



Westfälische
Hochschule

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen

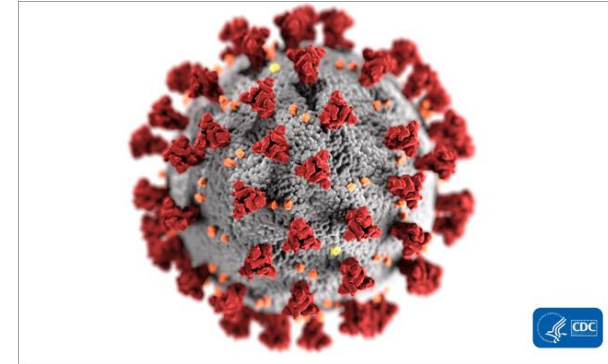
Klimatechnik 6 Corona

Juni 2020

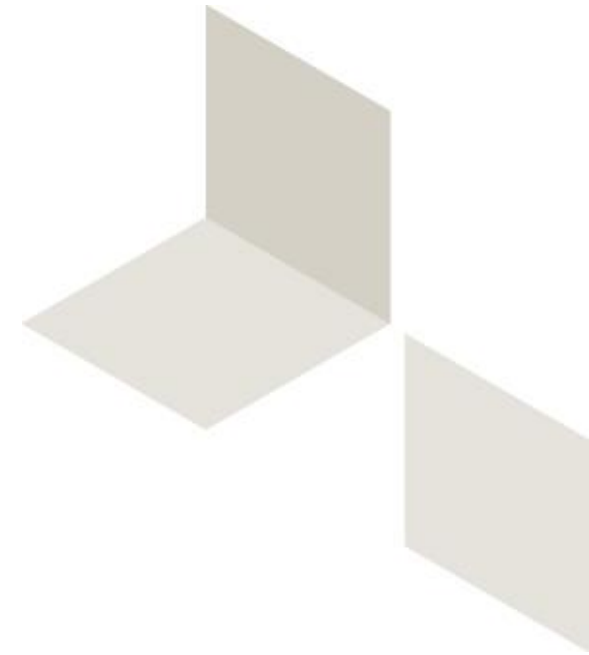
Prof. Dr. Christian Fieberg



Wissen. Was **praktisch** zählt.

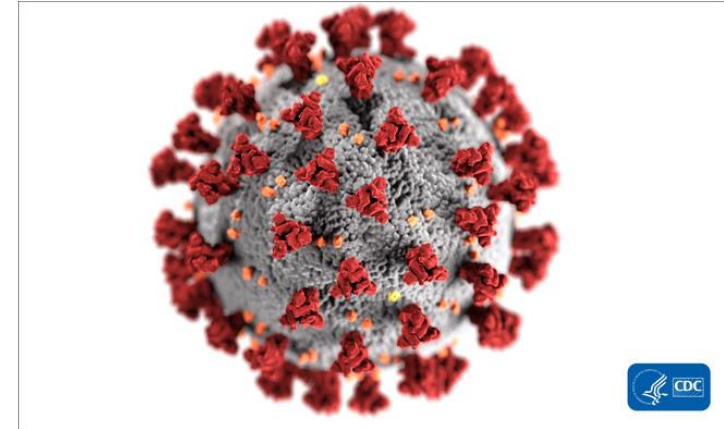


Quelle: CDC-Alissa Eckert, MS;
Dan Higgins, MAMS



Corona: Begriffe

- Coronavirus
 - Virusfamilie
 - Kronenförmige Fortsätze auf der Virushülle
 - Bekannt seit 1968
 - Wirte sind meist Tiere (z.B. Vögel, Fledermäuse)
- SARS-CoV-2
 - SARS = Severe Acute Respiratory Syndrome, dt.: Schweres-Akutes-Atemwegssyndrom
 - Neuartiges Coronavirus
 - 2019 erstmalig im Wuhan, China, beim Menschen festgestellt
- COVID-19
 - Durch SARS-CoV-2 ausgelöste Atemwegserkrankung



Quelle: CDC-Alissa Eckert, MS;
Dan Higgins, MAMS

Eigenschaften

- Viren: Organische Strukturen (keine Lebewesen), die sich mit Hilfe eines Wirts vermehren
- Größe: max. 160 nm = 0,16 µm (menschliches Haar: 70 µm)
- Vermehrung

Anheften auf der Oberfläche einer Wirtszelle

Eindringen in die Wirtszelle

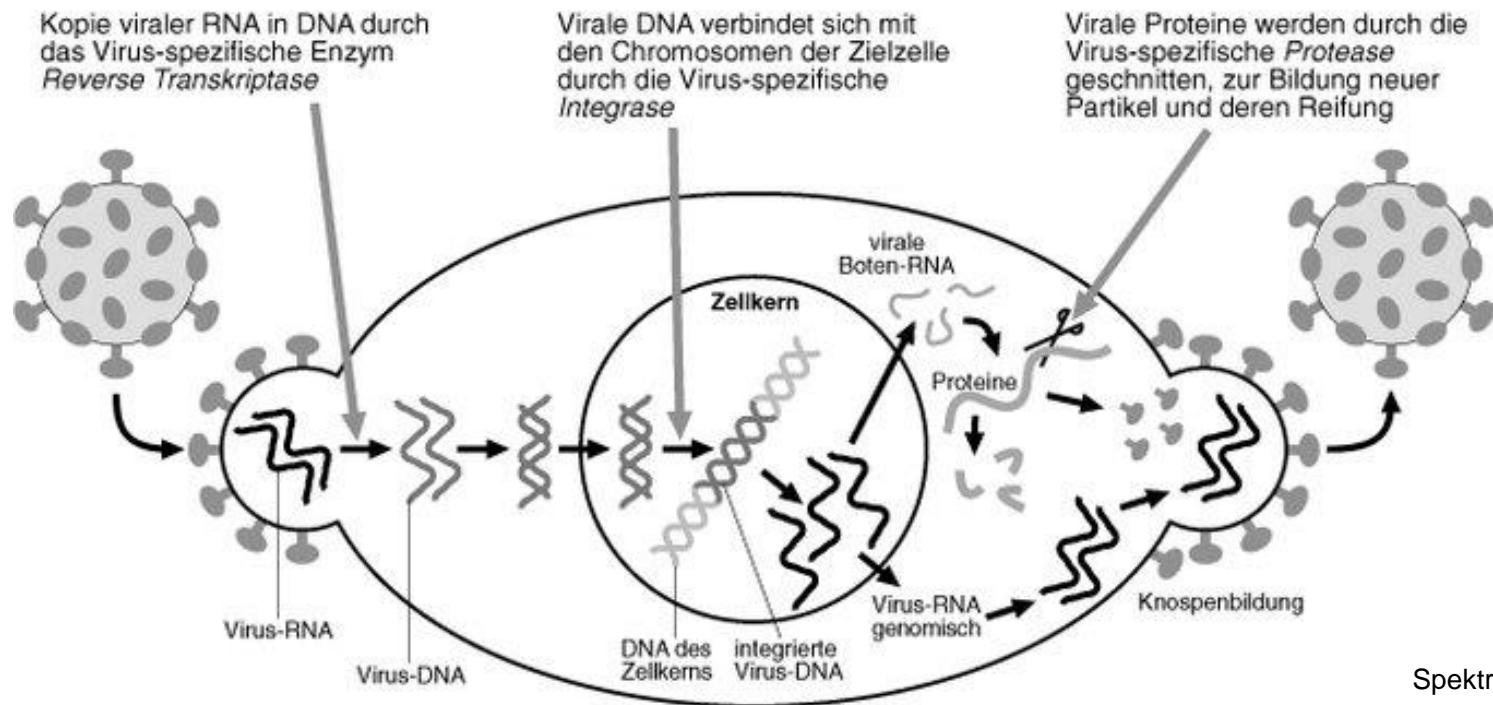
Entpacken des Virusinhalts (Hülle abstreifen)

Virus-Erbmaterial mit Hilfe der Wirtszelle verfielfältigen

Freisetzen der neuen Viren

Eigenschaften

- Viren: Organische Strukturen (keine Lebewesen), die sich mit Hilfe eines Wirts vermehren
- Größe: max. 160 nm = 0,16 µm (menschliches Haar: 70 µm)
- Vermehrung

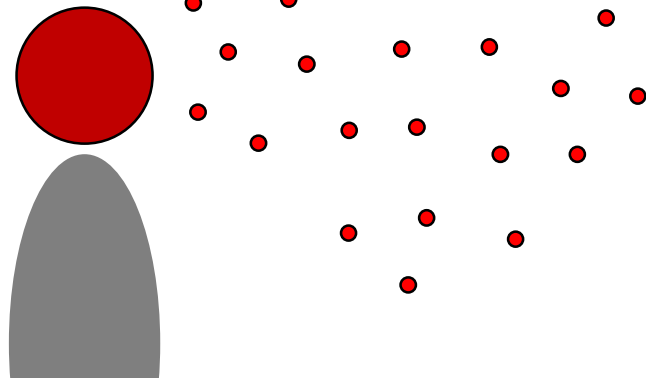


Spektrum.de

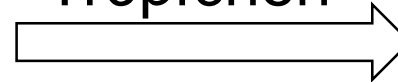
Übertragungswege

- Infektionswege
 - Tröpfcheninfektion
 - Schmierinfektion
 - Indirekte Schmierinfektion

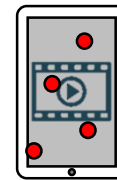
Infizierte Person



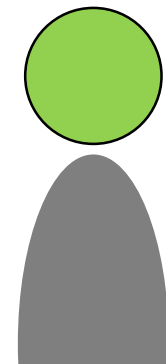
Tröpfchen



Direkter Kontakt

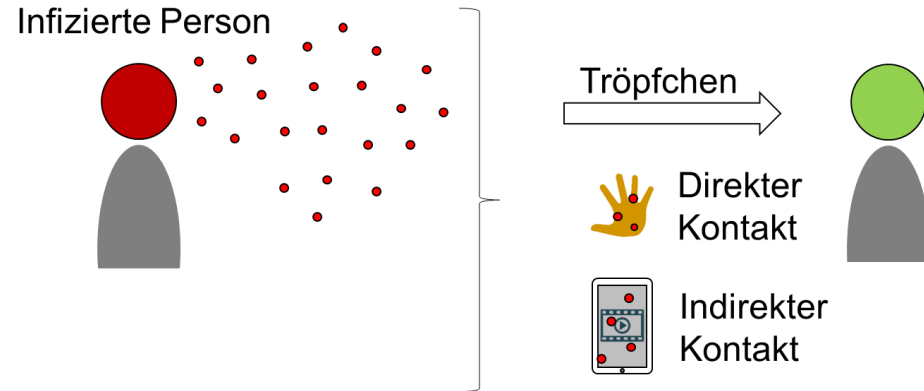


Indirekter Kontakt



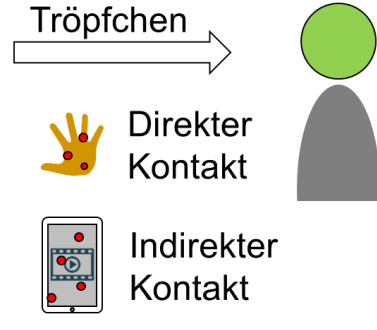
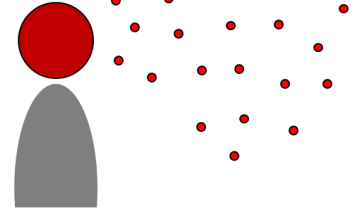
Übertragungswege

- Infektionswege
 - **Tröpfcheninfektion**
 - Schmierinfektion
 - Indirekte Schmierinfektion
- Virus in Tröpfchen (Spucke, Schleim)
- Transport durch die Luft
- Kontakt mit anderen Person (Einatmen, Schleimhäute (z.B. Augen))
- Große Tröpfchen ($> 30 \mu\text{m}$) fallen schnell zu Boden
- Kleine Tröpfchen ($< 10 \mu\text{m}$) bleiben lange in der Luft (schweben)
- Tröpfchen verdunsten \rightarrow höher Virenkonzentration je Tröpfchen
- Überlebenszeit der Viren bis zu 72 h (3 Tage)



Übertragungswege – Verweilzeit in der Luft

Infizierte Person



Tröpfchengröße 1 μm :

- Sinken mit 0,1 mm/s zu Boden:
 - „Fallhöhe“ 1,7 m \rightarrow 17.000 s \approx 4,7 h
 - Verwirbelungen verlängern die Fallzeit

Tröpfchengröße 10 μm

- Sinken mit 3 mm/s zu Boden
 - „Fallhöhe“ 1,7 m \rightarrow 567 s \approx 10 min
 - Verwirbelungen verlängern die Fallzeit
- Durch Verdunstung werden Tröpfchen schnell sehr klein
- Aerosole = feinsten Nebel

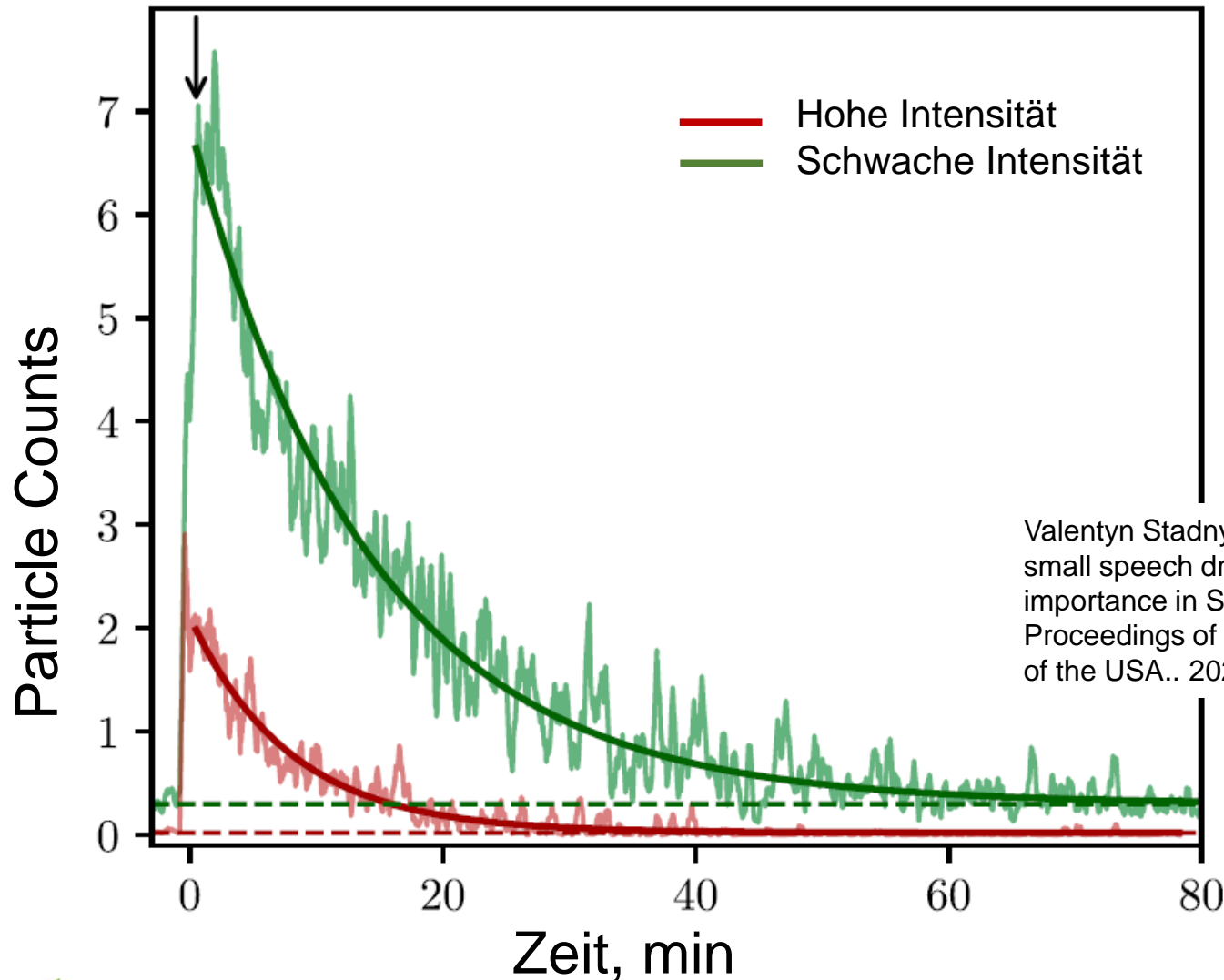
Übertragungswege – Aktuelle Forschung

- Tröpfchen beim lauten Sprechen: „STAY HEALTHY!“
- Freisetzung von 2.600 kleinen Tröpfchen pro Sekunde
- Ermittelte Sinkgeschwindigkeit: 0,6 mm/s bei Tropfengröße $d = 4 \mu\text{m}$
- Fazit: „Eine Minute lautes Sprechen erzeugt mindestens 1.000 virale Tröpfchen, die mehr als acht Minuten in der Luft schweben.“

Valentyn Stadnytskyi et al. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. Proceedings of the National Academy of Science of the USA.. 2020



Übertragungswege – Aktuelle Forschung



Tröpfchen im Kontrollvolumen (30 cm³)

Valentyn Stadnytskyi et al. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. Proceedings of the National Academy of Science of the USA.. 2020

Wirkung von RLT-Anlagen

- Luftwechsel in belüfteten Räumen: $LW = 0,5 \dots 8 \text{ h}^{-1}$
 - Büros: $LW = 4 \text{ h}^{-1}$
 - Luftwechsel: $LW = \frac{\dot{V}}{V_{Raum}}$
 - Mit Lüftungseffektivität von 0,5 (z. B. 50 % bei Mischlüftung) folgt für
 - $LW = 4 \text{ h}^{-1}$: Vollständiger Luftaustausch nach 30 mins
 - $LW = 0,5 \text{ h}^{-1}$: Vollständiger Luftaustausch nach 240 min (4 h)
 - Totluftgebiete := Zonen mit wenig Luftaustausch im Raum
- Viren bleiben lange im Raum, auch wenn die erkrankten Person den Raum verlassen hat**

Wirkung von RLT-Anlagen

Einsatz von Filtern oder Entkeimung

- Feinstaubfilter (auch ePM_{10}) sind zu grob für einen hohen Virenabscheidegrad
- Abscheidung erfolgt nur durch Schwebstofffilter: HEPA-Filter (Partikelgröße 0,1 - 0,3 μm mit einem Abscheidegrad von mindestens 99,95 %), Mindestens H13 nach EN 1822
- HEPA-Filter mit hohem Druckverlust \rightarrow ggf. geringer Volumenstrom möglich

- Entkeimung durch
 - UV-C (Ultraviolette Strahlung)
 - Ionisation \rightarrow O_3 -Radikale, Ozon, durch el. Aufladung
 - Wasserstoffperoxid, H_2O_2 -Vernebelung \rightarrow O_3 -Radikale, Ozon, durch Verdunstung
 - Bei Ozon: Aktivkohlefilter vorsehen (O_3 erzeugt Kopfschmerz und Übelkeit)

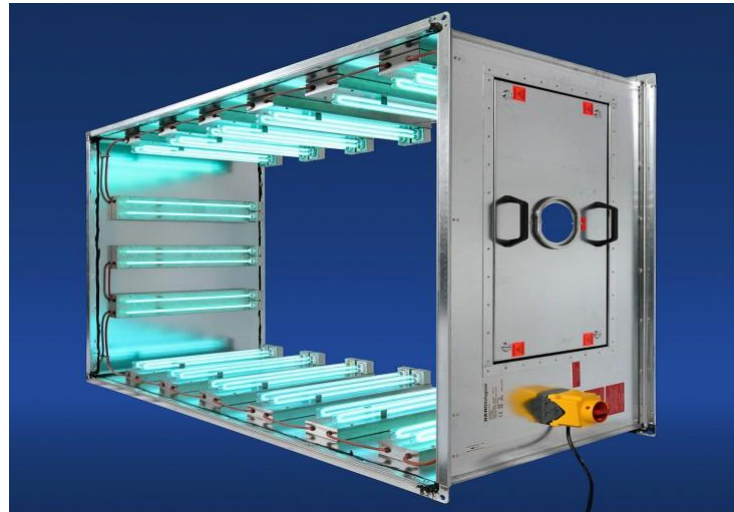
Wirkung von RLT-Anlagen

Einsatz von Filtern oder Entkeimung

- HEPA-Filter



- UV-C-Lampe



Aahygiene.com

Empfehlungen für den Betrieb 1 / 2

Zentrale RLT-Geräte

- AUL-Rate erhöhen
 - LW erhöhen
 - Betriebszeiten verlängern (ideal: durchgehend 24/7)
 - UML vermeiden
 - Überströmung (von Raum zu Raum) vermeiden
- ABL-Regelung
 - Toiletten-ABL in Dauerbetrieb → erzeugt Unterdruck
- Zusätzliche Filterwechsel sind nicht notwendig
- Luftbefeuchtung & Temperatur haben keinen Einfluss auf SARS-CoV-2
 - ABER: Nasenschleimhäute reagieren auf Trockenheit → optimale Feuchte von 40 – 60 %

VDMA-Merkblatt Raumluftechnische Anlagen in Zeiten von Covid-19
– Grundlagen zum Betrieb und zur Nutzung



Empfehlungen für den Betrieb 2 / 2

Dezentrale RLT-Geräte

- Reiner UML-Betrieb (z. B. Gebläsekonvektor): Abschalten
- AUL-Betrieb (z. B. Brüstungsgerät): siehe zentrale RLT-Geräte
- Raumlufreiniger
 - Filter Fan Units (FFU) nur sinnvoll mit HEPA-Filtern, mindestens H13
 - FFUs in Arbeitsplatznähe positionieren
 - Verstärkte Fensterlüftung meist wirksamer



VDMA-Merkblatt Raumluftechnische Anlagen in Zeiten von Covid-19
– Grundlagen zum Betrieb und zur Nutzung



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen

Wissen. Was **praktisch zählt.**

