



Luftqualität

Ultrafeine Partikel (UFP)

Inhaltsverzeichnis

UFP als Forschungsgegenstand	3
Partikelgrößen	3
Entstehung, Entwicklung und Ausbreitung	4
Flughafenbezug	4
Messungen	5
Wirkungen	5
Ausblick	5

UFP als Forschungsgegenstand

Obwohl ultrafeine Partikel (UFP) und ihre grundlegenden Eigenschaften in der Fachwelt seit langem bekannt sind, besteht noch sehr wenig Klarheit über deren praktische Bedeutung im Rahmen der Luftreinhaltung. Anders als für PM₁₀ und PM_{2,5} gibt es bislang weder einen messtechnischen Standard noch geeignete Beurteilungswerte für UFP. Aus diesem Grund werden bei Fraport zwar u.a. PM₁₀ und PM_{2,5} gemessen, aber keine UFP. Die folgenden Erläuterungen sollen zeigen, wie schwierig bereits die Definition einer geeigneten Messgröße ist, und umso schwieriger die Standardisierung der entsprechenden Messtechnik und die Bewertung von Messergebnissen.

Partikelgrößen

Ein wichtiges Merkmal von Partikeln ist ihre Größe. Große Partikel werden bereits im äußeren Atemtrakt ausgefiltert. Je kleiner die Partikel, desto tiefer können sie in den menschlichen Organismus gelangen und dort verschiedene schädliche Reaktionen hervorrufen. Die in der Luftreinhaltung gebräuchlichen Größenkategorien sind in dem folgenden Diagramm veranschaulicht.

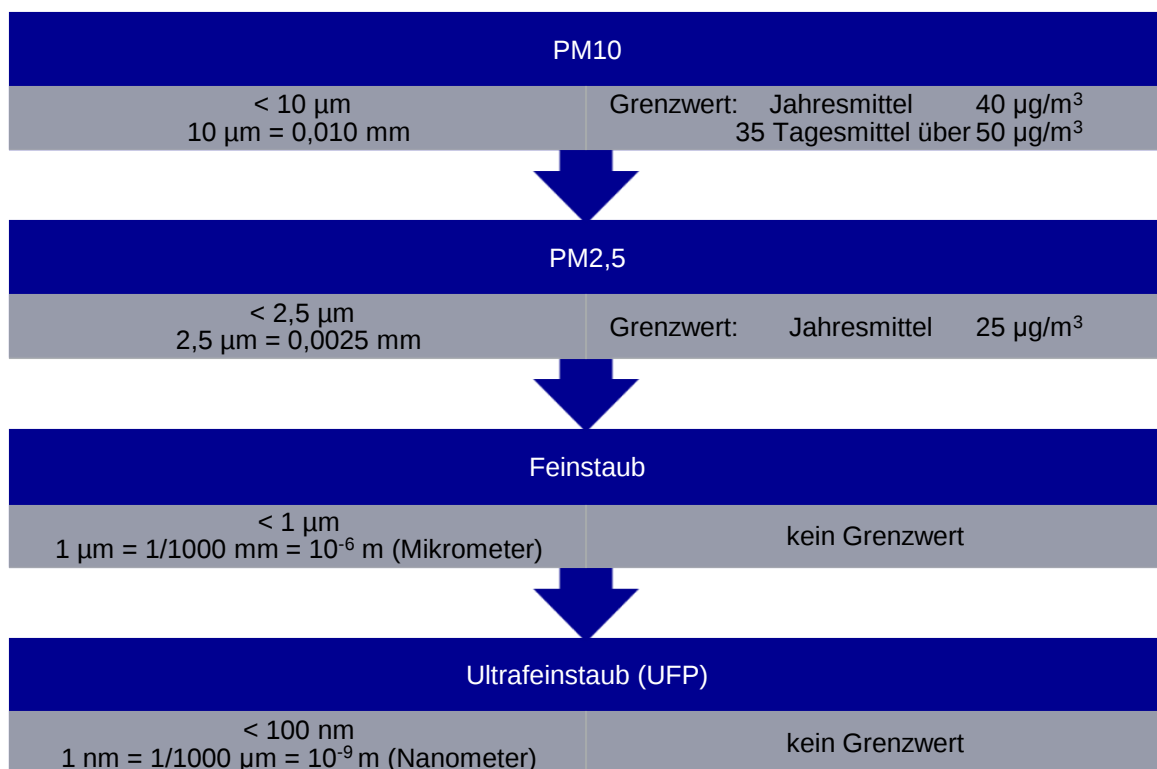


Abbildung 1: Einteilung der Partikelkategorien nach Größe

Partikel dieser Größenordnungen verhalten sich in der Atmosphäre eher wie Gasmoleküle und nicht wie feste Teilchen. Ihre sogenannte Sedimentationsgeschwindigkeit ist äußerst gering, so dass ein mitunter befürchtetes „Herabrieseln“ nicht stattfindet. Das gilt insbesondere für ultrafeine Partikel. Als Feinstaub werden häufig alle oben beschriebenen Größenklassen bezeichnet, zunehmend allerdings nur die Partikel unter 1 µm.

Die ultrafeinen Partikel tragen kaum zur Partikelmasse bei, stellen aber im Wesentlichen die Anzahl der Partikel. Die Immissionsbelastung durch UFP wird daher nicht als Massenkonzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben, sondern als Anzahldichte in Teilchen/ cm^3 oder $\#/\text{ccm}$.

Entstehung, Entwicklung und Ausbreitung

Man unterscheidet zwischen primären und sekundären Partikeln. Zu den primären, also direkten Emissionen gehören feste Verbrennungsrückstände wie Ruß sowie Produkte, die aus Abrieb von Oberflächen, beim Schweißen oder beim Umgang mit Nanomaterialien (Toner) entstehen. Sekundäre Partikel können aus gasförmigen Vorläufern durch chemische und physikalische Umwandlung entstehen. Beispiele dafür sind die Oxidation von Abgaskomponenten wie Stickoxiden und Schwefeloxiden zu Nitrat und Sulfat sowie die Partikelbildung aus unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffen. Auch Reaktionen unter Beteiligung von natürlichen Kohlenwasserstoffen (Terpenen) und Ammoniak aus der Landwirtschaft tragen zur Entstehung sekundärer Partikel bei.

Manche dieser Reaktionen werden durch Sonnenlicht gesteuert, manche der Reaktionspartner und -produkte sind nicht stabil (flüchtig). Mit der Zeit können sich Partikel zusammenlagern, wobei ihre Gesamtmasse zwar erhalten bleibt, aber ihre Anzahl abnimmt und ihre Größe zunimmt. Das bedeutet, dass ultrafeine Partikel grundsätzlich ein vielfältiges, auch zeitlich veränderliches Gemisch sein können.

Für thermodynamisch stabile Partikel gilt, dass sie sich genauso ausbreiten wie gasförmige Emissionen, d.h. vorzugsweise horizontal mit dem Wind und in geringerem Maß in andere Richtungen durch Turbulenz und Diffusion. Die Teilchendichte nimmt daher mit der Entfernung von der Quelle durch Verdünnung ab.

Flughafenbezug

Flugzeugtriebwerke emittieren ein ähnliches Schadstoffspektrum wie Kfz-Motoren und dementsprechend auch ultrafeine Partikel. Im Flugzeugabgas scheinen nach derzeitigem Kenntnisstand die Partikel besonders klein zu sein ($< 30\text{nm}$). Im Vergleich zu den Größenfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5}, für die eine hohe, gleichmäßige Hintergrundbelastung besteht, dürften Flugzeugtriebwerke daher einen höheren relativen Anteil an der UFP-Belastung im Nahbereich haben.

Eine Verursacherzuordnung ist aber sehr schwierig, da insbesondere der Einfluss des Straßenverkehrs in einem Ballungsraum kaum abgrenzbar ist. Eine Richtungsabhängigkeit von Messwerten allein ist dafür jedenfalls nicht ausreichend. Hier können sich sowohl die Lage von unerkannten Quellen als auch Wetterlageneinflüsse bemerkbar machen, die mit bestimmten Windrichtungen verknüpft sind.

Eine aktuelle niederländische Studie geht davon aus, dass sich UFP im Flugzeugabgas in mittlerer Entfernung so verhalten wie die gasförmigen Bestandteile, und dass die Teilchendichte im Umfeld des Flughafens Schiphol vergleichbar ist wie an innerstädtischen Straßen.

Messungen

Da es noch keinen messtechnischen Standard dafür gibt, sind UFP-Messungen derzeit noch nicht als routinemäßig, sondern eher als orientierend anzusehen. Insbesondere wegen der Unterschiede in Messmethode, Größenspektrum und Zeitbezug sind die Ergebnisse nur schwer untereinander vergleichbar. Die nachfolgende Liste gibt einige Werte zur Orientierung wieder.

Reinluft	• < 1.000 pro ccm
Städtischer Hintergrund	• ca. 10.000 pro ccm
Verkehrsbelastete Standorte	• einige 10.000 pro ccm
Flughafennähe	• etwa wie an stark befahrenen Straßen
Industrielle Arbeitsplätze	• > 200.000 pro ccm

Abbildung 2: Beispiele für Messwerte

Wirkungen

Individuelle Zuordnungen zwischen Ursache und Wirkung, z.B. bei Krebsfällen, können grundsätzlich nicht getroffen werden. Hier lassen sich lediglich statistische Aussagen auf der Basis von epidemiologischen Studien mit sehr großer Fallzahl treffen. Aus der Fachliteratur ergibt sich kein einheitliches Bild über gesundheitliche Risiken durch UFP, insbesondere keine Erkenntnisse über Langzeitexposition und –wirkung. Dies ist zumindest teilweise auch dadurch bedingt, dass solche Wirkungen kaum abgrenzbar gegen die Wirkung anderer, meist gleichzeitig vorhandener Luftschadstoffe sind (hierzu gehören auch PM₁₀, PM_{2,5}).

Nach der aktuellen Bewertung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) über ein mögliches spezifisches Gesundheitsrisiko durch UFP anlässlich der letzten Überarbeitung der EU-Grenzwerte (2013) gibt es dafür „zunehmende, aber noch immer begrenzte Hinweise“. Daher bestand keine Veranlassung für eine spezielle Grenzwertempfehlung.

Ausblick

Derzeit wird an der Entwicklung von Standards für UFP-Messungen gearbeitet. Weitere orientierende Messungen, u.a. auch durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) in Raunheim sowie an anderen Flughafenstandorten, werden die Erkenntnisse über das Vorkommen von UFP im Allgemeinen und im Nahbereich von Flughäfen im Besonderen ergänzen. Künftige epidemiologische Wirkungsforschungen müssen Klarheit über mögliche Gesundheitsrisiken durch UFP erbringen. Sollte sich dabei die Notwendigkeit von Minderungsmaßnahmen ergeben, dann wird dies schließlich in die Gesetzgebung und in die Grenzwertsetzung einfließen.