

Intercomparison of radiative forcing calculations of stratospheric water vapour and contrails

GUNNAR MYHRE^{1,2*}, MARIA KVALEVÅG¹, GABY RÄDEL³, JOLENE COOK³, KEITH P. SHINE³, HANNAH CLARK^{4,5}, FERNAND KARCHER⁴, KRZYSZTOF MARKOWICZ⁶, ALEKSANDRA KARDAS⁶, PAULINA WOLKENBERG⁶, YVES BALKANSKI⁷, MICHAEL PONATER⁸, PIERS FORSTER⁹, ALEXANDRU RAP⁹ and RUBEN RODRIGUEZ DE LEON¹⁰

¹Department of Geosciences, University of Oslo, Norway

²Center for International Climate and Environmental Research-Oslo (CICERO), Oslo, Norway

³Department of Meteorology, University of Reading, Reading, UK

⁴CNRM/GAME Météo France, Toulouse, France

⁵current affiliation: Laboratoire d'Aérodynamique, Université de Toulouse, Toulouse, France

⁶Institute of Geophysics, University of Warsaw, Poland

⁷LSCE/IPSL, Laboratoire CEA-CNRS-UVSQ, Cedex, France

⁸Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, Germany

⁹School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK

¹⁰Manchester Metropolitan University, UK

(Manuscript received March 17, 2009; in revised form June 8, 2009; accepted July 27, 2009)

Abstract

Seven groups have participated in an intercomparison study of calculations of radiative forcing (RF) due to stratospheric water vapour (SWV) and contrails. A combination of detailed radiative transfer schemes and codes for global-scale calculations have been used, as well as a combination of idealized simulations and more realistic global-scale changes in stratospheric water vapour and contrails. Detailed line-by-line codes agree within about 15 % for longwave (LW) and shortwave (SW) RF, except in one case where the difference is 30 %. Since the LW and SW RF due to contrails and SWV changes are of opposite sign, the differences between the models seen in the individual LW and SW components can be either compensated or strengthened in the net RF, and thus in relative terms uncertainties are much larger for the net RF. Some of the models used for global-scale simulations of changes in SWV and contrails differ substantially in RF from the more detailed radiative transfer schemes. For the global-scale calculations we use a method of weighting the results to calculate a best estimate based on their performance compared to the more detailed radiative transfer schemes in the idealized simulations.

Zusammenfassung

Sieben Forschungsgruppen haben an einem Ergebnisvergleich hinsichtlich des Strahlungsantriebes von Kondensstreifen und stratosphärischem Wasserdampf teilgenommen. Dies umfasst einen Vergleich sowohl von aufwändigen Strahlungsübertragungsmodellen mit Parametrisierungsschemata aus globalen Klimamodellen als auch einen Vergleich von idealisierten und realistischen Mustern von Kondensstreifen und stratosphärischem Wasserdampf. Aufwändige Linienmodelle weichen für den langwelligen (LW) und kurzwelligen (SW) Strahlungsantrieb um etwa 15 % voneinander ab, in einem Fall beträgt die Abweichung 30 %. Da die LW und SW Komponenten sowohl für Kondensstreifen als auch für stratosphärischen Wasserdampf ein unterschiedliches Vorzeichen haben, können sich die Differenzen in den Komponenten bzgl. des Netto-Strahlungsantriebes kompensieren und verstärken. Daher sind relativ gesehen die Modellunsicherheiten beim Netto-Strahlungsantrieb am größten. Einige der Modelle, die in globalen Klimasimulationen zur Anwendung kommen, weichen für die Strahlungsantriebe von Kondensstreifen und Änderungen des stratosphärischen Wasserdampfes deutlich von den Ergebnissen aufwändigerer Strahlungsmodelle ab. Um eine beste Abschätzung für die Berechnungen des globalen Strahlungsantriebes geben zu können, wichten wir die Ergebnisse der einzelnen Modelle unter Berücksichtigung der Abweichungen, die in den idealisierten Vergleichsrechnungen im Vergleich zu den Ergebnisse der detailliertesten Modelle festgestellt wurden.

1 Introduction

Human-induced climate change is caused by many radiative forcing mechanisms, due to either their influence

on the thermal infrared radiation, on solar radiation, or on a combination of the two (FORSTER et al., 2007). Radiative transfer codes are generally adopted for estimating the radiative forcing, which introduces an uncertainty. Many intercomparison exercises have been performed to identify and quantify the uncertainty in such calculations (BOUCHER et al., 1998; COLLINS

*Corresponding author: Gunnar Myhre, Center for International Climate and Environmental Research-Oslo (CICERO), P.O. Box. 1129, Blindern, N-0318 Oslo, Norway, e-mail: gunnar.myhre@cicero.uio.no