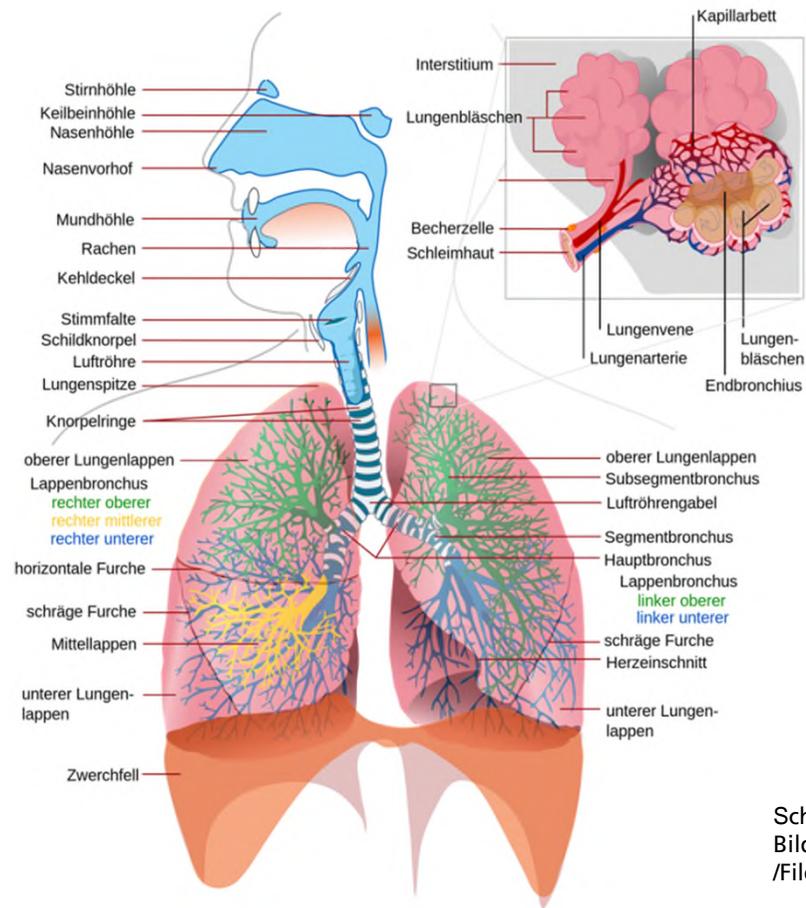


17. Gutbrod-Architektentag

Luftqualität von Innenräumen– wichtiger denn je?
Marcus Hermes, 1. Juli 2022

Ausgangssituation Physiologie



Schematische Darstellung der Atemwege
 Bildquelle: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Respiratory_system_complete_de.svg

Ausgangssituation Atemluft

- **gasförmige Bestandteile der Atemluft**
(ohne Berücksichtigung des variablen Wasserdampfgehalts der Luft):

- Stickstoff 78%
- Sauerstoff 21%
- Argon(Edelgas) 0,9%

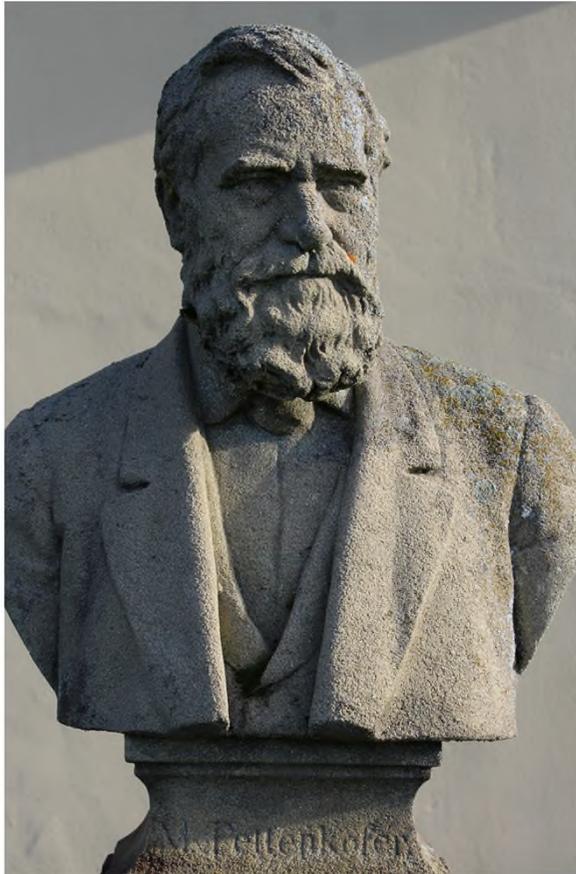
Ausgangssituation Atemluft II

- **gasförmige Bestandteile der Atemluft (Fortsetzung)**
(ohne Berücksichtigung des variablen Wasserdampfgehalts der Luft)

- **die verbleibenden 0,1 Vol.-% beinhalten unter anderem:**

- Aerosole, weitere Edelgase (Helium, Krypton, Neon, Radon, Xenon), Spurengase, wie
 - Methan (CH_4)
 - Ozon (O_3)
 - Stickstoffverbindungen (wie zum Beispiel Stickoxide NO_x)
 - Schwefeldioxid (SO_2)
 - Fluorchlorkohlenwasserstoffe und nicht zuletzt
 - Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Ausgangssituation Hygiene



Max von Pettenkofer (1818-1901)

bekannt u.a.:

Pettenkofer-Zahl

CO₂-Konzentration in einem Innenraum

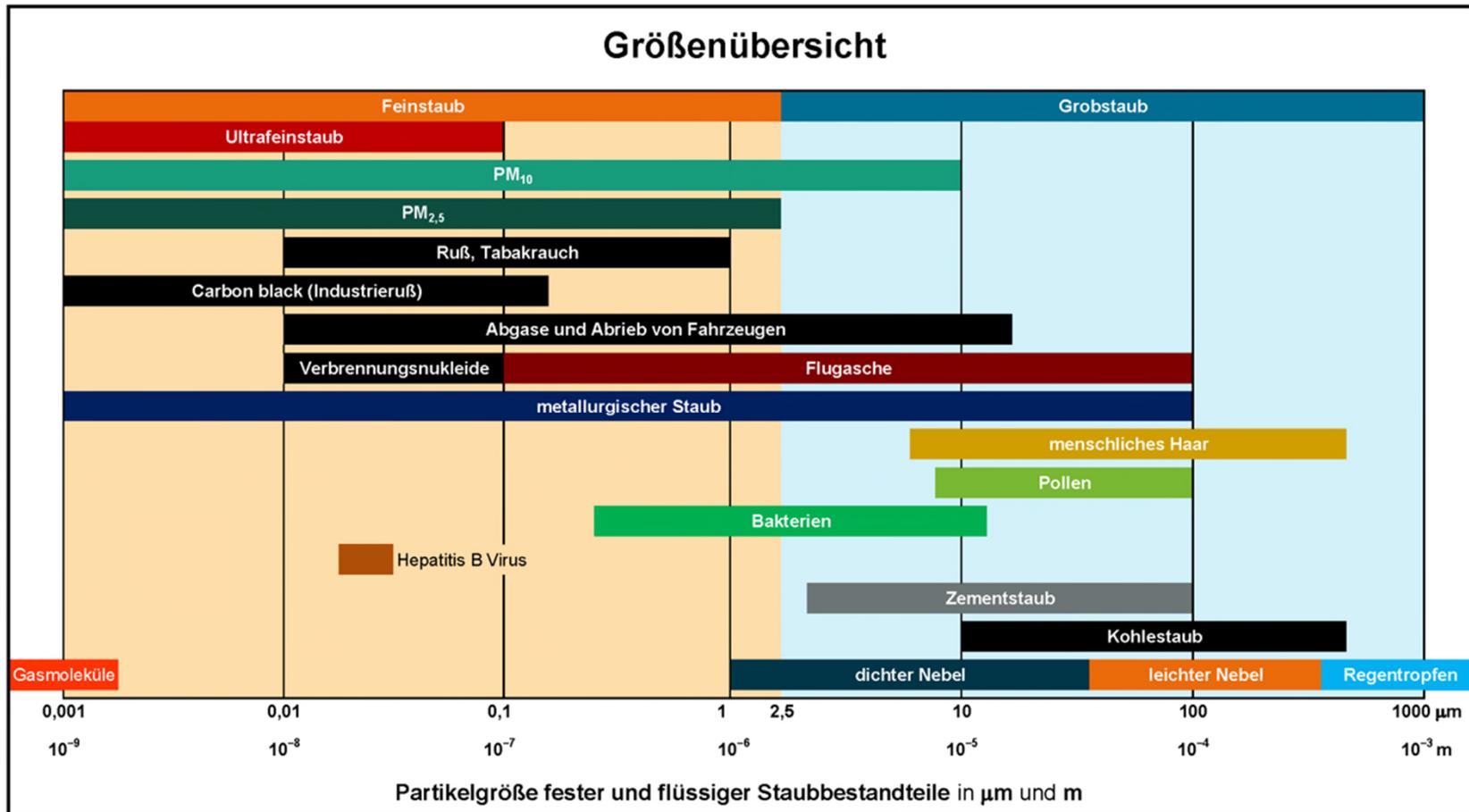
sollte 1000 ppm („parts per million“) nicht überschreiten.

Das entspricht 0,1 Vol.-%

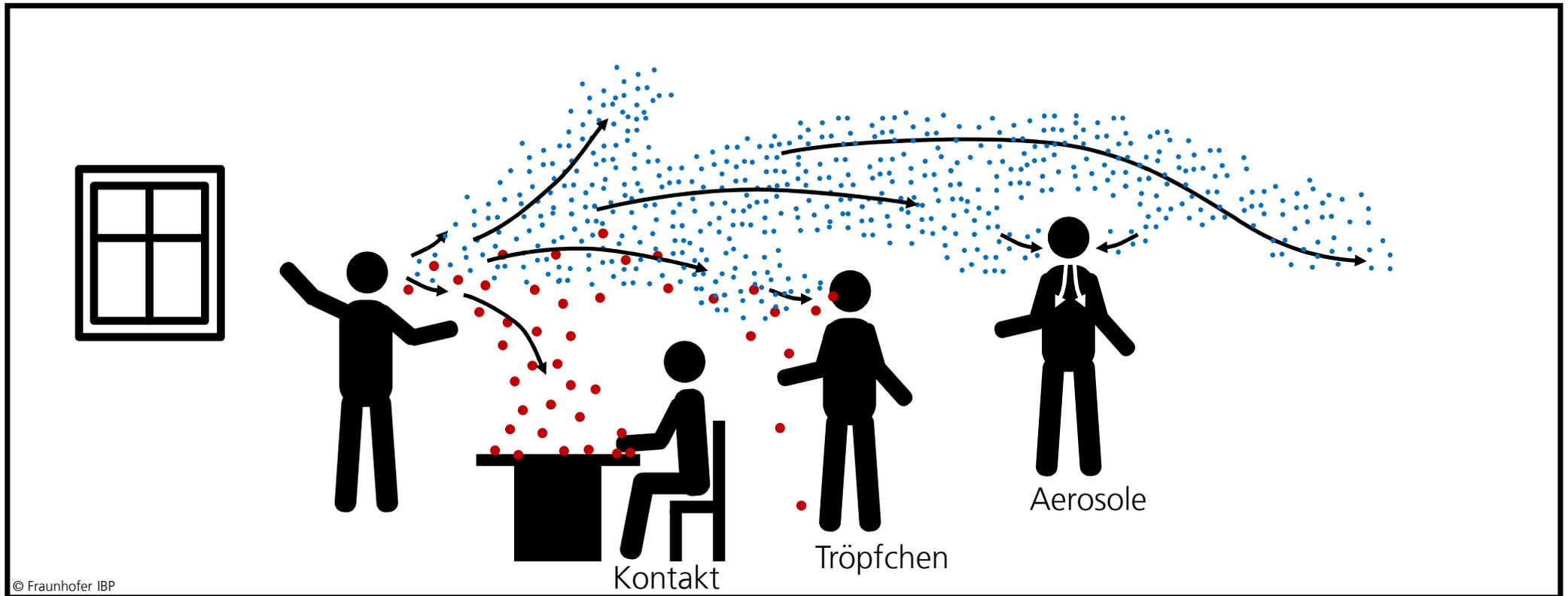
CO₂ im Raumluftvolumen, daraus folgt:

Frischluftrate pro Person: 32 m³/h

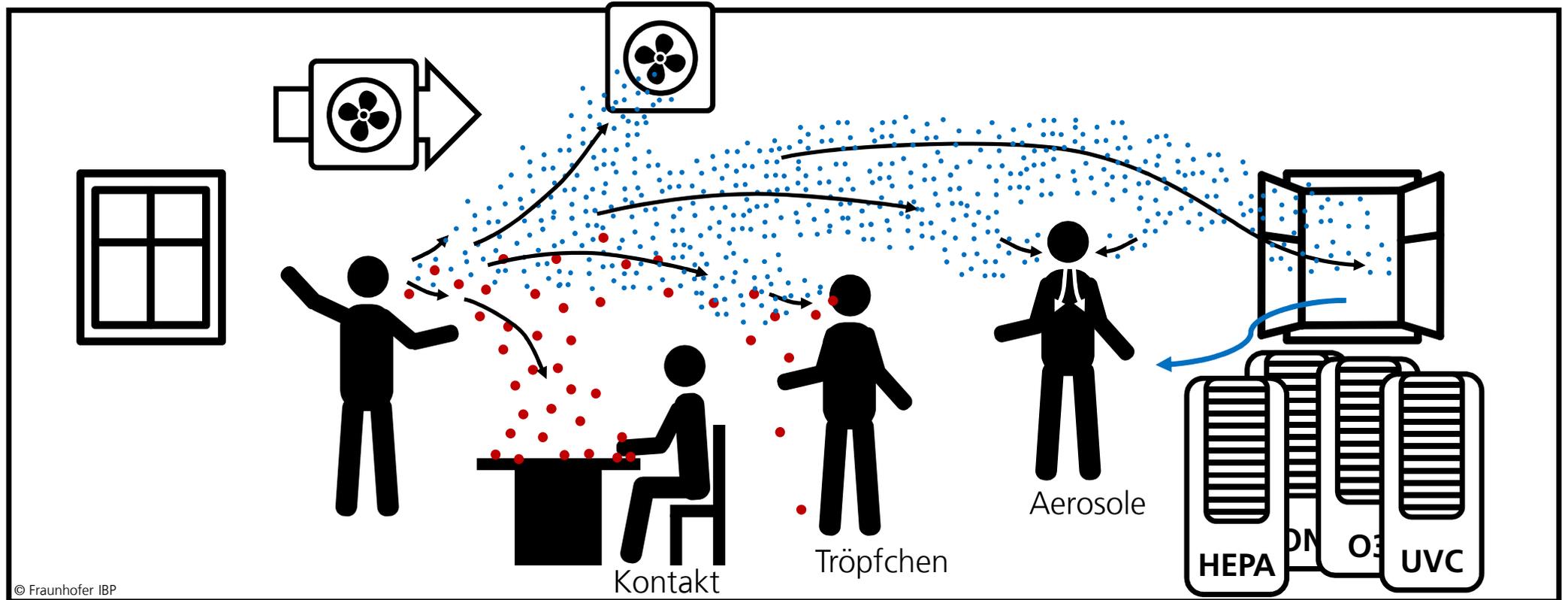
Ausgangssituation Staub



Ausbreitungsmechanismen



Luftreinigung



Healthy Air Initiative (intern kurz „HAI“)



Healthy Air Initiative

Healthy Air Initiative

→Fraunhofer Gesellschaft

ANGEBOTE FÜR ANWENDER UND HERSTELLER PARTNER KONTAKT

Forschungs- und Beratungsprogramm für gesunde Raumluft

Kleine und mittlere Unternehmen sind substantiell bis existenziell von der Corona-Krise betroffen. Schnelle und praxisnahe wissenschaftlich fundierte Lösungen werden benötigt, um die Virusübertragung durch Aerosole in Räumlichkeiten zu reduzieren. Zusätzlich besteht Beratungsbedarf zu jeweils geeigneten und wirksamen Anpassungen der Hygiene- und Lüftungskonzepte in den Betrieben, Anbietern bzw. Herstellern von Geräten und Anlagen zur Luftreinigung sind jedoch technisch erforderliche Kriterien wie z. B. Lüftungsleistung sowie die vor Ort gegebenen Voraussetzungen für Installation, Betrieb und Wartung, kaum bekannt. Genau hier setzt die «Healthy Air Initiative» an:

Das Netzwerk von Fraunhofer-Instituten und weiteren Partnern verfolgt ein integriertes Konzept aus Forschung, Wissenstransfer und Vernetzung, das Unternehmen individuelle und effektive Hilfe anbietet.

Mobile Luftreiniger

Einteilung der Bauarten in zwei Hauptbereiche

Abscheidende Geräte

Filtereffizienz mit Prüfaerosol

DEHS (Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat)

Most Penetrating Particle Size (MPPS, 0,2 – 0,3 μm)

Inaktivierende Geräte

Inaktivierungseffizienz mit Corona-Surrogat-Aerosol

Virensurrogat mit der Bakteriophage Phi-6

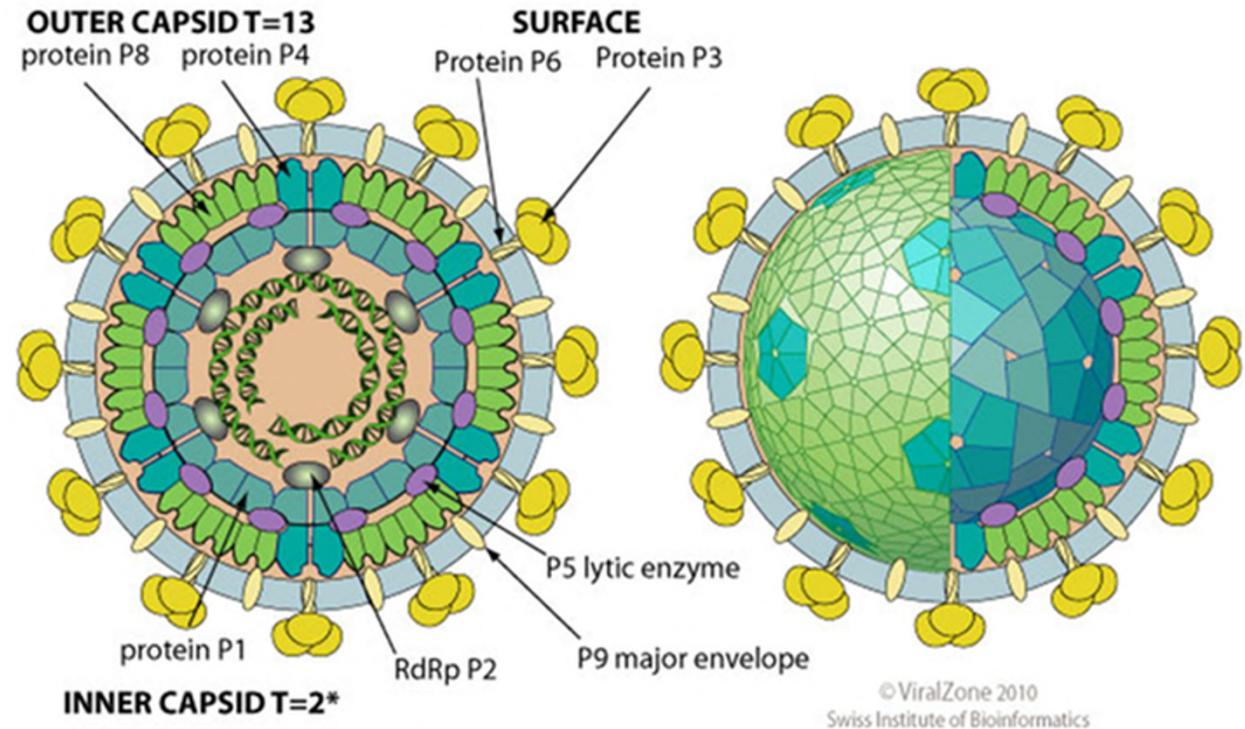
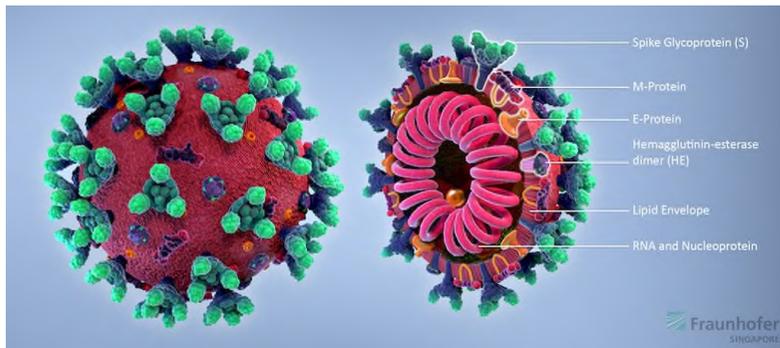
weitestgehende Übereinstimmung mit SARS-CoV-2

Virensurrogat

Bakteriophage Phi-6

Bei Phi6 handelt es sich um einen Bakteriophagen der Familie Cystoviridae, der sich aufgrund seiner Größe (100 nm), seiner Membranhülle und seinem RNA-Genom als Sars-CoV-2-Surrogat eignet.

Quelle ViralZone 2010



IATC – Indoor Air Test Center

Fraunhofer IBP, Standort Valley/Holzkirchen

Für den Aufbau der Labore in Stuttgart konnten die Erfahrungswerte des IATC für die Healthy Air Initiative direkt genutzt werden.



Intern

HAI-Beratungszentrum

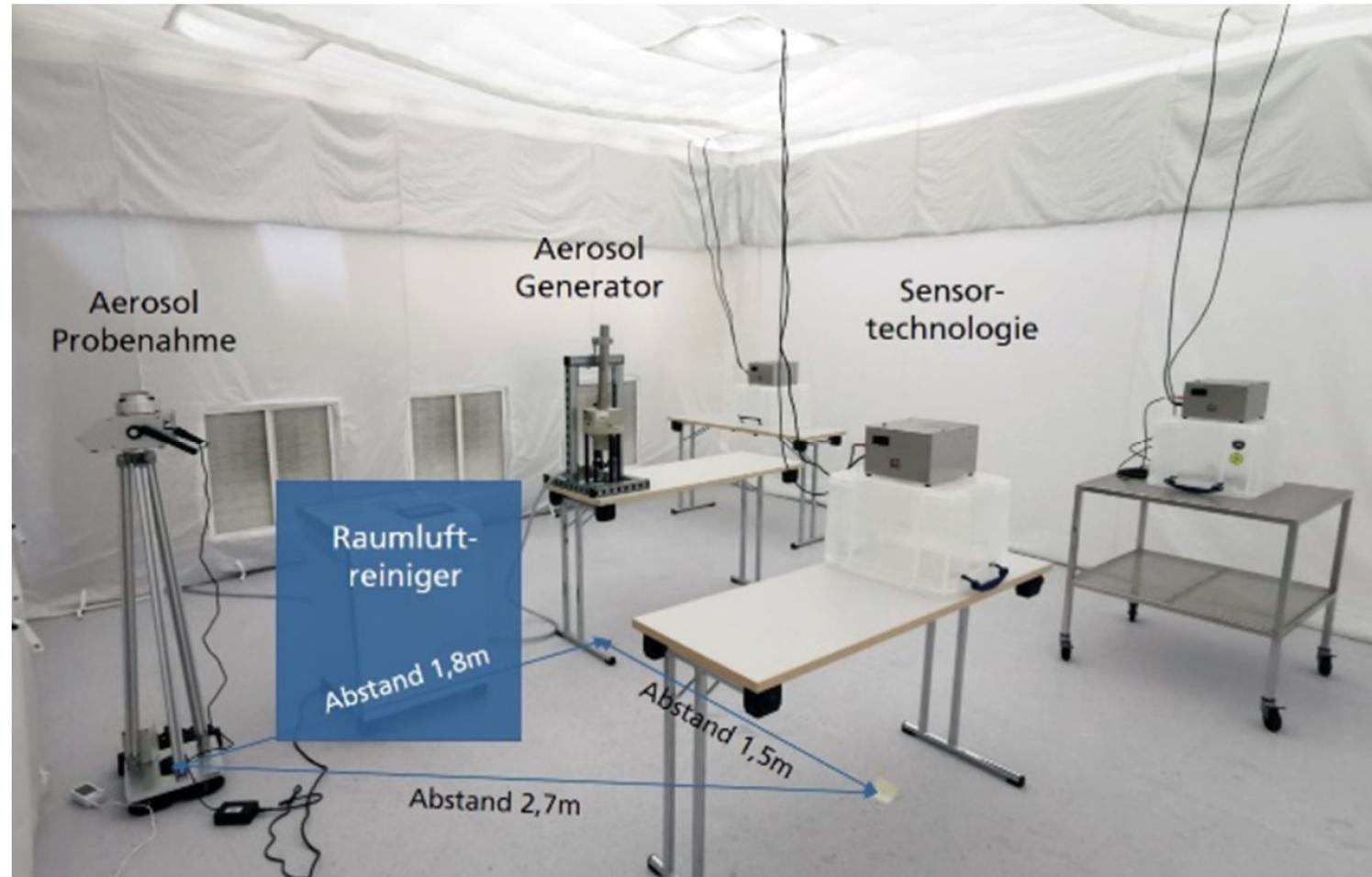
Fraunhofer IBP, IGB, IPA, Standort Stuttgart

Für den Aufbau der Labore in Stuttgart wurde das Reinraum-System CAPE© vom Fraunhofer IPA eingesetzt.



HAI-Beratungszentrum Institutszentrum Stuttgart

Darstellung der
Prüfanordnungen
DEHS und
Virensurrogat



HAI-Beratungszentrum

Institutszentrum Stuttgart

Versuchsablauf

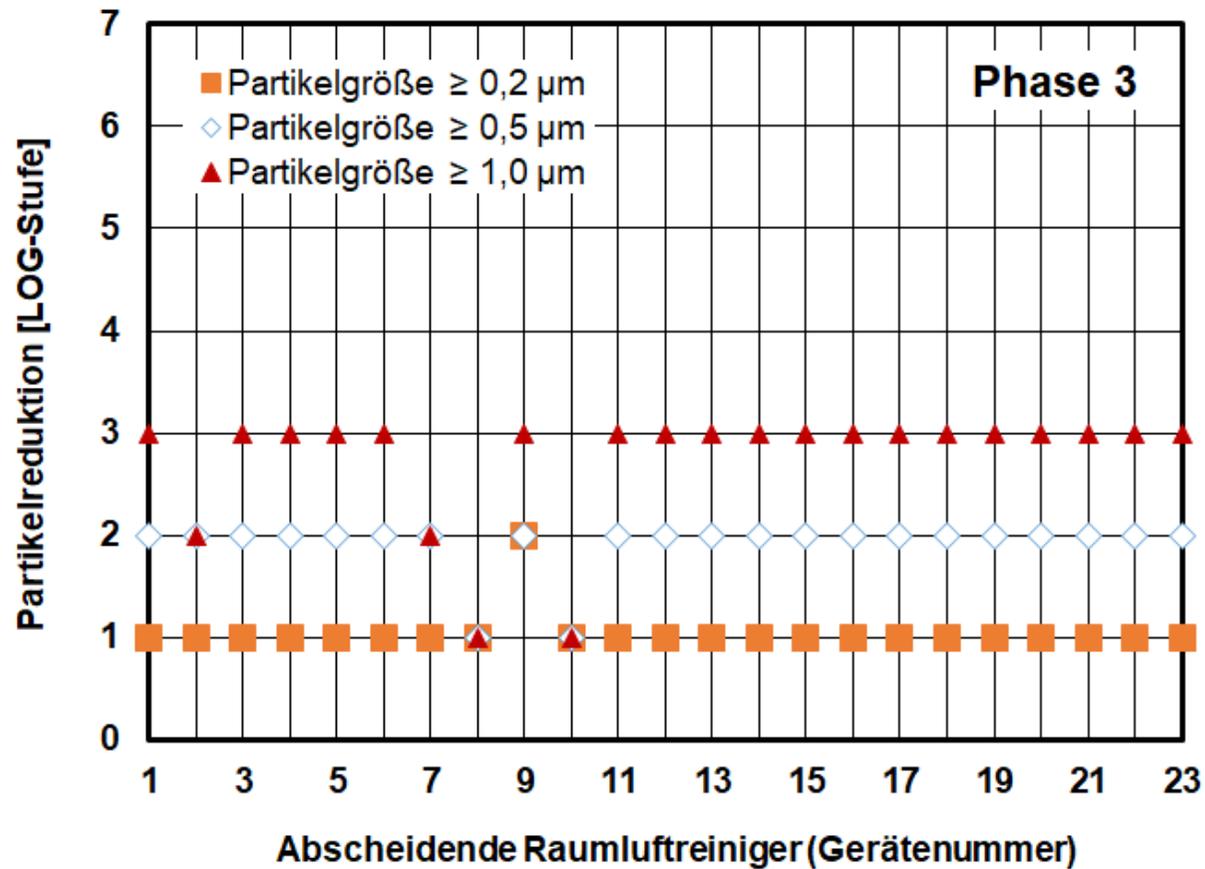
| Zeitpunkt | | Aerosolgenerator | Luftreiniger | Luftkeimsammler | Sensortechnik |
|---------------|--|------------------------|--------------|-----------------|---------------|
| - 15 - 0 min | NK | Aus | Ein | Aus | Ein |
| 0 - 30 min | Zerstäubung Phagen | Ein | Aus | Aus | Ein |
| 30 - 60 min | | Ein | Aus | Ein Probe 1 | Ein |
| 60 - 73 min | UV Warmlaufen | Ein | Ein | Aus | Ein |
| 73 - 103 min | Zerstäubung Phagen und Luftreinigung | Ein | Ein | Ein Probe 2 | Ein |
| 103 - 133 min | | Ein | Ein | Ein Probe 3 | Ein |
| 133 - 163 min | Luftreinigung | Aus | Ein | Aus | Ein |
| 163 - 193 min | | Aus | Ein | Ein Probe 4 | Ein |
| 193 - 208 min | Reinigung Raum | Aus | Ein + FFU | Aus | Ein |
| 208 - 223 min | Reinigung AGK2000 | Ein (H ₂ O) | Ein + FFU | Aus | Ein |

Luftreinigungseffizienz

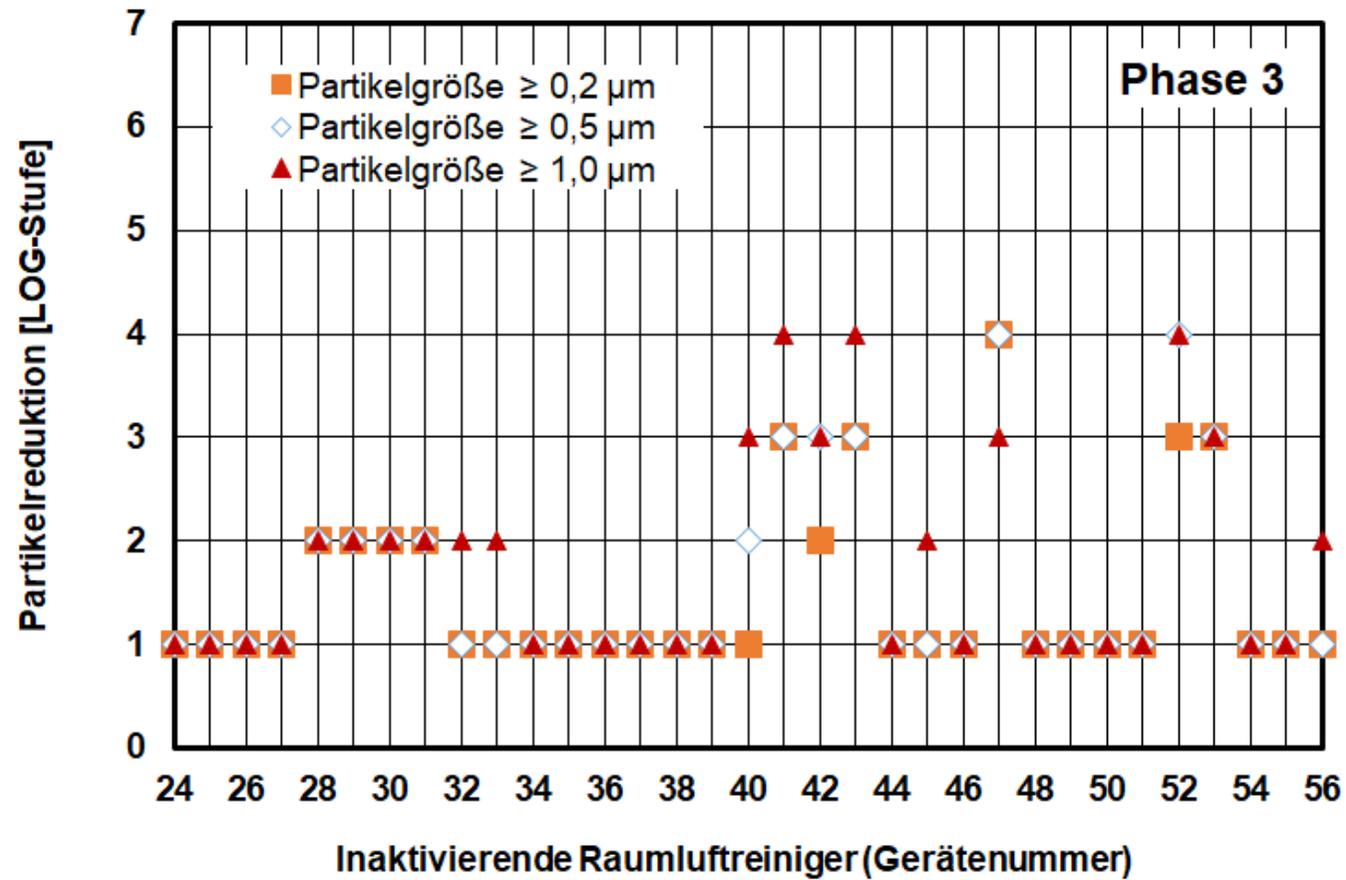
| Reduktion der Virenlast | | Beispiel: Virenlast zu Beginn der Reduktion: 100 000 000 (= 10^8) | |
|------------------------------|-----------|--|--------|
| in Log ₁₀ -Stufen | in % | stufenweise Reduktion | |
| 1 | 90 | 10 000 000 | 10^7 |
| 2 | 99 | 1 000 000 | 10^6 |
| 3 | 99,9 | 100 000 | 10^5 |
| 4 | 99,99 | 10 000 | 10^4 |
| 5 | 99,999 | 1 000 | 10^3 |
| 6 | 99,9999 | 100 | 10^2 |
| 7 | 99,99999 | 10 | 10^1 |
| 8 | 99,999999 | 1 | 10^0 |

© Fraunhofer IBP

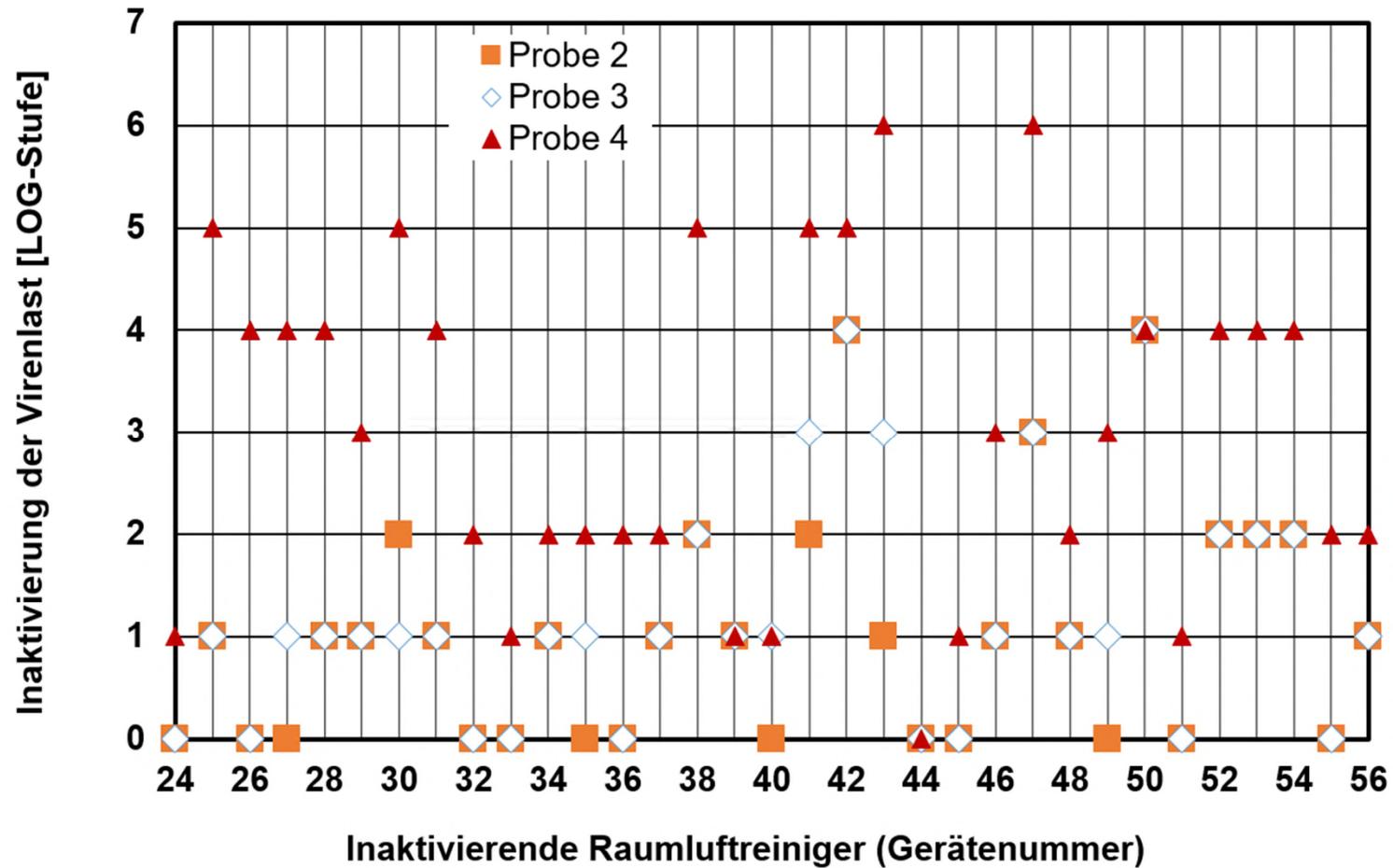
Ergebnisse (abscheidende Systeme)



Ergebnisse (inaktivierende Systeme)

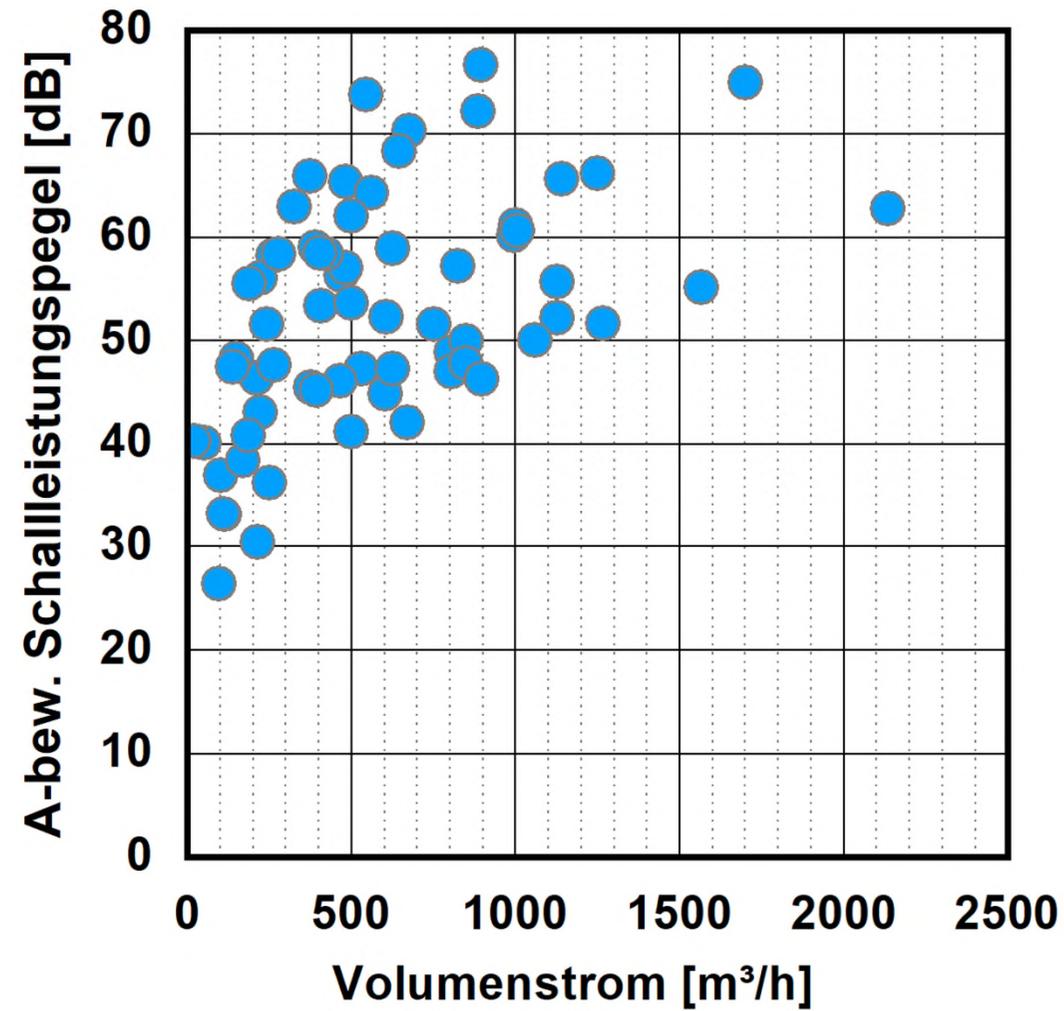


Ergebnisse (inaktivierende Systeme)



© Fraunhofer IBP, Healthy Air Initiative

Ergebnisse



Kontakt

Dr.-Ing. Marcus Hermes
Wärmekennwerte, Klimasimulation
Abteilung Hygrothermik
Tel. +49 711 970-3323
marcus.hermes@ibp.fraunhofer.de

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
