

Projekt: 0782

Projekttitel: SHARP

Federführende Wissenschaftler: Martin Dameris

Bewilligungszeitraum: 01.01.2023 - 31.12.2023

1 Methan

H₂O und HDO Profile Für den vergangenen Bewilligungszeitraum haben wir Rechenzeit für eine Simulation mit EMAC beantragt mit deren Hilfe a-priori-Vertikalprofile von Wasserdampf (H₂O) und deuterierten Wasserdampf (HDO) erstellt werden, die für die „retrievals“ ebendieser Variablen aus den Messdaten des Satelliteninstruments TROPOMI auf Sentinel-5P (Start Oktober 2017) benötigt werden. Da es sich um ein sehr aufwändiges und neuartiges Simulationssetup handelt, ist es nötig die Simulationen gründlich vorzubereiten, was durch personelle Engpässe im letzten Bewilligungszeitraum nicht möglich war. Eine weitere Voraussetzung für die dargestellten Simulationen sind optimierte Methanemissionen und die zugehörigen Isotopensignaturen. Wir möchten dabei auf Ergebnisse anderer Projekte (siehe DKRZ Bericht für bd1132) zurück greifen, müssen aber auch deren Verzögerungen berücksichtigen.

Extrememissionsszenarien Ein Teil der Daten der Simulationen zur klimatischen Auswirkung von stark erhöhten Methanmischungsverhältnissen in Hinblick auf die instantanen und langfristigen Veränderungen, die bereits ausgewertet und publiziert wurden Winterstein et al. [2019], Stecher et al. [2021], wurden für Vergleichsauswertungen im Rahmen einer Doktorarbeit in unserer Abteilung mit einem damit eng verknüpftem Thema auf /work vorgehalten.

Bei einer fest vorgegebenen Randbedingung wird das Methanmischungsverhältnis unabhängig von der Senke auf einen bestimmten Wert am Boden festgehalten, während sich, wenn eine Flussrandbedingung verwendet wird, das Methanmischungsverhältnis an den Abbau über die Senke anpasst. Für die Doktorarbeit wurde die Flussrandbedingung so skaliert, dass ein Mischungsverhältnis erreicht wird, das in etwa den Simulationen mit 5×Methan (CH₄) aus den Extrememissionsszenarien entspricht. Die Emissionsflüsse mussten dafür um einen Faktor von ca. 2.75 erhöht werden. Die Differenz der Faktoren kommt daher, dass sich die Senke an die erhöhten Emissionen anpasst und damit wiederum weniger CH₄ abgebaut wird. Demnach ist eine geringere Erhöhung der Emissionen erforderlich um das gleiche erhöhte Mischungsverhältnis zu erreichen.

Bei den Simulationen mit Deckschichtozean verändert die Treibhausgasbelastung die Temperatur und beschleunigt damit wiederum die Abbaureaktion von CH₄. Wird eine Flussrandbedingung verwendet resultiert dies in einem niedrigeren troposphärischem CH₄ Mischungsverhältnis im Gleichgewicht. Bei der fest vorgegebenen Randbedingung verändert sich das troposphärische Mischungsverhältnis von CH₄ nicht. Das hat Auswirkungen auf die chemische Zusammensetzung der Troposphäre. Zum Beispiel deuten die Ergebnisse darauf hin, dass durch die Verwendung einer festen unteren Randbedingung für CH₄ die Erhöhung von troposphärischem Ozon (O₃) durch eine Störung von CH₄ oder Kohlenstoffdioxid (CO₂) überschätzt wird.

2 Monsun

Die Arbeiten zum Thema asiatischer Monsun konnten noch nicht abgeschlossen werden. Momentan stehen noch zwei Publikationen in diesem Themenbereich aus. Die Verzögerungen ergeben sich u.a. da das Projekt StratoClim, in dem Grundlagen für die Publikationen entstanden sind, bereits beendet ist.

3 Stratosphärischer Wasserdampf (SWV)

Die Daten zum stratosphärischen Wasserdampf aus den ESCiMo Simulationen (Konsortialprojekt id0853) wurden weiter ausgewertet. Insbesondere die relativ neueren Simulationen mit einem Setup aus dem CCMI-2 Projekt (Chemistry-Climate Model Initiative phase 2), wurden weiter ausgewertet und mit den Simulationen aus dem (älteren) Setup von CCMI-1 (RC1, RC1SD und weiteren Simulationen) verglichen. Das CCMI-2

Setup führt zu einem im Mittel höheren tropischen stratosphärischen Wasserdampfgehalt, der näher an den Beobachtungen (SWOOSH-Daten) liegt (siehe Abb. 1).

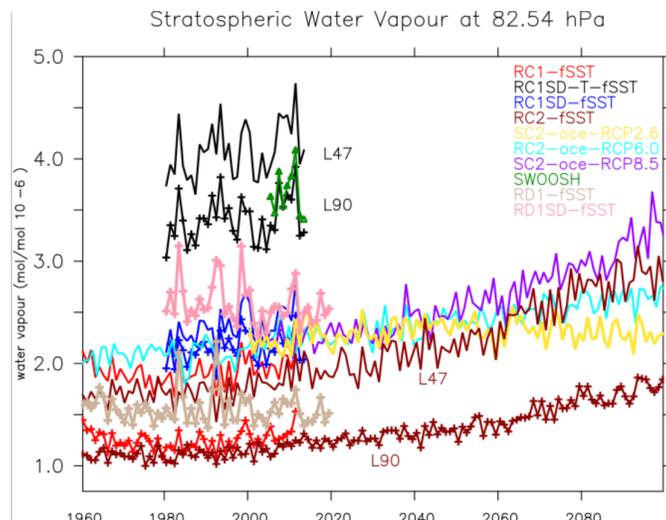


Abbildung 1: Stratosphärischer Wasserdampf bei 82 hPa für verschiedene EMAC Simulationen. Simulationen, die nur bezüglich ihrer vertikalen Auflösung variieren haben die selbe Farbe, wobei die Linien von Auflösung L90 (90 Vertikallevel) zusätzlich mit Kreuzen dargestellt sind.

4 Effekt von Raumfahrzeugen auf die Atmosphäre beim Wiedereintritt

Der Klimaeffekt von Raumfahrzeugen bei Wiedereintritt in die Atmosphäre bezüglich zwei Zukunftsszenarien der Raumfahrt, welche bereits durch EMAC Simulationen im Jahr 2019 untersucht wurden, wurde in dem vergangenen Bewilligungszeitraum weiter analysiert. Die Wiedereintritte von Raumfahrzeugen tragen hauptsächlich durch Ozon- und Wasserdampfemissionen zur Klimaerwärmung bei. Die berechneten Temperaturänderungen belaufen sich nur auf 69×10^{-9} K (bei dem Szenario mit geringer Raumfahrt) beziehungsweise 220×10^{-9} K (bei dem Szenario mit erhöhter Raumfahrt). Diese Änderungen sind $10^5 - 10^6$ mal geringer als die Temperaturänderungen, die durch ein globales Luftfahrtszenario der selben Zeitperiode hervorgerufen würde. Nachdem sich die Frequenz von Wiedereintritten von Raumfahrzeugen signifikant erhöht, wird dieses Forschungsthema mit der neuesten Version von EMAC weiter untersucht. Im nächsten Bewilligungszeitraum werden wir eine geplante Publikation abschließen und ein neues Projekt zu diesem Thema beginnen.

Literatur

[Stecher et al. 2021] Stecher, L., Winterstein, F., Dameris, M., et al. Slow feedbacks resulting from strongly enhanced atmospheric methane mixing ratios in a chemistry–climate model with mixed-layer ocean. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(2):731–754, 2021. doi: 10.5194/acp-21-731-2021. URL <https://acp.copernicus.org/articles/21/731/2021/>. 1

[Winterstein et al. 2019] Winterstein, F., Tanalski, F., Jöckel, P., Dameris, M., and Ponater, M. Implication of strongly increased atmospheric methane concentrations for chemistry–climate connections. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(10):7151–7163, 2019. doi: 10.5194/acp-19-7151-2019. URL <https://www.atmos-chem-phys.net/19/7151/2019/>. 1