

Projekt: id0853
Berichtszeitraum: 01.01.2017 - 31.12.2017
Projekttitel: Earth System Chemistry Integrated Modelling (ESCiMo)
Federführender Wissenschaftler: Dr. Patrick Jöckel

Im o.a. Bewilligungszeitraum wurden weitere Simulationen mit EMAC für die "Chemistry Climate Model Initiative" (CCMI) durchgeführt bzw. weitergeführt und beendet. Diese sind in Tabelle 1 in der thematischen Übersicht und in Tabelle 2 zusammen mit den verwendeten Ressourcen gelistet.

| Simulation | Setup | Bemerkung |
|-----------------------------|--|---|
| SC2-oce-01 ¹⁾ | T42L47MA / GR30L40 (RCP6.0) 2000 -- 2100 | EMAC with coupled ocean model (MPIOM) for RCP6.0 scenario |
| SC2-oce-02 ¹⁾ | T42L47MA / GR30L40 (RCP8.5) 2000 -- 2100 | EMAC with coupled ocean model (MPIOM) for RCP8.0 scenario |
| SC2-fGHG-01 ¹⁾ | T42L90MA (RCP6.0) 1960 -- 2100 | sensitivity simulation with "fixed" GHG concentrations (1960) and climatological SST/SIC (1955-1964) annually repeated |
| SC1SD-base-03 | T42L90MA (RCP6.0) 2005 -- 2016 | (re-simulation with updated EMAC version; specified dynamics, RCP6.0 emission scenario) |
| SC1SD-base-04 | T42L90MA (RCP6.0) 2005 -- 2016 | (re-simulation with updated EMAC version; specified dynamics, RCP8.5 emission scenario) |
| SC1SD-base-01 ²⁾ | T42L90MA (RCP8.5) 2016/01 -- 2017/04 | specified dynamics ("nudged" towards ERA-Interim); emission scenario RCP8.5 |
| SC1SD-base-02 ²⁾ | T42L90MA (RCP6.0) 2016/01 -- 2017/04 | specified dynamics ("nudged" towards ERA-Interim); emission scenario RCP6.0 |
| SC1SD-H2O-02 | T42L90MA (RCP6.0) 2004 -- 2012 | branched from SC1SD-base-02; specified dynamics ("nudged" towards ERA-Interim up to ~ 1hPa and including \bar{T}) with additional diagnostics (MECCA & TENDENCY) for H2O |
| SC1SD-camp-01 | T42L90MA (RCP8.5) 2017/05 -- 2017/07 | specified dynamics ("nudged" towards ECMWF operational analyses; RCP8.5 emission scenario) for comparison with most recent aircraft campaigns |
| SC1SD-camp-02 | T42L90MA (RCP6.0) 2017/05 -- 2017/07 | specified dynamics ("nudged" towards ECMWF operational analyses; RCP6.0 emission scenario) for comparison with most recent aircraft campaigns |

¹⁾ Fortsetzung der im letzten Quartal 2016 begonnenen Simulation

²⁾ Weiterführung der bestehenden Simulationen um den angegebenen Zeitraum

Tabelle 1: Übersicht über die EMAC Simulationen im Projekt ESCiMo im Jahr 2017. Die grau unterlegten Zeilen zeigen die Simulationen aus dem Antrag, die nicht durchgeführt wurden. Die blau unterlegten Simulationen wurden stattdessen durchgeführt. Die weiß Unterlegten wurden wie geplant durchgeführt.

Simuliert wurde in der spektralen Auflösung **T42** mit 90 (L90MA) bzw. 47 (L47MA) Schichten zwischen Boden und ca. 80 km (MA = middle atmosphere), jeweils auf 10 Knoten von "mistral":

- Die aktualisierten Referenzsimulationen mit gekoppeltem Ozeanmodell (EMAC+MPIOM), **SC2-oce-01** (RCP6.0) und **SC2-oce-02** (RCP8.5) wurden wie geplant zu Ende geführt.
- Die Sensitivitätssimulation **SC2-fGHG-01** mit "festgehaltenem 1960er Klima" zur Analyse des Einflusses der Klimaänderung auf die Erholung der Ozonschicht ("ozone recovery") wurde wie geplant zu Ende geführt.
- Auf die Wiederholung der "specified dynamics" Simulationen mit aktualisierter EMAC Version (SC1SD-base-03/04) wurde verzichtet, stattdessen wurden die bestehenden Simulationen (**SC1SD-base-01/02**) um den in der Tabelle 1 angegebenen Zeitraum verlängert um einen Vergleich mit neueren Messdaten zu ermöglichen. Der Vergleich beider Szenarien, RCP6.0 und RCP8.5 erlaubt eine Abschätzung der Unsicherheiten bzgl. der Spurengasemissionen.
- Da die ERA-Interim Daten des ECMWF erst mit 3-monatiger Verzögerung vorliegen, wurden diese beiden "specified dynamics" Simulationen mit Hilfer der operationellen Analysedaten des ECMWF für einen Vergleich mit neueren Messdaten aus Flugzeugkampagnen um zusätzliche 3 Monate verlängert (**SC1SD-camp-01/02**).

- Für eine detaillierte Auswertung des stratosphärischen Wasserdampfbudgets im Vergleich zu MIPAS@ENVISAT-Daten wurde die Simulation SC1SD-base-02 für den in der Tabelle 1 genannten Zeitraum wiederholt (**SC1SD-H2O-01**), jedoch
 - mit einer geänderten Einstellung des "nudging" (bis zu einer Höhe von ~ 1hPa statt ~ 10hPa und unter Einbeziehung der Relaxation der "Welle-0 Temperatur", d.h. der globalen Mitteltemperatur), sowie
 - mit einer erweiterten Diagnostik für die Analyse des Wasserdampfbudgets (d.h. zusätzliche Variablen wurden ausgegeben).

Die Ergebnisse wurden von *Lossow et al. (2017)* veröffentlicht (siehe Liste unten).

| simulation | resolution | number of simulated years | node-h / year | data size [TByte/ year] | node-h | data size [TByte] |
|-------------------|--------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-------------------|
| SC2-oce-01 | T42L47MA / GR30L40 | 3 | 172.0 | 1.38 | 516.0 | 4.14 |
| SC2-oce-02 | T42L47MA / GR30L40 | 4 | 172.0 | 1.38 | 688.0 | 5.52 |
| SC2-fGHG-01 | T42L90MA | 22 ¹⁾ | 236.3 | 2.60 | 5792.6 | 57.20 |
| SC1SD-base-03 | T42L90MA | | | | | |
| SC1SD-base-04 | T42L90MA | | | | | |
| SC1SD-base-01 | T42L90MA | 1.34 | 278.0 | 3.89 | 372.5 | 5.21 |
| SC1SD-base-02 | T42L90MA | 1.34 | 278.0 | 3.89 | 372.5 | 5.21 |
| SC1SD-H2O-02 | T42L90MA | 9 | 447.0 | 4.78 | 4023.0 | 43.02 |
| SC1SD-camp-01 | T42L90MA | 0.25 | 278.0 | 3.89 | 69.5 | 0.97 |
| SC1SD-camp-02 | T42L90MA | 0.25 | 278.0 | 3.89 | 69.5 | 0.97 |
| SUMME 2017 | | | | | 11903.64 | 122.25 |

¹⁾ auf ganze Jahre gerundet

Tabelle 2: Übersicht über die verbrauchten Ressourcen im Jahr 2017 am Stichtag 23.10.2017.

Zusätzlich wurden bis zum Stichtag 2700 node-h für Testsimulationen, Fehlversuche, "debugging" und die Vorbereitung weiterführender Modellsetups verwendet.

Weitere Publikationen, die auf den Daten des ESCiMo-Projektes beruhen, sind ebenfalls erschienen:

Anderson, D. C., Nicely, J. M., Wolfe, G. M., Hanisco, T. F., Salawitch, R. J., Canty, T. P., Dickerson, R. R., Apel, E. C., Baidar, S., Bannan, T. J., Blake, N. J., Chen, D., Dix, B., Fernandez, R. P., Hall, S. R., Hornbrook, R. S., Gregory Huey, L., Josse, B., Jöckel, P., Kinnison, D. E., Koenig, T. K., LeBreton, M., Marcal, V., Morgenstern, O., Oman, L. D., Pan, L. L., Percival, C., Plummer, D., Revell, L. E., Rozanov, E., Saiz-Lopez, A., Stenke, A., Sudo, K., Tilmes, S., Ullmann, K., Volkamer, R., Weinheimer, A. J., & Zeng, G.: Formaldehyde in the Tropical Western Pacific: Chemical sources and sinks, convective transport, and representation in CAM-Chem and the CCM1 models, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, pp. n/a–n/a, doi: 10.1002/2016JD026121, URL <http://dx.doi.org/10.1002/2016JD026121>, 2016JD026121 (2017)

Lossow, S., Garny, H., & Jöckel, P.: An "island" in the stratosphere – on the enhanced annual variation of water vapour in the middle and upper stratosphere in the southern tropics and subtropics, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 11 521–11 539, doi: 10.5194/acp-17-11521-2017, URL <https://www.atmos-chem-phys.net/17/11521/2017/> (2017)

Falk, S., Sinnhuber, B.-M., Krysztofiak, G., Jöckel, P., Graf, P., & Lennartz, S. T.: Brominated VLS and their influence on ozone under a changing climate, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 11 313–11 329, doi: 10.5194/acp-17-11313-2017, URL <https://www.atmos-chem-phys.net/17/11313/2017/> (2017)

Dietmüller, S., Garny, H., Plöger, F., Jöckel, P., & Cai, D.: Effects of mixing on resolved and unresolved scales on stratospheric age of air, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 7703–7719, doi: 10.5194/acp-17-7703-2017, URL <https://www.atmos-chem-phys.net/17/7703/2017/> (2017)

Ojha, N., Pozzer, A., Akritidis, D., & Lelieveld, J.: Secondary ozone peaks in the troposphere over the Himalayas, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 6743–6757, doi: 10.5194/acp-17-6743-2017, URL <http://www.atmos-chem-phys.net/17/6743/2017/> (2017)

Gottschaldt, K.-D., Schlager, H., Baumann, R., Bozem, H., Eyring, V., Hoor, P., Jöckel, P., Jurkat, T., Voigt, C., Zahn, A., & Ziereis, H.: Trace gas composition in the Asian summer monsoon anticyclone: a case study based on aircraft observations and model simulations, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 6091–6111, doi: 10.5194/acp-17-6091-2017, URL <http://www.atmos-chem-phys.net/17/6091/2017/> (2017)

Ostermüller, J., Bönisch, H., Jöckel, P., & Engel, A.: A new time-independent formulation of fractional release, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 3785–3797, doi: 10.5194/acp-17-3785-2017, URL <http://www.atmos-chem-phys.net/17/3785/2017/> (2017)

Lennartz, S. T., Marandino, C. A., von Hobe, M., Cortes, P., Quack, B., Simo, R., Booge, D., Pozzer, A., Steinhoff, T., Arevalo-Martinez, D. L., Kloss, C., Bracher, A., Röttgers, R., Atlas, E., & Krüger, K.: Direct oceanic emissions unlikely to account for the missing source of atmospheric carbonyl sulfide, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 385–402, doi: 10.5194/acp-17-385-2017, URL <http://www.atmos-chem-phys.net/17/385/2017/> (2017)

Eckstein, J., Ruhnke, R., Zahn, A., Neumaier, M., Kirner, O., & Braesicke, P.: An assessment of the climatological representativeness of IAGOS-CARIBIC trace gas measurements using EMAC model simulations, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 2775–2794, doi: 10.5194/acp-17-2775-2017, URL <http://www.atmos-chem-phys.net/17/2775/2017/> (2017)

Morgenstern, O., Hegglin, M. I., Rozanov, E., O'Connor, F. M., Abraham, N. L., Akiyoshi, H., Archibald, A. T., Bekki, S., Butchart, N., Chipperfield, M. P., Deushi, M., Dhomse, S. S., Garcia, R. R., Hardiman, S. C., Horowitz, L. W., Jöckel, P., Josse, B., Kinnison, D., Lin, M., Mancini, E., Manyin, M. E., Marchand, M., Maréchal, V., Michou, M., Oman, L. D., Pitari, G., Plummer, D. A., Revell, L. E., Saint-Martin, D., Schofield, R., Stenke, A., Stone, K., Sudo, K., Tanaka, T. Y., Tilmes, S., Yamashita, Y., Yoshida, K., & Zeng, G.: Review of the global models used within phase 1 of the Chemistry–Climate Model Initiative (CCMI), *Geoscientific Model Development*, 10, 639–671, doi: 10.5194/gmd-10-639-2017, URL <http://www.geosci-model-dev.net/10/639/2017/> (2017)

Weiterhin konnten 2 Doktorarbeiten mit Bezug zum ESCiMo Projekt im Jahr 2017 erfolgreich abgeschlossen werden:

Mertens, M. B.: Contribution of road traffic emissions to tropospheric ozone in Europe and Germany, Ph.D. thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München, URL <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:19-207288> (2017)

Graf, P.: The impact of very short-lived substances on the stratospheric chemistry and interactions with the climate, Ph.D. thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München, URL <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:19-207510> (2017)

Weitere Publikationen sind z.Zt. bereits in der Begutachtung bzw. in Vorbereitung.

Die Aufbereitung und der "upload" der geforderten Daten für CCMI wurde auch 2017 fortgesetzt. Leider gibt es aufgrund größerer technischer Probleme beim BADC noch immer erhebliche Verzögerungen und der "upload" wird auch in 2017 nicht abgeschlossen werden können. Somit konnte auch mit der Übertragung der Daten von /arch nach /doku noch immer nicht begonnen werden.

Ausblick

Im nächsten Bewilligungszeitraum (d.h. 2018) sollen nur noch die "specified dynamics" Simulationen (SC1SD-base) weitergeführt bzw. mit einer neueren Modellversion teilweise wiederholt werden. Darüberhinaus soll die Übertragung der Daten von /arch nach /doku erfolgen. Der Platz in /doku wurde bereits für 2016 und 2017 bewilligt.