



# Corona und Lüftung(sanlagen)

Univ.-Lektor DI Peter Tappler

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

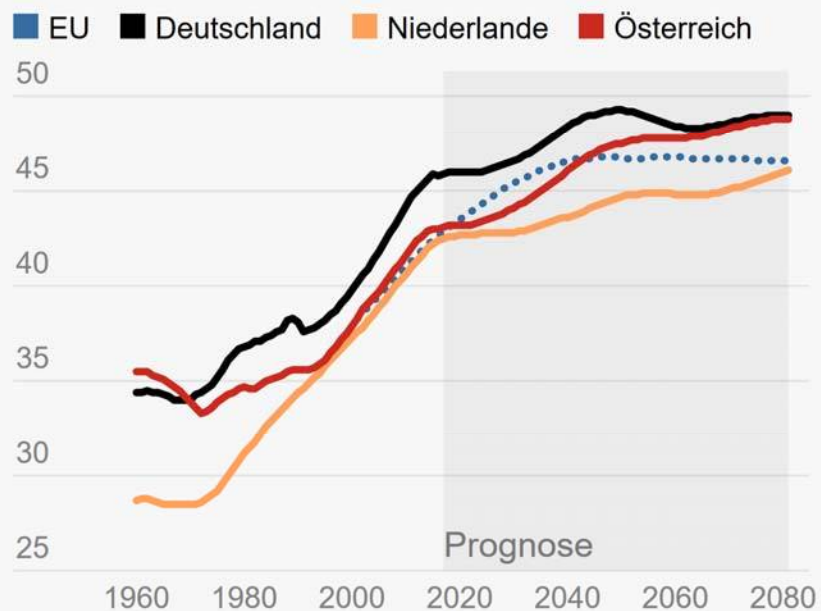
Arbeitskreis Innenraumlufth am Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

IBO-Innenraumanalytik OG

# Wer ist von SARS-CoV-2 betroffen?

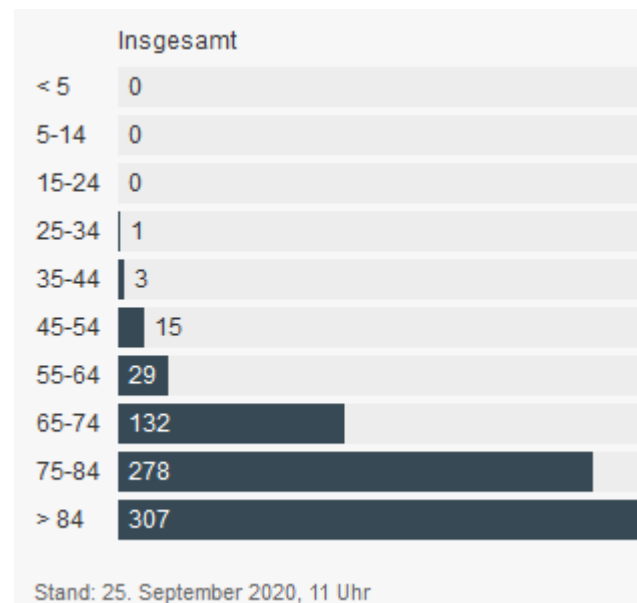
## Alterung der Bevölkerung

Medianalter (Die Hälfte ist jünger, die andere älter)



Quelle: Eurostat

## Todesfälle in Österreich



An Covid-19 Verstorbene verloren  $\emptyset$  etwa 5 bis 10 Lebensjahre

Nur leichte Übersterblichkeit dank „Präventions-Paradox“

# Infektionswege SARS-CoV-2

Tröpfcheninfektion: im Nahbereich große Tropfen über Niesen, Husten usw.

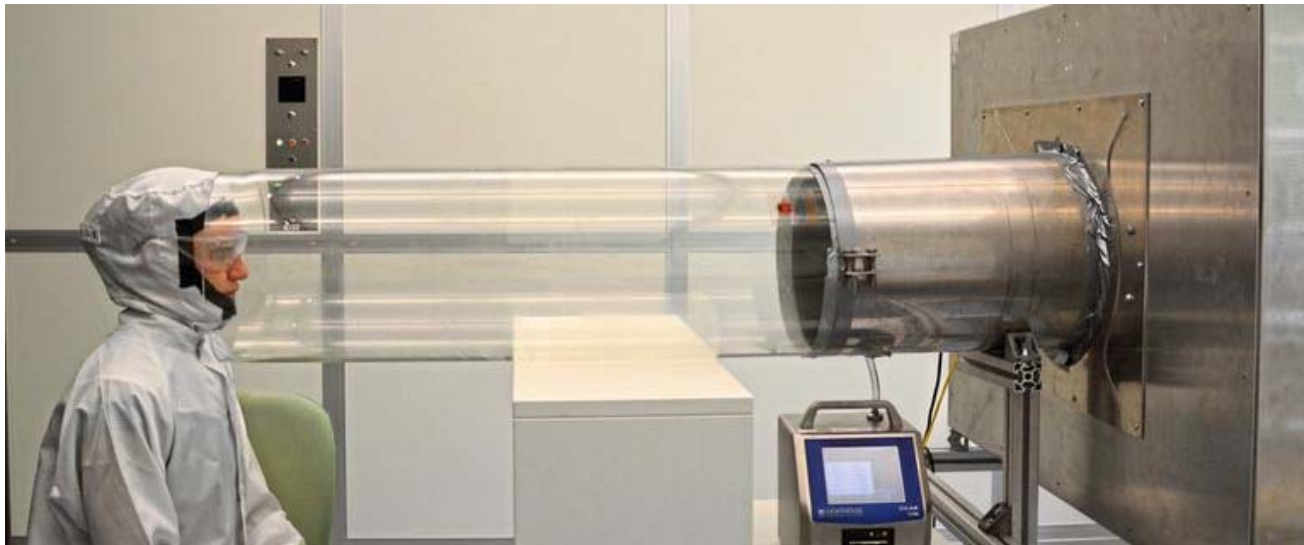
Schmierinfektion: über Oberflächen, Hände, Schleimhäute

Aerosole: über die Atemluft ( $< 5\mu\text{m}$ )



# Aerosole und SARS-CoV-2

Wieviele Aerosole werden von Infizierten abgegeben?



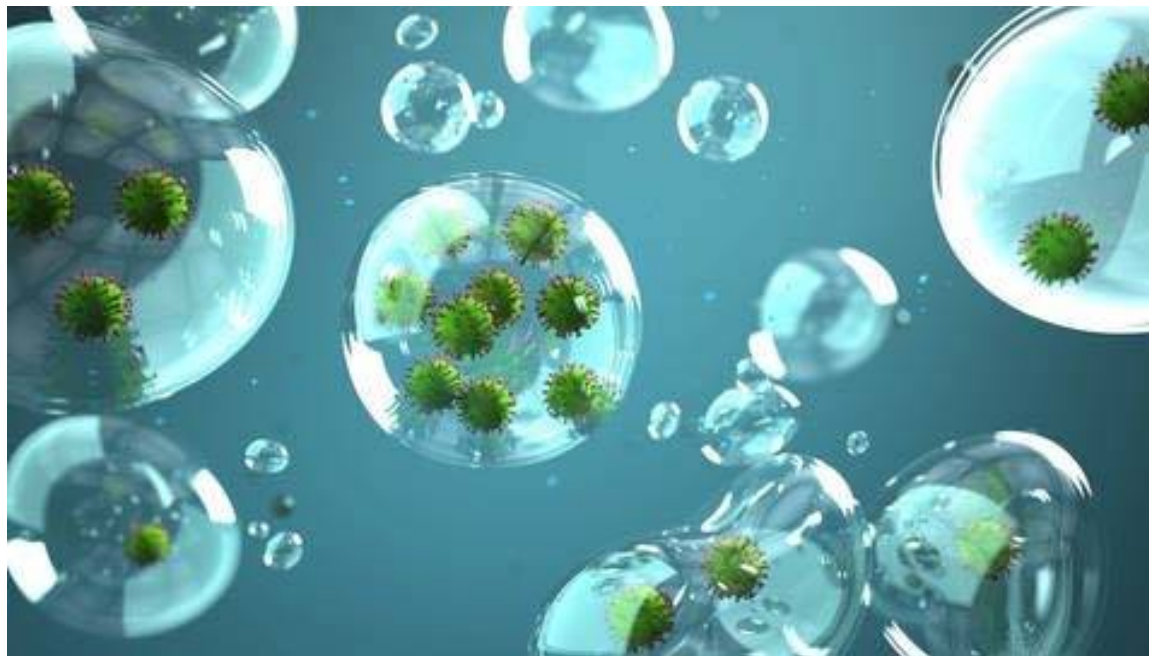
**Einige 100 Aerosole pro Sekunde**

nach Hartmann et al. (2020): Emissionsrate und Partikelgröße von Bioaerosolen beim Atmen, Sprechen und Husten, Preprint, <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10332>

## Aerosole und SARS-CoV-2

Wieviele Aerosole werden von Infizierten abgegeben?

Wieviele Viren sitzen auf/in den Aerosolen?



Vieles ist noch unklar, einiges ist bekannt

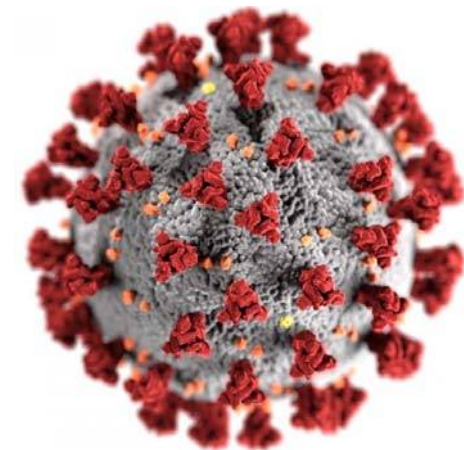
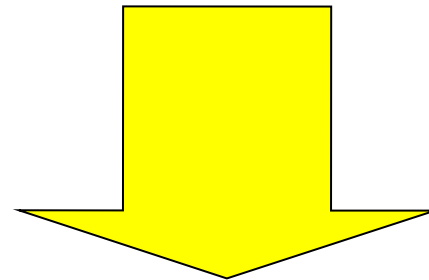


Dass Aerosole eine Rolle spielen, kann als gesichert gelten, da sich Superspreading-Ereignisse anders nicht schlüssig erklären lassen

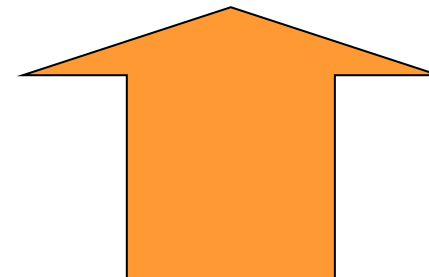
Abstandsregeln sind bei Aerosolen nicht relevant, Visiere sind nahezu unwirksam

„Virenfite“ Räume durch.....

Abstand  
(Mund-Nasenschutz)



Lüftung optimieren



# OIB Richtlinie 3 - 2019

## OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit & Umweltschutz - Basis der bautechnischen Regelungen der Länder

10.1.1: „Aufenthaltsräume und Sanitärräume müssen durch unmittelbar ins Freie führende Fenster, Türen und dergleichen ausreichend gelüftet werden können. Davon kann ganz oder teilweise abgesehen werden, wenn eine mechanische Lüftung vorhanden ist, die eine für den Verwendungszweck ausreichende Luftwechselrate zulässt.“

~~10.1.2 „Ist bei Aufenthaltsräumen eine natürliche Lüftung zur Gewährleistung eines gesunden Raumklimas nicht ausreichend oder nicht möglich, **muss eine für den Verwendungszweck bemessene mechanische Lüftung errichtet werden.**“~~

# OIB-Richtlinie 3: Erläuterungen

~~Für die Beurteilung der Raumluftqualität können beispielsweise die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft: „CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter“ ..... ÖNORM EN 13779, H 6038.....herangezogen werden (Ausg. 2015).~~

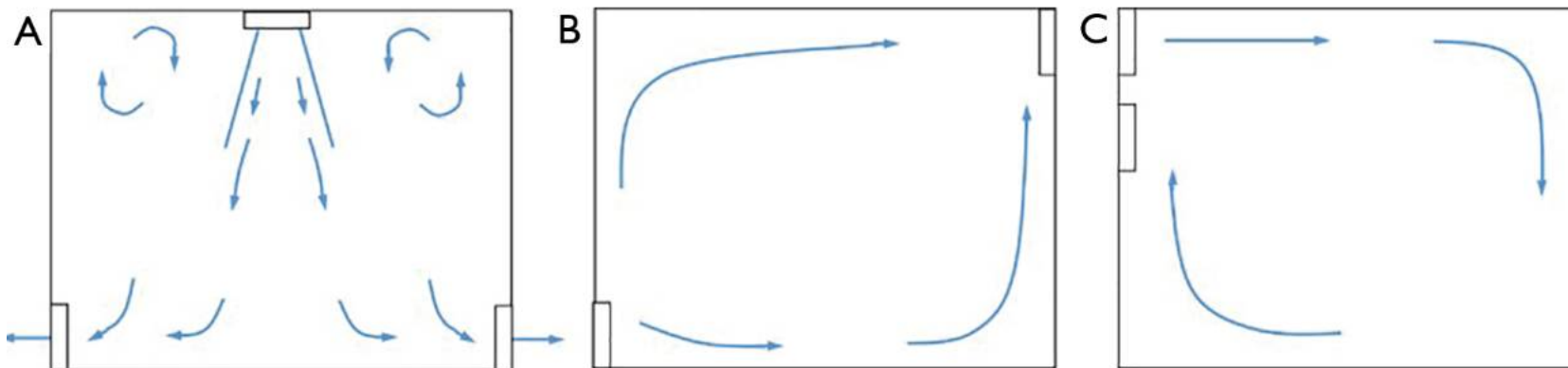
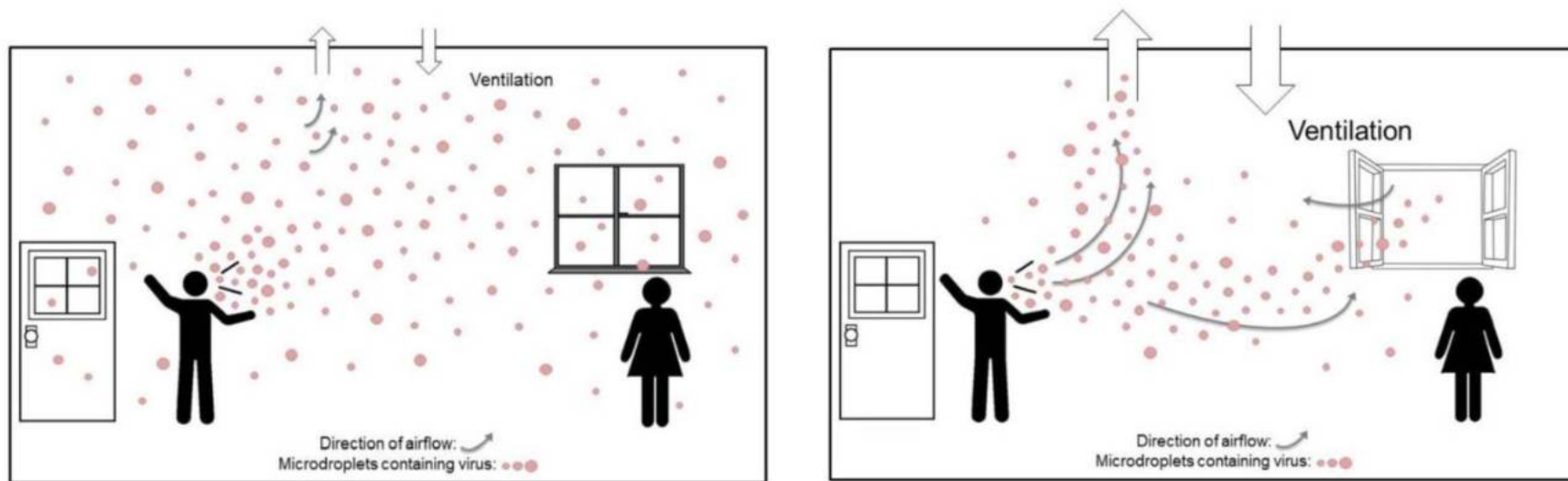
~~Beispiele für eine **nicht** mögliche natürliche Lüftung:  
Veranstaltungsraum; Schlafrum mit > 45 dB  
Außenlärmpegel (Ausgabe 2015)~~

**I love**



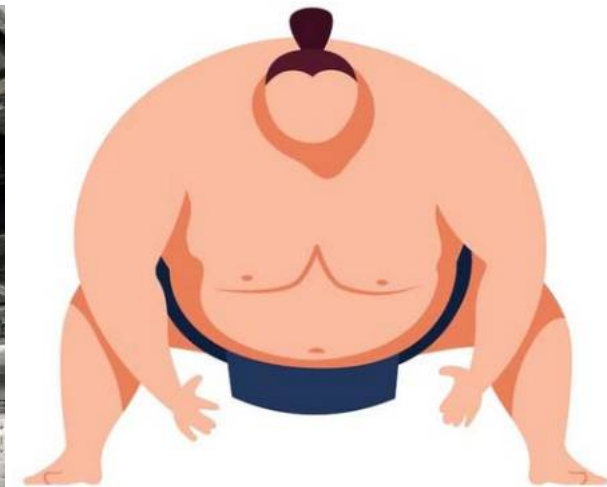
Raumlufotechnische Anlagen wurden im Bau- und Planungsalltag bisher vernachlässigt und nur als lästiger und scheinbar entbehrlicher Kostenfaktor begriffen, ohne die gesundheits- und leistungsfördernden Wirkungen zu bedenken

# Was passiert mit den Aerosolen?



# Was hilft gegen COVID-19 Infektionen?

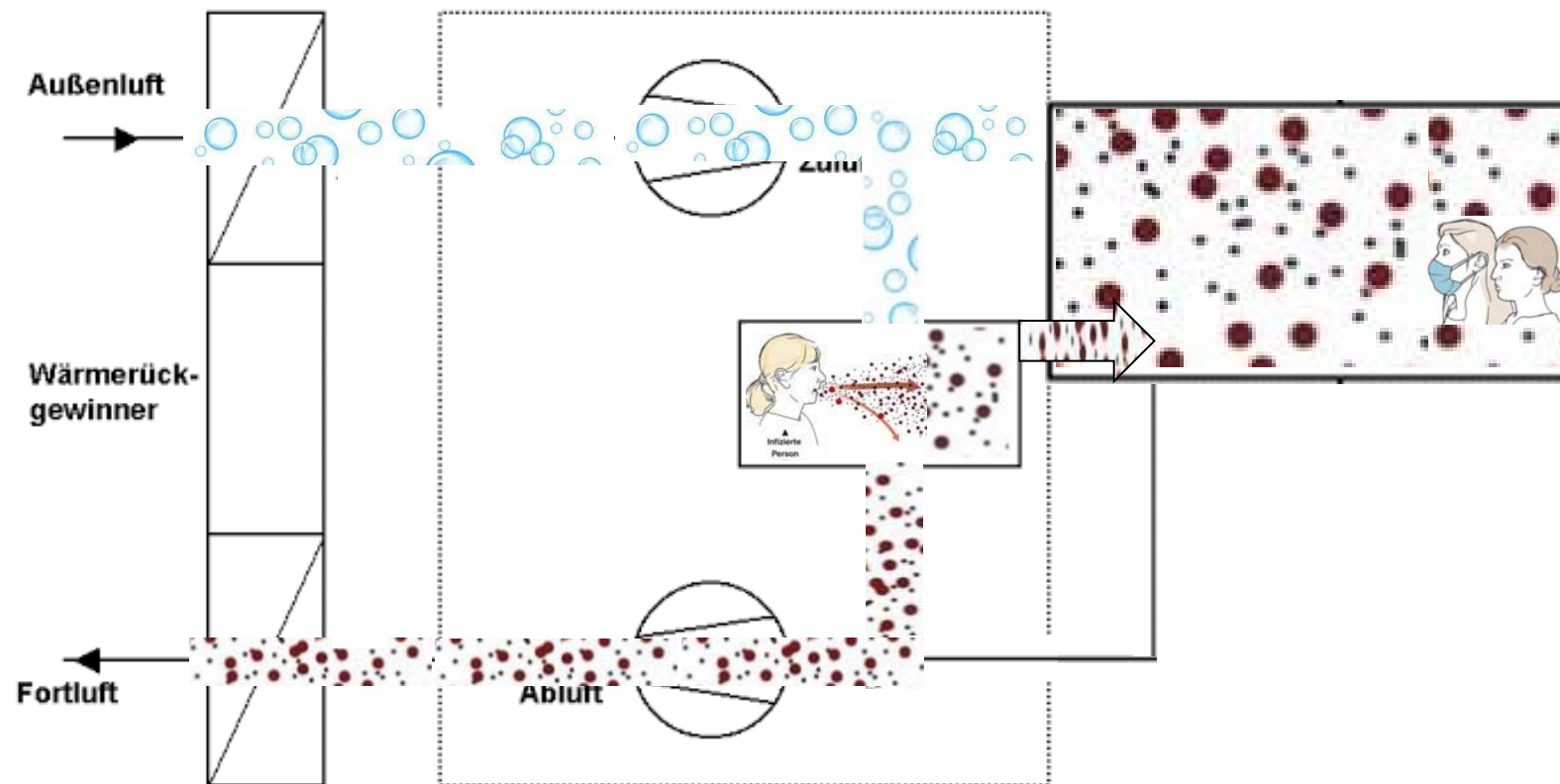
Möglichst große Außenluft-Volumina pro Person zuführen



**Large is  
beautiful!**

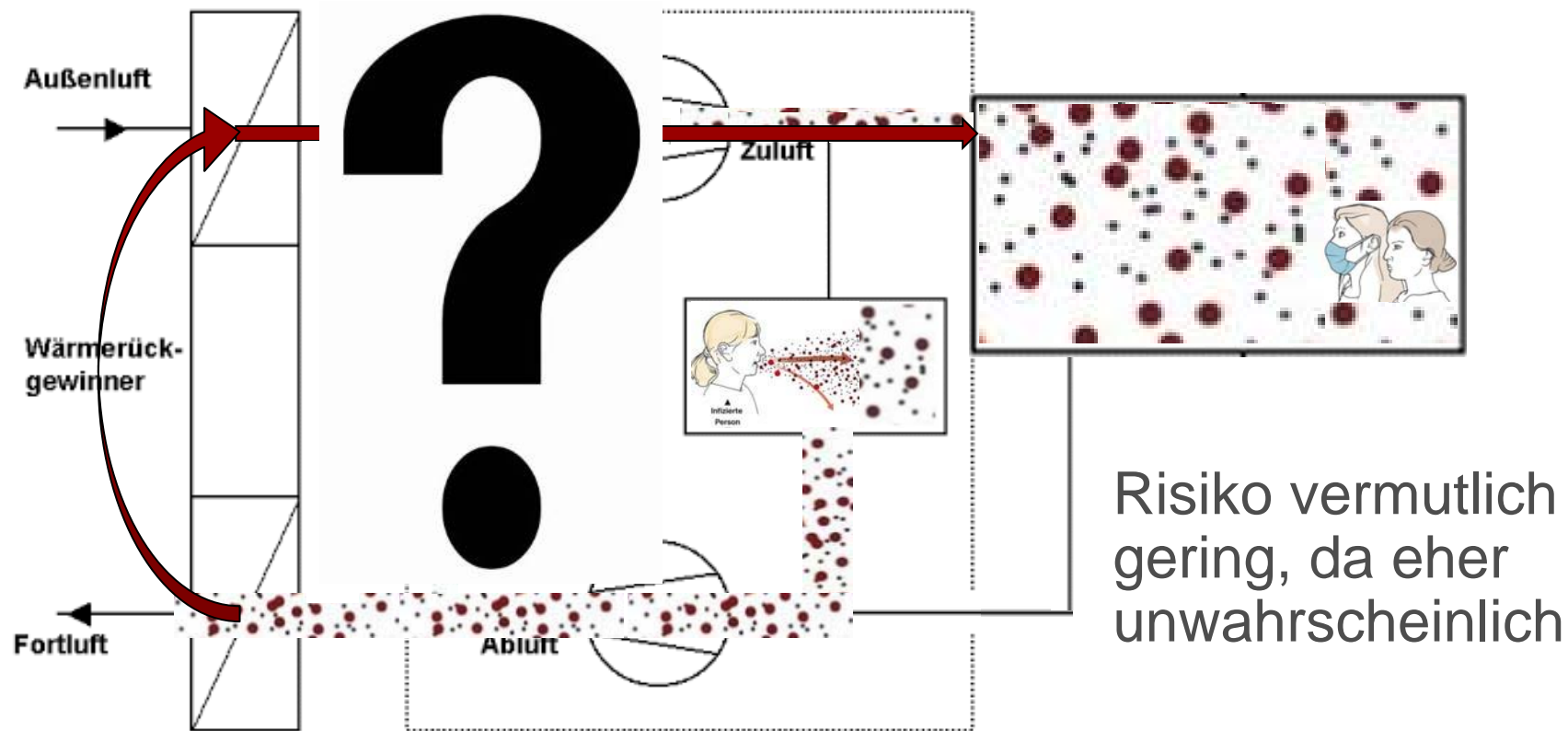
# RLT-Anlagen vermindern Infektionsrisiko

Starke Verdünnung der Aerosolkonzentration



# Mögliche Risikobereiche in großen Anlagen

## Umluft und Rotationswärmetauscher

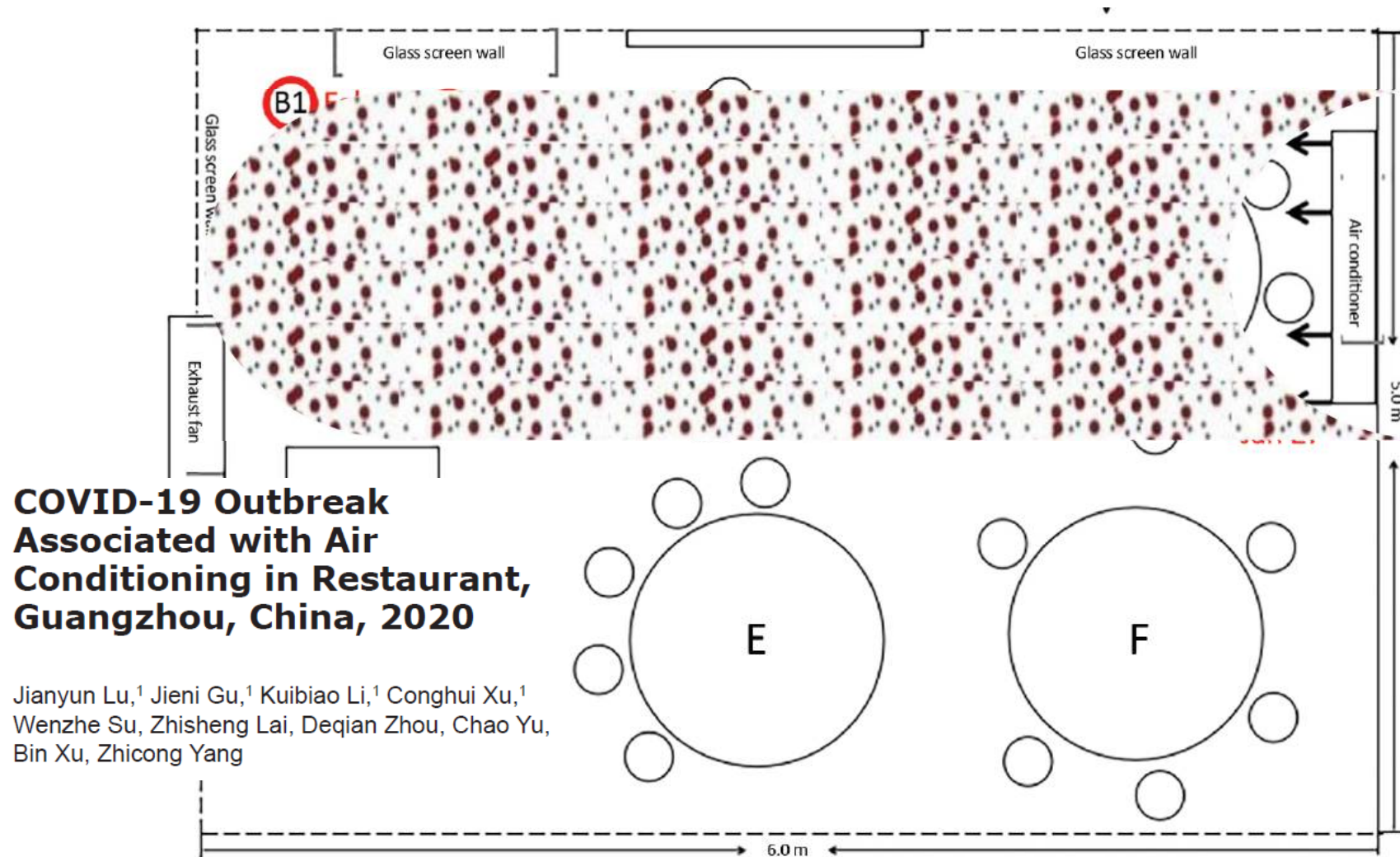


## Dezentrale Klimageräte und „Splitgeräte“



Geräte ohne HEPA-Filter verteilen Aerosole ausgezeichnet im Raum: kann gut oder schlecht sein – man weiß es nicht.....

# Dezentrale Klimageräte und „Splitgeräte“



## COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020

Jianyun Lu,<sup>1</sup> Jieni Gu,<sup>1</sup> Kuibiao Li,<sup>1</sup> Conghui Xu,<sup>1</sup> Wenzhe Su, Zhisheng Lai, Deqian Zhou, Chao Yu, Bin Xu, Zhicong Yang

## Empfehlungen

Mechanische Lüftungsanlagen oder zentrale Klimaanlage („Frischluftanlagen“) protektiv gegenüber COVID-19

Keine Ventilatoren, mobile Kühlgeräte oder Splitgeräte nur mit HEPA-Filter (oder anderer Reinigungstechnologie wie UV, Ionisierung)

Keine Umluft, dichte Rotationswärmetauscher

Bessere Verankerung der Lüftung in bautechnischen Regeln: Lüftungskonzept sollte obligatorisch sein

# Empfehlungen für Schul- und Unterrichtsräume

## Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft im BMK

### Mechanische Lüftung für jeden Klassenraum mittel- bis kurzfristig wünschenswert

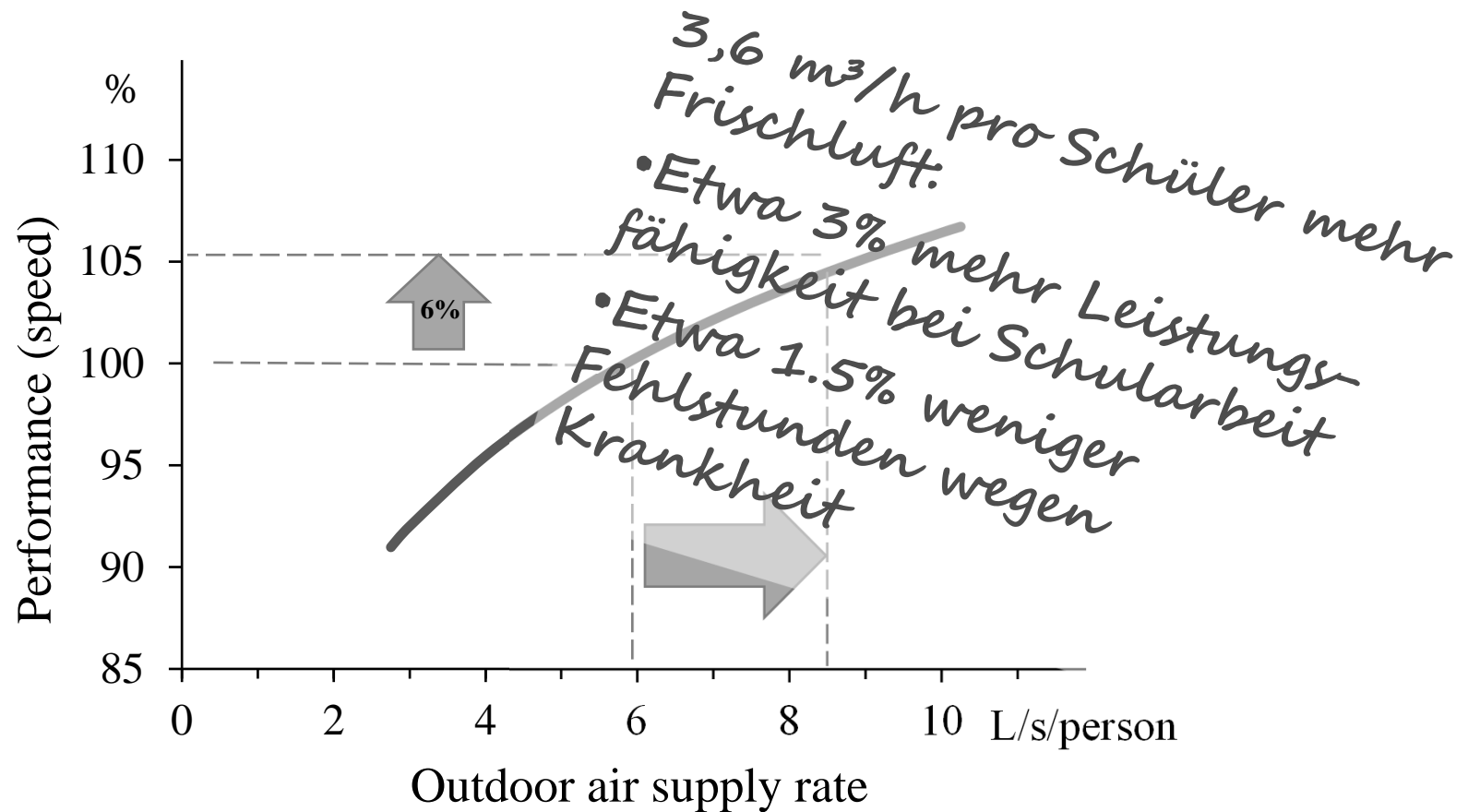
 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Positionspapier zur Lüftung von  
Schul- und Unterrichtsräumen –  
SARS-CoV-2

Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft



# Lüftung = Leistung & Gesundheit



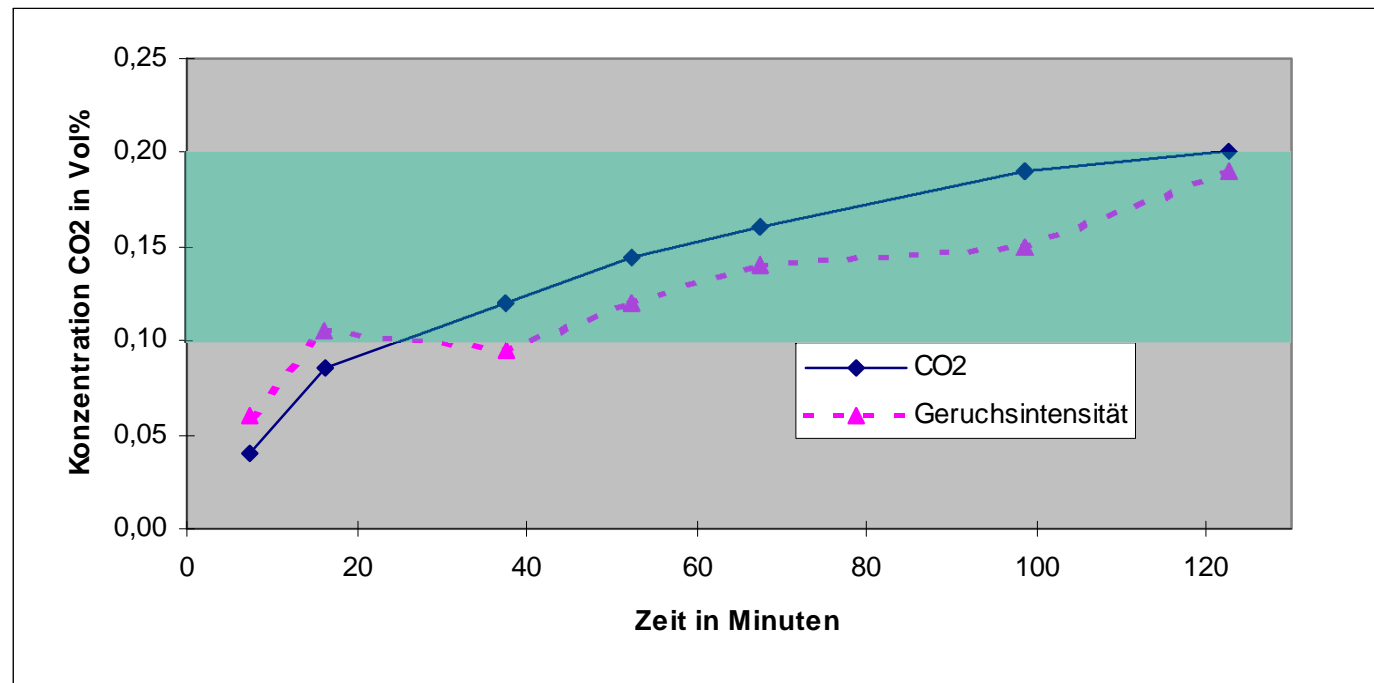
Wargocki (2014): Vortrag im Rahmen des Innenraumtages des BMLFUW 2014

# Kostensparnis Schulen (Beispiel Dänemark)

	Durchschn. jährlicher Effekt	Trend des Effektes
<b>Öffentliches Budget total</b>	<b>€37 Millionen</b>	<b>Steigend</b>
• erhöhte Produktivität	€16 Millionen	Steigend
• weniger Wiederholer	€15 Millionen	Steigend
• weniger Krankenstände Lehrer	€6 Millionen	Konstant
<b>Bruttoinlandsprodukt total</b>	<b>€170 million</b>	<b>Steigend</b>
• erhöhte Produktivität	€104 Millionen.	Steigend
• weniger Wiederholer	€67 Millionen	Steigend
• weniger Krankenstände Lehrer	N/A	N/A

# CO<sub>2</sub>-Konzentration und SARS-CoV-2

Gute Korrelation nur zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und Geruchsintensität, aber NICHT automatisch bei Viren!



4 sitzende Personen in 30 m<sup>3</sup> Raum, Luftwechselzahl 0,8 (nach Pluschke 1996)

# Österreichische Richtwerte für CO<sub>2</sub> (2017)

Beschreibung, Anforderungen	Verteilung CO <sub>2</sub> -Werte ppm absolut	EN 16798-1 (13779) Kategoriengrenzen ppm absolut
Ziel für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	arithm. Mittelwert $\leq 800$	I: $\leq \sim 750 \dots 800$ (IDA 1)
Anforderungen für Innenräume, in denen geistige Tätigkeiten verrichtet werden und die zur Regeneration dienen	arithm. Mittelwert $\leq 1000$	II: $\leq \sim 950 \dots 1000$ (IDA 2)
Allgemeine Anforderung für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	arithm. Mittelwert $\leq 1400$	III: $\leq \sim 1350 \dots 1400$ (IDA 3)
Anforderungen für Innenräume mit geringer Nutzungsdauer durch Personen	arithm. Mittelwert $\leq 5000$	IV: $> \sim 1350 \dots 1400$ (IDA 4)
Für die Nutzung durch Personen nicht akzeptabel	arithm. Mittelwert $> 5000$	

# CO<sub>2</sub> in den Nachtstunden problematisch



Original Article | Open Access 

## The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance

P. Strøm-Tejse, D. Zukowska, P. Wargocki, D. P. Wyon

First published: 09 October 2015 | <https://doi.org/10.1111/ina.12254> | Cited by: 11

[The copyright line for this article was changed on 17 November 2015 after original online publication].

[Read the full text >](#)

 PDF  TOOLS  SHARE

Abstract

*„Objectively measured sleep quality and the perceived freshness of bedroom air improved significantly when the CO<sub>2</sub> level was lower, as did next-day reported sleepiness and ability to concentrate and the subjects’ performance of a test of logical thinking.“*



Volume 26, Issue 5  
October 2016  
Pages 679-686

     
Figures References Related Information

### Metrics

Citations: 11

 Am scores 82

### Details

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1



**VIR-SIM**  
Risikocheck für Innenräume  
Simulationsprogramm zur Berechnung des Risikos der  
Aufnahme von Aerosolen infizierter Personen  
Version 1.1

**Gehen Sie zu Blatt "Eingabe Daten"**

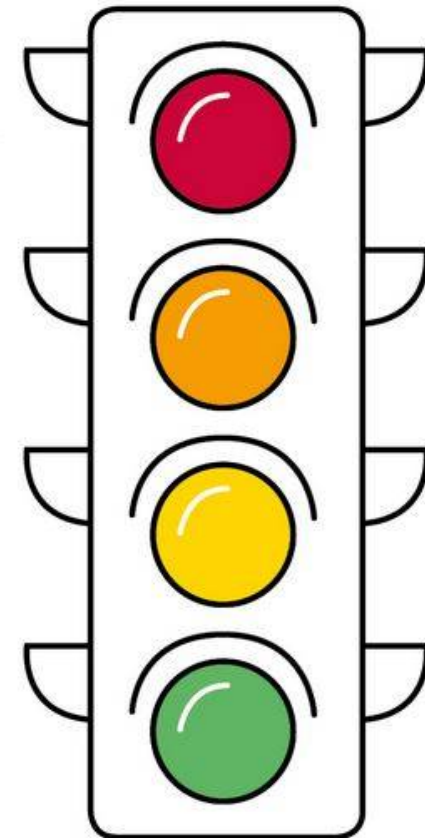
Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich: IBO Innenraumanalytik OG

Mit freundlicher Unterstützung durch den Arbeitskreis Innenraumlufte im Bundesministerium für Klimaschutz,  
Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Stutterheimstraße 16-18/2, A-1150 Wien  
Tel: 01-9838080      p.tappler@innenraumanalytik.at

**Anleitung Blatt "Anleitung"**

Wir freuen uns über Anregungen, die unser Produkt verbessern



<http://raumlufte.linux47.webhome.at/innenraum-und-sars-cov-2/vir-sim-simulation-risiko/>

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1

Bitte in türkis unterlegte Felder eingeben! Orange Felder sind berechnete Werte.  
Die Werte können in "Detaillierte Eingabe" in Minutenintervallen verändert werden

Raum- und Lüftungsparameter	Einheit	Wert
<b>Fläche des Raumes</b>	m <sup>2</sup>	66,7
<b>Höhe des Raumes</b>	m	3
Geschätzte Einbauten (Möbel etc.)	m <sup>3</sup>	0
Berechnetes Raumvolumen	m <sup>3</sup>	200
Außenluftäquiv. Luftzufuhr zB. Luftreiniger	m <sup>3</sup> /h	0
<b>Luftwechsel [h<sup>-1</sup>]</b>	Grundluftwechsel	
	0,10	
<b>Belegung, Aktivität</b>	Einheit	
Betrachtungseinheit Anfang	hh:min	
<b>Raumbelegung mit Personen</b>	-	
<b>Aktivität der Personen im Raum</b>	Aktivität (Beginn)	
	1,2	<b>Sitzende Aktivität</b>
Angenommene Anzahl Virenemittenten	Anzahl (>1)	1,0
<b>Aktivitätsfaktor Virenemittent</b>	Aktivität (Beginn)	
	1	<b>Kein oder leises Sprechen</b>
Detaillierter Lüftungszustand	Gehe zu:	<b>"Detaillierte Eingabe"</b>
<b>Personenbez. Außenluftvol. Grundlüftung</b>	m <sup>3</sup> ·P <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup>	0,8
Eher dichte Fenster	0,10	
Durchschnittlich dichte Fenster	0,20	
Eher undichte Fenster	0,35	
Sehr undichte Fenster	0,5	
Mechanische Raumlüftung	3,0	

VIR-SIM Version 1.1

Vorschau - Aufnahme an

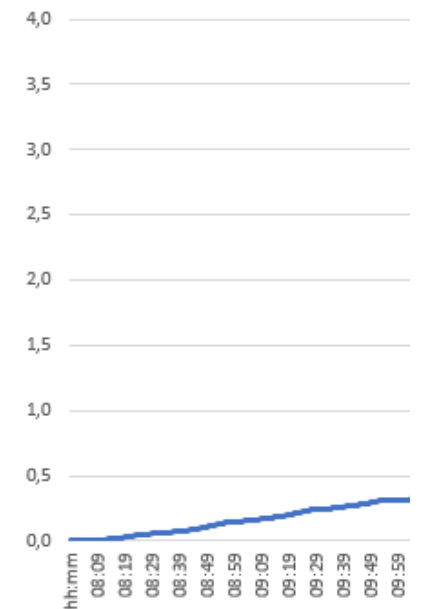
# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1

Bitte in türkis unterlegte Felder eingeben! Orange Felder sind berechnete Werte.  
Die Werte können in "Detaillierte Eingabe" in Minutenintervallen verändert werden

Raum- und Lüftungsparameter	Einheit	Wert
Fläche des Raumes	m <sup>2</sup>	66,7
Höhe des Raumes	m	3
Geschätzte Einbauten (Möbel etc.)	m <sup>3</sup>	0
Berechnetes Raumvolumen	m <sup>3</sup>	200
Außenluftäquiv. Luftzufuhr zB. Luftreiniger	m <sup>3</sup> /h	0
Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	Grundluftwechsel 0,10	Eher dichte Fenster
Belegung, Aktivität	Einheit	Wert
Betrachtungseinheit Anfang	hh:min	08:00
Raubelegung mit Personen	-	26
Aktivität der Personen im Raum	Aktivität (Beginn) 1,2	Sitzende Aktivität
Angenommene Anzahl Virenemittenten	Anzahl (>1)	1,0
Aktivitätsfaktor Virenemittent	Aktivität (Beginn) 1	Kein oder leises Sprechen
Detaillierter Lüftungszustand	Gehe zu:	"Detaillierte Eingabe"
Personenbez. Außenluftvol. Grundlüftung	m <sup>3</sup> *P <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup>	0,0
Eher dichte Fenster	0,10	
Durchschnittlich dichte Fenster	0,20	
Eher undichte Fenster	0,35	
Sehr undichte Fenster	0,5	
Mechanische Raumlüftung	3,0	

## VIR-SIM Version 1.1

Vorschau - Aufnahme an



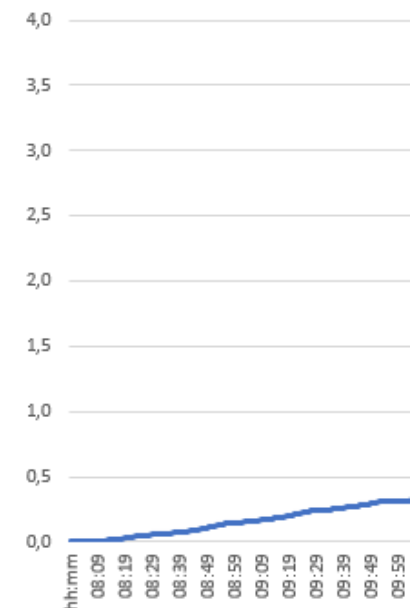
# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1

Bitte in türkis unterlegte Felder eingeben! Orange Felder sind berechnete Werte.  
Die Werte können in "Detaillierte Eingabe" in Minutenintervallen verändert werden

Raum- und Lüftungsparameter	Einheit	Wert
Fläche des Raumes	m <sup>2</sup>	66,7
Höhe des Raumes	m	3
Geschätzte Einbauten (Möbel etc.)	m <sup>3</sup>	0
Berechnetes Raumvolumen	m <sup>3</sup>	200
Außenluftäquiv. Luftzufuhr zB. Luftreiniger	m <sup>3</sup> /h	0
Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	Grundluftwechsel 0,10	Eher dichte Fenster
Belegung, Aktivität		
Betrachtungseinheit Anfang	hh:min	08:00
Raumebelegung mit Personen	-	26
Aktivität der Personen im Raum	Aktivität (Beginn) 1,2	Sitzende Aktivität
Angenommene Anzahl Virenemittenten	Anzahl (>1)	1,0
Aktivitätsfaktor Virenemittent	Aktivität (Beginn) 1	Kein oder leises Sprechen
Detaillierter Lüftungszustand	Gehe zu:	"Detaillierte Eingabe"
Personenbez. Außenluftvol. Grundlüftung	m <sup>3</sup> *P <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup>	0,8
Eher dichte Fenster	0,10	
Durchschnittlich dichte Fenster	0,20	
Eher undichte Fenster	0,35	
Sehr undichte Fenster	0,5	
Mechanische Raumlüftung	3,0	

## VIR-SIM Version 1.1

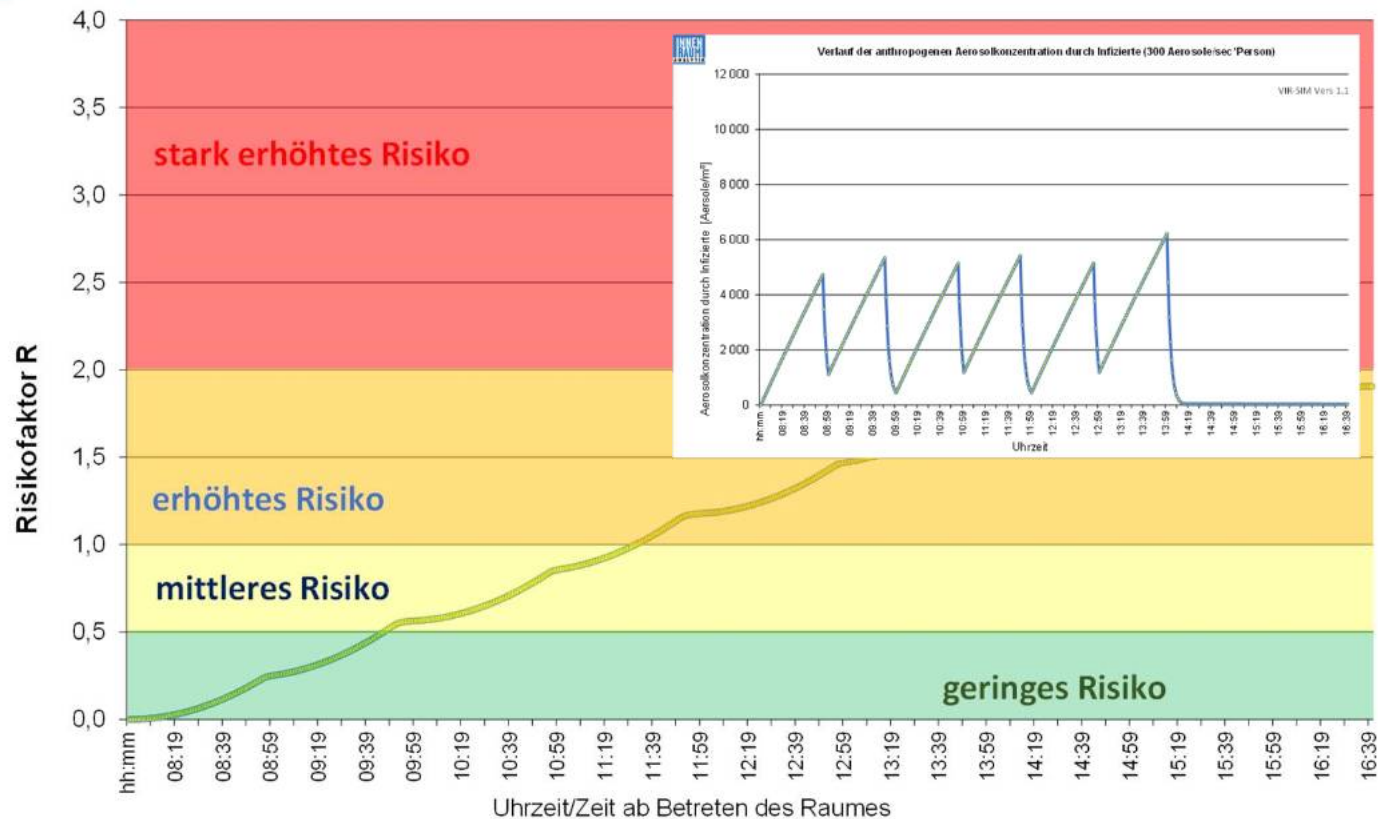
Vorschau - Aufnahme an



# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Schule



Risiko Aerosol-Aufnahme von infizierten Personen im Raum, kumuliert

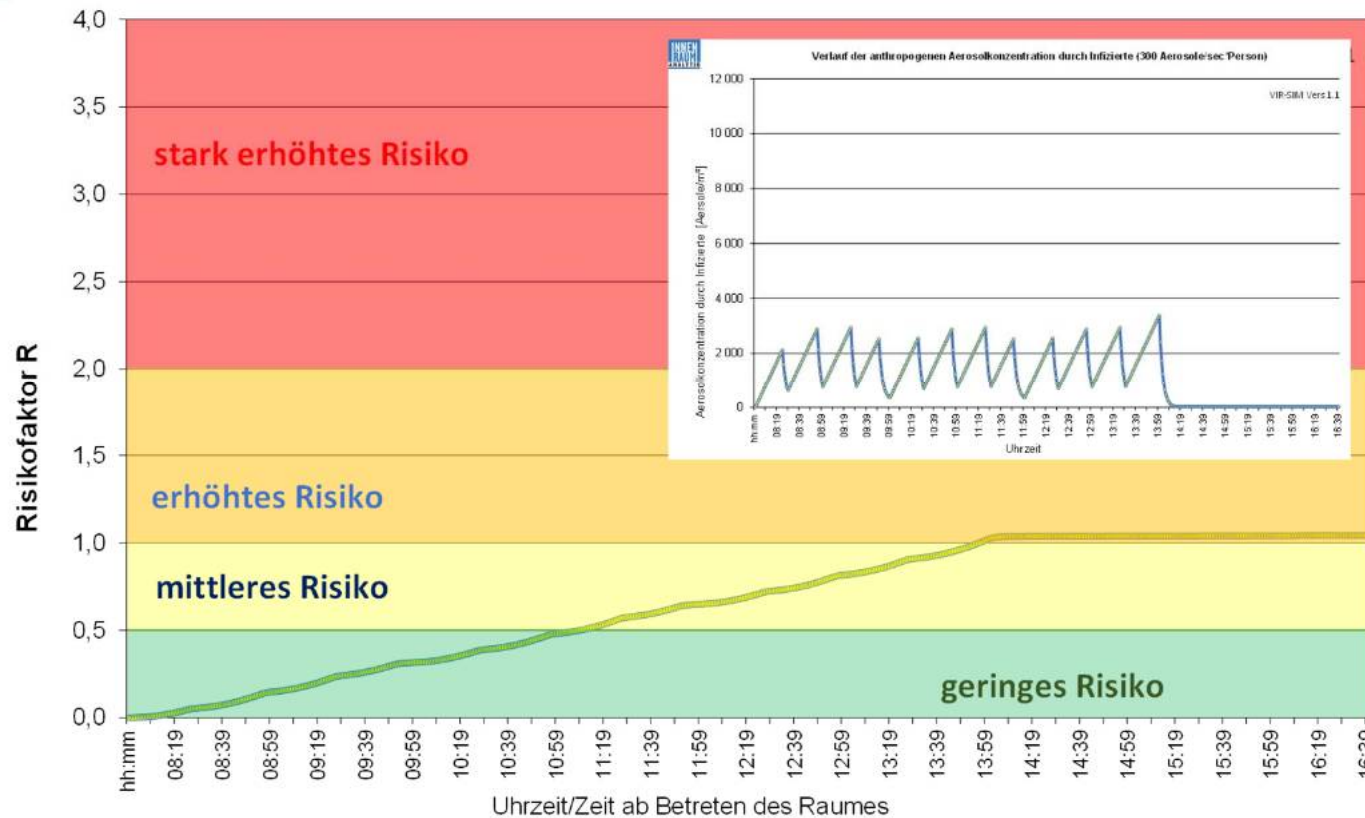


25 Schüler;  $LW=0,1 \text{ h}^{-1}$ ; reine Fensterlüftung; intensive Pausenlüftung

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Schule



Risiko Aerosol-Aufnahme von infizierten Personen im Raum, kumuliert

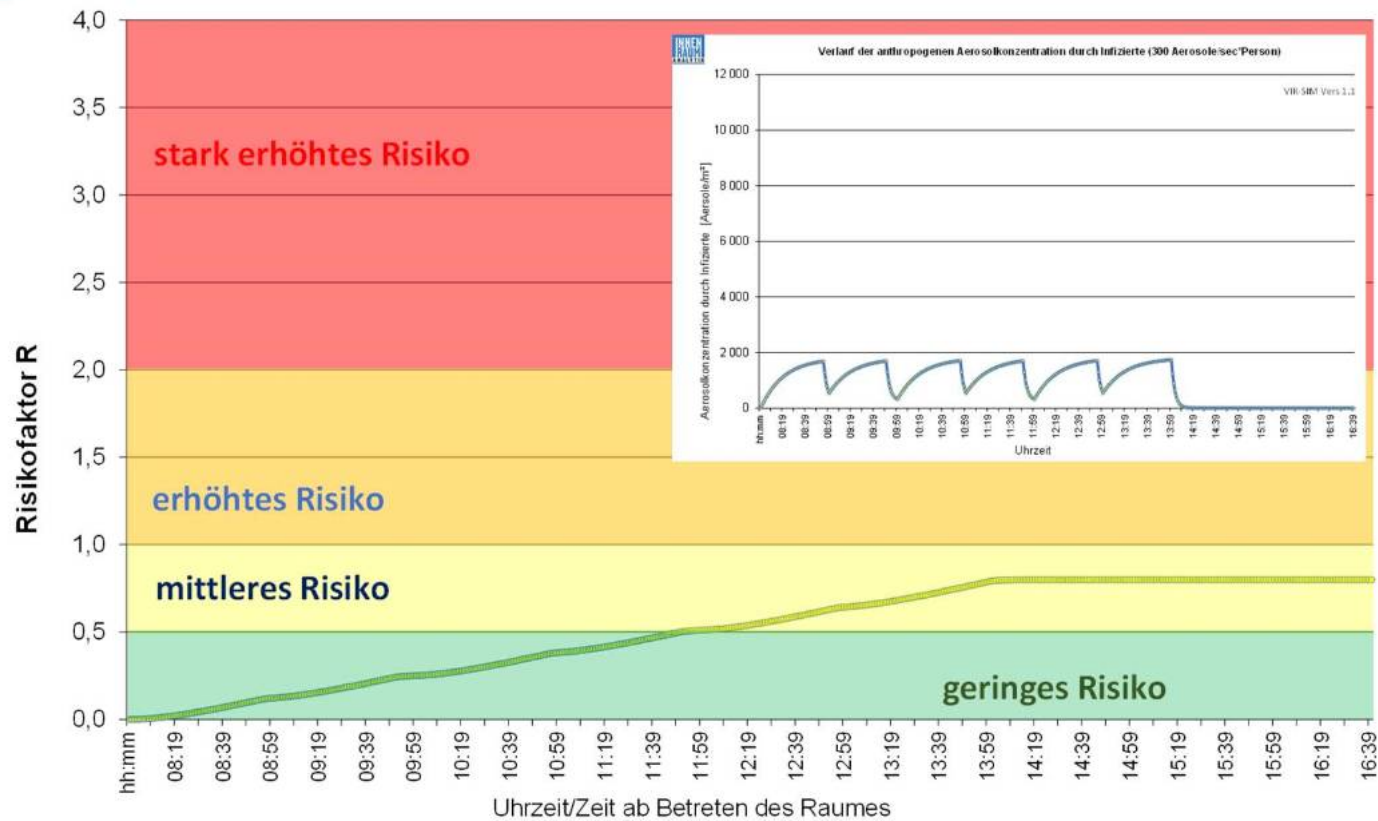


25 Schüler;  $LW=0,1 \text{ h}^{-1}$ ; intensive Pausenlüftung+Lüftung während Stunde

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Schule



Risiko Aerosol-Aufnahme von infizierten Personen im Raum, kumuliert

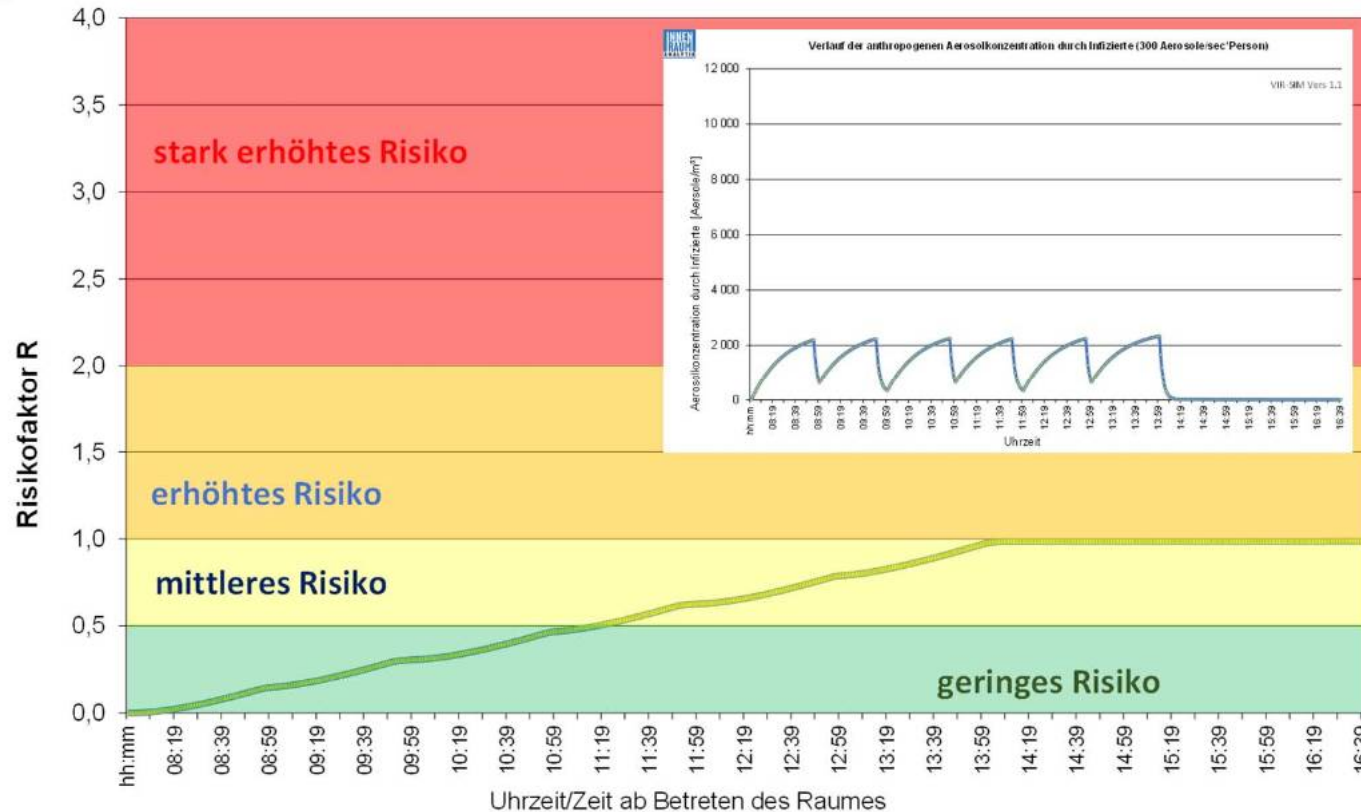


25 Schüler;  $LW = 3,0 \text{ h}^{-1}$ ; Hybridlüftung; intensive Pausenlüftung

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Schule



Risiko Aerosol-Aufnahme von infizierten Personen im Raum, kumuliert

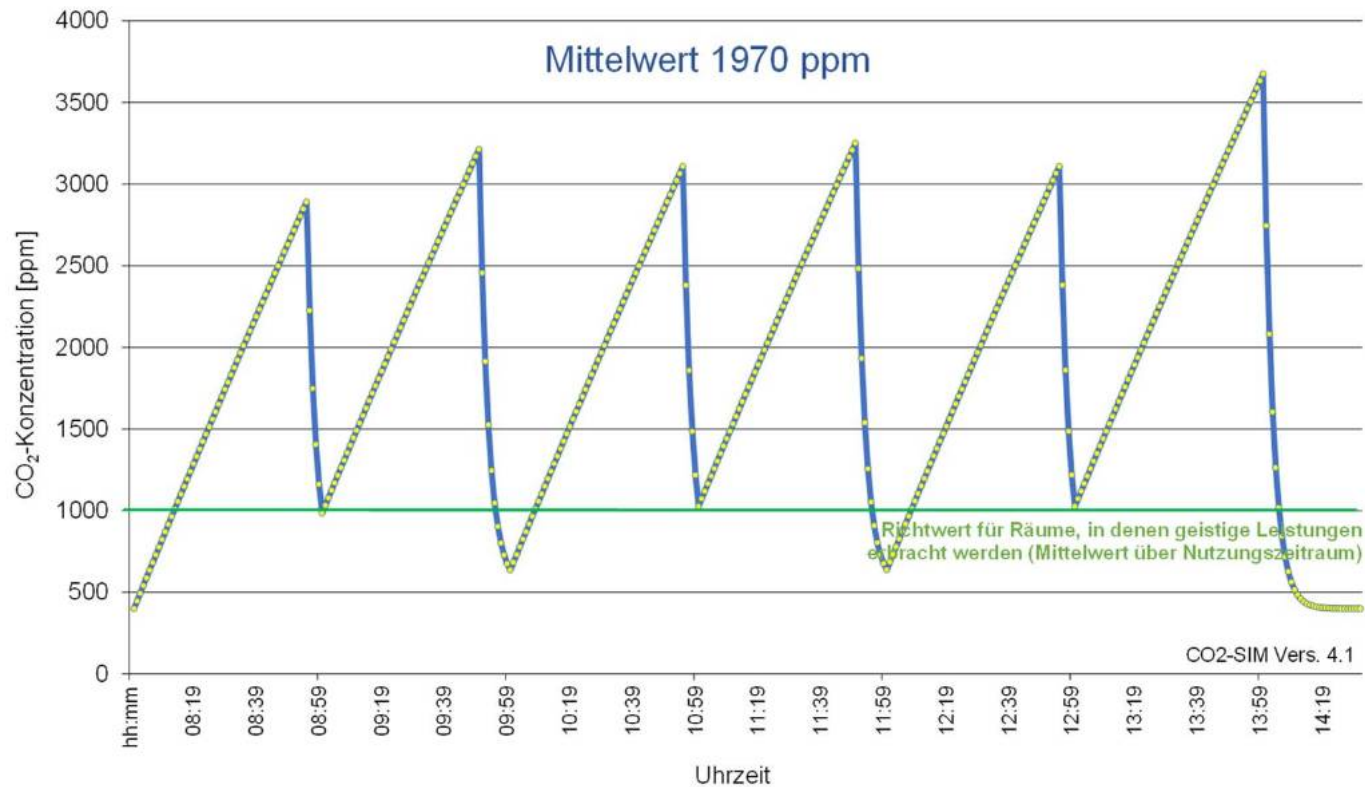


25 Schüler;  $LW=0,1 \text{ h}^{-1}$ ; intensive Pausenlüftung + Luftreiniger  $400 \text{ m}^3/\text{h}$

# Berechnung CO<sub>2</sub> CO2-SIM 4.1



Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration Schulraum 6 h



25 Schüler; LW=0,1 h<sup>-1</sup>; intensive Pausenlüftung + Luftreiniger 400 m<sup>3</sup>/h

Ein Luftreinigungsgerät ersetzt  
keine gute Lüftung

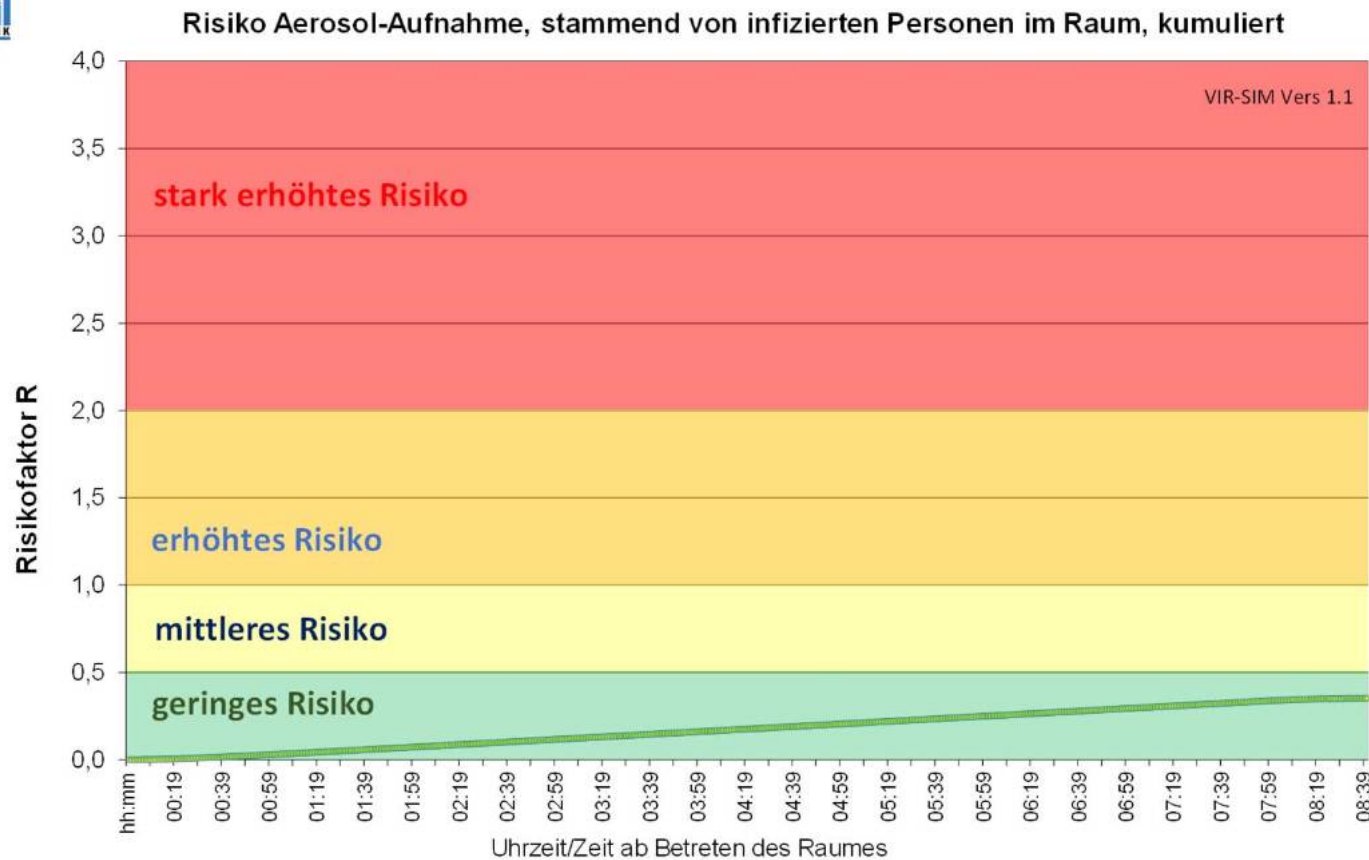
Ein richtig platziertes,  
hochwertiges Gerät kann aber  
in Pandemiezeiten hilfreich  
sein

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Messehalle

Bitte in türkis unterlegte Felder eingeben! Orange Felder sind berechnete Werte.  
Die Werte können in "Detaillierte Eingabe" in Minutenintervallen verändert werden

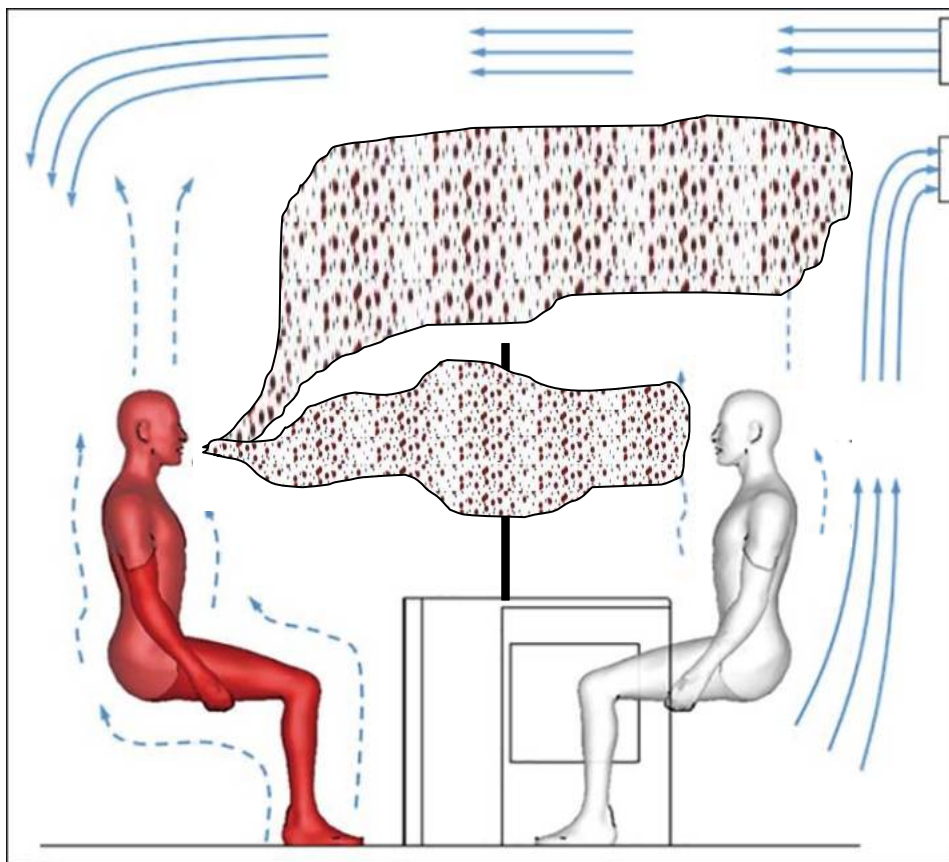
Raum- und Lüftungsparameter	Einheit	Wert
Fläche des Raumes	m <sup>2</sup>	3333,0
Höhe des Raumes	m	33
Geschätzte Einbauten (Möbel etc.)	m <sup>3</sup>	0
Berechnetes Raumvolumen	m <sup>3</sup>	109989
Außenluftäquiv. Luftzufuhr zB. Luftreiniger	m <sup>3</sup> /h	0
Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	Grundluftwechsel 2,73	Mechanische Raumlüftung
Belegung, Aktivität	Einheit	Wert
Betrachtungseinheit Anfang	hh:min	00:00
Raumbelegung mit Personen	-	5900
Aktivität der Personen im Raum	Aktivität (Beginn) 1,2	Sitzende Aktivität
Angenommene Anzahl Virenemittenten	Anzahl (>1)	59,0
Aktivitätsfaktor Virenemittent	Aktivität (Beginn) 2	Lautes Sprechen
Detaillierter Lüftungszustand	Gehe zu:	"Detaillierte Eingabe"
Personenbez. Außenluftvol. Grundlüftung	m <sup>3</sup> *P <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup>	50,9

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Messehalle



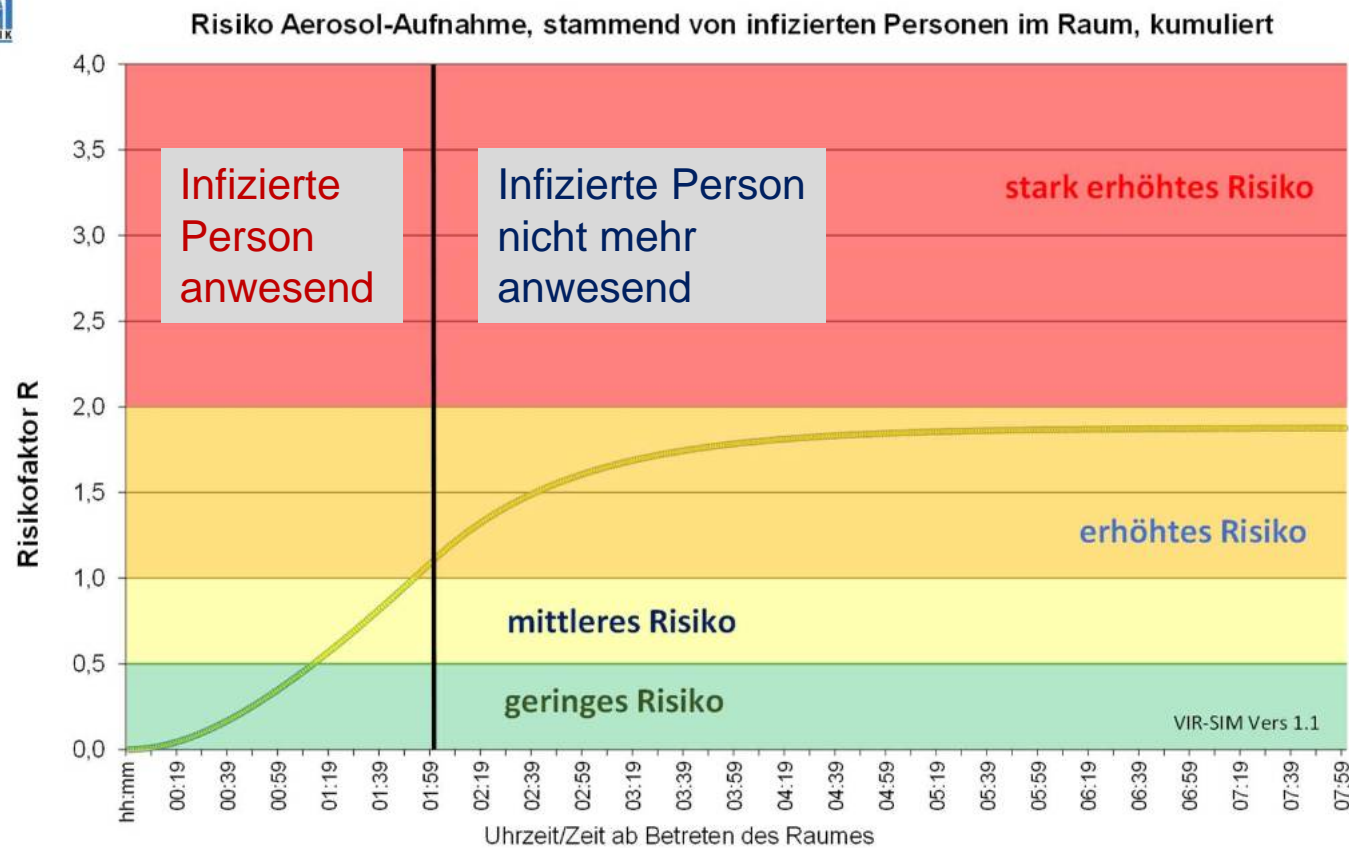
5900 Personen; Annahmen lautes Sprechen und 59 Infizierte.  $LW=2,7 \text{ h}^{-1}$   
(Lüftungsstufe 100%); Halle 110.000 m<sup>3</sup>

## Bürosituation: Beratung unbekannte Person



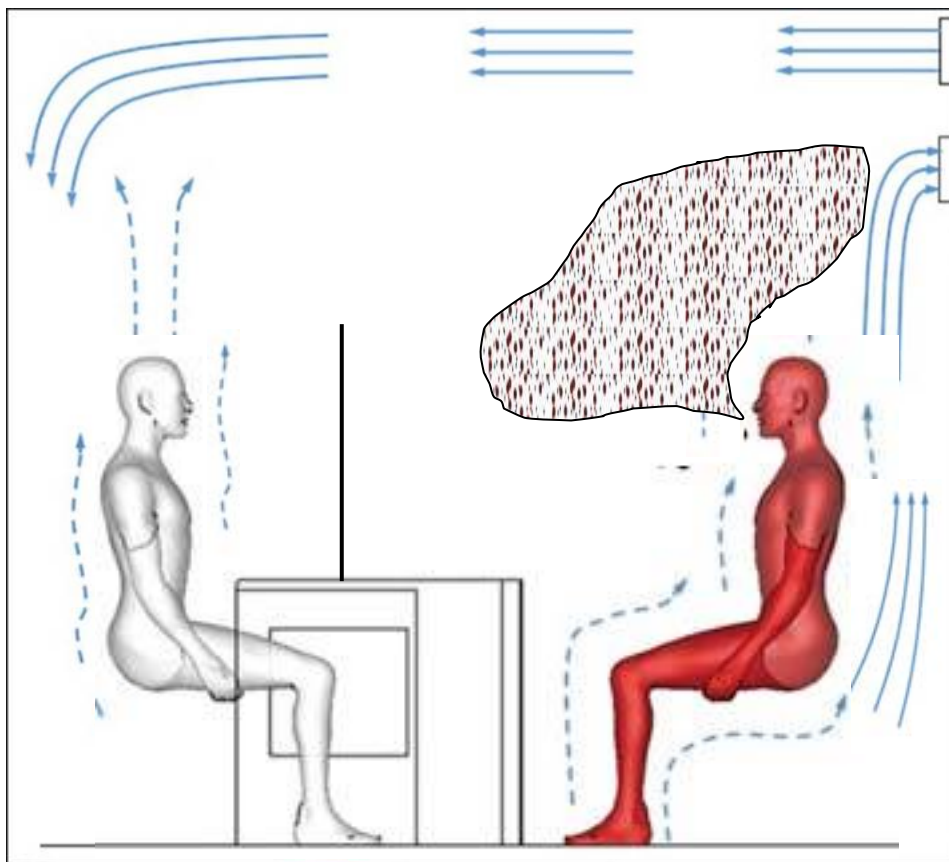
Abtrennung zwischen Berater und Kunden kann bei problematischer Luftführung Infektionsrisiko signifikant senken

# Risikoberechnung VIR-SIM 1.1 Büro



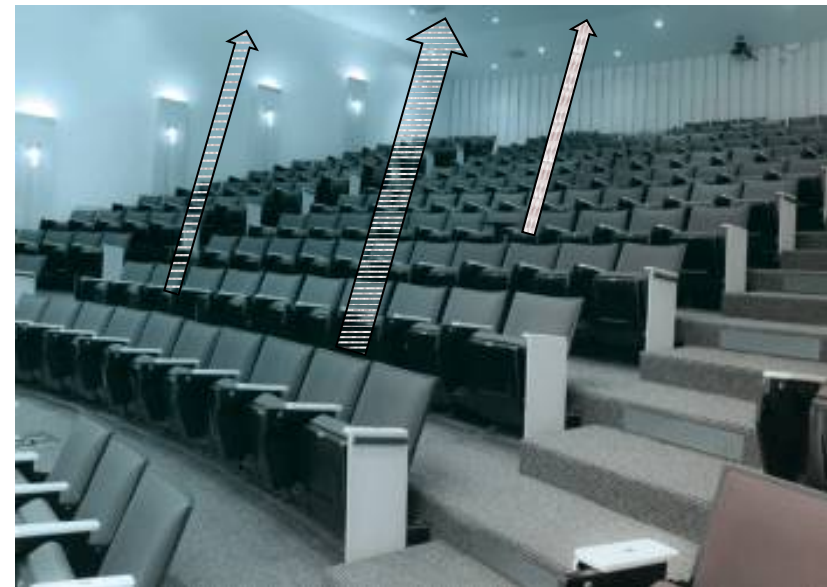
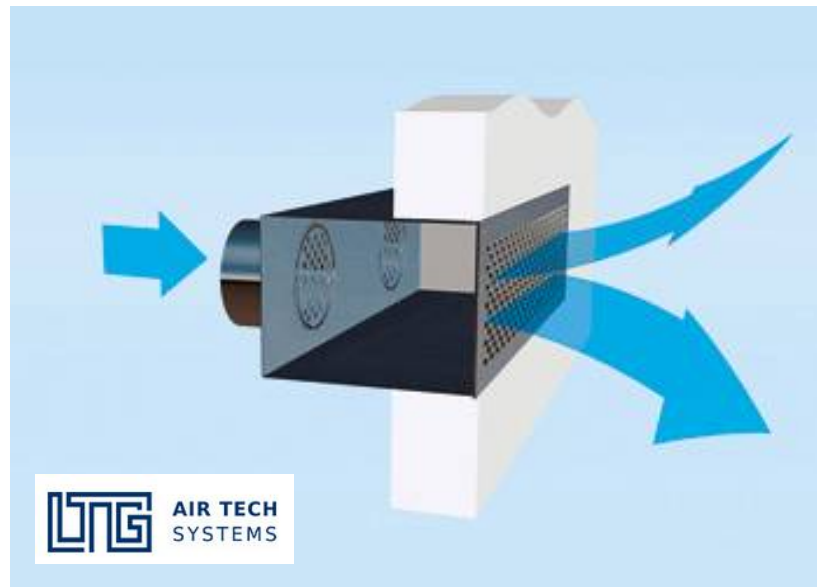
3 Personen; 1 Infizierte(r).  $LW=1,1 \text{ h}^{-1}$ ; Beratungsbüro ohne Fensterlüftung  
 56 m<sup>3</sup>, Abtrennung zwischen Berater und Kunden, unbekannte Luftführung

# Intelligente Luftführung senkt Risiko



Intelligente Luftführung durch Zuluffführung am Berater/an der Beraterin

# Zuluftführung nicht nur in Coronazeiten wichtig



Turbulenzarme Quellluftströmung: Gerichtete Strömungen von unten nach oben verringern das Risiko einer Infektion signifikant, da entstehende virusbelastete Aerosole effizient abgeführt werden.

Die Frage nicht nur bei Pandemien ist nicht....

.....**ob** wir mechanische Lüftungssysteme für Arbeits-, Schul- und Vortragsräume benötigen....

....sondern nur, **welche** Systeme wir in Zukunft einsetzen!

Wie können wir kostenoptimiert und komfortorientiert die notwendige Außenluft („Frischlufte“) in Räume einbringen?

# Mehr Vertrauen in **gute** Technologie

Modernes Oberklasse-Auto: > 50 Prozessoren



EPS, Zentralverriegelungen, die schon bei Annäherung ans Fahrzeug die Türen entriegeln; Alarmanlagen; Einparkhilfen mit Ultraschall-Sensoren oder Kamera; elektrische Parkbremsen, die automatisch einrasten, wenn man das Fahrzeug abstellt; Tipptasten zum Gangwechsel (Shift-by-Wire). Regensensoren, die den Scheibenwischer aktivieren; Reifendruck-sensoren; Lichtsensoren, die selbst das Fahrlicht ein- oder ausschalten

**Jedes moderne Auto hat eine hyperkomplexe, einfachst zu bedienende Ausstattung – warum soll das nicht für Gebäude gelten?**

# IBO Innenraumanalytik OG

Technisches Büro für Physik/  
Chemisches Labor/ Mikrobiologisches Labor

- DI Peter Tappler  
SV für Schimmel, Schadstoffe  
in Innenräumen, Bauchemie
- DI Felix Twrdik  
SV für Schimmel, Lüftung
- DI Bernhard Damberger
- DI Claudia Schmöger
- DI Cornelia Pfaller
- Daniela Lattner M.Sc.
- Ing. Ewald Hitzlhammer
- Stefan Pointner M.Sc.



