

Project: **782**

Project title: **Stratospheric Change and its Role for Climate Prediction (SHARP)**

Principal investigator: **Martin Dameris**

Report period: **2021-11-01 to 2022-10-31**

*a Methan*

### **H<sub>2</sub>O und HDO Profile**

In diesem Teilprojekt, in Kollaboration mit Kollegen von SRON (Niederlande), sollen a-priori-Vertikalprofile von H<sub>2</sub>O und HDO erstellt werden, welche für „retrievals“ von ebendiesen Variablen aus Satellitendaten benötigt werden. Für die wirklichkeitsnahe Simulation von HDO in der Stratosphäre ist ein verlässliches CH<sub>4</sub> und CH<sub>3</sub>D Mischungsverhältnis nötig. Da mit den vorhandenen Methanemissionsflüssen in unserem Modell noch keine ausreichend gute Repräsentation des CH<sub>4</sub> Mischungsverhältnis in der Atmosphäre erreicht werden kann (Frank, 2017, Nickl, 2022), wird eine feste untere Randbedingung bevorzugt, die mithilfe von Messdaten erstellt wurde. Auch für das isotopische Verhältnis von Methan am Boden wurde eine solche feste untere Randbedingungen aus Messdaten von einzelnen Stationen erstellt. Zusammen mit meteorologischen Parametern aus Reanalysedaten (ERA-5), die als Eingangsdaten für die Simulationen mit vorgegebener Dynamik nötig sind und erst verzögert zur Verfügung gestellt werden konnten, wird das Simulationssetup für die Produktion von H<sub>2</sub>O und HDO Profile aufgesetzt. Durch die längeren Einschwingzeiten der Stratosphäre von mindestens 20 – 25 Jahren muss ein entsprechend langer Zeitraum gewählt werden, um ein dynamisches Gleichgewicht der Isotopologe zu erreichen, für die es wegen ihrer Neuartigkeit im Modell keine hinreichend geeignete Anfangsbedingung gibt. Da es sich um ein sehr aufwändiges und neuartiges Simulationssetup handelt, sind die Vorbereitung der Simulationen noch nicht abgeschlossen. In diesem Kalenderjahr wird die verbleibende Rechenzeit nicht ausreichen, die Simulationen vollständig durchzuführen. Daher wird zusätzliche Rechenzeit für das kommende Jahr beantragt.

### **Extrememissionsszenarien**

Um instantane und langfristige Einflüsse stark erhöhter Methanmischungsverhältnisse (2fach und 5fach Methan bezüglich des Referenzmischungsverhältnisses in Bodennähe von 2010) auf die chemische Zusammensetzung der Stratosphäre und das Klima zu untersuchen, wurden in vorherigen Bewilligungszeiträumen mehrere Simulationen durchgeführt und analysiert. Die Ergebnisse wurden in den Winterstein et al. (2019), der Masterarbeit (Stecher, 2019) und Stecher et al. (2021) vorgestellt. Im aktuellen Bewilligungszeitraum wurden die Daten, welche in der Publikation verwendet wurden, für die Veröffentlichung auf /doku prozessiert und dort archiviert.

*b Auswertungen der ESCiMo Simulationen (id0853)*

### **Monsun**

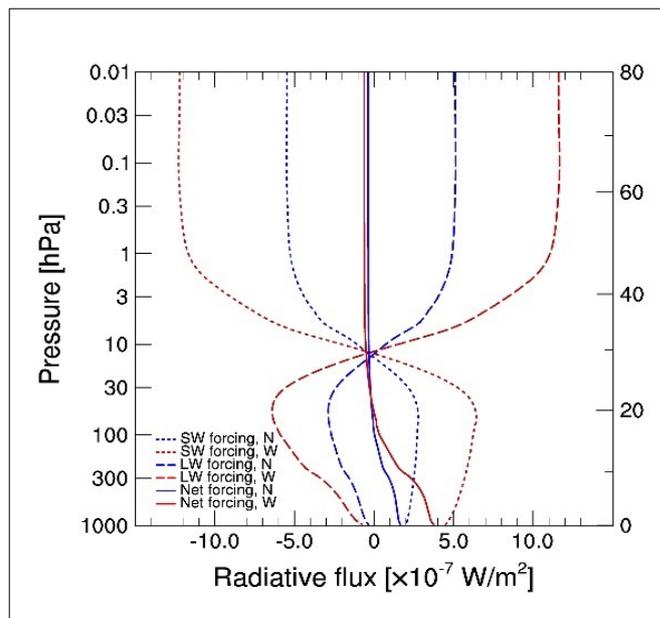
Simulationsdaten aus dem Projekt id0853, welche den Zeitraum der StratoClim Kampagne abdecken (siehe <http://stratoclim.org/>), wurden für die Evaluation mit in-situ Messdaten aufbereitet. Eine wissenschaftliche Publikation hierzu wurde erstellt und soll nach weiterer Überarbeitung in der nächsten Antragsrunde eingereicht werden.

### **Stratosphärischer Wasserdampf**

Die Analyse des stratosphärischen Wasserdampfs wurde auch in 2022 weitergeführt. Neben den, bis jetzt analysierten, Simulationen, die u.a. im Rahmen der ersten Phase von CCM1 (chemistry-climate model initiative) im ESCiMo-Projekt id0853 durchgeführt wurden, wurden noch weitere neue Langzeit-Simulationen aus dem ESCiMo-Projekt analysiert (RD1SD-base-01 und RD1-base-01). Diese enthalten (neue) Spezifikationen aus CCM1 Phase 2 und darüber hinaus wurde die „specified dynamics“ Simulation (RD1SD) mit ERA-5 Daten angetrieben.

### c Effekt von Raumfahrzeugen auf die Atmosphäre beim Wiedereintritt

Simulationen bezüglich der Auswirkungen auf das Klima, die durch das Abstürzen von Raumfahrzeugen entstehen, sowie bezüglich zwei Zukunftsszenarien mit aktiven Raumfahrzeugen, welche bereits in 2019 durchgeführt wurden (EMAC Simulationen), wurden im Antragszeitraum weiter ausgewertet. Abbildung 1 zeigt das vertikale Profil der Änderungen des kurzwelligen, langwelligen und Netto-Strahlungsflusses, die durch den Ozonabbau aufgrund des Absturzes von Raumfahrzeugen induziert werden. Abbildung 1 zeigt, dass der Netto-Strahlungsfluss positiv ist – es handelt sich um einen Erwärmungseffekt. Da die zukünftige Aktivität von Raumfahrzeugen ungewiss ist, sollten zusätzliche Sensitivitätsanalysen mit dem AirClim-Modell, einem schnellen Werkzeug zur Klimabewertung von Flugzeugtechnologie (Grewe und Stenke, 2008), durchgeführt werden. Diese werden im nächsten Bewerbungszeitraum fertiggestellt, um eine geplante Veröffentlichung abschließen zu können.



**Abbildung 1:** Vertikalprofil der globalen und jährlichen mittleren kurzwelligen, langwelligen und gesamt (netto) stratosphärenbereinigten Strahlungsflussänderung in  $\text{Wm}^{-2}$ , die durch den Ozonabbau aufgrund von abstürzenden Raumfahrzeugen induziert wird.

### Literaturverzeichnis:

- Davis, S. M., Rosenlof, K. H., Hassler, B., Hurst, D. F., Read, W. G., Vömel, H., Selkirk, H., Fujiwara, M., and Damadeo, R.: The Stratospheric Water and Ozone Satellite Homogenized (SWOOSH) database: A long-term database for climate studies, *Earth System Science Data*, doi:10.5194/essd-8-461-2016, 2016.
- Frank, F., Atmospheric methane and its isotopic composition in a changing climate: A modelling study, PhD Thesis, Ludwigs Maximilian Universität München, 2018.
- Grewe, V.; Stenke, A.: AirClim: An efficient tool for climate evaluation of aircraft technology. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, 4621–4639, 2008.
- Stecher, L.: Effects of strongly enhanced atmospheric methane concentrations in a fully coupled chemistry-climate model, Master's Thesis, Ludwig Maximilian Universität München, 2019.
- Stecher, L., Winterstein, F., Dameris, M., Jöckel, P., Ponater, M., and Kunze, M.: Slow feedbacks resulting from strongly enhanced atmospheric methane mixing ratios in a chemistry-climate model with mixed-layer ocean, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 731–754, <https://doi.org/10.5194/acp-21-731-2021>, 2021.
- Winterstein, F., Tanalski, F., Jöckel, P., Dameris, M. & Ponater, M.: Implication of strongly increased atmospheric methane concentrations for chemistry-climate connections, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 7151-7163, 2019.