

Project: 782

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

Project lead: **Martin Dameris**

Report period: **2017-01-01 bis 2017-12-31**

a) Bericht zu den einzelnen Vorhaben bezüglich der Variabilität und Verteilung von Methan:

Emissionen

Für die Evaluation eines von Kollaborationspartnern invers optimierten Emissionskatasters für Methan wurde in den Simulationen die vereinfachte Methanchemie angewandt. Außerdem wurde ein jährlich konstantes sowie ein jährlich variierendes OH Feld vorgeschrieben. Eine weitere Simulation wurde mit voller interaktiver Chemie durchgeführt und das daraus resultierende OH Feld genutzt, um eine zusätzliche Simulation mit der vereinfachten Methanchemie durchzuführen. Insgesamt, konnte die Übereinstimmung zu Messungen an Bodenstationen gegenüber dem a priori Emissionskataster deutlich verbessert werden (siehe Bild 1). Außerdem zeigt sich, dass das OH Feld bei der vereinfachten Chemie der entscheidende Faktor für die Güte der Übereinstimmung ist. Bei der Simulation mit der interaktiven Chemie hingegen passt sich das OH Feld den Gegebenheiten an. Das resultierende Methan Mischungsverhältnis an den Bodenstationen entspricht schließlich der Simulation mit konstantem OH Feld. Obwohl sich das neue OH Feld stark von dem konstanten OH Feld unterscheidet, zeigt die letzte Simulation mit vereinfachter Methanchemie ebenfalls eine gute Übereinstimmung.

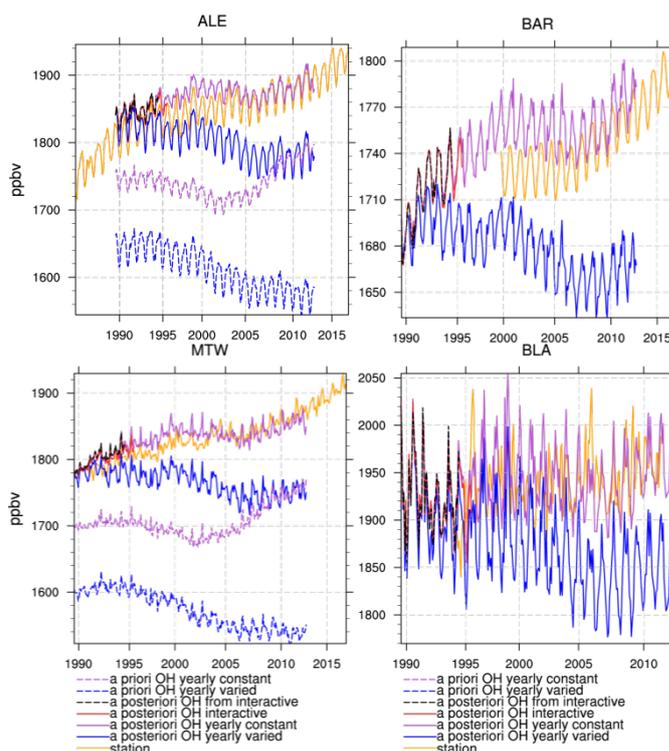


Bild 1: Vergleich mit Stationsmessungen (gelb). Gezeigt sind Ergebnisse der Simulation mit konstantem OH (lila), variierendem OH (blau), interaktiver Chemie (rot) und OH Feld von interaktiver Chemie übernommen (schwarz). A priori Simulationen sind lila und blau gestrichelt.

Isotopologe

Für die durchgeführten Experimente, welche die Simulation von Methanisotopologen beinhalten, wurde das Modellsystem EMAC zusätzlich erweitert, um den Feedback auf Wasserisotopologe zu berücksichtigen. Dadurch konnten frühere Ergebnisse, aus Simulationen mit überwiegend festgehaltenem Isotopenverhältnis von Methan, sowohl mit der vereinfachten Methanchemie inklusive Methanisotopologen als auch mit der vollen interaktiven Chemie mit einer zusätzlichen Erweiterung für Isotopologe, reproduziert werden.

Methaneinfluss auf H₂O

Um den Feedback der Methanoxidation auf den stratosphärischen Wasserdampf zu quantifizieren wurden globale Simulationen mit der vollen Chemie und zusätzlich mit der Taggingmethode durchgeführt. Die Ergebnisse wurden außerdem mit Boxmodellstudien unterstützt. Die Studien belegen, dass die Annahme, dass zwei Wassermoleküle pro oxidiertem Methanmolekül entstehen, den tatsächlichen Wasserdampffeedback in der unteren Stratosphäre und in der Mesosphäre überschätzt und in der oberen Stratosphäre jedoch unterschätzt. Transport und das chemische Recycling von Wasser spielen eine entscheidende Rolle für den Wasserdampffeedback, welcher zudem sensitiv bezüglich der OH Konzentration ist. Der chemische Abbau von Wasserdampf in den oberen Schichten ist somit nicht vernachlässigbar und sollte bei Parametrisierungen des Wasserdampffeedbacks beachtet werden.

Extrememissionsszenarien

Die Modellstudien mit extremen Methanemissionsszenarien wurden im Zuge der Masterarbeit von Fabian Tanalski mit dem Titel: „Untersuchung von Klimaveränderungen durch extreme Methanemissionen“ ausgewertet (Tanalski, F., 2017). Die Simulationen wurden mit voller Chemie als Zeitscheibenexperiment aufgebaut. Es wurde eine Referenzsimulation, bei der die untere Randbedingung für Methan mit den Methankonzentrationen des RCP6.0-Szenarios genudged wurde, durchgeführt. Bei den anderen zwei Simulationen wurde die untere Randbedingung verdoppelt bzw. verfünffacht. Die wichtigsten Ergebnisse der Auswertung sind, dass sich die Lebensdauer von Methan fast linear mit der Erhöhung der unteren Randbedingung verhält. Außerdem ist, bei steigender Methankonzentration in der Atmosphäre, mit einer deutlichen Abkühlung der Stratosphäre zu rechnen. Diese Abkühlung ist vermutlich hauptsächlich durch den Anstieg von stratosphärischem Wasserdampf durch Methanoxidation zu erklären.

b) Vulkane

Die Auswertung der Vulkansimulationen im Rahmen einer Masterarbeit wurde erst im 3. Quartal 2017 begonnen. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

c) Millenniumsdrop

Der sogenannte Millenniumsdrop war ein besonders starker Wasserdampfabfall in der unteren Stratosphäre im Jahre 2000, der mit einer den Jahren danach folgenden Periode ohne weitere Klimaerwärmung in der Troposphäre in Verbindung gesehen wurde. Deshalb haben wir die verschiedenen ESCiMo Simulationen (aus id0853, ehemaliges Konsortialprojekt) hinsichtlich eines Wasserdampftrends in verschiedenen geografischen Regionen untersucht.

Es hat sich gezeigt, dass die räumliche Struktur des mittleren stratosphärischen Wasserdampftrends im gegenwärtigen Klima in allen Simulationen eine Dipolstruktur über dem Pazifik in Übereinstimmung mit Beobachtungen aufweist. Im Bereich des „warm pools“ findet man lokal einen Trend, der geringer als der zonal gemittelte Trend ist. Für den Ost-Pazifik gilt das Gegenteil. Diese Struktur kehrt sich jedoch um, wenn die Daten für den Zeitraum von den Jahren 2000 bis 2100 betrachtet werden.

d) Effekt von Raumfahrzeugen auf die Atmosphäre beim Wiedereintritt

Die atmosphärischen Auswirkungen des Wiedereintritts von Raumfahrzeugen, insbesondere auf die Ozonzerstörung, werden im Projekt der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) untersucht. Die Anforderungen an die atmosphärische Modellierung wurden definiert und die Modell-setups durch Testsimulationen mit Dummy-Emissionen (EMAC Chemistry, T42L90MA, QCTM-Modus) bestätigt. Dieses Vorgehen war nötig, da noch keine realen Emissionsdaten beim Wiedereintritt von Raumfahrzeugen verfügbar waren. Diese Daten werden erst in 2018 bereit gestellt. Erst dann können die ursprünglich geplanten Modell-Simulationen durchgeführt werden.

Referenzen:

Tanalski, F., Untersuchung von Klimaveränderungen durch extreme Methanemissionen, Masterarbeit, Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Physik, 89 Seiten, 2017.