

Wüstenstaub - operationelle Messung und Testfall für Vulkanasche

Seit 2008 werden Ceilometer des Typs CHM15k bzw. CHM15k Nimbus vom DWD betrieben, um die Aerosolparameter im Vertikalprofil zu bestimmen (GAW-Brief Nr. 49). Erste Beispiele zeigen das Potential der Ceilometermessungen bzgl. Aerosolsondierung (GAW-Briefe Nr. 53, 61). Im laufenden DWD Sonderforschungsprogramm (2011-2016) sollen nun Aerosolparameter *operationell* aus Ceilometermessungen abgeleitet werden.

Das DWD-Ceilometer-Netzwerk besteht aus ca. 60 Geräten, die bis zu 15km Höhe kontinuierlich messen. Die Daten werden zentral gespeichert und am meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg operationell homogenisiert und weiter verarbeitet. Hier werden auch automatisch Quicklooks der Rückstreuintensität als Funktion von Zeit und Höhe erstellt. Diese Quicklooks sind online verfügbar (www.dwd.de → Spezielle Nutzer → Forschung/Universitäten → Ozon, GAW, Luftchemie → Ceilometer-Messnetz). Der derzeitige Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Implementierung einer Kalibriermethode, mit der aus den gemessenen Rohdaten quantitative optische Aerosolparameter wie Rückstreuoeffizient und Extinktionskoeffizient bestimmt werden können. Dies wird gleichzeitig in Zusammenarbeit mit den europäischen Projekten TO-PROF (<http://www.toprof.imaa.cnr.it/>) und E-PROFILE (<http://www.eumetnet.eu/e-profile>) getan.

Zu Anfang April 2014 konnte eine für Deutschland ungewöhnlich hohe Konzentration an Wüstenstaubpartikeln beobachtet werden. Im Allgemeinen tritt ca. 10-15 mal pro Jahr eine meteorologische Situation auf, die Staub aus der afrikanischen Sahara zu uns transportiert. Meistens sind die Partikelkonzentrationen deutlich geringer als beim diesjährigen April-Ereignis, so dass sie von der Öffentlichkeit kaum bemerkt werden. Der Staub wird normalerweise in der freien Troposphäre transportiert, so dass nur im Falle von Niederschlag merkbare Mengen am Boden ankommen. Abbildung 1 zeigt die zeitliche Entwicklung des Vertikalprofils von Aerosolpartikeln, die an der Station Feuchtwangen mit einem Ceilometer gemessen wurden. Man sieht deutlich den Tagesgang der atmosphärischen Grenzschicht, wobei die freie Troposphäre quasi partikelfrei war (28., 29. März). Der Staub aus der Sahara wurde erstmals am 30. März in der freien Troposphäre in 5-6 km Höhe beobachtet. Diese Schicht senkte sich dann ab, blieb aber vorerst von der Grenzschicht entkoppelt. Am 3. April konnte Wüstenstaub bis zu 6 km Höhe beobachtet werden. Am selben Tag ist ein Flugzeug im Auftrag des DWD von Mühlheim in Nordrhein-Westfalen bis Hohenpeißenberg geflogen. Dabei wurde über mehreren DWD-Ceilometer-Stationen ein Vertikalprofil der Aerosolgrößenverteilung bestimmt, woraus man dann die Partikelmasse ermitteln kann. Die Daten werden gemeinsam mit der FH-Düsseldorf (Prof. Weber) ausgewertet.

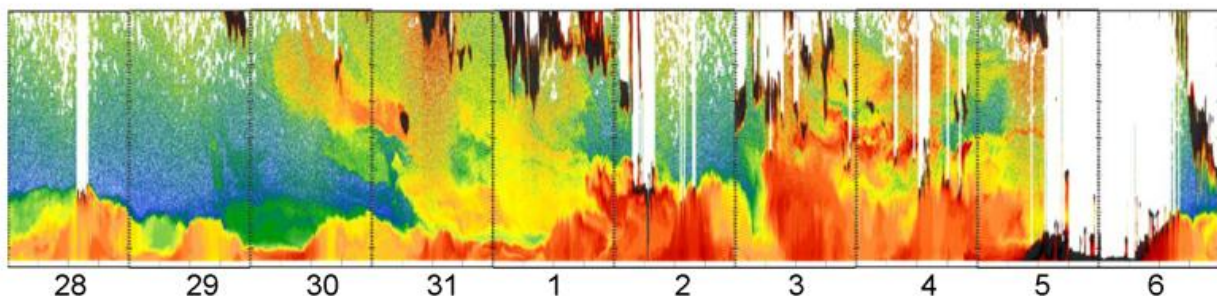


Abb. 1: Zeit/Höhenverlauf der normierten Rückstreuung über Feuchtwangen vom 28. März bis 6. April 2014. Die Höhenachse geht von 0 bis 7 km.

Abbildung 2 zeigt die Flugroute von Mühlheim bis zum Hohenpeißenberg und das DWD Aerosol-Ceilometernetz. Vertikalprofile wurden über Giessen, Hoherodskopf, Feuchtwangen, München,

Hohenpeißenberg und Leutkirch geflogen. Hierbei wurden die Messungen zusätzlich noch mit dem meteorologischen Institut der Universität München (MIM) und dem DLR Oberpfaffenhofen koordiniert. Das MIM steuerte Messungen mit einem Zwei-Kanal Depolarisationslidar bei, so dass die Wellenlängenabhängigkeit der Partikeldepolarisation bestimmt werden konnte und Information über die Form der Partikel verfügbar war. Das DLR führte einen Messflug mit dem Forschungsflugzeug HALO durch. Im Raum München wurden beide Flugzeuge so koordiniert, dass in situ Messungen von Partikeleigenschaften miteinander verglichen werden konnten.

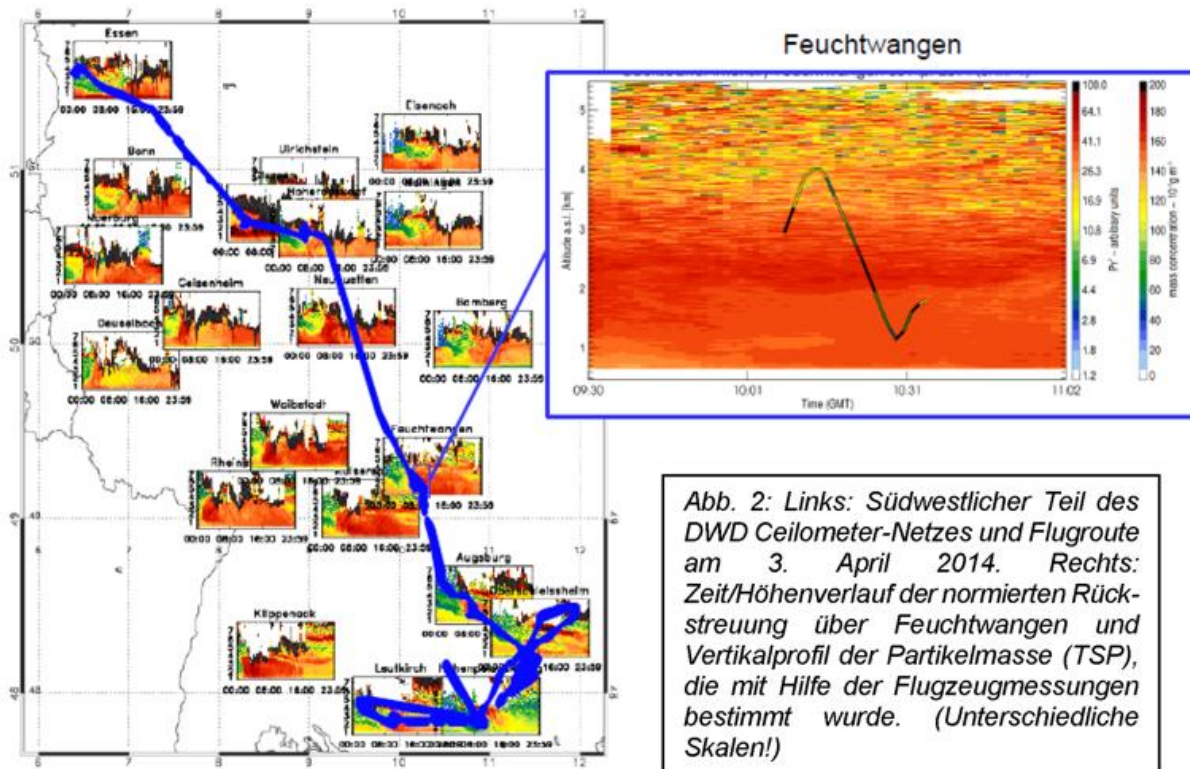


Abb. 2: Links: Südwestlicher Teil des DWD Ceilometer-Netzes und Flugroute am 3. April 2014. Rechts: Zeit/Höhenverlauf der normierten Rückstreuung über Feuchtwangen und Vertikalprofil der Partikelmasse (TSP), die mit Hilfe der Flugzeugmessungen bestimmt wurde. (Unterschiedliche Skalen!)

Die Flugzeugmessungen im Auftrag des DWD dienen nicht nur der Bestimmung von Eigenschaften von Wüstenstaub sondern waren auch ein Testlauf für die Krisenkommunikation im Falle eines erneuten Vulkanausbruchs. Das DWD- Ceilometermessnetz liefert einen guten Überblick über die Raum-Zeit-Verteilung von Vulkanasche und mit Hilfe von in-situ Flugzeugmessungen kann ein Konversionsfaktor bestimmt werden, der es erlaubt, die Massenkonzentration von Vulkanasche in einer Schicht aus ihren optischen Eigenschaften abzuschätzen. Die Partikelmassenkonzentration ist für die Freigabe des Luftraums über Deutschland das maßgebende Kriterium, denn Flugzeugtriebwerke reagieren empfindlich auf hohe Vulkanpartikelbelastungen, die im schlimmsten Fall zu einem Versagen der Triebwerke führen können. Abbildung 2 zeigt auch die Verknüpfung von Ceilometerdaten mit den Flugzeugdaten am Beispiel der Station Feuchtwangen. Die grundlegende Struktur kann man in den Massenkonzentrationen gut erkennen, mit Unterschieden im Detail.

Abschließend möchten wir auf das Wüstenstaub-Programm der WMO (SDS-WAS, http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/Sand_and_Dust_Storm.html) und die Modellierungs-Aktivitäten des DWD hinweisen. Der DWD verwendet für die Ausbreitungsrechnung das Modellsystem COSMO-ART mit einem Online-gekoppelten Aerosolschema des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zur Simulation der Emission, des Transports, der Sedimentation und der nassen sowie trockenen Deposition von Wüstensand.

Referenzen:

Flentje et al., GAW Brief Nr. 49, 2009
 Flentje und Thomas, GAW Brief Nr. 53, 2010
 Flentje et al., GAW Brief Nr. 61, 2013

Frank.Wagner@dwd.de