

Schriftlicher Bericht

Untersuchungen und Aktivitäten zu ultrafeinen Partikeln sowie diesbezügliche laufende und geplante Projekte und geplante Rechtssetzungsaktivitäten (Bezugsbeschluss: TOP 30 der 89.UMK)

1. Einleitung

Als Ultrafeine Partikel (UFP) werden gemäß gängiger Definition Partikel mit einem Durchmesser zwischen 1 und 100 Nanometer (nm, $PM_{0,1}$) bezeichnet. Im Unterschied zu Nanopartikeln, die über bestimmte Materialeigenschaften verfügen und gezielt hergestellt werden, handelt es sich bei den UFP um unbeabsichtigt oder natürlich erzeugte Partikel.

Aufgrund ihrer geringen Größe tragen sie zur Gesamtmasse des Feinstaubes kaum bei und werden daher mit gravimetrischen Messmethoden nicht angemessen erfasst. Aus dem gleichen Grund sind UFP aber in der Lage, besonders tief in die Lungen und von dort weiter in den Körper einzudringen. Diese Eigenschaften machen eine separate Betrachtung der UFP unabhängig von den massebezogenen Feinstaubmetriken $PM_{2,5}$ und PM_{10} erforderlich.

Die Betrachtung kann entweder anhand der Gesamtzahl der UFP oder in Form einer größenspezifischen Zählung, der sog. Anzahlgrößenverteilung erfolgen. Die typische Partikelanzahlgrößenverteilung an verschiedenen Standorten ist der Abb. 1 zu entnehmen.

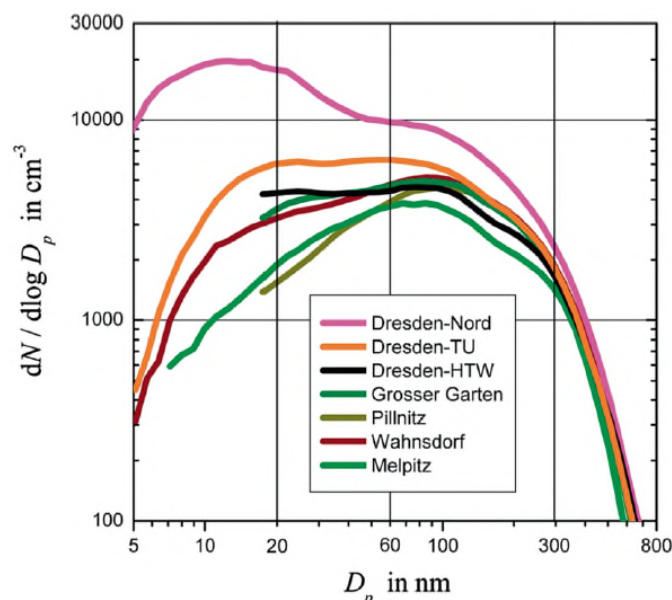


Abbildung 1: Typische Partikelanzahlgrößenverteilung (Größenbereich: 5–800 nm, Konzentrationseinheit $dN/d\log D_p$ in Partikel/cm³) in der Außenluft. Die sieben Verteilungen wurden 2009/2010 gleichzeitig an sieben Messorten in und um Dresden erfasst. Die bei weitem höchste Anzahlkonzentration wurde an der verkehrsbezogenen Messstation Dresden-Nord gemessen, die niedrigste an der ländlichen Messstation Melpitz. Die fünf dazwischenliegenden Kurven entsprechen städtischen bzw. vorstädtischen Messorten mit variierendem Einfluss an Partikelquellen. Quelle: Birmili, W. et al. (2013) *Variability of aerosol particles in the urban atmosphere of Dresden (Germany): Effects of spatial scale and particle size*, Meteorolog. Z., 22(2), 195–211, frei verfügbar.

2. Ursachen für eine erhöhte Anzahl ultrafeiner Partikel in der Außenluft

Grundsätzlich erzeugen alle Verbrennungsprozesse UFP. UFP resultieren unter anderem durch den Kfz- und Flugverkehr, Schiffs- und Eisenbahnverkehr, Kraftwerke, Industrieanlagen, Festbrennstoffheizungen und Biomasseverbrennung sowie Waldbrände und Feuerwerk. Daneben erfolgt eine photochemische Neubildung von UFP aus gasförmigen Vorläufern, bspw. Schwefeldioxid, insbesondere in der Tagesmitte an sonnigen Tagen (s. Abb. 2).

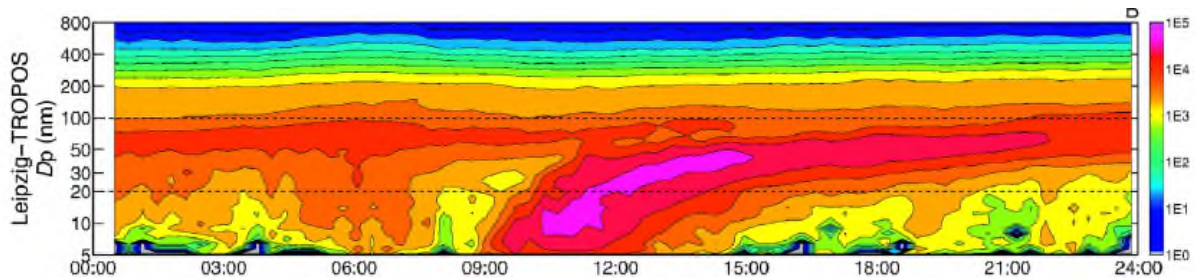


Abbildung 2: Konturdiagramm der Partikelanzahlgrößenverteilung (Größenbereich: 5–800 nm; die Konzentration $dN/d\log D_p$ ist farblich von 1 bis 10^5 Partikel/ cm^3 codiert) an einem Tag mit photochemisch induzierter Partikelneubildung. Die exemplarische Messung stammt von der städtischen Hintergrundstation Leipzig-TROPOS am 24. Juli 2011. Ab 09:00 erkennt man die Neubildung feinsten Partikel im Bereich < 20 nm. Die Kondensation schwerflüchtiger Dämpfe sorgt für ein allmähliches Anwachsen der Partikel am selben Tag bis auf 50 nm. An diesem Tag dominiert die photochemische Neubildung die gemessene Partikelanzahl. Die statistische Auswertung solcher Ereignisse zeigte, dass in den Sommermonaten ca. 30 % der gemessenen UFP (5–100 nm) im städtischen Hintergrund der photochemischen Neubildung zugeordnet werden. Quelle: Ma, N. und Birmili, W. (2015) *Estimating the contribution of photochemical particle formation to ultrafine particle number averages in an urban atmosphere*. *Science of the Total Environment* 512–513, S. 154–166, frei verfügbar.

UFP-Emissionen des Straßenverkehrs:

Die Typenzulassung gemäß EURO-Norm basiert bereits auf der Anzahl der Partikel im Abgas. Daher sind die UFP-Emissionen von Fahrzeugen – jedenfalls bzgl. der motorbedingten Emissionen – bereits in einschlägigen Datenbanken wie dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ erfasst. Allerdings beginnt die Messung erst bei einer Partikelgröße von 23nm; kleinere Partikel werden nicht erfasst.

Der Abrieb von Reifen ist von geringer Relevanz für die Anzahl der UFP. Der Abrieb von Kfz-Bremsen ist unzureichend bekannt; die Emission hängt wesentlich von der Bremsintensität und –dauer (Temperaturbelastung) ab.

UFP Emissionen des Flugverkehrs:

Bei der Triebwerkszulassung wird bezüglich der freigesetzten UFP der Anzahl-Emissions-index zu Grunde gelegt, also die Anzahl von Ultrafeinpartikeln (UFP), die pro Masse verbrannten Treibstoffs erzeugt werden (üblicherweise Anzahl pro Kilogramm Treibstoff). Der Anzahl-Emissionsindex hängt zum einen von der Triebwerkstechnologie (z.B. Art der Brennkammer), dem verwendeten Treibstoff (z.B. Schwefelanteil), dem Lastzustand des Triebwerks (z.B. Rollen oder Start) und meteorologischen Bedingungen (z.B. Eingangstemperatur der Luft) ab. Zudem ändert sich diese Kenngröße während des atmosphärischen Transportes durch Umsetzungen (z.B. Agglomeration und Neubildung sekundärer Aerosole), so dass der effektive Anzahl-Emissionsindex auch vom Abstand zum Triebwerk und der Konzentration weiterer, in der Triebwerksabluft und in der Umgebungsluft vorhandener Substanzen abhängt.

UFP Emissionen aus anderen Verbrennungsprozessen:

Zur Freisetzung von UFP aus Verbrennungsprozessen liegen nur wenige Messungen vor. Informationen und Messwerte von UFP im Abgas von Großfeuerungsanlagen, mittelgroßen Feuerungsanlagen und stationären Verbrennungsmotoranlagen liegen dem Umweltbundesamt (UBA) nicht vor.

UFP Emissionen von Kleinfeuerungsanlagen unterscheiden sich sehr stark nach Feuerungsart (Einzelraumfeuerungsanlagen, Festbrennstofffeuerungen), Brennstoffart (Holz bzw. nicht- Holz Biomasse, Kohle, Öl, Gas), Brennstofffeuchte, Betriebsweise und Messmethode. Es liegen einzelne Arbeiten vor, eine breite Datenbasis fehlt. Zu nennen ist vor allem die Forschung von Thomas Nussbaumer^{1,2,3} (Verenum Zürich) und Linda Johansson⁴ (SP Technical Research Institute of Sweden). Danach liegt die Partikelanzahl bei Holzkesseln in der Größenordnung zwischen 10^7 bis 10^8 Partikel pro Kubikzentimeter⁵, in Extremfällen bis zu 10^{11} Partikel pro Kubikzentimeter und ist bei Festbrennstofffeuerungen höher als bei Öl- und Gasfeuerungen. Der Großteil der gezählten Staubpartikel liegt dabei im Bereich kleiner $0,1 \mu\text{m}$.

Bisher existiert keine einheitliche Messmethode für die Bestimmung der Partikelanzahl bei Kleinfeuerungsanlagen und zur Ableitung von Grenzwerten. Ein möglicher Ansatz hierzu könnte die Einführung einer Partikelanzahlbegrenzung im Rahmen von Umweltzeichen wie dem Blauen Engel sein.

Forschungsaktivitäten:

- Innerhalb des UFOPLAN Vorhabens 3716 52 200 0 *Einfluss eines Großflughafens auf zeitliche und räumliche Verteilungen der Außenluftkonzentrationen von Ultrafeinstaub < 0,1 μm* erfolgt u.a. eine Modellierung der Emissionen.
Erste Ergebnisse wurden auf einem Workshop am 17.04.2018 präsentiert und zur Diskussion gestellt. Das Vorhaben verfolgt auch die modellgestützte Beschreibung der Bildung von UFP in der Atmosphäre.
Eine Schlussfolgerung hinsichtlich des verbleibenden Forschungsbedarfs ist nach Abschluss des Vorhabens zum 15.12.2018 möglich.
- Innerhalb des UFOPLAN Vorhabens 371 7 51 352352 0 2010 *Evaluierung der 1. BImSchV von 2010. Messung der UFP Emissionen verschiedener Kaminöfen in verschiedenen Betriebszuständen.*
Erste Ergebnisse werden auf einem Workshop im Juni/Juli 2018 präsentiert und zur Diskussion gestellt.

Rechtsetzung:

- Die Typenzulassung gemäß EURO Norm stellt ein geeignetes Instrument zur Regelung der UFP-Emissionen des Straßenverkehrs dar.

¹ Nussbaumer, T. et al.: Grundlagen der Aerosolbildung in Holzöfen, Zürich/ Balsthal/ Dübendorf 2003

² Nussbaumer, T. et al.: Particulate Emission from Biomass Combustion in IEA Countries, Zürich 2008

³ Nussbaumer, T. et al.: Partikelemissionen von Holzfeuerungen bis 70 kW, Horw 2009

⁴ Johansson, L.: Characterisation of Particle Emission from small- scale Biomass combustion, Göteborg 2002

⁵ Bundesamt für Energie BFE und Bundesamt für Umwelt BAFU (Schweiz) 2007 - Einfluss der Betriebsweise auf die Partikelemissionen von Holzöfen - Projektzusatz 1+2 zum Projekt Wirkung von Verbrennungspartikeln Norbert Klippel, Thomas Nussbaumer (beide Verenum),

- Sobald Empfehlungen zur Minderung des Bremsabriebs vorliegen, ist zu prüfen, inwieweit diese durch Produktregelungen umgesetzt werden können.
- Auf Ebene der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) wurde ein Messverfahren für die Partikelmasse und Partikelanzahl beschlossen. Damit wird eine erhebliche Verbesserung gegenüber dem bislang verwendeten Verfahren einer Rußzahl erreicht. Das zugehörige Zertifizierungsverfahren gilt für alle Triebwerkstypen für Passagierflugzeuge, die ab 1. Januar 2020 in Produktion gehen.

3. Messverfahren zur Ermittlung der Anzahlgrößenverteilung von UFP

Die Richtlinienreihe VDI 3867 beschreibt Messverfahren, mit denen die Partikelanzahl oder die Anzahlgrößenverteilung von Partikeln in der Außenluft ermittelt werden kann. Das

Blatt 1 der Richtlinienreihe gibt einen Überblick über die Messverfahren und erläutert deren Messprinzip. Darüber hinaus definiert es die aus der Messaufgabe resultierenden Anforderungen an diese Verfahren und ihre Kenngrößen. Es liegen folgende Blätter vor:

- VDI 3867 Blatt 1:2009-09 Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen – Grundlagen
- VDI 3867 Blatt 2: 2008-02 Messen von Partikeln in der Außenluft - Charakterisierung von Prüfaerosolen - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung - Kondensationspartikelzähler (CPC)
- VDI 3867 Blatt 3: 2012-08 Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Elektrisches Mobilitätsspektrometer
- VDI 3867 Blatt 4: 2011-06 Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Optisches Aerosolspektrometer.
Hinweis: Aufgrund des optischen Messverfahrens ist diese Methode allerdings nicht zur Messung von UFP (d.h. Partikel < 100 nm) geeignet.

Damit existieren mehrere standardisierte Verfahren, die die Vergleichbarkeit von UFP-Messungen in der Außenluft sicherstellen. Daneben liegen erste Normen und Normentwürfe durch CEN und ISO zu Verfahren mit Partikelzählern (CPC) und Partikelklassierern (SMPS) vor. Allerdings weisen die Verfahren unterhalb einer Partikelgröße von 10 nm noch eine hohe Unsicherheit auf. Zudem erfordern Handhabung und Dauerbetrieb eine regelmäßige Wartung und Kalibrierung, die erhebliches Fachwissen voraussetzt.

Auf dem Markt befindliche mobile Geräte liefern orientierende Werte und bedürfen einer regelmäßigen Kalibrierung, um eine definierte Datenqualität zu liefern. Dafür sollten solche Messungen immer in Kooperation mit einem Kalibrierzentrum durchgeführt werden, bspw. dem Weltkalibrierzentrum für Aerosolphysik (WCCAP) am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS Leipzig), welches auch Fortbildungskurse und Stationsaudits anbietet.

Forschungsaktivitäten:

- AEROMET - Aerosol metrology for atmospheric science and air quality. EURAMET Projekt No. 16ENV07. Koordinator: Burkhard Beckhoff (Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig), Laufdauer 2017-2020.

Rechtsetzung:

- Sofern Messungen verpflichtend vorgeschrieben werden, sollte eine einheitliche Methode bzw. ein CEN Standard festgelegt werden.

4. Wissensstand zur Anzahlgrößenverteilung von UFP in der Außenluft

Das deutsche Messnetz für ultrafeine Aerosolpartikel (GUAN, German Ultrafine Aerosol Network; <https://doi.org/10.5072/guan>) führt im Rahmen einer wissenschaftlichen Kooperation mehrerer Institutionen, darunter das UBA, seit 2009 Langzeitbeobachtungen von Partikelanzahlgrößenverteilung zwischen 20 und 800 nm sowie weiteren Parametern durch. Insgesamt sind 17 Messstationen beteiligt, die sowohl verkehrsnah als auch im städtischen und ländlichen Hintergrund die UFP erfassen. Dabei zeigte sich über den betrachteten Zeitraum (2009-2014) an allen Stationen eine deutliche und konsistente Abnahme der Gesamtpartikelzahl (Stundenmittelwerte). Letztere weist zwischen den Stationen eine hohe Variation auf: Sie lag zwischen 850 und mehr als 10.000 Partikel pro cm^3 . Die höchsten Werte wurden erwartungsgemäß an Verkehrsstationen gemessen (s. Abb. 3).

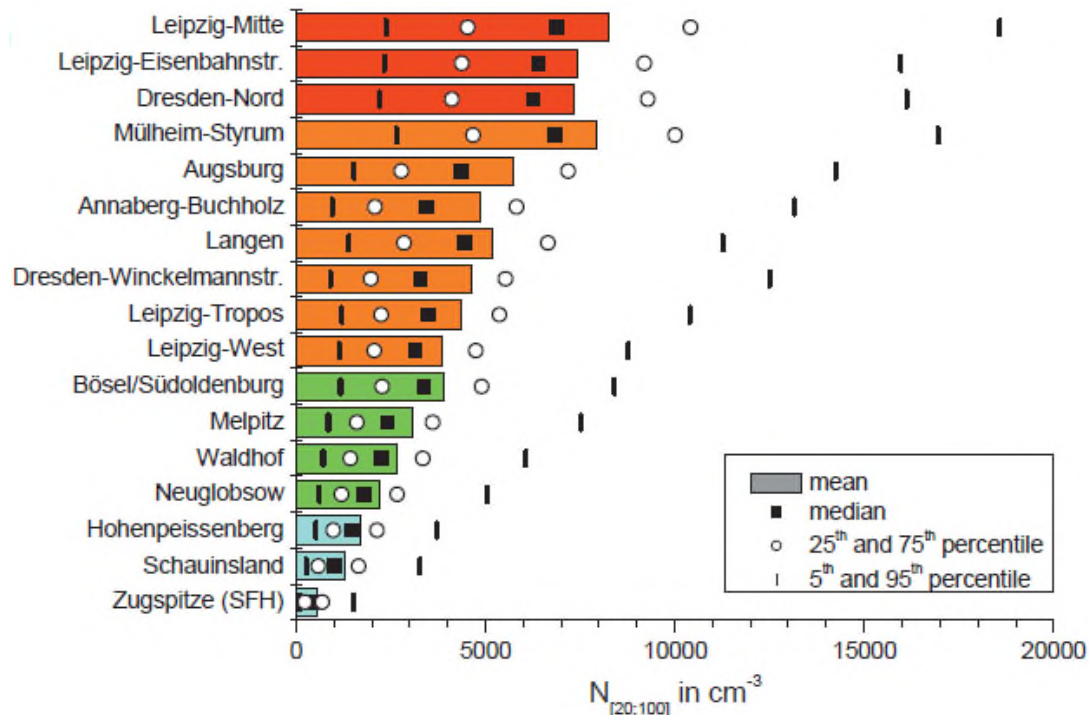


Abbildung 3: Atmosphärische Anzahlkonzentration von UFP (20-100 nm) im GUAN-Messnetz, Mittelwerte und statistische Kennzahlen 2009-2014. Quelle: Birmili, W. et al. (2015) *Atmospheric aerosol measurements in the German Ultrafine Aerosol Network (GUAN) - Part III: Black Carbon mass and particle number concentrations 2009-2014*, *Gefahrst. Reinh. Luft*, 75(11/12), 479-488.

Im UBA liegt eine Messreihe von über zwei Jahren für Partikel > 3 Nanometer vor, die in einer Nebenwindrichtung in ca. 6 km Entfernung vom Großflughafen Frankfurt erhoben wurde. Diese Daten weisen Gesamtpartikelzahlen von mehr als 15.000 Teilchen pro cm^3 auf (Raunheim, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie/UBA). Messungen an Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen in Sachsen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in

Zusammenarbeit mit TROPOS zeigen ähnlich hohe Werte (Messbereich ab 4,5 Nanometer). Weht der Wind aus Richtung des Großflughafens (Nordost) wurden doppelt so hohe Partikelkonzentrationen gemessen wie im Jahresmittel.

Der Literatur sind Daten einer Messung in 7 km Entfernung vom Großflughafen Schiphol zu entnehmen.⁶ Dabei wurden bei einer Windrichtung vom Flughafen Richtung Messstelle mit ca. 40.000 Teilchen pro cm^3 drei Mal mehr Partikel gemessen als bei anderen Windrichtungen (s. Abb. 4).

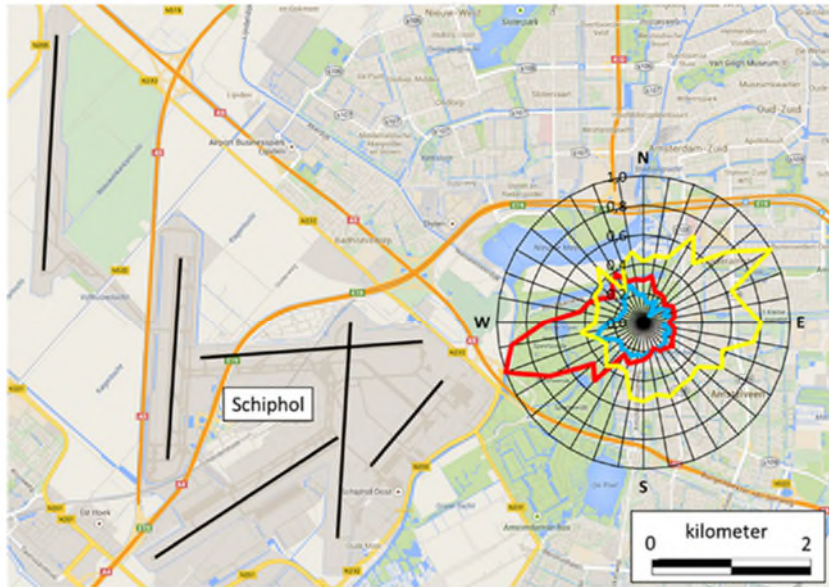


Fig. 5. Normalized pollution roses of EC and PNC at Adamse Bos: for EC all hours ($n = 1486$) in yellow and for PNC during day-time hours ($n = 1112$) in red and night-time hours ($n = 460$) in blue (© Google maps).

Abbildung 4: Windrichtungsabhängige Partikelkonzentration in der Umgebung des Großflughafens Schiphol in rot sowie die Rußkonzentration in gelb (aus Keuken et al¹).

Forschungsaktivitäten:

- Neben einer Fortführung von GUAN zielt das UFOPLAN-Vorhaben 3716 52 200 0 *Einfluss eines Großflughafens auf zeitliche und räumliche Verteilungen der Außenluftkonzentrationen von Ultrafeinstaub $< 0,1 \mu\text{m}$* darauf, am Beispiel des Flughafens Frankfurt/Main den Einfluss eines Gesamtverkehrssystems eines Großflughafens auf erhöhte Konzentrationen von Ultrafeinstaub gemessen in Partikelanzahl zu bestimmen. Dazu wird durch Modellrechnungen die zeitlich und räumlich differenzierte Exposition der Bevölkerung in der Umgebung des Gesamtverkehrssystems eines Großflughafens in bis zu ca. 30 km Entfernung ermittelt. Primäres Ziel ist es, Aussagen zum relativen Anteil des Gesamtverkehrssystems eines Flughafens in Bezug auf die Gesamtbelastung zu treffen. Zur Validierung bzw. Einordnung der Modellergebnisse werden diese mit vorhandenen Messungen verglichen. Als Quellen werden die Emissionen der Flugzeuge, des Straßenverkehrs, des Hintergrundes (Industrie und Hausbrand) sowie die bodennahen Emissionen des Flughafengeländes berücksichtigt.
- Das UFOPLAN- Vorhaben 371 7 51 352352 zielt darauf ab, den Wissensstand von UFP-Emissionen im Bereich der Einzelraumfeuerungsanlagen zu beschreiben. Hierzu sollen neben verschiedenen Luftschadstoffen (NO_x , OGC,

⁶ M.P. Keuken, M. Moerman, P. Zandveld, J.S. Henzing, G. Hoek (2015): Total and size-resolved particle number and black carbon concentrations in urban areas near Schiphol airport (the Netherlands), *Atmospheric Environment*, 104, 132-142.

CO, Staub) auch UFP-Emissionen verschiedener Einzelraumfeuerungsanlagen mit unterschiedlichen Emissionsminderungstechniken verglichen werden. Auftragnehmer ist das Deutsche Biomasse Forschungszentrum (DBFZ) in Leipzig.

Rechtsetzung:

- Die GUAN-Messungen haben ebenso wie orientierende Messungen an Flughäfen Projektcharakter. Um eine belastbare Grundlage für die Beurteilung der gesundheitlichen Wirkung von UFP in der Außenluft zu schaffen und deren zeitliche Entwicklung zu beurteilen, wäre durch die Festschreibung der Messverpflichtung eine Verstetigung der Beobachtungen mit möglichst vereinheitlichten Verfahren und einer repräsentativen Standortauswahl erforderlich.

5. Gesundheitliche Wirkungen von UFP

Hinsichtlich der respirativen Aufnahme von UFP ist bekannt, dass einige UFP aufgrund ihrer sehr geringen Korngröße direkt nach Einatmen wieder exhaliiert werden, ein Teil aber auch über das Lungengewebe in die Blutbahn übertreten kann und dort Herz-Kreislaufprobleme verursachen kann. UFP sind klein genug, um innerhalb des Organismus zu „wandern“ und auch empfindliche Organe wie das Gehirn zu erreichen. Dabei ist auch die chemische Zusammensetzung der UFP wichtig für die Wirkung auf den Organismus. Eine dauerhafte Wirkung kann nur durch biopersistente (unlösliche) Partikel ausgehen.

Aus epidemiologischen Studien ist bekannt, dass sich für UFP Hinweise auf inflammatorische Effekte zeigten, jedoch keine klaren Aussagen bezüglich Höhe (Partikelanzahlkonzentration), der Dauer der Einwirkung und der Effekte zu treffen waren. Eine Untersuchung von Henning ([Henning et al. 2018](#)) zeigt für den Untersuchungszeitraum 2009 bis 2014, dass die beiden Indikatoren für UFP, „Partikelanzahlkonzentration“ und „lungen-deponierte Oberflächenkonzentration“ einen Zusammenhang mit natürlicher Mortalität und kardiovaskulärer Mortalität aufweisen.

Andere Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Wirkung der UFP möglicherweise weniger über deren Anzahl, als über die Oberflächenstruktur erfolgt. Desweiteren ist zu beachten, dass UFP in der Außenluft nicht allein wirken, sondern in der Regel mit anderen Noxen wie bspw. NO₂ gleichzeitig auftreten. Durch das Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in den Niederlanden wurden zelltoxikologische Studien in der Umgebung des Flughafens Schiphol durchgeführt, aus denen sich ein Zusammenhang zwischen erhöhten Konzentrationen und Zellveränderungen ableiten lässt.

Forschungsaktivitäten:

- Im Rahmen des UKAGEP-Projekts (Umweltbedingte Krankheitslasten und Gesundheitliche Parameter; Finanzierung: BMBF) wurde ein Sachverständigen-Gutachten als Unterprojekt erstellt, das der Frage der gesundheitlichen Effekte von UFP auf Basis von epidemiologischen Studien nachgeht (Auftragnehmerin: Universitätsklinikum Düsseldorf, Prof. Barbara Hoffmann; Laufzeit: 01.02.2017-31.01.2018). In diesem Projekt wird ein systematisches Review der bestehenden Studien durchgeführt. Das Projekt

befindet das sich derzeit im Abschluss. Dieses Gutachten soll u.a. die Weltgesundheitsorganisation darin unterstützen, die UFP bei der Überarbeitung der Luftgüteeempfehlungen zu berücksichtigen.

Der Zwischenstand lässt sich dahingehend zusammenfassen, dass trotz der Tatsache, dass seit der letzten Übersichtsarbeit des Health Effects Institutes zu den gesundheitlichen Auswirkungen von UFP viele Studien veröffentlicht worden sind, die Studienlage immer noch keine konsistente Aussage über gesundheitlichen Effekte von UFP erlaubt. Zudem gibt es derzeit nicht ausreichend Studien, die für weitere Luftschadstoffe wie NO₂ oder PM adjustieren, wodurch der eigenständige Effekt der UFP über- oder unterschätzt werden kann. Ein weiteres Problem stellt der häufige Einsatz von nicht-standardisiertem Geräten zur Messung der UFP-Exposition dar (s. auch Abschnitt 3 dieses Berichts). Als erste Schlussfolgerung der Autoren ist festzuhalten, dass mehr umweltepidemiologische Langzeitstudien unter Einsatz standardisierter Messmethoden benötigt werden.

- Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Dosis-Wirkungsbeziehung sind kontrollierte Expositionsstudien – entweder im Tierversuch oder im Labor. Bei diesen Versuchen wird bislang jedoch überwiegend mit künstlich erzeugten Testaerosolen gearbeitet. Für die typischen Partikelgemische aus der Umwelt liegen von dieser Art von Studien kaum Ergebnisse vor. Zudem erfassen solche Studien zumeist nur kurzfristige Belastungen, die Erkenntnisse sind nur mit Unsicherheiten auf den Menschen übertragbar.
- Eine adäquate Berücksichtigung der UFP für die Bewertung der gesundheitlichen Risiken ist bedingt durch die physikalischen Eigenschaften der Ultrafeinstäube (erhöhte Lungendeposition), nur dann möglich, wenn die Messverfahren geeignet sind, einen konservativen Bewertungsmaßstab in den Messnetzen zu erfassen. Erst dann sind epidemiologische Studien zielführend. Bei epidemiologischen Studien erschweren nach wie vor fehlende Expositionsdaten den Nachweis der Wirksamkeit von UFP. Für den UFOPLAN 2019 ist daher ein Vorhaben vorgesehen, dass eine Methode entwickelt, die vorhandenen Messmethoden zur Anzahl und Massenbestimmung so zu kombinieren, dass qualitätsgesicherte Aussagen auch über die PM 0,1 Massenfraktion möglich werden. Auf dieser Grundlage ließe sich eine vereinfachte Dosis-Wirkungsbeziehung etablieren.

Rechtsetzung:

- Die Festlegung von Richt- oder Grenzwertwerten erfordert eine Kenntnis der Dosis-Wirkungsbeziehung. Diese Beziehung kann beispielsweise durch epidemiologische Studien ermittelt werden, bei denen Schadstoffkonzentrationen in der Luft mit den gesundheitlichen Auswirkungen in einem Kollektiv von Probanden verglichen wird.

6. Ergänzende Hinweise zu Untersuchungen, Aktivitäten und laufenden bzw. geplanten Projekten zu UFP in der Außenluft

- Das UBA führt im zweijährigen Rhythmus ein UFP-Symposium gemeinsam mit der TU Berlin durch, an dem nationale und internationale Experten teilnehmen. Letztmalig fand die Veranstaltung am 26. und 27. Februar 2018 statt.

- Die Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz hat das UBA gebeten, zu ihrer 20. Sitzung einen Überblick zur gesundheitlichen Belastung durch UFP und damit verbundene Aspekte zu erstellen. Das UBA ist dieser Bitte mit Bericht vom 25.9.2017 nachgekommen.
- Das UBA hat die Universität Düsseldorf mit einer Studie zu gesundheitlichen Effekte von UFP auf Basis von epidemiologischen Studien beauftragt. Diese Studie soll nach interner Qualitätssicherung auf der UBA-Homepage veröffentlicht werden.