

Covid-19: Aerosole, Methoden zu ihrer Untersuchung und das AAF Statement

Falk Mothes und Hartmut Herrmann

**Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS)
Abteilung Chemie der Atmosphäre (ACD)
Permoserstr. 15, 04318 Leipzig**



Email: herrmann@tropos.de

TROPOS
Leibniz Institute for
Tropospheric Research

(A) Aerosolkammer als Untersuchungswerkzeug

(B) AAF Statement

- **Aerosole und Tröpfchen**
- **Superspreader**
- **Massnahmen**

(C) Ausblick



Aerosolkammer



- Verbesserung des Verständnis zum Übertragungsprozess des SARS-CoV-2 durch Aerosolpartikel [1-4]
- SARS-CoV-2 in Aerosolpartikeln über mehrere Stunden hinweg lebensfähig [5]
- Covid-19- Patienten produzieren Aerosolpartikel, die lebensfähiges SAR-CoV-2 enthalten [6-8]
- Erforschung der Halbwertszeit des Coranovirus und des Transferpfades über die Luft in Abhängigkeit von Parametern wie UV-Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Partikelgröße und der chemischen Zusammensetzung von Aerosolpartikeln und Tröpfchen sowie der Viruslast in den verschiedenen luftgetragenen Partikeln
- Aerosolkammerexperimente ermöglichen die Untersuchung chemischen und physikalischer Aerosolprozesse unter gut kontrollierten Bedingungen

[1] M.A. Kohanski, et al., *Int. Forum Allergy Rh.*(2020), 10, 1173.

[2] S. Tang, et al., *Environ. Int.*(2020), 144, 106039.

[3] Robert Koch Institut, *Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19*,
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html (11.01.2021).

[4] L. Morawska, et al., *Clin. Infect. Dis.*(2020), 71, 2311.

[5] N. van Doremalen, et al., *N. Engl. J. Med.*(2020), 382, 1564.

[6] J.A. Lednicky, et al., *Int. J. Infect. Dis.*(2020), 100, 476.

[7] P.Y. Chia, et al., *Nat. Commun.*(2020), 11, 2800. [8] K. Nissen, et al., *Sci. Rep.*(2020), 10, 19589.



Idee einer Aerosol- und Tröpfchenkammer zur Virusforschung (II)

Aus der Literatur:

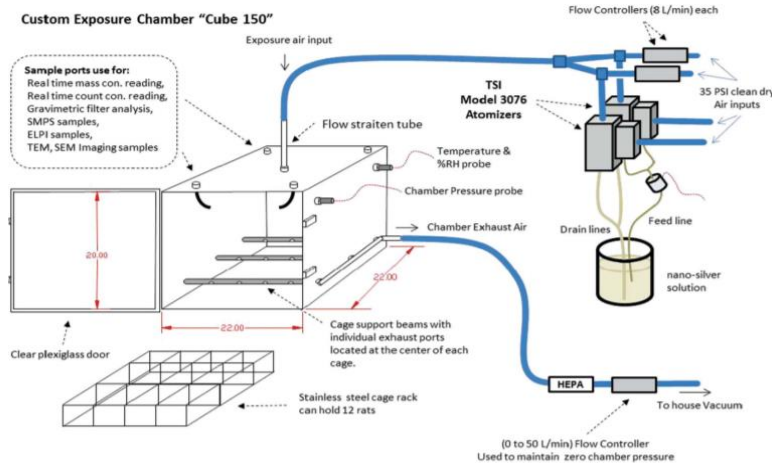


FIGURE 1. Diagram of the computer controlled nano-silver spray aerosol exposure system. Dimensions of the chamber are given in inches (color figure available online).



Beispiel
einer
kleineren
Kammer

<https://www.ipa.uni-mainz.de/lehre/exkursion/exkursion-2019/>

Jenny R. Roberts , Walter McKinney , Hong Kan , Kristine Krajnak , David G. Frazer , Treye A. Thomas , Stacey Waugh , Allison Kenyon , Robert I. MacCuspie , Vincent A. Hackley & Vincent Castranova (2013) Pulmonary and Cardiovascular Responses of Rats to Inhalation of Silver Nanoparticles, Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues, 76:11, 651-668, DOI: 10.1080/15287394.2013.792024

Ideen der Kooperation und Kammer:

Nutzung der TROPOS Teflon Aerosol- und Tröpfchenkammer ($V = \text{ca. } 18 \text{ m}^3$) zum Einsatz in einem S2 Labor

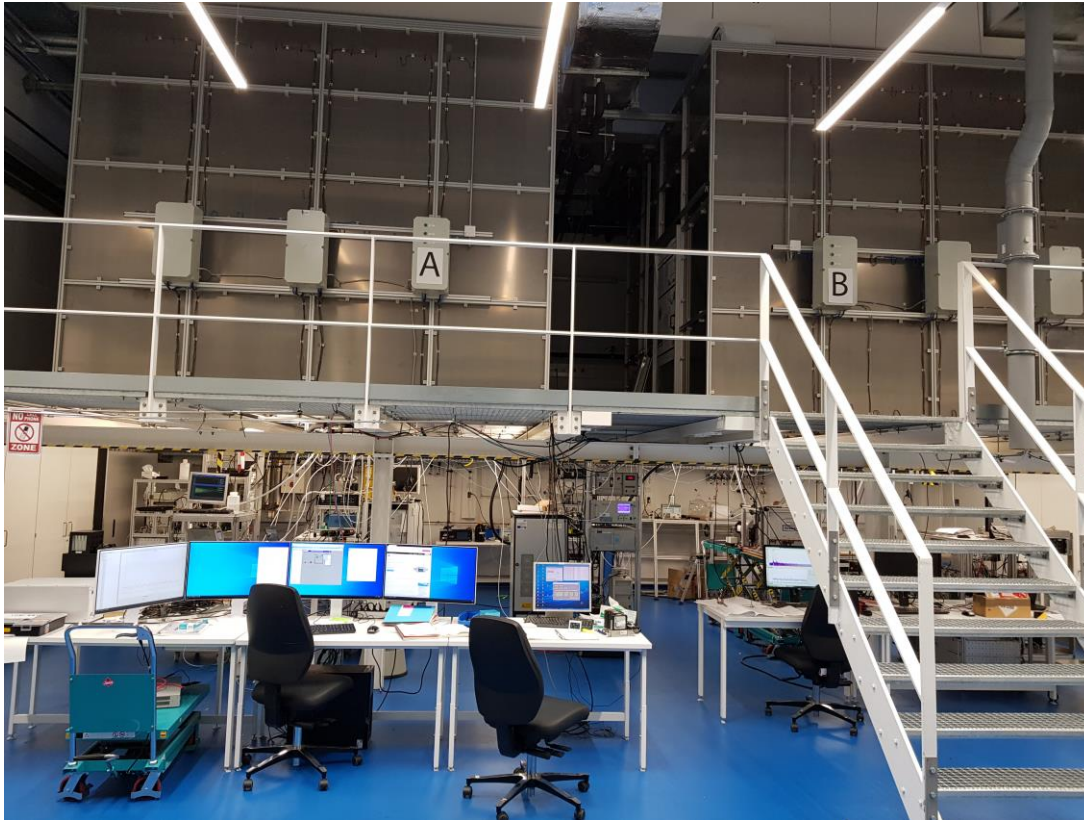
Ausstattung mit Atomizer, Partikelgrößenspektrometer und Moudi-Impaktor sowie Sammeleinrichtungen für PROVIS bildgebende Verfahren, Analytik und die Virologie

Kooperation von Prof. Liebert (UKL Virologie), Prof. Richnow (UFZ) und Prof. Herrmann (TROPOS)

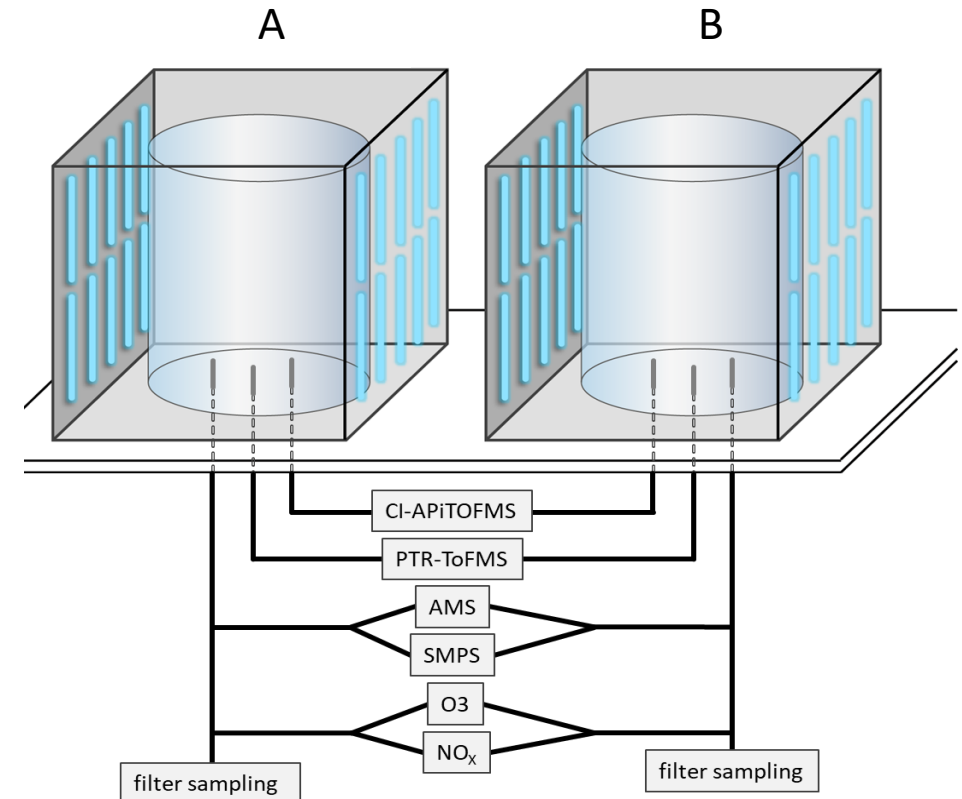


Idee einer Aerosol- und Tröpfchenkammer zur Virusforschung (I)

Große ACD-C Kammern am TROPOS



Schematischer Aufbau ACD-C



CI-APIToFMS: Chemical Ionization Atmospheric Pressure interface
Time-of-Flight Mass Spectrometry

PTR-ToFMS: Proton Transfer Reaction Time-of-Flight Mass
Spectrometry/ Spectrometer

AMS: Aerosol Mass Spectrometer

SMPS: Scanning Mobility Particle Sizer

- $V = 19 \text{ m}^3$ pro Kammer, Material FEP
- T-kontrolliert ($5\text{--}40^\circ \text{ C}$)
- 56 UV Lampen (pro Kammer)
- State-of-the-art online Analytik



Experimentelle Einflussgrößen zur Untersuchung (II)

- 1) Virentyp: tierpathogene Viren, z.B. Schweine- oder Rinderviren
 - 2) Aerosolmatrix: künstliche Keimlösungen oder klassische Partikel- (Seed-) Lösungen aus Kammerexperimenten basierend auf Ammoniumsulfat
 - 3) Virusmobilisierung: durch Dispersion wässriger Seedlösungen, die die Viren enthalten, z.B. via Aerosolgenerator ATM 230 (TOPAS), erzeugt polydisperse Aerosolpartikel bis 1 μm , auch größenselektive Aerosolerzeugung möglich
 - 4) Variation der relativen Feuchte: Bereich 0-85%
 - 5) Variation der Temperatur: Bereich 278 – 328 K
 - 6) Strahlung: Variation Wellenlängenbereich (UV-A vs. UV-C) und Strahlungsintensität
- Sammlung der virenbeladenen Aerosolproben zur weiteren Analyse incl PCR Test



Aerosolkammer zur Virusforschung (III):

Table 1: Zum ersten Stichtag ausgewählte Projekte (11.12.2020)

- ➔ Aerosolexperimente mit oder ohne Virus unter kontrollierten (realistischen) Bedingungen
- ➔ Variation der experimentellen Bedingungen (UV-C, Temperatur, relative feuchte, Aerosolmengen)
- ➔ Aerosolprobenahme für nachgeschaltete Analytik und Virologie

Akronym	Titel	Koordinator & Partner
BeCoLe	UVC-Luftentkeimung in Innenräumen	S&P Sahlmann Planungsgesellschaft für Gebäudetechnik mbH <ul style="list-style-type: none"> - Virobuster International GmbH - Institut für Virologie, Universität Leipzig - Universitätsklinikum Leipzig - SEIWO Technik GmbH - NEL GmbH - Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. - Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ - Dinies Technologies GmbH - JTS-Hygiene GmbH (assoziiert)

Studien zur Anwendung von UVC-Luftentkeimungssystemen zur Bekämpfung von u.A. Coronaviren:

- Erforderliche Mindestbestrahlungsstärke zur Gewährleistung der Entkeimungswirkung
- Bei gleichzeitiger Überprüfung der Bildung unerwünschter Nebenprodukte
- Dimensionierung der Anlagen für spezifische Anwendungen, z.B. Klassenräume, medizinische Warteräume, etc.



Pressemitteilung

07.04.2021 | Nr. 069/2021
Seite 1 von 2

Karliczek: Innovative Medizintechnik verbessert die Gesundheitsversorgung in der Corona-Pandemie

BMBF investiert weitere 20 Millionen Euro in verschiedene Vorhaben zur Medizintechnik und Diagnostik

AAF Statement (08 12 2020)



Kontakt DE / EN

Institut

Forschung

Lehre

Entdecken

Aktuelles

Covid-19 und die Rolle von Aerosolpartikeln - Stellungnahme des Arbeitsausschusses Feinstäube (AAF) von DECHEMA/ProcessNet, GDCh und KRdL

Aktuelles > Pressemitteilungen > Statements >

Stellungnahme des Arbeitsausschusses Feinstäube (AAF) von DECHEMA/ProcessNet, GDCh und KRdL

<https://www.tropos.de/aktuelles/pressemitteilungen/covid-19-und-die-rolle-von-aerosolpartikeln>

<https://tinyurl.com/FAQ-aerosole>

Häufig gestellte Fragen zum Schutz vor COVID-19-Aerosolübertragung

Verknüpfung zu dieser Seite: <https://tinyurl.com/FAQ-aerosols>

Version: 1.87, 9-Dez-2020

[Klicken Sie hier](#), um über die wissenschaftlichen und historischen Details zu springen und direkt zu den Empfehlungen zu gelangen.

[Klicken Sie hier](#) für eine automatische Übersetzung in viele Sprachen (wählen Sie Ihre Sprache aus dem Menü)

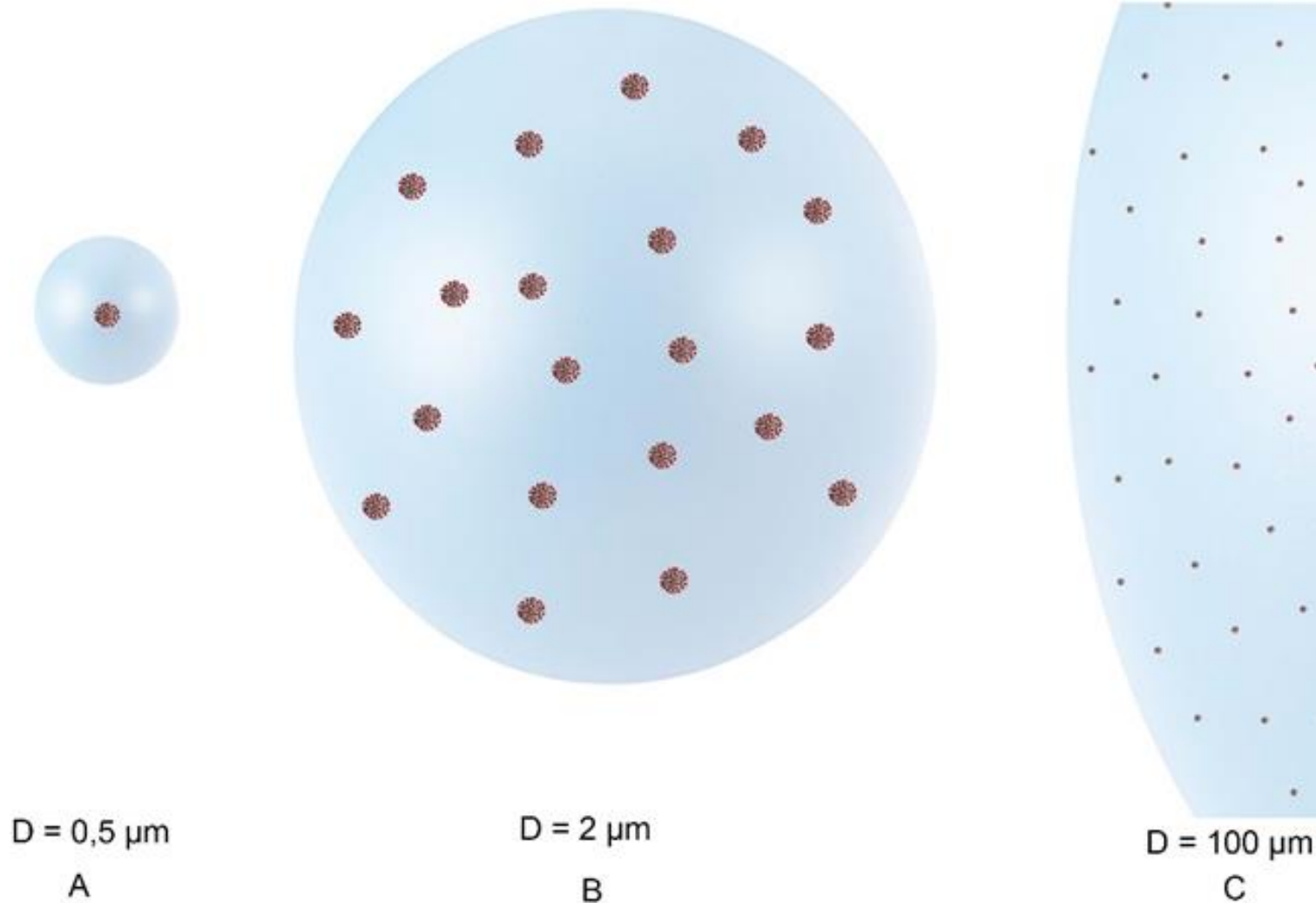
[0. Fragen zu diesen FAQs](#)



<https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vTgVkamic82Ux90zCWb5NFC6gYcDSWKYxKgh2y49uHQ5OJfGBAuQXs8igbmOaGqODI9wJ0UUnpo1dZu/pub>



Arbeitsausschuß Feinstäube (AAF): Covid-19 und die Rolle von Aerosolpartikeln



Darstellung der Größenverhältnisse von SARS-CoV-2 Viren (0,1 µm) bei Aerosolpartikelemissionen aus Nase und Mund. Von links nach rechts: (A): Ruheatmung, (B): Sprechen, Singen und Schreien (Mund), (C): Noch größere Tröpfchen werden beim Niesen aus Nase und Mund ausgestoßen. Schwebende Viren sind in Speichel oder eingetrocknete Lungenflüssigkeit eingebettet, feuchtkaltes Klima und Dunkelheit verlängern ihre Aktivität. Partikel A können in ungelüfteten Räumen länger als einen Tag schweben, Partikel B mehrere Stunden. Die größten Partikel (C und zumeist noch größer) vom Niesen sinken in wenigen Sekunden zu Boden. Anders als Alltagsmasken schützen N95- und FFP2-Masken auch gegen Partikel A.

Das SARS-CoV-2 Virus kann sich auf drei Wegen ausbreiten:

1. Über den Hautkontakt mit infektiösen Oberflächen (weniger wichtig)
2. Über größere Tröpfchen, die durch infizierte Personen beim Niesen, Husten oder auch beim Singen und lautem Sprechen ausgestoßen werden und die durch die Schleimhäute von Mund, Nase und Augen aufgenommen werden: **Droplets / Tröpfchen**
3. Über das Aus- und Einatmen von kleineren Schwebeteilchen, den sog. **Aerosolpartikeln**

#Covidisairborne



AHA-Maßnahmen:

- Sorgfältiges Händewaschen
- Tragen von Atemmasken als Mund- und Nasenschutz
- Abstand halten

- Beim Arbeiten mit Infizierten in Krankenhäusern sind darüber hinaus Visiere bzw. Schutzbrillen zum Schutz der Augen notwendig
- Händewaschen und Abstandhalten gehören zu den einfachsten und einsichtigsten Vorsorgemaßnahmen
- Bei Masken jedoch viel Unkenntnis über deren Wirkung und richtiges Tragen

- Sog. Alltags- oder Community-Masken: Schutz vor größeren Aerosolen oder Tröpfchen C, wenig oder gar kein Schutz vor den Schwebeteilchen A und B
- Dasselbe gilt für Trennscheiben oder Gesichtsvisiere, die nur einen Spritzschutz darstellen
- Bessere Schutzwirkung vor dem Einatmen von Aerosolteilchen: N95- und FFP2-Masken
- Dies allerdings auch nur dann, wenn die Maske gut schließend und die metallverstärkte Abdichtung am Nasenrücken optimal sitzt





HEALTH AND SCIENCE

WHO urges fully vaccinated people to continue to wear masks as delta Covid variant spreads

PUBLISHED FRI, JUN 25 2021 2:02 PM EDT

UPDATED FRI, JUN 25 2021 4:34 PM EDT

Berkeley Lovelace Jr.

[@BERKELEYJR](#)

SHARE    

KEY POINTS

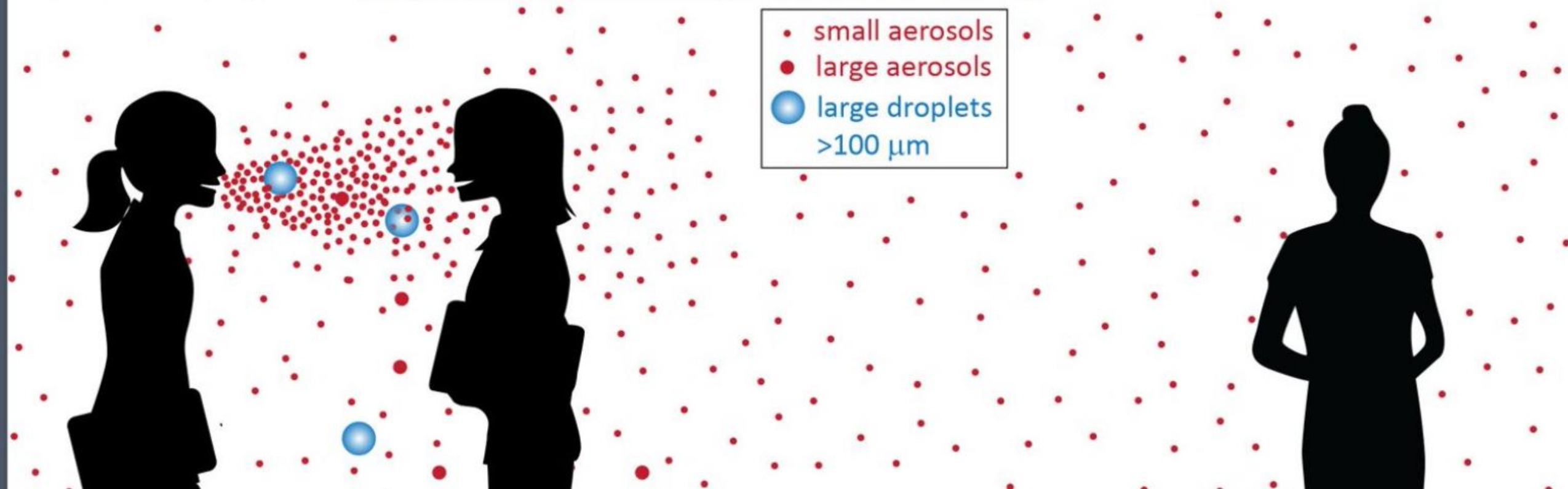
- The WHO urged fully vaccinated people to continue to wear masks and practice other Covid-19 pandemic safety measures as the highly contagious delta variant spreads rapidly across the globe.
- "People cannot feel safe just because they had the two doses. They still need to protect themselves," WHO official Dr. Mariangela Simao told reporters.



- Größere Tröpfchen verhalten sich wie **Bälle beim Wurf**: Aufenthaltsdauer in der Luft kurz und räumliche Reichweite sehr begrenzt
- Luftwiderstand und Schwerkraft sorgen dafür, dass ausgestoßene Tröpfchen mit beispielsweise $0,1 \text{ mm} = 100 \text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser (C in der Abbildung) in ruhender Luft innerhalb von etwa 10 s in nächster Nähe durch Sedimentation zu Boden sinken
- Dass solche Tröpfchen beim Schreien, Singen oder lautem Sprechen und insbesondere beim Niesen oder Husten gebildet werden, begründet die Abstandsregel 1,5 - 2 m
- In Innenräumen wird das Absinken der größeren Teilchen durch den Auftrieb der warmen Atemluft leicht verzögert
- Bei den kleinen Aerosolteilchen (A und B) ist der Auftrieb allerdings so stark, dass die Teilchen zunächst in Richtung Decke aufsteigen und sich von dort ausbreiten



Graphic by Prof. Linsey Marr, published in [https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(21\)00007-4/fulltext](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(21)00007-4/fulltext)



Bisherige Erkenntnisse: Variabilität der Aerosolemission & 'Superemitter'

- Unterschiede von Person zu Person um den Faktor 100 bei Ruheatmung oder normalem Sprechen kommen durchaus vor; unabhängig von Lungenvolumen, Atemtiefe, Alter oder Vorerkrankungen
- Einige sind daher sog. Superemitter, ohne dass es ihnen überhaupt bewusst ist
- Emissionskonzentrationen der Aerosolpartikel A aus dem Mund wachsen beim Sprechen und Singen linear mit der Lautstärke an
- Infizierte Superemitter können somit „Superspreader“ sein, dadurch besonders intensiv zu Infektionen beitragen und möglicherweise viele Personen gleichzeitig anstecken
- Durch Sprechen, Singen und Husten werden zusätzlich größere Partikel emittiert, beim Niesen die größten Partikel überhaupt
- Der größere Teil der Infektionen wird von einem kleinen Teil der Infizierten verursacht



RETURN TO ARTICLES ASAP | < PREV ECOTOXICOLOGY AND PU... NEXT >

Aerosol Dynamics Model for Estimating the Risk from Short-Range Airborne Transmission and Inhalation of Expiratory Droplets of SARS-CoV-2

Sukrant Dhawan and Pratim Biswas*

Cite this: *Environ. Sci. Technol.* 2021, XXXX, XXX, XXX-XXX

Publication Date: June 16, 2021

<https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00235>

© 2021 American Chemical Society

[RIGHTS & PERMISSIONS](#)

Article Views

527

Altmetric

153

Citations

-



News (1)
Twitter (235)
Reddit (1)

Share Add to Export



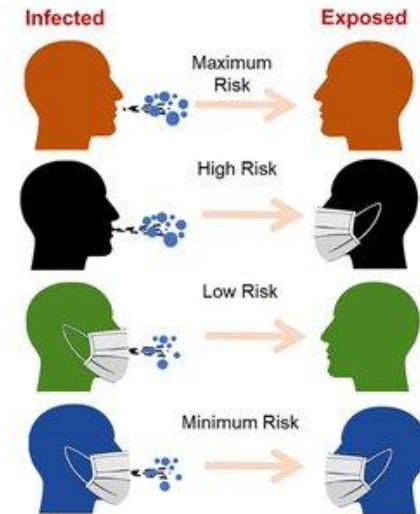
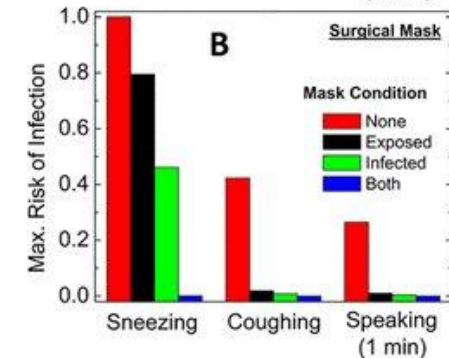
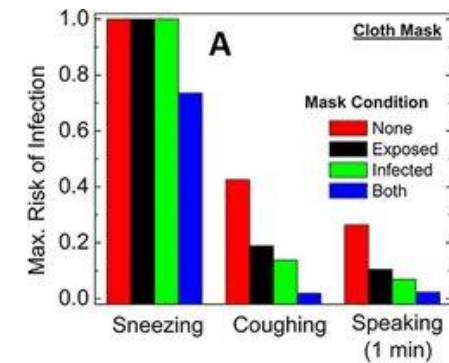
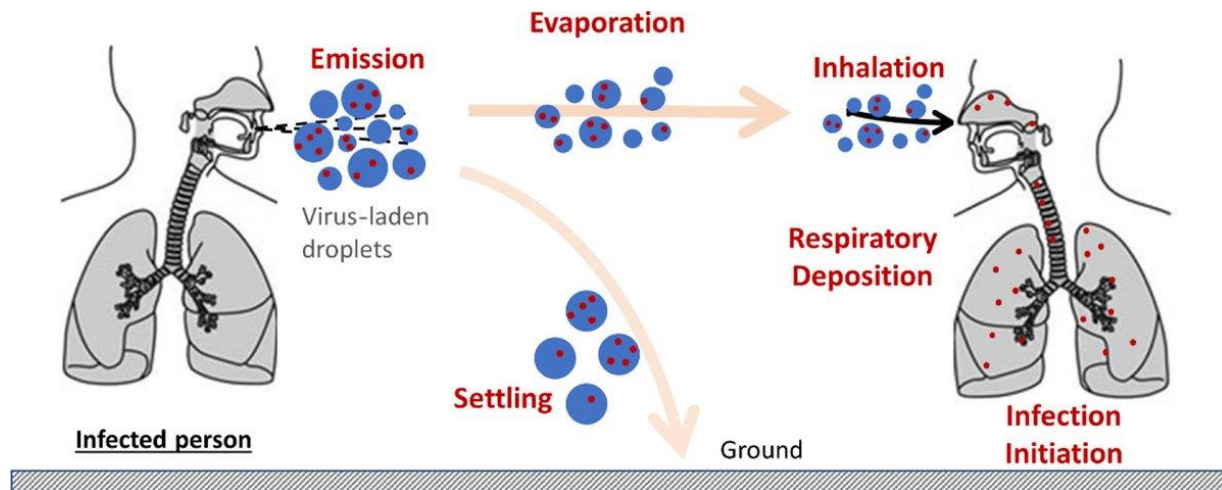
Environmental Science & Technology

PDF (3 MB)

Supporting Info (1)

SUBJECTS: Infectious diseases, Atmospheric chemistry, Liquids, Evaporation, Deposition

https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c00235#YNnPq_nhYdw.twitter



FFP3 respirators protect healthcare workers against infection with SARS-CoV-2

COVID-19 | FFP3 MASK | HEALTHCARE WORKER | PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT | SARS-COV-2

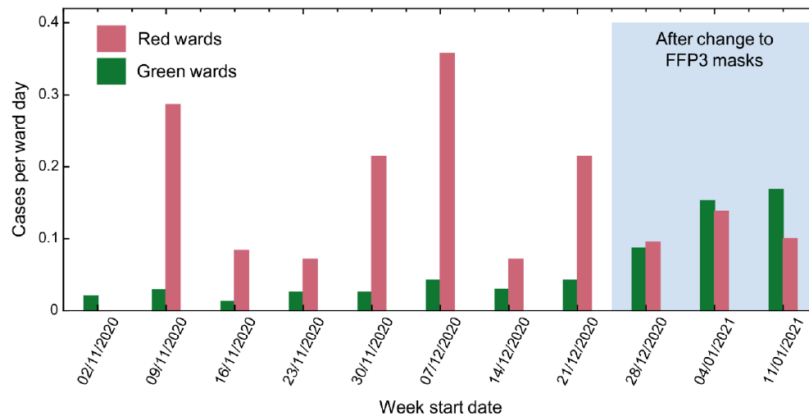
Mark Ferris, Rebecca Ferris, Chris Workman, Eoin O'Connor, David A Enoch, Emma Goldesgyme, Natalie Quinnell, Parth Patel, Jo Wright, Geraldine Martell, Christine Moody, Ashley Shaw, Christopher J.R. Illingworth, Nicholas J. Matheson, Michael P. Weekes

Cite as: Mark Ferris, Rebecca Ferris, Chris Workman, et al. FFP3 respirators protect healthcare workers against infection with SARS-CoV-2. *Athorea*. June 24, 2021.

DOI: 10.22541/au.162454911.17263721/v1

This is a preprint and has not been peer reviewed. Data may be preliminary.

Figure 2: Weekly cases per ward day amongst HCWs on red and green wards prior to and after the change in RPE.



Ferris et al, 24.06.2021, autorea (Preprint)

<https://www.authorea.com/users/421653/articles/527590-ffp3-respirators-protect-healthcare-workers-against-infection-with-sars-cov-2?commit=e567e67501cd6ee0dd1a6e8e4acdf2c4fd70e0ec>

Hartmut Herrmann, 01.07.2021



(a) procedure mask

(b) procedure mask with mask fitter

Figure 8: Visualization illustrating aerosol leakage for the procedure mask (a) mask as typically worn (b) mask with Badger Seal mask fitter installed.

Rothamer et al. (12/ 2020, medRxiv (Preprint)),

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.12.31.20249101v1>



- Masken (innen immer, außen bei Menschenansammlungen)
- Gute Masken und sorgfältig anlegen
- Atmen und Sprechen sind bereits Aerosolquellen. Husten, Niesen, Schreien und Singen umso mehr. Einzelne Individuen = Superemitter
- Luftfeuchtigkeit: Nicht zu trockene Luft, um (a) Abtrocknen und Schrumpfen zu verhindern & (b) gute Schleimhautfunktion zu gewährleisten
- Innenräume sind das bei weitem größte Problem. Aktive technische Maßnahmen sind notwendig (das propagieren wir seit mehr als einem Jahr):

Der Infektionsschutz vor virenbelasteten Aerosolpartikeln durch Lüftungstechnik ist daher wichtig für die derzeitige Situation und die feuchtkalten Wintermonate, aber gleichzeitig in der technischen Realisierung vermutlich am anspruchsvollsten

- Es gibt erheblichen Forschungsbedarf über die Virenausbreitung über Aerosolpartikel
- Masken waren und sind wichtig. Es gibt Defizite bei ihrer Anwendung.
- Es gibt einen erheblich Rückstand bei der Implementation technischer Massnahmen
- IAQ (Innenraum-Luftqualität) und Pandemieschutz gehen Hand in Hand und müssen für Innenräume und hier insbesondere Klassenräume endlich angegangen werden



Schritt in die richtige Richtung: München/Bayern



EZR news channel @EZR_news · 9 Std.

@H_Herrmann24

Saubere Luft im Klassenzimmer [SZ, 29.6.2021]

"Aber ihre Forderung danach sei keineswegs als reine Bitte aufzufassen. Ziel müsse ganz klar sein, Luftfilter bis zum Herbst in den Klassenzimmern zu haben, sagte Söder"(SZ)



München will Corona-Luftfilter für Klassenräume

Der Freistaat fordert Filteranlagen an allen Schulen, möglichst zum neuen Schuljahr im Herbst. Die Stadt will die Geräte anschaffen.

[sueddeutsche.de](https://www.sueddeutsche.de)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

