

Saharastaub und Radioaktivität

1. EINLEITUNG

Wüstenstaub von Saharastaubausbrüchen gelangt regelmäßig nach Deutschland. Im Norden Deutschlands kann man im Jahresmittel Wüstenstaub an ca. 30 Tagen und im Süden an ca. 50 Tagen beobachten. Für Details sei hier auf den GAW-Brief77 (2020) verwiesen. Im März 2022 gab es einen außergewöhnlichen starken Wüstenstaubausbruch. Ähnlich starke Ereignisse wurden vorher nur in 2014 und 2008 beobachtet.

2. MESSDATEN

Sowohl am meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg als auch am Schneefernerhaus werden kontinuierlich in situ verschiedene Aerosolpartikeleigenschaften gemessen. Dazu gehören die Partikelmassenkonzentration, die Partikelanzahlkonzentration, Strahlungseigenschaften der Partikel (Absorptions-, Streu-, Extinktionskoeffizient), Radioaktivität, sowohl in der Luft als auch im Regenwasser. Um genügend Material für die Analyse zur Verfügung zu haben, wurden Aerosolpartikel über 24h auf einem Filter gesammelt; jeweils von 6 Uhr bis 6 Uhr des Folgetages.

3. ERGEBNISSE

Abbildung 1 zeigt die PM10 Massenkonzentration an beiden Standorten als Zeitserie über 10 Tage. Man sieht, dass es am 15. März 2022 einen deutlichen Anstieg der Partikelmassenkonzentration bis zu 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gab, der an beiden Stationen ähnlich beobachtet wurde. Am 16./17. März waren die Konzentrationen sehr unterschiedlich: nur 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Hohenpeißenberg, aber Spitzenwerte von 750 und 550 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Schneefernerhaus. Dies ist bemerkenswert, da beide Stationen nur ca. 50km Luftlinie voneinander entfernt sind. Allerdings trennen sie auch 1600 Höhenmeter, was in diesem Fall die Erklärung liefert, da das Vertikalprofil der Partikelkonzentration stark höhenabhängig ist. Zusätzlich wurden die Probenahmeintervalle der Radioaktivitätsmessungen in das Bild eingezeichnet.

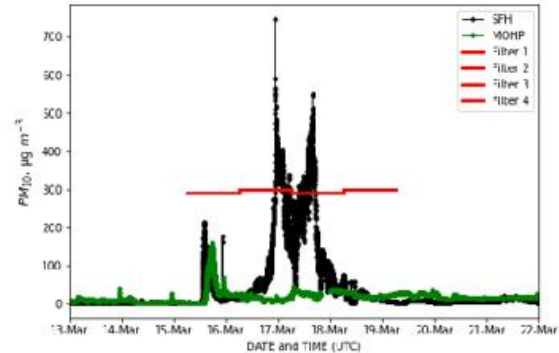


Abb. 1: PM10 Partikelmassenkonzentration am Hohenpeißenberg (grün) und Schneefernerhaus (schwarz), sowie Probenahmeintervalle für die Radioaktivitätsmessungen (rot)

Ein Kriterium, Aerosoltypen zu unterscheiden, ist die Wellenlängenabhängigkeit der Streukoeffizienten. Bei Wüstenstaub (überwiegend große Partikel) sind die Streukoeffizienten nur wenig von der Wellenlänge abhängig.

Abbildung 2 zeigt die Wellenlängenabhängigkeit des Streukoeffizienten, ausgedrückt als Angström-Exponent AE. Je kleiner der AE ist, desto größer ist der relative Anteil an großen Partikeln. Man sieht, dass am 15. März und am 17. März Wüstenstaub am MOHP beobachtet werden konnte.

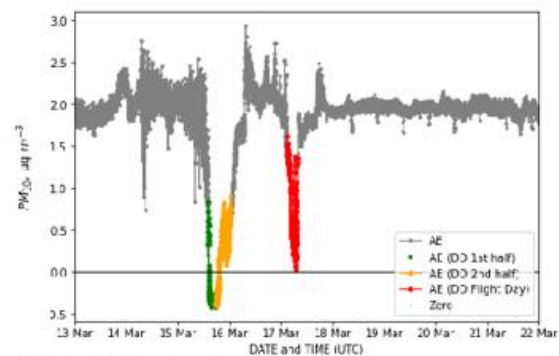


Abb. 2: Zeitserie des Angström Exponenten am Hohenpeißenberg.

Ein anderes Unterscheidungskriterium ist die Streueffizienz. Sie wird aus dem Quotienten aus Partikelstreuoeffizient und Partikelmassenkonzentration berechnet. Wüstenstaub hat etwa den Wert 1, während städtisches Aerosol

zwischen 3 und 5 liegt. Abbildung 3 zeigt die Streueffizienz. Farblich hervorgehoben wurden die Beobachtungen von bzw. Mischungen mit Wüstenstaub.

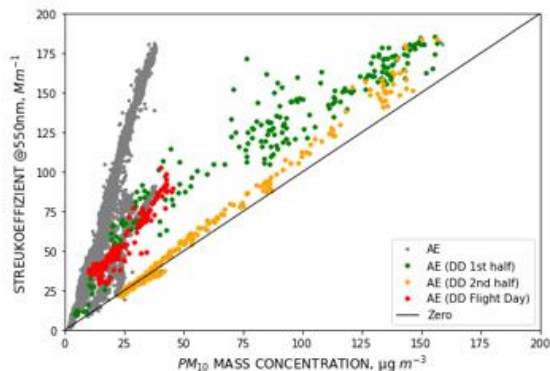


Abb. 3: Streueffizienz, gemessen am Hohenpeißenberg.

Partikel wurden über 24h auf einem Filter gesammelt und anschließend im Labor untersucht. Um radioaktive Partikel detektieren zu können (Messwert muss größer als die Nachweisgrenze sein), benötigt man genügend Aerosolmasse auf dem Filter. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der Aktivitätsmessungen von Cäsium-137 (Cs-137). An zwei Tagen – das sind die beiden Tage mit den höchsten Partikelmassenkonzentrationen (s. Abb. 1) – konnte festgestellt werden, dass radioaktive Partikel mit dem Wüstenstaub nach Deutschland transportiert wurden.

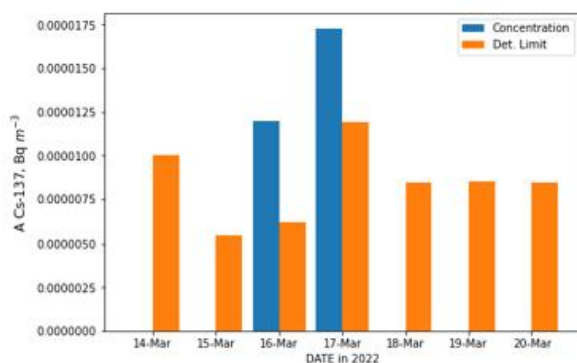


Abb. 4: Cäsium-137 Aktivität, gemessen auf 24h Filterproben vom Schneefernerhaus (blau). An Tagen, an denen keine blauen Balken zu sehen sind, ist die Aktivität kleiner als die Nachweisgrenze.

4. URSPRUNG DER RADIOAKTIVEN PARTIKEL

Einen Hinweis auf die Herkunft der Partikel liefern Trajektorienanalysen. Abbildung 5 zeigt Vorwärtstrajektorien (aus Afrika nach Europa). Eingezeichnet ist ein Gebiet in der algerischen Wüste (CSEM (Centre saharien d'expérimentations militaires) in dem Frankreich in den

60er Jahren oberirdische Kernwaffentests durchgeführt hatte. Man sieht, dass bodennahe Trajektorien von CSEM zur Zugspitze gehen, womit das CSEM-Gebiet als ein möglicher Ursprung der radioaktiven Partikel angesehen werden kann.

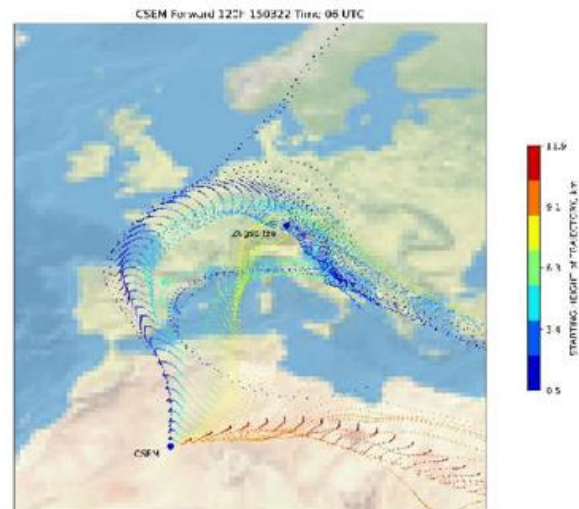


Abb. 5: Vorwärtstrajektorien - gerechnet mit Hysplit (Ref. 3) - ausgehend von CSEM. Die Starthöhe (CSEM) ist farbkodiert.

5. EINORDNUNG DER RADIOAKTIVITÄT

Der größte Wert für Cs-137 wurde mit ca. 0.000018 Bq/m³ am 17.03.2022 gemessen. Auch andere radioaktive Isotope wie Uran (234, 235, 238), Plutonium (238, 239) und Americium (241) wurden beobachtet, wobei deren Aktivitäten noch geringer als die des Cs-137 waren. Zum Vergleich: radioaktives Radon, das in der Raumluft vorkommt, liegt im Mittel bei 50 Bq/m³ (Ref. 2). Diese natürliche Strahlenbelastung ist also mehr als 2 Millionen mal größer als die durch den Wüstenstaub vom März 2022 verursachte Belastung.

Danksagung:

Die Autoren bedanken sich bei Cedric Couret vom Umweltbundesamt für die Messdaten vom Schneefernerhaus.

Referenzen:

- 1) GAW-Briefe des DWD (49, 53, 61, 62,73)
- 2) <https://www.chemie.de/Lexikon/Dosiskonversionsfaktor.html>, abgerufen am 04.05.2023
- 3) <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

Frank.Wagner@dwd.de