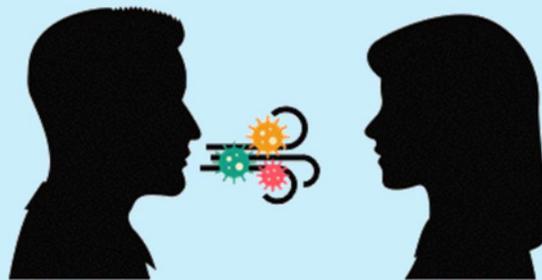


GRIPPE, COVID, MASERN, TUBERKULOSE, etc. WERDEN DURCH DIE LUFT ÜBERTRAGEN

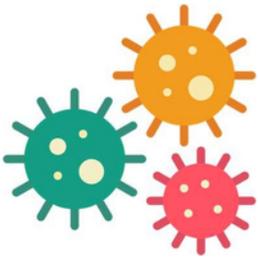
ÜBERTRAGUNG DURCH DIE LUFT VERSTEHEN



Dieses Dokument stellt das vorläufige Ergebnis eines wissenschaftlichen Projekts zu luftübertragenen Krankheiten dar. Es resultiert aus der kollegialen Zusammenarbeit einer multidisziplinären Gruppe, zu der Kliniker*innen, Virolog*innen, Pneumolog*innen, Kinderärzt*innen, Epidemiolog*innen, Aerosol-Spezialist*innen, Ingenieur*innen und wissenschaftliche Mediator*innen gehören. Es kann als Beispiel bzw. Prototyp eines umfassenderen Projekts angesehen werden und ermöglichte die Entwicklung eines kooperativen und schrittweisen Prozesses.

Original version by letsair.org
Version 0.99f of 2025-04-29
Translated and enriched by IGÖ & DAGL





BEISPIELE VON KRANKHEITEN DURCH ERREGER, DIE ÜBER UNSERE ATEMLUFT ÜBERTRAGEN WERDEN KÖNNEN

Viren

- ✓ Adenovirus
- ✓ Bocavirus
- ✓ Coronavirus MERS, SARS, SARS-CoV-2
- ✓ Hantavirus
- ✓ Influenza-A-Virus H1N1, H5N1, ...
- ✓ Influenza-B-Virus
- ✓ Morbillivirus
- ✓ Mumpsvirus
- ✓ Norovirus
- ✓ Respiratorisches Synzytialvirus RSV
- ✓ Rhinovirus
- ✓ Rubivirus rubellae
- ✓ Variola virus
- ✓ Varizella-Zoster-Virus

Bakterien

- ✓ Bordetella pertussis
- ✓ Corynebacterium diphtheriae
- ✓ Legionella pneumophila
- ✓ Streptococcus pneumoniae
- ✓ Mycobacterium tuberculosis

Pilze

- ✓ Aspergillen
- ✓ Blastomyces dermatitidis
- ✓ Coccidioides immitis
- ✓ Histoplasma capsulatum

Adenovirus-Infektion

Bocavirus-Infektion

COVID-19

Hantavirus-Infektion

Grippe /
Influenza

Masern

Mumps

Gastroenteritis

Bronchiolitis

Erkältung

Röteln

Pocken

Feuchtblattern /
Windpocken

Keuchhusten

Diphtherie

Legionärskrankheit

Meningitis, ...

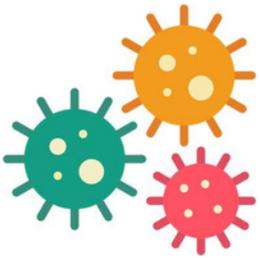
Tuberkulose

Aspergillose

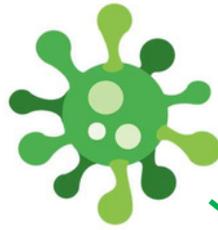
Blastomykose

Kokzidioidomykose

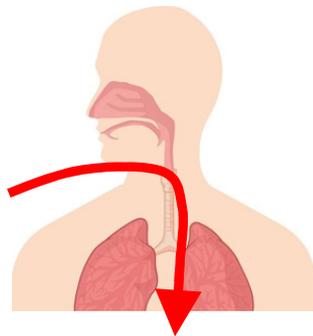
Histoplasmose



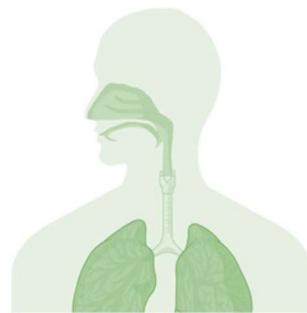
INFEKTION, SYMPTOME & KRANKHEIT



Krankheitserreger
(Virus, Bakterium, Pilz)



Infektion
einer Person



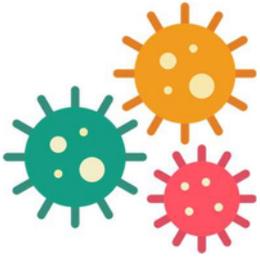
Keine Infektion einer
exponierten Person



Die infizierte Person zeigt Symptome, ist erkrankt, entwickelt die zum Erreger passende Krankheit und wird als „**symptomatisch**“ eingestuft.



Die infizierte Person entwickelt keine Symptome und wird als „**asymptomatisch**“ eingestuft.

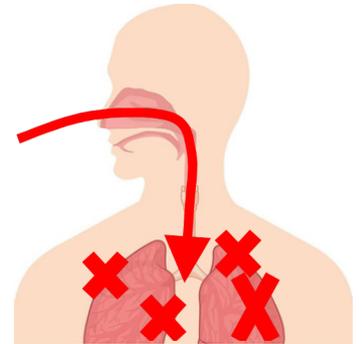


ATEMWEGSVIREN UND WEITERE VIREN

ATEMWEGSVIRUS - TYP "HINEIN & VERBLEIBE"

Es handelt sich um Viren, deren Eintrittspforte und Ziel die Atemwege sind:

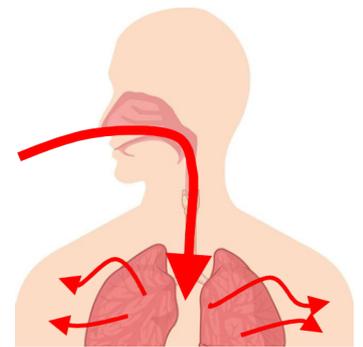
Grippe, Parainfluenza, RSV, ...



ATEMWEGSVIRUS - TYP "HINEIN & WEITER GEHEN"

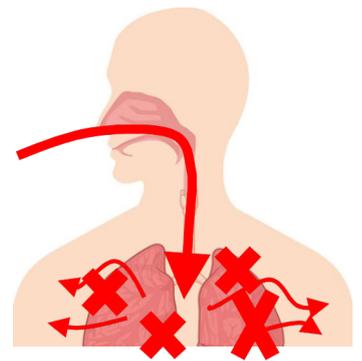
Dabei handelt es sich um Viren, die über die Atemwege in den Körper eindringen, jedoch nicht primär die Atemwege, sondern andere Körperregionen angreifen:

Windpocken/Feuchtblattern, Masern, ...



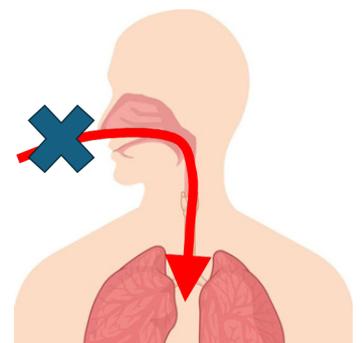
ATEMWEGSVIRUS - TYP "HINEIN & STREUEN"

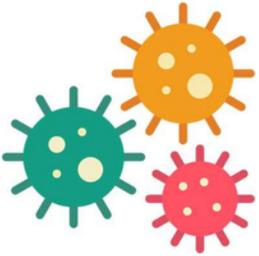
Dies ist ein Virus, das über die Atemwege eindringt, sowohl die Atemwege schädigt, als auch sich auf verschiedene weitere Organe ausbreitet, so wie COVID-19.



NICHT DIE ATEMWEGE BETREFFENDER VIRUS

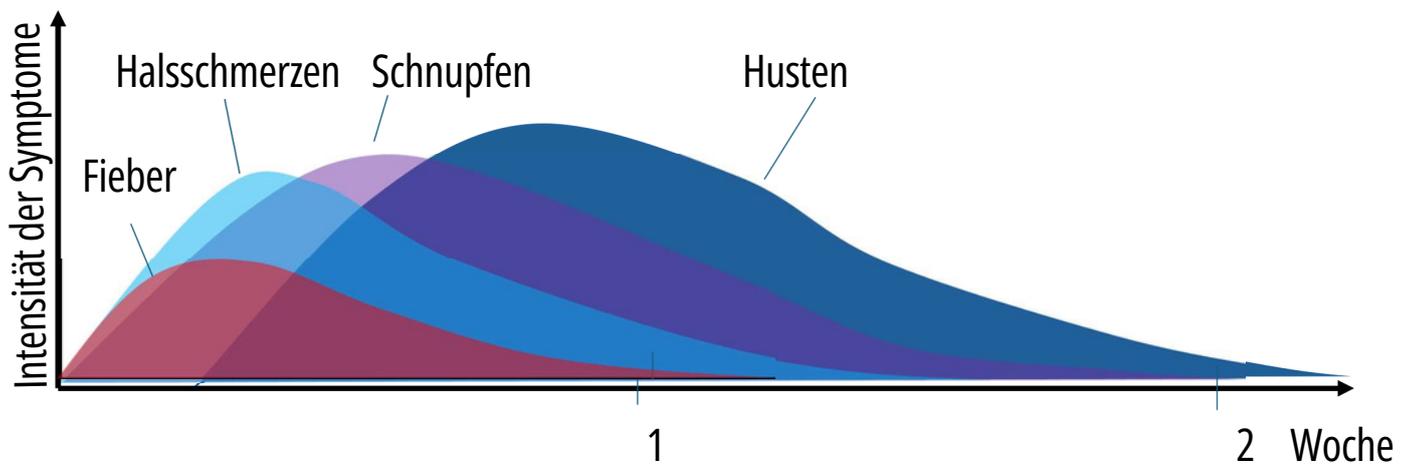
Es gibt Viren, die eindeutig nicht respiratorisch sind und deren Eintrittspforte und auch deren Zielzellen nicht in den Atemwegen sind: HIV, HBV, ...





KRANKHEITSSYMPTOME: VERLAUF & VERÄNDERUNG

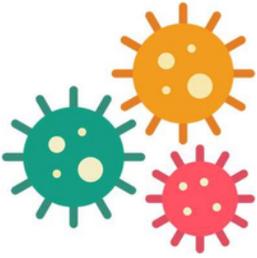
Nach der Infektion mit einem Atemwegserreger kann es zu unterschiedlichen Atemwegssymptomen im Krankheitsverlauf kommen:



Bei einer Infektion mit einem Krankheitserreger können unterschiedliche Symptome zu verschiedenen Zeitpunkten im Verlauf der Erkrankung auftreten.

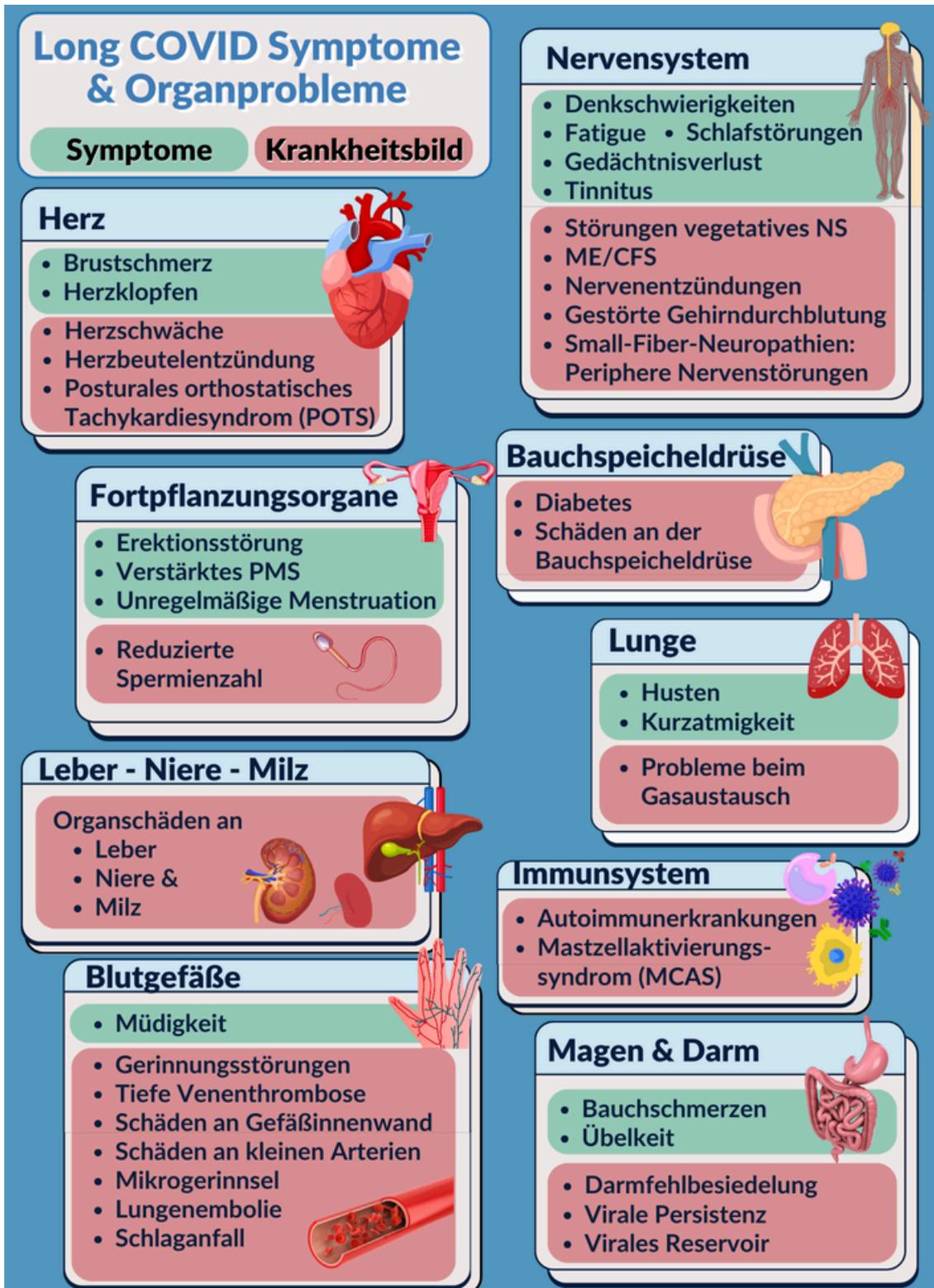
Anzahl und Intensität der Symptome können von Mensch zu Mensch, aber auch von Infektion zu Infektion variieren.

Die gezeigte Grafik ist lediglich ein Beispiel und dient zur Veranschaulichung, wie Symptome sich im Laufe einer Erkrankung verändern können.

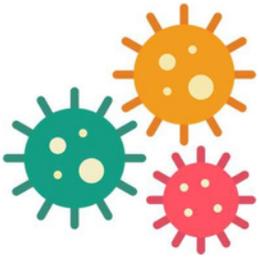


SYMPTOME NACH COVID-19

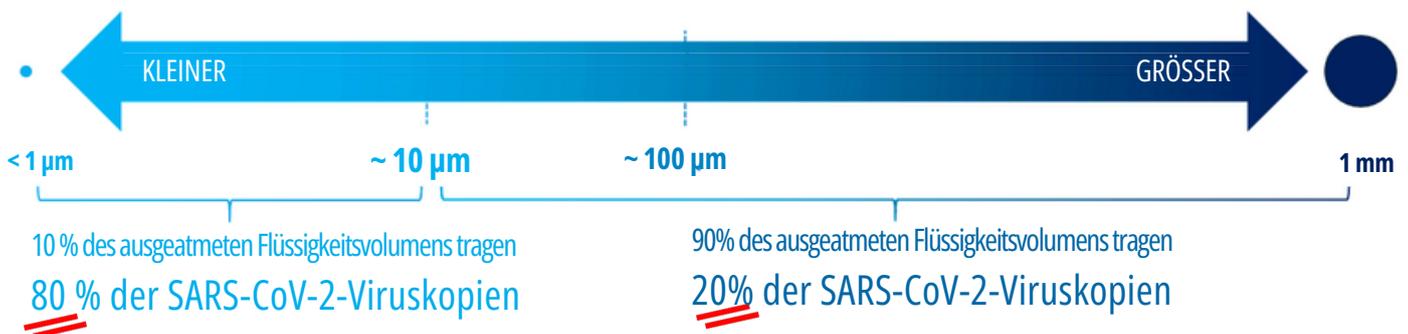
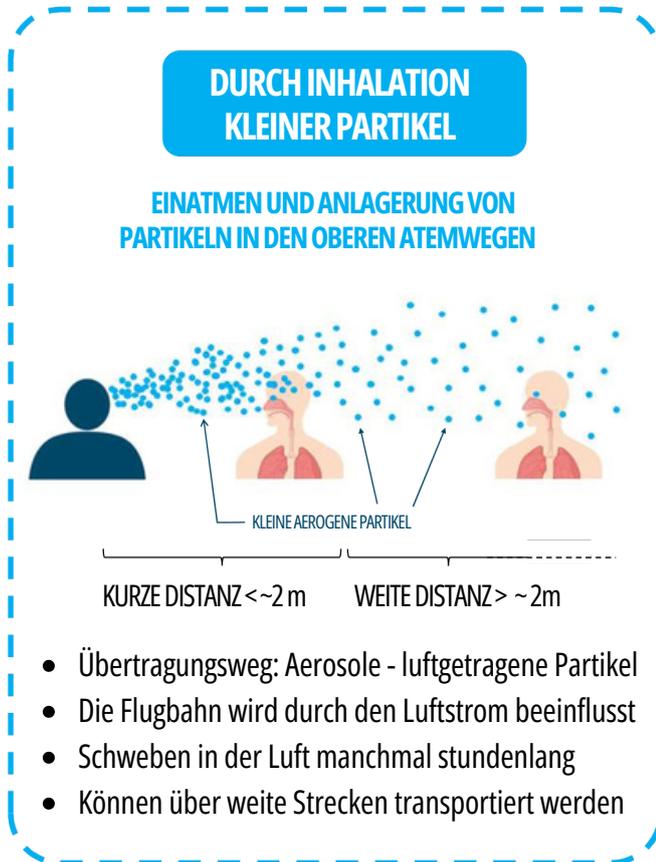
COVID-19 kann - neben den Atemwegsorganen - viele weitere Organe betreffen:



Gupta, A., Madhavan, M.V., Sehgal, K. et al. Extrapulmonary manifestations of COVID-19. Nat Med 26, 1017–1032 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0968-3>

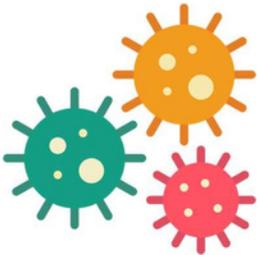


LUFTÜBERTRAGUNG VON INFEKTIÖSEN PARTIKELN



Infektiöse Partikel kommen in einem kontinuierlichen Größenspektrum von deutlich weniger als 1µm bis zu 1mm vor. Ihr Verhalten, Verweilen und ihre Bewegung in der Luft hängen von mehreren Parametern ab: Umgebungslufttemperatur, Geschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, Sonnenlicht (UV-Strahlung), Luftbewegung in Raum usw.

Die Darstellung von kleinsten (links) und größten (rechts) Partikeln und ihrem Verhalten ist eine vereinfachte Darstellung. Der Übergang ist kontinuierlich mit komplexen Überlappungen. Die beiden Übertragungswege entsprechen den von der WHO definierten Übertragungsarten „Inhalation“ und „Direct deposition“. Die Grenzwerte (10µm und 100µm), sowie die Prozentangaben sind ungefähre Angaben und dienen als Anhaltspunkt.



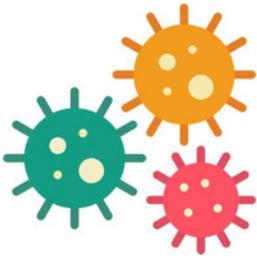
FACHBEGRIFFE

Die Geschichte der Luftübertragung von Krankheitserregern reichte von "Miasma" bis zum kompletten Ignorieren der Luftübertragung über Distanzen bis zu "Aerosol". Die Begriffe für luftübertragene Partikel haben sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt und variieren je nach Fachgebiet (Physik, Gesundheit, ...). Hier sind einige Beispiele für Terminologien aus Artikeln und Berichten:

Art der Übertragung: INHALATION 	Art der Übertragung: DIREKTE ABLAGERUNG 
SHORT & LONG RANGES AIRBORNE PARTICLES	SHORT RANGE SEMI-BALLISTIC PARTICLES
AIRBORNE PARTICLES	BALLISTIC PARTICLES
 INFECTIOUS RESPIRATORY PARTICLES	
AEROSOLE	DROPOSOLE TRÖPFCHEN
AEROSOL PARTICLES	LARGER DROPLETS
BIOAEROSOLE/ VIROSOLE	TRÖPFCHEN
AIRBORNE DROPLETS	(SEMI)BALLISTISCHE TRÖPFCHEN
AIRBORNE DROPLET NUCLEI	DROPLETS

Es empfiehlt sich zur Vereinfachung die Verwendung der folgenden Begriffe, wobei wichtig ist zu betonen, dass der Übergang zwischen beiden Arten fließend ist:





WAS SIND AEROSOLE ?

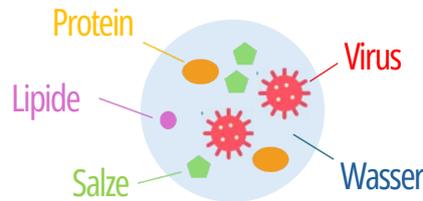
Aerosol bezeichnet die Suspension von flüssigen oder festen Partikeln oder beidem in einem gasförmigen Medium, meist Luft, mit vernachlässigbarer Grenzfallgeschwindigkeit. Unter Normalbedingungen entspricht dies in der Luft Partikeln mit Größen zwischen wenigen Bruchteilen eines Nanometers und 100 µm.

in "Les aérosols physique et métrologie", Boulaud, D. and A. Renoux, Paris, Tec Doc Lavoisier(1998)

Aerosolpartikel sind feste oder flüssige Teilchen mit einem Durchmesser von 0.001 µm bis 100 µm, die sich zusammen mit der Luftströmung bewegen und weder ballistisch fliegen noch in ruhender Luft schnell absinken

DIN CEN/TS 16976:2016-11

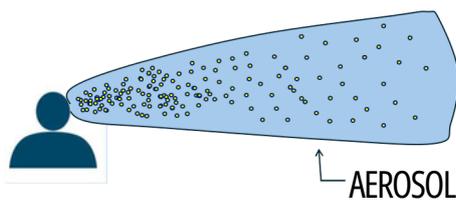
Bioaerosole (kurz für biologische Aerosole) sind Aerosole, die luftgetragene Partikel lebender Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Schimmelpilze und Protozoen), sowie Substanzen oder Nebenprodukte dieser Organismen enthalten. Im Falle eines Virus setzt sich ein luftgetragener infektiöser Partikel wie folgt zusammen:



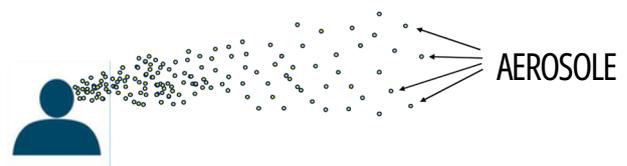
Bestandteile eines luftgetragenen, virusbeladenen & infektiösen Partikels

In der wissenschaftlichen Literatur bezeichnet der Begriff Aerosol (oder Bioaerosol) eine Gruppe von Partikeln oder eine Wolke, schließt jedoch auch jedes einzelne Partikel oder „Aerosolpartikel (Bioaerosolpartikel)“ ein. Dies kann zu Verwirrung und Ungenauigkeiten führen:

AEROSOL ALS PARTIKELWOLKE

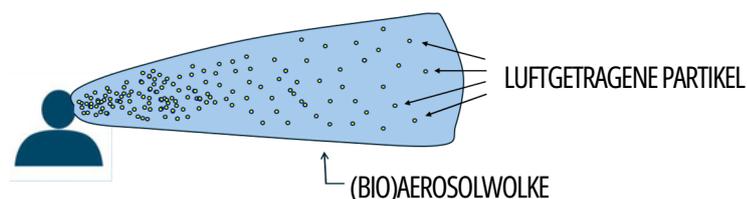


AEROSOLE ALS LUFTPARTIKEL

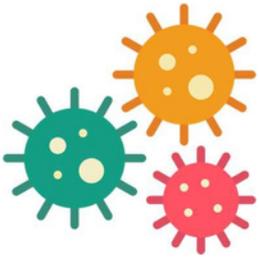


Unsere Empfehlung:

Es ist ratsam, den Begriff „Aerosol“ (Bioaerosol) für die in der Luft schwebende Partikelwolke zu verwenden deren Bestandteile „luftgetragene Partikel“ sind.

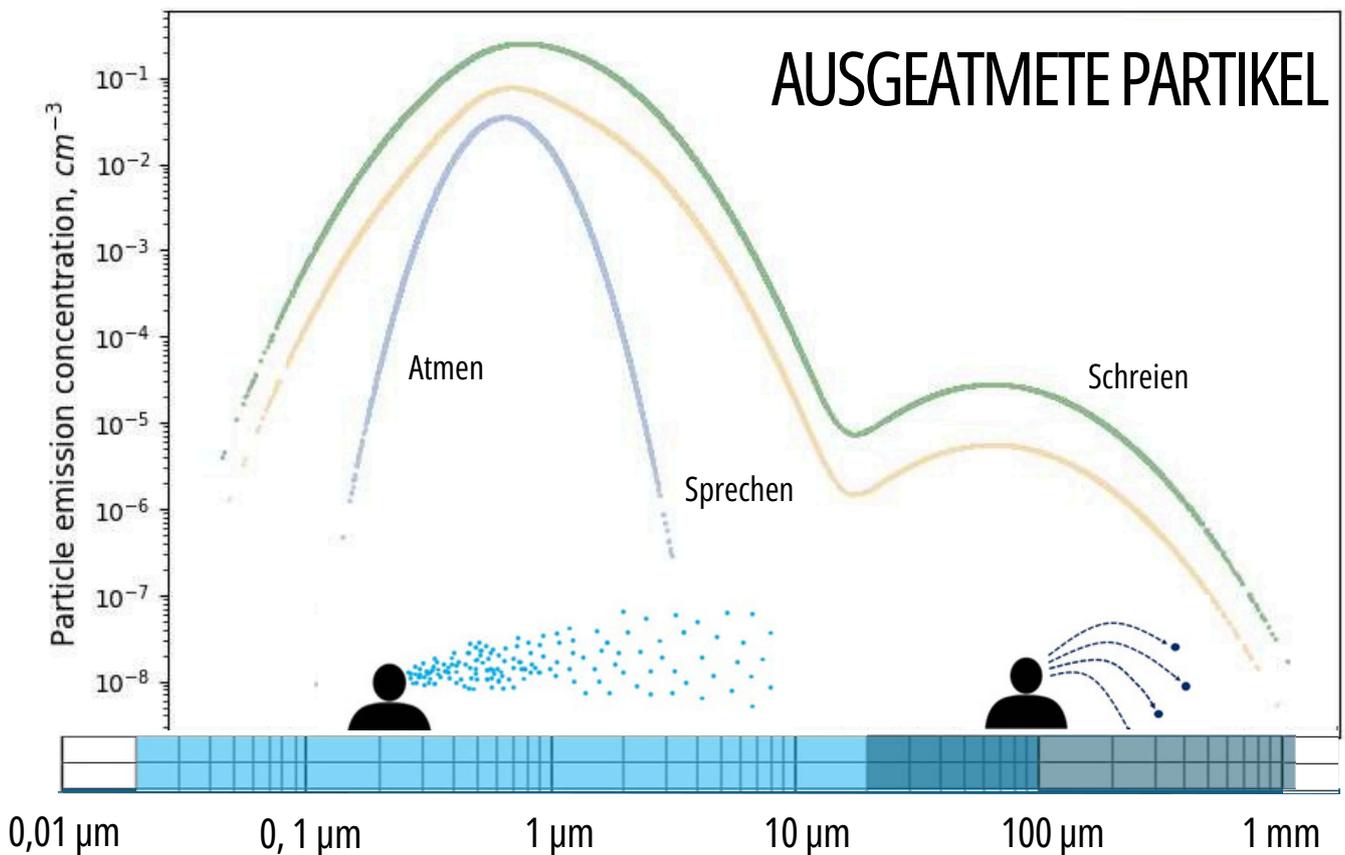


Aerosole setzt sich aus in der Luft schwebenden Partikel zusammen.



PARTIKELGRÖSSE

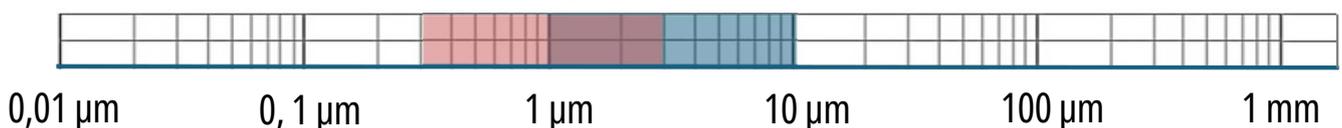
Mit der Ausatmung werden Partikel verschiedener Größenordnungen abgegeben. Die Menge der ausgeatmeten Partikel variiert je nach Größe, je nachdem in welchem Abschnitt der Atemwege sie entstanden sind. Ihre Verteilung und Anzahl sind von der jeweiligen Aktivität abhängig: Atmen, Sprechen, Schreien, ...

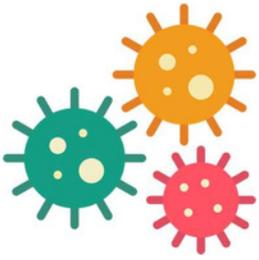


Infektiöse Aerosole sind hervorragend geeignet eingeatmet zu werden, denn je kleiner ein Partikel, desto tiefer kann es in die Lunge eindringen. Nach diesem Prinzip arbeiten therapeutischen Aerosole, deren Aufgabe es sind bestimmte Abschnitte der Lunge zu erreichen. Je tiefer Aerosolpartikel beim Einatmen gelangen, umso höher ist das Risiko einer Infektion.



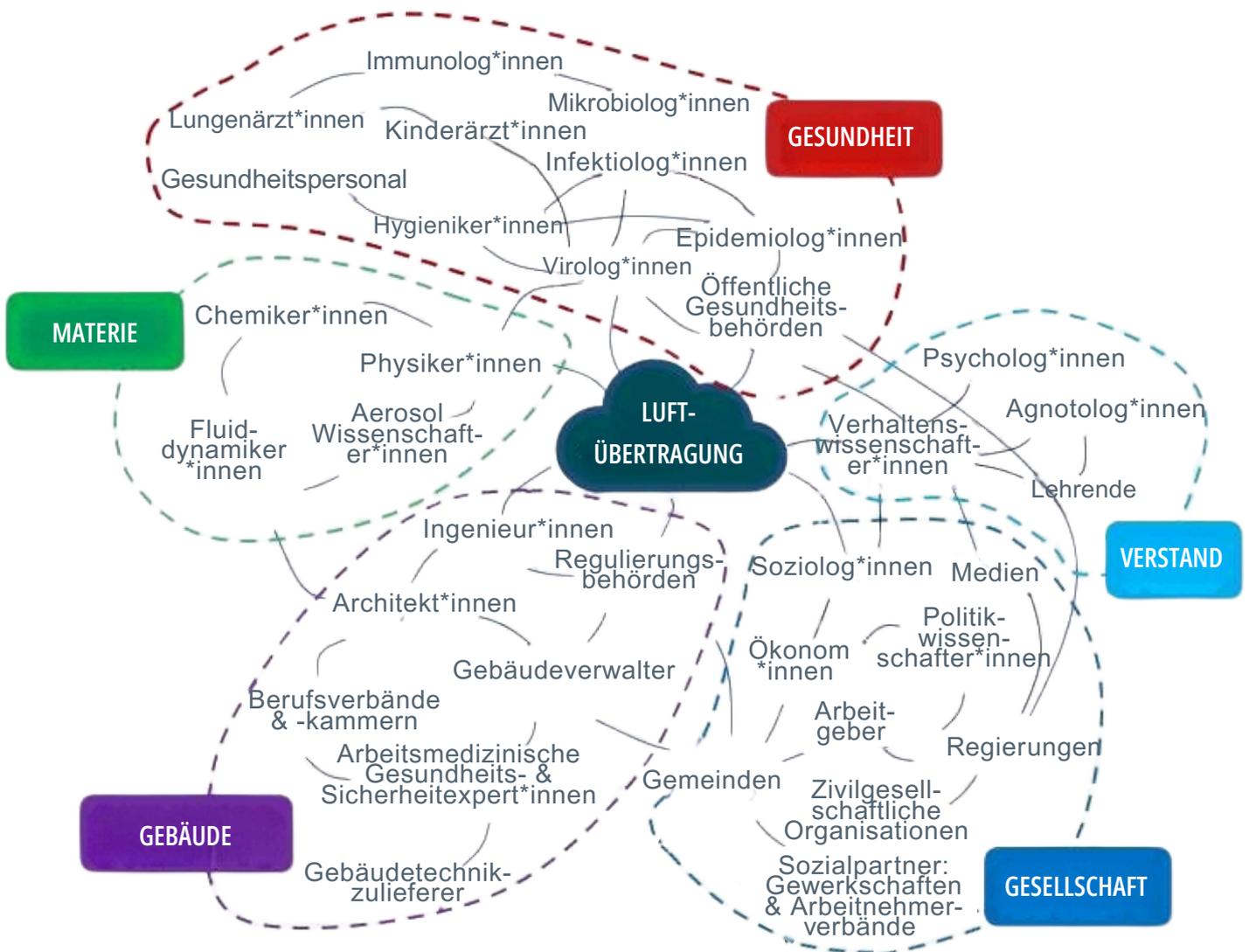
THERAPEUTISCHE AEROSOLE: INHALATIONSSPRAYS

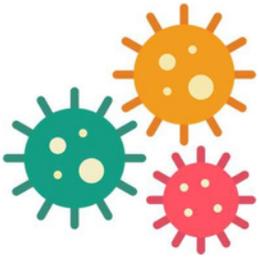




STAKEHOLDER #SAUBERELUFT

Schon Florence Nightingale wusste, dass die Verbesserung der Raumluft wichtig und nötig ist. Die Maßnahmen sind bekannt: Masken, Lüften und Luftfilterung. Die Herausforderung bei der Implementierung dieser Maßnahmen, insbesondere in öffentlichen Gebäuden, liegt unter anderem auch in der Vielzahl der Beteiligten. Im Folgenden haben wir versucht, die zentralen Akteure für einen Kurswechsel im Bereich Lufthygiene aufzuzeigen.

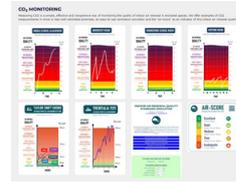




WEITERE INFORMATIONEN

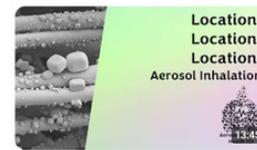
letsair.org

Webseite von letsair.org mit Informationen und Infografiken zu CO₂-Messung, Lufttausch und Luftreinigung.



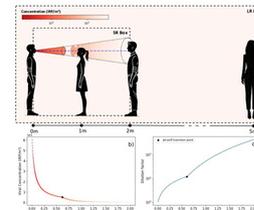
[Al Haddrell's YouTube Channel](#)

Prägnante und leicht verständliche Lehrvideos des Aerosolwissenschaftlers, die helfen vielfältige Aspekte der Luftübertragung und Aerosolinhalation zu verstehen.



[Andre Henriques et al. paper](#)

Anschaulicher und lehrreicher Artikel über die Risiken luftgetragener Kontamination. Hier gibt es einen guten Einblick in Aerosolwissenschaft und Simulationsmodelle.



[Professor Clive Beggs Anhörung UK COVID-19](#)

Während der Anhörung beim UK COVID-19 Untersuchungsausschuss erläutert Prof. Beggs die Herausforderungen und aktuellsten Forschungsergebnisse im Zusammenhang mit COVID-19 Ansteckungen.



[WHO Bericht zur vorgeschlagenen Terminologie](#)

Die Weltgesundheitsorganisation hat einen Bericht mit Vorschlag zur Terminologie für luftübertragene Krankheitserreger veröffentlicht. Diese Broschüre strebt an diese Terminologie zu verwenden.



[Initiative Gesundes Österreich \(IGÖ\)](#)

Website der österreichischen Initiative mit Informationen, Materialien (DE/E) und Studien zu CO₂-Messung, Lufttausch und Luftreinigung mit Fokus auf Bildungseinrichtungen. Plakette für #SaubereLuft



[Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Lufthygiene \(DAGL\)](#)

Website der deutschen Arbeitsgemeinschaft mit Informationen, Projekten und Studien zu CO₂-Messung, Lufttausch und Luftreinigung mit Fokus auf Bildungseinrichtungen.



[Chia C. Wang et al., Airborne transmission of respiratory viruses. Science 373 \(2021\)](#)