

Messung und Modellierung der Emissionen kanadischer Waldbrände im Sommer 2013

Im EU-Projekt MACC-II (Monitoring of Atmospheric Composition and Climate) werden am EZMW seit 2007 globale operationelle Vorhersagen von Spurengas- und Aerosolverteilungen (ca. $1 \times 1^\circ$ Auflösung) erstellt (<http://www.gmes-atmosphere.eu/>) und durch Regionalmodelle bis auf wenige km Auflösung verfeinert. Das Aerosolmodell verwendet 12 prognostische Variablen (je 3 Größenklassen Staub und Seesalz, hydrophiler/hydrophober schwarzer und organischer Kohlenstoff, Sulfat) und assimiliert (4D-Var) MODIS Aerosol-optische Dicken bei 550 nm sowie CALIOP Lidar-Rückstreuprofile (1D-Var). Quellen entstammen Emissionskatastern (SPEW, EDGAR,...), Feueremissionen (GFEDv3.0, GFASv1.0 – Kaiser et al., 2012) bzw. werden z.B. für Staub, Seesalz und biogene Partikel über die meteorologischen Bedingungen parametrisiert. Der horizontale und vertikale Antrieb erfolgt durch die Dynamik des EZMW-Modells, ergänzt um vertikale Diffusion/Konvektion, Sedimentation und trockene/feuchte Deposition über großskalige und konvektive Niederschläge.

Die Evaluierung des MACC-Modells basierte bislang auf AERONET AOD-Messungen, künftig werden aber auch Vertikalprofile betrachtet. Dazu eignen sich insbesondere Lidars oder Ceilometer (vgl. GAW-Brief 49, 2009). Eine Gelegenheit, die Quellen und den Transport von Brandaerosol im MACC-Modell zu untersuchen, ergab sich im Juli 2013 (Abb. 1), als auf der Nordseite eines umfangreichen Azorenhochs Rauchfahnen kanadischer Waldbrände auf direktem Wege nach Europa gelangten und dort wegen fehlender Niederschläge lange in der freien Troposphäre verweilten.

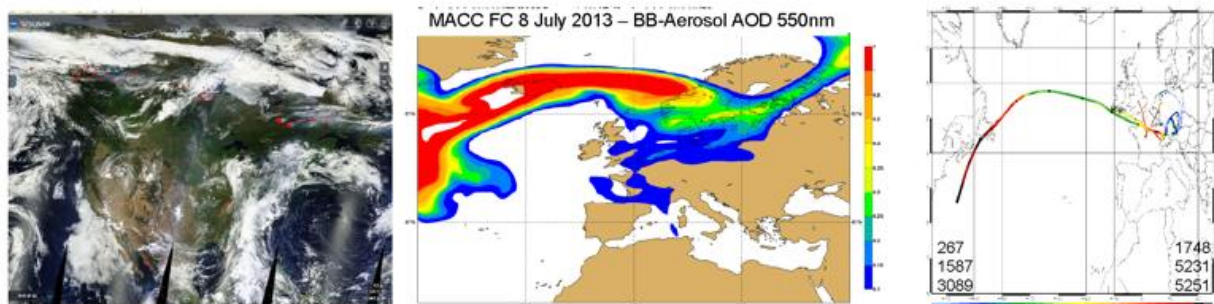


Abb. 1: (v.l.n.r.) MODIS: Feuerherde in Kanada am 6.7.2013, MACC-Vorhersage von Biomass-Burning-Aerosol und GME-Rückwärtstrajektorien mit farbkodierter Höhe am 6.7.2013

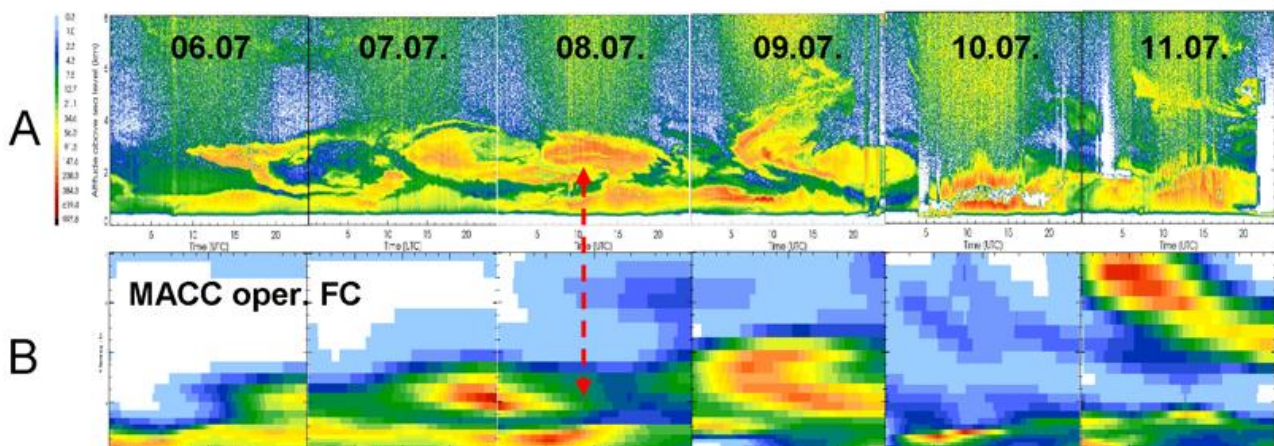
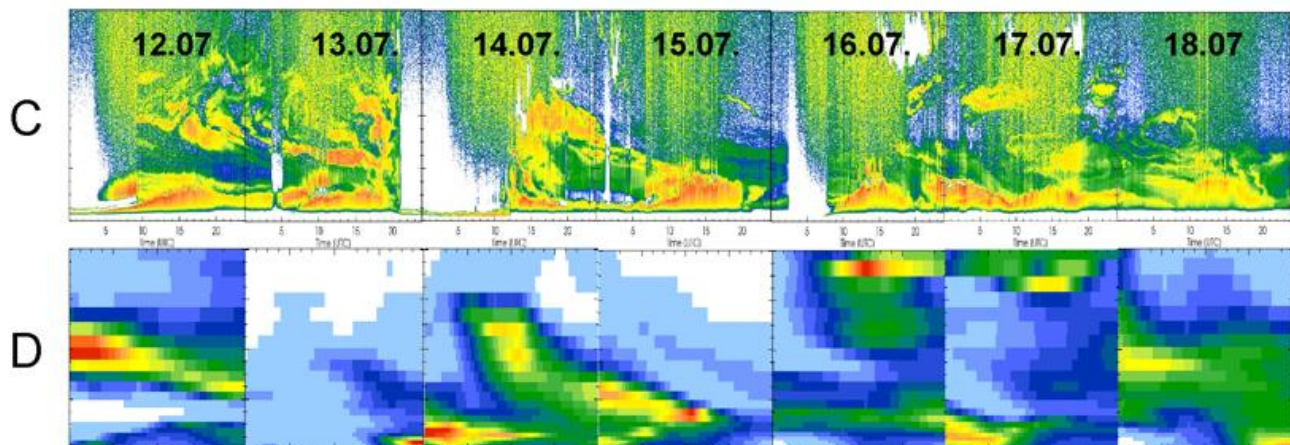


Abb. 2: Zeit/Höhenverlauf des Extinktionskoeffizienten über Soltau vom 6.-16. Juli 2013. Panel A+C Ceilometer, B+D: operationeller MACC-Modelllauf 'fnyp' (osuite) – Fortsetzung s. S. 2



Rauch eignet sich mit seiner komplexen Schichtung besonders zur Untersuchung der Injektionscharakteristika und des Transports, zudem die kleinen Partikel nur wenig sedimentieren. Die Quellstärke spiegelt sich in der Masse bzw. Extinktion wider. In Abb. 2 ist erkennbar, dass das MACC-Vorhersagemodell in der Lage ist, die wesentlichen Strukturen der Rauchfahnen über Europa zu prognostizieren. Im Detail wird die gemessene Aerosolverteilung phasenweise gut wiedergegeben (Abb. 3 linkes Bild), jedoch treten auch vom Modell nicht vorhergesagte bzw. im Modell deplazierte Rauchfahnen auf (Abb. 2 rechtes Bild, rot gestrichelter Pfeil und Abb. 3).

Die größten Fehler im Modell treten in den Vorhersagen von Aerosolmasse und -position auf. Sie gehen auf die Bestimmung der Emissionsstärke und -höhe zurück, die einerseits aus der vom Satelliten gemessenen Strahlungsenergie (fire radiative power) abgeleitet und in konvektiven Aufwärtstransport umgesetzt werden. Andererseits wird die Brandmasse aus der thermischen Energie über die Oberflächenbeschaffenheit berücksichtigende Konversionsfaktoren bestimmt. Letztere sind aus Literaturstudien abgeleitet und können lokale Gegebenheiten nur begrenzt widerspiegeln.

Dieses Ereignis hat abwechselnd zwei Phasen: 1. Quell- und transportdominierte Abschnitte (6.-9.7.), die frisch erzeugtes Waldbrand-Aerosol in kurzer Zeit nach Europa transportieren. Hier ist der Einfluss der quellnahen Prozesse/Parametrisierungen (Assimil.) am stärksten. 2. Jeweils anschließende Perioden der Dispersion über Europa (z.B. 10.7., 14.7.) mit chemisch-mikro-physikalischen Umwandlungen und Mischungs-/Transportprozessen, die das Modell behandelt. Quellen und Transport werden i.A. besser wiedergegeben als die nachfolgenden Mischungs-/Transformationsprozesse. Sprünge treten durch die täglich um 0 UTC stattfindende Initialisierung auf (Abb. 3), wo Aerosol z.B. durch die Assimilation hinzugefügt (z.B. 18.7.) oder entfernt wurde. Die Regionalmodelle liefern in diesem Fall keine detaillierteren Informationen, da sie für die Vorhersage der gesetzlich relevanten PM_{2.5}- und PM₁₀-Konzentrationen in Bodennähe optimiert sind, zu denen die kleinen und verdünnten Waldbrandpartikel nur geringfügig beitragen. Weder an den Bodenstationen, selbst am Schneefernerhaus in 2650 m a.s.l. nicht, noch im Niederschlag (der erstmal wieder am 23. Juli fiel) war der Rauch nachzuweisen.

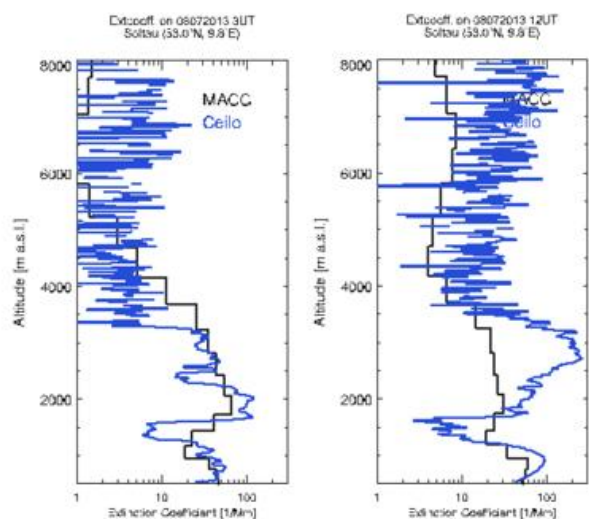


Abb. 3: Vergleich der Extinktionsprofile des MACC-Modelllaufs 'fnyp' und des Ceilometers am Standort Soltau am 8.7.13, 03 UTC (links) und 12 UTC (rechts). Die Schicht um 12UTC wird nur ansatzweise wiedergegeben.

Referenzen:

Flentje et al., GAW Brief Nr. 49, 2009
 Morcrette J. J. et al., Prognostic Aerosols in the ECMWF IFS: MACC vs GEMS..., ECMWF Tech Memo 574, 2011.
 Kaiser J. et al., BB emissions estimated with a global fire assimilation system..., Biogeoscience, 9,27-554, 2012.

harald.flentje@dwd.de