



GAW Brief des DWD

Nr. 52, Juli 2010



Ludwig Ries¹, Wolfram Birmili², Korinna König², Ralf Sohmer¹,
Andreas Stohl³

¹GAW Globalstation, Umweltbundesamt, Zugspitze, Deutschland

²Institut für Troposphärenforschung IfT, Leipzig, Deutschland

³Norwegian Institute for Air Research (NILU), Kjeller, Norway.

Nordhemisphärischer Hintergrund und Ferntransport von Fein- und Ultrafeinstaub an der GAW Station Zugspitze

Ähnlich wie Spurengase können ferntransportierte Aerosole die regionale und örtliche Luftqualität entscheidend beeinflussen. Hohe Belastungen an Fein- und Ultrafeinstaub werden zumeist in städtischen Ballungsräumen beobachtet, wo sie durch lokale und regionale Quellen zustande kommen. Dennoch werden nicht selten erhebliche Transporte von Fein- und Ultrafeinstaub über große Entfernungen in der Atmosphäre beobachtet, die die Luftqualität an anderer Stelle entscheidend beeinflussen können [4,5]. Daher wird seit 2004 auf der Zugspitze als Folge eines Forschungsprojekts des Umweltbundesamtes [1] die Partikelanzahlgrößenverteilung (10-600 nm) gemessen [2]. Die GAW-Globalstation Zugspitze/Hohenpeissenberg, Plattform Zugspitze, ist Bestandteil des internationalen Global Atmosphere Watch Programms der UNO/WMO und des Deutschen GUAN Messnetzes für feine und ultrafeine Aerosole [3].

Für den zweijährigen Zeitraum 2005-2006 wurde mit dem Lagrange'schen Ausbreitungsmodell FLEXPART [6] zusätzlich in Zeitschritten von 3 Stunden der Transport eines idealisierten Tracers zum Rezeptorort Zugspitze quantifiziert. Im Zusammenhang mit den kontinuierlichen Aerosoldaten des Standorts Zugspitze/Schneefernerhaus können hieraus Aussagen über die Quellgebiete der Aerosolpartikel gewonnen werden.

Ergebnisse

Die kontinuierlichen Aerosolmessungen seit 2004 zeigen, dass das Observatorium Schneefernerhaus (SFH, 2670 m ü. NN, etwa 300m unter dem Zugspitzgipfel) in den Wintermonaten fast immer oberhalb der atmosphärischen Grenzschicht liegt [1,2], also abgetrennt von regionalen Quellen. Zu dieser Zeit sind die Messdaten am SFH repräsentativ für einen räumlich weiten Bereich der freien Troposphäre. Im Frühjahr und in den Sommermonaten ist hingegen vor allem in den Mittags- und Nachmittagsstunden ein Anstieg der Partikelkonzentrationen zu verzeichnen. Als Ursache wurde mittels eines vom Radon abgeleiteten Tracers der konvektive Transport von verschmutzter Luft aus tieferen Lagen festgestellt [1,2]. Insbesondere der Akkumulationsmode (150-600 nm) wird von den konvektiven Transportvorgängen beeinflusst.

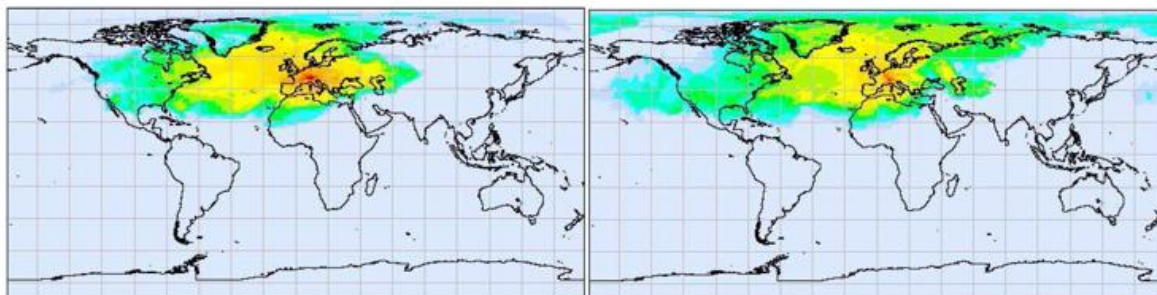


Abb. 1: Herkunftsanalyse für Nukleationsmodepartikel (10-30 nm), beruhend auf Ankunftszeiten zwischen 00:00 und 06:00 UTC und einer maximalen Transportdauer des Luftmassentracers von 10 Tagen. Je wärmer die Farbe, desto höher die Häufigkeit der räumlichen Herkunft. Links die Berechnungen für die Sommermonate, rechts für die Wintermonate. In den Sommermonaten hat die mitteleuropäische Grenzschicht aufgrund der Konvektion als Herkunftsgebiet ein größeres Gewicht. Statistisch relevante Konzentrationen an Nukleationsmodepartikeln sind aber in allen Jahreszeiten marinen Luftmassen zuzuschreiben. Die blau nachgezeichneten Festlandsgrenzen von Grönland und Nordamerika legen nahe, dass der Nordatlantik eine Hauptquelle der kleinsten Partikelfraktion ist.

Die niedrigsten Partikelkonzentrationen des Tages treten am SFH im Mittel zwischen 00:00 und 06:00 MEZ auf. In den Sommermonaten sind durch die insgesamt höhere planetare Grenzschicht auch erhöhte Nachtwerte zu verzeichnen; als Resultat überwiegen die Schwankungen in den Partikelkonzentrationen des Jahresganges diejenigen des Tagesganges [2].

Im Gegensatz zu herkömmlichen (linearen) Trajektorienberechnungen liefert FLEXPART eine räumliche Verteilung der Aufenthaltsdauer der Luftpakete, die zur Immissionsmessung am Rezipientenstandort beitragen. Abb. 1 stellt die räumliche Verteilung der Aufenthaltsdauer von Luft, gewichtet mit der am SFH gemessenen Partikelanzahlkonzentration im Größenbereich 10-30 nm (Nukleationsmode) dar. Die Abbildung gibt also Auskunft über die Herkunftsgebiete der Luft, die zu hohen Anzahlkonzentrationen im Nukleationsmode am SFH führen. Diese Luftmassen decken Mitteleuropa, aber auch den Nordatlantik ab.

Durch die beschriebene Gewichtung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit der am SFH ankommenden Luft mit gemessenen Partikelkonzentrationen kann über räumliche Integration der Versuch einer quantitativen Bilanzierung vorgenommen werden. Für den Aitkenmode (60-150 nm) ist der ferntransportierte Anteil mit 65% am höchsten im Winter. Im Frühjahr (55%) und auch im Herbst (50%) liegt er deutlich über den Werten für den Sommer (30%). Davon entfallen in der Hauptsache auf den Nordatlantik als stärkstem Quellgebiet im Winter und Frühling je 30%, im Sommer 14% und im Herbst 20%. Als zweitstärkstes Quellgebiet liefert Südeuropa im Winter einen Beitrag von 15%, im Frühjahr 13% und im Sommer und Herbst 7 bzw. 12%. Die Beiträge aus der mittel- und westeuropäischen Grenzschicht sind 30% im Sommer, im Frühling und Herbst je 20% und im Winter 15%.

Für den Akkumulationsmode (150-600nm) betragen die entsprechenden relativen Anteile für Mitteleuropa (inkl. Alpenraum) 33%, für West-, Süd- und Osteuropa jeweils etwas weniger als 20% und für Nordeuropa und den Atlantik jeweils weniger als 5%. Abb. 2 zeigt exemplarisch die Herkunft der Luftmassen mit den niedrigsten bzw. höchsten Konzentrationen der 2 betrachteten Jahre 2005-2006. Die niedrigsten Konzentrationen stammen aus der freien Troposphäre des Nordatlantiks, die höchsten aus der europäischen Grenzschicht, mit einer Betonung der östlichen Anströmung.

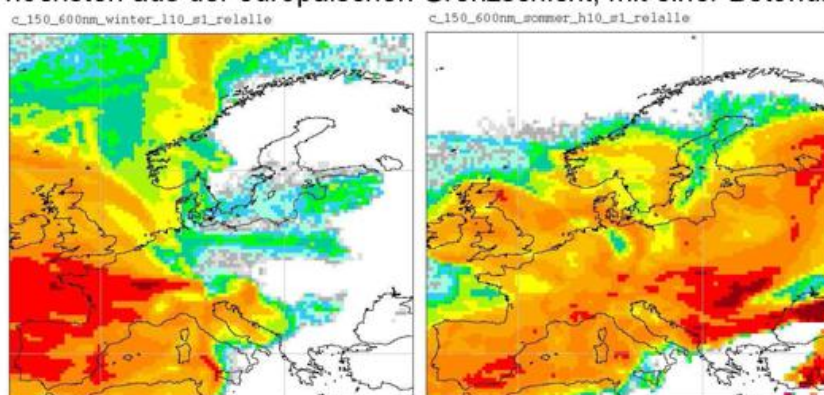


Abb. 2: Herkunft von Luftmassen, die zu extremen Anzahlen an Akkumulationsmodepartikeln (150-600 nm) am SFH führen. Links: geringe Anzahlen im Winter (hiervon die unteren 10% des Datensatzes). Rechts: hohe Anzahlen im Sommer (hiervon die oberen 10% des Datensatzes).

Beiträge interkontinentaler Transporte: Für Nordamerika als Quellgebiet konnten pro Jahr nur einige wenige Transportereignisse direkt nachgewiesen werden [4]. Afrika ist hingegen häufig Quellgebiet, vor allem die bekannten Saharastaubtransporte. Transporte aus dem zentral gelegenen europäisch-asiatischem Bereich konnten nur vereinzelt registriert werden [5].

Literatur

- [1] Ermittlung des nordhemisphärischen Hintergrunds an der GAW-Station Zugspitze unter besonderer Berücksichtigung des Ferntransports von Feinstäuben, W. Birmili, K. König, A. Sonntag et. al., Nov. 2008, Bericht Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 42 202/01.
- [2] Birmili, W.; Ries, L.; Sohmer, R. et. al., Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft 1-2/2009, S. 31-35
- [3] W. Birmili, K. Weinhold, S. Nordmann, et. al., Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft, 69(4), 2009, S. 137-145.
- [4] Birmili, W., T. Göbel, A. Sonntag, et. al. Meteorologische Zeitschrift, in press, 2010.
- [5] Birmili, W., K. Schepanski, A. Ansmann et al. Atmos. Chem. Phys., 8: 997-1016, 2008.
- [6] Stohl, A., C. Forster, A. Frank, Atmos. Chem. Phys. 5, 2461-2474, 2005.

Ludwig.Ries@uba.de
birmili@tropos.de