

FAQ Saharastaub

Die vorliegenden Fragen werden häufig gestellt und die entsprechenden Antworten sind hier gelistet. Die FAQ kann naturgemäß keine Fragen zur Stärke eines aktuellen Ereignisses und zu besonders betroffenen Regionen beantworten.

Woher kommt der Staub?

Die dominierenden Quellregionen unterscheiden sich jahreszeitentypisch. Generell sind die nördlicheren Gebiete der Sahara für Mitteleuropa wichtiger. Die Herkunft des Staubs lässt sich bedingt an der Sandfarbe erkennen. In der Westsahara ist der Staub meist deutlich rot bis braun gefärbt, in östlichen und mehr südlichen Bereichen ist er eher gelblich bis weiß.

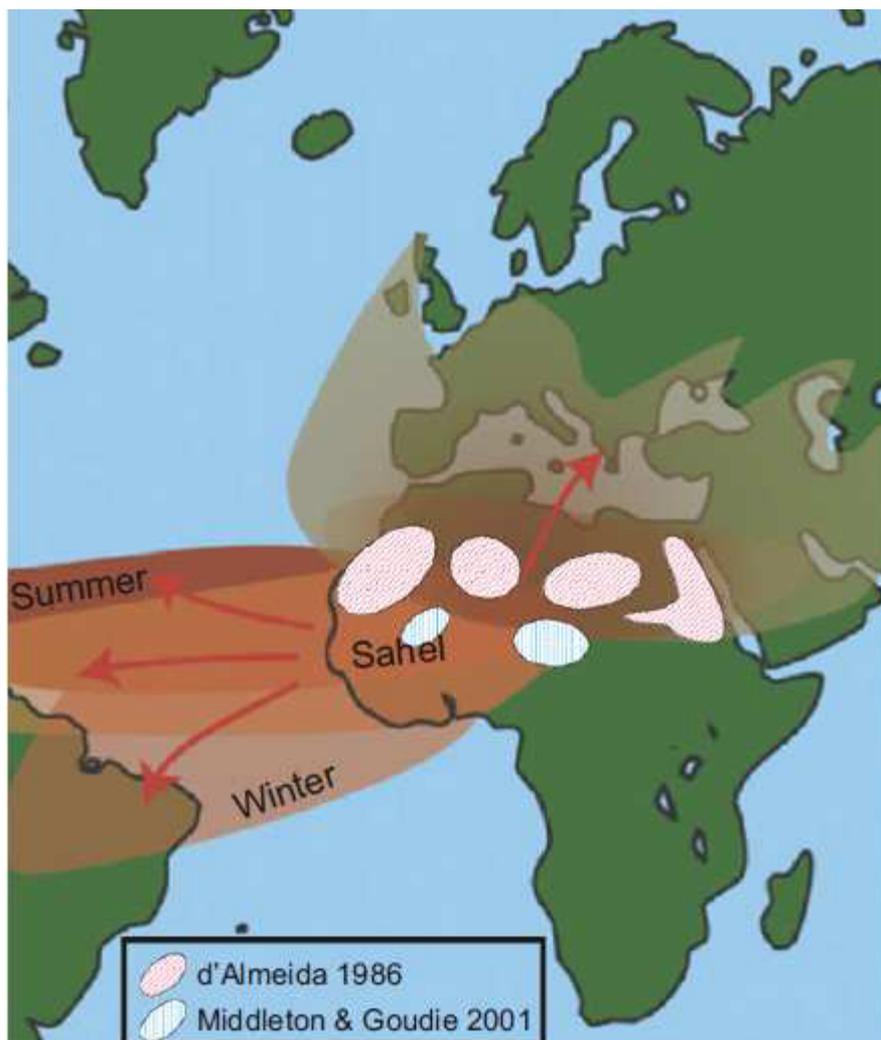


Abbildung 1: Gegenwärtige aktive Staubquellen in der Sahara (Quelle: Stuut et al. 2009, S. 237 nach verschiedenen Quellenangaben. Übernommen aus H. Markl, Saharastaubeinträge in Südbayern: Mineraldünger für die Landwirtschaft?, Bachelorarbeit an der Univ. Augsburg, Fachbereich Informatik, Institut für Geographie, 2013)

Wie kommt der Staub in die Atmosphäre?

Auslöser ist die Mobilisierung des Staubs durch bodennahe Winde mit entsprechender Windgeschwindigkeit. Entscheidend sind hier neben der Windgeschwindigkeit die Bodenfeuchte und die

Korngrößen. Je nach Wettersituation (z.B. Tiefdrucksystem mit Hebungsprozess, Gewitter mit Fallwinden) wird der Staub dann aus der bodennahen Luftschicht auch in größere Höhen bis mehrere Kilometer über Grund getragen.

Wie oft treten Saharastaubereignisse in Mitteleuropa auf?

Eine Häufigkeitsstatistik für Deutschland, abgeleitet aus Ceilometerdaten für die Jahre 2014 bis 2018 (5 Jahre), zeigt im Süden unterhalb der Mainlinie bis ca. 60 Tage pro Jahr und etwa die Hälfte davon in den nördlichen und östlichen Bundesländern. Das Gros der Ereignisse wird kaum wahrgenommen und der Sand erreicht in vielen Fällen den Boden nicht. Stärkere Ereignisse sind einige wenige Male pro Jahr zu erwarten, Rekordereignisse wie im März 2022 treten rund alle 10 Jahre auf.

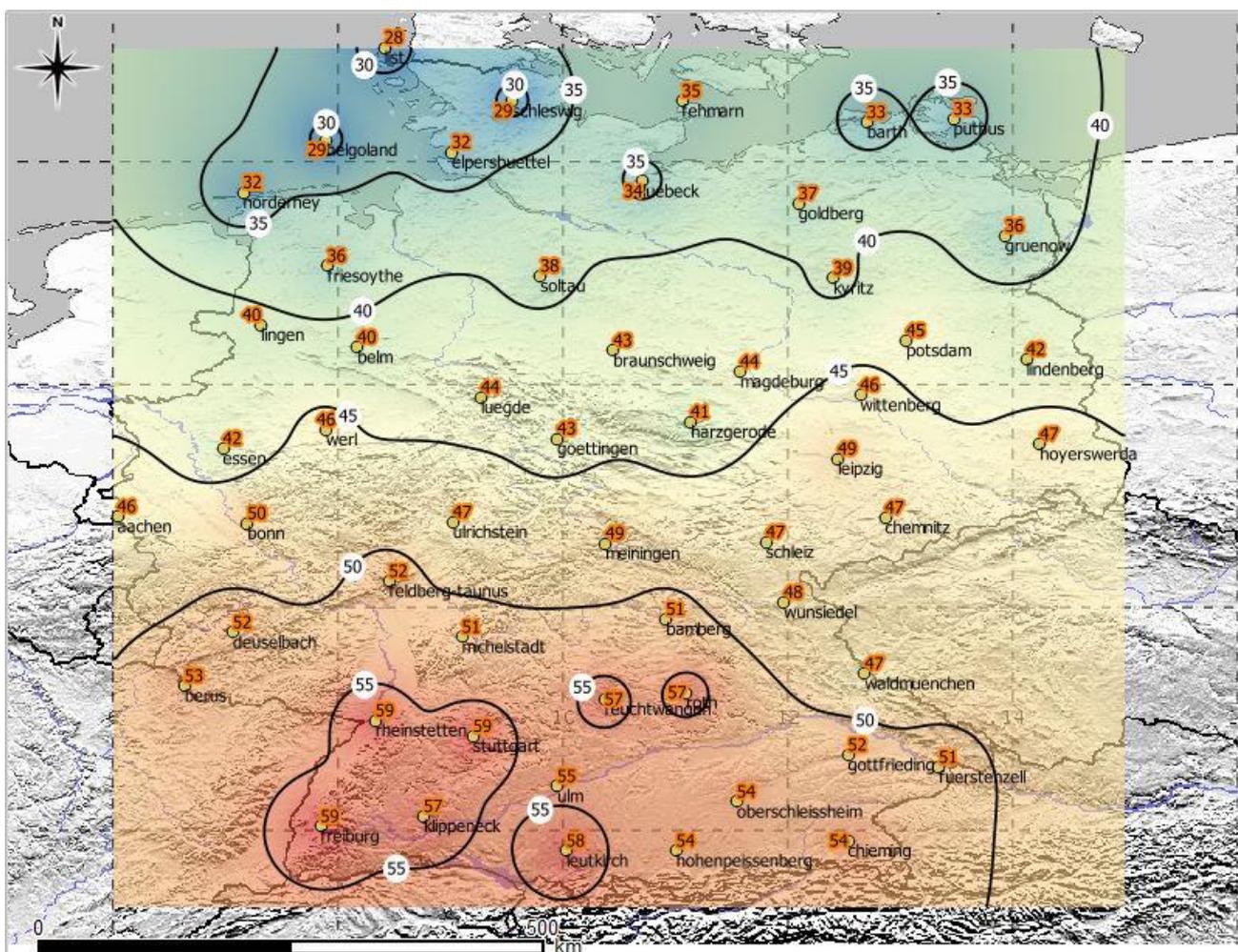


Abbildung 2: Häufigkeitsstatistik "Tage pro Jahr mit Saharastaubbelastung" aus Ceilometerdaten von Januar 2014 bis Dezember 2018

Es gibt einen stärker ausgeprägten Nord-Süd-Gradienten, sowie einen schwächer ausgeprägten Ost-West-Gradienten in der Südhälfte Deutschlands. Die Zahl der Tage mit Saharastaubbelastung halbiert sich von Süd nach Nord. Der Ost-West-Gradient wird möglicherweise durch die Alpen ausgelöst, die den Eintrag von Saharastaub in die südöstlichen Landesteile z.T. blockieren.

Wann kommen Saharastaubereignisse in Mitteleuropa vor?

In Mitteleuropa treten Saharastaubereignisse häufiger im Frühjahr und im Sommer auf, gelegentlich auch in den Herbstmonaten. Das liegt an den dominierenden Windsystemen und Strömungsmustern über der Sahara, die eine gewisse Saisonalität zeigen.

Auf welchem Weg wird der Saharastaub zu uns transportiert?

Die typischen Transportwege sind jahreszeitenabhängig. Im Frühsommer dominiert der Transport aus der westlichen Sahara in nördlicher, nordwestlicher Richtung über das Mittelmeer zu uns. Ursache für den Transport sind häufig weit nach Süden ausgreifende Tiefdrucksysteme über Westeuropa und dem Ostatlantik (Troglagen), die bis nach Afrika reichen. Auf deren Vorderseite wird der Staub dann über den westlichen Mittelmeerraum und Frankreich westlich an den Alpen vorbei nach Europa getragen. Liegt der Trog weiter östlich, findet auch direkter Transport über die Alpen hinweg statt. Im Sommer und Herbst kann es jedoch auch vorkommen, dass der Staub zunächst mit östlichen Winden auf den mittleren Atlantik hinausgetragen wird und dort in den Einfluss des Azorenhochs gerät. In diesem Fall wird der Staub im Uhrzeigersinn um das dominierende Hoch herum transportiert und je nach geographischer Lage des Hochdruckkerns erreicht uns der Staub aus westlichen bis nördlichen Richtungen. Es kann also durchaus vorkommen, dass Saharastaub von der Nordsee kommend nach Süddeutschland transportiert wird. In seltenen Fällen kann der Staub auch mit einer südöstlichen bis östlichen Strömung über die Balkanländer und Osteuropa nach Mitteleuropa transportiert werden.

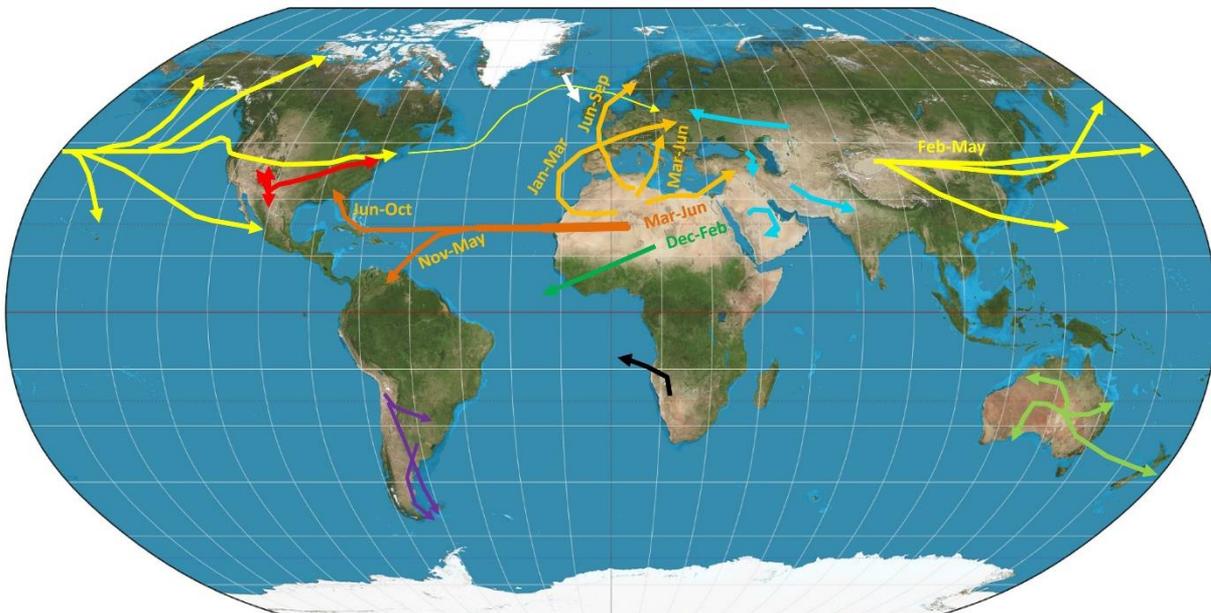


Abbildung 3: D.W. Griffin (2007), *Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health*, *Clin.Microbiol. Rev.*, 20 (2007), pp. 459-477

Wie lange dauern Saharastaubereignisse?

Saharastaubereignisse dauern typischerweise einige Stunden an, können jedoch auch mehrere Tage lang anhalten, wenn sich die Strömungssituation und die Mobilisierung des Staubs im Quellgebiet nicht verändern.



In welcher Höhe wird Saharastaub transportiert?

Typischerweise wird der Staub in Höhen zwischen 2 und 7 km über Grund transportiert. In Einzelfällen können die Partikel auch größere Höhen bis 10 km erreichen.

Wie wird Saharastaub wieder aus der Atmosphäre entfernt?

Es gibt grundsätzlich zwei Prozesse: Durch trockene Deposition (Sedimentation), d.h. letztlich durch die Schwerkraft bedingtes Absinken der Partikel und durch Auswaschung mit Niederschlägen (Regen, Schnee). Die Reinigung der Atmosphäre über Niederschlagsprozesse ist deutlich effektiver.

Wie (und wo) misst der DWD Saharastaub?

Im DWD werden Saharastaubereignisse flächendeckend mit Ceilometern an ca. 170 Stationen gemessen. Ceilometer sind bodengebundene Lasermessgeräte, aus deren Rückstreusignal die Information über die Höhe über Grund und die geometrische Mächtigkeit von Staubwolken bestimmt werden kann. Die Stärke des Rückstreusignals schließlich lässt auf die Staubmenge in der Atmosphäre schließen. Kritisch ist die korrekte Erkennung der Staubfahnen im Falle von Niederschlag oder Bewölkung. Staubpartikel in und oberhalb von Wolken werden nicht erkannt.

An den Standorten Hohenpeißenberg und Schneefernerhaus werden in-situ Messungen der Partikelanzahlkonzentration und der Partikelgrößen vorgenommen. Vor allem das Auftreten großer Partikel ($> 3 \mu\text{m}$) ist ein guter Indikator, zusammen mit Rückwärtstrajektorien zur Herkunftsbestimmung der Luftmasse. Am Observatorium Hohenpeißenberg gibt es zudem tägliche Filtermessungen, die als Grundlage der Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des wasserlöslichen Aerosols dienen. Saharastaub weist typischerweise eine hohe Kalziumkonzentration auf und pH-Wert-Messungen von Niederschlägen zeigen entsprechend hohe Werte im neutralen und sogar basischen Bereich (6 bis 7.5, ohne Saharastaub 5 bis 5.5). Ein hoher Silikatanteil im Aerosol wäre ein weiterer chemischer Fingerzeig. Allerdings sind silikathaltige Aerosole nicht wasserlöslich und werden deshalb von der nasschemischen Analyse nicht erkannt.

Am Hohenpeißenberg wird auch ein Forschungslidar betrieben, mit dem man Saharastaub von anderen Aerosoltypen unterscheiden kann. Dieses Lidar ist Teil eines Netzwerks gleicher Geräte (siehe <https://polly.tropos.de/>).

Wie wirkt Saharastaub in der Atmosphäre?

Das ankommende Sonnenlicht wird gestreut, teils reflektiert und auch absorbiert und der an klaren Tagen blaue Himmel färbt sich milchig weiß.

Ereignisse mit großen Staubmengen in der Atmosphäre führen durchaus zu bräunlichen bis gelblich-rötlichen Verfärbungen von Wolken (sofern vorhanden), die auf die farbigen Staubpartikel selbst zurückzuführen sind.

Die Staubpartikel regen u.a. die Wolkenbildung an, d.h. es kann zusätzliche Bewölkung entstehen, die ohne Saharastaub nicht auftreten würde.

Photovoltaikanlagen produzieren aufgrund der Reduktion der solaren Strahlung am Boden und der Ablagerung der Partikel auf den Solarpanelen weniger Strom.



Aus was besteht Saharastaub?

Chemisch besteht Saharastaub überwiegend aus Quarz (Silikate), Aluminosilikaten (Ton, Kaolinit), und Eisenoxiden (Eisenoxid = Rost = rötlicher Saharastaubstaub) sowie zu einem kleinen Anteil aus Kalzit (Kalziumkarbonat) und Gips (Kalziumsulfat). Weitere nennenswerte Beimengungen neben Eisen und Aluminium sind Magnesium und Phosphor, typischerweise in oxidiert Form.

Ist Saharastaub nützlich?

Saharastaub ist ein wichtiger Mineraldünger für den karibischen Raum und den südamerikanischen Regenwald. Die Böden in den genannten Regionen sind typischerweise nährstoffarm und dieses Defizit wird durch Saharastaub teilweise ausgeglichen.

In Mitteleuropa ist der Düngeneffekt gering. Aus Ceilometermessungen konnte im Jahresmittel für Süddeutschland eine Deposition von lediglich ca. 10 kg/ha Saharastaub ermittelt werden. Zudem tragen nicht alle chemischen Komponenten im Saharastaub zur Düngung bei.

Ist Saharastaub gesundheitsschädlich?

Der Staub ist nicht toxisch, enthält aber durchaus größere Mengen kleiner, lungengängiger Partikel unter 2.5 µm Durchmesser, die bei Exposition über längere Zeiträume (mehrere Stunden und länger) durchaus zu Beeinträchtigungen bei empfindlichen Personen führen können. Hier sind in erster Linie Personen mit asthmatischen Beschwerden und kardiovaskulären Erkrankungen betroffen. In Südeuropa treten Saharastaubereignisse deutlich häufiger auf und es gibt Hinweise auf eine höhere Sterblichkeit nach solchen Episoden.

Saharastaub und Luftqualität

Die gesamte Aerosolmasse, auch Partikelmasse (PM) genannt, nimmt in der Atmosphäre zu. Neben Saharastaub zählen beispielsweise auch Feinstaub oder Vulkanaschepartikel zur Aerosolmasse. Die EU hat in ihrer Gesetzgebung festgelegt, dass maximal an 35 Tagen pro Jahr die Grenzwerte von PM10 >50ug/m³ am Tag im Tagesmittel überschritten werden dürfen. Tage mit Saharastaubereignissen werden allerdings nicht mit eingerechnet, wenn der Tagesmittelwert überschritten wird. Dies spielt insbesondere in Südeuropa eine Rolle, da solche Saharastaubereignisse dort häufiger als in Deutschland vorkommen.

Europäische Gesetzgebung: <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu#beurteilung-und-kontrolle-der-luftreinhaltung-in-der-eu>

Weiterführende Informationen:

Webseiten im DWD

Internet DWD

https://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/aerosol/inh_nav/saharastaub_node.html

Aktuelle Ceilometer- und Lidar-Beobachtungen

Deutschland-Übersicht:

http://ceilonet.dwd.de/mwvs/mwvs_ceilometer_geoplot.php einzelne Ceilo-Stationen (auswählbar)

http://ceilonet.dwd.de/mwvs/mwvs_chm15k.php



Pollynet Lidar-Beobachtungen (mit Typisierung der Aerosolpartikel):

<https://polly.tropos.de/>
www.dwd.de/ceilomap

Aktuelle Messwerte der Landesumweltämter

<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/messwerte-immissionswerte?comp=PM10#karte>

<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/messwerte/index.htm>

<https://luftdaten.brandenburg.de/home/-/bereich/aktuell>

<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/aktuelle-luftqualitaet/partikel-pm10-feinstaub>

Staubvorhersagen

ICON-ART: DWD, KIT

<https://www.imk-tro.kit.edu/10581.php>

COPERNICUS, CAMS:

<https://atmosphere.copernicus.eu/charts/cams>

Links im Bild auf Aerosol forecasts klicken und Ausschnitt Mitteleuropa wählen sowie aerosol type „dust aerosol“

WRF-CHEM:

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/umwelt/luftqualitaetsvorhersagen/schadstofftransport/?imgtype=0>

SDS-WAS: Modellvergleiche

<https://sds-was.aemet.es/forecast-products/dust-forecasts/forecast-comparison>

Satellitenbilder:

EUMETSAT bietet mit EUMETVIEW eine interaktive Seite, die es dem Anwender ermöglicht, z.B. RGB-Bilder der Staubbelastung zu erzeugen. METEOSAT/SEVIRI erlaubt die Beobachtung Europas im Zeitschritt von 15 Minuten.

<https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>

Über „add layers“ im Menü links oben, dann „MSG 0 degree“ → „RGB composites“ → „Dust RGB - MSG - 0 degree“ und Klicken auf „Add to map“ kann man sich ein aktuelles Satellitenbild zum Staub anzeigen lassen.

Das geographische Institut der Universität Bern stellt aktuelle AVHRR-Bilder im visuellen Spektralbereich zur Verfügung. Über dunklen Oberflächen (Wasser!) lässt sich der Staub bei höheren Belastungen als Dunstschleier erkennen.

<http://rsgb.unibe.ch/index.html?p=avh&s=latest>