

# Wirkungen und Veränderungen in/nach der Corona-Pandemie: Erkenntnisse, Erfahrungen im Umgang mit Lüftungsanlagen

Prof. Dr. Ing. Uwe Franzke  
ILK Dresden



# Gliederung

- Allgemeines
- Mobile Luftreiniger
- Messungen in Klassenräumen
- Lüftungsanlagen





# Der Fluch „moderner Gebäude“



# Gesetzliche Regelungen

- In Arbeitsräumen, Sanitär-, Pausen- und Bereitschaftsräumen, Kantinen, Erste-Hilfe-Räumen und Unterkünften muss unter Berücksichtigung des spezifischen Nutzungszwecks, der Arbeitsverfahren, der physischen Belastungen und der Anzahl der Beschäftigten sowie der sonstigen anwesenden Personen während der Nutzungsdauer ausreichend **gesundheitlich zuträgliche Atemluft** vorhanden sein.
- In umschlossenen Arbeitsräumen muss gesundheitlich zuträgliche Atemluft in ausreichender Menge vorhanden sein. **In der Regel entspricht dies der Außenluftqualität.**



# Leistungsfähigkeit

## Behaglichkeit

## Luftqualität

Temperatur

Feuchte

Geschwindigkeit

CO<sub>2</sub>

Schadstoffe

Partikel

Viren



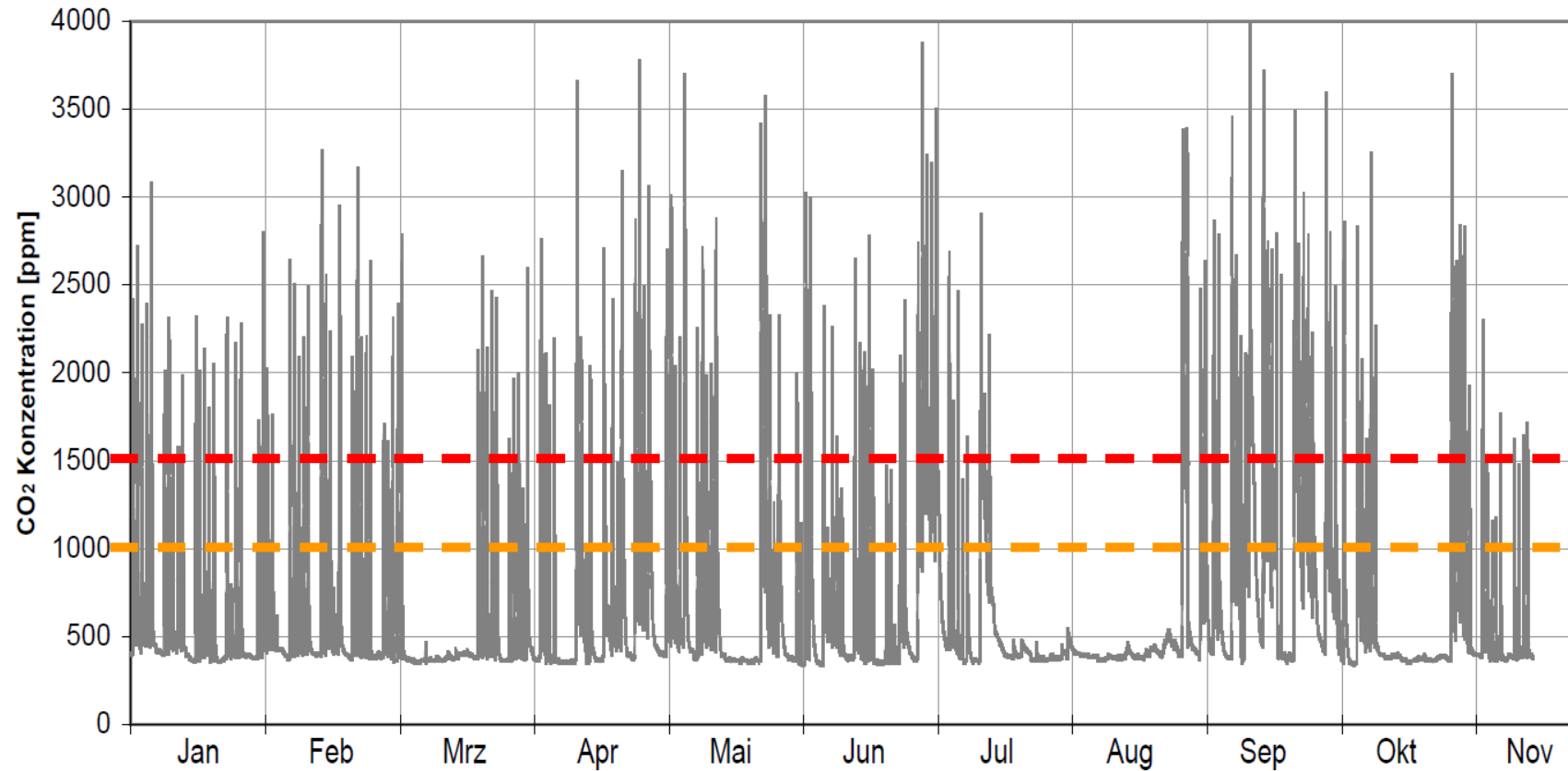


Forum Gebäudemanagement



# Grundschule Hamburg Harburg

## CO<sub>2</sub>-Konzentration bei Fensterlüftung



Feldstudien Jennifer König, igs TU Braunschweig



# Neue Herausforderung COVID 19





# Untersuchte Geräte und weitere...

**Kampmann Luftreiniger**  
KA-520 XL (bis 700 m<sup>3</sup>/h)



**Trotec TAC V+**  
(bis 1.600 m<sup>3</sup>/h)



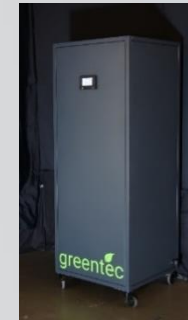
**Genano 420**  
(bis 400 m<sup>3</sup>/h)



**Mann + Hummel OurAir**  
SQ 2501 (bis 2.500 m<sup>3</sup>/h)



**Greentec**  
(bis 1.350 m<sup>3</sup>/h)



**Trox Luftreiniger L**  
(bis 1.600 m<sup>3</sup>/h)



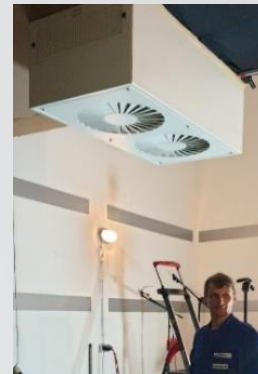
**HOWATHERM**  
(bis 800 m<sup>3</sup>/h)



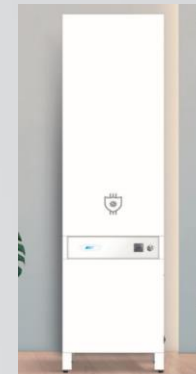
**Reinraumtechnik Mathieu**  
CA-1.400-XL bis 2.200 m<sup>3</sup>/h



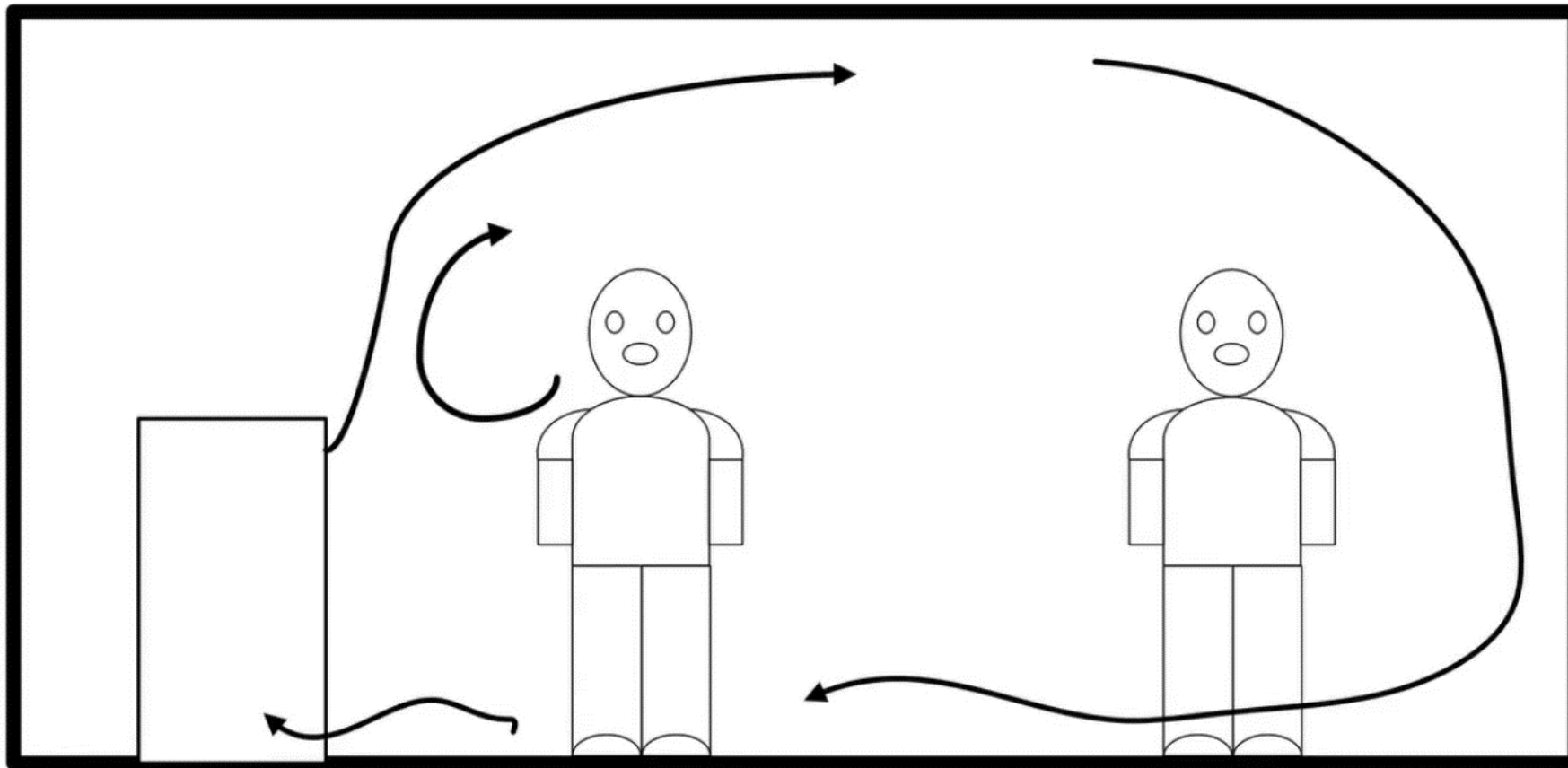
**GCS: V3CS Deckengerät**  
Luftreiniger (bis 800 m<sup>3</sup>/h)



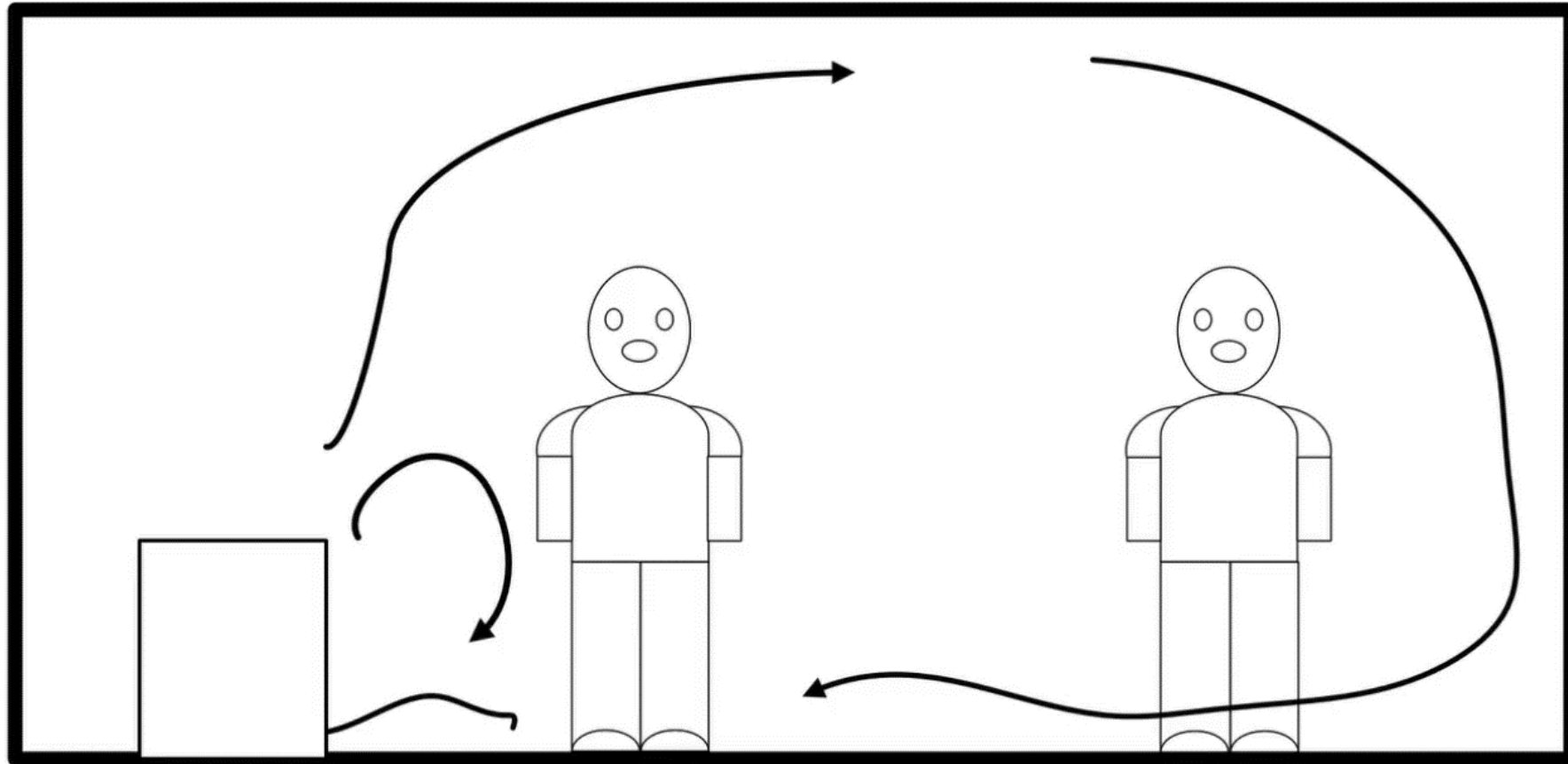
**SLT UV-C Air**  
Cleaner-75 (bis 420 m<sup>3</sup>/h)



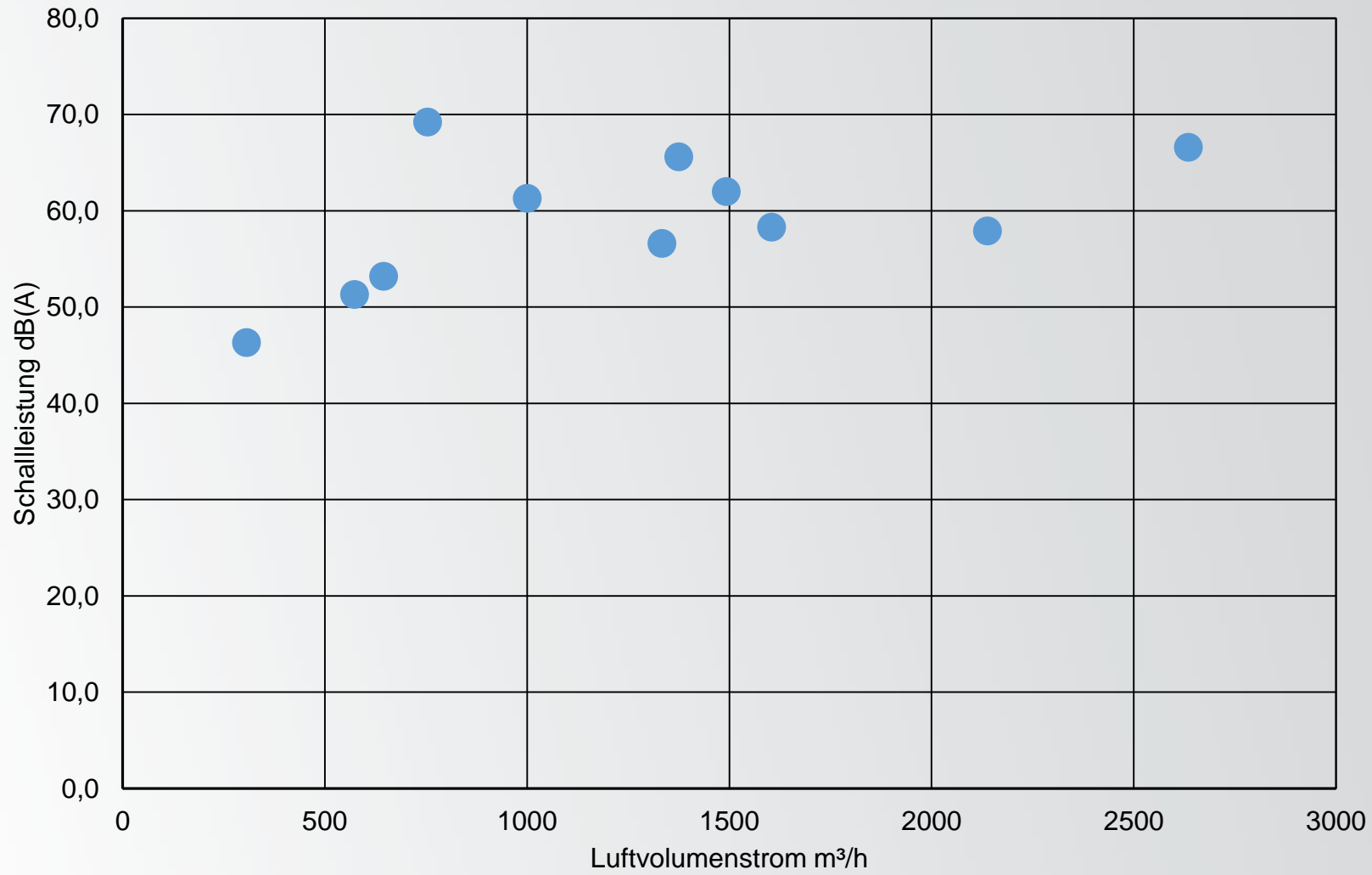
# Induktion am Gerät



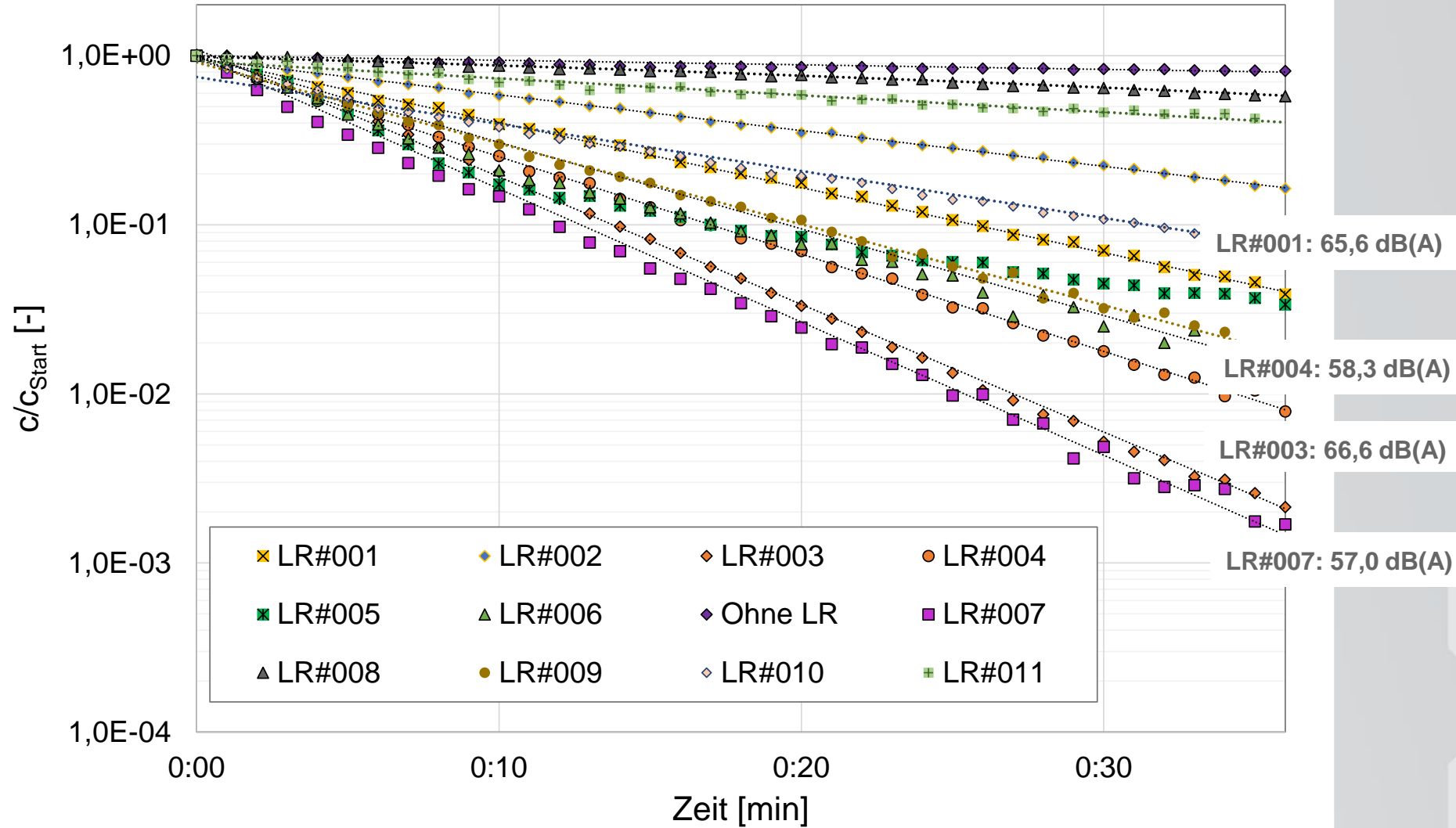
# Rezirkulation am Gerät



# Schalleistung über dem Luftvolumenstrom



# Reinigungsleistung im Vergleich



# Herstellereklärung / Zertifikat

## Logo Hersteller/ Produktbild

Serie	Produktname
Produkt	Luftreiniger
Hersteller	Name Straße Ort
Technische Regeln	VDI EE 4300 Blatt 14

### Beschreibung

Der Luftreiniger wurde gemäß den hier aufgeführten technischen Regeln geprüft, erfüllt alle dort enthaltenden Anforderungen und entspricht den im Folgenden aufgeführten Merkmalen.

### Technische Daten:

Geförderter Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	x	x	x	x	x
Elektrische Leistungsaufnahme in W	x	x	x	x	x
Schallleistungspegel in dB(A)	x	x	x	x	x
Wirkungsgrad der eingesetzten Reinigungstechnologie in %	x	x	x	x	x
Clean Air Delivery Rate in m <sup>3</sup> /h	x	x	x	x	x

Alle Daten sind gemäß VDI EE 4300 Blatt 14 anzugeben. Diese beinhaltet das notwendige Prüfverfahren bzgl. des Wirkungsgrades. Es sind feste Werte anzugeben, keine Wertebereiche.

### Weitere technische Eigenschaften:

Filtration	Ja/Nein
UV-C-Bestrahlung	Ja/Nein
Ionisation	Ja/Nein
Plasma	Ja/Nein
Konstantvolumenstromregelung	Ja/Nein
Minimaler Volumenstrom bei dem das Gerät das geforderte Ziel der Wirksamkeit gemäß VDI EE 4300 Blatt 14 (Reduktion von 90% der aktiven Virenlast in Bezug auf einen Raum mit 200 m <sup>3</sup> ) erfüllt	
Sonstiges:	

Die Wirksamkeit des Gerätes (Reinigungstechnologie im Gerät integriert) ist gemäß VDI EE 4300 Blatt 14 sichergestellt und kann durch entsprechende Testnachweise belegt werden.

Außerdem wird erklärt, dass folgende Sicherheitsaspekte berücksichtigt sind und die entsprechenden Herstellerangaben in der technischen Dokumentation enthalten sind:

- Allgemeine technische und elektrische Sicherheit, Unfallsicherheit und Brandschutz
- Schutz vor unbefugter Bedienung, Schutz vor Vandalismus
- Hinweise zur Wartung – insbesondere zum Filterwechsel bei Filtergeräten
- Hinweise zur erforderlichen Dimensionierung, Anzahl und der/den Aufstellposition/Aufstellpositionen im Raum
- Hinweise, wie die Geräteeinstellungen an die Räumlichkeiten anzupassen sind (empfohlener Luftdurchsatz in Bezug auf den nutzungsabhängigen zulässigen Schalldruckpegel (z.B. im Einklang mit ASR 3.7 oder VDI 2081-1))
- Bei UV-C-Luftentkeimern:  
Es darf keine gefährdende UV-Strahlung austreten. Für die Anwendung in Schulen und Kindertagesstätten darf zudem keine messbare UV-Strahlung in den zugänglichen Bereichen auftreten. Wirksamkeit: Angabe der Strahlendosis bei Einmalpassage bei maximalem Luftdurchsatz des Gerätes
- Ausschluss unerwünschter Nebenprodukte  
(z.B. Ozon in unzulässigen Mengen)

Unterschrift

(Ort), den (Datum)

Name des Unterzeichnenden (mit Angaben zum Unterzeichner)

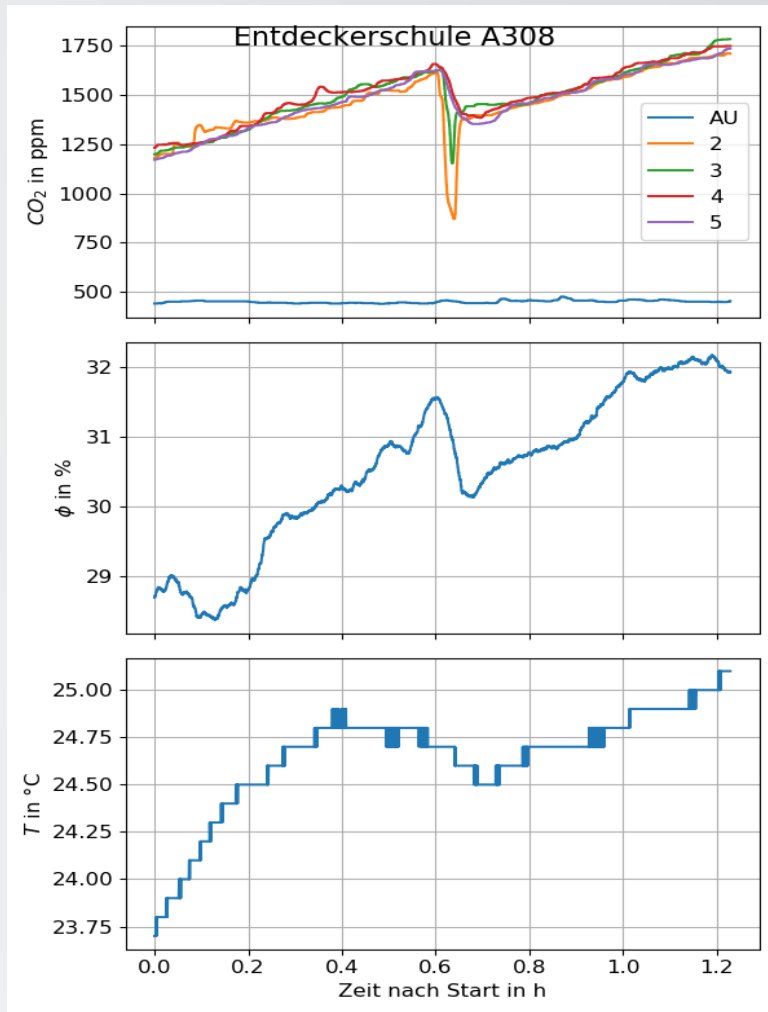


# Fazit mobile Luftreiniger

- Raumlufreiniger können die Viruslast nachweislich senken.
- Sonstige Raumparameter (CO<sub>2</sub>; Feuchte; Temperatur) werden nicht beeinflusst



# Messungen in Klassenräumen





# Reinigungsverfahren

Nr.	Gerätetyp	Reinigungsverfahren
1	Umluft	Photokatalyse
2	Umluft	HEPA H14 + ISO ePM10 > 50 %
3	Abluft	-/-
4	Umluft	HEPA H14
5	Umluft	Vorfilter, Aktivkohle, Kalt-Plasma, Platten-Sammler
6	Umluft	Vorfilter, HEPA H13, Aktivkohle, UVC, Photokatalyse
7	Umluft	HEPA H14



# Vergleich der Luftvolumenströme

Nr.	Raumgröße m <sup>3</sup>	Luftvolumenstrom m <sup>3</sup> /h laut Dokumentation	Luftvolumenstrom m <sup>3</sup> /h gemessen im Schulunterricht
1	200	2 x 130	2 x 91
2	400	2 x 1.400	2 x 623
3	220	406	144
4	278	1.400	573
5	265	1.000	340
6	196	1.000	375
7	200	1.170	345

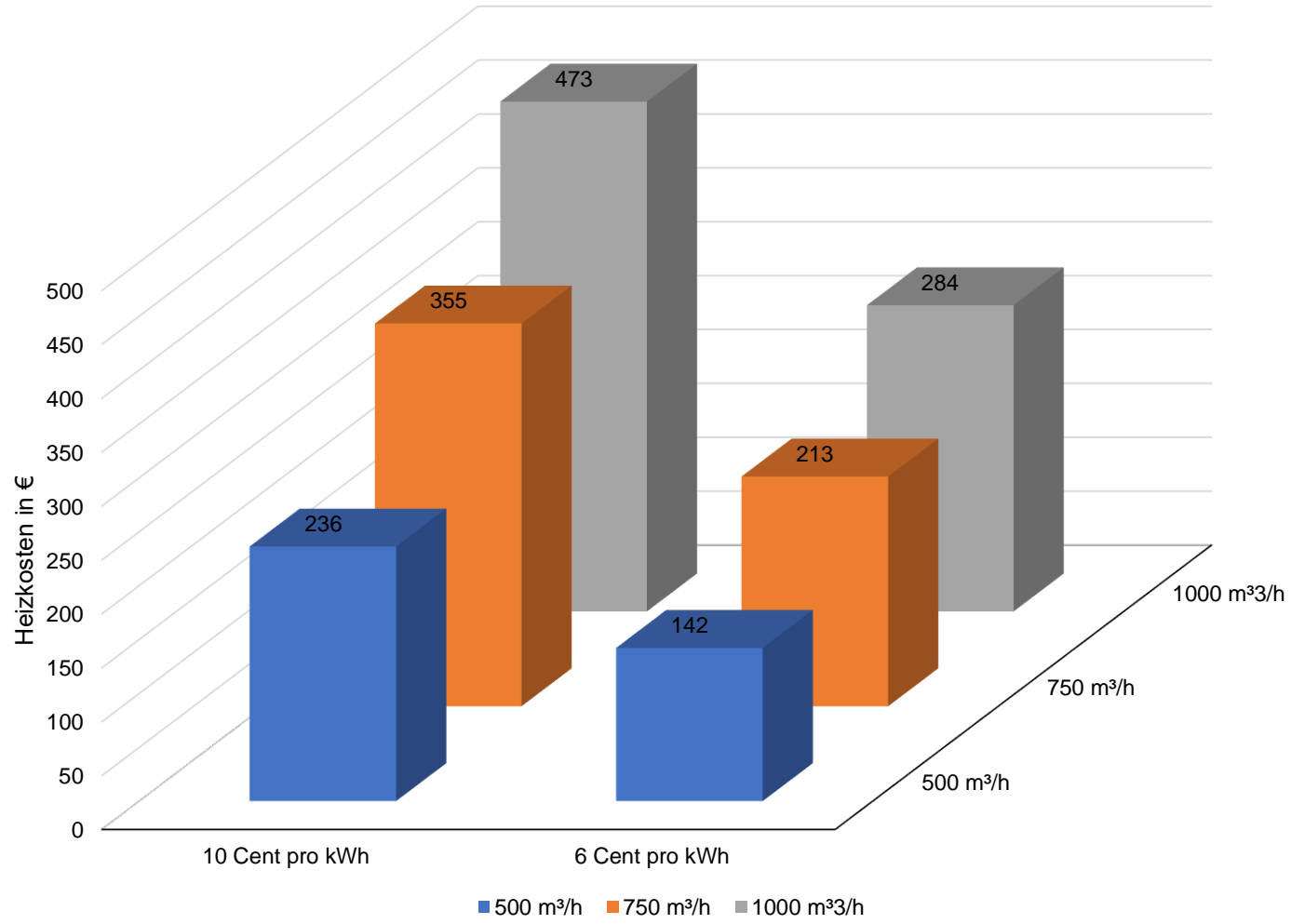


# Fazit der Messungen im Klassenraum

- ▶ Überwiegend positive Einstellung der Beteiligten gegenüber der Maßnahme (Lehrpersonal, Schüler, Hausmeister,..)
- ▶ Informationen zum Umgang/ zur Wirkung an Hausmeister/ Betreiber und Lehrpersonal dringend notwendig
- ▶ Geräte werden vorwiegend aus akustischen Gründen mit zu kleinem Luftvolumenstrom betrieben
- ▶ bei auslegungsgemäßen Luftvolumenstrom sind Beschwerden hinsichtlich Zugluftrisiko sehr wahrscheinlich
- ▶ Durchströmung des Raumes in voller Länge/ Breite nicht erreicht
- ▶ Reinigungsleistung im Erwartungsbereich zum geförderten Luftvolumenstrom (Nachweisführung über Partikelkonzentration)



# Heizkosten reiner Abluftanlagen



Zulufttemperatur: 20 °C

Standort Potsdam

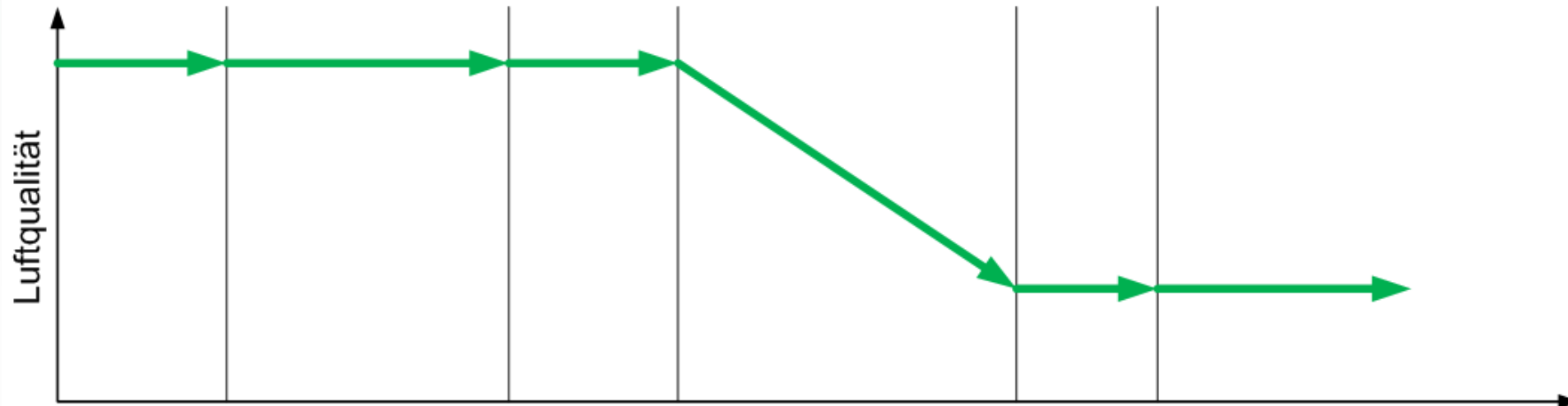
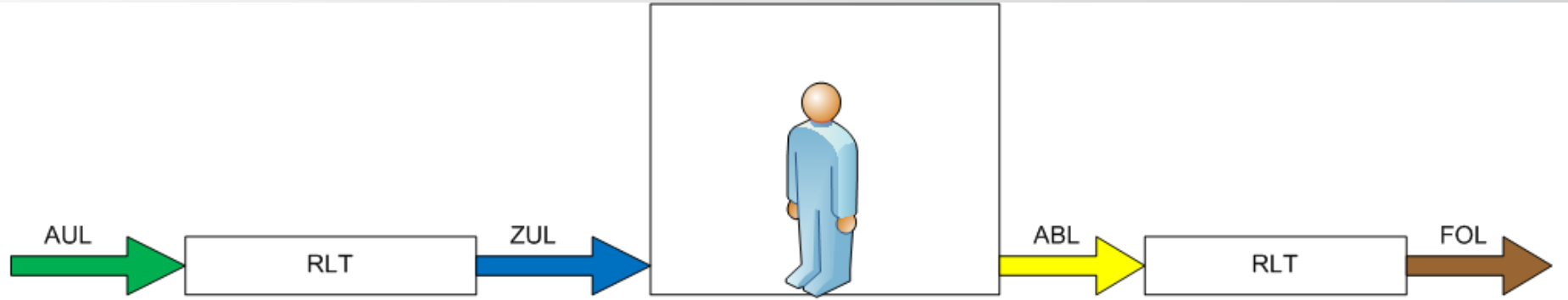
Betriebszeit: 5 Tage bei 10 Stunden



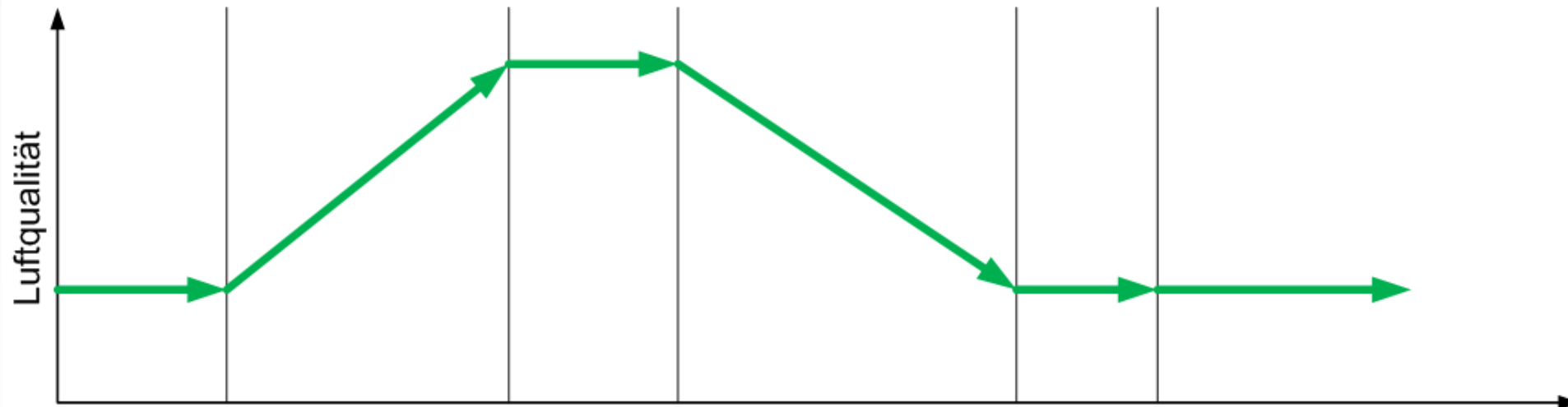
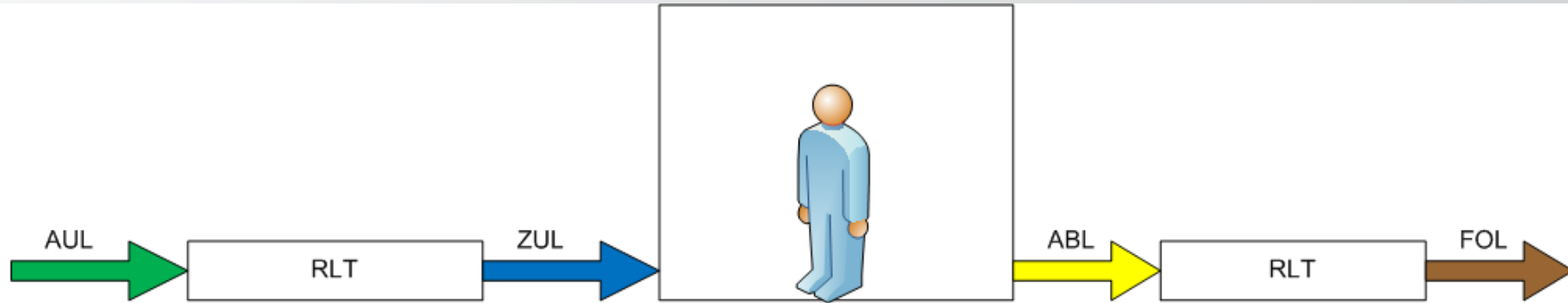
# Lüftungsanlagen



# Luftqualität



# Luftqualität

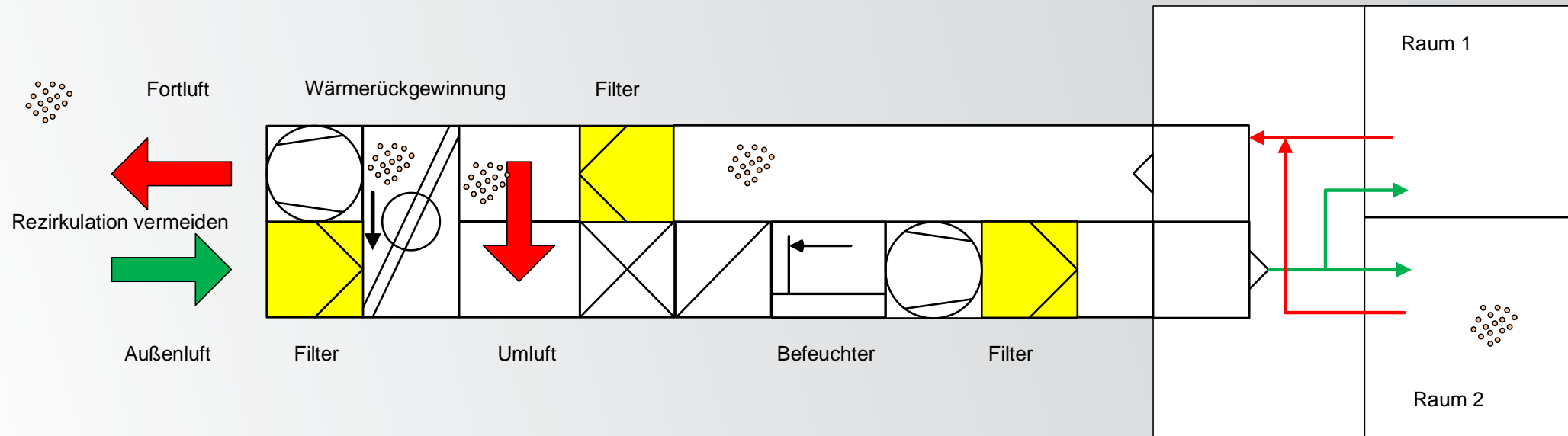


# DIN EN 16798 - 1

Kategorie	Beschreibung	CO <sub>2</sub> -Gehalt über dem Gehalt in der Außenluft in ppm	Absolute CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Innenraumluft in ppm	Außenluftvolumenstrom je Person in $\frac{l}{s \cdot Person}$ (Standardwert)	Außenluftvolumenstrom je Person in $\frac{m^3}{h \cdot Person}$ (Standardwert)
I	Hohe Raumluftqualität	550	950	10	36
II	Mittlere Raumluftqualität	800	1200	7	25,2
III	Mäßige Raumluftqualität	1350	1750	4	14,4
IV	Niedrige Raumluftqualität	1350	1750	2,5	9



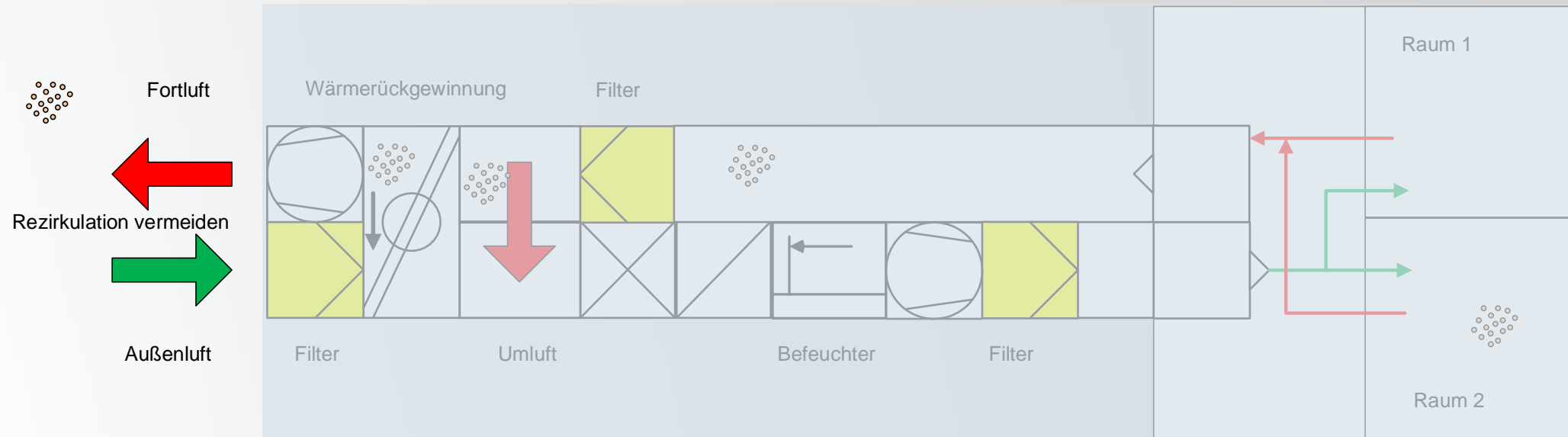
# Schwachstellen einer RLT-Anlage



Außenluft ist aufgrund der Verdünnung „frei“ von Viren!



# Schwachstellen einer RLT-Anlage



Rezirkulation ist vor allem in Krankenhäusern kritisch! Hohe Virenlast in der Fortluft ist möglich.

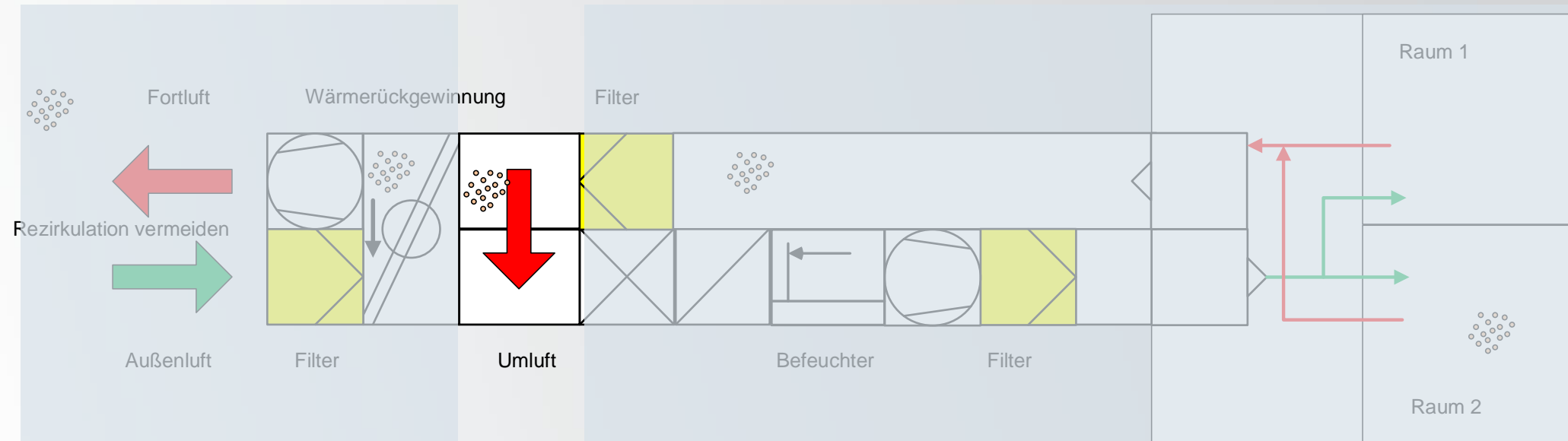
Die Übertragung der Viren ist durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern.

# Schwachstellen einer RLT-Anlage

Das ist keine gute Lösung!

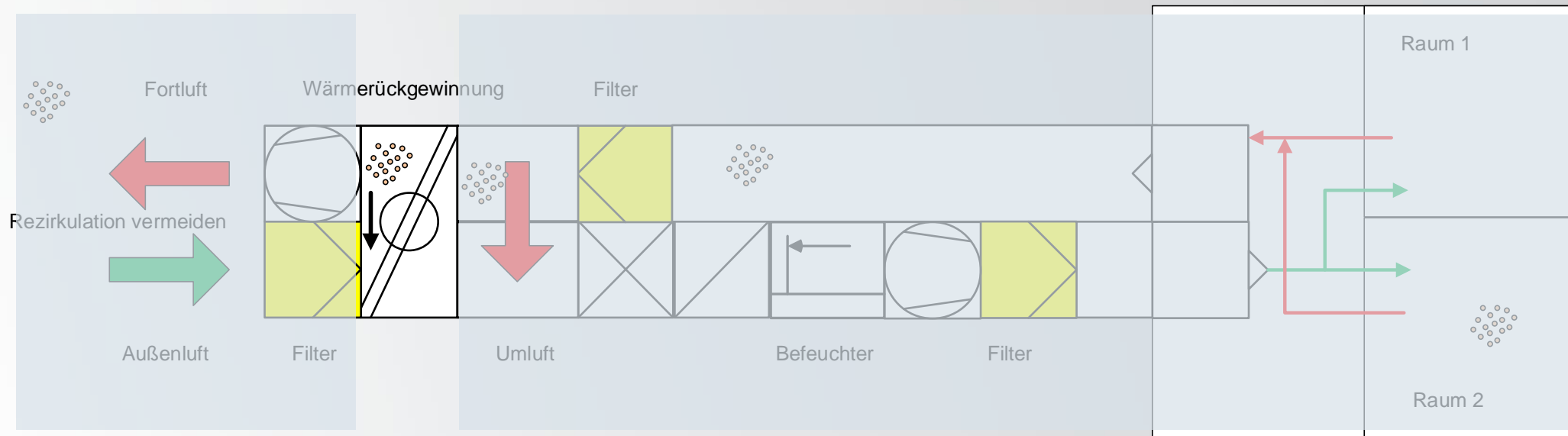


# Schwachstellen einer RLT-Anlage



Der Umluftanteil ist zu minimieren oder die Filterqualität zu erhöhen!

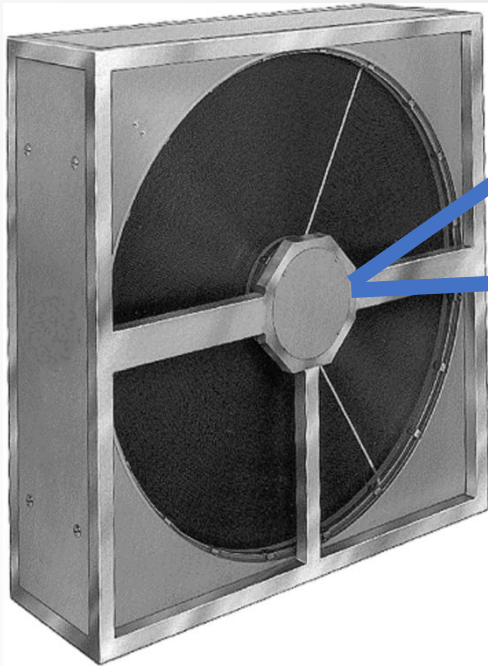
# Schwachstellen einer RLT-Anlage



Durch die Gestaltung der Drücke um die WRG kann die Übertragung der Abluft auf die Zuluft minimiert werden.

Bei KV-Systemen ist die Übertragung ausgeschlossen.

# Schwachstellen einer RLT-Anlage



Diese Art der WRG ist nicht 100 %-ig sicher.  
Es ist möglich, die Anzahl der übertragenen Viren zu minimieren.



# Schwachstellen einer RLT-Anlage

Rezirkulation zwischen Fortluft und Außenluft durch konstruktive Maßnahmen verhindern.

Umluft vermeiden/reduzieren

Betriebszeiten verlängern

bei Bedarf Filterqualitäten verbessern (bei Umluft den Abluftfilter!).

Wärmerückgewinnung hinsichtlich der Übertragung von Viren überprüfen



# Statusreport Nr. 52 FGK

- **DIN EN 16798-1 Kat I:**  
Hohe Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die auch in Pandemiezeiten eine umfangreiche Lüftung mit Außenluft sicherstellen sollen. Diese Kategorie erfüllt die einschlägigen Empfehlungen der Hygiene auch in Pandemiezeiten (Aerosol und Tröpfcheninfektion) + L.
- **DIN EN 16798-1 Kat II:**  
Normale Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die in normalen Nutzungsszenarien eine gute Luftqualität sicherstellt, aber in Pandemiezeiten **ohne zusätzliche Maßnahmen**<sup>1</sup> die einschlägigen Empfehlungen für die Hygiene in Pandemiezeiten **nicht vollumfänglich erfüllt**.
- **DIN EN 16798-3 Kat III:**  
Akzeptable Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die in normalen Nutzungsszenarien die Mindestanforderungen an die Luftqualität sicherstellt, aber in Pandemiezeiten **ohne zusätzliche Maßnahmen**<sup>1</sup> die einschlägigen Empfehlungen für die Hygiene in Pandemiezeiten **nicht erfüllt**.

<sup>1</sup>**Zusätzliche Maßnahmen** (einzeln oder in Kombination):

1. Erhöhung des Außenluftvolumenstromes der RLT-Anlage, um die Kategorie I zu erreichen -> + L.
2. **Reduzierung der Belegungsdichte** mit Personen, um die Kategorie I zu erreichen -> + L.
3. **Zusätzliche Sekundärluftreinigungssysteme** einsetzen. Bei richtiger Dimensionierung kann die Belegungsdichte in Kategorie II oder ggf. III beibehalten werden -> + L..





# Statusreport Nr. 52 FGK

## Versammlungsstättenverordnung

Teil 2 - Allgemeine Bauvorschriften (§§ 3 - 21)

Abschnitt 3 - Besucherplätze und Einrichtungen für Besucher (§§ 10 - 13)

### § 10

#### Bestuhlung, Gänge und Stufengänge

(1) <sup>1</sup>In Reihen angeordnete Sitzplätze müssen unverrückbar befestigt sein; werden nur vorübergehend Stühle aufgestellt, so sind sie in den einzelnen Reihen fest miteinander zu verbinden. <sup>2</sup>Satz 1 gilt nicht für Gaststätten und Kantinen sowie für abgegrenzte Bereiche von Versammlungsräumen mit nicht mehr als 20 Sitzplätzen und ohne Stufen, wie Logen.

(2) Die Sitzplatzbereiche der Tribünen von Versammlungsstätten mit mehr als 5000 Besucherplätzen müssen unverrückbar befestigte Einzelsitze haben.

(3) <sup>1</sup>Sitzplätze müssen mindestens 0,50 m breit sein. <sup>2</sup>Zwischen den Sitzplatzreihen muss eine lichte Durchgangsbreite von mindestens 0,40 m vorhanden sein.

(4) <sup>1</sup>Sitzplätze müssen in Blöcken von höchstens 30 Sitzplatzreihen angeordnet sein. <sup>2</sup>Hinter und zwischen den Blöcken müssen Gänge mit einer Mindestbreite von 1,20 m vorhanden sein. <sup>3</sup>Die Gänge müssen auf möglichst kurzem Weg zum Ausgang führen.



# Statusreport Nr. 52 FGK

Leichte Vorgabe - Schachbrett		"Standard"	
Schadstoffarmes Gebäude	Versammlungsstätte	Planung	Pandemie
Länge	m	4,8	
Breite	m	2,7	
Fläche	m <sup>2</sup>	12,96	
Anzahl Personen		24	12
Fläche pro Person		0,54	1,08
Kategorie		II	I
flächenbezogener Volumenstrom	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	2,52	
personenbezogener Volumenstrom	m <sup>3</sup> /(h Person)	25,2	
Gesamtvolumenstrom	m <sup>3</sup> /h	637	637
<b>Volumenstrom pro Person</b>	<b>m<sup>3</sup>/(h Person)</b>	<b>27</b>	<b>53</b>
CO <sub>2</sub> -Konzentration Außenluft	ppm	400	400
CO <sub>2</sub> -Quelle pro Person	l/h Person	20	20
<b>CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum</b>	<b>ppm</b>	<b>1153</b>	<b>776</b>

Eine lüftungstechnische Anlage der Kategorie II führt bei einer Vollbelegung zu einer CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum von 1153 ppm. Die Halbierung der Personenanzahl führt dazu, dass sich der spezifische Außenluftvolumenstrom pro Person auf etwa 50 m<sup>3</sup>/h erhöht. Das ergibt eine CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum in Höhe von 776 ppm. Das ist nur geringfügig oberhalb der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Außenluft.

Durch den Einsatz der Quelllüftung kann der Außenluftvolumenstrom geringfügig auf etwa 45 m<sup>3</sup>/h verringert werden.



# Zusammenfassung

- Die Bedeutung der Lüftungstechnik wurde durch die Pandemie deutlicher sichtbar
- Mobile Luftreiniger können als Brückentechnologie in Zusammenwirken mit Fensterlüftung oder schlechten Lüftungsanlagen gesehen werden, um das Infektionsrisiko in Räumen zu senken
- Entscheidend für die Risikominimierung ist die CADR



# ILK Dresden

