

# Biologische Aspekte der Raumlüftung

Dipl. Biol. Pamela Jentner, Baubiologische Messtechnikerin IBN

## Pamela Jentner

- Diplom Biologin, Technische Universität München TUM
- Freie Sachverständige und Fachplanerin für Baubiologie
- Baubiologische Messtechnikerin IBN
- Baubiologische Beratungsstelle IBN, Freising
- Vorstandsmitglied Verband Baubiologie e.V. (VB)
- Fachberaterin am Bauzentrum München,  
Referat für Gesundheit und Umwelt, Stadt München
- Radonfachperson  
Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU  
Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft SMUL

## Grundlegende „W-Fragen“:

### Warum lüften wir?

- Um die Luftqualität in Innenräumen zu verbessern
- bzw. auf gutem Niveau zu halten
- Um belastende Faktoren bzw. Schadstoffe zu reduzieren, CO<sub>2</sub>, Feuchtigkeit

### Warum ist das überhaupt erforderlich?

- Alte Gebäude, Frischluftzufuhr z.B. durch undichte Fenster, Türen
- Gebäude sind inzwischen sehr dicht gebaut, Energieeinsparung
- Einerseits Vorteile, zugleich aber auch Nachteile, Luftwechselraten
- „Dicke Luft“ in Innenräumen
- Frischluftzufuhr, manuelle Lüftung und/oder automatisiert RLT-Anlagen

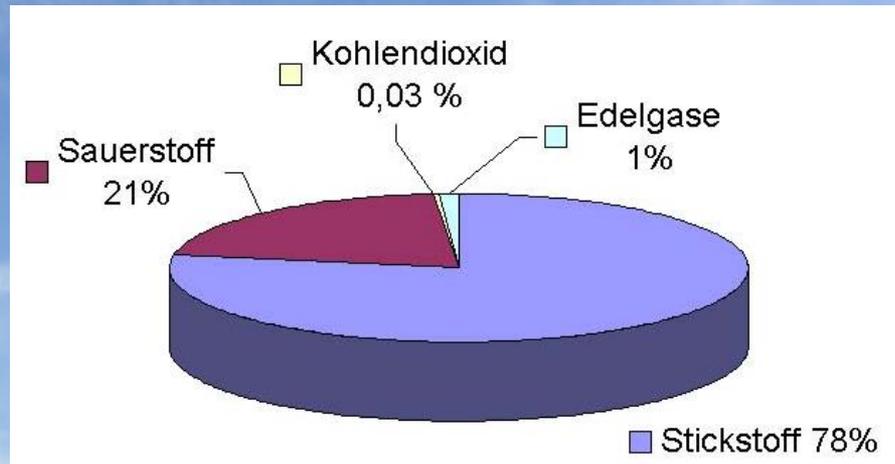
### Welche biologischen Aspekte?

- Gesundheitliche Einflüsse der Raumluftqualität
- Wohlbefinden, Konzentrationsfähigkeit, Ermüdung, Erkrankung etc.

### Wer oder was „verschmutzt“ die Innenraumluft?

- Einflüsse von außen, Außenluft
- Einflüsse in den Innenräumen





Partikel, natürlicher oder künstlicher Art  
grober Staub, Feinstaub etc.

Pollen ( $\varnothing$  10 – 100  $\mu\text{m}$ )

Schimmelpilzsporen ( $\varnothing$  3 – 200  $\mu\text{m}$ )

Fasern, Künstliche Mineralfasern KMF

Asbest: 50 – 200 Fasern/ $\text{m}^3$  Außenluft, ggf. mehr

Weißasbest:  $\varnothing$  0,018 - 0,03  $\mu\text{m}$ , Länge: 0,2 - 200  $\mu\text{m}$

Grobstaub  $\varnothing > 10 \mu\text{m}$  (Abscheidung im Nasen-, Rachenbereich)

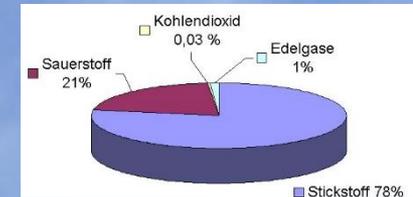
Feinstaub (Schwebstaub): feste und flüssige Partikel

Einteilung in Größen-Fractionen PM (particular matter)

PM10  $\varnothing$  max. 10  $\mu\text{m}$  (lungengängig)

PM 2,5  $\varnothing$  max. 2,5  $\mu\text{m}$

Ultrafein  $\varnothing$  max. 0,1  $\mu\text{m}$



## Umweltbundesamt:

### Gesundheitliche Wirkungen

Die Größe der Staubteilchen (Partikel) und ihre chemische Zusammensetzung bestimmen die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Staubes. Für die gesundheitliche Wirkung relevant sind Eigenschaften wie Korngröße, geometrische Form und auf der Oberfläche anhaftende Schadstoffe. Sehr feine Staubpartikel können weit in die Lunge eindringen und dort ihre gesundheitsschädigenden Wirkungen entfalten

Grobstaub  $\varnothing > 10 \mu\text{m}$  → Nase, Nasensekret

Feinstaub (Schwebstaub): Gemisch aus festen und flüssigen Partikeln

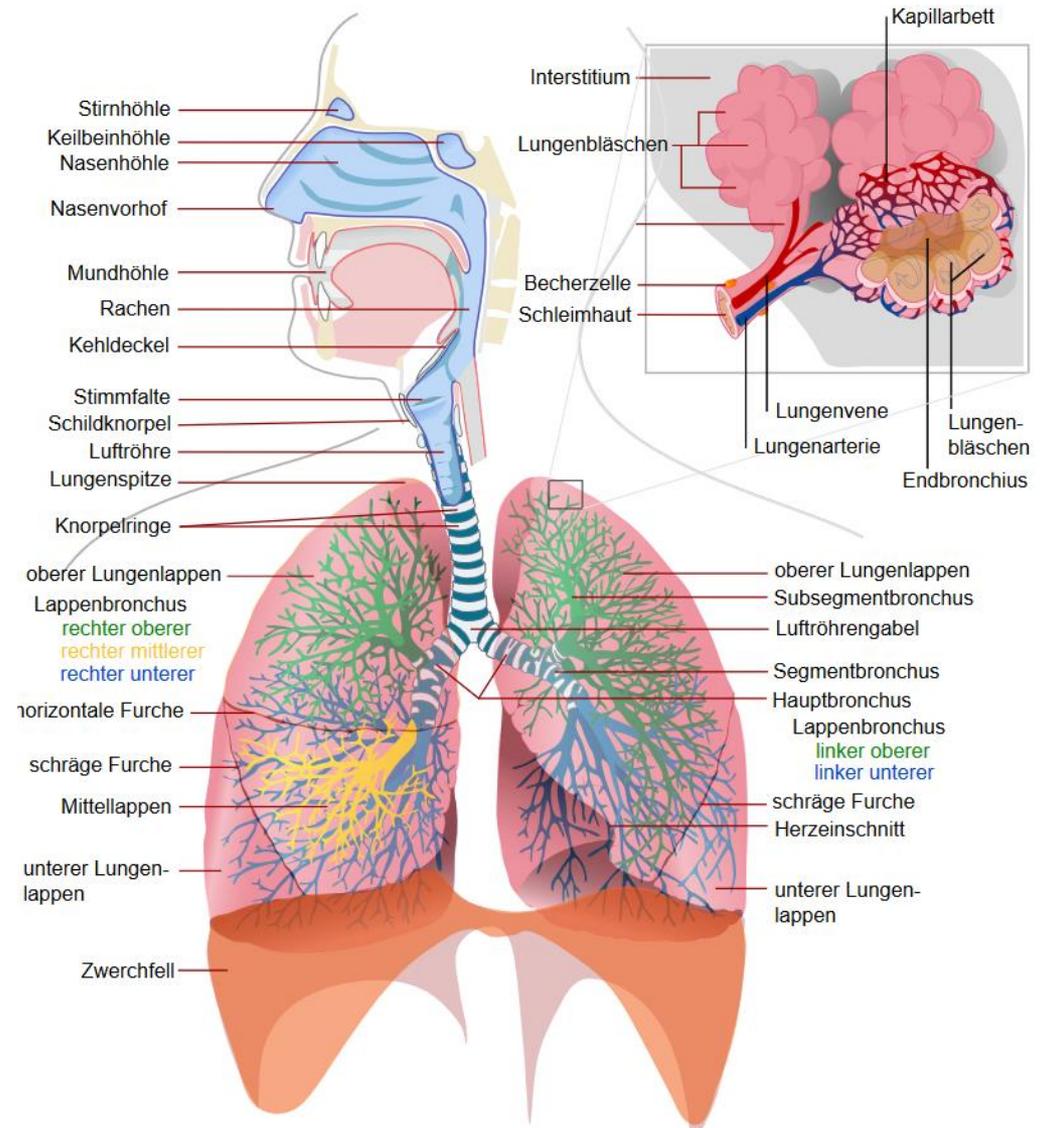
Einteilung in Größen-Fraktionen PM (particular matter)

PM10  $\varnothing$  max.  $10 \mu\text{m}$  → dringen in Nasenhöhle ein

PM 2,5  $\varnothing$  max.  $2,5 \mu\text{m}$  → in Bronchien und Lungenbläschen (Alveolen)

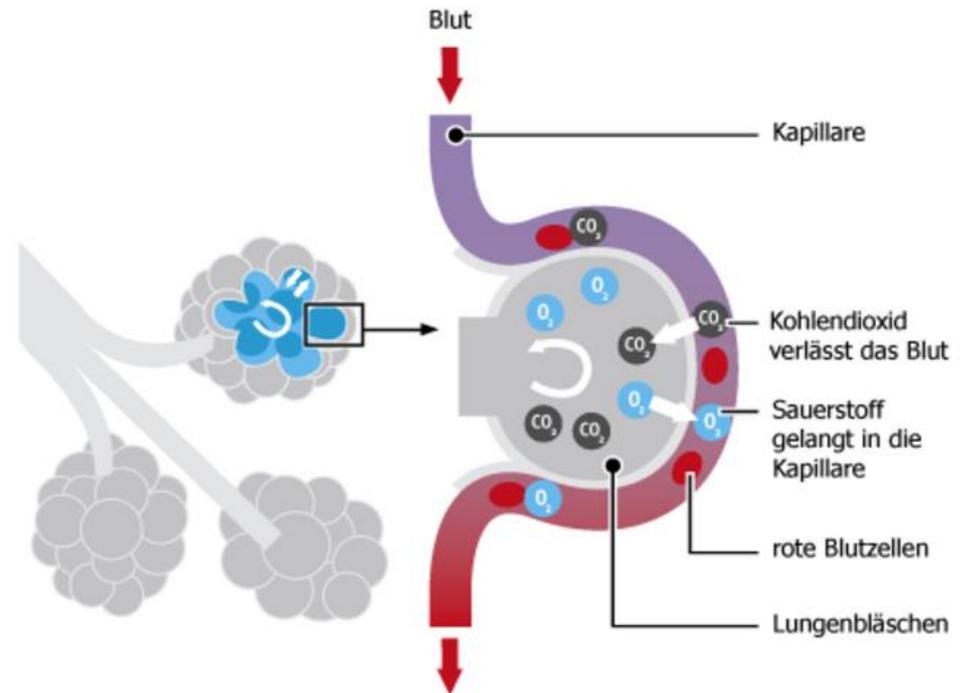
Ultrafein  $\varnothing$  max.  $0,1 \mu\text{m}$  → in das Lungengewebe, sogar in den Blutkreislauf

- Lunge: paariges Organ
- Atmung, Sauerstoffversorgung
- In Ruhe:
- 10 -15 mal atmen pro Minute
- 6 – 9 Liter Luft / Minute
- 10.000 – 20.000 Liter Luft / Tag
- Bei körperlicher Anstrengung mehr, ggf. 10fache Menge
- **Direkter Kontakt mit der Außenluft, obwohl innenliegendes Organ !**
- Direkter Einfluss der Luftqualität
- Filtersystem der Atemwege
- Nasen-Härchen
- Bronchien / Bronchiolen
- Bronchialschleimhaut



- Gasaustausch  $O_2$  /  $CO_2$  in den Lungenbläschen (Alveolen)
- Ca. 300 Mio. Lungenbläschen
- Wanddicke der Lungenbläschen: ca.  $1 \mu m$
- Respiratorische Oberfläche für Gasaustausch ca. 100 – 150 qm (Alveolen + Kapillarnetz)
- $O_2$  an rote Blutkörperchen
- $CO_2$  ausatmen

### Gasaustausch in den Lungenbläschen

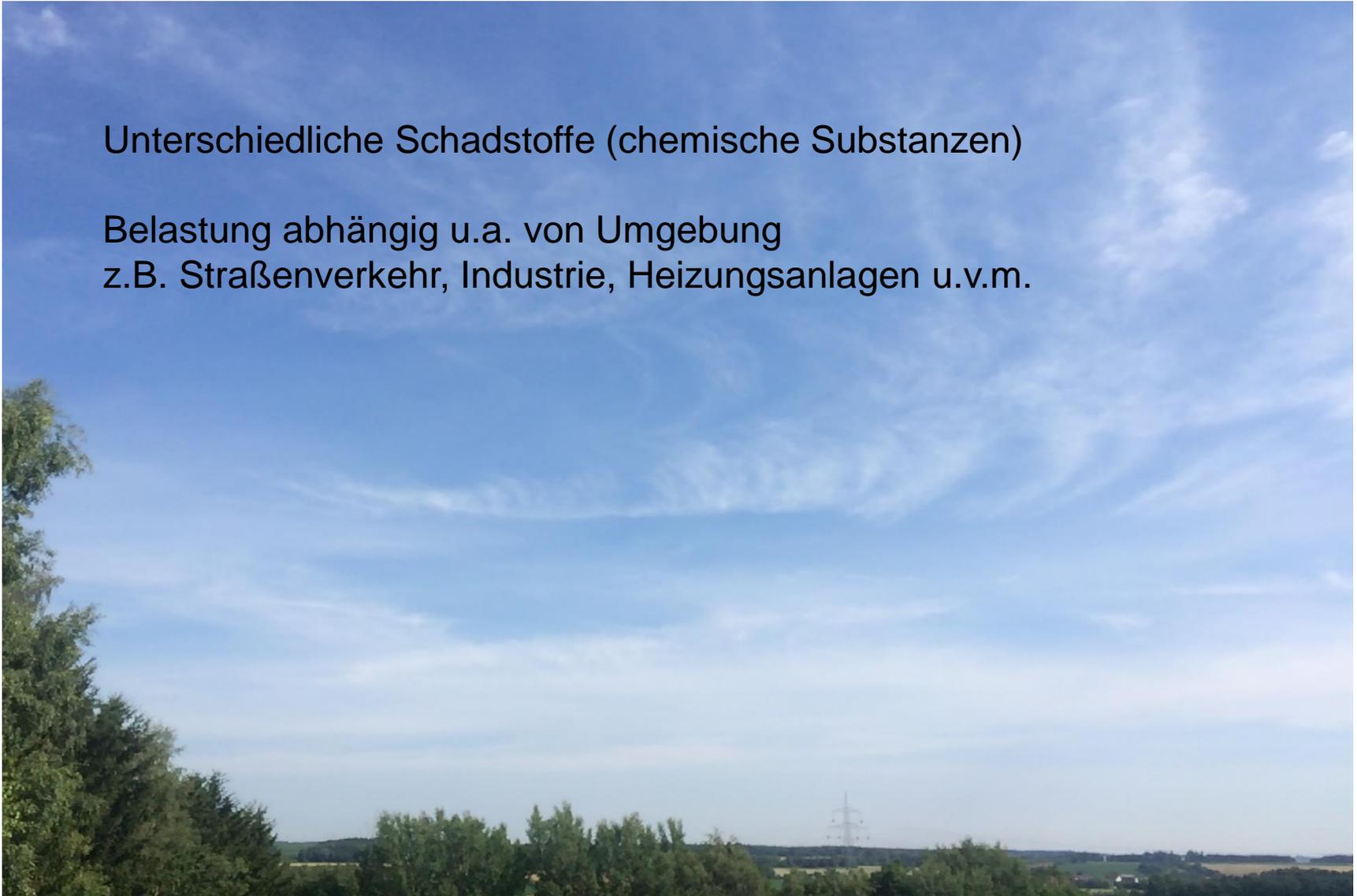


© Lungeninformationsdienst

Unterschiedliche Schadstoffe (chemische Substanzen)

Belastung abhängig u.a. von Umgebung

z.B. Straßenverkehr, Industrie, Heizungsanlagen u.v.m.



Viren Ø 60 – 100 nm

(Zur Verdeutlichung: 0,06 – 0,1 µm oder 0,00006 mm – 0,0001 mm)

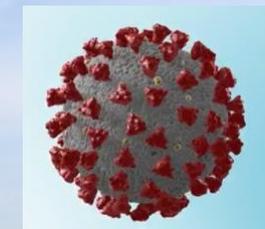
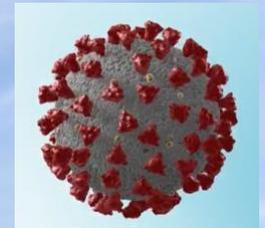
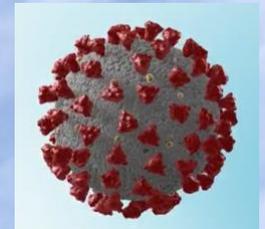
Viren sind häufig an Aerosolen oder Partikel angelagert  
Rasche Verteilung und Verdünnung in der Außenluft.  
Dennoch Abstand halten.

Aerosole: Ø 0,1 - 10 µm

Partikel: Ø 3 – 200 µm

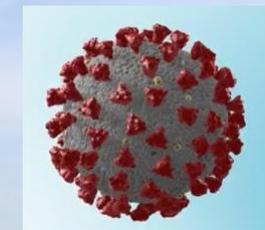
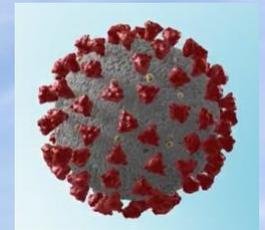
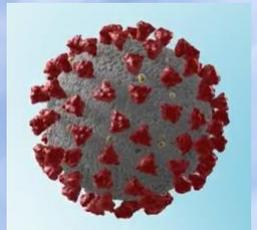
Bioaerosole: Ø 0,01 - 100 µm

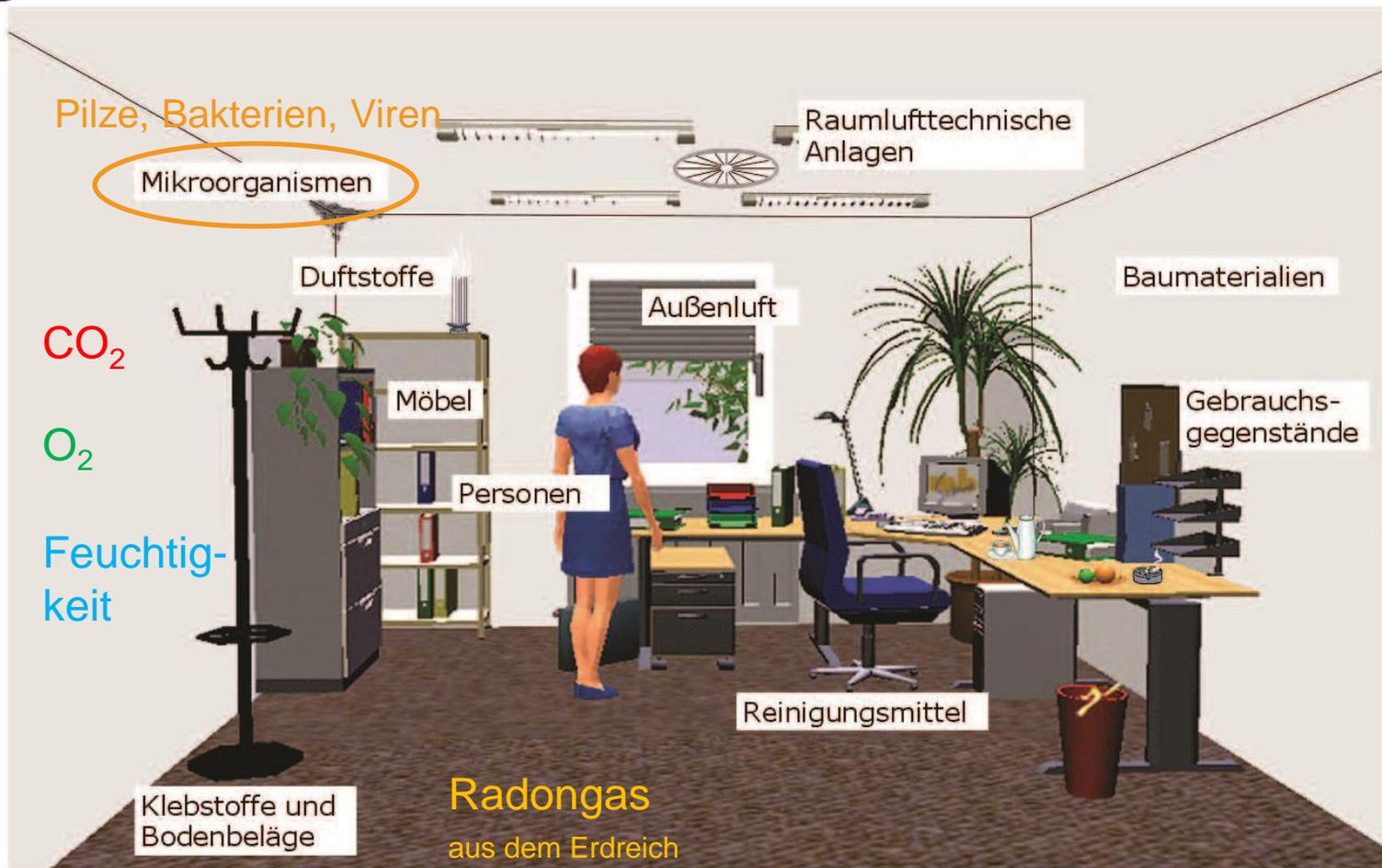
Luftgetragene Teilchen biologischer Herkunft, z.B. Pilze,  
Bakterien, Viren, Pollen, sowie Bestandteile davon, z.B.  
Zellwandteilchen, Stoffwechselprodukte (z.B.  
Mykotoxine) auch Hautschuppen, Faserteile etc.



Bildquelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Sneeze.JPG>

Luft dient dabei nicht als „Lebensraum“, sondern als „Taxi“.  
Transport von Viren, Sporen, Pollen etc. durch Luftbewegungen.





Die Quellen für Schadstoffe in Innenräumen können auch innerhalb des Gebäudes liegen, z.B. technische Anlagen, Emissionen aus Innenraummaterialien, Bauschäden, Tiere und die Nutzer selbst

## Weitere Biologische Aspekte der Frischluftzufuhr:

Luftwechsel beeinflusst Luftfeuchtigkeit in Innenräumen

- Winter: Trockene Außenluft
- Sommer: Feuchte Außenluft

Trockene Raumluft (<40% rel. Luftfeuchte)

- Corona-Viren bleiben bei trockener Luft länger infektiös.
- Die von Infizierten ausgestoßenen Viren+Aerosole weniger Wasser auf, bzw. trocknen aus, sind leichter, bleiben länger in der Luft
- Höhere Wahrscheinlichkeit, dass sie eingeatmet werden.
- Schleimhäute der Atemwege trocknen aus, anfälliger für Infektionen

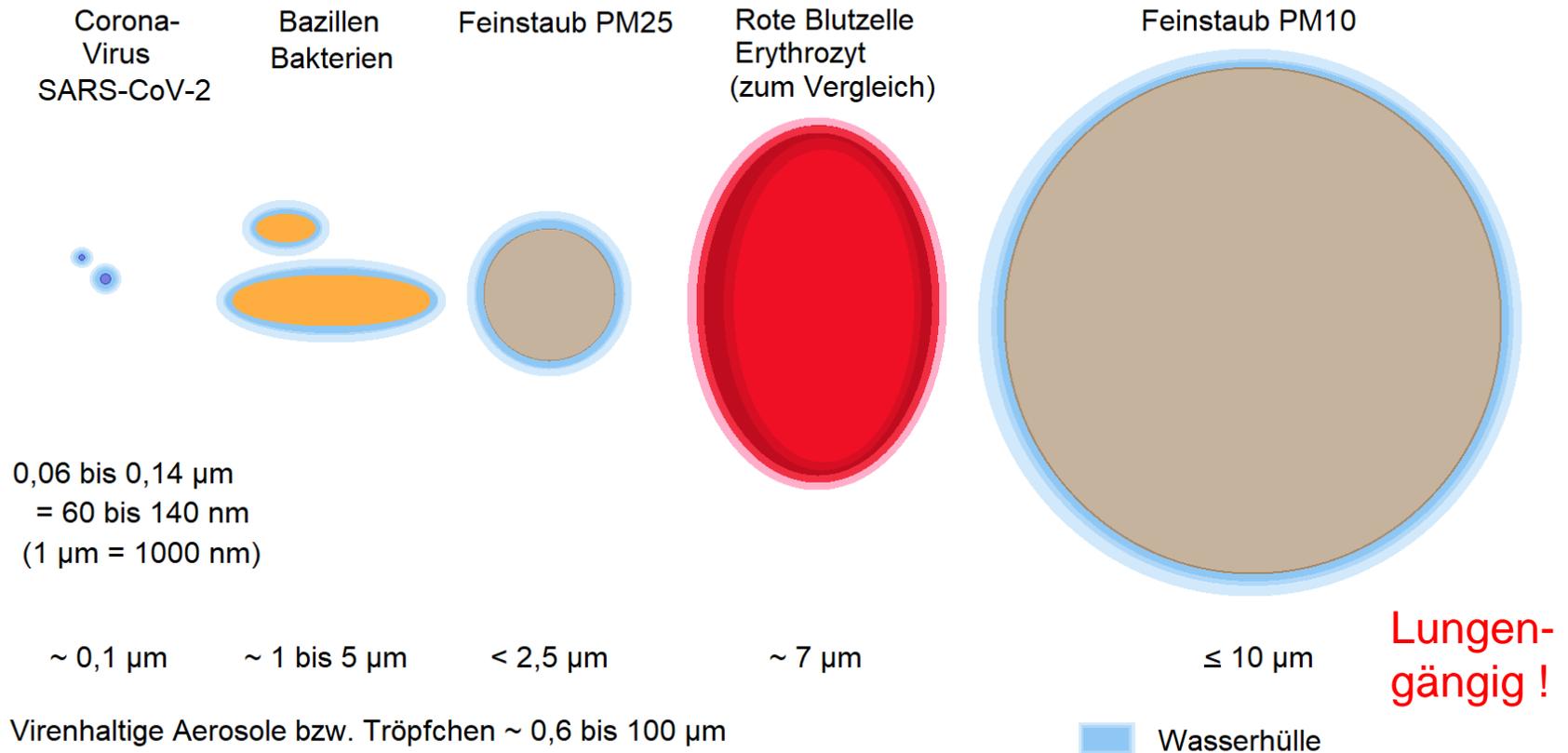
*(Forschung Dr. Ajit Ahlawat, TROPOS-Institut Leipzig)*

## Empfehlung:

**Auf Luftfeuchtigkeit achten,  
mindestens 40 %, bis 60 % relative Luftfeuchte**

- Corona - Details zu Beschaffenheit und Wirkungsweisen
- RKI Robert Koch Institut
- **SARS-CoV-2: Virologische Basisdaten sowie Virusvarianten**
- Quelle:  
[https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Virologische\\_Basisdaten.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virologische_Basisdaten.html)
- Zitat: „SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2) ist ein neues Coronavirus (Genus: Betacoronavirus, Subgenus: Sarbecovirus) das Anfang 2020 als Auslöser der COVID-19 Erkrankung identifiziert wurde“
- „Coronaviren sind umhüllte RNA-Viren“
- „Durchmesser von 80-140 nm“ (=0,08 – 0,14  $\mu\text{m}$ )
- „Sie verfügen über ein einzelsträngiges RNA-Genom“

## Größen bei Viren, Bakterien und Feinstaubpartikeln



## Alle Corona-Viren weltweit passen in eine Cola-Dose?

Ein britischer Mathematiker berechnete:

„Die zu einem einzigen aktuellen Zeitpunkt zirkulierenden Erreger Sars-CoV-2 hätten zusammengepfercht ein Volumen von rund

160 Millilitern und würden damit eine gängige Coladose, die in der Regel 330 Milliliter fasst, nicht einmal annähernd ausfüllen, schreibt Christian Yates von der Universität Bath im Online-Magazin «The Conversation».

Um zu diesem Schluss zu kommen, stellt Yates einen komplizierten Rechenweg auf. Darin fließen die geschätzte Zahl der weltweit gleichzeitig Infizierten, die durchschnittliche Viruslast pro Infektion sowie die Größe des Virus mit ein. Den Durchmesser des Covid-19-Erregers berechnet er mit 100 Nanometern.“ (Zitat)



Quelle: dpa-infocom GmbH, Foto: Daniel Karmann/dpa, veröffentlicht 11.02.2021

Quelle: [https://www.welt.de/newsticker/dpa\\_nt/infoline\\_nt/wissenschaft\\_nt/article226197525/Mathematiker-Alle-Coronaviren-weltweit-passen-in-Cola-Dose.html#cs-urn-newsml-dpa-com-20090101-210211-99-401099-large-4-3-jpg.jpg](https://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/infoline_nt/wissenschaft_nt/article226197525/Mathematiker-Alle-Coronaviren-weltweit-passen-in-Cola-Dose.html#cs-urn-newsml-dpa-com-20090101-210211-99-401099-large-4-3-jpg.jpg)

## Aufbau allgemein Virus

- Größe ca. 0,04 - 0,1  $\mu\text{m}$  (40-100nm)
- Kapsid (Eiweißhülle)
- Erbgut (DNA oder RNA)  
DNA: Desoxiribonucleinsäure  
RNA: Ribonucleinsäure
- Hüllmembran mit „Spikes“
- Spikes zum Andocken an Wirtszelle
- **Keine Zellbestandteile vorhanden, die Stoffwechsel ermöglichen**
- Viren = keine Lebewesen (Definition)
- Wirtszelle erforderlich
- Bei SARS-CoV-2: Mensch

## Wie vermehren sich Viren?

- Brauchen Wirtszelle
- Docken an der Zellmembran an,
- Schlüssel-Schloss-Prinzip, „Spikes“
- Nur bestimmte Zellen können befallen werden, z.B. Atemwege oder Darm (je nach Virus)
- Virus dringt in Zelle ein
- Hülle des Virus löst sich auf
- Erbgut des Virus wird frei
- Erbgut wird in Zellkern der Wirtszelle transportiert
- Virus-Erbgut wird dort vervielfältigt
- Wirtszelle wird auf Viren-Produktion umgestellt

- Reproduziertes Viren-Erbgut verlässt den Zellkern, wird in „Kapsid“ (Eiweißkapsel) verpackt → geschieht millionenfach
- Verlässt Wirtszelle durch Knospung (Ausstülpung und Abkapselung)
- Viren werden freigesetzt
- Wirtszelle wird dabei aufgelöst
- Oder je nach Virus ggf. erst später zerstört

Mutationen entstehen durch fehlerhafte Kopien.

Sie unterliegen dann der Selektion. Erfolgreichere vermehren sich rasant.

- Derzeitige Änderungen z.B. an den Spikes
- der Umhüllung. Bessere Anhaftung an Wirtszellen,
- leichteres Eindringen, erhöhte Infektionsraten

## Fazit:

### **Können sich Viren in Lüftungsanlagen, Luftreinigern, an Oberflächen etc. vermehren?**

- Nein, für die Vermehrung sind Wirtszellen erforderlich
- Unterschied zu Schimmel, Bakterien, Hefen, die sich je nach klimatischen Bedingungen (Feuchte, Temperatur, pH-Wert etc.) sehr gut entwickeln können.
- Aerosole, Viren, Bakterien, Sporen, Pollen etc. können durch Luftbewegungen transportiert und verteilt werden.

Guter Ausblick: Abwasser-Untersuchungen, TU Darmstadt  
Frühzeitiges Erkennen von Corona-Hotspots in der Bevölkerung.  
Schnellere Ergebnisse als bei Testreihen an Menschen.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit  
Bleiben Sie gesund 😊**

**Dipl. Biol. Pamela Jentner**  
Baubiologische Beratungsstelle Freising  
OrangePep GmbH & Co.KG  
D-85354 Freising  
Tel. 08168 99 83 99  
[www.orangepep.de](http://www.orangepep.de)