



UFP 2022

4. Symposium

Ultrafeinstaub in der Atmosphäre und in Innenräumen

12. - 13. September 2022
Technische Universität Berlin

- Tagungsprogramm
- Kurzfassungen der Beiträge

**Gemeinschaftlich durchgeführte Veranstaltung im Rahmen
eines Kooperationsvertrages zwischen der TU Berlin und
dem Umweltbundesamt**

https://www.uc.tu-berlin.de/menue/ufp_symposium_2022/

Inhaltsverzeichnis

Grußworte	1
Danksagung	3
Allgemeine Informationen	5
Tagungsprogramm - Übersicht	7
Übersicht der Kurzfassungen der Vorträge	13
Übersicht der Kurzfassungen der Poster	17
Kurzfassungen der Vorträge	23
Kurzfassungen der Posterbeiträge	51
Adressenverzeichnis der ausstellenden Gerätehersteller	71
Anmerkungen zur Technischen Universität Berlin	73
Lageplan	letzte Seite



Der Tagungsort - Architekturgebäude der TU Berlin

*Früher ließen die Tyrannen ihre Opfer lebendig
einmauern. Heute erledigen das die Architekten.*

Ludwig Fienhold

*Die Rolle des unendlich Kleinen in der Natur
ist unendlich groß.*

Louis Pasteur

Grußworte

Ich freue mich sehr, Sie an der Technischen Universität Berlin zum 4. Symposium „Ultrafeine Partikel in der Außenluft und in Innenräumen“ willkommen zu heißen.

In den vergangenen zwei Jahren waren „Aerosolpartikel“ im Zusammenhang mit der Coronapandemie nicht nur in Fachkreisen, sondern auch in der breiten Öffentlichkeit ein vielbesprochenes Thema. Neben der Rolle von Aerosolpartikeln bei der Übertragung von Viren gibt es aber auch viele weitere wichtige Aspekte, die in unserem Symposium zu ultrafeinen Partikeln (UFP), also zu luftgetragenen Partikeln mit einem Durchmesser von weniger als 100 Nanometern, vorgestellt und diskutiert werden sollen.

Es freut mich besonders, dass wir auch bei diesem, zum vierten Mal gemeinsam vom Fachgebiet Umweltchemie und Luftreinhaltung der TU Berlin und dem Umweltbundesamt veranstalteten Symposium zahlreiche anerkannte Spezialisten für Vorträge und Posterbeiträge gewinnen konnten.

Ein Blick in das zweitägige Programm verspricht neben Vorträgen zu gesundheitlichen Auswirkungen von UFP unter anderem auch Präsentationen zur Ausbreitung von UFP in Innenräumen, zur Filtration und zur Messung von UFP, zu UFP-Emissionen aus unterschiedlichen Verkehrs- und Transportsystemen, aus Kaminöfen oder 3D-Druckern und zur atmosphärischen Partikelneubildung. Darüber hinaus freue ich mich sehr darüber, dass zahlreiche namhafter Hersteller von Geräten zur Messung und Charakterisierung ultrafeiner Partikel ihr Produktportfolio vorstellen werden. Uns erwarten also interessante und abwechslungsreiche Diskussionen und ein vielfältiger Einblick in das Themenfeld UFP.

Es ist - wie bereits schon vor drei Jahren erfolgreich umgesetzt - vorgesehen, auch diesmal ausgewählte Beiträge des UFP-Symposiums 2022 im Anschluss an die Tagung in einem Sonderheft der Zeitschrift „Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, zu veröffentlichen.

Ich hoffe, dass es auch mit dem UFP-Symposium 2022 wieder gelingen wird, eine ganz besondere Atmosphäre für einen anregenden Austausch zwischen Fachbehörden, Umweltverbänden, der Industrie, der Wissenschaft und allen Interessierten zu schaffen.

Herzlich willkommen in Berlin!

Andreas Held

TU Berlin, Fachgebiet Umweltchemie und Luftreinhaltung

Liebe Kolleginnen und Kollegen, verehrte Anwesende, liebe Studierende,

auch von meiner Seite und seitens des UBA heiße ich Sie zum diesjährigen 4. UFP-Symposium ganz herzlich willkommen. Wir alle sind, denke ich, froh darüber, dass die Zeit der vielen (nur) WEB-Konferenzen erst einmal vorüber ist und wieder mehr Präsenz bei Tagungen und Veranstaltungen möglich ist. Dies ist auch wichtig, weil Videokonferenzen auf Dauer nicht das direkte Gespräch und einen direkten Austausch mit dem Auditorium ersetzen können.

Gerade das UFP-Symposium lebt in hohem Maße von Gesprächen zwischen den Vorträgen sowie den Gesprächsrunden unter Kolleginnen und Kollegen, mit Studierenden und den Vertretern der ausstellenden Firmen.

Das Thema ultrafeine Partikel war in den vergangenen zwei Jahren zwar auf der politischen Agenda etwas in den Hintergrund getreten – eben wegen des alles überdeckenden Themas SARS-CoV-2 und seiner gesundheitlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen. Es ist damit aber nicht weniger bedeutsam geworden. Im Gegenteil: Wir sind weiterhin im Außenluft- wie im Innenraumbereich häufig Expositionen gegenüber UFP ausgesetzt, mal mehr, mal weniger.

Immer noch ist auch nicht abschließend geklärt, was UFP - vor allem auch bei dauerhaften Expositionen - an gesundheitlichen Schäden anrichten und ob diese reversibel oder irreversibel sind. Es gibt nach wie vor keinen - auf die Partikelanzahl und nicht auf die Masse bezogenen - Grenzwert für ultrafeine Partikel, mit dem deren Gefährdung besser eingeschätzt werden könnte. Auch hier besteht weiterhin Forschungsbedarf.

Ebenso besteht Bedarf an weiterer Aufklärung über UFP-Quellen, über Emissions- und Immissionssituationen im Außen- und Innenraumbereich und welche Maßnahmen zur Minimierung am besten geeignet sind.

Über alle diese Punkte wollen wir auch in diesem Jahr sprechen und uns fachlich untereinander dazu austauschen. Die Kolleginnen und Kollegen der TU konnten erneut ein abwechslungsreiches Programm zusammenstellen, wofür ich ausdrücklich meinen Dank aussprechen möchte.

Ich wünsche der Veranstaltung und allen Teilnehmenden viel Erkenntnisgewinn und den Vortragenden viel Erfolg bei der Vorstellung ihrer Beiträge; uns allen wünsche ich eine spannende Diskussion.

Heinz-Jörn Moriske

Umweltbundesamt, Beratung Umwelthygiene im Leitungsbereich

*Es gibt Leute, die glauben, alles wäre vernünftig,
was man mit einem ernsten Gesicht tut.*

Georg Friedrich Lichtenberg

Danksagung

An der Organisation und Durchführung des 4. Symposiums zum Thema „Ultrafeinstaub in der Atmosphäre und in Innenräumen“ waren zahlreiche Personen und Einrichtungen beteiligt. Ohne diese Unterstützung wäre das Symposium in der vorliegenden Form nicht zustande gekommen.

Unser Dank gilt:

- dem Flächenmanagement der TU Berlin, Herrn Arthur Schmock (Institut für Architektur), der Servicegesellschaft der TU Berlin (*TUBs*) sowie den Einrichtungen des Studentenwerks Berlin, die in vielerlei Hinsicht die Vorbereitungen zum UFP 2022 unterstützt haben und die Durchführung der Veranstaltung begleiten werden.
- den fleißigen Helfern, die sich um das leibliche Wohl bei den Kaffeepausen, dem Mittagessen und der Abendveranstaltung kümmern.
- den Mitarbeitern des Fachgebiets Umweltchemie und Luftreinhaltung sowie Mitgliedern des Instituts für Technischen Umweltschutz für die Übernahme unterschiedlicher Aufgaben.

Lynne Ressel

Thu-Trang Huynh

Malina Milluks

Sven Klemer

Florian Fröhlich

Thuy-Vy Huynh

Maurice Lüttich

Sabine Lühtrath

Unser Dank gilt weiterhin den ausstellenden Firmen, auch für ihre großzügige finanzielle Unterstützung:

- **Comde-Derenda GmbH, Stahnsdorf**
- **Deutsche Metrohm GmbH, Filderstadt**
- **Envilyse GmbH, Essen**
- **Grimm-Durag GmbH, Ainring**
- **Palas GmbH, Karlsruhe**
- **ParteQ GmbH, Malsch**
- **Steinicke GmbH, Berlin**
- **TSI GmbH, Aachen**



*Der Nachteil der Intelligenz besteht darin, dass man
gezwungen ist, ununterbrochen dazuzulernen.*

George Bernhard Shaw

Allgemeine Informationen zum UFP Symposium 2019

Tagungsbüro und Dauer des UFP Symposiums

Das UFP Symposium 2022 findet im Gebäude des Instituts für Architektur der Technischen Universität Berlin, Str. d. 17. Juni 152, D-10623 Berlin, statt. Das Tagungsbüro befindet sich vor dem Hörsaal auf der Galerie des Foyers. Es ist ab Montag, dem 12. September 8.00 Uhr, bis zum Ende der Veranstaltung geöffnet.

Kontaktadresse:

Wolfgang Frenzel, Lokale Organisation
TU Berlin, FG Umweltchemie und Luftreinhaltung
Str. d. 17. Juni 135, D-10623 Berlin

Mobiltelefon (Hotline) während des Symposiums: 0176 - 34 544 347

E-mail: wolfgang.frenzel@tu-berlin.de

Das Symposium beginnt am Montag, dem 12. September 2022, um 9.30 Uhr und endet am Dienstag, dem 13. September 2022, um 16.00 Uhr.

Kaffeepausen, Mittagessen und Ausklang des 1. Symposiumstages

Wir sorgen unmittelbar im Tagungsbereich für Ihr leibliches Wohl; natürlich ohne zusätzliche Kosten.

Publikation der Symposiumsbeiträge

Die Kurzfassungen aller Beiträge des UFP Symposiums sind in diesem Tagungsband enthalten. Sie finden sie unmittelbar nach der Tagung auch auf der Homepage unter

https://www.uc.tu-berlin.de/menue/ufp_symposium_2022/

Wir werden versuchen, alle Vorträge und Posterbeiträge von den Referenten als pdf-file zu erhalten und diese dann nach der Tagung im geschützten Bereich (mit Passwort) den Teilnehmern des UFP Symposiums zur Verfügung zu stellen.

Die Zeitschrift „Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft“ hat angeboten, dass die Symposiumsbeiträge dort gesammelt in einer Sonderausgabe publiziert werden können. Details dazu erfahren Sie während des Symposiums.

Als *Deadline* zur Einreichung von Manuskripten ist Anfang Dezember 2022 vorgesehen. Die Publikationen werden Anfang Januar 2023 im Heft 1/2 erscheinen.

*Nichts ist so eilig, dass es nicht durch längeres
Liegenbleiben noch eiliger werden könnte.*

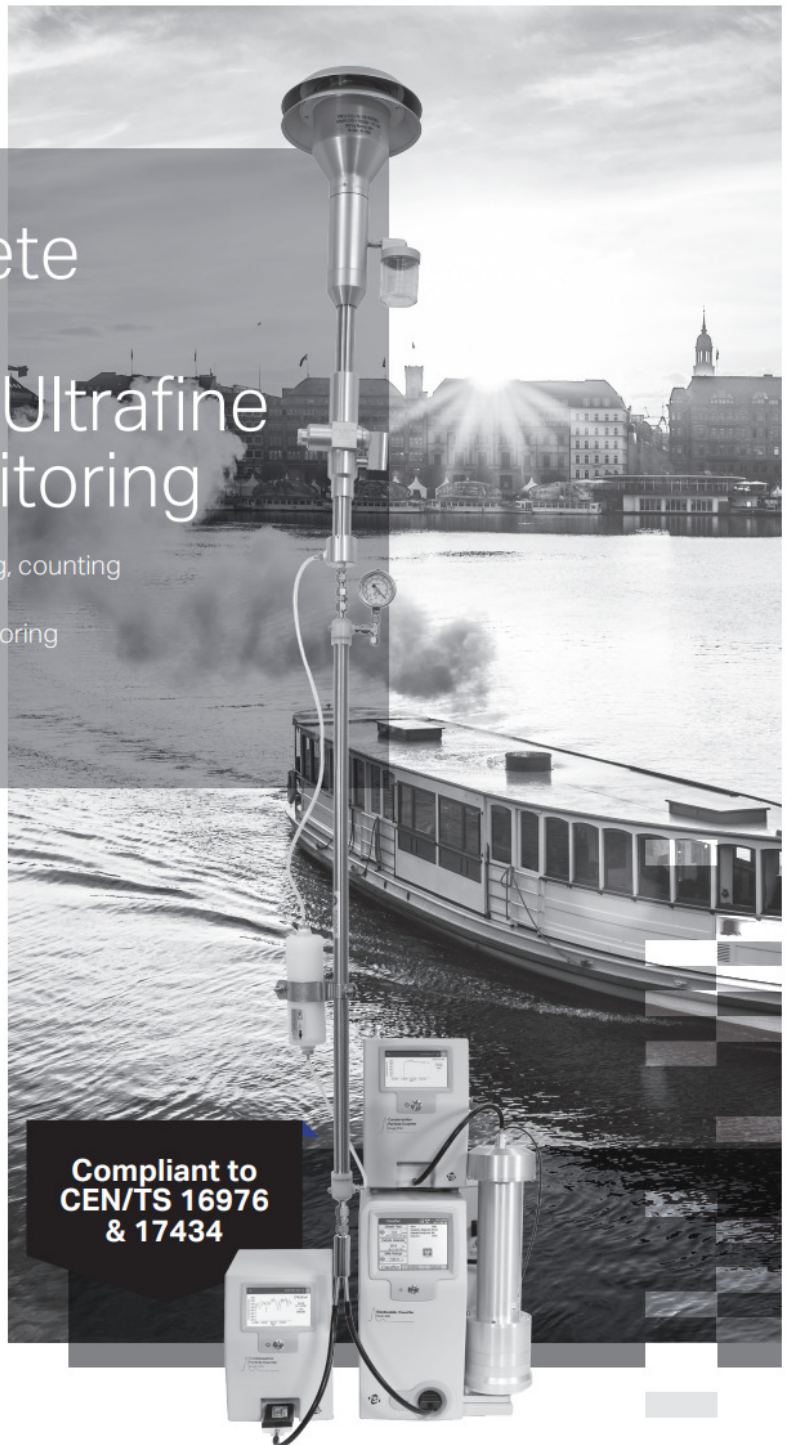


® Knowledge
Beyond
Measure.

Your Complete Solution for Harmonized Ultrafine Particle Monitoring

- 24/7 solution for particle sampling, counting and sizing (10-800 nm)
- Established in atmospheric monitoring stations of research centers

Learn More at
tsi.com/ultrafines



Tagungsprogramm

Montag, 12. September 2022

9:30 - 9:45 Begrüßung durch die Veranstalter

Andreas Held, Technische Universität Berlin

Heinz-Jörn Moriske, Umweltbundesamt

9:45 - 10:20 Stephan Weber und Agnes Straaten

Universität Braunschweig

Auswirkung des Corona-Lockdowns im Frühjahr 2020 auf größenklassifizierte Flüsse ultrafeiner Partikel in Berlin

10:20 - 10:55 Josef Cyrus, Kathrin Wolf, Marco Dallavalle¹, Susanne Breitner, Alexandra Schneider, Regina Pickford, Simonas Kecorius, Susanne Sues, Jens Soentgen und Annette Peters

Helmholz-Zentrum München, Institut für Epidemiologie

Räumliche und zeitliche Variation von ultrafeinen Partikeln in Augsburg und Regensburg, den bayerischen Zentren der NAKO-Gesundheitsstudie

10:55 - 11:30 Kaffeepause / Geräteausstellung

11:30 - 12:05 Martin Kriegel und Julia Lange

TU Berlin, Herrmann Rietschel Institut

Ausbreitungsverhalten von luftgetragenen Partikeln in Innenräumen

12:05 - 12:40 Christoph Asbach, Stefan Schumacher und Ana Maria Todea

IUTA, Duisburg

Effizienz von Luftfiltern für UFP und Viren

12:40 - 13:50 Mittagspause / Geräteausstellung

13:50 - 14:25 Ulrich Vogt, Kathryn Molina und Diego Alvarez

Universität Stuttgart

Belastung von Pendlern durch UFP und Feinstaub auf unter- und oberirdischen Bahnsteigen und in Zügen der S-Bahn in Stuttgart - Ergebnisse einer Messkampagne

14:25 - 15:00 Julius Seidler und Anke Nölscher

Universität Bayreuth

Jahresrückblick – Messung Ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München

15:00 - 15:25 S.H. Schmitt, T. Tritscher, C. Kykal, J. Spielvogel, T. Krinke und O.F. Bischof

TSI GmbH, Aachen

Kontinuierliches Monitoring ultrafeiner Partikel in Luftmessnetzen im Einklang mit CEN/TS für Anzahlkonzentration und Größenverteilung

15:25 - 16:25 Posterpräsentation (in Anwesenheit der AutorInnen)

16:25 - 16:50 Markus Pesch

Grimm-Durag GmbH, Ainring

Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration in der Außenluft mit GRIMM CEN-CPCs

16:50 - 17:15 Timoer Frelink und Daniel Schlak

Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH, Filderstadt

Echtzeitüberwachung von wasserlöslichen Aerosol- und Gaskomponenten in Umgebungsluft mittels Ionenchromatographie als Monitor für die Luftqualität

17:15 - 17:35 Axel Friedrich¹⁾ und Jonas Dahl²⁾

¹⁾ Internationaler Umweltberater, Berlin, ²⁾ CAD/CAM/Programmierung-jdt, Berlin

Low-cost Rußmessgerät mit hoher Genauigkeit zum Selbstbau

17:35 - 18:00 Henrik Hof und Frederik Weis

Palas GmbH, Karlsruhe

Performance and comparison measurements of a new ultrafine particle monitor for ambient air'

ab 18:00 Gemeinsamer Tagesausklang im Veranstaltungsbereich

Dienstag, 13. September 2022

9:00 - 9:35 Andreas Kürten

Universität Frankfurt a. Main

Atmosphärische Partikelneubildung: Ergebnisse des CERN CLOUD-Experiments

9:35 - 10:10 Mira Pöhlker

Institut für Troposphärenforschung; Leipzig

New Particles Formation in the Upper Troposphere

10:10 - 10:35 Peter Lambaerts

Dekati Ltd., Kangasala (Finnland)

Dekati® Oxidation Flow Reactor DOFR - Ein neues System zur Untersuchung von Aerosolbildungsprozessen

10:35 - 11:30 Kaffeepause / Geräteausstellung

11:30 - 12:05 Stefan Hausberger

Technische Universität Graz

UFP-Emissionen von Kfz – Messmethoden, Ergebnisse und Unsicherheiten

12:05 - 12:30 Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum

Blauer Engel für Kaminöfen: Neues Kriterium für Partikelanzahlemissionen

12:30 - 12:50 Chi-Long Tang und Stefan Seeger

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin,

Partikelemissionen aus FFF-3D-Druckern - Messmethoden, Materialvergleich und Bewertung

12:50 - 14:00 Mittagspause / Geräteausstellung

14:00 - 14:25 Myriam Tobollik, Katrin Süring und Wolfgang Straff

Umweltbundesamt, Berlin

Gesundheitliche Auswirkungen von UFP – Ein Update

14:25 - 15:00 Alfred Wiedensohler

Leibniz-Institut für Troposphärenforschung

Die Europäische Forschungsinfrastruktur ACTRIS - Die Herausforderung, die Konzentration und Größenverteilung ultrafeiner Partikel mit hoher Datenqualität zu messen

15:00 - 15:30 Abschlussdiskussion

Das weite Feld der UFP:

Haben wir, was wir brauchen? Was bringt die Zukunft?

Moderation: Wolfgang Frenzel, TU Berlin

15:30 - 16:00 Posterprämierung und Verabschiedung

*Es ist schon alles gesagt,
aber noch nicht von allen.*

Karl Valentin



Ihr Partner für Umweltmesstechnik
www.envilyse.de

UNSERE LIEFERANTEN



2B Technologies



BRECHTEL



pegasor



UNSERE PRODUKTPALETTE:

- Rußmessgeräte
- Aethalometer
- Partikel- und Aerosol-messgeräte
- Kaskadenimpaktoren
- Verdünnungssysteme
- Nephelometer
- Ozonmessgeräte
- NOx- und weitere Gasmessgeräte
- Detektoren zur Ölfilm-erkennung
- Zubehör wie Schläuche, Filter und Flow Splitter



KONTAKT

Tel.: +49 (0)201 384 389 21
Fax: +49 (0)201 384 389 23

E-Mail: info@envilyse.de
Web: www.envilyse.de



ANSCHRIFT

ENVILYSE GmbH
Kruppstraße 82-100
45145 Essen
Deutschland



Scan me!

www.envilyse.de



EN16450:2017

Air Pollution Monitor APM-2

- Echtzeitmessung $PM_{2,5}$ und PM_{10}
- kompaktes und leichtes Gerät (15 kg)
- wetterfestes verschließbares Outdoorgehäuse IP65
- Schalldruckpegel in 8m nach EN 3744:2011: < 19 dB(A)
- hochempfindliches Streulichtphotometer
- Erfassung von Umgebungswerten
- Datenfernübertragung mit GPRS-Modem
- TÜV-zertifiziert nach EN 16450:2017



Eignungsgeprüft
Entspricht
2008/50/EG
DIN EN 15267
Regelmäßige
Überwachung
www.tuv.com
ID 0000040336



Wir beantworten gern Ihre Fragen und sprechen über Ihren spezifischen Anwendungsfall!

Ihr Ansprechpartner ist
Dipl.-Ing. (FH) Carsten Bey
Tel.: +49 3329 69027 112
E-Mail: c.bey@comde.de



www.comde-derenda.com

Übersicht der Kurzfassungen von Vorträgen und Postern

Vorträge

V 1 Stephan Weber und Agnes Straaten

Universität Braunschweig

Auswirkung des Corona-Lockdowns im Frühjahr 2020 auf größenklassifizierte Flüsse ultrafeiner Partikel in Berlin

V 2 Josef Cyrys, Kathrin Wolf, Marco Dallavalle¹, Susanne Breitner, Alexandra Schneider, Regina Pickford, Simonas Kecorius, Susanne Sues, Jens Soentgen und Annette Peters

Helmholz-Zentrum München, Institut für Epidemiologie

Räumliche und zeitliche Variation von ultrafeinen Partikeln in Augsburg und Regensburg, den bayerischen Zentren der NAKO-Gesundheitsstudie

V 3 Martin Kriegel und Julia Lange

TU Berlin, Herrmann Rietschel Institut

Ausbreitungsverhalten von luftgetragenen Partikeln in Innenräumen

V 4 Christoph Asbach, Stefan Schumacher und Ana Maria Todea

IUTA, Duisburg

Effizienz von Luftfiltern für UFP und Viren

V 5 Ulrich Vogt, Kathryn Molina und Diego Alvarez

Universität Stuttgart

Belastung von Pendlern durch UFP und Feinstaub auf unter- und oberirdischen Bahnsteigen und in Zügen der S-Bahn in Stuttgart - Ergebnisse einer Messkampagne

V 6 Julius Seidler und Anke Nölscher

Universität Bayreuth

Jahresrückblick – Messung Ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München

V 7 S.H. Schmitt, T. Tritscher, C. Kykal, J. Spielvogel, T. Krinke und O.F. Bischof

TSI GmbH, Aachen

Kontinuierliches Monitoring ultrafeiner Partikel in Luftmessnetzen im Einklang mit CEN/TS für Anzahlkonzentration und Größenverteilung

- V 8 **Markus Pesch**
Grimm-Durag GmbH, Ainring
Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration in der Außenluft mit GRIMM CEN-CPCs
- V 9 **Jeroen Zaalberg und Daniel Schlak**
Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH, Filderstadt
Echtzeitüberwachung von wasserlöslichen Aerosol- und Gaskomponenten in Umgebungsluft mittels Ionenchromatographie als Monitor für die Luftqualität
- V 10 **Axel Friedrich¹⁾ und Jonas Dahl**²⁾
¹⁾ *Internationaler Umweltberater, Berlin,* ²⁾ *CAD/CAM/Programmierung-jdt, Berlin*
Low-cost Rußmessgerät mit hoher Genauigkeit zum Selbstbau
- V 11 **Henrik Hof und Frederik Weis**
Palas GmbH, Karlsruhe
Performance and comparison measurements of a new ultrafine particle monitor for ambient air'
- V 12 **Andreas Kürten**
Universität Frankfurt a. Main
Atmosphärische Partikelneubildung: Ergebnisse des CERN CLOUD-Experiments
- V 13 **Mira Pöhlker**
Institut für Troposphärenforschung, Leipzig
New Particles Formation in the Upper Troposphere
- V 14 **Peter Lambaerts**
Dekati Ltd., Kangasala (Finnland)
Dekati® Oxidation Flow Reactor DOFR - Ein neues System zur Untersuchung von Aerosolbildungsprozessen
- V 15 **Stefan Hausberger**
Technische Universität Graz
UFP-Emissionen von Kfz – Messmethoden, Ergebnisse und Unsicherheiten

V 16 Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig

Blauer Engel für Kaminöfen: Neues Kriterium für Partikelanzahlemissionen

V 17 Chi-Long Tang und Stefan Seeger

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Partikelemissionen aus FFF-3D-Druckern - Messmethoden, Materialvergleich und Bewertung

V 18 Myriam Tobollik, Katrin Süring und Wolfgang Straff

Umweltbundesamt, Berlin

Gesundheitliche Auswirkungen von Ultrafeinstaub - Ein Update

V 19 Alfred Wiedensohler

Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig

Die Europäische Forschungsinfrastruktur ACTRIS - Die Herausforderung, die Konzentration und Größenverteilung ultrafeiner Partikel mit hoher Datenqualität zu messen

*Wenn ein Seemann nicht weiß, welches Ufer er ansteuern muss,
dann ist kein Wind der Richtige.*

Lucius Annaeus Seneca

Monitor für **Ae**Rosole und **GA**se in Umgebungsluft



Autonomes Probenahme- und Messsystem, das kontinuierlich die wasserlöslichen Gas- und Aerosolkomponenten in der Umgebungsluft misst, die einen direkten Einfluss auf die Luftqualität haben.



info-pa@metrohm.de
www.metrohm.de

Posterpräsentationen

P 1 Holger Gerwig, Sabrina Unglert and Klaus Wirtz

Umweltbundesamt UBA, Dessau, Germany

11 years UFP measurements at an urban BG site in the Rhine-Main area

P 2 Miriam Wiese-Posselt¹, Vanessa Soppa², Sarah Lucht², Katherine Ogurtsova², Lina Glaubitz², Kay Weinhold³, Ulf Winkler³, Alfred Wiedensohler³, Andreas Held⁴, Sabine Lüchtrath⁴, Josef Cyrys⁵, Simonas Kecorius⁵, Petra Gastmeier¹ und Barbara Hoffmann²

¹ *Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin*

² *Institute of Occupational, Social and Environmental Medicine, Centre for Health and Society, Medical Faculty, Heinrich Heine University Düsseldorf, Düsseldorf*

³ *Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig*

⁴ *Environmental Chemistry and Air Research, Department of Environmental Science and Technology, Technische Universität Berlin, Berlin*

⁵ *Institute of Epidemiology, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg*

Die Berlin-Brandenburg Air Study: Untersuchung möglicher gesundheitlicher Effekte von Flughafen-bezogenen Expositionen – Studiendesign und aktueller Stand

P 3 Florian Ditas und Diana Rose

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden

Ultrafeine Partikel in der Umgebung des Frankfurter Flughafens

P 4 Ulrich Vogt, Kathryn Molina und Ioannis Chourdakis

Universität Stuttgart

Einfluss von stark unterschiedlichem Flugaufkommen während der Pandemie auf gemessene UPF-, Feinstaub- und gasförmige Luftverunreinigungskonzentrationen am Flughafen in Stuttgart

P 5 Gerhard Müller-Starck¹, Oswald Rottmann¹, Josef Cyrys² und Wolfgang Herrmann¹

¹ *Bürgerverein Freising*

² *Helmholtz Zentrum München*

Auswirkung des “Corona-Lockdowns” auf die Emission ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München

P 6 Olesia Halbherr

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Messungen von Ultrafeinen Partikeln in NRW

P 7 Marina Maier¹, Thorsten Opel² und Nico Langhof²

¹ *Bayerisches Landesamt für Umwelt*

² *Lehrstuhl Keramische Werkstoffe, Universität Bayreuth*

Ansätze zur Charakterisierung ultrafeiner Partikel aus dem Straßenverkehr

P 8 A. Jachymek und A. Held

Fachgebiet Umweltchemie und Luftreinhaltung, Technische Universität Berlin

Mobile Rußmessungen an einer stark verkehrsbeeinflussten Straße in Berlin

P 9 E. Eckenberger¹, S. Kraft¹, A. Das², D. Shukla^{2,3}, N. Gawlitta², J. Orasche², J. Schnelle-Kreis², M. Sklorz², R. Zimmermann^{2,3} and A.C. Nölscher¹

¹ *Bayreuth Center of Ecology and Environmental Engineering (BayCEER), University Bayreuth, Germany*

² *Comprehensive Molecular Analytics (CMA), Helmholtz Munich, Germany*

³ *Chair of Analytical Chemistry, Institute of Chemistry, University of Rostock, Germany*

Tuning sampling and analysis strategies for UFP: Laboratory and field tests with selected anthropogenic and biogenic marker components

P 10 K. Ogurtsova¹, V.J. Soppa¹, K.-H. Jöckel², C. Weimar³, M. Jokisch⁴ and B. Hoffmann¹

¹ *Heinrich Heine University of Düsseldorf, Institute for Occupational, Social and Environmental Medicine, Düsseldorf, Germany*

² *Institute for Medical Informatics, Biometry, and Epidemiology, University Hospital Essen, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany*

³ *BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach, Germany*

⁴ *University medical center Essen, Department of Neurology, Essen, Germany*

Association of long-term ultrafine particle exposure with cognitive decline in the Heinz Nixdorf Recall Study

- P 11 Carmen Wolf¹, Christof Asbach¹, Ana Maria Todea¹, Astrid Manders², Peter Coenen², Martijn Schaap², Barbara Hoffmann³, Pascale Hadad³, Konradin Weber⁴, Tobias Pohl⁴, Florian Pfäfflin⁵, Volker Diegmann⁵ und Ulf Janicke⁶**

¹ *Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg, Germany*

² *TNO, PO Box 80015, 3508TA Utrecht, The Netherlands*

³ *Institut für Arbeits- Sozial- und Umweltmedizin, Heinrich-Heine-Universität, Postfach 10 10 07, 40001 Düsseldorf, Germany*

⁴ *Hochschule Düsseldorf, Labor für Physik und Umweltmesstechnik, Münsterstr. 156, 40476 Düsseldorf, Germany*

⁵ *IVU Umwelt GmbH, Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg, Germany*

⁶ *Ing.-Büro Janicke, Hermann-Hoch-Weg 1, 88662 Überlingen, Germany*

Konzeption und Pilotierung einer Gesundheitsstudie zu ultrafeinen Partikeln (KoPilot)

- P 12 Axel Friedrich, Hannah von Blumröder und Patrick Huth**

Berlin Zehlendorf

**Reduktion von ultrafeinen Partikeln bei Holzöfen durch elektrostatische Abscheider:
Anforderung des Blauen Engel und Messergebnisse von vier Abscheidern im Vergleich**

- P 13 Steffi Formann¹, Thomas Schliermann¹, Ingo Hartmann¹ und Frank Hoferecht²**

¹ *DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH*

² *ETE EmTechEngineering GmbH*

Verwendung von porösem biogenem Siliziumdioxid (SiO₂) für Feinstaubfilter-Prozesse (Projekt: PaCoSil)

*Geniale Menschen beginnen große Werke,
fleißige Menschen vollenden sie.*

Leonardo da Vinci

UFP Messungen

in der Umgebungsluft
(UFP, Partikel < 0,1 µm)

- Labor- und Feldmessungen
 - Messnetze und Forschung
 - für die Gesundheit
WHO Luftqualitätsrichtlinien
(WHO, 2021)
 - für das globale Klima
europäische Richtlinie
CEN/TS 16976:2016
-
- Aerosol-Grundlagenforschung
 - Umwelt- und Klimastudien
 - Prozessüberwachung
 - Studien zu Druckeremissionen
 - Studien zu Inhalation und Exposition
 - Studien zur Partikelbildung in der Atmosphäre
 - Studien zu Wachstum, Koagulation und Transport von Nanopartikeln
 - Studien zu Partikeln aus Verbrennungsprozessen
 - Überwachung von Arbeitsplätzen



AQ GUARD SMART 2000: Precise Measurement of Ultrafine Dust

- Simple and accurate monitoring of particle number concentration for UFP
- Fast commissioning and immediate acquisition of measured values via the MyATMOSPHERE cloud
- Measurement of particle concentration as well as LDSA (Lung Deposited Surface Area)
- Measuring range number $C_N > 1,000$ particles/cm³ as well as size from 0.01 µm



U-SMPS SYSTEM: Sizing and Counting of Nano Scaled Particles

- Continuous and fast-scanning principle of measurement
- Systems can be combined and interchanged with each other, thus enabling exact adaptation to the respective application and customer requirements.
- Open architecture and the interfaces allow third-party systems to be connected in parallel or exclusively to measure the number concentration for comparison
- Supports multiple interfaces and remote access



Auswirkung des Corona-Lockdowns im Frühjahr 2020 auf größenklassifizierte Flüsse ultrafeiner Partikel in Berlin

Stephan Weber und Agnes Straaten

*Klimatologie und Umweltmeteorologie, Institut für Geoökologie,
Technische Universität Braunschweig*

Der Beginn der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 hatte in vielen Ländern einen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lockdown mit Schließungen von Schulen, Kindertagesstätten und des Einzelhandels zur Folge, um das Ansteckungsgeschehen mit dem Virus SARS-CoV-2 zu verringern. Der damit verbundene Rückgang des Mobilitätsaufkommens führte an vielen Orten der Welt zu einer Verbesserung der Luftqualität. Wie sich die Änderung der Verkehrsintensität als eine wichtige Quelle für Partikelemissionen jedoch auf den städtischen Oberfläche-Atmosphäre-austausch von Partikeln auswirkt, ist bisher unklar.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Stadtklima im Wandel“ ([UC]²) werden seit März 2017 größenklassifizierte Partikelflüsse mittels der mikrometeorologischen Eddy-Kovarianzmethode in Berlin gemessen. Die mehrjährigen Flussmessungen zeigen sehr deutlich, dass das Untersuchungsgebiet eine Netto-Quelle von Partikeln mit einem mittleren Partikelfluss (F_{TNC} , $10\text{ nm} < D_p < 200\text{ nm}$) von $1,19 \times 10^8\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ darstellt ($1,14 \times 10^8\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ für ultrafeine Partikel (F_{UFP}), $D_p < 100\text{ nm}$; Zeitraum: 04/2017 – 03/2020; vgl. Straaten und Weber, 2021).

Zur Untersuchung der COVID-19 Maßnahmen auf die größenklassifizierten Partikelflüsse wurden die Partikelmessdaten des Lockdown-Zeitraums (16. März 2020 bis 06. Mai 2020) denen der gleichen Zeiträume in den drei Referenzjahren (2017 – 2019) gegenüber gestellt. Eine vorherige Analyse der jeweiligen Quellbereiche im Untersuchungsgebiet beider Zeiträume zeigte sehr vergleichbare Quellflächen mit ähnlichen Anteilen an Landnutzungstypen, sodass eine gute Vergleichbarkeit der Messdaten hinsichtlich der COVID-19 Restriktionen gegeben ist. Unsere Analysen zeigen eine deutliche, hoch signifikante Reduktion des mittleren F_{UFP} um - 33 % (- 34 % für F_{TNC}) bei einem Rückgang des Verkehrs in ähnlicher Größenordnung von - 37 % bzw. - 32 % an zwei nahe gelegenen Verkehrszählstellen. Dabei wird eine Verschiebung der Häufigkeit von F_{UFP} im Lockdown von stärkeren Emissionsflüssen zu schwächeren Emissions- und Depositionsflüssen deutlich, so dass die Häufigkeit von Depositionsflüssen im Lockdown im Vergleich zum Referenzzeitraum generell zunimmt. Auch im mittleren Tagesverlauf größenklassifizierter Partikelflüsse werden die bereits beschriebenen Effekte sichtbar.

Die Verkehrsintensität, welche an diesem Standort die Hauptquelle von UFP darstellt, ist somit eine wichtige Stellschraube zur Verbesserung der Luftqualität hinsichtlich UFP und der damit einhergehenden Gesundheitsgefahren.

Straaten, A. and Weber, S., 2021. Measurement report: Three years of size-resolved eddy-covariance particle number flux measurements in an urban environment. *Atmos. Chem. Phys.*, 21(24): 18707-18726.

Räumliche und zeitliche Variation von ultrafeinen Partikeln in Augsburg und Regensburg, den bayerischen Zentren der NAKO-Gesundheitsstudie

**Josef Cyrus¹, Kathrin Wolf¹, Marco Dallavalle^{1,2}, Susanne Breitner^{1,2}, Alexandra Schneider¹,
Regina Pickford¹, Simonas Kecorius¹, Susanne Sues^{1,3}, Jens Soentgen³
und Annette Peters^{1,2}**

¹ *Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Institut für Epidemiologie, 86754 Neuherberg, Deutschland*

² *IBE-Lehrstuhl für Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, 81377 München, Deutschland*

³ *Universität Augsburg, Wissenschaftszentrum Umwelt, 86159 Augsburg, Deutschland*

Epidemiologische Studien zu ultrafeinen Partikeln (UFP) sind aufgrund der kurzen Lebensdauer dieser Partikel in der Atmosphäre, der Herausforderung bei der Messung und der großen räumlichen Variabilität kompliziert. Die meisten epidemiologischen Studien untersuchen den kurzfristigen Einfluss der UFP auf die Gesundheit. Bis heute fehlen zuverlässige Daten über die chronische Exposition (Langzeitbelastung) gegenüber UFP, was wiederum dazu führt, dass keine Luftqualitätsstandards bezüglich UFP festgelegt wurden.

Das übergeordnete Ziel des Projekts „*Ultrafeine Partikel in Bayern - Langzeitkonzentrationen und gesundheitliche Auswirkungen in bayerischen Zentren der NAKO-Gesundheitsstudie*“ ist deshalb die Modellierung der Langzeitbelastung und die Beurteilung der gesundheitlichen Langzeiteffekte von UFP in Augsburg und Regensburg, den bayerischen Zentren der NAKO-Gesundheitsstudie. Um die chronische Exposition der Studienteilnehmer abzuschätzen, wurden für beide Städte Landnutzungsregressionsmodelle (LUR: land use regression) entwickelt. Für Augsburg greift das Projekt auf bestehende UFP-Messungen aus zwei Messkampagnen in den Jahren 2014/15 und 2017 sowie auf ein LUR-Modell zurück, das im Rahmen des Projekts ULTRA3 (*Environmental Nanoparticles and Health: Exposition, Modellierung und Epidemiologie von Nanopartikeln und ihrer Zusammensetzung im Rahmen von KORA*) entwickelt wurde. Dieses LUR-Modell wurde bereits aktualisiert und wird gegenwärtig durch Verwendung von Prädiktoren, die auch für Regensburg verfügbar sind, nach Regensburg übertragen. Um das Regensburger LUR-Modell zu validieren, haben wir zwischen Juni 2021 und April 2022 UFP-Messungen an sechs Standorten in Regensburg durchgeführt.

Diese einzigartigen und umfangreichen Datensätze, die während der drei Messkampagnen (zwei in Augsburg und eine in Regensburg) gesammelt wurden, ermöglichen es, die räumliche und zeitliche Variabilität der UFP-Konzentrationen in den zwei Städten zu bewerten und miteinander zu vergleichen. Erste Ergebnisse zeigen eine ausgeprägte räumliche Variabilität und eine relativ starke zeitliche Korrelation der UFP-Werte zwischen den Messstandorten, insbesondere zwischen den Standorten im städtischen Hintergrund. Basierend auf diesen Daten werden wir in der Lage sein,

den Beitrag lokaler Emittenten im Hinblick auf ihre tageszeitliche, wöchentliche und saisonale Variabilität sowie den Einfluss der meteorologischen Bedingungen auf die Bildung und Ausbreitung von UFP zu analysieren.

Danksagung

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert und nutzt Daten zweier Vorläuferprojekte: des Projekts ULTRA3 „*Environmental Nanoparticles and Health: Exposition, Modellierung und Epidemiologie von Nanopartikeln und ihrer Zusammensetzung im Rahmen von KORA*“ (gefördert vom Helmholtz Zentrum München) und des Projekts „*Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung von ultrafeinen Partikeln*“ (gefördert vom Bayerischen Landesamt für Umwelt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz).

V 3

Ausbreitungsverhalten von luftgetragenen Partikeln in Innenräumen

Martin Kriegel und Julia Lange

Hermann-Rietschel Institut; TU Berlin

Auf Partikel in der Luft wirken unterschiedliche Kräfte, die für ihr Ausbreitungsverhalten verantwortlich sind. Der Ausbreitungsweg hängt dabei entscheidend von der Größe der Partikel und der Geschwindigkeit der Luftbewegung ab, in der sie sich aufhalten. In Innenräumen herrschen in der Regel sehr kleine Luftgeschwindigkeiten, dennoch verbreiten sich Partikel bis etwa 10 μm nahezu ideal luftgetragen. Insbesondere durch Temperaturunterschiede zwischen Oberflächen und der Luft werden relativ große Mengen an Luft bewegt. So produziert ein Mensch in einer Höhe von einem Meter über dem Kopf einen Auftriebsvolumenstrom von ca. 40 Liter pro Sekunde. Je nach Größe des Raumes und der Anzahl von anwesenden Wärmequellen und -senken führt das schnell zu einer kompletten Durchmischung im Raum. Die Luftgeschwindigkeiten im Raum sind örtlich und zeitlich verschieden, aber in der Regel hoch genug, damit sie als auf ein Partikel wirkende dominierende Kraft angesehen werden können. Durch Belüftung von Räumen kommen Luftmassenbewegungen hinzu, die ebenfalls das Ausbreitungsverhalten beeinflussen. In der Praxis werden verschiedene Lüftungsarten mit jeweils unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt. Einige davon können sehr wirksam sein, im Raum entstehende luftgetragene Partikel abzuführen, ohne sie weit im Raum zu verteilen-

Effizienz von Luftfiltern für UFP und Viren

Christof Asbach, Stefan Schumacher und Ana Maria Todea

Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Duisburg

Luftfilter scheiden Partikel basierend auf verschiedenen physikalischen Mechanismen ab. Bei rein mechanisch arbeitenden Filtern sind dies Impaktion, Interzeption und Diffusion. Während die Effizienz der Partikelabscheidung aufgrund der Impaktion und Interzeption mit steigender Partikelgröße zunimmt, wird die Abscheidung aufgrund der Diffusion mit abnehmender Partikelgröße effizienter. Durch die Überlagerung dieser Mechanismen ergibt sich der typische U-förmige Verlauf des Fraktionsabscheidegrades mit einem Minimum der Abscheideeffizienz bei typischerweise ca. 0,2 – 0,3 μm . Ultrafeine Partikel mit Größen $<0,1 \mu\text{m}$ werden somit umso effizienter abgeschieden, je kleiner sie sind. SARS-CoV-2 Viren liegen bei einer Größe von etwa 0,1 μm und können somit ebenfalls effizient abgeschieden werden.

Um die Gesamteffizienz eines mechanischen Filters zu erhöhen, muss dieser entweder dicker oder dichter ausgeführt werden. Beides erhöht den Druckverlust des Filters und somit den Energiebedarf während des Betriebs. Als Alternative haben sich Elektretfilter etabliert, in denen die Fasern elektrostatisch aufgeladen sind und so die Abscheideeffizienz, nicht aber den Druckverlust erhöhen. Allerdings baut sich durch den Betrieb des Filters die Ladung immer weiter ab, sodass die Effizienz mit der Zeit mitunter stark sinken kann.

Beide Filtertypen werden beispielsweise in mobilen Luftreinigern eingesetzt, die im Rahmen der Coronapandemie auch in Europa sehr populär geworden sind. Die Effektivität von Luftreinigern wird typischerweise über die Clean Air Delivery Rate (CADR) beschrieben, die angibt, wie viel Kubikmeter saubere Luft das Gerät pro Stunde bereitstellt. Die CADR entspricht dem Produkt aus Filtereffizienz und durchgesetztem Volumenstrom. Der Einsatz von Elektretfiltern in Luftreinigern liefert hohe anfängliche CADR-Werte bei gleichzeitig geringem Energiebedarf. Im Gegensatz dazu benötigen rein mechanische Filter für eine vergleichbare CADR deutlich mehr Energie, liefern dafür aber eine über die Zeit konstante CADR. Die Wahl eines hocheffizienten Filters (z. B. H13 oder H14 nach EN 1822-1 bzw. ISO 29463) stellt sich hierbei als kontraproduktiv heraus, da sich vergleichbare oder bessere Reinigungsleistungen mit erheblich geringerem Energieverbrauch durch den Einsatz weniger effizienter Filter bei nur leicht erhöhtem Volumenstrom erreichen lassen.

Im Vortrag werden die verschiedenen Filter und die Abscheidemechanismen eingeführt und anhand einiger Beispiele für Raumluftreiniger deren Vor- und Nachteile diskutiert.

Belastung von Pendlern durch UFP und Feinstaub auf unter- und oberirdischen Bahnsteigen und in Zügen der S-Bahn in Stuttgart: Ergebnisse einer Messkampagne

Ulrich Vogt, Kathryn Molina und Diego Alvarez

*Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik,
Abteilung Rauchgasreinigung und Luftreinhaltung.*

Aus früheren Untersuchungen in anderen Städten weiß man, dass Untergrundbahnen eine Quelle für Feinstaub sein können, bzw. dass sich in Untergrundbahnen Feinstaub in gesundheitsschädlichen Konzentrationen anreichern kann. Allerdings ist die Übertragung von Untersuchungsergebnissen von einer Stadt auf eine andere nur sehr bedingt möglich, da sich das Zugmaterial, die Anzahl der Züge und allgemein die lokalen Bedingungen bezüglich der Emissionen und deren Ausbreitungen bzw. Anreicherung, u.a. durch die Belüftungssituation, grundsätzlich von Stadt zu Stadt stark unterscheiden können.

Die im November 2019 in Stuttgart durchgeführte Untersuchung diente einer ersten Einschätzung der Lage der Luftverschmutzung im Bereich der S-Bahn, indem Echtzeitmessungen mit Messgeräten mit hoher zeitlicher Auflösung in den Zügen und an zwei Untergrundbahnhöfen sowie zwei oberirdischen Haltestellen durchgeführt wurden.

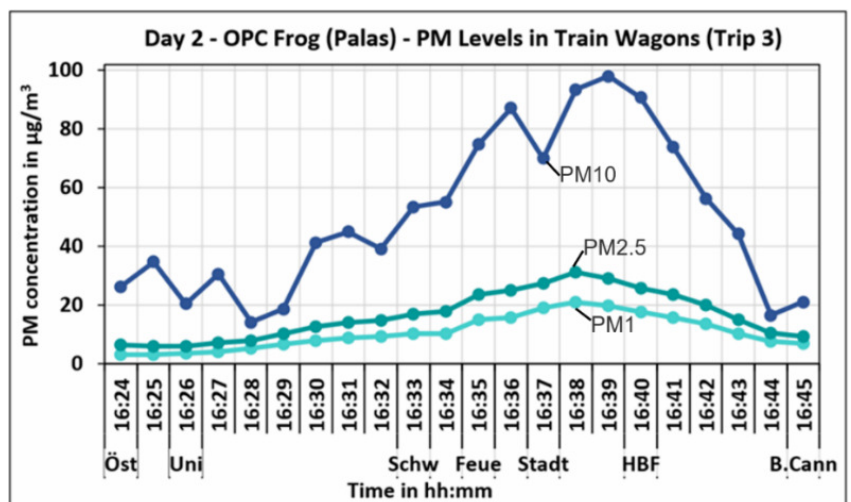


Abb.1: Messgeräte auf unterirdischem Bahnsteig im Stuttgarter S-Bahnnetz

Abb.2: Beispiel der PM1-, PM2,5- und PM10-Konzentrationen bei der Durchfahrt der S-Bahn durch den Tunnel von Österfeld nach Bad Cannstatt

Das Stuttgarter S-Bahn-Netz besteht aus sechs Linien und wird täglich von etwa 425.000 Menschen genutzt. In der Analyse wurde zuerst untersucht, wie die Konzentrationen in den Zügen variieren, während sie durch den Tunnel fahren. Es wurde festgestellt, dass die Konzentrationen in den Zügen während der Fahrt durch den Tunnel meist anstiegen, und sobald man sich dem Tunnelausgang näherte wieder absanken. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die höchsten Partikelkonzentrationen im Bereich des Hauptbahnhofs auftragen. Die Konzentrationen auf den unterirdischen Bahnhöfen waren höher als in den Zügen oder den oberirdischen Haltestellen. Außerdem traten auch hohe UFP-Konzentrationen auf. Abschließend wurden die Daten der Windgeschwindigkeit und Windrichtung in Verbindung mit spezifischen Punkten entlang der Haltestellen, welche zu höheren Konzentrationen neigen, ausgewertet. Die Winddaten geben Grund zur Annahme, dass die kombinierten Luftströmungen in diesen Bereichen sowohl zu einer höheren Partikelaufwirbelung wie auch Partikelkonzentration führen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Fahrgäste der S-Bahn erhöhten Partikelkonzentrationen, insbesondere auch im UFP-Bereich (10-116 nm), ausgesetzt sind, während sie an den unterirdischen Haltestellen warten oder mit der S-Bahn durch den Tunnel fahren.

Jahresrückblick – Messung ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München

Julius Seidler^{a,b} und Anke Nölscher^{a,b}

^a *Universität Bayreuth, Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research (BayCEER)*

^b *Universität Bayreuth, Atmosphärische Chemie*

Ultrafeine Partikel (UFP) sind flüssige oder feste Partikel mit einem Durchmesser von 100 nm oder weniger. Als anzahlmäßig größter Bestandteil des atmosphärischen Aerosols können UFP eine Vielzahl an Effekten auf die Gesundheit von Menschen und Umwelt, Wetter und Klima haben – zum Beispiel, wenn sie eingeatmet werden oder als Kondensationskeime wirken.

Als Quellen der UFP kann zwischen anthropogenen (Verkehr, Industrieprozesse, Biomasseverbrennung, Landwirtschaft etc.) und biogenen UFP (Waldbrände, Vulkanismus, flüchtige organische Verbindungen etc.) unterschieden werden. Forschungsergebnisse der vergangenen beiden Jahrzehnte haben gezeigt, dass auch Flughäfen und der dazugehörige Flugbetrieb als anthropogene Quellen relevante UFP-Emittenten für das regionale Umfeld sein können. Die Quellenzuordnung bei Umlandmessungen ist hier die größte Herausforderung.

In dieser Studie untersuchen wir, in welchem Umfang ein großer internationaler Verkehrsflughafen zu dem Aufkommen von UFP in umliegenden Wohngebieten beitragen kann. Wir charakterisieren dazu atmosphärische UFP in Anzahl und Durchmesser und analysieren diese in Verbindung mit Wetterdaten. Die Messungen finden seit Mai 2021 an zwei Messstationen auf einer Nord-Süd-Achse zum Flughafen München statt. Die Entfernungen der Messstationen zur jeweils nächstgelegenen Landebahn betragen 2 bzw. 2,5 km. Beide Stationen sind mit Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometern ausgestattet (TROPOS, TROPOS MPSS mit Kondensationspartikelzähler TSI 3750, 10...800 nm, $d_{p,50} = 7$ nm). Meteorologische Messgrößen werden über eine Kombi-Wetterstation (Lufft, WS700-UMB) erfasst.

Als Jahresrückblick präsentieren wir hier Daten aus dem Zeitraum August 2021 bis Juli 2022. Unsere Beobachtungen im Kontext von Flughafenbetrieb, lokaler Wetterphänomene und weiteren stationsnahen UFP-Quellen verdeutlichen die Komplexität dieser Form der Quellenzuordnung bei Beobachtungsstudien und die Notwendigkeit mehrjähriger Betrachtungszeiträume.

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt- und Verbraucherschutz finanziert (Projekt TLK01U-76519).

Kontinuierliches Monitoring ultrafeiner Partikel in Luftmessnetzen im Einklang mit CEN/TS für Anzahlkonzentration und Größenverteilung

S.H. Schmitt, T. Tritscher, C. Kykal, J. Spielvogel, T. Krinke und O.F. Bischof

TSI GmbH, Aachen

Die kontinuierliche Überwachung von ultrafeinen Partikeln (UFP) ist bereits seit einigen Jahrzehnten ein wichtiges Thema in der Aerosolforschung. Mit den vielen in dieser Zeit gesammelten Erfahrungen, ist der nächste wichtige Schritt die Harmonisierung dieser Messungen und der verwendenden Messverfahren auf europäischer Ebene. Die technische Spezifikation DIN CEN/TS 16976:2016 über "Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration des atmosphärischen Aerosols" wird demnächst in eine europäische Norm überführt. Darüber hinaus wurde die technische Spezifikation DIN CEN/TS 17434:2020 zur Messung von "Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlgrößenverteilung des atmosphärischen Aerosols mit einem Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer (MPSS)" entwickelt, um Leistungskenngrößen und Mindestanforderungen an die zu verwendenden Messgeräte und die mit diesen verbundene Probenahme zu definieren.

Dieser Vortrag wird ein neu entwickeltes Scanning Mobility Particle Sizer Partikelgrößenspektrometer (SMPS, Modell 3938W50, TSI Inc., USA) sowie eine Gesamtlösung zur Erfüllung beider Richtlinien vorstellen. Dieses neue Messsystem umfasst die bekannte Klassierer-Plattform (Modell 3082, TSI Inc.) sowie den CEN /TS 16976-konformen Kondensationspartikelzähler (CPC, Modell 3750-CEN bzw. 3750-CEN10, TSI Inc.). Für diese wurde ein neuer differentieller Mobilitätsanalysator (DMA, Modell 3083, TSI Inc.) entwickelt, um den gesamten erforderlichen Größenbereich von 10 bis 800 nm in einem Scan abzudecken. Hierbei handelt es sich um eine kommerziell gefertigte Version des Vienna-DMA (Winklmayr et al. 1991), basierend auf der Weiterentwicklung des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung, TROPOS. Bestehende SMPS-Systeme können mit diesen Komponenten, sowie mit einem Sensor für relative Feuchte und Temperatur (Modell RHT3000, TSI Inc.) und einer neuen Version der Aerosol Instrument Manager Software aufgerüstet werden.

Im Vortrag wird exemplarisch die Erfüllung der jeweiligen messtechnischen Anforderungen aus beiden technischen Normen durch die Komplettlösung von TSI aufgezeigt. Ein wichtiger Aspekt zur Qualitätssicherung ist hierbei neben der Kalibrierung des CPC sowie des SMPS die Schließung der Gesamtpartikelanzahlkonzentration zwischen SMPS und CPC bei Außenluftmessungen. Die dafür zu berücksichtigenden Einflussfaktoren werden anhand von Daten, die an einer verkehrs-/industrienahen Messstelle erhalten wurden, erläutert.

Quellenangaben:

CEN/TS 16976 Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration des atmosphärischen Aerosols, veröffentlicht August, 2016

CEN/TS Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlgrößenverteilung des atmosphärischen Aerosols mit einem Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer (MPSS), veröffentlicht Juni, 2020

Winklmayr, W., et al. (1991). A new Electromobility Spectrometer for the Measurement of Aerosol Size Distributions in the Size Range from 1 to 1000 nm, J. Aerosol Sci. 22:289–296.

Kontakt: sebastian.schmitt@tsi.com

V 8

Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration in der Außenluft mit GRIMM CEN-CPCs

Markus Pesch, Gerhard Steiner und Friedhelm Schneider

Grimm Aerosol Technik Ainring GmbH & Co KG, Dorfstraße 9, 83404 Ainring

Kürzlich hat die WHO neue globale Luftqualitätsrichtlinien (WHO, 2021) veröffentlicht, in denen einmal mehr die Gefahr der Luftverschmutzung für die menschliche Gesundheit hervorgehoben und erstmals auch auf die Anzahl der ultrafeinen Partikel (UFP, Partikel $< 0,1 \mu\text{m}$) in der Umgebungsluft eingegangen wird. Es gibt noch keine endgültigen Luftqualitätsrichtlinien für UFP, aber die WHO weist auf bewährte Messverfahren und die Bedeutung der kontinuierlichen Messung ultrafeiner Partikel hin.

Darüber hinaus wird in der europäischen Richtlinie CEN/TS 16976:2016 die Notwendigkeit der Messung ultrafeiner Partikel in der Umgebungsluft auch auf die Auswirkungen von UFP auf das globale Klima ausgedehnt. Diese Richtlinie unterstreicht auch die Notwendigkeit, die Partikelzahl (PN) des Umgebungsaerosols zu bestimmen, um die allgemein angewandten Messverfahren zur Bestimmung der Partikelmassenanteile wie PM₁₀ oder PM_{2,5} zu ergänzen, da die Masse keine praktikable Messgröße für ultrafeine Aerosole ist (Abb.1).

Diese CEN/TS zielt darauf ab, die derzeit verfügbaren Messverfahren für die Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration in der Umgebungsluft zu harmonisieren und dabei die Leistungsmerkmale von Instrumenten wie die Gesamteffizienz der Zählung, die D₅₀/D₉₀-Durchmesser und den Bereich der Messunsicherheiten bei Instrumentenkalibrierungen festzulegen

Hier berichten wir über die Ergebnisse zweier einmonatiger Messkampagnen in Halle (Saale), Deutschland, und Berlin, Deutschland, die in Zusammenarbeit mit den Behörden durchgeführt wurden, die die lokalen Luftqualitätsüberwachungsnetze betreiben. In beiden Messkampagnen wurden die Instrumente an bestehenden Messstationen in der Nähe stark frequentierter Straßen und an eher abgelegenen Hintergrundstandorten eingesetzt und mit hoher zeitlicher Auflösung betrieben.

Für die Bestimmung der Partikelanzahl von ultrafeinen Aerosolen wurden die GRIMM Kondensationspartikelzähler EDM 465 und CPC 5421 verwendet, die speziell für den 24/7-Einsatz konzipiert und in speziellen wetterfesten und klimatisierten Unterständen im Freien montiert sind. Eine typische Zähleffizienzkurve eines nach CEN/TS 16976:2016 kalibrierten GRIMM CPC ist in Abb.2 dargestellt. Beide Gerätemodelle wurden gemäß CEN/TS 16976:2016 kalibriert und verwendeten Probensammelsonden mit integrierten Membrantrocknern. Zusätzlich zu den UFP-Messungen wurden die PM₁₀- und PM_{2,5}-Werte mit optischen Aerosolspektrometern GRIMM EDM 180 bestimmt.

Im Vortrag präsentieren wir Details zu den verwendeten Messinstrumenten, beschreiben die Messorte und geben einen Ausblick auf die mögliche Datenanalyse mit GRIMM Aerosolmonitoren für Langzeitmessungen.

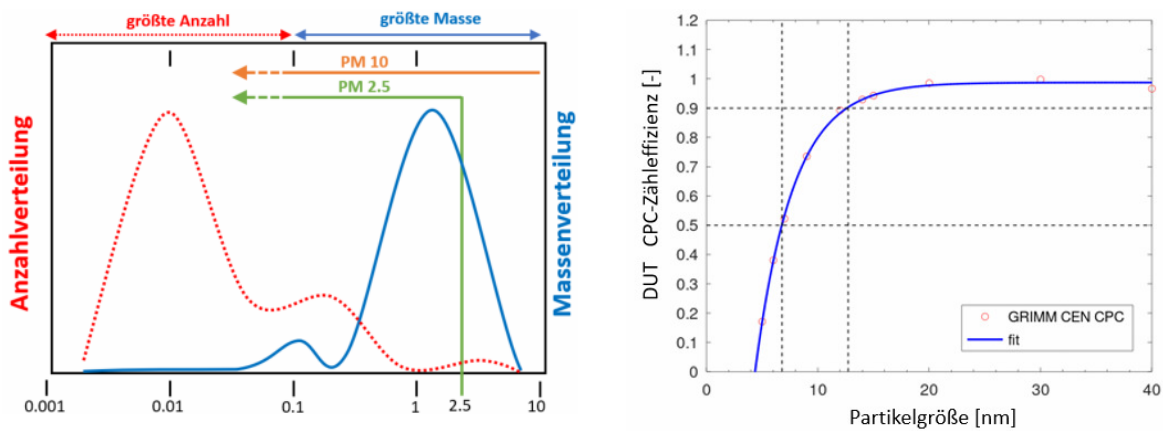


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Anzahl- und Massengrößenverteilungen von Umgebungsaerosolen, die die Notwendigkeit der Bestimmung der Partikelanzahl, und nicht nur der PM, für UFP verdeutlicht.

Abbildung 2: Typische Zähleffizienzkurve eines nach CEN/TS 16976:2016 kalibrierten GRIMM CPC mit einem D50 bei 7 nm und einem D90 < 14 nm

Danksagung

Wir danken der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucherschutz und Klimaschutz der Stadt Berlin und dem Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Dezernat 32, Lufthygienisches Überwachungssystem (LÜSA), für die sehr gute Zusammenarbeit und den Zugang zu ihren Messstandorten.

Echtzeitüberwachung von wasserlöslichen Aerosol- und Gaskomponenten in Umgebungsluft mittels Ionenchromatographie als Monitor für die Luftqualität

Jeroen Zaalberg und Daniel Schlak

Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH und Co KG, Filderstadt

Schon Sebastian Kneipp wusste „Wem seine Gesundheit lieb und teuer ist, biete das Mögliche auf, in reiner Luft seine Zeit zu verbringen“. Kann man heute noch von „reiner Luft“ sprechen, wenn die Luft, die wir einatmen mit Emissionen aus Fahrzeugen, Industrie und Haushalten versetzt ist? Es ist kein Geheimnis, dass ein Großteil der Weltbevölkerung an Orten lebt, in denen die WHO Luftqualitätsrichtlinien nicht eingehalten werden und die demnach einem hohen gesundheitlichen Risiko ausgesetzt sind.

Berücksichtigt man die genannten Auswirkungen ist es notwendig, weitere wissenschaftliche Erkenntnisse über die Bildung von Aerosolen aus den Vorläufergasen und deren qualitative und quantitative Änderungen im saisonalen Verlauf zu gewinnen. Dabei stehen eine Reihe von analytischen Bestimmungsmethoden zur Verfügung, die eines gemeinsam haben – die Überführung der gasförmigen Probe in eine flüssige Form. Dies bedeutet, dass bei der Luftanalyse zwischen Gasen, Aerosolen und Partikeln unterschiedlicher Größe unterschieden werden muss. Darüber hinaus ist für die Klärung von Aerosolbildungsprozessen eine kontinuierliche und vor allem engmaschige Überwachung notwendig, die vollautomatische Prozessanalytensysteme bieten können.

Im Rahmen des Vortrags wird der Einsatz der Ionenchromatographie als analytische Technik zur Luftüberwachung diskutiert. Anhand praktischer Beispiele werden die Möglichkeiten der Bestimmung ionischer Spezies zur Ermittlung der Aerosolzusammensetzung beleuchtet. Besondere Betrachtung gilt der Probenahme und der Trennung in partikuläre und gasförmige Phase. Diese unterteilt sich in:

- a) Analyse von Aerosolen und Gasen mit Hilfe des MARGA Systems (Monitor for Aerosols and Gases)
- b) Aerosol-Analyse mit dem PILS-System (Particle into Liquid Sampler)
- c) Luftanalyse mit dem Metrohm IC-Analysensystemen

Die Kombination aus Ionenchromatographie und passender Probenvorbereitung ermöglicht eine leistungsfähige Analyse mit der genaue Informationen über Luftbestandteile erhalten werden können. Dieses Wissen dient dem besseren Verständnis atmosphärischer Prozesse, hilft aber auch Strategien zur Verbesserung der Luftqualität zu entwickeln.

V 10

Low cost Rußmessgerät zum Selbstbau

Axel Friedrich und Jonas Dahl

Berlin Zehlendorf

Black carbon (BC) wird bei unvollständiger Verbrennung von fossilen Brennstoffen sowie von Biomasse gebildet. Es liegen viele Untersuchungen vor, die die Rolle von BC bezüglich Gesundheitsschäden aufzeigen. (WHO 2012). Aber auch als *Short-lived Climate Forcer* spielt BC eine große Rolle bei der Erderwärmung, besonders über Schnee- und Eisflächen. Die Schwierigkeit ist, dass BC in Abhängigkeit vom Emissionsort unterschiedliches Global Warming Potential (GWP) aufweist; je näher die Emission zu den Schnee- und Eisflächen stattfindet, desto höher ist das GWP. Da es sich bei BC um ein *Short-lived Climate Forcer* handelt, ist das GWP bei einer Betrachtung eines 20 Jahreszeitraums erheblich höher als bei der üblichen 10 Jahre-Bewertung.

Trotz dieser Gefährdung durch BC gibt es neben Forschungsmessungen nur wenige Dauermessstellen. Die meisten stammen noch aus der Zeit, als im BImSchG ein Prüfwert für EC enthalten war, der durch die EU-Luftreinhaltrichtlinie und der damit verbundenen Messung von PM10 abgelöst wurde.

Da die bisherigen BC-Messgeräte kostspielig in der Anschaffung und Unterhalt sind, werden diese nachrangig bezüglich der Pflichtmonitoringaufgaben - gefordert durch die EU-Luftreinhalte-richtlinie - behandelt. Diese BC Messgeräte sind wegen der in der Vergangenheit hohen BC-Belastung durch Dieselfahrzeuge häufig an Hauptverkehrsstraßen stationiert. Die durch die Holzfeuerungen im Winter auftretenden BC Emissionen werden dadurch nicht ausreichend erfasst.

Da diese staatlichen Monitoringstationen nur ein sehr dünnmaschiges Netz abdecken, sind in den letzten Jahren verstärkt preiswerte PM10- und PM2,5 Messgeräte auf den Markt gekommen. Das Problem der mangelnden Messgenauigkeit wird häufig nicht ausreichend diskutiert.

Um den Bürgern die Möglichkeit in die Hand zu geben, BC überall kostengünstig, aber mit hoher Genauigkeit zu messen, wurde ein kostengünstiges, aber dennoch sehr genaues BC-Meter entwickelt, dass jede technisch versierte Person nachbauen kann. Dazu wurden Bauteile (Laser, Photozelle, Pumpen usw.) ausgewählt, die diesen Ansprüchen genügen. Die Bauteileliste ist auf der Webseite www.bcmeter.org einzusehen. Für das Messgerät wurde eine Platine entwickelt, die auf jeden Raspberry Pi aufgesteckt werden kann. Das Gehäuse ist optimiert für die Herstellung über handelsüblicher FDM- und Resin-3D-Drucker entworfen worden. Das gesamte Konzept einschließlich der Software für die Datenauswertung und das Interface wurde unter Open Source unter GNU/GPL gestellt. Alle Informationen hierzu sind ebenfalls auf der Web-Seite www.bcmeter.org zu finden.

Wir haben eine Reihe von Vergleichsmessungen gegen allgemein verwendete Aetholometer durchgeführt. Die meisten davon mit dem tragbaren AE 51 der Firma Aethlabs, aber auch gegen das AE 33 von Aethlabs an der Messstelle „Frankfurter Allee“ des Blume Messnetzes. Am TROPOS in Leipzig wurde eine längere Vergleichsmessung mit dem MAAP durchgeführt. Das Ergebnis einer Messkampagne über den Zeitraum von einem Monat ist in der Graphik dargestellt.

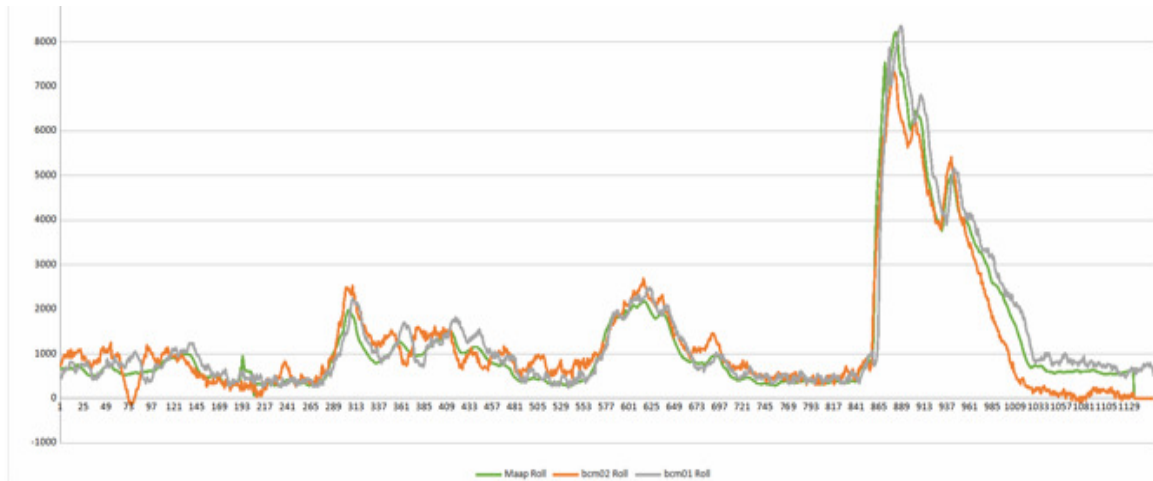


Fig.1: Comparison of BC measurements between developed low-cost instrument and MAAP performed at TROPOS, Leipzig, in September 2021

Kontakt: Axel.Friedrich.Berlin@gmail.com

Performance and comparison measurements of a new ultrafine particle monitor for ambient air

K. Müller, A. Goßmann, H. Hof and F. Weis

Palas GmbH, Karlsruhe, Germany

Ultrafine particle (UFP) monitoring is relevant in terms of human health since nano particles can have serious impacts on our health due to their ability to penetrate deep into the lung and body. Common standard reference instrumentation for continuous ambient air monitoring like CPC (Condensation Particle Counter) and SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) are cost and maintenance intensive. Therefore in this study a concept for a new ultrafine monitor was evaluated and tested.

To generate comparable results for ambient monitoring without the disadvantages mentioned above, a unipolar diffusion charger, combining an ejector-based sampling method and air-jet charging, is used.

Measurements and Setup

Various measurements with well defined laboratory and environmental aerosols were conducted, including long-term measurements at different ambient conditions. The lower particle size detection limit of the CPCs and the unipolar diffusion charger was adjusted.

The output of the unipolar diffusion charger is used in order to calculate the particle number concentration and Count Median Diameter (CMD). These results were compared with SMPS and CPC data at different conditions.

Further Goal

Since the new monitor is connected to the cloud-based data platform MyAtmosphere, the measured data can be easily integrated and compared within a monitoring network. Installation and data analysis at a multi-instrument super-site including gas measurements, fine dust monitors and aerosol spectrometers will be discussed to show correlations and relationships for the different components.

**Atmosphärische Partikelneubildung:
Ergebnisse des CERN CLOUD-Experiments**

Andreas Kürten and the CLOUD Collaboration

Institut für Atmosphäre und Umwelt, Goethe Universität Frankfurt

Ein Großteil der Aerosolpartikel wird in der Atmosphäre neu gebildet (Nukleation), indem verschiedene Spurengase bei geeigneten Bedingungen kondensieren. Diese Partikel beeinflussen das Klima indirekt, indem sie als Keime für Wolkentröpfchen fungieren. Des Weiteren haben sie einen Einfluss auf die allgemeine Partikelbelastung der Atmosphäre und können so die Luftqualität beeinflussen. Trotz umfangreicher Forschung bestehen nach wie vor Fragen zu den Details der relevanten Partikelneubildungsmechanismen.

Das CLOUD-Experiment (*Cosmics Leaving OUTdoor Droplets*) am CERN wurde entwickelt, um die Nukleation von Partikeln und deren Wachstum für verschiedene chemische Systeme zu untersuchen. Die 26 m³ große CLOUD-Kammer aus Edelstahl bietet eine Umgebung, in der Experimente unter im Wesentlichen kontaminationsfreien Bedingungen durchgeführt werden können. Die Kammer kann ferner verwendet werden, um die Wirkung von Ionen auf die chemischen und physikalischen Prozesse zu untersuchen, indem entweder die Ionen durch galaktische kosmische Strahlung (gcr) unterdrückt werden oder eine ioneninduzierte Nukleation unter Verwendung von gcr bzw. einem optional einsetzbaren Pionenstrahl zur Verstärkung der Ionisationsraten ermöglicht wird.

Verschiedene chemische Systeme und Bedingungen, z. B. bezüglich Ionenkonzentration und Temperatur, wurden untersucht. Zu den verwendeten Spurengasen gehören Schwefelsäure, Ammoniak, Dimethylamin, Jodsäure, Salpetersäure und hochoxygenierte organische Moleküle. Der Vortrag gibt einen Überblick über die Ergebnisse, die in den letzten Jahren bei CLOUD erzielt wurden.

Kontakt: kuerten@iauw.uni-frankfurt.de

New Particles Formation in the Upper Troposphere

Mira Pöhlker

Leibniz Institut für Troposphärenforschung (TROPOS), Leipzig

To understand the effects of atmospheric aerosols on clouds and climate, a solid understanding of the sources, concentration, and properties of aerosols across the vertical structure of the atmosphere is of fundamental importance. New particle formation (NPF), which refers to the nucleation of molecular clusters and their subsequent growth into the cloud condensation nuclei (CCN) size range, is a significant source of aerosol particles worldwide. Near-ground NPF has been reported at various locations, spanning a wide range of atmospheric conditions from pristine background states to heavy air pollution. Yet, the underlying mechanisms of the particle nucleation, e.g. through sulfuric acid-driven pathways or pure organic nucleation and their relation to specific conditions of meteorology and biosphere-atmosphere exchange remain controversial.

The picture is further complicated by the fact that not only NPF in the atmospheric boundary layer (BL) plays a significant role, but also NPF in the upper troposphere (UT) followed by downward transport through subsidence and cloud-related downdrafts. The latter pathway is supposed to play a major role over tropical ocean areas as well as over remote continental places such as the Amazon rain forest. Results from two aircraft campaigns will be presented, which have been conducted over the green ocean (Amazon forest) and the blue ocean (Atlantic Ocean). The results show strong coupling between clouds and NPF in the upper troposphere.

**Dekati® Oxidation Flow Reactor DOFR™ - Ein neues System zur
Untersuchung von Aerosolbildungsprozessen**

P. Lambaerts, A. Arffman und M. Nikka

Dekati Ltd., Kangasala, Finnland

Sekundäre anorganische und organische Aerosole tragen in erheblichem Maße zur globalen Feinstaubbelastung bei und wirken sich somit auf Klima, Luftqualität und Gesundheit aus. Im Gegensatz zu primären Aerosolen werden sekundäre Aerosole lange nach der Emission in der Atmosphäre durch Gas-Partikel-Umwandlungsprozesse gebildet.

Oxidationsflussreaktoren (Oxidation Flow Reactors, OFR) sind zunehmend wichtige Instrumente für die Untersuchung sekundärer Aerosolbildungsprozesse geworden. Insbesondere sind OFR nützliche Instrumente bei der Untersuchung der photochemischen Alterung von transienten Emissionsquellen aufgrund ihrer hohen Zeitauflösung im Vergleich zu Umweltkammern. Zudem weisen sie eine geringe Größe auf.

In einem typischen OFR werden Prozesse, die in der Atmosphäre Tage dauern würden, in einer Zeitskala von Minuten erreicht. Dekati hat den Dekati® Oxidation Flow Reactor DOFR™ auf den Markt gebracht, der auf dem TSAR (TUT Secondary Aerosol Reactor) basiert, einem von der Tampere University entwickelten und eingeführten OFR. Das Oxidationsmittel im DOFR™ sind OH-Radikale, die durch UV-C-Photolyse (254 nm Wellenlänge) von extern zugegebenem O₃ und H₂O-Dampf gebildet werden. Die für den DOFR™ durchgeführten Charakterisierungen umfassen die Bestimmung des äquivalenten photochemischen Alters (equivalent photochemical age, EQA), der Gas- und Partikelverweilzeitverteilungen (residence time distributions, RTD) sowie der sekundären organischen Aerosolausbeute aus dem Toluolvorläufer. Darüber hinaus wurde der DOFR™ zur Messung von sekundärem Aerosol verwendet, das von mehreren Pkw (Benzin- und Dieselfahrzeuge) im Leerlauf gebildet wird. Die Ergebnisse wurden mit bereits vorliegenden Studien verglichen.

Mit dem Dekati® Oxidation Flow Reactor DOFR™ hat Dekati ein neues System zur Untersuchung von Aerosolbildungsprozessen sekundärer Aerosole auf den Markt gebracht.

Die ENVILYSE GmbH, Essen, ist u. a. der Distributor des finnischen Messgeräte-Herstellers Dekati® für Endkunden in Deutschland, Österreich, Benelux und der Schweiz.

E-mail: info@envilyse.de

<https://envilyse.de>

UFP- Emissionen von Kraftfahrzeugen

L. Landl und S. Hausberger

Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme, Technische Universität Graz

Durch die ständig steigende Anzahl von Kraftfahrzeugen auf den Straßen wird es immer wichtiger zu wissen, in welchem Ausmaß die durch den Verkehr verursachten Schadstoffe den Menschen und die Umwelt beeinflussen. Um diesen Einfluss zu begrenzen, gibt es eine Emissionsgesetzgebung, die in ihrer aktuellen Form (Euro 6d für PKW und LNF bzw. Euro VI E für LKW) neben gasförmigen Schadstoffen auch die Partikelanzahl >23 nm und die Partikelmasse reguliert. Der Grenzwert für die Partikelanzahl muss sowohl am Rollen- bzw. Motorprüfstand bei definierten Umgebungsbedingungen und Zyklen, als auch unter realen Fahrbedingungen bei so genannten RDE-Fahrten (Real Drive Emissions) eingehalten werden. Dadurch ist es in den letzten Jahren gelungen, die Partikelemissionen von Verbrennungs-motoren deutlich zu reduzieren.

Die gesetzlich definierten Messmethoden erfassen alle Partikel zwischen 23 nm (50% cut-off Punkt) und $2.5\text{ }\mu\text{m}$. Die Größenverteilung muss dabei nicht bestimmt werden, so dass aus den Standard-Messwerten nicht auf den UFP-Anteil (< 100 nm) geschlossen werden kann. Da die Partikelemissionen bei dynamischem Motorbetrieb im Allgemeinen deutlich unterschiedlich zum stationären Betrieb sind, erfordert eine Unterscheidung nach UFP dynamische Größenverteilungsmessungen oder eine Messung der PN über 100 nm. Für die Massenanteile der UFP wären Messungen mit größenklassifizierenden Impaktoren nötig. Derartige Messungen sind nur vereinzelt verfügbar, da die Messgeräte für Standardtests nicht erforderlich sind. Daher müssen Aussagen zu UFP-Emissionen des Verkehrs aus Stichproben mit verfügbaren Größenverteilungsmessungen ermittelt und die UFP Anteile an PN und PM abgeschätzt werden.

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass Partikelemissionen von Dieselmotoren mit Filter ein sehr niederes Emissionsniveau aufweisen. Ottomotoren verursachen noch höhere PN Emissionen, insbesondere solchen ohne Filter. Dabei dürfte ein großer Teil der Partikel-emissionen kleiner als 23 nm sein. Diese werden derzeit durch die gesetzlichen Vorgaben noch nicht erfasst [Samaras, 2020]. Deshalb wird derzeit nicht nur über strengere Grenzwerte nachgedacht, sondern auch die zu detektierende untere Partikelgröße (10 nm) diskutiert.

Da Kraftfahrzeuge nicht nur über den Verbrennungsmotor Partikel emittieren, liegt ein Forschungsschwerpunkt zurzeit auf den so genannten Non-Exhaust Partikeln. Diese beinhalten Partikelemissionen durch Reifen-, Bremsbelag- und Straßenabrieb sowie Aufwirbelungsaerosole. Bei Betrachtung der gesamten Partikelmasse (PM₁₀) liegen die nicht-motorischen Partikelemissionen derzeit bereits über den motorischen (z.B. ca. 75% lt. Emissionsinventur Österreich). Es ist anzunehmen, dass Non-Exhaust-Emissionen durch die Durchdringung der Flotte mit Partikelfiltern und die zunehmende Elektrifizierung der Fahrzeugflotte in den nächsten Jahren im Vergleich zu Partikelemissionen von Verbrennungs-motoren noch deutlich mehr an Gewicht gewinnen werden. Die UFP-Anteile sind hier aber noch sehr wenig erforscht.

Literatur

Z.C. Samaras, J. Andersson, A. Bergmann, S. Hausberger, et al., "Measuring Automotive Exhaust Particles Down to 10 nm", SAE Technical Paper 2020-01-2209, 2020, doi:10.4271/2020-01-2209

Blauer Engel für Kaminöfen: Neues Kriterium für Partikelanzahlemissionen

Ingo Hartmann

Deutsches Biomasseforschungszentrum, DBFZ, Leipzig

In Kombination mit anderen Energieträgern kann die Holzverbrennung erheblich zur Substitution fossiler Energieträger beitragen. Damit die Holzverbrennung in Kleinanlagen eine klima- und umweltfreundliche Alternative zu fossilen Energieträgern darstellt, müssen die Emissionen deutlich reduziert werden. Bei den Treibhausgasemissionen müssen auch die Rußpartikel- und Methanemissionen bei der Holzverbrennung berücksichtigt werden. Darüber hinaus darf die Holzverbrennung im Vergleich zu alternativen Energieträgern wie Erdgas oder Erdöl nicht zu deutlich höheren Schadstoffemissionen führen. Die entstehenden Emissionen sind stark von den Verbrennungsbedingungen abhängig. Je optimaler diese Bedingungen sind, desto geringer sind die Luftschadstoffemissionen und die Klimaauswirkungen der Emissionen.

Die überwiegende Mehrheit der heute auf dem Markt befindlichen kostengünstigen Öfen zeichnet sich durch emissionsfördernde Bau- und Betriebsmerkmale aus. Scheitholz ist bisher weder in der Form noch in der Zusammensetzung genormt. Scheitholzöfen werden im Chargenbetrieb eingesetzt, d.h. der Brennstoff muss in regelmäßigen Abständen manuell nachgefüllt werden, wobei die Brennkammer immer geöffnet und mit Brennstoff nachgefüllt wird. Trotz des undefinierten und damit schwierigsten Holzbrennstoffes und der hohen Variabilität und Dynamik des chargenweisen Verbrennungsprozesses haben die meisten Scheitholzöfen keine automatisierte sensorgestützte Luftregelung.

Für die Akzeptanz eines Scheitholzofen-Umweltzeichens "Blauer Engel" in der Gesellschaft und für die Anwendung des Umweltzeichens als ökologisch vertretbares Kriterium für Ausnahmen von zukünftigen Festbrennstoffverboten ist eine strenge und anspruchsvolle Grenzwertfestlegung für ein Umweltzeichen zwingend erforderlich. Daher wurde eine neue Prüfmethode erforderlich, die das tatsächliche Emissionsniveau und -verhalten von Holzöfen besser widerspiegelt als die derzeitige Typenprüfung. Diese neue Prüfmethode wird vorgestellt.

Es wurden Geräte zur Messung der Partikelanzahlkonzentration getestet, die für Verbrennungsmotoren entwickelt wurden, und die Ergebnisse wurden mit Messungen der Partikelgröße mit einem Scanning Mobility Spectrometer verglichen. Es konnte eine gute Übereinstimmung der Messwerte der verschiedenen Messgeräte festgestellt werden. Aktuelle Untersuchungen an marktüblichen Scheitholzöfen haben gezeigt, dass Partikelanzahlkonzentrationen von mehr als 10^7 cm^{-3} emittiert werden, wenn keine emissionsmindernden Techniken eingesetzt werden. Es wurde auch festgestellt, dass keine einfache Korrelation zwischen Partikelmasse und Partikelanzahlkonzentration zu beobachten war. Mit elektrostatischer Abscheidung konnte die Partikelanzahlkonzentration um mehr als 80 % verringert werden.

Durch den Einsatz bereits auf dem Markt befindlicher Technologien (automatische Steuerung, Katalysatoren und Abscheider) in geeigneter Kombination können im realen Betrieb niedrige Emissionswerte erreicht werden, wodurch der Einfluss des Anwenders reduziert werden kann. Mit zunehmender Verbrennungsqualität und sinkenden Partikelemissionen nimmt die Messunsicherheit der gravimetrischen Partikelmessung zu. Mittelfristig ist ein Übergang zur Partikelzählung, vergleichbar mit der Prüfung von Verbrennungsmotoren, sinnvoll.

Partikelemission aus FFF-3D Druckern: Messmethoden, Materialvergleich und Bewertung

Chi-Long Tang und Stefan Seeger

*Fachbereich 4.2 Materialien und Luftschadstoffe,
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin*

Desktop-3D-Drucker haben in der letzten Dekade große Popularität in Bildungseinrichtungen, kleinen Unternehmen und Privathaushalten erlangt. Weit verbreitet ist mittlerweile die „Fused Filament Fabrication (FFF)“-Technologie. Hier wird ein thermoplastisches Filament geschmolzen, durch eine Metalldüse extrudiert und anschließend schichtweise so auf ein Druckbett aufgetragen, dass ein 3D-Objekt entsteht. Das Filamentmaterial wird dabei thermisch stark belastet, was zur Emission von Aerosolen sowie flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) führt. In der Pionierstudie von Stephen et al. (2013) wurde aufgezeigt, dass hauptsächlich ultrafeine Partikel (UFP, $dP \leq 100$ nm) freigesetzt werden. Die gesundheitliche Relevanz eingeatmeter UFP ist durch sehr viele Studien gut belegt. Während eines i.d.R. mehrstündigen FFF-Druckvorgangs wird ein Anwender mit diesen Luftschadstoffen im Innenraum exponiert, häufig ohne das damit verbundene Risiko einschätzen zu können. Der Expositionsumfang wird durch technische Faktoren (z.B. Drucker-ausstattung und -einstellung, Innenraumventilation), aber auch erheblich durch die Filamentauswahl beeinflusst.

Unser Vorschlag zur Risikominderung besteht in der Auszeichnung emissionsarmer Filamentprodukte mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“, um so den Verbrauchern eine fundierte Auswahl zu ermöglichen. Die Vergleichbarkeit der Resultate vieler Emissions- und Feldstudien ist durch die unzureichende Charakterisierung zahlreicher auf die Emission einflussnehmender Faktoren eingeschränkt. In unserem Projekt entwickeln wir daher ein kammerbasiertes, standardisierbares und robustes Prüfverfahren zur vergleichenden Messung der Partikel- und VOC-Emission aus Filamenten. Mit dem Strangdruck-Verfahren (engl. Strand Printing Method, SPM) wird eine definierte Filamentlänge mit konstanter Rate extrudiert und auf dem Druckbett abgelegt, ohne dabei ein 3D-Objekt aufzubauen. Diese Vorgehensweise reduziert den Einfluss experimentell schlecht zu kontrollierender Faktoren sowie die Ausfallquote. Eine detaillierte Beschreibung und die Vorteile von SPM werden in der Publikation von Tang und Seeger (2022) erläutert. SPM wurde bereits für 44 Filamentprodukte aus unterschiedlichen Polymeren und Additiven als Vergleichstest angewendet. Alle Messungen wurden in einer klimatisierten 1 m³-Emissionsprüfkammer durchgeführt. Die Gesamtanzahl der emittierten Partikel (TP) wird aus der gemessenen Partikelanzahlkonzentration im Größenbereich zwischen 4 nm und 20 µm bestimmt. TP dient als Beurteilungsmaß, in Anlehnung an die Vergabegrundlage DE-UZ-219 des Umweltzeichens „Blauer Engel“ für Laserdrucker. Unter den getesteten Filamentprodukten variiert TP um ca. vier Größenordnungen ($10^9 \leq TP \leq 10^{13}$). Auch innerhalb jeder der untersuchten Polymergruppen variierte TP signifikant. In Abbildung 1 ist zu sehen, dass sich TP um drei Größenordnungen für eine Auswahl von fünf ABS Produkten – getestet jeweils bei der empfohlenen Extrudertemperatur

TE - unterscheidet. Die Partikel-emission kann weder nach dem Basispolymer, z.B. ABS, noch mit der Extrudertemperatur allein kategorisiert werden.

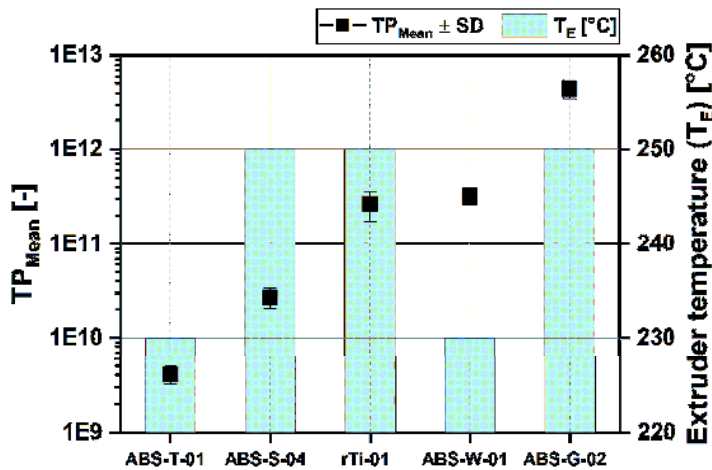


Abbildung 1: TP-Niveau und TE von fünf ABS Produkten.

Unsere Resultate belegen, dass die Stärke der Partikelemission eher eine charakteristische und individuelle Eigenschaft eines Filamentproduktes ist. Die Herkunft der Polymere, die hersteller-spezifischen Additive sowie die nicht deklarierte Ver-unreinigungen können einen starken Einfluss auf die Emission ausüben. Die Auszeichnung von emissions-armen Filament-produkten verspricht somit eine einfache, aber effektive Maßnahme zu sein, um Verbrauchern eine Minderung des Expositions-risikos beim FFF-3D-Druck zu ermöglichen.

Diese Studie wurde von Umweltbundesamt (UBA) finanziert: UFOPLAN Projekt FKZ 3717622060.

Literatur:

Stephens, B., Azimi, P., El Orch, Z., Ramos, T. (2013) Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers., Atmos. Environ., 79, 334-339

Tang, C-L. and Seeger S. (2022) Systematic ranking of filaments regarding their particulate emissions during Fused Filament Fabrication 3D printing by means of a proposed standard test

Kontakt: chi-long.tang@bam.de

Gesundheitliche Wirkungen von Ultrafeinstaub – Ein Update

Myriam Tobollik, Katrin Süring und Wolfgang Straff

*Umweltbundesamt, Abteilung Umwelthygiene, Fachgebiet Umweltmedizin
und gesundheitliche Bewertung, Berlin*

Ultrafeine Partikel können weit in die Atemwege eindringen und erreichen dort den Bereich der Bronchien und Alveolen (Lungenbläschen). In diesem Bereich findet auf einer sehr großen Oberfläche von etwa 100 m² der Gasaustausch zwischen Luft und Blut statt. Ultrafeine Partikel treten dort in Kontakt mit den Lungenzellen sowie Immunzellen und können sich in diesem Gewebe ablagern. Über die ausgedehnten Membranflächen können Sie auch in den Blutkreislauf oder den interstitiellen Raum übertreten. Was genau mit den Partikeln passiert oder was sie bewirken, hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. deren Größe, Agglomerationszustand oder Oberflächeneigenschaften wie Ladung, „Beschichtung“ mit Proteinen, Lipiden etc.

Die gesundheitlichen Wirkungen von UFP können anhand verschiedener wissenschaftlicher Ansätze untersucht, aber nur in der Gesamtheit aller Ansätze vollständig erfasst und bewertet werden. Zu den unterschiedlichen Studien zählen Experimente mit Zellen und Tieren (toxikologische Studien), (epi-)genetische Studien, kontrollierte Expositionsstudien, klinische Prüfungen und epidemiologische Beobachtungsstudien, welche Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien umfassen.

In den vergangenen drei Jahren seit Ausrichtung des 3. UFP-Symposiums, sind drei Veröffentlichungen erschienen, die die Bedeutung der Ultrafeinen Partikel hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen unterstützen.

Das „Thinking outside the box“-Team, eine Gruppe verschiedener Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, hat in einem wissenschaftlichen Bericht die aktuellen Erkenntnisse zur Expositionserhebung, Toxikologie, Epidemiologie und Regularien von Ultrafeinen Partikeln mit dem Ziel zusammengefasst, Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern Hilfestellungen bei der Bewertung des gesundheitsschädlichen Potentials zu geben.

Zudem wurde eine große Kohortenstudie zu Ultrafeinen Partikeln veröffentlicht, die den Zusammenhang zwischen Ultrafeinen Partikeln, Feinstaub aus dem Straßenverkehr und anderen Quellen sowie Black Carbon und der Mortalität (gesamt, kardiovaskuläre und krebsbezogene) untersucht.

Die dritte Veröffentlichung sind die Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation. In diesen werden neben numerischen Richtwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit für die klassischen Luftschadstoffe (Feinstaub, Ozon, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid) auch Empfehlungen für Ultrafeine Partikel gegeben. Diese umfassen die Metrik, die Größeneinteilung, eine Empfehlung zu Messungen und Monitoring und die Erforschung im Rahmen von epidemiologischen Studien. Ein numerischer Richtwert wird jedoch nicht angegeben.

Das Umweltbundesamt greift die Empfehlungen auf und führt eine Pilotstudie zur Erhebung der Exposition gegenüber Ultrafeinen Partikeln durch, welche die Grundlagen für eine Erforschung der langfristigen gesundheitlichen Wirkungen liefern soll. Die Ziele der Studie sind die Konzeption und Erprobung einer epidemiologischen Studie, die Erforschung der langfristigen Exposition inklusive der exakten und validen Erfassung der Konzentration Ultrafeiner Partikel sowie deren zeitlicher und räumlicher Variabilität, Erprobung verschiedener Messungen und Metriken und der Validierung von Modellen bzw. Modellierungen zur Konzentration Ultrafeiner Partikel. Zudem sollen Vorschläge für eine umfassende epidemiologische Studie inklusive Expositionsschätzung, Studiendesign, Metrik, Fallzahl, zu berücksichtigender Confounder, möglicher zu untersuchender Gesundheitsendpunkte sowie deren Erfassung formuliert werden. Das Vorhaben ist Anfang 2022 gestartet und wird circa 4 Jahre lang laufen.

Die Europäische Forschungsinfrastruktur ACTRIS - Die Herausforderung, die Konzentration und Größenverteilung ultrafeiner Partikel mit hoher Datenqualität zu messen

Alfred Wiedensohler, Maik Merkel, Thomas Tuch, Kay Weinhold & ECAC-Kollegen

Leibniz Institut für Troposphärenforschung (TROPOS), Leipzig

Die europäische Forschungsinfrastruktur ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gases) wird zukünftig qualitativ hochwertige Daten und Informationen zu kurzlebigen atmosphärischen Bestandteilen und zu den Prozessen bereitstellen. Insgesamt werden ca. 15-18 europäische Länder den ACTRIS-ERIC bilden (European Research Infrastructure Consortium). Die Infrastruktur ACTRIS besteht aus Nationalen (Observatorien, Kammern, und mobile Messplatzformen) sowie zentrale Einrichtungen. Diese sind die Hauptverwaltung (Head Office), das Datenzentrum, sowie sechs themenbezogen Konsortien für die Qualitätssicherung (Aerosol, Spurengase & Wolken, jeweils für in-situ & Fernerkundungs-Messungen)

Für die Qualitätssicherung von Aerosol *in-situ* Messungen wurde das Konsortium „Center for Aerosol in-situ Measurements“ bzw. „European Center for Aerosol Calibration & Characterization (ECAC)“ (<https://www.actris-ecac.eu/>) gegründet.

Das ECAC besteht aus sieben Laboratorien für die Qualitätssicherung von insgesamt 12 mikrophysikalischen, optischen und chemischen Aerosol-Variablen. Für die mikrophysikalischen Partikelmessungen (Anzahlkonzentration und Größenverteilung, inklusive der ultrafeinen Partikel) sind drei Kalibrierlabore zuständig (WCCAP in Leipzig, PACC in Prag und CCC in Helsinki). Das WCCAP (TROPOS) wird zudem das ECAC koordinieren und es im ACTRIS-Vorstand vertreten.

Die Qualitätssicherung besteht aus mehreren wichtigen Komponenten, so dass alle etablierten und neue nationale Einrichtungen die maximale Unterstützung zur Durchführung der Messungen bekommen. Dazu gehören a) Audits der nationalen Einrichtungen, b) Empfehlungen für die Probennahme, Konditionierung und Messungen, c) eine Liste von ACTRIS-kompatiblen Mess- bzw. Analysegeräten, sowie regelmäßige und verpflichtende Kalibrierworkshops und Round-Robin-Tests (<https://www.actris-ecac.eu/measurement-guidelines.html>). Insgesamt werden ca. 70-80 nationale Einrichtung für Aerosol *in-situ* in ca. 15-18 Ländern etabliert. Weiterhin werden bzw. wurden Zielvorgaben für die maximale Messunsicherheit der einzelnen Variablen ermittelt, sodass die europaweiten Messungen im Idealfall harmonisiert und mit einer sehr hohen Datenqualität durchgeführt werden können.

Für Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an:

Alfred Wiedensohler (ali@tropos.de) oder Kay Weinhold (weinhold@tropos.de)

Measuring nanoparticles
made easy.

Partector2 – Nanoparticle Dosimeter



The world's smallest
multi-metric
nanoparticle detector





Luft – ein Lebensmittel

Steinicke Handelsgesellschaft
Franklinstraße 11
10587 Berlin

Telefon 030 – 833 20 93
Fax 030 – 833 94 49
E-Mail info@e-steinicke.de
www.e-steinicke.de



STEINICKE

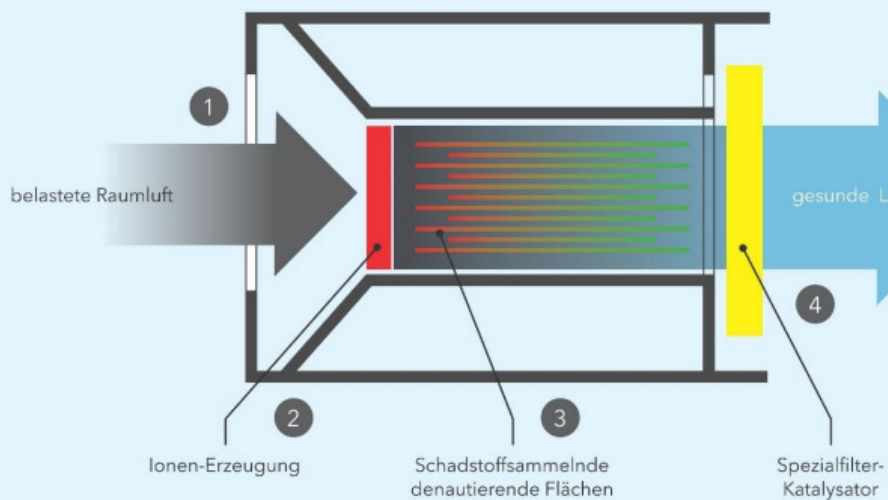
Ihr Experte für luft- und brandschutztechnische Bauelemente



Mobile Luftreiniger der Eco Clean Familie
Flüsterleise
Sparsam im Energieverbrauch
Niedrige Folgekosten durch Verzicht
auf HEPA-Filter
Verschiedene Leistungsgrößen
von 100 m³/h bis 3000 m³/h



Funktionsweise der ECO CLEAN Geräte



11 years UFP measurements at an urban BG site in the Rhine-Main area

Holger Gerwig, Sabrina Unglert and Klaus Wirtz

*Division Environmental Health and Protection of Ecosystems,
German Environment Agency (UBA)*

Ultrafine particles (UFP) exhibit high temporal and spatial variability in urban areas [1]. Epidemiological studies have identified negative health effects for UFP [2]. Airports have been found as a source of elevated UFP worldwide [3] and in Germany [4,5]. The urban background site Langen near Frankfurt a. M. airport is one of 16 stations in the GUAN network where a decreasing trend for particle counts from 2009-2018 was observed [6].

We report the period from 2011–2021 for the measurement of particle number size distributions (PNSD) in seven particle size classes (10 - 500 nm: 10|20|30|50|70|100|200|500) (TSI, model 3936 modified by TROPOS) and total particle number concentration (PNC) (additionally measured by TSI, model 3776 and 3750). For further evaluation we used the lung-deposited particle surface area LDSA (TSI, model 3550 = NSAM), meteorological variables (LUFFT, model WS600), and PM₁, PM_{2.5} and PM₁₀ (PALAS, model FIDAS200) from 2019. We found an average of 8 500 1/cm³ PNC with SMPS in 7 of 11 years for years with data coverage greater than 70%. In contrast to previous results, PNC increased by 8% on average and 12% on median between 2011-2013 and 2019-2021. The monthly annual maximum of PNC throughout the period was observed in summer. In contrast, PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ had their maximum in winter. The WHO classification to guide decision-making on emission control priorities for ambient UFP sources [7], defines UFP as PNC with a lower limit of ≤ 10 nm and no upper limit restriction. At the site with high WHO classification we found: hours $> 20\,000\,1/\text{cm}^3 = 2 - 6\%$; days $> 10\,000\,1/\text{cm}^3 = 17 - 46\%$ in each of the 7 years.

Quality assurance and service are important for good quality of UFP measurements. To minimize contamination, e.g. of internal nozzles, only particles $< 1\,\mu\text{m}$ were sampled for PNSD, PNC and LDSA. Instrument-dependent service intervals were necessary for cleaning and replacements of: Internal filters, pumps, suction probes, pipes, seals, hose parts, laser. To ensure comparability of data with other sites, CPC and SMPS should be calibrated once per year, e.g. at the WCC AP [8]. To monitor quality assurance during runtime, it is advantageous to run different devices simultaneously, e.g. PNC by SMPS and CPC or LDSA by SMPS and NSAM.

- [1] Schneidmesser, E. et al. (2019), Sci. Tot. Env., 688, 691 - 700.
- [2] Ohlwein, S. et al. (2018), UBA – Umwelt & Gesundheit, 5/2018.
- [3] Stacey, B. (2019), Atmospheric Environment, 198, 463–477.
- [4] Lorentz, H. et al. (2019), VDI Berichte 2352, 135 - 144.
- [5] ULTRAFLEB: <https://www.tropos.de/forschung/grossprojekte-infrastruktur-technologie/ultrafleb>
- [6] Sun, J, Birmili, W, Hermann M et al. (2019), Atmos. Chem. Phys., 20, 7049–7068.
- [7] World Health Organization (2021), Geneva, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- [8] Wiedensohler, A., Wiesner, A., Weinhold, K. (2018), Aerosol Science and Technology, 52, 146-164.

Die Berlin-Brandenburg Air Study: Untersuchung möglicher gesundheitlicher Effekte von Flughafen bezogenen Expositionen – Studiendesign und aktueller Stand

Miriam Wiese-Posselt¹, Vanessa Soppa², Sarah Lucht², Katherine Ogurtsova², Lina Glaubitz², Kay Weinhold³, Ulf Winkler³, Alfred Wiedensohler³, Andreas Held⁴, Sabine Lühtrath⁴, Josef Cyrus⁵, Simonas Kecorius⁵, Petra Gastmeier¹ und Barbara Hoffmann²

¹ Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Germany

² Institute of Occupational, Social and Environmental Medicine, Centre for Health and Society, Medical Faculty, Heinrich Heine University Düsseldorf, Düsseldorf, Germany

³ Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig, Germany

⁴ Environmental Chemistry and Air Research, Department of Environmental Science and Technology, Technische Universität Berlin, Berlin, Germany

⁵ Institute of Epidemiology, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany

Hintergrund und Studienziel: Die Auswirkungen von ultrafeinen Partikeln (UFP) in der Luft – insbesondere aus dem Flugverkehr – auf die menschliche Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit sind noch unzureichend bekannt. Ziel der Berlin-Brandenburg Air Study (BEAR) ist es, mögliche Effekte von Flughafen-bezogenen Expositionen auf die pulmonale, kardiovaskuläre und neurokognitive Gesundheit von Grundschulkindern zu untersuchen.

Methoden: Die BEAR-Studie ist ein natürliches Experiment. Dabei werden die Verlagerung des Flugverkehrs vom Flughafen Tegel (TXL) zum neuen Flughafen BER in Brandenburg südöstlich von Berlin sowie der Anstieg von Flugbewegungen nach den COVID-19-Pandemie-bedingten Lockdowns als unterschiedliche Expositionen definiert. BEAR startete im Januar 2020 an acht Berliner Schulen; im Dezember 2020 wurden zusätzlich acht Schulorte in Brandenburger Gemeinden im Umfeld des BER rekrutiert. Drei Schulen liegen in der östlichen Einflugschneise des ehemaligen Flughafens TXL, drei Berliner Schulen dienen als Kontrolleinrichtungen (CTL), da sie außerhalb des Einflussbereichs eines Flughafens lokalisiert sind. Insgesamt 10 Schulen/Horte in Berlin und Brandenburg liegen im Umfeld des BER, bezogen auf den Terminal 1 des BER liegen die Einrichtungen innerhalb eines Umkreises von <8 km. In den Schulen/Horten werden mindestens 800 Kinder im Alter von 6-12 Jahren über 2-3 Jahre wiederholt untersucht (mind. drei Untersuchungen). Bei den Kindern werden Daten zur Lebensqualität, zur pulmonalen und kardiovaskulären Gesundheit erhoben sowie Testungen der Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistung durchgeführt. Parallel zu den Untersuchungen der Kinder erfolgt an den Schulen/Horten eine Messung der Partikelzahlkonzentrationen mittels eines Kondensationspartikelzählers (CPC). Zusätzlich werden in BEAR die Ergebnisse des vom Umweltbundesamt geförderten Projektes ULTRAFLEB bereitgestellt. In diesem Projekt werden zusammen mit anderen Luftschadstoffen und der Meteorologie größenfraktionierte UFP-Messungen an lokalen und mobilen Messstationen durchgeführt. Darüber hinaus werden die täglichen quellspezifischen UFP-Konzentrationen mit Hilfe eines chemischen Transportmodells für die Zeiträume vor und nach der Verlegung des

Flugverkehrs von TXL zum BER auf einer feinräumigen Skala modelliert und den Kindern an den Schulen/Horten und ihren Wohnadressen zugewiesen. Es werden sowohl kurzfristige sowie langfristige UFP-Effekte auf das Lungenwachstum und die kognitive Entwicklung analysiert. Mögliche Einflussfaktoren wie Lärm und sozioökonomischer Status werden in den Analysen berücksichtigt.

Ergebnisse: Mit Stand August 2022 wurde bei 894 Kindern in den insgesamt 16 Schulen/Horten deren erste Untersuchung abgeschlossen; bei 304 Kindern erfolgte bereits die zweite und bei 55 die dritte Untersuchungsrunde. Aufgrund der COVID-19-Pandemie kam es im Frühjahr 2020 fast zum Erliegen des Flugverkehrs, sodass die Phasen der Flughafen-bezogenen Expositionen neu betrachtet werden mussten. Zudem ergaben sich aufgrund von Lockdowns und der Hygienemaßnahmen in den Schulen/Horten Verzögerungen und Änderungen im Zeitplan der Feldarbeit. Ziel ist es, bis Ende 2023 die Untersuchungen der Kinder abzuschließen.

Schlussfolgerung: Mit den Ergebnissen von BEAR werden erstmalig kurz- und langfristige Effekte von Flughafen-bezogenen Expositionen – insbesondere von UFP – auf die pulmonale und kardiovaskuläre Gesundheit sowie auf die kognitive Leistungsfähigkeit von Grundschulkindern beschrieben werden.

Ultrafeine Partikel in der Umgebung des Frankfurter Flughafens

Florian Ditas und Diana Rose

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Wiesbaden

Im letzten Bericht des HLNUG zur Luftqualität in Bezug auf ultrafeine Partikel (UFP) in der Rhein-Main-Region wurden die bisherigen Messungen ultrafeiner Partikel seit 2017 zusammengefasst. Es zeigt sich, dass im Umfeld des Flughafens die mittlere UFP-Konzentration im Wesentlichen im Bereich von 6.500 bis 10.000 Partikel pro cm^3 liegt. Höhere mittlere UFP-Konzentrationen wurden auf dem Flughafengelände selbst und in seiner unmittelbaren Nähe verzeichnet. An allen Standorten steigt jeweils die UFP-Konzentration an, wenn zu Zeiten des Flugbetriebs der Wind aus Richtung des Flughafengeländes weht. Die stationstypische Hintergrundkonzentration wird dann teilweise um ein Vielfaches überschritten.

Die größen aufgelösten Messungen in unmittelbarer Nähe des Flughafens und in dessen erweiterten Umfeld erlauben die Identifikation eines charakteristischen „Fingerabdrucks“ der UFP-Emissionen durch den Flugbetrieb und den damit verbundenen weiteren Quellen. Dieser typische „Fingerabdruck“ ist unter anderem gekennzeichnet durch eine charakteristische Partikelanzahl-Größenverteilung und kann an allen bisherigen HLNUG-Messstationen mit größen aufgelösten Messungen eindeutig identifiziert und auch von anderen Quellen, wie beispielsweise dem Kfz-Verkehr, unterschieden werden. Messungen an einer Hauptverkehrsstraße (Friedberger Landstraße in Frankfurt) zeigen weiterhin, dass die UFP-Konzentration durch die Emissionen aus dem Kfz-Verkehr deutlich (um ca. 50%) gegenüber dem städtischen Hintergrund von ca. 6.000 - 7.000 Partikel pro cm^3 erhöht ist. Bei Wind aus Richtung des 11 km entfernten Flughafens führen die Emissionen aus dem lokalen Kfz-Verkehr zu einer ähnlich hohen Belastung, wie die herantransportierten UFP-Emissionen, die durch den Flugbetrieb verursacht werden..

Die Ausbreitung der UFP-Emissionen vom Flughafen in das Umland wurde exemplarisch entlang der Hauptwindrichtung in Richtung Nordosten durch Messungen in F-Schwanheim und Frankfurt-Niedwald bis zur 14 km entfernten Station in Frankfurt-Riedberg dokumentiert. Die typischen UFP-Emissionen aus dem Flugbetrieb sind, wenn auch in deutlich geringerer Konzentration, bis in diese Entfernung nachweisbar. Der durch diese Emissionen im Vergleich zur Hintergrundkonzentration verursachte zusätzliche Beitrag zur UFP-Immission nimmt mit zunehmender Entfernung ab. In Frankfurt-Riedberg führen die zusätzlichen Emissionen bei Wind aus Richtung Flughafen zu einer Erhöhung der UFP-Konzentration von etwas mehr als 25%. Sie beeinflussen somit bei südwestlichem Wind vermutlich unter anderem weite Teile des Frankfurter Stadtgebiets. Es ist zu erwarten, dass bei anderen Windrichtungen die UFP-Emissionen ähnlich weit in das Umland verbreitet werden. Inwieweit dies die entsprechende mittlere Belastung durch UFP an einzelnen Standorten beeinflusst, hängt wiederum hauptsächlich davon ab, wie häufig sich ein Standort in der Abluft des Flughafens befindet.

Die vorübergehend sehr niedrigen Flugbewegungszahlen infolge der Covid-19-Pandemie nehmen aktuell wieder kontinuierlich zu und führen auch hinsichtlich des verursachten Zusatzbeitrags an ultrafeinen Partikeln zu einem Anstieg. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Anstieg mit den weiter steigenden Flugbetriebszahlen ebenfalls fortsetzen wird.

Link zum aktuellen Bericht:

<https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/luft/luftqualitaet/sondermessprogramme/ufp/UFP-Bericht-4.pdf>

Weitere Informationen: <https://www.hlnug.de/?id=14862>

Aktuelle Messwerte: <https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal>

Einfluss von stark unterschiedlichem Flugaufkommen während der Pandemie auf gemessene UPF-, Feinstaub- und gasförmige Luftverunreinigungs-konzentrationen am Flughafen in Stuttgart

Ulrich Vogt, Kathryn Molina und Ioannis Chourdakis

*Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik,
Abteilung Rauchgasreinigung und Luftreinhaltung*

Frühere Flughafenstudien, die in Los Angeles, Amsterdam und anderen Städten durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass Flugzeuge die Luftschadstoffkonzentrationen in der Umgebung des Flughafens erheblich erhöhen können und sogar in Entfernungen von mehreren Kilometern gemessen werden können. Da die Ergebnisse nicht direkt von einer Stadt auf die andere übertragen werden können und am Stuttgarter Flughafen bisher keine vergleichbaren Messungen durchgeführt wurden, war das Ziel der Studie zu untersuchen, ob erhöhte Luftschadstoffwerte am Flughafenzaun und in der Umgebung des Flughafens in Stuttgart gemessen werden können.

Während bei Abflügen insgesamt mehr Emissionen freigesetzt werden, konzentrierte sich diese Studie auf Messungen bei Landungen der Flugzeuge. Unter diesen Bedingungen befinden sich die Flugzeuge näher am Boden und damit näher an den Messgeräten, so dass höhere Konzentrationen zu erwarten waren. Somit wurden „worst-case“-Messungen durchgeführt, um die höchstmöglichen Konzentrationen der Abgasfahnen der Flugzeuge mess-technisch zu erfassen. Hierfür wurden im Frühjahr und Sommer des Jahres 2020 stationäre Messungen an verschiedenen Punkten auf der Ost- und Westseite des Flughafens in Verlängerung der Start- und Landebahn durchgeführt. Die Messungen wurden im Verlauf von drei Phasen durchgeführt und umfassten folgende Parameter: UFP, PM, BC, CO₂, O₃, NO₂, NO sowie Windgeschwindigkeit und -richtung. Die erste Phase der Messungen wurde durchgeführt, als der Flughafen komplett geschlossen war und aufgrund von Bauarbeiten auf der Start- und Landebahn kein Flugverkehr herrschte. Einige Wochen später wurde die zweite Messphase durchgeführt, als der Flughafen wiedereröffnet wurde, aber aufgrund von Covid-Lockdown-Maßnahmen, der Flugverkehr nur in sehr beschränktem Umfang stattfand. Schließlich wurde einige Zeit später, während der Sommerreisezeit, eine dritte Messphase durchgeführt. Beim Vergleich der Ergebnisse aus den drei Phasen zeigten sich die größten Veränderungen bei den UFP-Partikelanzahlkonzentrationen (PNCs) und bei den entsprechenden mittleren Partikel (Dp). Als während Phase 1 kein Flugverkehr auftrat, lagen die PNC-Konzentrationen unter 10.000 Partikel/cm³ und die Dp-Größen bei 38 nm und darüber. Im Laufe der Phasen 2 und 3, in denen immer mehr Flugverkehr stattfand, traten PNC-Peaks von Flugzeugen mit über 300.000 Partikeln/cm³ bei Dp-Größen von 10 nm auf. Die simultanen UFP-Messungen zeigten auch, dass die erhöhten UFP-Peaks sowohl am Flughafenzaun als auch bis zu 2,7 Kilometer entfernt gemessen werden konnten.

Bei den anderen gemessenen Luftschadstoffen waren in den drei Phasen weniger starke Änderungen der gemessenen Konzentrationen zu beobachten. Peaks der gröberen PM-Fractionen standen nicht nur im Zusammenhang mit dem Flugverkehr, sondern auch mit vorbeifahrenden Autos oder Traktoren. Auch bei den BC-Messungen gab es eine minimale Variabilität, und die mittlere

Konzentration blieb während aller drei Phasen unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Während der gesamten Kampagne wurden nur drei signifikante BC-Peaks gemessen, die in Phase 3 stattfanden. Diesen Peaks gingen Landungen großer Verkehrsflugzeuge voraus, welche von einem starken Kerosingeruch begleitet wurden.

Von den in den Phasen 2 und 3 gemessenen Gasen wurde schließlich der größte Unterschied bei den NO_2 -Werten festgestellt, deren mittlere Konzentration in Phase 3 um etwa ein Drittel höher war als in Phase 2.

Fazit: Die durchgeführten Messungen haben gezeigt, dass der Luftverkehr - insbesondere für ultrafeine Partikel - einen erheblichen Einfluss auf die Luftschadstoffsituation im Umfeld des Stuttgarter Flughafens hat. Weitere Langzeitmessungen werden empfohlen, um festzustellen, ob Langzeitgrenzwerte überschritten werden und die Anwohner des Flughafens kritischen und gesundheitsschädlichen Schadstoffkonzentrationen ausgesetzt sein könnten und wie häufig das auftritt.

Auswirkung des “Corona-Lockdowns” auf die Emission ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München

Gerhard Müller-Starck¹⁾, Oswald Rottmann¹⁾, Josef Cyrus²⁾ und Wolfgang Herrmann¹⁾

¹⁾ *Bürgerverein Freising*

²⁾ *Helmholtz Zentrum München*

Der Bürgerverein Freising zur Vermeidung von Lärm und Schadstoffbelastungen e.V. führt seit 2016 mobile Messungen ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München durch, seit 2020 zusätzlich auch stationär. Messergebnisse aus dem Jahr 2020, in dem der Corona-Lockdown in Kraft getreten ist, wurden in der Fachzeitschrift "Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft" publiziert (Herrmann et al., Gefahrstoffe 81 (2021) Nr. 11-12; <https://bv-freising.de/info-kompakt/>) und hinsichtlich der Auswirkungen des „Corona-Lockdowns“ auf die Emission ultrafeiner Partikel im Umfeld des Flughafens München analysiert. Im Poster sind die Ergebnisse und Schlussfolgerungen exemplarisch zusammengestellt:

- (1) Es konnte gezeigt werden, dass der Corona-Lockdown im März 2020 zu einer signifikanten Reduktion der UFP-Konzentration im Umfeld des Flughafens München geführt hat. Die UFP-Belastung im April 2020 wurde im Vergleich zum Februar 2020 um 86% vermindert, während die Reduktion der Flugbewegungen 93% betrug. Dieser Zusammenhang zwischen der Anzahl der Flüge und der UFP-Konzentration besteht auch in den Folgemonaten, in denen die UFP-Belastung mit der Anzahl der Flugbewegungen wieder angestiegen ist.
- (2) Herrscht Flugbetrieb und kommt der Wind aus Richtung Flughafen, dann steigen an allen Messstandorten die Konzentrationen ultrafeiner Partikel. Je näher am Flughafen gemessen wird, desto kleiner werden die Partikel und desto höher ist der Anstieg der Konzentrationen.
- (3) Laut der WHO-Luftqualitätsrichtlinien von 2021 werden UFP-Konzentrationen bis 1000 Partikel/cm³ (24-Stunden-Mittelwert) als unbedenklich angesehen, während Konzentrationen von >10000 Partikel/cm³ als (zu) hoch eingestuft werden. Abhängig von der Windrichtung und der Flugfrequenz liegen die gemessenen UFP-Konzentrationen in der Umgebung des Flughafens deutlich über den von der WHO als unbedenklich eingestuften Konzentrationen. Die Unterscheidung zwischen niedrigen und hohen UFP-Konzentrationen soll angesichts der immer noch fehlenden Grenzwerte als Entscheidungshilfe für die Festlegung der Prioritäten bei den Minderungsmaßnahmen für starke UFP-Quellen dienen.
- (4) Der BV Freising hat auf rasch umsetzbare Möglichkeiten zur Minderung von UFP-Emissionen hingewiesen <<https://bv-freising.de/politik-institutionen/>>: Das Schleppen der Flugzeuge zum Start und nach der Landung wieder zum Gate kann die im Teillastbetrieb schädlichen bodennahen Triebwerksemissionen bis zu 90% reduzieren. Entschwefelung von Treibstoffen würde eine generelle Minderung der UFP-Emissionen bewirken. Das ist seit Jahren Norm für Kraftfahrzeuge, aber nicht für Flugzeuge.

P 6

Messungen von Ultrafeinen Partikeln in NRW

Olesia Halbherr

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Reguläre kontinuierliche Messungen von Ultrafeinen Partikeln (UFP) in Nordrhein-Westfalen werden derzeit an einer Messstelle im westlichen Ruhrgebiet durchgeführt. Seit 2009 erfasst das Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV) an einer städtischen Hintergrundstation in Mülheim-Styrum mit einem SMPS (engl., Scanning Mobility Particle Sizer) die Partikelanzahlgrößenverteilung. Neben dieser Messung wird dort ebenfalls die lungendeponierbare Oberflächenkonzentration (engl.: lung deposited surface area, LDSA) von Partikeln mit Hilfe eines NSAM (engl.: Nanoparticle Surface Area Monitor) gemessen.

Die Messstation des IUTA in Mülheim-Styrum zählt zu den aktuell 17 GUAN-Standorten (German Ultrafine Aerosol Network) und liegt direkt neben der Messstation mit dem Code DENW038 (Kurzname STYR) des LANUV. Die Luftqualität am Standort wird von einigen möglichen UFP-Quellen in näherer Umgebung beeinflusst (z.B. nahe gelegene A40, Stahlwerk Schwelgern, Duisburger Hafen, Kokerei in Bottrop) und nähert sich dem Niveau einer innerstädtischen Verkehrsstation an. Der etwa 20 km südlich gelegene Flughafen Düsseldorf scheint keinen merklichen Einfluss zu haben.

Diese Posterpräsentation erläutert die Ergebnisse der Langzeitmessungen von UFP in Mülheim-Styrum im Vergleich zu den Messwerten anderer Luftschadstoffe (insbesondere Ruß, NO_x und PM_x), deren Konzentrationen vom LANUV an der Messstation STYR kontinuierlich erfasst werden.

Ansätze zur Charakterisierung ultrafeiner Partikel aus dem Straßenverkehr

Marina Maier¹, Thorsten Opel² und Nico Langhof²

¹ *Bayerisches Landesamt für Umwelt*

² *Lehrstuhl Keramische Werkstoffe, Universität Bayreuth*

Bremsabrieb ist ein wesentlicher Bestandteil der Verkehrsemissionen. Beim Bremsvorgang entstehen u. a. ultrafeine Partikel (UFP), die tief in den menschlichen Atemtrakt eindringen und in der Folge verschiedene Krankheiten verursachen können. Zudem weist der Bremsabrieb einen hohen Metallgehalt auf, was in Anbetracht der Toxizität vieler Metalle bei der gesundheitlichen Beurteilung von UFP-Emissionen zu berücksichtigen ist.

Die chemische und physikalische Charakterisierung von UFP aus dem Bremsabrieb stellt eine große Herausforderung für die Analytik dar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Verfahren zur Bestimmung partikulärer Metalle in Ultrafeinstäuben entwickelt und etabliert. Für die Probenahme der UFP wurde der High Resolution Impaktor ELPI-Plus eingesetzt. Das Gerät ermöglicht neben der Echtzeit-Messung der Partikelgrößenverteilung die Sammlung größenklassifizierter UFP für weitere Untersuchungen. Die UFP wurden auf porenlosen Polycarbonatfolien aufgefangen. Für die Analytik wurden diese Partikel in einer micellenbildenden Tensidlösung dispergiert. Die ultrafeinen metallischen Partikel wurden mit HR-ICPMS im Single Particle Modus bestimmt.

Orientierende Untersuchungen zur Freisetzung metallischer UFP beim Bremsvorgang wurden am Bremsenprüfstand durchgeführt. Dafür wurde das Bremsverhalten unter realitätsnahen Fahrbedingungen (Stadt, Landstraße, Autobahn) simuliert. Die Untersuchungen zeigten, dass die Anzahl der freigesetzten UFP stark von der Fahrgeschwindigkeit und der Bremsintensität abhängig ist. Die höchsten Emissionen metallischer UFP im Bremsabrieb wurden bei den Autobahn-Versuchsreihen ermittelt. Vor allem die Metalle Titan, Zinn, Eisen, Kupfer und Aluminium konnten in hoher Partikelanzahl nachgewiesen werden. Die geringsten Metallemissionen wurden bei der Bremsung im Stadtverkehr gemessen.

Des Weiteren wurden Messungen zum Vorkommen metallischer UFP in der Luft an einer verkehrsbelasteten Ampelkreuzung und in einem Reinluftgebiet als Hintergrundbelastung zum Vergleich durchgeführt. Die Belastung mit metallischen UFP am verkehrsbelasteten Standort lag mehrfach höher als an der Hintergrundmessstelle. Die Zuordnung einzelner Metalle zu spezifischen Fahrzeugteilen ist generell schwierig. Aus dem charakteristischen Vorkommen einzelner Metalle in Bremsbelägen (z.B. Zinn, Kupfer) können jedoch Rückschlüsse auf die jeweiligen Quellen gezogen werden.

Mobile Rußmessungen an einer stark verkehrsbeeinflussten Straße in Berlin

A. Jachymek und A. Held

Fachgebiet Umweltchemie und Luftreinhaltung, Technische Universität Berlin

Schwarzer Kohlenstoff (black carbon, BC) ist ein wichtiger Bestandteil des atmosphärischen Aerosols. Zum einen verändern die lichtabsorbierenden BC-Partikel den Strahlungshaushalt und tragen zu einem positiven Strahlungsantrieb und damit zur Klimaerwärmung bei. Zum anderen sind BC- bzw. Rußpartikel gesundheitsschädigend und erhöhen z. B. das Risiko für Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Um negative Auswirkungen auf das Klima und die menschliche Gesundheit zu minimieren, sollten also BC-Konzentrationen in der Atmosphäre reduziert werden. Durch Messung der Konzentration von lichtabsorbierenden Partikeln entlang einer Hauptverkehrsstraße in Berlin soll ein Einblick in die Variabilität von BC-Emissionsquellen und Emissionsstärken im städtischen Umfeld gewonnen werden.

Im November 2021 wurden im Rahmen eines studentischen Projekts 12 Messfahrten entlang der stark befahrenen Frankfurter Allee/Karl-Marx-Allee im Zentrum Berlins mit einem Micro-Aethalometer (AethLabs MA200) bei fünf Wellenlängen durchgeführt. Die mobilen BC-Messungen wurden am frühen Morgen, am Mittag und am Nachmittag durchgeführt, um unterschiedliche Verkehrsintensitäten im Tagesgang und entlang der Strecke zu betrachten. Zur Beschreibung der optischen Eigenschaften des Aerosols wurde der Ångström-Absorptions-Exponent α aus dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten bei den beiden Wellenlängen 375 nm und 880 nm bestimmt. Sind UV-absorbierende Verbindungen im Aerosol enthalten, z. B. aus der Verbrennung von Biomasse, wird ein größerer Ångström-Absorptions-Exponent als bei verkehrsdominiertem BC aus fossiler Verbrennung erwartet.

Die Messergebnisse zeigen eine große räumliche Variabilität der BC-Konzentrationen entlang der etwa viereinhalb km langen Strecke mit Hintergrundkonzentrationen unter $1 \mu\text{g m}^{-3}$ und Spitzenkonzentrationen über $10 \mu\text{g m}^{-3}$. Es gibt keine offensichtliche Korrelation zwischen Konzentrationsspitzen und stark befahrenen Kreuzungen, aber eine klare Tendenz zu höheren Konzentrationen im östlichen Teil der Strecke.

Typischerweise werden die kleinsten Werte des Ångström-Absorptions-Exponenten gefunden, wenn die BC-Konzentrationen am höchsten sind, während die Werte bei niedrigen BC-Konzentrationen höher und variabel sind. Dies weist auf gemischte Beiträge verschiedener BC-Quellen zur Hintergrundkonzentration und einen großen Beitrag fossiler Verbrennung aus dem Straßenverkehr zu den beobachteten BC-Spitzenkonzentrationen hin.

Mobile Messungen von BC-Konzentrationen mit einem Micro-Aethalometer können wertvolle Informationen über die zeitliche und räumliche Variabilität von BC-Emissionsquellen und Emissionsstärken liefern. Durch Messung der Absorption bei unterschiedlichen Wellenlängen vom Ultraviolett- bis in den Infrarot-Bereich können Beiträge von Verkehrsemissionen und Biomasseverbrennung abgeschätzt werden.

Tuning sampling and analysis strategies for UFP: Laboratory and field tests with selected anthropogenic and biogenic marker components

E. Eckenberger¹, S. Kraft¹, A. Das², D. Shukla^{2,3}, N. Gawlitta², J. Orasche², J. Schnelle-Kreis², M. Sklorz², R. Zimmermann^{2,3} and A.C. Nölscher¹

¹ Bayreuth Center of Ecology and Environmental Engineering (BayCEER), University Bayreuth, Germany

² Comprehensive Molecular Analytics (CMA), Helmholtz Munich, Germany

³ Chair of Analytical Chemistry, Institute of Chemistry, University of Rostock, Germany

Weather, climate, and air quality are impacted by airborne particles. Ultrafine particles (UFP; diameter less than 100 nm) account for the majority, by number, of these particles, originating from both anthropogenic and biogenic sources. While secondary UFPs are formed by the oxidation, condensation, and multiphase chemical reactions of gaseous precursors, primary UFPs are directly released to the atmosphere. Whether or not the UFPs pose a risk to human and/or environmental health strongly depends on their size and chemical composition. Therefore, accurate information on the origins and atmospheric transformation of airborne UFPs is crucial for evaluating and devising efficient control methods. A precise chemical investigation of UFPs can help to understand the underlying atmospheric processes and their impact. However, attempts to analyze their chemical composition in the atmosphere are still rare. Considering the low mass, partial volatility and dynamic character of UFPs, it is a great challenge to separate, collect and analyze them in the atmosphere.

Impactors are useful tools to separate and collect environmental particles from the air with the aim of analyzing their chemical composition. After careful physical characterization of different types of cascade impactors regarding their cut-off characteristic, pressure drop and sampling volume, we report on size dependent UFP sampling during the winter season in urban and rural areas in Bavaria, Germany. Different commonly applied impactors were operated simultaneously for different time-periods, partly after their optimization for the separation and collection of the ultrafine fraction. The chemical composition of the collected UFPs was examined off-line with various chromatographic analytical methods such as thermal desorption (TD) gas chromatography (GC) - mass spectrometry (MS), high performance liquid chromatography (HPLC) MS and HPLC - fluorescence detection (FLD) were used for offline chemical analysis.

For testing our methods, we focused on specific marker components of anthropogenic (Phenanthrene, 2-Hydroxyphenanthrene, Pyrene, 1-Hydroxypyrene, Benzo(a)pyrene and Levoglucosan) and biogenic sources (Terebic acid, Terpenylic acid, Pinic acid and Pinonic acid). Due to the low mass of UFPs and the variety of polarity of the chosen marker components, we developed suitable extraction methods adapted to the different analytical requirements.

Our aims are first, to draw comparisons between the performance of the impactors, second, to investigate different analytical methods for chemical UFP analysis and third, to provide data on the spatial distribution.

The initial results of the physical characterization of various impactors indicate that not all devices are suitable for separating and collecting UFPs concerning our chosen marker components. Factors such as inaccuracies in the cut off characteristics, pressure drop, sampling volume and handling play a role in the selection of the impactor. Initial results show that, based on the deployed impactor, there are variations in the chemical composition of the size class of ultrafine particles. Differences in chemical composition could also be identified by applying the different analytical methods. This highlights, among other things, the need to compare and standardize the methods for UFP characterization.

This project is financed by the Bavarian Ministry of the Environment and Consumer Protection.

Association of long-term ultrafine particle exposure with cognitive decline in the Heinz Nixdorf Recall Study

Ogurtsova, K.¹, Soppa, V.J.¹, Jöckel, K.-H.², Weimar, C.³, Jokisch, M.⁴ and Hoffmann, B.¹

¹ Heinrich Heine University of Düsseldorf, Institute for Occupational, Social and Environmental Medicine, Düsseldorf, Germany

² Institute for Medical Informatics, Biometry, and Epidemiology, University Hospital Essen, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany

³ BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach, Germany

⁴ University medical center Essen, Department of Neurology, Essen, Germany

Background: Sustained neurocognitive function at older age is a prominent element of ageing and will be one of the main challenges in an ageing society. Few studies have examined whether an association exists between long-term exposure to ultrafine particles (UFP) and cognitive decline in the elderly population. Also, little is known about confounding between ambient UFP exposure and traffic noise.

Methods: We analyzed data from the German population-based Heinz Nixdorf Recall Study (baseline examination 2000-2003, N=4814). Participants carried out five cognitive tests: Verbal Memory Test (immediate and delayed recall), Clock Drawing Test, Labyrinth Test, and a Verbal Fluency Test at the first (t_1 = 2006-2008) and second (t_2 = 2011-2013) follow-up examination. The individual tests scores were standardized using predicted means adjusted to age and education to take age- and education specific decline in cognitive performance into account. The final differences between two standardized scores at t_1 and t_2 in 5 years for each test were used as outcomes in the analysis. The global cognitive decline for each time point was calculated as a sum of five standardized scores of individual cognitive tests.

We estimated long-term UFP exposure at the participants' residences using a measure of quasi-ultrafine particles (accumulation mode particle number concentration, PN_{acc}) with the European Air Pollution Dispersion (EURAD) chemistry transport model (CTM) on a grid of 1 km². Fine PM (PM_{2.5}, PM₁₀) was estimated with a LUR at the residential address. Road traffic noise was modelled as L_{night} according to the 2002/49/EC Directive (EC 2002). To evaluate the association of UFP and cognitive decline we performed linear regression analyses adjusting for sex, age, individual and neighborhood socio-economic statuses, and lifestyle variables. To investigate the confounding effect between UFP and noise exposure, we adjusted the final model for ambient traffic noise at night at the residential address.

Results: Overall, 2554 participants (49.5% men) with a mean age of 63.3 (SD 7.3) years were included in this analysis. Interquartile range (IQR) increases in long-term UFP exposure (IQR: 479.5/ml) showed associations with faster than expected decline in speed of processing of -0.14 (95%-CI: -0.3; 0.07). Surprisingly, the UFP exposure was also associated with slower than expected decline rate (0.27, 95%-CI: -0.01; 0.54) in visual-spatial organization performance. In contrast,

PM10 and PM2.5 exposure was associated with faster decline in immediate verbal memory (PM10: -0.14, 95%-CI: -0.26; -0.01; PM2.5: -0.12, 95%-CI: -0.28; 0.04) and showed no association with the decline in visual-spatial organization performance. Adjustment for noise level at night did not alter the results.

Conclusions: Our results showed an association of fine PM, but not of PNacc with more rapid decline in cognitive function. The unexpected association of PNacc exposure with the slower than expected decline might be the result of a selection process specific to follow-up studies in elderly and the high exposure misclassification of PNacc.

**Konzeption und Pilotierung einer Gesundheitsstudie
zu ultrafeinen Partikeln (KoPilot)**

**Carmen Wolf¹, Christof Asbach¹, Ana Maria Todea¹, Astrid Manders², Peter Coenen²,
Martijn Schaap², Barbara Hoffmann³, Pascale Hadad³, Konradin Weber⁴, Tobias Pohl⁴,
Florian Pfäfflin⁵, Volker Diegmann⁵ und Ulf Janicke⁶**

¹ *Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg, Germany*

² *TNO, PO Box 80015, 3508TA Utrecht, The Netherlands*

³ *Institut für Arbeits- Sozial- und Umweltmedizin, Heinrich-Heine-Universität, Postfach 10 10 07,
40001 Düsseldorf, Germany*

⁴ *Hochschule Düsseldorf, Labor für Physik und Umweltmesstechnik, Münsterstr. 156, 40476 Düsseldorf,
Germany*

⁵ *IVU Umwelt GmbH, Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg, Germany*

⁶ *Ing.-Büro Janicke, Hermann-Hoch-Weg 1, 88662 Überlingen, Germany*

Ultrafeine Partikel (UFP) sind Partikel mit einem Durchmesser kleiner 100 Nanometern und können direkt durch Verbrennungsprozesse entstehen oder sich sekundär durch zumeist photochemische Prozesse aus gasförmigen Vorläufersubstanzen bilden. Aufgrund ihrer geringen Größe können sie nach Inhalation bis in den alveolaren Bereich der Lunge eindringen und sogar Zellmembranen durchdringen. Hierdurch können sie in die Blutbahn übergehen und letztlich in alle Körperorgane inklusive des Gehirns und Nervensystems gelangen. Die gesundheitlichen Wirkungen von UFP sind bisher nicht vollständig geklärt (HEI 2013; Ohlwein et al. 2018; Cassee et al. 2019). Toxikologische Studien deuten auf einen Beitrag ultrafeiner Partikel bei Entstehung und Progression verschiedener Krankheiten hin (HEI 2013; Cassee et al. 2019). Die Effekte von UFP in toxikologischen Studien beinhalten lokale, pulmonale sowie systemische Entzündungsreaktionen, Genotoxizität, Mutagenität und eine Störung der mikrovaskulären Funktion (Cassee et al. 2019). Die epidemiologische Evidenz ist im Vergleich zu den größeren Partikeln jedoch noch eingeschränkt und zeigt ein bisher gemischtes Bild (Ohlwein et al. 2018). Sie deuten auf einen Zusammenhang ultrafeiner Partikel mit kardiovaskulärer und respiratorischer Morbidität und Mortalität sowie der Entstehung von lokalen und systemischen Entzündungsprozessen sowie auf adverse Effekte auf das Gehirn und den Stoffwechsel hin (HEI 2013; Ohlwein et al. 2018). Allerdings ist noch nicht abschließend geklärt, welche Rolle dabei andere, mit den UFP korrelierte Schadstoffe, spielen.

Bezüglich der Langzeitwirkungen von UFP bestehen noch größere Forschungslücken. Bisher wurden weltweit nur wenige epidemiologische Studien zu Langzeitwirkungen von UFP durchgeführt. Aufgrund der methodisch sehr schwierigen und aufwändigen Erfassung der Langzeitbelastung einer großen Studienbevölkerung gegenüber UFP und der meist hohen Korrelation mit anderen Schadstoffen sowie der Exposition gegenüber der Lärmbelastungen durch den Verkehr ist eine Identifikation von unabhängigen Langzeitwirkungen der UFP schwierig und bedarf der Weiterentwicklung bestehender Mess- und Modellierungsansätze.

Ziel des im Poster vorgestellten Vorhabens ist es, ein Konzept für die Expositionserfassung gegenüber UFP für epidemiologische Studien zu erstellen, zu pilotieren und zu validieren. Anschließend soll ein Konzept für eine epidemiologische Studie basierend auf den Ergebnissen der Konzeptionierung der Expositionserfassung erstellt werden. In einem ersten Schritt werden die aktuellen Erkenntnisse zu UFP und Gesundheit in einer systematischen Übersichtsarbeit zusammengefasst und ausgewertet. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird eine geeignete UFP-Metrik zur Identifizierung von Gesundheitseffekten abgeleitet und es werden Konzepte für die feinräumige und zeitlich aufgelöste Modellierung und Messung der UFP-Konzentrationen in einem heterogenen städtischen Umfeld erarbeitet, wobei umweltbedingte Kofaktoren (NO₂, Ruß, Straßenverkehrslärm, etc.) mitberücksichtigt werden. Die Wahl der Metrik und die Konzeptentwicklung erfolgen unter der Annahme, dass sie im Rahmen einer epidemiologischen Langzeitstudie anwendbar sein müssen. Diese Konzepte werden im Rahmen eines Workshops externen Experten vorgestellt, diskutiert und angepasst. Basierend auf den aktualisierten Konzepten werden eine Messkampagne und die Pilotierung der Modellierung durchgeführt. Die Ergebnisse werden auch dazu genutzt, die (Kombination von) eingesetzten Modelle zur Abbildung der UFP-Konzentration zu validieren und die Korrelationen mit den umweltbedingten Co-Faktoren zu untersuchen. Im letzten Arbeitspaket wird, basierend auf den entwickelten und pilotierten Konzepten, ein Konzept für eine umwelt-epidemiologische Studie im deutschen großstädtischen Raum entwickelt, deren Ziel es ist, unabhängige kurz- und langfristige Gesundheitseffekte von UFP zu identifizieren.

Korrespondierende Autorin: Dr. Carmen Wolf (wolf@iuta.de)

Reduktion von ultrafeinen Partikeln bei Holzöfen durch elektrostatische Abscheider – Anforderung des Blauen Engel und Messergebnisse von vier Abscheidern im Vergleich

Axel Friedrich, Hannah von Blumröder und Patrick Huth

Berlin Zehlendorf

Einleitung: Laut EEA (2021) werden hierzulande mehr als 53.000 vorzeitige Todesfälle pro Jahr mit Feinstaub in Verbindung gebracht. Das Heizen mit Holz verursacht in Deutschland mittlerweile deutlich mehr Feinstaub als die Motoren von Pkw, Lkw und Bussen zusammen (UBA, 2022), wobei geschätzt rund vier Fünftel des Feinstaubes aus dem Verbrennen von Holz auf die bundesweit rund 11 Mio. installierten Holzöfen zurückzuführen ist (DBFZ, 2014). Gesundheitlich besonders relevant sind ultrafeine Partikel/UFP (PM_{0,1}). Rußpartikel als Teil des Feinstaubes tragen aufgrund des GWP₂₀ von bis zu 3200 CO₂e zur Erderwärmung bei. Eine Minderung von Feinstaub bzw. UFP ist daher sowohl aus Gesundheits- als auch Klimaschutzgründen dringend geboten. Hierfür bieten sich bei Holzöfen insbesondere elektrostatische Staubabscheider (ESP) als sekundäre Minderungsmaßnahme an. Um diese Technik zu etablieren, wurden in den vergangenen Jahren mit dem Blauen Engel für Kaminöfen (DE-UZ 212) sowie jenem für nachrüstbare Staubabscheider (DE-UZ 222) strenge Standards etabliert, die erstmalig auch einen Partikelanzahlgrenzwert von 5×10^6 pro cm³ bzw. eine geforderte Minderung der Partikelanzahl (PN) um mind. 90% beinhalten. Mit der vorliegenden Untersuchung soll geklärt werden, ob ESPs an handelsüblichen Holzöfen die PN-Minderungsvorgaben der genannten Umweltzeichen im Realbetrieb erfüllen.

Methoden: Im Methodenteil werden die eingesetzten Holzöfen und ESPs beschrieben (Hersteller, Modell, Nennleistung des Ofens). Darüber hinaus wird die Durchführung der Messungen erläutert: Hierzu zählen die Position des Messgerätes (Abstand zur Feuerung/zum Abscheider), die verwendete Holzart und Holzmenge in kg (pro Abbrand), die Messdauer bzw. Anzahl der gemessenen Abbrände und Zeitpunkte, wann der Abscheider bei den einzelnen Messungen ein- bzw. ausgeschaltet wurde (Bestimmung der Abscheideeffizienz). Für die PN-Messung wird ein Partikelanzahlmessgerät der Firma Sensors, APA, verwendet.

Ergebnisse: Im Ergebnisteil werden Messgrafiken für die getesteten ESPs präsentiert, welche die Abscheideeffizienz veranschaulichen. Zudem werden die Messwerte erläutert und mit den Anforderungen der Umweltzeichen verglichen.

Diskussion und Ausblick: Abschließend werden die Messergebnisse vor dem Hintergrund der Gesundheits- und Klimawirkung von Feinstaub aus Holzöfen diskutiert. Zudem soll auf Erfahrungen im Betrieb der ESPs eingegangen werden und mögliche Verbesserungspotentiale thematisiert werden. Politische Handlungsempfehlungen zur Förderung von ESPs bilden den Abschluss.

Kontakt. axel.friedrich.berlin@gmail.com

**Verwendung von porösem biogenem Siliziumdioxid (SiO₂) für
Feinstaubfilter-Prozesse (Projekt: PaCoSil)**

Steffi Formann¹, Thomas Schliermann¹, Ingo Hartmann¹ und Frank Hoferecht²

¹ *DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH*

² *ETE EmTechEngineering GmbH*

Im Projekt PaCoSil werden regional verfügbare siliziumreiche biogene Reststoffe zur Erzeugung regenerativer Wärme in Kombination mit siliziumdioxidangereicherten porösen röntgenamorphen Feststoffen untersucht, um diese für die stoffliche Nutzung in Umweltprozessen zur Feinstaubabscheidung zu nutzen. Bei der mit der wärmegeführten Produktion gekoppelten stofflichen Verwertung fallen als Produkt siliziumreiche biogene Reststoffe an. Die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens ist insbesondere dadurch gegeben, dass die wärmegeführte Produktion mit der stofflichen Verwertung der Verbrennungsrückstände kombiniert werden kann. Der Fokus des Projektes liegt daher auf der energetischen Nutzung des Materials und erfordert eine technische Entwicklung zur Umsetzung der Verfahrensschritte. Als siliziumreiche und regional verfügbare biogene Reststoffe werden Hafer- und Dinkelspelzen eingesetzt. Es wurde ein Herstellungsverfahren zur Produktion von porösem Siliziumdioxid (SiO₂) aus siliziumreichen biogenen Reststoffen entwickelt. Der erste Schwerpunkt lag dabei auf der Verwendung von Reisspelzen. Durch einen thermischen Prozess und eine vorgeschaltete chemische Behandlung wird Siliziumdioxid aus der Biomasse extrahiert. Dieses SiO₂ wird als Filtrationsmedium für die Feinstaubabscheidung in speziell entwickelten Feinstaubfiltersystemen eingesetzt, was im Projekt in zwei Anwendungen untersucht wird:

1. Abgasreinigung an Biomassefeuerungen für Rest- und Abfallstoffe
2. Umgebungsluftreinigung für Prozessluft in der Industrie

Die Arbeiten konzentrieren sich auf lokal bzw. in Deutschland regional verfügbare Reststoffe. Die Projektpartner führen grundlegende Laboruntersuchungen bis hin zu praktischen Demonstrationsversuchen durch, um das Gesamtverfahren und die technischen Anwendungen zu entwickeln und damit die Machbarkeit zu belegen. Ziel ist es, die Eignung des mit SiO₂ angereicherten Verbrennungsrückstandes - im Folgenden Biosilica genannt - aus verschiedenen Rohstoffquellen als Feinstaubfiltermaterial aufzuzeigen. Die dafür notwendigen verfahrenstechnischen Komponenten werden im Technikumsmaßstab entwickelt und optimiert und zusätzlich in zwei Feldanlagen im Praxisbetrieb getestet.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass Biosilica eine hohe Staubpartikelabscheidung ermöglicht und somit zur Minderung der Staubpartikel in bestimmten Anwendungen einsetzbar ist. Die Entwicklung und Testung der Filteranwendungen werden weiter fortgeführt.

*Gedanken springen wie Flöhe von einem zum anderen,
aber sie beißen nicht jeden.*

George Bernhard Shaw

Adressenverzeichnis der ausstellenden Gerätehersteller

Comde-Derenda GmbH

Kieler Str. 9, D-14532 Stahnsdorf

Telefon: +(0)3329 6902720

E-mail: info@comde.de

<https://www.comde-derenda.com>

Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH

In den Birken 1, D-70794 Filderstadt

Telefon: +(0)711 77088924

E-Mail: info-pa@metrohm.de

<https://www.metrohm-prozessanalytik.de>

Envilyse GmbH

Kruppstraße 82, D-45145 Essen

Telefon: +(0)201 38438921

E-mail: info@envilyse.de

<https://envilyse.de>

Grimm-Durag GmbH

Dorfstraße 9, D-83404 Ainring

Telefon: +(0)8654 5780

E-mail: info@grimm.durag.com

<https://www.grimm-aerosol.com>

Palas GmbH

Greschbachstraße 3b, D-76229 Karlsruhe

Telefon: +(0)721 962130

E-mail: mail@palas.de

<https://www.palas.de>

ParteQ GmbH

Brunnenstrasse 12, D-76316 Malsch

Telefon: 07204 9474747

info@parteq.net

<https://parteq.net>

Steinicke GmbH

Franklinstrasse 11, D-10587 Berlin

Telefon (0)30 8332097

E-mail: info@e-steinicke.de

<https://luft-ein-lebensmittel.de>

TSI GmbH

Neuköllner Str. 4, D-52068 Aachen

Telefon: + (0)241 523030

E-mail: tsigmbh@tsi.com

<https://www.tsi.com>

*Der kluge Mann macht nicht alle Fehler selbst.
Er gibt auch anderen eine Chance.*

Winston Churchill

Anmerkungen zur Technischen Universität Berlin

Die Wurzeln der TU Berlin

Die Geschichte der Technischen Universität Berlin beginnt nicht erst mit der Neugründung im Jahr 1946. Die Wurzeln reichen zurück bis in das 18. Jahrhundert. Friedrich der Große gründete 1770 in Berlin die Bergakademie, eine der drei bedeutendsten Vorläufereinrichtungen der TU-Berlin. Die beiden anderen sind die 1799 gegründete Bauakademie und die 1821 eröffnete Gewerbeakademie. Bau- und Gewerbeakademie verschmolzen 1879 zur Königlich Technischen Hochschule zu Berlin, deren Sitz ins damals eigenständige Charlottenburg verlegt wurde. Im Jahr 1916 wurde auch die Bergakademie in die Technische Hochschule eingegliedert.



Schinkels Bauakademie, Stahlstich von E. Mandel aus dem Jahr 1853

Aufstieg der Technikwissenschaften

Die Gründung der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin war ein wichtiger Schritt, wuchs doch die Bedeutung der Ingenieure mit der zunehmenden Industrialisierung im 19. Jahrhundert. Der Bedarf an ausgebildeten Ingenieuren nahm zu, ebenso die Forderung nach ihrer gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Anerkennung. 1899 sprach der deutsche Kaiser und König von Preußen Wilhelm II. den technischen Hochschulen in Preußen als ersten technischen Hochschulen im Deutschen Reich das Recht zu, den Dokortitel zu verleihen. Die feierliche Zeremonie fand im Lichthof der TH zu Berlin statt. Damit wurde der Ingenieur den humanistisch gebildeten Akademikern formal gleichgestellt.

Die TU Berlin sieht sich in der Tradition dieser Hochschule, die den guten Ruf der technischen Forschung in Berlin prägte und einen entscheidenden Anteil am Aufstieg zu einer der größten Industriestädte Europas hatte. Die TH zu Berlin entwickelte sich – nicht nur für Preußen und Deutschland, sondern für alle Kulturländer – zu einem „geistigen Mittelpunkt, einem viel beneideten Vorbild und einem Brennpunkt des technischen Fortschritts“, wie der Verein Deutscher Ingenieure 1906 schrieb. Bis in die 1930er-Jahre studierten und lehrten mehrere Wissenschaftler an der TH zu Berlin, die mit einem Nobelpreis gewürdigt wurden. Zu ihnen gehören die Chemiker Carl Bosch und Fritz Haber sowie die Physiker Gustav Hertz, Eugene Paul Wigner, Wolfgang Paul, George de Hevesy, Dennis Gabor und Ernst Ruska. 2007 erhielt der Berliner Chemiker Gerhard Ertl den Nobelpreis für Chemie. Der Forscher vom Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft ist seit 1986 Honorarprofessor der TU Berlin.

Stütze der NS-Kriegsmaschinerie

Noch vor der Machtübernahme 1933 wurde die Technische Hochschule, insbesondere bezogen auf die Studentenschaft, zu einer Hochburg der Nationalsozialisten. Auch unter der Professorenschaft waren viele, die den Nationalsozialisten freundlich gegenüberstanden. Die Diskriminierung und Vertreibung jüdischer und kritischer Wissenschaftler, zu ihnen zählten auch Gustav Hertz und Georg Schlesinger, der Wegbereiter der modernen Produktionswissenschaften und zusammen mit Albert Einstein der Mitbegründer des Technion Haifa, bilden das dunkelste Kapitel in der Geschichte der Universität. Die Hochschule zeichnete sich durch eine peinlich genaue Beachtung aller neuen Vorschriften aus. So wurde die Technische Hochschule zu "einer der Stützen der technischen Entwicklung jener ungeheuren Kriegsmaschinerie, mit deren Hilfe das Nazi-Deutschland andere Völker angriff und unterdrückte", wie es der Vertreter der britischen Militärregierung bei der offiziellen Eröffnung der neuen "Technischen Universität" im April 1946 ausdrückte.



Die alte Nordfront des Hauptgebäudes



Aufräumarbeiten im Mai 1945

Bruch mit nationalsozialistischer Vergangenheit - Ein Neubeginn mit Weitblick

Die Neueröffnung 1946 wurde bewusst nicht als Wiedereröffnung begangen, um zu zeigen, dass nicht an die nationalsozialistische Vergangenheit angeknüpft werden sollte. Dies wurde auch durch den neuen Namen deutlich: Als erste Technische Hochschule Deutschlands bekam sie den Namen "Technische Universität". Zugleich wurde der Bildungsauftrag neu bestimmt: Im Mittelpunkt stand nun eine universale Bildung. Ausgefüllt wurde diese



neue Programmatik durch die Einführung des "humanistischen Studiums" als Bestandteil aller Studienrichtungen. So wurden 1948 Lehrstühle für Geschichte, Literaturwissenschaft, Anthropologie und Sozialethik geschaffen. Das humanistische Studium erfüllte jedoch nicht die Erwartungen und wurde als obligatorischer Bestandteil der Ingenieurausbildung auf Betreiben der Studierenden 1968 aufgegeben. Die Frage nach dem Verständnis von Gesellschaft und Technik ist aber bis heute aktuell geblieben.

Von Beginn an zeigte sich die TU Berlin für Reformen und Neuerungen aufgeschlossen. Grundlegende Veränderungen für das deutsche Hochschulsystem brachte dann die Studentenbewegung Ende der 60er-Jahre. Durch ihre zentrale Lage war die TU Berlin oftmals Ausgangspunkt für Aktivitäten der Berliner Studierenden in dieser Zeit. Die 60er- und 70er-Jahre waren geprägt vom deutlichen Ausbau der deutschen Universitäten. So stieg auch die Zahl der

Studierenden an der TU Berlin. Des Weiteren wurden zum 1. April 1980 Teile der ehemaligen Pädagogischen Hochschule Berlin in die TU Berlin integriert.

Doch seit den 1980er-Jahren bekam auch sie immer stärker die Finanzknappheit der öffentlichen Haushalte zu spüren. Der Fall der Mauer vergrößerte schlagartig den Wissenschaftsstandort Berlin und in der Folge auch seine Kosten. Mit der Einführung der so genannten Hochschulverträge stellte sich das Land Berlin der Herausforderung. Seit Ende der 90er-Jahre bieten sie den Universitäten einerseits finanzielle Planungssicherheit und fordern andererseits zahlreiche Reformschritte. Die TU Berlin verfolgt diesen Weg konsequent. Ein schlankes, modernes Management, die Umstellung der Studiengänge auf Bachelor- und Masterabschlüsse sowie eine exzellente Forschung stehen dabei im Fokus.

Die Technische Universität Berlin heute

Die Technische Universität Berlin versteht sich als international renommierte Universität in der deutschen Hauptstadt, im Zentrum Europas. Eine scharfe Profilbildung, herausragende Leistungen in Forschung und Lehre, die Qualifikation von sehr guten Absolventinnen und Absolventen und eine moderne Verwaltung stehen im Mittelpunkt ihres Agierens.

Ihr Streben nach Wissensvermehrung und technologischem Fortschritt orientiert sich an den Prinzipien von Exzellenz und Qualität. Eine starke regionale, nationale und internationale Vernetzung mit Wissenschaft und Wirtschaft ist dabei ein zentraler Aspekt. Forschung und Lehre werden von einem breiten Spektrum sich ergänzender Disziplinen bestimmt. Sie reichen von den Ingenieurwissenschaften über die Natur-, Planungs- sowie Wirtschaftswissenschaften bis hin zu den Geistes- und Sozialwissenschaften.



Durch zahlreiche Reformvorhaben hat sich die TU Berlin ein neues Gesicht gegeben. In den vergangenen zehn Jahren halbierte sich die Anzahl ihrer Fachgebiete. Die Universität hat diesen Prozess aktiv zur Schärfung ihres spezifischen Profils genutzt. Viele Alleinstellungsmerkmale im Studienangebot und in der wissenschaftlichen Ausrichtung kennzeichnen heute die TU Berlin. So bietet sie als einzige Universität in der Region eine ingenieurwissenschaftliche Ausbildung. Als starke Forschungsuniversität fördert sie die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft. Ein hohes Drittmittelvolumen ist ein Beleg hierfür.

Luftbild des Stammgeländes der TU Berlin

Sieben Zukunftsfelder

Um den gesellschaftlichen Anforderungen und technischen Fragestellungen der Zukunft gerecht zu werden, organisiert sie ihre Kernkompetenzen in interdisziplinären Forschungsverbünden. Als Schwerpunktbereiche hat die TU Berlin sieben Zukunftsfelder - unter Einbezug der Grundlagenforschung - definiert:

- Energie
- Gesundheit und Ernährung
- Mobilität und Verkehr
- Wissensmanagement
- Gestaltung von Lebensräumen
- Information und Kommunikation
- Wasser

Für eine gezielte Schwerpunktsetzung wird auch der sich vollziehende Generationswechsel in der Professorenschaft genutzt. Die strategische Berufungspolitik der TU Berlin dient daher zur nachhaltigen Förderung von Exzellenz in wichtigen Disziplinen.

Der Weg in die Zukunft

Zu den hochschulpolitischen Prioritäten gehört eine kontinuierliche umfassende Reform des Studienangebots. Infolge des Bologna-Prozesses sind bereits neue und zukunftsweisende Ausbildungsangebote – einige davon besitzen deutschlandweit einen einzigartigen Charakter- entstanden und weitere sind in Vorbereitung. Eine flächendeckende Qualitätssicherung der Lehrinhalte soll das hohe Niveau auch für die Bachelor- und Masterangebote sichern. Zahlreiche universitätsinterne Programme fördern die Verkürzung von Studienzeiten und die Verbesserung der Betreuungsquote von Studierenden.

Eine neue Leitungs- und Gremienstruktur garantiert ein modernes Hochschulmanagement, die Trennung von strategischen und operativen Aufgaben sowie einen hohen Grad an Autonomie. Mit diesem Reformschritt konnten auch renommierte Persönlichkeiten gewonnen werden, die der Universität nun als Kuratorinnen und Kuratoren beratend zur Seite stehen. Künftig soll ein umfassendes Qualitätsmanagement als grundlegendes Prinzip der Hochschulsteuerung verankert werden.

Zahlreiche Reformvorhaben im Bereich der Verwaltung – vom Facility Management bis hin zur eigenverantwortlichen Bewirtschaftung der Sach- und Personalmittel durch die Fakultäten – sind eine weitere Säule des Erneuerungsprozesses der Universität. Umfangreiche Bautätigkeiten werden das Erscheinungsbild der Universität in der Öffentlichkeit in wenigen Jahren modernisieren. Mit der räumlichen Konzentration auf dem Hauptcampus in Berlin-Charlottenburg wird sie zur "Universität der kurzen Wege".

Die genannten Maßnahmen verdeutlichen einen kontinuierlichen Prozess, mit dem sich die TU Berlin auf die aktuelle Wettbewerbssituation und die Herausforderungen der Zukunft einstellt.

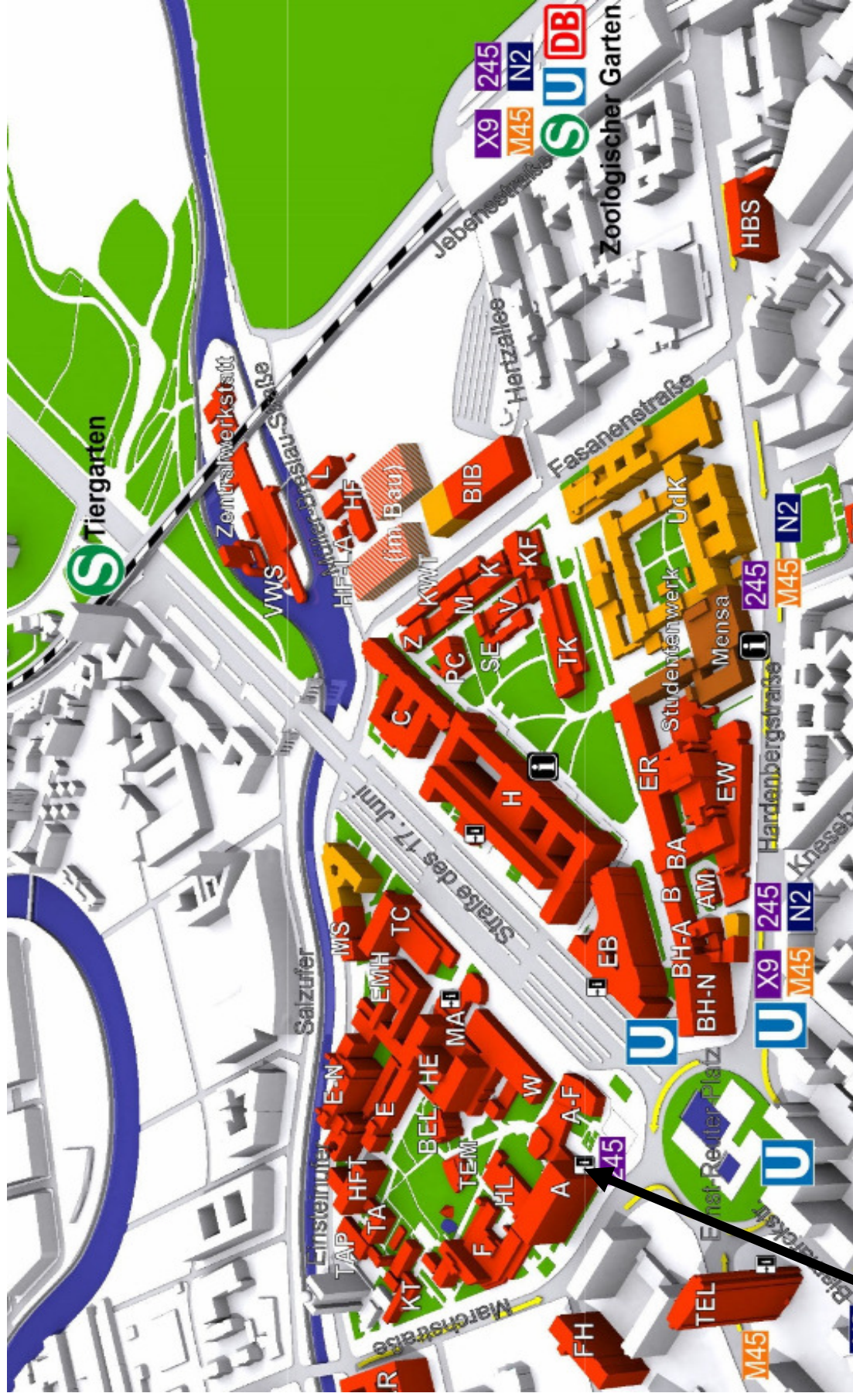
Notizen

Ich reise nie ohne mein Notizbuch. Im Zug sollte man immer etwas Sensationelles zu lesen dabeihaben.

Oscar Wilde

*Man kann niemanden überholen,
wenn man in seine Fußstapfen tritt.*

Francoise Truffaut



Tagungsort im Architekturgebäude
der TU Berlin