

Unterscheidung von Aerosoltypen mit Hilfe von Lidarmessungen

Die Verbrennung von Biomasse, z.B. in Waldfeuern, erzeugt große Mengen an Ruß- und Rauchpartikeln mit einem typischen Größenspektrum der Teilchen von ca. 50 bis 150 nm im Durchmesser. Aufgrund der geringen Größe und Masse und der folglich geringen trockenen Depositionsrate verbleiben diese Partikel über längere Zeiträume, Wochen bis Monate, in der Atmosphäre (s. Ansmann et al. 2018). In den letzten Jahren jedoch wurden in den Sommermonaten vermehrt Episoden mit hohem Partikelauflkommen in Mitteleuropa in der Troposphäre beobachtet, überwiegend ausgelöst durch Feuer in den borealen Wäldern Kanadas und Nordamerikas (s. GAW 61). Aufgrund niedriger Brandtemperaturen und unvollständiger Verbrennung erzeugen auch Heide- und Torfbrände enorme Partikelmengen und Rauchgase, wie etwa Kohlenmonoxid und Formaldehyd.

Begünstigt durch hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschlagssummen im Frühjahr 2018 wurde im Juni 2018 erstmals in jüngerer Zeit ein ausgehnter Brand in Mittelengland im Saddleworth-Moor bei Manchester als Quelle für Waldbrandaerosol über Deutschland identifiziert. Erste Signaturen des Brandes waren bereits am 24. Juni 2018 in Satellitendaten (MODIS) zu sehen, letzte Spuren der Rauchschwaden waren noch am 4. Juli 2018 erkennbar. Die meteorologische Situation favorisierte den Transport der Partikel vom Brandherd zunächst in Richtung Westen über die Irische See, wie es auch auf Satellitenbildern gut erkennbar war (Abb. 1). In der vorherrschenden Wetterlage mit Zentrum eines Hochs über den Britischen Inseln, geriet das Rauchgas am Rande des Hochdruckgebiets in die antizyklonale Strömung und wurde schließlich von Norden kommend über die Niederlande und die Norddeutsche Tiefebene nach Südwestdeutschland transportiert.

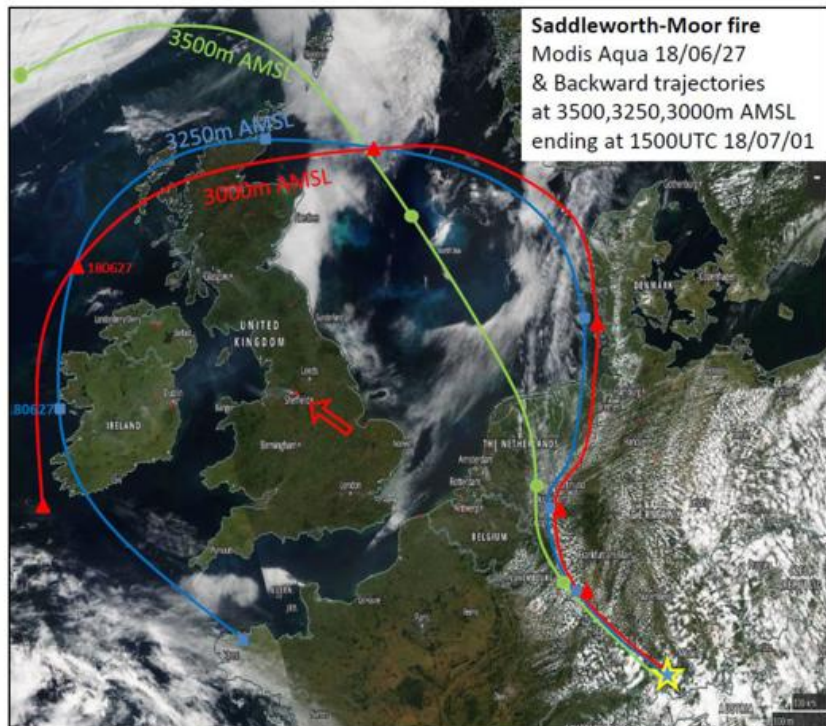


Abb. 1: MODIS RGB Bild des Torffeuers nahe Manchester am 27.06.18 und überlagerte Rückwärtstrajektorien am Standort Hohenpeißenberg. Quelle MODIS: NASA worldview, Quelle Trajektorien: Hysplit/GFS-Modelldaten

Am 1. Juli 2018 detektierte das autonom operierende UV-Lidar des DWD am Standort Karlsruhe eine im Depolarisationskanal schwach ausgeprägte Schicht in einer Höhe von rund 2 bis 2.5 km über Grund. Am gleichen Tag registrierte etwa in gleicher Höhe auch das am Hohenpeißenberg (MOHp) stationierte Raman Lidar Polly^{XT} im Depolarisationssignal ähnliche Strukturen (Abb. 2). Interessanterweise wird nur einen Tag später eine weitere Aerosolschicht in den Messungen der beiden DWD Lidarinstrumente sichtbar, die jedoch im Vergleich zum Vortag eine deutlich stärkere Rückstreuung sowie ein wesentlich höheres Depolarisationsverhältnis lieferte und deren Mächtigkeit und Höhe nicht mit der Schicht der Brandaerosole übereinstimmte. Am Hohenpeißenberg wurde die stark streuende Schicht bereits gegen 4:00 UTC sichtbar und blieb im weiteren Tagesverlauf mit einer Mächtigkeit von etwa 2 km bis in die Nachstunden erkennbar.

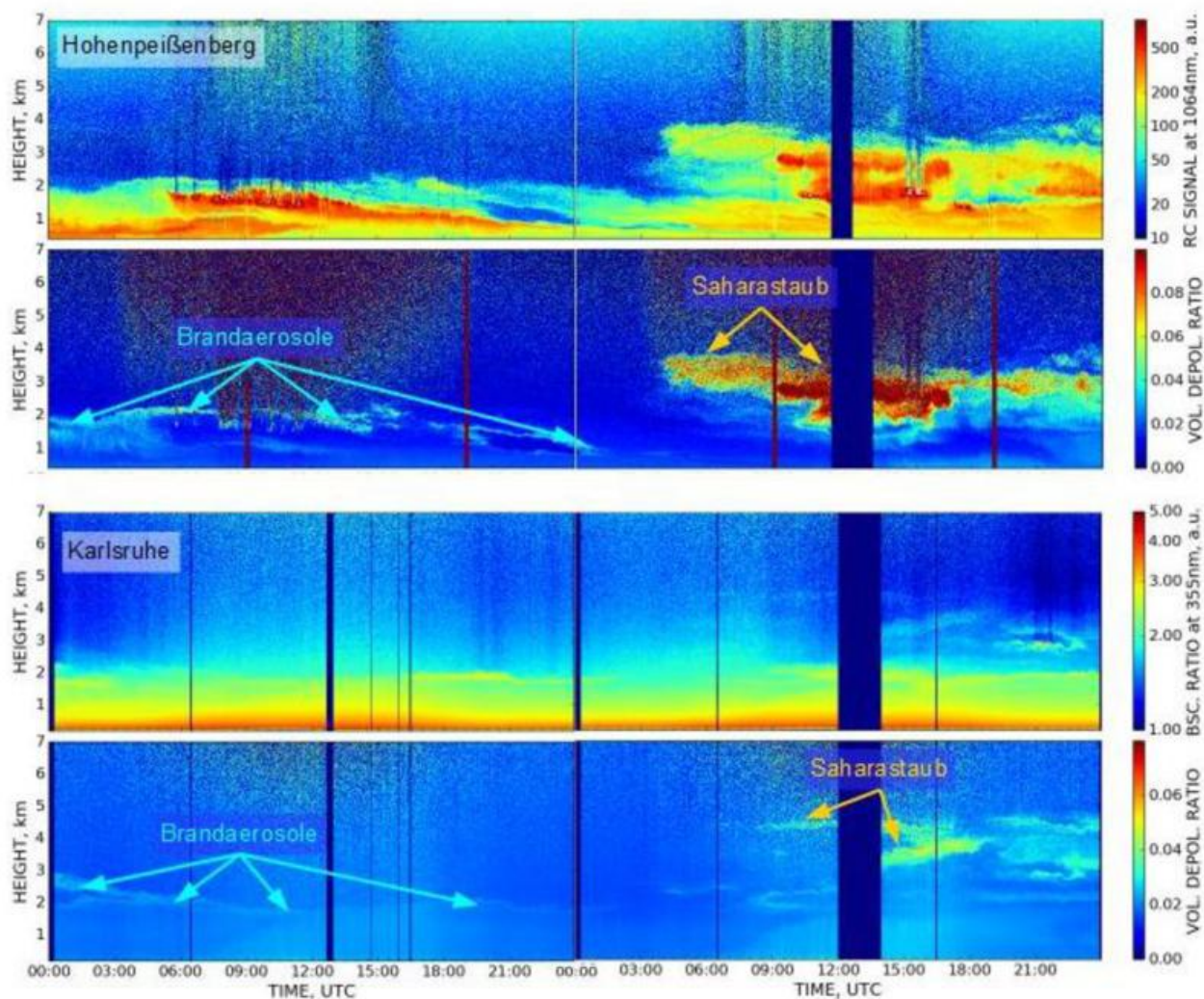


Abb. 2: Entfernungskorrigiertes Rückstreusignal bei 1064/355 nm (1. und 3. Zeile) und Volumen-Depolarisationsverhältnis bei 532/355 nm (2. und 4. Zeile) aus Messungen des Raman-Lidars am Hohenpeißenberg (oben) und des UV-Lidars in Karlsruhe (unten) am 1. und 2. Juli 2018.

Das Depolarisationsverhältnis der Aerosolpartikel ist ein wesentliches Merkmal zur Unterscheidung verschiedener Aerosoltypen (s. Groß et al. 2015). So entsprechen z.B. die am 1. Juli gemessenen niedrigen Werte von 0.02 bis 0.03 den Verhältnissen von Waldbrandaerosolen. Die am 2. Juli beobachteten Werte von 0.05 im UV-Bereich (Karlsruhe) bzw. 0.1 im sichtbaren Spektralbereich (Hohenpeißenberg) sind wesentlich größer und charakteristisch für Saharastaub (s. GAW62). Die Identifikation dieser Partikel als Saharastaub wurde über berechnete Rückwärtstrajektorien erhärtet. Vulkanasche ist ebenfalls durch sehr hohe Werte gekennzeichnet, während das typische kontinentale Hintergrund-Aerosol keine Depolarisation des rückgestreuten Lichts verursacht.

Wie hier gezeigt, erlauben Ankerstationen mit lidarbasierten Depolarisationsmessungen die Bestimmung des Aerosoltyps in atmosphärischen Schichten. Die derzeit im DWD-Messnetz eingesetzten einfachen Ceilometer dienen hingegen dazu, die detaillierten Informationen der Ankerstationen über die Fläche und die Zeit zu interpolieren. Künftig verfügbare Ceilometer mit Depolarisationskanal könnten das DWD Messnetz bzgl. der Zahl der Ankerstationen und damit bzgl. der Aerosoltyperkennung entscheidend verbessern. Damit würden bessere Informationen über die Lage von Vulkanasche, Saharastaub oder Waldbrandaerosol verfügbar, die wichtig für etwaige Luftraumsperrungen, aber auch Ertragsprognosen von Photovoltaikanlagen sind.

Referenzen:

Ansmann et al., Atmos. Chem. Phys. Discuss., acp-2018-357, 2018
 Groß et al., Atmos. Chem. Phys. 15, 11067–11080, 2015
 GAW-Briefe des DWD, 61, 62

Werner.Thomas@dwd.de