wir Zeitscheibenexperimente mit und ohne der jeweiligen Schwerewellenparametrisierung mit dem globalen Klimamodell EMAC. Die Abschaltung des Schwerewellenantriebs führt (in beiden Fällen) zu starken Veränderungen des mittleren Zonalwindes, die Residualzirkulation jedoch, bleibt aufgrund der Wellenkompensation dabei weitgehend unbeeinflusst. Dies gilt speziell für den unteren Ast der Zirkulation sowie für den oberen Ast im Nordwinter und entspricht den Ergebnissen früherer Studien. Im Südwinter findet bei fehlenden nicht-orographischen Schwerewellen zum Teil jedoch keine Wellenkompensation statt, im Gegenteil, die Wellenanomalie verstärkt sich durch die planetaren Wellen sogar und speziell der obere Zirkulationsast weist dann signifikante Veränderungen auf. Auch die Reaktion der Residualzirkulation auf den Klimawandel ist unabhängig vom Schwerewellenantrieb weitgehend robust. Jedoch wiederum im Südwinter, weist der obere Zirkulationsast in der Referenzsimulation zwar keine wesentliche Veränderung von Jahr-2000- zu Jahr-2100-Bedingungen auf, in den Simulationen mit fehlendem Schwerewellenantrieb schwächt sich dieser jedoch deutlich ab.

Wir untersuchen und bewerten jene Mechanismen, welche die Kompensation zwischen planetaren und parametrisierten Wellen hervorrufen und analysieren speziell jene Situationen in denen Wellenamplifikation stattfindet. Darüberhinaus zeigen wir auch wie das Verhältnis der vorhandenen Wellentypen die Transportzeiten der stratosphärischen Luft beeinflusst. Die Wellenkompensation führt zwar zu nur geringfügigen Änderungen in der Residualzirkulation, Mischungseffekte sind davon aber andersartig beeinflusst und dies wiederum führt zu Unterschieden im mittleren Alter der stratosphärischen Luft.