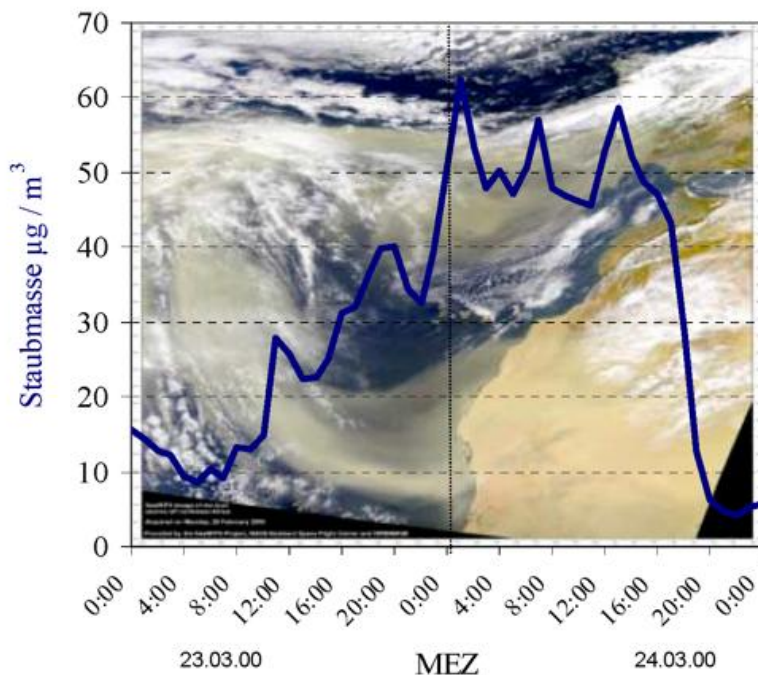


	<p>Global Atmosphere Watch</p> <h2 style="margin: 0;">GAW Brief</h2> <h3 style="margin: 0;">des Deutschen Wetterdienstes</h3> <p style="margin: 0;">Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p>	
<a href="http://www.wmo.ch/web/arep/gaw_home.html">www.wmo.ch/web/arep/gaw_home.html</a>	<a href="http://www.dwd.de/research/mohp/hp2/gaw/gaw.htm">www.dwd.de/research/mohp/hp2/gaw/gaw.htm</a>	
<p>Allgemein Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

### Die Bedeutung von Aerosolpartikeln im Klimasystem am Beispiel von Saharastaub

Für die zurückliegenden 30 Jahre kann der globale Temperaturanstieg von 0.2 °C pro Dekade erst durch die Einbeziehung von Aerosolpartikeln ins Klimasystem befriedigend modelliert werden. Modellsimulationen, die nur die Treibhausgase berücksichtigten, sagten einen zu hohen Temperaturanstieg voraus. Aerosole dämpfen also die globale Erwärmung; man spricht von einem sogenannten „Anti-Treibhauseffekt“. Physikalisch läuft dieser Vorgang entweder direkt durch Rückstreuung des Sonnenlichtes an Aerosolpartikeln oder indirekt durch Reflexion und Absorption an Wolken ab. Der bodennahen Atmosphäre geht damit Energie verloren.



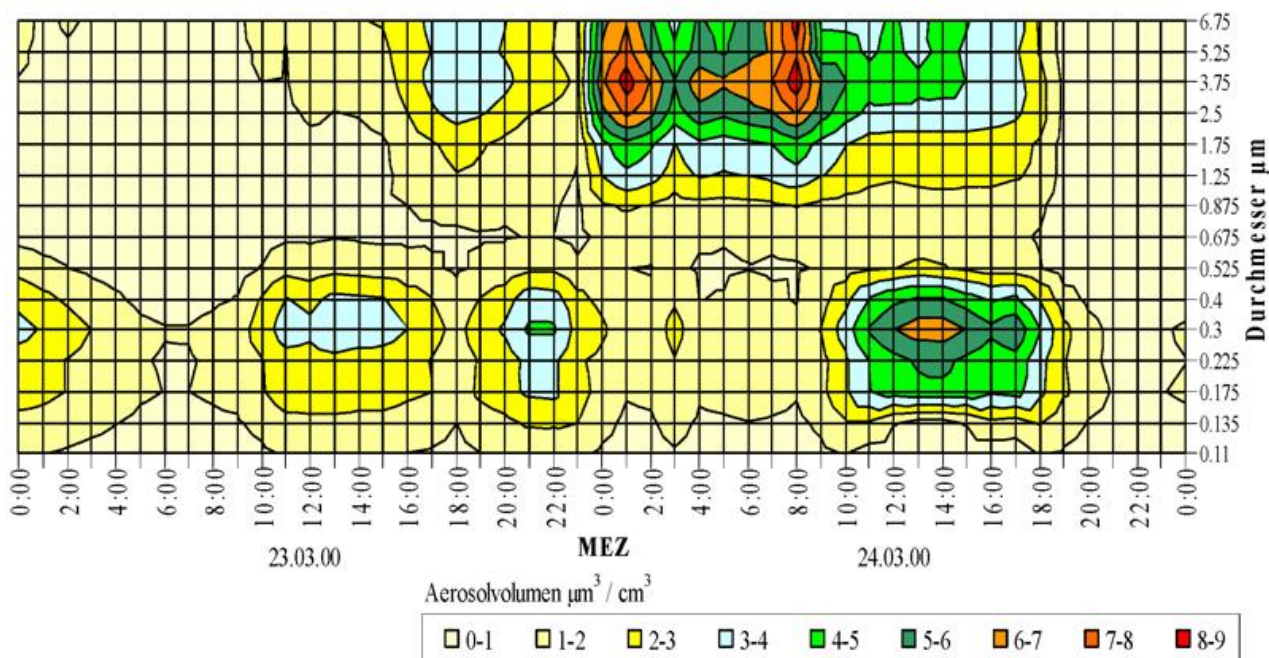
**Abb.1:** Saharastaubausbruch über Afrika am 28.02.2000 (Quelle: SeaWiFS Projekt, NASA/GSFC und ORBIMAGE) und Registrierung der Staubmasse am Hohenpeißenberg vom 23. auf den 24. März 2000.

Etwa 80 % des Aerosols in der Atmosphäre sind natürlichen und 20 % anthropogenen Ursprungs. Besonders für den Nahen Osten und Süd- und Ost-Asien wird in den kommenden Jahren eine Zunahme der von Menschen erzeugten *anthropogenen* Aerosole prognostiziert. Der überwiegende Anteil der *natürlichen* Aerosole besteht aus Seesalzpartikeln oder stammt aus mineralischen Quellen.

Ein anschauliches Beispiel für einen massiven Eintrag von natürlichen Aerosolpartikeln in die Atmosphäre zeigt das Satellitenbild (Abb. 1) vom 28.02.2000, das die Verfrachtung von Saharastaub vom afrikanischen Kontinent auf den Atlantik in Form einer gelblichen Wolke zeigt (s.a. <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html> oder [http://catbert.er.usgs.gov/african\\_dust/](http://catbert.er.usgs.gov/african_dust/)). In einer Satellitenbildauswertung der NOAA vom 14. März

findet sich der Hinweis, daß diese starken Staubstürme nun schon die dritte Woche anhalten und es sich um die größten Sandstürme handelt, die bisher auf Satellitenbildern beobachtet wurden. In den Aerosol- und Niederschlagsmessungen der GAW-Station Hohenpeißenberg zeigten sich in der ersten Märzhälfte keine Hinweise auf Saharastaub in der Luft, weil das Wetter durch Nordwestlagen geprägt war. Erst als sich vom 22. bis zum 26. März vorübergehend Südwestwetterlagen mit vorfrühlingshaften Temperaturen einstellten, konnte Saharastaub in der Luft nachgewiesen werden. Die Staubwolke über dem Atlantik war bis in 5 km Höhe vorgedrungen, wurde in den Warmsektor atlantischer Tiefdrucksysteme einbezogen und nach Europa transportiert. Die Staubmasse, die an Hintergrundstationen normalerweise etwa 10 µg/m<sup>3</sup> beträgt, stieg im Laufe des 23. und 24. März am Hohenpeißenberg auf Werte über 60 µg/m<sup>3</sup> an (siehe überlagerte Kurve im Satellitenbild). Während im Gesamtaerosol der Calciumgehalt normalerweise etwa 0.2 µg/m<sup>3</sup> beträgt, wurde in der Probe vom 24. März mit 2 µg/m<sup>3</sup> der 10-fache Wert analysiert. Der Calciumgehalt im Aerosol oder Niederschlag ist ein guter Indikator für Saharastaub, weil mineralischer Wüstenstaub hauptsächlich aus Sili-

katen und Kalziten besteht. Der Niederschlag stellt eine wichtige Senke für Aerosolpartikeln dar. Aerosole können in Niederschlagstropfen inkorporiert oder vom Niederschlag ausgewaschen werden. Daher ist es verständlich, daß auch in der Niederschlagsprobe vom 24.03. sehr hohe Konzentrationen an Calcium-Ionen analysiert wurden. Mit 5.9 mg/Liter wird der Jahresmittelwert von etwa 0.2 um das 30-fache überschritten. Calcium ist ein basisches Element, das den pH-Wert anhebt. Der pH-Wert am Hohenpeißenberg liegt sonst bei etwa pH 5; in der Regenprobe am 24.03. wurde mit pH 7.08 der höchste Wert seit Beginn der GAW-Messungen registriert. Durch die rötlich braunen Saharastaubpartikeln hinterläßt der Niederschlag deutlich verfärbte Ablagerungen, weshalb er in früheren Zeiten als „Blutregen“ bezeichnet wurde.



**Abb. 2:** Zeitliche Änderung des Aerosolvolumens als Funktion des Partikeldurchmessers am Hohenpeißenberg.

Aus Messungen der Lufttrübung in Wüstengebieten weiß man, daß dieser mineralische Aerosoltyp eine extrem hohe optische Dicke besitzt, d.h. die Atmosphäre wird durch eine dichte Aerosolschicht getrübt, die aus vielen überwiegend größeren Partikeln besteht. Obwohl größere Aerosolpartikeln normalerweise eine kurze Aufenthaltszeit in der Atmosphäre haben, weil sie auf Grund der Schwerkraft rasch ausfallen, können bei derartigen Ereignissen auch solche Partikeln über riesige Entfernungen transportiert werden und Teil des Hintergrundaerosols werden. Die Aerosolgrößenverteilung am Hohenpeißenberg (Abb. 2) wird am 23. März hauptsächlich durch kleinere Aerosolpartikeln geprägt. Mit Ankunft des Saharastaubs zwischen Mitternacht und 9 Uhr des 24. März nehmen die Riesenpartikeln ( $> 1 \mu\text{m}$ ) um den Faktor 9 zu.

Etwa ein Drittel der Landflächen der Erde sind von Wüsten bedeckt. Wüstenflächen breiten sich immer weiter aus. Untersuchungen haben herausgefunden, daß sogar der nördliche Mittelmeerraum trockener geworden ist. Der Eintrag von Wüstenstaub in die tropische Atmosphäre ist ein Phänomen, das relativ häufig auftritt und in den letzten Jahren an Häufigkeit zugenommen hat. Modellrechnungen haben gezeigt, daß die an der Erdoberfläche ankommende Strahlung durch Wüstenstaub im globalen Mittel um  $2-3 \text{ W/m}^2$  verringert wird. Dies bewirkt, ebenfalls im globalen Mittel, einen Temperaturrückgang von etwa  $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$  (<http://www.giss.nasa.gov/research/intro/miller.01/>). Obwohl Staubstürme also einen Beitrag zur Klimaänderung liefern, gibt es zur Zeit mehr Anzeichen dafür, daß die Klimaerwärmung in der Atmosphäre primär stärkere Gradienten erzeugt, die wiederum die Häufigkeit von Staubstürmen vergrößern.

Der Vorstoß von Kaltluft bis in die Sahara löst wegen der dort stattfindenden raschen Erwärmung und Labilisierung der Luft Sandstürme aus. Saharastaub gelangt daher meistens mit einer trogvorderseitigen Südströmung nach Mitteleuropa. Da die Lebensdauer der Aerosolpartikeln etwa 1 bis 2 Wochen beträgt, kann der Saharastaub auch in den umfangreichen Messungen der GAW Globalstation nachgewiesen werden. Langzeitmessungen der Globalstation sollen u.a. Häufigkeit und Intensität solcher Ereignisse und deren langfristige Veränderungen dokumentieren. Die verfeinerten Analysen einer Globalstation in Verbindung mit Trajektorien erlauben nicht nur spektakuläre, sondern auch schwächere Anteile von Saharastaub im atmosphärischen Aerosol zu erkennen.