

Projekt: **80**

Projekttitel: **Klima und Verkehr (DLR-Institut für Physik der Atmosphäre)**

Federführende Wissenschaftler: **Prof. Dr. Robert Sausen, Dr. Johannes Hendricks**

Berichtszeitraum: **01.01.2017 - 31.12.2017**

1 Simulationen zur Klimawirkung verkehrsinduzierter globaler Aerosolveränderungen

Verantwortlich: Righi (b309057), Beer (b309138), Hendricks (b309012)

Aerosoleffekte auf Eiswolken: Mit Hilfe des globalen Klima-Chemie-Modellsystems EMAC, einschließlich des neuen Aerosolsubmodells MADE3 (Kaiser et al., 2014), wurde eine erste Neuquantifizierung der Klimawirkung von Aerosolen aus globalen Verkehrsemissionen durchgeführt. Gegenüber früheren Quantifizierungen wurden in diesen Rechnungen neben dem neuen Aerosolsubmodell und der weiterentwickelten EMAC-Basisversion (2.53) auch neue Darstellungen der Größenverteilungen emittierter Partikel sowie der aerosolinduzierten Modifikationen von Eis- und Mischphasenwolken berücksichtigt. Die erhaltenen luft- und seeverkehrsinduzierten globalen Aerosol-Strahlungsantriebe liegen im Bereich früherer Resultate (Righi et al., 2013). Die Effekte des Landverkehrs stellen sich jedoch um etwa einen Faktor 2 größer dar. Weiterführende Sensitivitätsstudien zeigten, dass die neue Darstellung der Partikelgrößenverteilungen einen wichtigen Beitrag hierzu leistet. Die Beiträge der nun berücksichtigten Aerosoleffekte auf die Eisbewölkung zu den Strahlungsantrieben konnten jedoch noch nicht quantifiziert werden, da für eine statistisch robuste Analyse deutlich mehr Realisierungen (Simulationsjahre) erforderlich sind. Derartige Ausweitungen der Simulationen sind für 2018 geplant (vgl. Antrag, Projekt 80). Zudem sollen dann zusätzliche Rechnungen zur weiteren Eingrenzung der Strahlungsantriebe und ihrer Unsicherheiten erfolgen. Vorbereitend für diese Simulationen wurden in 2017 zudem Testrechnungen unter Berücksichtigung der Windabhängigkeit von Mineralstaubemissionen durchgeführt, die ebenfalls in 2018 weitergeführt werden sollen.

Schwefelarme Treibstoffe im Schiffsverkehr: Zur Quantifizierung der Wirkungen der Emissionen des globalen Schiffsverkehrs auf Aerosol, Bewölkung und Strahlung konnte eine Referenzsimulation mit der neuen Modellkonfiguration durchgeführt werden (vgl. oben). Die geplanten Rechnungen zur Wirkung schwefelarmer Treibstoffe können in 2017 jedoch nicht mehr erfolgen, da die Durchführung von Simulationen zur Bewertung der Klimaeffekte in den Verkehrsszenarien des DLR-Projektes VEU-2¹ (Kapitel 2) priorisiert werden müssen.

Brems-, Reifen- und Straßenabrieb: Die geplanten Simulationen mit/ohne Nicht-Verbrennungsemissionen des Straßenverkehrs sollten auf Basis von europäischen Emissionsdaten aus dem VEU-2-Projekt erfolgen. Da diese Daten mit erheblicher Verzögerung geliefert wurden, konnten die Rechnungen bisher nicht erfolgen. Da in 2017 die Bewertung der Effekte der „klassischen“ (Verbrennungs-)Emissionen in den VEU-2-Szenarien zu priorisieren ist (Kapitel 2), müssen die Rechnungen auf 2018 verschoben werden.

Randbedingungen für die Regionalmodellierung: Aufgrund der verspäteten Lieferung der Emissionsdaten zu den VEU-2-Szenarien, konnten die Simulationen zur Generierung von Randbedingung für die in VEU-2 verwendeten Regionalmodelle erst kürzlich begonnen werden. Es ist geplant, diese Rechnungen in 2017 abzuschließen.

2 Simulationen zur Klimawirkung der Emissionen des europäischen Verkehrs

Verantwortlich: Mertens (b309098) / Righi (b309057) / Hendricks (b309012)

Gegenstand ist hier die Quantifizierung der Effekte der deutschen und europäischen Emissionen des bodengebundenen Verkehrs auf Ozon und die Methanlebenszeit, für gegenwärtige Bedingungen und mögliche zukünftige Entwicklungen (bis 2040 entsprechend der VEU-2-Szenarien). Dazu werden in der Modellkonfiguration EMAC/QCTM/Tagging Markierungsverfahren sowie die Perturbationsmethode (Rechnungen mit/ohne Verkehrsemissionen) angewendet. Da die Emissionsdaten zum Basisjahr 2010 erst kürzlich geliefert wurden und die entsprechenden Daten für

¹ Verkehrsentwicklung und Umwelt, Phase 2 (<http://www.dlr.de/VEU/desktopdefault.aspx/tabid-9680/>)

das Jahr 2040 erst jetzt finalisiert werden, können die Simulationen erst jetzt beginnen und beschränken sich zunächst auf das Basisjahr. Nach Möglichkeit soll das Referenzszenario für 2040 ebenfalls noch in diesem Jahr simuliert werden. Zwei weitere Vergleichsszenarien sollen dann in 2018 betrachtet werden (vgl. Antrag, Projekt 80).

Vorbereitend zu diesen Arbeiten konnten jedoch entsprechende Modellrechnungen zu den Wirkungen der Emissionen des globalen Land- und Seeverkehrs auf das atmosphärische Ozon und den Strahlungshaushalt durchgeführt werden. Dazu wurde zudem ein entsprechender Artikel verfasst und bei der Zeitschrift *Atmospheric Chemistry and Physics* eingereicht (vgl. unten).

3 Simulationen zur Entwicklung des Klima-Responsemodells TransClim

Verantwortlich: Rieger (b309099) / Mertens (b309098) / Grewe (b309014)

Ziel dieser Arbeiten ist die Entwicklung des Klima-Responsemodells TransClim, zur besonders effizienten Quantifizierung des Einflusses von Straßenverkehrsemissionen auf Ozon und Methan. Das Modell basiert auf einer Lookup-Tabelle, welche Emitter-Rezeptor-Beziehungen enthält, die auf Basis detaillierter Simulationen mit EMAC/QCTM/Tagging generiert werden. Durch das Tagging-Verfahren lassen sich die Beiträge der Emissionen aus bestimmten Sektoren zu Ozon und NO_x mit Hilfe von Markierungsmethoden bestimmen. Im Berichtszeitraum wurde das Modell zunächst um die Markierung von den sehr kurzlebigen Komponenten OH und HO₂ (HO_x) ergänzt, um die spätere Quantifizierung der Verkehrseffekte auf die Methanlebenszeit zu ermöglichen. Diese wichtige Weiterentwicklung wurde in einem entsprechenden Artikel beschrieben und bei der Zeitschrift *Geoscientific Model Development* eingereicht (vgl. unten).

Da in der ersten Hälfte des Berichtszeitraumes zunächst die Entwicklung des Verfahrens zum HO_x-Tagging abzuschließen war, konnten die Simulationen zur Generierung der Lookup-Tabelle erst mit etwas Verzögerung beginnen. Es gelang jedoch, bisher ca. 30% der Lookup-Tabelle fertigzustellen. Weitere Simulationen, insbesondere zur Darstellung der Effekte deutscher und europäischer Verkehrsemissionen, sollen bis Ende 2017 erfolgen. Ergänzende Simulationen, u.a. zur Darstellung weiterer Kontinente, sollen im Jahr 2018 nachfolgen (vgl. Antrag, Projekt 80).

4 Sonstige Bemerkungen

Mit den oben beschriebenen, noch in 2017 durchzuführenden Simulationen wird das verbleibende Rechenzeitkontingent des Projektes komplett ausgeschöpft.

5 Entstandene Publikationen

Hendricks, J., Righi, M., Dahlmann, K., Gottschaldt, K.-D., Grewe, V., Ponater, M., Sausen, R., Heinrichs, D., Winkler, C., Wolfermann, A., Kampffmeyer, T., Friedrich, R., Klötzke, M., Kugler, U.: Quantifying the climate impact of emissions from land-based transport in Germany, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, doi:10.1016/j.trd.2017.06.003, in press, 2017

Mertens, M., Grewe, V., Rieger, V., Jöckel, P.: Reconsidering the contribution of road traffic and shipping emissions to tropospheric ozone, *Atmospheric Chemistry and Physics*, submitted, 2017

Rieger, V. S., Mertens, M., Grewe, V.: An advanced method of contributing emissions to short-lived chemical species (OH and HO₂): The TAGGING 1.1 submodel based on the Modular Earth Submodel System (MESSy 2.53), *Geoscientific Model Development*, submitted, 2017

6 Sonstige Referenzen

Kaiser, J. C., Hendricks, J., Righi, M., Riemer, N., Zaveri, R. A., Metzger, S., Aquila, V.: The MESSy aerosol submodel MADE3 (v2.0b): description and a box model test, *Geosci. Model Dev.*, 7(3), 1137–1157, doi:10.5194/gmd-7-1137-2014, 2014

Righi, M., Hendricks, J., Sausen, R.: The global impact of the transport sectors on atmospheric aerosol: simulations for year 2000 emissions, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 9939–9970, doi:10.5194/acp-13-9939-2013, 2013