

Projekt: 617
Berichtszeitraum: 01.01.2016 - 31.12.2016
Projekttitel: Multiscale Earth System Chemistry Modelling
Federführender Wissenschaftler: Dr. Patrick Jöckel

Als Beitrag zur Helmholtz-Initiative **REKLIM** sowie im Rahmen des DLR Projekts **VEU** wurde der Beitrag des Straßenverkehrs auf troposphärisches Ozon in Europa für eine Projektion für das Jahr 2030 untersucht. Hierfür wurde das MECO(2) Modellsystem mit Verfeinerungen über Europa (0.44°) und über Deutschland (0.1°) verwendet.

Zunächst wurde eine Simulation für das Basisjahr 2008 zum Vergleich wiederholt, welche ähnlich bereits auf *Blizzard*, durchgeführt wurde. Die Simulationen haben einen substantiellen Beitrag zur chemischen Evaluierung von MECO(n) beigetragen (*Mertens et al., 2016*). Zudem konnte durch weitere Modellverbesserungen sowie Optimierungen der Laufzeitumgebungen die Modellperformance im Vergleich zum letzten Jahr gesteigert werden.

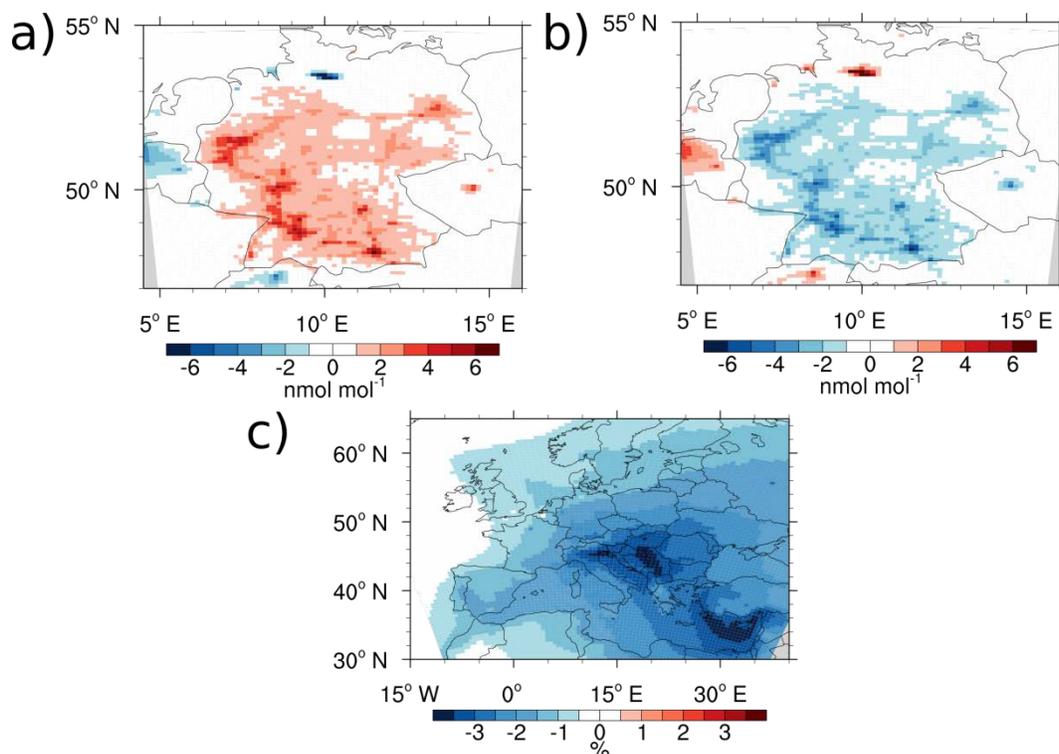


Abbildung 1: Unterschiede („2030 - 2008“) gemittelt für den Zeitraum Juni – August. **(a)** bodennahes Ozon (in nmol mol⁻¹) über Deutschland (12 km), **(b)** bodennahes NO₂ (in nmol mol⁻¹) über Deutschland (12 km), **(c)** bodennaher, relativer Beitrag des Straßenverkehrs (in %-Punkten, 50km).

Der Vergleich der Ergebnisse für das Jahr 2008 mit denen des Jahres 2030 zeigt (Abbildung 1), dass die Reduktion der Verkehrsemissionen in Europa zu einer Reduktion des Straßenverkehrsbeitrags in Europa führt. Diese Reduktion beträgt ~ 2—3 %-Punkte im Sommer. Des Weiteren führen die angenommenen Veränderungen der Emissionen insbesondere in Deutschland zu einer Erhöhung des bodennahen Ozons. Ursächlich hierfür ist die Verringerung der Emissionen von Stickoxiden, welche zu einer höheren Effizienz der Produktion von Ozon führt. Dies zeigt, dass insbesondere für das bodennahe Ozon eine Reduktion der Stickoxide

alleine nicht ausreichend ist, sondern auch leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOCs) reduziert werden müssen.

Um den Luftverkehrseffekt mit Flugzeugmessungen im Rahmen der Projekte **FORUM-AE** (EU) und **WeCare** (DLR) zu untersuchen, wurden für den Zeitraum einer Flugzeugmesskampagne im Frühjahr 2014 eine Serie von MECO(1) Simulationen mit unterschiedlichen vertikalen Auflösungen durchgeführt. Die vom Modell berechneten Mischungsverhältnisse der reaktiven Spezies wurden entlang der Messflugwege und in der vertikalen Säule ober- und unterhalb des Flugzeuges zeitlich und räumlich hochaufgelöst ausgegeben und mit den Messungen verglichen. Im Berichtszeitraum wurden für die Episode sowohl eine Referenz- als auch eine Szenariosimulation (ohne Luftverkehrsemissionen) durchgeführt. Zusätzlich wurden Messungen auf Linienflugzeugen als Messplattform (IAGOS, Caribic, MOZAIC) und generische Flüge berechnet, bei denen einzelne Messflüge im Laufe eines Jahres täglich durchgeführt wurden. So kann mit Hilfe von statistischen Auswertungen die Variabilität der gemessenen Größen untersucht werden.

Die Auswertung des Beitrags des Luftverkehrs zur atmosphärischen Konzentration der reaktiven Schlüsselkomponenten NO_x und Ozon zeigt, dass die berechneten Maximalwerte von der betrachteten räumlichen Skala abhängen: Werte in der Verfeinerung sind deutlich höher.

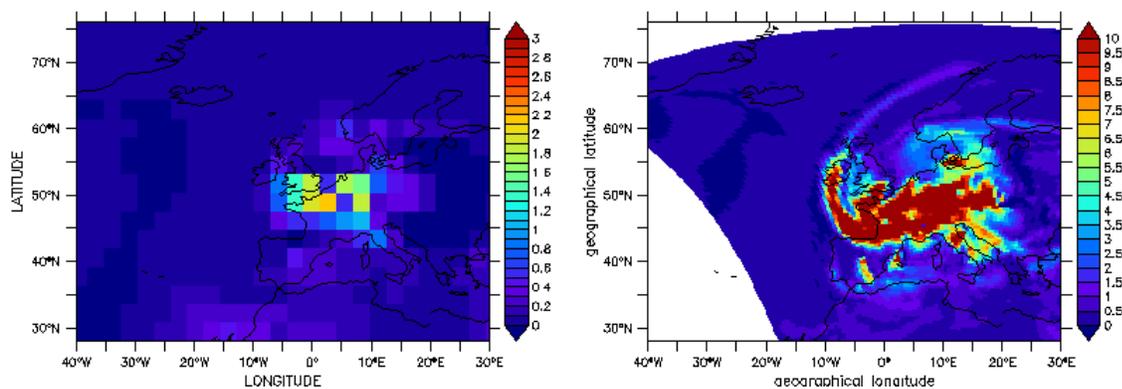


Abbildung 2: Luftverkehrsbeitrag zu atmosphärischem Stickoxiden NO_x [nmol/mol] in EMAC T42 (links) und MECO(1) 0.44, Differenz zwischen Referenz- und Szenariosimulation.

Als Testfall wurde eine Messung über Zentraleuropa in einer starken Intrusion stratosphärischer Luft untersucht. Zunächst zeigt die Analyse, dass die vom Modell berechneten Ozonwerte bei realistischer Wiedergabe der Synoptik im Rahmen der Unsicherheiten vom Modell wiedergegeben werden. Bei den Stickoxidverbindungen NO_y hingegen zeigen sich deutliche Abweichungen, konkret eine Unterschätzung relativ hohen NO_y Messwerten gemessen werden. In einer Verfeinerung mit mehreren Schichten (61 anstatt 40) und einem Modelloberrand bei 40 km statt 24 km wurde die Meteorologie nicht wie gewünscht wiedergegeben, so dass die Messergebnisse von Ozon nicht reproduziert werden konnten.

Da deshalb noch Nachbesserungen am Modellsetup nötig sind, wurden im Berichtszeitraum nicht alle geplanten Simulationen durchgeführt.

Die Arbeitsergebnisse wurden beim EMAC Symposium, Oberpfaffenhofen (Juni 2016) und bei der CLM-Assembly, Lüneburg im September 2016 zur Diskussion gestellt.

Referenzen:

Matthes, S., M. Mertens, P. Jöckel, H. Ziereis, A. Zahn and A. Kerkweg, Hindcast of aircraft measurements over Europe with MECO(n) for assessing impact of aviation emissions, CLM Assembly, Lüneburg, September 2016.

Mertens, M., Kerkweg, A., Jöckel, P., Tost, H., and Hofmann, C.: The 1-way on-line coupled model system MECO(n) – Part 4: Chemical evaluation (based on MESSy v2.52), *Geosci. Model Dev.*, 9, 3545-3567, doi:10.5194/gmd-9-3545-2016, 2016.