

Fragen und Antworten zu ultrafeinen Partikeln

Feinstaub verschmutzt die Luft und wird so zur Belastung für unsere Gesundheit, vor allem für Menschen mit Vorerkrankungen, Ältere und Kinder. Eine besondere - noch nicht hinreichend erforschte - Rolle spielen dabei die so genannten ultrafeinen Partikel, über die seit einiger Zeit verstärkt diskutiert wird.

Was sind ultrafeine Partikel und wie entstehen sie?

Feinstaub entsteht auf verschiedene Arten: So genannte *primäre* Partikel werden direkt in die Atmosphäre freigesetzt, hierfür kommen natürliche (z.B. Vulkanausbruch, Bodenverwitterung, Pollen, Pilzsporen) oder anthropogene Quellen (etwa Verbrennungsprozesse im Verkehr, in Kraftwerken, durch Heizungen oder der

Abrieb von Reifen und Bremsen) infrage. Feinstaubpartikel bilden sich aber auch *sekundär* in der Atmosphäre durch chemische und physikalische Reaktionen bestimmter Gase (z.B. durch Oxidation von Stickoxiden, Schwefeldioxid oder Kohlenwasserstoffen aus Abgasen oder bei Reaktionen mit Ammoniak aus der Landwirtschaft).

Als ultrafeine Partikel (UFP) beziehungsweise Ultrafeinstaub werden alle Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometer (nm) bezeichnet. UFP sind damit die kleinsten festen und flüssigen Teilchen in unserer Luft, verhalten sich aber aufgrund ihrer geringen Größe eher wie Gasmoleküle. Sie können mit anderen Partikeln reagieren oder sich mit diesen zusammenlagern, wodurch ihre Größe zunimmt.

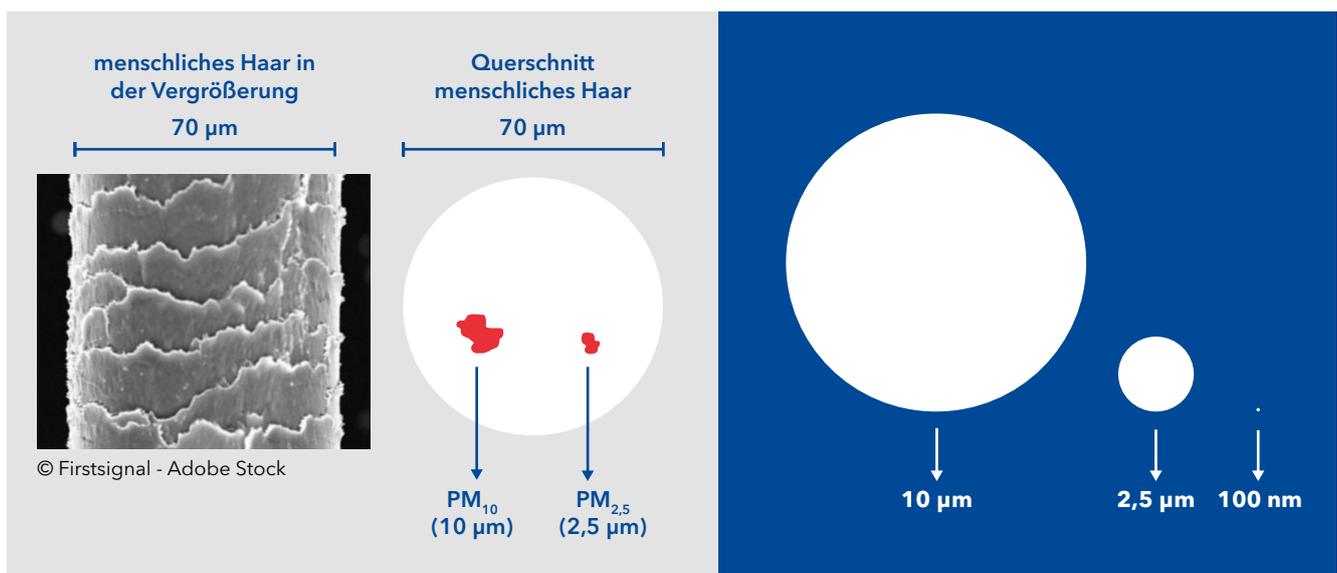


Abb. 1: Größenverhältnis am Beispiel eines menschlichen Haares: Im Vergleich zu den größeren Feinstaubfraktionen bis 2,5 bzw. 10 Mikrometern (µm) ist Ultrafeinstaub mit einem Durchmesser unter 100 Nanometern (nm) sehr viel kleiner.

Wie kann man ultrafeine Partikel verlässlich messen?

Wegen ihrer geringen Größe machen UFP nur einen kleinen Teil der gesamten Masse an Feinstaub in der Luft aus, stellen aber bei weitem die meisten Teilchen. Die Belastung der Luft mit UFP wird deshalb nicht als Massenkonzentration in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) angegeben, sondern als Anzahlkonzentration in Teilchen pro Kubikzentimeter ($1/\text{cm}^3$).

Weil ultrafeine Partikel so klein sind, kann man sie nicht mit den für Feinstaub gebräuchlichen Methoden messen. Ihnen auf die Spur zu kommen erfordert spezielle Messsysteme zur Bestimmung der Anzahlkonzentration. Dabei werden die Partikel gezählt und nach Größen klassifiziert. Anhand der Anzahlgrößenverteilung lässt sich ablesen, wie viele Partikel bestimmter Größen in der Luft vorhanden sind.

Während solche größenauflösenden Messungen in der Forschung schon lange zum Einsatz kommen, ist diese Methode für die Luftmessnetze der Bundesländer überwiegend Neuland. Da UFP-Immissionen außerdem nicht gesetzlich reguliert sind und daher – anders als bei gasförmigen Luftschadstoffen und den größeren Feinstaubfraktionen – noch kein Grenzwert existiert, ist die Datenlage hier noch vergleichsweise dürftig.

Lassen sich die Partikel bestimmten Verursachern zuordnen?

Bei den UFP-Untersuchungen sind in erster Linie die Emissionen aus anthropogenen Quellen von Interesse, da diese sich im Gegensatz zu jenen aus natürlichen Quellen beeinflussen lassen. Deutschlandweit führen derzeit mehrere wissenschaftliche Institutionen und Behörden an 17 Messstationen Langzeitbeobachtungen von UFP durch, dabei zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen verkehrsnahen, städti-

schen und ländlichen Standorten: Während an Bergstationen im Langzeitmittel (Anzahlkonzentration) weniger als 1000 Partikel pro Kubikzentimeter (cm^3) gemessen werden, sind es an Verkehrsschwerpunkten mehr als 10000 pro cm^3 .

Neben dem Straßenverkehr kommt auch dem Flugverkehr eine bedeutende Rolle bei der Entstehung von Ultrafeinstaub zu: Studien aus den USA (Los Angeles 2013), den Niederlanden (Schiphol 2015) und anderen Ländern berichten von einer signifikant höheren UFP-Belastung in einigen Kilometern Entfernung zu Großflughäfen. Partikel aus Flugzeugabgasen sind nach derzeitigem Kenntnisstand besonders klein ($< 30 \text{ nm}$), solche aus dem Straßenverkehr typischerweise etwas größer.

Um der Frage nachzugehen, wie hoch die Ultrafeinstaub-Belastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens ist und ob der Flughafen als Quelle für ultrafeine Partikel in Frage kommt, führt das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) seit September 2017 an den Stationen Raunheim und Frankfurt-Schwanheim Messungen der Anzahlgrößenverteilung von Partikeln in der Luft durch (siehe Abb. 2).

Erste Messungen ergaben, dass an beiden Messstationen tagsüber sehr hohe Anzahlkonzentrationen insbesondere von sehr kleinen Partikeln (mit Durchmesser von 10–30 nm) auftreten, sobald der Wind aus Richtung Flughafen weht. In Frankfurt-Schwanheim ist die Gesamtkonzentration der Partikel dann im Mittel sechsmal so hoch wie bei Wind aus anderen Richtungen. Neben der Windrichtung ist auch der Tagesgang auffällig: Während die UFP-Konzentration nachts absinkt, steigt sie ab 5 Uhr stark an und fällt nach 23 Uhr wieder – dies stimmt mit der Hauptbetriebszeit des Flughafens überein. Auch unterscheidet sich der Tagesgang am Wochenende – anders als bei verkehrsbezogenen Messstellen – kaum von dem an einem Werktag.

Wurde im ersten UFP-Bericht des HLNUG noch davon ausgegangen, dass das Auftreten dieser ultrafeinen Partikel in der Umgebung des Flughafens hauptsächlich auf den Flugbetrieb auf dem Flughafengelände zurückzuführen ist, so geht der zweite UFP-Bericht weiter: Die neuesten Messungen bzw. Auswertungen lassen den Schluss zu, dass auch Landeanflüge unterhalb einer gewissen Höhe zur Erhöhung der UFP-Konzentration in der bodennahen Luft beitragen. Zwar schlagen sich die einzelnen Überflüge nicht unmittelbar in den Messwerten nieder; die Ergebnisse an den beiden Standorten Raunheim und Frankfurt-Sachsenhausen weisen jedoch darauf hin, dass die Gesamtheit der Anflüge unterhalb einer gewissen Höhe (ca. 400 m) die Partikelkonzentration am Boden erhöht. Aus der Summe der Emissionen

von Bodenbetrieb und Landeanflügen entsteht somit eine diffuse Ultrafeinstaub-Wolke in der Umgebung des Flughafens, die je nach Wetterlage und Windrichtung unterschiedlich weit transportiert wird. Besonders davon betroffen sind nicht etwa die Regionen direkt unterhalb der Einflugschneisen, sondern diejenigen in der Abluft des Flughafens und der Anflugkorridore - wegen der Hauptwindrichtungen Süd-Südwest und Nordost vor allem das Stadtgebiet Frankfurt sowie Gemeinden südwestlich des Flughafens. Weitere Messungen des HLNUG sollen Aufschluss darüber geben, wie weit diese diffuse UFP-Wolke reicht. Außerdem soll in Zukunft der Anteil der An- und Abflüge wie auch die chemische Zusammensetzung der Partikel untersucht werden.

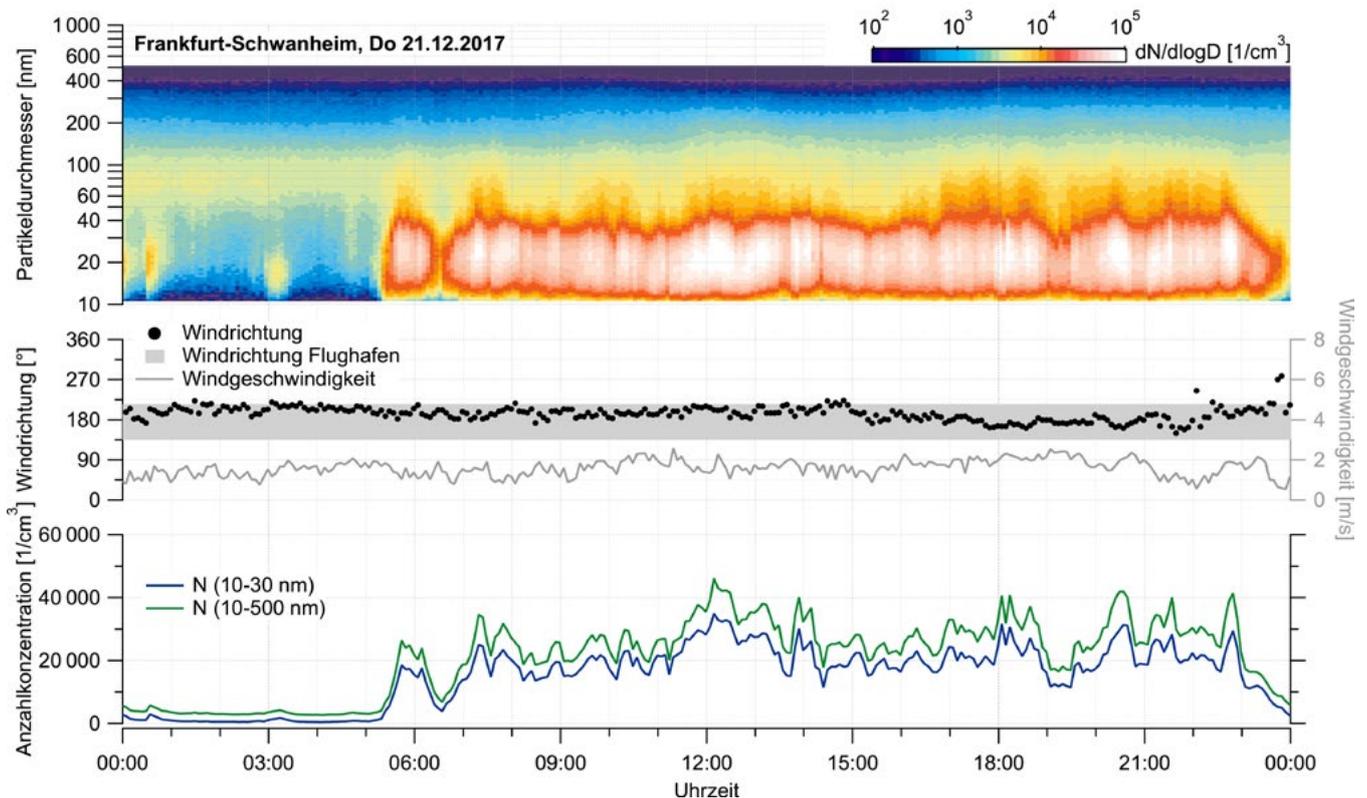


Abb. 2: Beispiel für eine UFP-Messung an der Station Frankfurt-Schwanheim bei Wind aus Südost bis Südwest. Die obere Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf der Partikelgrößenverteilung über einen Tag als Konzentration pro Kubikzentimeter (Farbskala) in Abhängigkeit von der Partikelgröße in Nanometern (vertikale Achse). In der unteren Grafik ist die Anzahlkonzentration der Partikel in zwei verschiedenen Größenbereichen angegeben.

Warum werden ultrafeine Partikel gemessen und untersucht?

Welche Auswirkungen UFP auf die menschliche Gesundheit haben, ist noch nicht hinreichend erforscht. Erste Studien lassen aber vermuten, dass die ultrafeinen Partikel sich besonders negativ auf die Gesundheit auswirken. Denn während große Partikel bereits im oberen Atemtrakt herausgefiltert werden, können die kleinen weiter in den Organismus vordringen und dort Schäden verursachen - je kleiner, desto tiefer. Allerdings mangelt es noch an epidemiologischen Studien, anhand derer man die Wirkung von UFP im Körper quantifizieren und belegen könnte.

Warum gibt es noch keinen Grenzwert und warum wird nicht flächendeckend gemessen?

Da UFP noch nicht so lange im Fokus von Forschung und Öffentlichkeit stehen wie die größeren Feinstaubfraktionen, gibt es bisher noch zu wenige Messdaten - zur Immission ebenso wie auch zur Exposition der Bevölkerung und Relevanz für die menschliche Gesundheit. Somit gibt es keine ausreichende Datenbasis zur Etablierung von Grenzwerten. Und die fehlenden Grenzwerte führen wiederum dazu, dass es nur wenige routinemäßige Messungen gibt. Die Etablierung und Standardisierung neuer Messverfahren wird jedoch in absehbarer Zeit sowohl die Datenlage als auch die Beurteilung verbessern, was wiederum eine eventuelle gesetzliche Regulierung vereinfachen würde.

Impressum

Herausgeber: Hessisches Landesamt für Naturschutz,
Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: (0611) 6939-0
Fax: (0611) 6939-555

Bearbeitung: Franziska Vogt

Layout: Nadine Monika Fechner

Stand: Juli 2019