



## Ultrafeinstaub, Corona und die Gesundheit

### *Ein Vergleich zwischen Ultrafeinstaub und Covid-19, und wie manche Politiker damit umgehen*

Es dürfte schwer fallen, im Jahr 2020 noch jemand zu finden, der Zweifel an der gesundheitsschädigenden Wirkung von Auspuffgasen hat.

Die Verbrennung von Diesel, Benzin und Kerosin erzeugt neben Kohlendioxid und Wasser beträchtliche Mengen an Schadstoffen, die den größeren Teil der Luftverschmutzung in Deutschland ausmachen. Filter und Katalysatoren können die Schadstoffe bei Straßenfahrzeugen reduzieren - bei Flugzeugen ist dies nicht möglich. Triebwerke emittieren die Verbrennungsrückstände des Kerosins ungefiltert in die Umgebungsluft. Während früher schwarze Rauchwolken die energetisch-ineffiziente Verbrennung des Treibstoffs anzeigten, stoßen die heutigen Maschinen nur noch Gase und ultrafeine Partikel (UFP, Ultrafeinstaub) aus. Diese sind zwar für das Auge unsichtbar, für die Gesundheit jedoch viel gefährlicher, da sie tief in die Lungen eindringen können.

Manche politischen und Lobby-Äußerungen erwecken indes den Eindruck, als sei Ultrafeinstaub eine Schimäre, insbesondere die ultrafeinen Partikel aus Flugzeugtriebwerken.

Es gibt viele Ultrafeinstaub-Quellen, natürliche und menschenverursachte. So enthält auch Waldluft kleinste Partikel <sup>1)</sup>, die jedoch aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung eher gesundheitsförderlich sind. Aus fossilen Brennstoffen und ihren verschiedenen Zusätzen (Additive) hingegen entstehen viele chemische Verbindungen („Abgase“) mit durchweg gesundheitsschädlicher Wirkung <sup>2)</sup>. Dabei handelt es sich um nicht verbrannten Kohlenstoff und gasförmige Moleküle, die sich im Abgasstrom mit weiteren Molekülen zu ultrafeinen Partikeln zusammenlagern. UFP aus den Triebwerken haben eine Größe von 10 - 20 Nanometern (1 nm = 1 millionstel Millimeter) und sind mithin kleiner als die UFP aus der Diesel- und Benzinverbrennung. Nach Austritt aus dem Triebwerk werden sie durch Anlagerung weiterer Moleküle zwar etwas größer, erreichen aber selten einen Durchmesser von über 100 nm <sup>3)</sup>. Ultrafeinstaub ist definiert als Partikel kleiner 100 nm. Die Größe sagt jedoch nichts über ihre Qualität, die chemische Zusammensetzung, aus. Sowohl Größe als auch die Bestandteile der UFP sind entscheidend, ob sie in die Zellen eindringen und ob sie schädigen.

### Ultrafeinstaub und Gesundheit

Die Abwehrmechanismen, die der Mensch in seiner Evolution gegen Staub entwickelt hat, versagen bei den extrem kleinen Partikeln. Sie können über den Atmungsweg in die Zellen fast aller Organe eindringen, wo sie mit lebenswichtigen Molekülen reagieren und deren Funktion (zer)stören. Wie und was beeinträchtigt wird, lässt sich im wissenschaftlichen Versuch feststellen. Experimente

mit verschiedenen Schadstoffkonzentrationen, die auf Zellen im Reagenzglas oder auf Tiere einwirken, lassen die physiologischen Mechanismen und Effekte in den Zellen erkennen. Ultrafeine Partikel lösen u. a. den sogenannten oxidativen Stress aus, der Zellstrukturen und funktionale Moleküle schädigt <sup>4)</sup>. Das hat zunächst kleinere Entzündungen zur Folge. Je länger und je mehr UFP einwirken, desto größer der Schaden. Alle einschlägigen toxikologischen Untersuchungen zeigen: Immer wenn UFP aus der Verbrennung in Körperzellen gelangen, beeinträchtigen sie die biochemischen Abläufe, was unterschiedliche Krankheiten zur Folge haben kann. Diese Fakten werden in öffentlichen Stellungnahmen mancher Politiker und Lobbyisten in aller Regel ignoriert. Vielmehr wird behauptet, die gesundheitlichen Auswirkungen seien noch nicht genügend erforscht. Eine solche Behauptung will von den offensichtlichen Schadwirkungen des Ultrafeinstaubes ablenken und bezieht sich eigentlich nur auf die epidemiologische Herangehensweise, wo die Beweisführung naturgemäß viel komplizierter ist. Aber auch aus diesem Blickwinkel gibt es keinen einzigen Hinweis, dass Ultrafeinstaub unbedenklich wäre <sup>5)</sup>.

Es ist schwierig, das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung, Bevölkerungsgruppen und für einzelne Personen einigermaßen exakt zu beziffern, weil ungemein viele Faktoren beteiligt sind. Epidemiologische Analysen versuchen, die zahlreichen Einflüsse zu erfassen und zu quantifizieren. Unter Alltagsbedingungen kann man jedoch kaum die verschiedenen Größen und Quellen des Fein- und Ultrafeinstaubes trennen, um so gezielt die Wirkung einer Größenklasse oder deren Herkunft zu bestimmen. Sehr schwer auseinanderzuhalten sind auch die Einflüsse und Anteile der unterschiedlichen Verhaltensweisen der betroffenen Menschen, ihres Lebensstils und ihrer genetischen Veranlagung. Das alles in einem einzigen Zahlenwert, dem Grenzwert, auszudrücken, kann noch lange dauern. Wie alle Grenzwerte wird auch dieser als Kompromiss zwischen den Vertretern der Gesundheit und der Industrie ausgehandelt. Das Fehlen eines Grenzwertes für Ultrafeinstaub dient vielen Politikern als Entschuldigung und Ausrede, nichts unternehmen zu können oder zu müssen, um die UFP-Belastungen für die betroffenen Menschen zu reduzieren.

Sofern der politische Wille vorhanden ist, ist allerdings zur Reduzierung oder Minimierung einer Gesundheitsgefährdung gar kein Grenzwert erforderlich. Rauchen in öffentlichen Räumen z. B. wurde ganz ohne Grenzwert gesetzlich verboten. Seit den 1980er Jahren verzichteten viele Staaten auf die ozonschädigenden Gase (FCKW). Für Asbest gilt ein Null-Wert, weil man davon ausgeht, dass einzelne Partikel schon Auslöser für Krebs sein können. Das Asbestproblem ist übrigens deshalb gut vergleichbar mit der Kanzerogenität des Ultrafeinstaubes. Wenig bekannt ist ein technischer Grenzwert: Euro 6-PKW dürfen seit September 2018 maximal  $6 \times 10^{11}$  Partikel pro Kilometer emittieren (UBA). Die Beispiele zeigen, den Willen vorausgesetzt: Auch ohne gesetzliche Grenzwerte können Schadstoffe nachhaltig reduziert werden.

Neben der chemischen Zusammensetzung spielt die Menge des Ultrafeinstaubes eine wichtige Rolle für die menschliche Gesundheit. In Deutschland verzeichnete die Mineralölwirtschaft 2019 einen Absatz von 56 Mio. t Diesel und Benzin und 10 Mio. t Kerosin <sup>6)</sup>. Grob gerechnet verbleiben von einer Tonne Treibstoff 22 kg Luftschadstoffe. Die Emissionen aus Diesel- und Benzinverbrennung entstehen auf den ländlichen und vor allem städtischen Straßen. Die Schadstoffe des Luftverkehrs werden zwar weltweit ausgestoßen, besondere Hotspots stellen jedoch die Flughäfen dar. Am Münchener Flughafen verbrauchen die Maschinen an einem einzigen Tag etwa 500.000 Liter Kerosin nur für Landung, Start und Rollen <sup>7)</sup>. Dadurch entstehen inklusive Ultrafeinstaub 9 Tonnen Schadstoffe <sup>8)</sup>. Der Treibstoffverbrauch entspricht dem ungefilterten Ausstoß von täglich 7,5 Mio.

Autokilometern - also weit mehr als vom Flughafenzubringerverkehr mit durchschnittlich 60.000 PKW (insgesamt 22 Mio. Pkw im Jahr 2019). Hinzu kommt, dass die Emissionen des Straßenverkehrs zwar hohe UFP-Werte direkt auf den Straßen verursachen, jedoch etwa 150 Meter seitlich der Straße kaum noch ins Gewicht fallen. Flughäfen sind dagegen große UFP-Emittenten, deren Partikel sich großräumig verteilen<sup>9)</sup>. Das wird bisher von Politikern und Lobbyisten gern verschwiegen, obwohl das Problem bekannt ist.

Andererseits machen die Weltgesundheitsorganisation (WHO), das Umweltbundesamt (UBA), die Leopoldina (Nationale Akademie der Wissenschaften) und andere seit langem auf das Gesundheitsrisiko durch UFP aufmerksam. Sie fordern, den UFP-Ausstoß möglichst zu minimieren, gerade weil es keinen Grenzwert gibt. Weil sich die Hinweise auf Gesundheitsschädigungen häufen, sollten Minimierungsbestrebungen zu einem politischen Muss werden.

### **Corona - Covid-19**

Der Schutz vor Gefahren ist Aufgabe des Staates, der bekanntlich für Leib und Leben seiner Bürger zu sorgen hat. Wenn sich eine Gefahr abzeichnet, muss er Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung ergreifen, so wie jetzt bei der Covid-19-Pandemie. In diesem Fall sind unsere Politiker ihrer Fürsorgepflicht nachgekommen. Die gravierenden Maßnahmen im Kampf gegen das Virus brachten Gesellschaft und Wirtschaft zum Stillstand. Die Menschen voneinander fernzuhalten, ist offensichtlich eine sinnvolle Lösung, um die Virus-Ausbreitung zu verhindern. Die Regierung ordnete also massive Eingriffe in die persönliche Freiheit und das öffentliche Leben an, um ihrer Fürsorgepflicht nachzukommen und das Ansteckungsrisiko zu mindern, auch wenn nur unvollständige Maßnahmen möglich sind: Zum einen erfolgt die Risikobeurteilung derzeit aufgrund von Diagnosen mit Hilfe eines Abstrichs und PCR-Analysen, mit denen man das Virus in der Mund- und Nasenhöhle nachweist. Dies ist nur eine Momentaufnahme, die bald überholt sein kann und wegen der freiwilligen Teilnahme an den Tests die Durchseuchung nur ungenau abbildet. Zum anderen wird die Aussagekraft von Antikörpertests sogar von Fachleuten bezweifelt. Schließlich werden die Verhaltensregeln (Social distancing und Masken) nicht von allen befolgt. Gleichwohl ist jede Maßnahme gerechtfertigt, sofern damit die Risiken für die Bevölkerung minimiert werden können.

### **Vergleich Corona – Ultrafeinstaub**

Bei Covid-19 handelt es sich um Viren mit einem Durchmesser von 80 bis 160 Nanometer<sup>10)</sup>. Man kann sie biologisch nicht eindeutig zu den Lebewesen zählen, weil sie zu ihrer Vermehrung eine menschliche oder tierische Zelle benötigen. Das Virus hat auch keinen eigenen Stoffwechsel, sondern benutzt den der Wirtszelle, um seine Erbsubstanz hundertfach zu vervielfältigen und als neue Viruspartikel (Virionen) nach außen zu schleusen. Infizierte Personen übertragen die Erreger durch virushaltige Aerosole oder Tröpfchen, wie sie beim Atmen, Niesen oder Husten abgegeben werden.

Ultrafeine Partikel aus der Kerosin- bzw. Dieselerbrennung messen 10 bis 60 nm und bestehen aus verschiedenen chemischen, z. T. kanzerogenen und toxischen Substanzen. Sie vermehren sich

nicht selbst, sondern werden in ungeheuren Mengen aus Triebwerken oder Motoren in die Umgebungsluft ausgestoßen. Sie können aber, wie Viren, den Zellstoffwechsel gehörig oder auch irreversibel durcheinanderbringen.

Ultrafeinstaub gelangt mit jedem Atemzug in die Lunge und kann in fast alle Körperzellen eindringen. Während im Innenraum eines PKWs Filter für partikelarme Atemluft sorgen, ist im Abwind eines Flughafens sozusagen jeder den Schadstoffen völlig schutzlos und meistens auch ahnungslos ausgesetzt. Nur hohe UFP-Konzentrationen in der Atemluft nämlich werden olfaktorisch wahrgenommen. Zudem ist außerhalb geschlossener Räume die Abschirmung der Menschen vor Ultrafeinstaub extrem schwierig. Sie könnte nur mit dichten Atemmasken erfolgen. Mit der Covid-19-Strategie käme man hier nicht weiter, bei der schon einfache Masken und Distanz die Aerosol-Verbreitung effektiv mindern.

Laut WHO und UBA gibt es beim Ultrafeinstaub keine Wirkungsschwelle. Prinzipiell kann bereits ein einzelnes Ultrafeinstaub-Partikel der Auslöser sein. Angesichts der astronomischen Zahlen, in denen UFP oder Corona-Viren auftreten, ist es jedoch unerheblich, ob eines oder viele Teilchen den Ausschlag für die Krankheit geben. Für beide gilt: Viel schadet viel.

Die Inkubationszeit von Covid-19 beträgt 4 bis 5 Tage mit großen Abweichungen (1-14 Tage). Ultrafeinstaub kann schon nach wenigen Stunden die Herzfrequenz stören. Organschädigungen machen sich nach sehr viel längerer Zeit bemerkbar. Schließlich zeigt sich, dass Tumoren erst nach Jahren auftreten. Aber auch bei Corona-Infektionen stellt sich mittlerweile heraus, dass selbst bei leichtem Krankheitsverlauf schwere Spätfolgen auftreten können.

Von 10 Mio. auf Corona getesteten Personen waren 265.000 positiv (2,6 %). Bei etwa 80 % treten klinische Symptome mit sehr vielfältigen Erscheinungsformen auf: Fieber, trockener Husten, Müdigkeit, Schmerzen, verstopfte Nase, Kopfschmerzen, Bindehautentzündung, Halsschmerzen, Durchfall, Geschmacks- oder Geruchsverlust oder Hautausschlag oder Verfärbung von Fingern oder Zehen <sup>11)</sup>. Dies erschwert die Differenzialdiagnose, zumal häufig Vorerkrankungen mit im Spiel sind. Corona hat bis Ende August 2020 von weltweit über 23 Mio. Infizierten 806.000 Tote gefordert, Tendenz steigend. Deutschland verzeichnete zur gleichen Zeit bei 235.000 positiv getesteten Personen 9.300 Tote (ca. 4 %), wobei die Formulierung „gestorben an oder mit Corona“ die wirkliche Todesursache verschleiern. Die Zahl der Opfer, die ausschließlich an Covid-19 starben, ist demnach eher niedriger.

Viele Studien zeigen, dass auch die Ultrafeinstaub-Belastungen ganz unterschiedliche Krankheiten zur Folge haben: Schlaganfall und Demenz (Gehirn), Asthma, Bronchitis, COPD (Atemwegserkrankungen), Bluthochdruck, Infarkt (Herz-Kreislauf-Erkrankungen) sowie Tumoren, Diabetes u. a. Die Symptomatik scheint ähnlich diffus zu sein wie bei Covid-19.

Etwa 400.000 Menschen sterben pro Jahr in Europa an den Folgen von verschmutzter Luft, wie die Europäische Umweltagentur (EEA) berichtet <sup>12)</sup>. Dabei verdichtet sich die Erkenntnis, dass nicht die größeren Partikel, sondern der Ultrafeinstaub die eigentliche Ursache ist. Bisher standen hauptsächlich die großen Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> im Fokus, weil UFP nicht gemessen werden konnten und auch heute noch nicht flächendeckend gemessen werden. Bei jeder Verbrennung entstehen aber neben den großen Partikeln auch ultrafeine, und zwar umso mehr, je effektiver die Verbrennung abläuft. Der UFP-Anteil in der Umgebungsluft erhöht sich also mit der Zahl der vorhandenen Verbrennungsmaschinen, wird aber weiterhin ungenügend berücksichtigt. Immerhin verwies die

WHO schon 2013 auf den Ultrafeinstaub als die eigentliche Gefahr. Auch die Europäische Kommission hat das Problem erkannt und konstatiert in ihrer „Luftfahrtstrategie für Europa“ 2015: *„In der Umgebung von Flughäfen ist die Bevölkerung aber nicht nur Lärm, sondern auch schlechter Luftqualität ausgesetzt. Dabei sind ultrafeine Partikel der Faktor mit den größten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit.“* Das belegen auch die immer zahlreicheren wissenschaftlichen Publikationen. Eine kanadische Untersuchung ermittelte kürzlich eine 10 % größere Wahrscheinlichkeit, an einem Gehirntumor zu erkranken, wenn sich der Durchschnittswert der UFP um 10.000 Partikel pro Kubikzentimeter Luft erhöhte. Dagegen zeigte sich kein Zusammenhang mit PM<sub>2,5</sub> bzw. Stickstoffdioxid <sup>13)</sup>.

Es ist einsichtig und vertretbar, dass man bei Corona so massiv und konsequent handelt, um dieser Gesundheitsgefährdung zu begegnen. Unverständlich bleibt aber, warum trotz vergleichbarer Risikolage das Thema UFP lange geleugnet wurde und z. T. immer noch totgeschwiegen wird. Machen die täglich verkündeten Fallzahlen der Infizierten bzw. der Toten den Unterschied? In der Tat werden die Opfer der UFP-Belastung nicht derart konkret und aktuell vermeldet. Es hat jedenfalls mit Fürsorgepflicht wenig zu tun, wenn zuständige Politiker trotz der Fakten immer wieder Zweifel äußern und ausweichend darauf hinweisen, dass die Auswirkungen des Ultrafeinstaubes noch nicht hinreichend erforscht seien. Bei Covid-19 hingegen setzt man zu Recht alle Hebel in Bewegung, obwohl es mehr offene Fragen als gesicherte Erkenntnisse gibt.

Weil Flughäfen dominierende Ultrafeinstaub-Emittenten sind, tragen sie einen beträchtlichen Anteil zur Ultrafeinstaub-Belastung in den umliegenden Wohngebieten bei. Umfangreiche Messungen sind nötig, um die Immissionen zu lokalisieren und quantifizieren, und solche Informationen zeigen das Ausmaß der Belastung. Jedoch weit über die ersten zaghaften offiziellen UFP-Messungen hinaus ist jetzt die Politik gefordert, Maßnahmen zur Reduzierung und Minimierung von UFP zu ergreifen. Fachlich zuständige Organisationen haben konkrete und wirkungsvolle Maßnahmen benannt, wie z. B. den emissionsfreien Bodenverkehr der Flugzeuge und deren Versorgung am Gate, Optimierung der Logistik des Bodenverkehrs oder Entschwefelung des Kerosins u.a.m. <sup>16)</sup>. Diese Maßnahmen sind gegenüber den folgeschweren Eingriffen zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie so gut wie trivial, könnten aber die Belastungen um circa 50 % reduzieren. Eine weitere, deutlich spürbare Reduzierung der Schadstoffemissionen würde die Verlagerung von Kurzstreckenflügen auf Bahn oder Bus bewirken. Politische Unterstützung vorausgesetzt, wären all diese Maßnahmen in wenigen Jahren umsetzbar. Bisher fehlt dazu offensichtlich der Mut.

Man könnte sich ein Beispiel am Straßenverkehr nehmen. Die politische Fürsorgepflicht und die Maßnahmen, um die Zahl der Verkehrstoten zu minimieren, konkretisierten sich vor etwa 50 Jahren. Damals hatte die Zahl der Opfer einen traurigen Rekord mit 21.000 Toten erreicht. *In den folgenden Jahren wurde daher eine Reihe von staatlichen und auch industriellen Maßnahmen getroffen. Mit der Einführung des Tempolimits auf Landstraßen 1972 und der Promillegrenze bei 0,8 im Jahr 1973 konnte die Sicherheit von Autofahrern erheblich verbessert werden. Ab 1974 folgte zudem schrittweise die Gurtpflicht. Technisch bedeuteten die Einführung des ABS 1978 und der Airbags 1980 weitere Meilensteine zur Reduzierung der Verkehrstopfer <sup>14)</sup>.* Dieses Bündel von Maßnahmen führte schließlich dazu, dass 2019 in Deutschland „nur“ noch 3046 Menschen bei Verkehrsunfällen starben <sup>15)</sup>. Das sind zwar weiterhin zu viele, zeigt aber, dass enorm viel erreicht werden kann, wenn man nur tätig wird und die entsprechenden Maßnahmen ergreift, auch wenn eine schnellere Umsetzung wünschenswert gewesen wäre.

**Mittel und Wege zur Ultrafeinstaub-Minimierung sind bekannt und könnten zeitnah realisiert werden. Es ist Zeit, dass endlich auch beim Thema Ultrafeinstaub das Prinzip der Fürsorge das politische Handeln bestimmt.**

Quellen:

- 1) Asbach C. (2019): Grundwissen Ultrafeinstaub-Allgemeine Einführung, Expertenanhörung UFP, Frankfurt, 22.08.2019
- 2) Anderson et al. (2005): Hydrocarbon emissions from a modern commercial airliner. "Experiment to Characterize Aircraft Volatile Aerosol and Trace-Species Emissions", NASA  
sowie: Gränzer & Franck (2015): Kerosinabbauprodukte und ihre gesundheitsschädigenden Wirkungen, aus: Chemical Abstracts Service (CAS) und Sicherheitsdatenblätter
- 3) EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) – Particulate Matter and Gas Phase Emission Measurement of Aircraft Engine Exhaust, Final Report (04/2012-11/2015)
- 4) Geiser M. (2019): Gesundheitliche Wirkung von inhaliertem Feinstaub-Fokus ultrafeine Partikel (UFP), Expertenanhörung UFP, Frankfurt August 2019
- 5) a) Hoffmann B. (2019): Gesundheitseffekte von Ultrafeinstaub – epidemiologische Studien. Expertenanhörung UFP, Frankfurt 22./23.8.2019  
b) Peters A. et al. (2015): Elevated particle number concentrations induce immediate changes in heart rate variability: a panel study in individuals with impaired glucose metabolism or diabetes. Part Fibre Toxicol. 12: 7  
c) Chen K. et al. (2020): Hourly Exposure to Ultrafine Particle Metrics and the Onset of Myocardial Infarction in Augsburg, Germany, Environ Health Perspect. 128(1): 017003
- 6) Dt. Mineralölwirtschaft 2019
- 7) Deutscher Fluglärmdienst DFLD (2019), <https://www.dfld.de/DFLDindex.php>
- 8) ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank (2020), Angaben für Triebwerke: CFM56-5B1/P, LEAP-1A26CJ, PW 1215G bzw. PW1217G
- 9) a) Messungen des BV Freising 2017-2020  
b) Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie HLNUG: 1. Zwischenbericht zur Untersuchung der regionalen Luftqualität auf ultrafeine Partikel im Bereich des Flughafens Frankfurt
- 10) Modrow et al. (2003): Molekulare Virologie, Spektrum, 2. Auflage
- 11) a) „Q&A on coronaviruses (COVID-19)“. Symptome von COVID-19. Weltgesundheitsorganisation (WHO), April 2020,  
b) Wikipedia: Covid-10-Pandemie in Deutschland
- 12) <https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/umweltagentur-hunderttausende-tote-durch-feinstaub>
- 13) Weichenthal et al. (2020): Within-city Spatial Variations in Ambient Ultrafine Particle Concentrations and Incident Brain Tumors in Adults. Epidemiology 31 (2):177-183
- 14) Schwarz A. (2017) <https://web.de/magazine/auto/780000-verkehrstote-1950-studie-legt-beaengstigende-zahlen>
- 15) Dirscherl H. C. (2020): <https://www.pcwelt.de/news/2019-So-wenig-Verkehrstote-wie-nie-zuvor>
- 16) Reichmuth J. (2019): Möglichkeiten zur Minderung von UFP: Optimierung im Bereich des Bodenverkehrs von Flughäfen. Expertenanhörung Ultrafeinstaub Frankfurt 22.08.-23.08.2019

Oswald Rottmann  
Wolfgang Herrmann  
09/2020