

# **SARS-CoV-2 [CORONA-Virus]**

## **bauliche Voraussetzungen in der Gebäudetechnik für ein gesundes Raumklima**

Ralph Langholz Dipl.-Ing.(FH) Dipl.-Wirt.-Ing.(FH)

WEBINAR 07. Januar 2021



„Eine saubere Umwelt ist ein Menschenrecht!“

Dalai Lama

## AGENDA – Teil I

- 1** Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschung zu hygienischen Raumluftbedingungen, u.a. vom HRI Berlin und IKL Dresden
- 2** Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen durch staatliche Behörden und Institute wie BAuA/ RKI/ UBA/ BfS uvm.
- 3** Ist der private Wohnbereich auch ein Risikogebiet?
- 4** Welchen Einfluss hat die Raumluftfeuchte und was kann man zur Verbesserung tun?
- 5** Raumlufthygiene ohne Frischluftzufuhr? Was hilft?  
Was hilft wahrscheinlich? Was hilft nicht!



## AGENDA – Teil II



- 6 Energieeffizienz und Raumlufthygiene in Symbiose – untrennbar!
- 7 Baustoffe und Raumbooberflächen – helfen diese, die Raumlufthygiene zu verbessern?
- 8 Resumé
- 9 Diskussion & Fragen



# 1

## Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschung zu hygienischen Raumlufumbedingungen, u.a. vom HRI Berlin und IKL Dresden

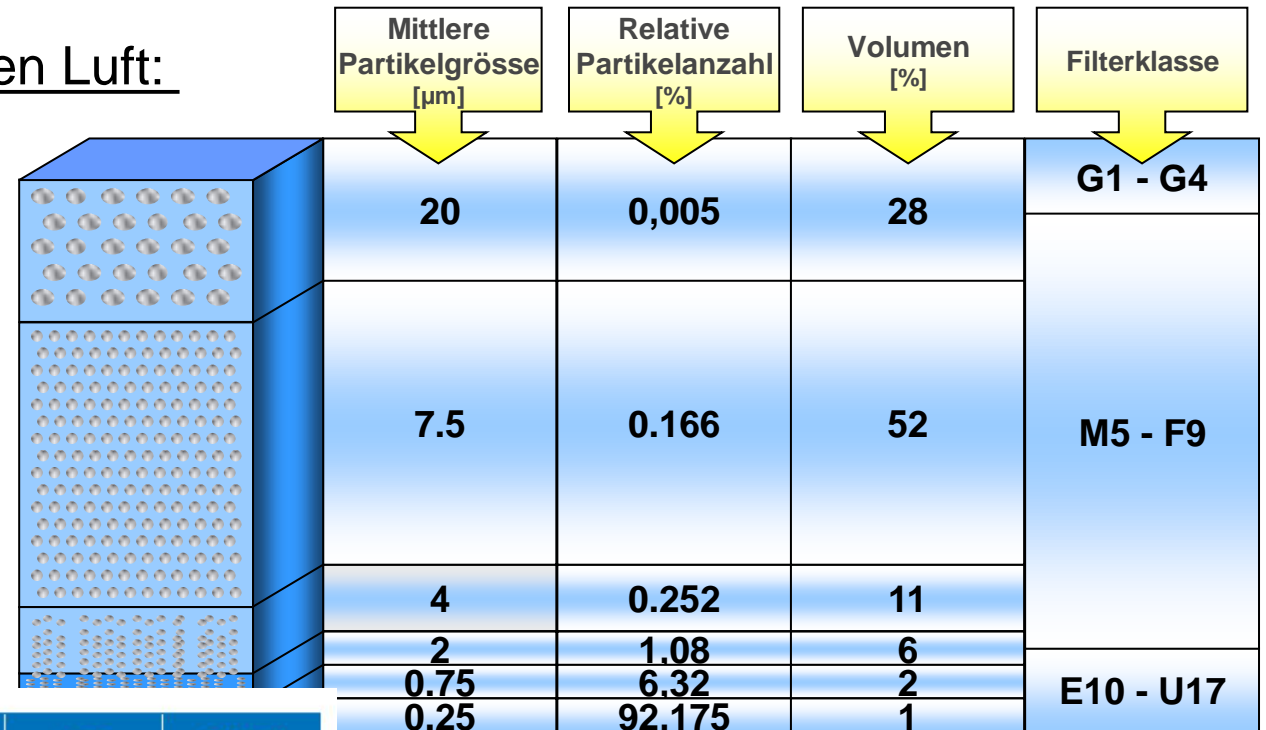
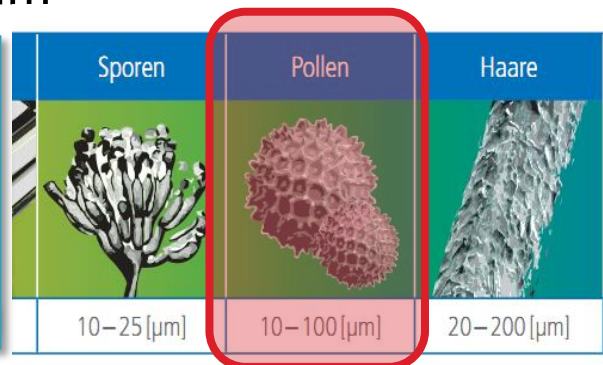
Die aktuelle CORONA-Pandemie war und ist, unabhängig von den traurigen Umständen und Begleiterscheinungen, ein Beschleuniger für technische Weiterentwicklungen in der Lüftungstechnik. Aber auch ein Beleg dafür, dass die bisherigen Technologien weit gereift und technisch tadellos einsetzbar sind - zum Schutz der Gesundheit der Nutzer von Gebäuden aller Art.





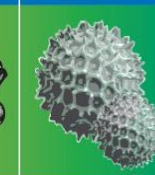
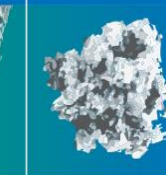
# Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschungen Partikelgrößenverteilung/ Virenkörpergröße

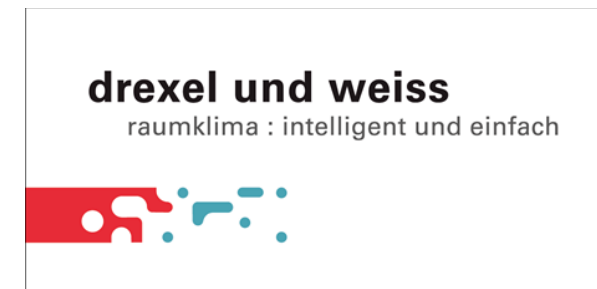
## Partikelgrößenverteilung in der atmosphärischen Luft:

Ein Kubikmeter gewöhnlicher Umgebungsluft enthält selten weniger als 40 Millionen Partikel in der Größe  $> 0,3 \mu\text{m}$

**SARS-CoV-2  
(CORONA)  
Virengröße  
0,06 bis 0,16  $\mu\text{m}$**



Viren	Tabak	Bakterien	Ölnebel	Tonerstaub	Sporen	Pollen	Haare	Grobstaub
								
0,002–0,05 [ $\mu\text{m}$ ]	0,01–1 [ $\mu\text{m}$ ]	0,2–25 [ $\mu\text{m}$ ]	0,3–5 [ $\mu\text{m}$ ]	5–20 [ $\mu\text{m}$ ]	10–25 [ $\mu\text{m}$ ]	10–100 [ $\mu\text{m}$ ]	20–200 [ $\mu\text{m}$ ]	100–2000 [ $\mu\text{m}$ ]



# Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschungen

## Hygienische Raumlufbedingungen



Am **Hermann-Rietschel-Instituts (HRI/ TU Berlin)** wurde gemeinsam mit dem **RKI**, der **Charité Berlin** und dem **Berliner Gesundheitsamt** ein Online-Tool entwickelt, das auf Basis einfacher Eingaben das Corona-Infektionsrisiko in Räumen berechnet. Dabei wird angenommen, dass sich mehrere Personen in einem Raum befinden, von denen eine infiziert ist und Corona-Aerosole an die Raumluf abgibt. Dadurch ergibt sich für die bisher gesunden Personen ein Infektionsrisiko, dessen Wahrscheinlichkeit von mehreren Parametern abhängt, die in das Programm eingegeben werden wie u.a.

- ⇒ Größe des Raums (Länge x Breite x Höhe)
- ⇒ Anzahl der Personen
- ⇒ Aktivität der Personen (Auswahlmenü) uvm.

<https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/11530>

<https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/11824.2>

⇒ <https://hri-pira.github.io/> ⇐



# Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschungen

## Hygienische Raumlufbedingungen



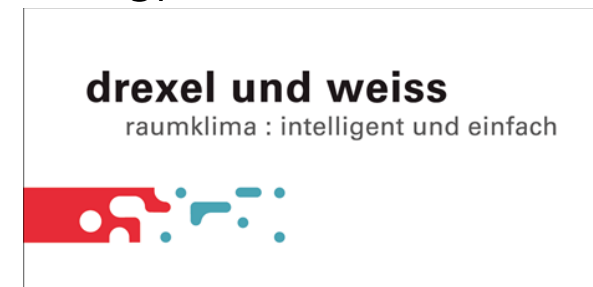
Weitere Forschungen durch das **Hermann-Rietschel-Instituts (HRI/ TU Berlin)** zum Thema SARS-CoV-2 und Infektionsrisiken umfassten u.a.:

„Basierend auf der Kohlenstoffdioxidkonzentration werden analytische Betrachtungen der Aerosolkonzentration im Raum angestellt. Aufbauend auf einer kritischen Dosis-Viren wird zusätzlich untersucht, wie lange sich Personen bei einer gegebenen CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum aufhalten können.“

<https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/11477.3>

Aerosolverbreitung in Innenräumen aufgrund von Konvektion. So wird der Einfluss der freien (thermischer Auftrieb) und der erzwungenen (mechanische Belüftung) Konvektion gegenüber gestellt.

<https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/11509>





# Aktueller Stand der wissenschaftlichen Forschungen

## Hygienische Raumlufbedingungen



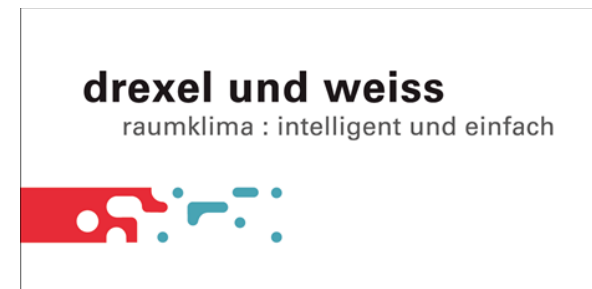
Auch das renommierte **IKL Dresden (Institut für Luft- und Kältetechnik)** hat sich intensiv mit dem Thema SARS-CoV-2 Corona sowie Lüftung und Infektionsrisiken beschäftigt:

So u.a. mit der Effizienz von Lüftungsmaßnahmen zur Infektionsvermeidung:

<https://www.ilkdresden.de/unternehmen/news/informationen-veranstaltungen/detail/einschaetzungen-von-lueftungsmassnahmen-zur-infektionsvermeidung/#newstitle>

Oder auch Unterscheidungsmerkmalen und Leistungsunterschieden bei Umluftreinigungsgeräten. Gerade hier wurden in einem großen Marktvergleich einige Probleme aufgezeigt und auch Schwachstellen von, im Markt angebotenen Systemen aufgezeigt:

<https://www.ilkdresden.de/unternehmen/news/informationen-veranstaltungen/detail/unterscheidungsmerkmale-von-raumluftraeinigungsgeraeten/>



# 2

## Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen durch staatliche Behörden wie BAuA/ RKI/ UBA/ BfS/ DGUV uvm.

Lüftungen wird vieles nachgesagt – allerdings nur wenig Gutes. Jeder kennt jemanden, der wiederum jemanden kennt, der gehört haben will, dass .....!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Umfangreiche technische Studien, Feldversuche, Berechnungen uvm. durch eine Vielzahl auf das Fachgebiet spezialisierter Forschungsinstitute und Hochschuleinrichtungen sowie staatlicher Fachbehörden haben die Effizienz des Gesundheitsschutzes durch Lüftungssysteme inzwischen vielfach belegt und bestätigt.

# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung

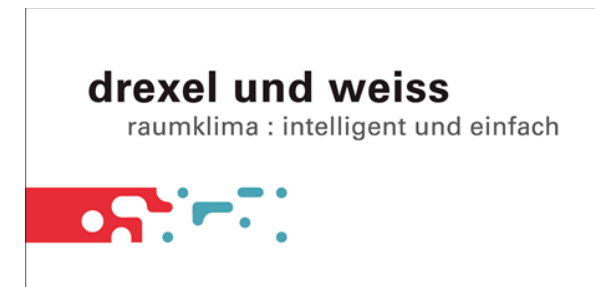


Dazu haben Experten des **UBA Umweltbundesamtes** bzw. der **IRK Innenraumlufthygiene-Kommission am UBA** nachfolgendes Statement veröffentlicht:

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/irk\\_stellungnahme\\_lueften\\_sars-cov-2\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/irk_stellungnahme_lueften_sars-cov-2_0.pdf)

### Seite 4:

*„Eine Behandlung der Luftinhaltsstoffe mittels Ozon oder UV-Licht wird aus gesundheitlichen ebenso wie aus Sicherheitsgründen von der IRK abgelehnt. Durch Ozonung und UV-induzierte Reaktionen organischer Substanzen können nicht vorhersagbare Sekundärverbindungen in die Raumluft freigesetzt werden ... Beim UV-C sind es auch vor allem Sicherheitsaspekte, weshalb der Einsatz im nicht gewerblichen Bereich unterbleiben sollte.“*



# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

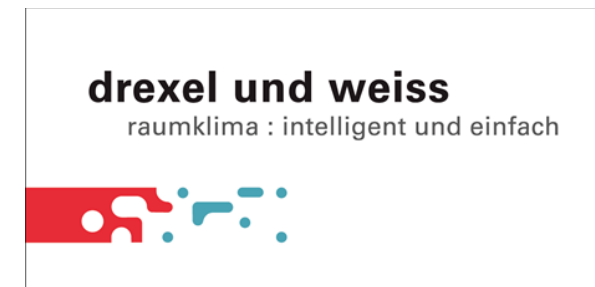
## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung



Eine weitere Veröffentlichung des **UBA Umweltbundesamtes** bzw. der **IRK Innenraumlufthygiene-Kommission am UBA** geht da noch etwas dezidierter darauf ein:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#konnen-mobile-luftreinigungsgerate-einen-beitrag-leisten-um-das-infektionsrisiko-in-innenraumen-durch-sars-cov-2-zu-reduzieren>

*„Der Einsatz von UV-C Strahlung kann zu einer Reduktion der Viruslast der Raumluft theoretisch beitragen, weil diese grundsätzlich in der Lage ist, Bakterien abzutöten und Viren zu inaktivieren. So werden Geräte mit solchen UV-C Strahlungsquellen in der Oberflächenentkeimung z. B. in Laboren eingesetzt. Über die Wirksamkeit des Einsatzes in Luftreinigungsgeräten liegen dem UBA keine Kenntnisse vor. Sie ist abhängig von der Zeit der Bestrahlung und dem Luftvolumen, welches im Inneren des Gerätes mit der Strahlung in Kontakt kommt. Auch die Strahlungsintensität spielt eine Rolle. Das UBA hat zu dieser Technologie keine ausreichenden Informationen vorliegen und hat auch keine Tests durchgeführt. Dem UBA ist unbekannt, ob der Luftdurchsatz und die Effizienz der im Handel befindlichen Geräte ausreichen, um einen ausreichenden oder erwünschten Beitrag zum Schutz vor einer COVID-19 Infektion zu gewährleisten.“*



# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung

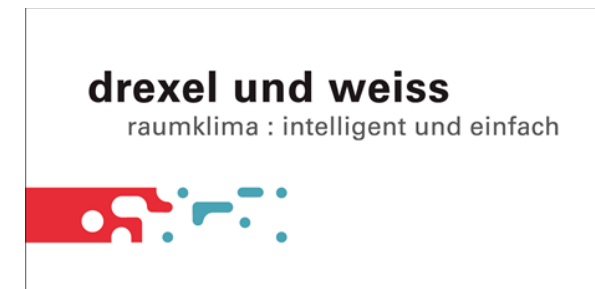


Die **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)** hat sich mit dem Thema „Infektionsschutzgerechtes Lüften – Hinweise und Maßnahmen in Zeiten der SARS-CoV-2-Epidemie“ im September 2020 auseinandergesetzt:

[https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Lueftung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=14](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Lueftung.pdf?__blob=publicationFile&v=14)

*Eine gute Übersicht/ Studie, welche auf viele inzwischen verfügbare wie auch validierbare Forschungsergebnisse zurückgreift, bildet dafür die Grundlage. Im Ergebnis geben die Studienautoren, denen eine große Sorgfalt bei der Ausfertigung bestätigt werden kann, Handlungsempfehlungen und Hinweise. Diese sollten elementarer Bestandteil der Bemühungen um einen hohen Infektionsschutz im Rahmen des Arbeitsschutzes in Büros, Arbeitsstätten, Schulen und Behörden werden.*

*Und eines wurde auch nachhaltig bestätigt: „Da Viren, wie SARS-CoV-2, im luftgetragenen Zustand auch in Aerosolen auftreten, die von Feinstaubfiltern erfasst werden, kann bereits die Aufrüstung auf eine höhere Filterklasse (z. B. von Filterklasse ePM1 50% auf ePM1 70% oder ePM1 80%) effektiv und zielführend sein.“*



# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung

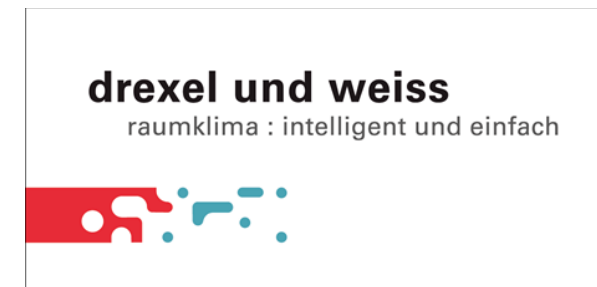


Vor dem Einsatz von UV-C Luftdesinfektionsanlagen in Räumen (z.B. Schulklassen), in welchen sich Menschen aufhalten, wird explizit wegen exponierter Gefahren gewarnt!

Durch das **BfS Bundesamt für Strahlungsschutz** wie auch das **UBA Umweltbundesamt**

<https://www.bfs.de/DE/themen/opt/anwendung-alltag-technik/uv/uv-c-strahlung/uv-c-desinfektion.html>

Diese dürfen nur unter Aufsicht von Fachpersonal und in leeren Räumen zum Einsatz kommen.



# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

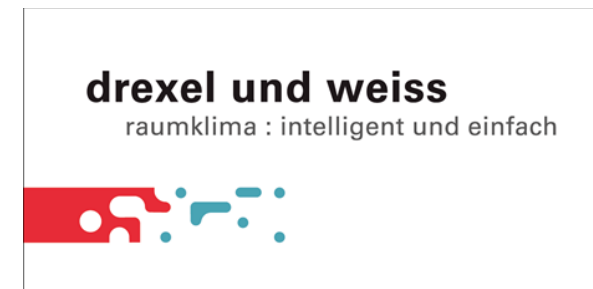
## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung



Die **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)** hat dazu im November 2020 einen Beitrag veröffentlicht in dem sie Stellung zu Raumluftreinigern nimmt.

[https://www.dguv.de/medien/inhalt/mediencenter/pm/pressearchiv/2020/4\\_quartal/fachbeitrag\\_raumluftreiniger.pdf](https://www.dguv.de/medien/inhalt/mediencenter/pm/pressearchiv/2020/4_quartal/fachbeitrag_raumluftreiniger.pdf)

Laut diesem Fachbeitrag zu mobilen Raumluftreinigern zum Schutz vor SARS-CoV-2 können Raumluftreiniger zwar unterstützend bei den Maßnahmen gegen eine Verbreitung des Coronavirus eingesetzt werden. Wesentlich bleibt jedoch das regelmäßige Lüften. Mobile Raumluftreiniger sind in Innenräumen nur als ergänzende Maßnahme sinnvoll, um das Risiko einer Infektion mit SARS-CoV-2 zu verringern. Darauf weisen Berufsgenossenschaften und Unfallkassen hin. Zum Schutz vor infektiösen Aerosolen können mobile Raumluftreiniger zudem nur unter bestimmten Randbedingungen beitragen. Sie können die notwendige Frischluftzufuhr durch Lüften über Fenster nicht ersetzen, wie sie die Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR\_A3.6\_“Lüftung“ fordern. „Sie bieten auch keinen Schutz vor einer möglichen Tröpfcheninfektion mit SARS-CoV-2 im Nahbereich“, so die DGUV .



# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung

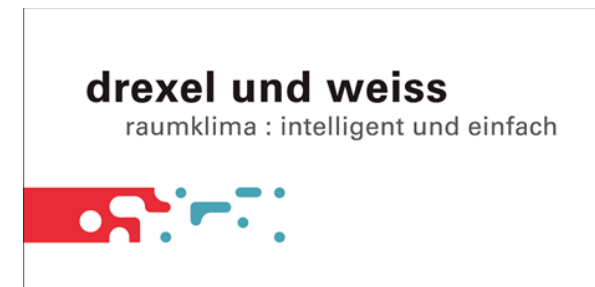


Die **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)** hat im weiteren im September 2020 einen Beitrag veröffentlicht zum Thema:

„SARS-CoV-2: Empfehlungen zum Lüftungsverhalten an Innenraumarbeitsplätzen“

<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3932>

„Durch regelmäßiges Lüften findet ein Luftaustausch von Innenraumluft mit frischer Außenluft statt. Dabei werden unter anderem verbrauchte Luft, Schadstoffe von Materialien (z. B. Möbel, Fußbodenbelag), Partikel sowie Biostoffe, z. B. Krankheitserreger, nach außen abtransportiert, um eine gute Luftqualität in Innenräumen zu gewährleisten. Nach der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und der konkretisierenden Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A3.6 „Lüftung“ ... muss in umschlossenen Arbeitsräumen eine „gesundheitlich zuträgliche Atemluft“ vorhanden sein.“





# Offizielle Stellungnahmen und Empfehlungen

## Umluftfilteranlagen/ UV-C-Luftreiniger/ Lüftung



Die Verbände **FGK Fachverband Gebäude-Klima e.V.**, **BTGA Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.** sowie der **RLT-Raumlufttechnische Geräte Herstellerverband e.V.** hatten bereits im Mai 2020 eine offizielle Stellungnahme sowie Handlungsempfehlungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen veröffentlicht, welche kontinuierlich aktualisiert wird:

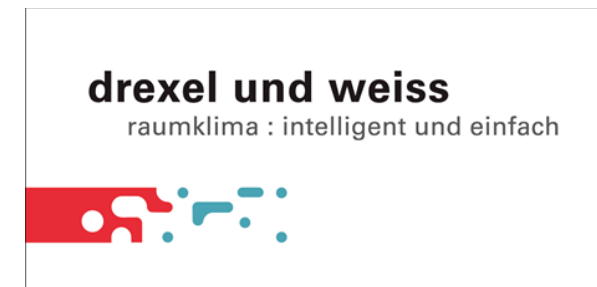
<https://www.fgk.de/index.php/114-betrieb-von-lueftungs-und-klimaanlagen-waehrend-der-covid-19-pandemie>

Diese deckt sich weitestgehend mit den Empfehlungen des **UBA** und der **IRK**.

Und auch der **VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.** hat sich dem Thema angenommen:

<https://www.vdi.de/news/detail/ist-fensterlueftung-das-beste-mittel-gegen-coronaviren>

[https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi\\_de/redakteure/themen/Corona/Dateien/Das\\_Corona-FAQ\\_VDI.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/themen/Corona/Dateien/Das_Corona-FAQ_VDI.pdf)



# Ist der private Wohnbereich auch ein Risikogebiet?

Lüftungssysteme nach der neuen DIN 1946-6:2019 Wohnungslüftung, 2019 als Weißdruck veröffentlicht und somit für diesen Bereich als neue normative Grundlage gültig, sichern für den “normalen” Nutzungsgrad von Wohngebäuden die Gesundheit und das Wohlbefinden der Mieter/ Eigentümer bezüglich der Raumlufthygiene ab.

# Private Wohnbereiche

## Risikogebiet?

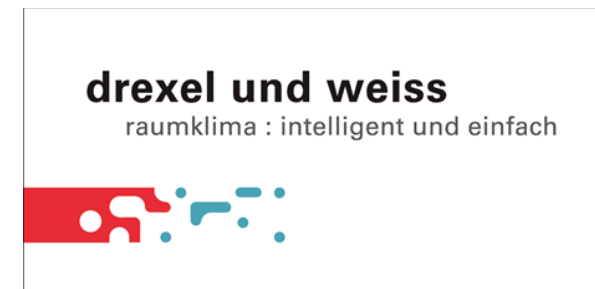
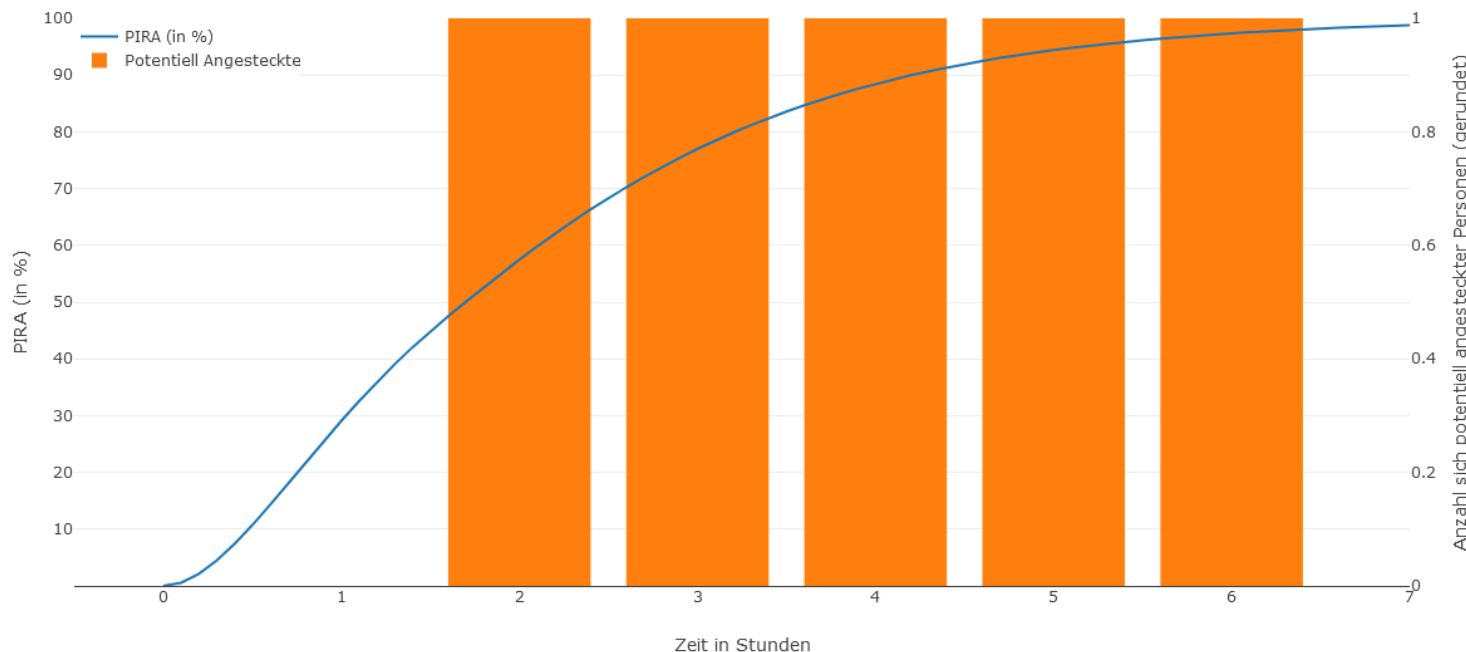


Infektionsrisiko bedeutet in dem hier betrachteten Zusammenhang das individuelle Risiko einer gesunden, erwachsenen Person, an COVID-19 zu erkranken. Es wird auf der linken Seite das Risiko in Prozent und auf der rechten Achse die Personenanzahl dargestellt, die sich sehr wahrscheinlich mit SARS-CoV-2 infizieren würden. Diese Anzahl wird aus dem Risiko in % und der Anzahl der gesunden Personen im Raum berechnet.

Wohnung/ Wohnzimmer  
25 m<sup>2</sup> mit 2 erwachsenen  
Personen und Kindern  
(nicht berücksichtigt).  
Keine mechanische  
Lüftung/ schlecht belüftet.

1 Person Corona-Infiziert.

Quelle:  
HRI Hermann-Rietschel-Institut,  
Berlin

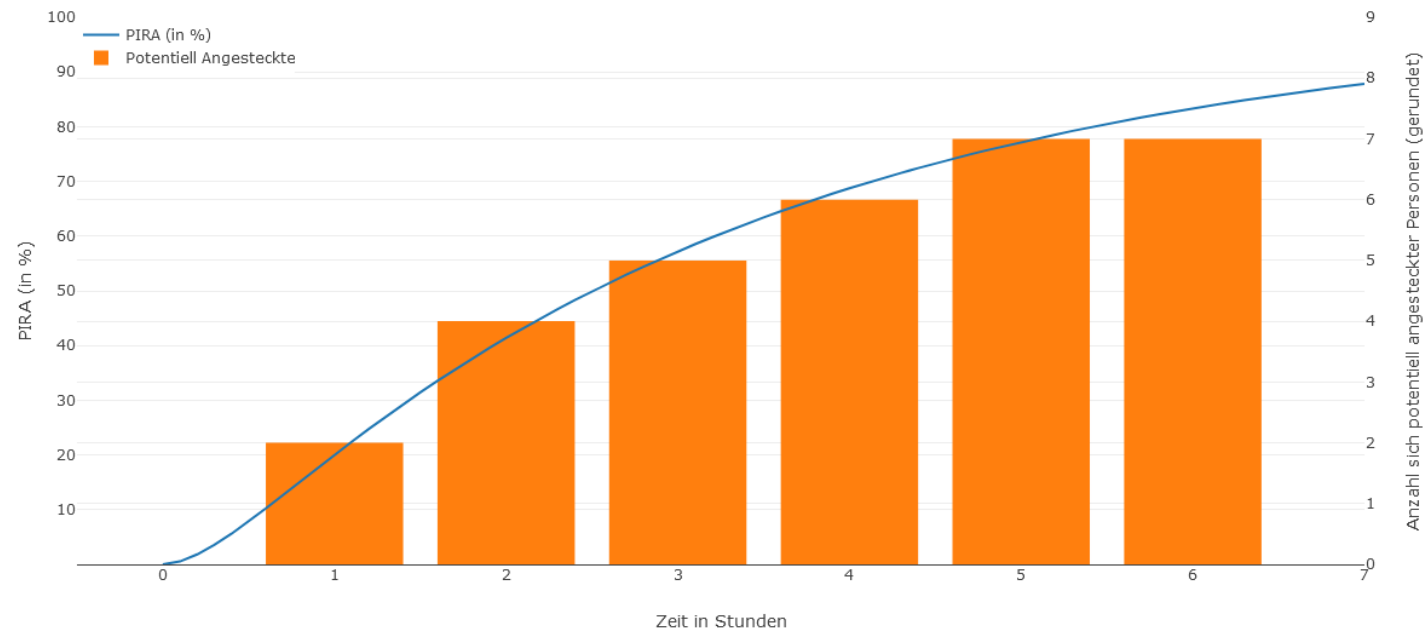


# Private Wohnbereiche

## Risikogebiet?



Infektionsrisiko bedeutet in dem hier betrachteten Zusammenhang das individuelle Risiko einer gesunden, erwachsenen Person, an COVID-19 zu erkranken. Es wird auf der linken Seite das Risiko in Prozent und auf der rechten Achse die Personenanzahl dargestellt, die sich sehr wahrscheinlich mit SARS-CoV-2 infizieren würden. Diese Anzahl wird aus dem Risiko in % und der Anzahl der gesunden Personen im Raum berechnet.



Wohnung/ Wohnzimmer 25 m<sup>2</sup> mit 10 erwachsenen Personen und Kindern (nicht berücksichtigt). Keine mechanische Lüftung/ schlecht belüftet.

1 Person Corona-Infiziert.

Quelle:  
HRI Hermann-Rietschel-Institut,  
Berlin

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach

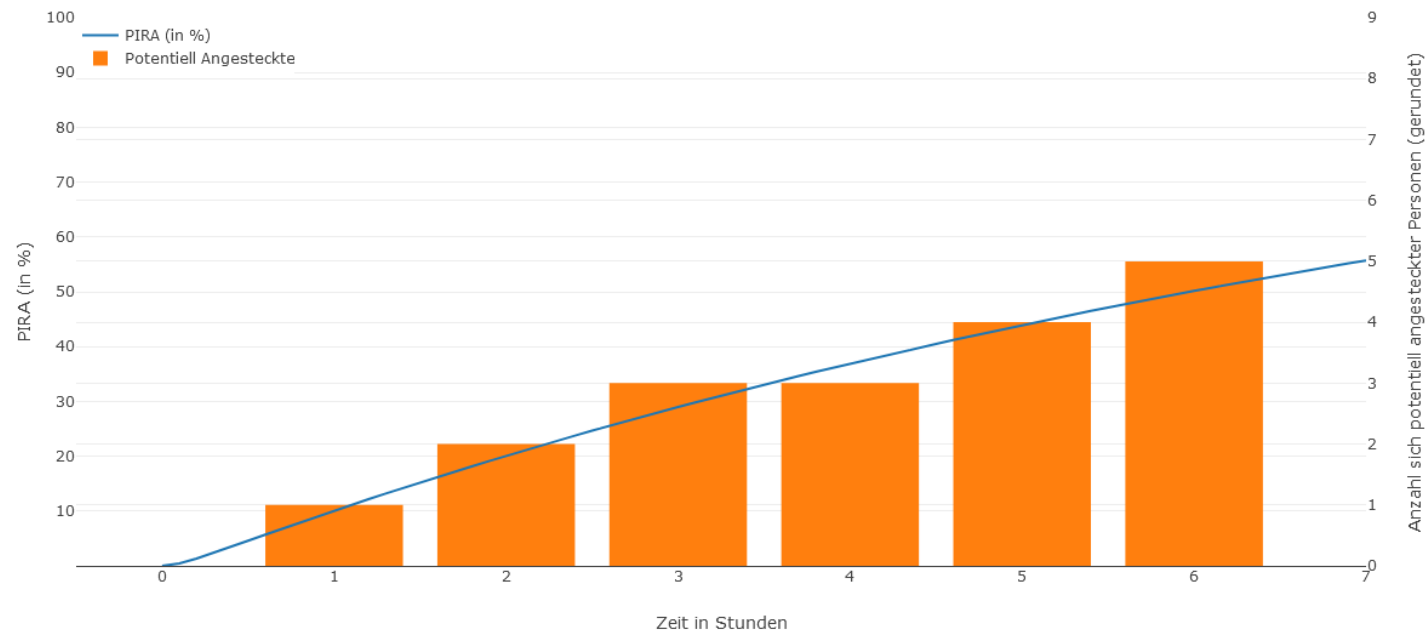


# Private Wohnbereiche

## Risikogebiet?



Infektionsrisiko bedeutet in dem hier betrachteten Zusammenhang das individuelle Risiko einer gesunden, erwachsenen Person, an COVID-19 zu erkranken. Es wird auf der linken Seite das Risiko in Prozent und auf der rechten Achse die Personenanzahl dargestellt, die sich sehr wahrscheinlich mit SARS-CoV-2 infizieren würden. Diese Anzahl wird aus dem Risiko in % und der Anzahl der gesunden Personen im Raum berechnet.



Wohnung/ Wohnzimmer  
25 m<sup>2</sup> mit 10 erwachsenen  
Personen und Kindern  
(nicht berücksichtigt). Sehr  
gute Lüftung/ mechanische  
Lüftung.

1 Person Corona-Infiziert.

Quelle:  
HRI Hermann-Rietschel-Institut,  
Berlin

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Lüftung – Aktuelle Normen und Gesetze

## VDI 6022 Blatt 1:2018-01 – Ziele der Lüftung

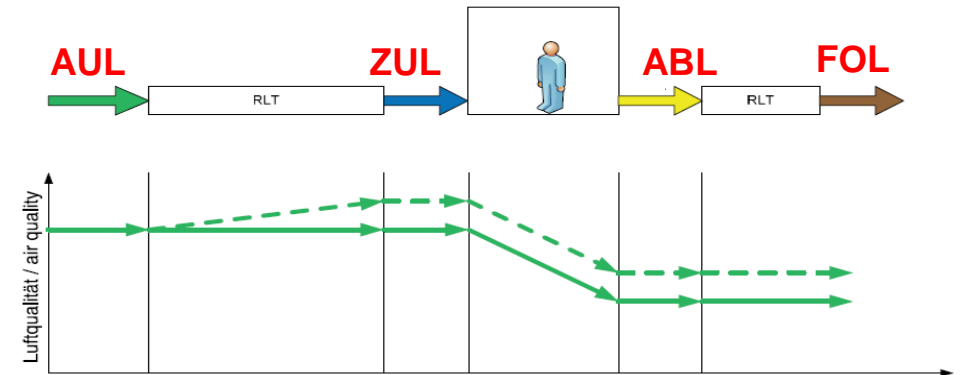


### ► 5.3 Zuluftqualität

„Die Zuluft soll gesundheitlich zuträglich sein. geruchsaktiver Stoffe, auch in unterschwelligen (nicht bewusst wahrnehmbaren) Konzentrationen, sind ohne Wissen der Nutzer unzulässig.“

### ► 5.4 Vergleichsluft

„Das Mindestziel der Hygienemaßnahmen dieser Richtlinie ist es, dass die Luft im RLT-Gerät oder in der RLT-Anlage nicht verschlechtert wird und die Zuluft gesundheitlich zuträglich ist. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass im Aufenthaltsraum Raumlasten stets vorhanden sind, muss gegebenenfalls eine höhere Qualität der Zuluft gegenüber der angesaugten Luft angestrebt werden ... Die Richtlinie definiert zu diesem Zwecke eine Vergleichsluft (z.B. Außenluft oder Raumluft,...) als Zielgröße für die Zuluftqualität. Diese ist abhängig von der Art der RLT-Anlage, deren Einsatzzwecke und der von der RLT-Anlage angesaugten Luftart (z.B. Außen-, Um- oder Sekundärluft).“



Bildquelle:  
VDI 6022-1:2018



- ▶ **Lüftung zum Feuchteschutz:** Nutzerunabhängige Lüftung (Minimalbetrieb) in Abhängigkeit vom Wärmeschutzniveau zur Vermeidung von Schimmelpilz- und Feuchteschäden.
- ▶ **reduzierte Lüftung (bisher Mindestlüftung):** notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen Mindestanforderung sowie des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchte- und Stofflasten, z.B. infolge zeitweiliger Abwesenheit des Nutzers
- ▶ **Nennlüftung > Auslegungsstufe (bisher Grundlüftung):** Notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes sowie der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung einer Nutzungseinheit (Anwesenheit der Nutzer)
- ▶ **Intensivlüftung:** Zeitweilig erhöhter Luftstrom zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb).

- ▶ Einhaltung der staatlich verordneten Kontaktbeschränkungen und Reduzierung der Kontakte mit anderen Haushalten/ Personen in Räumlichkeiten.
- ▶ Eine mechanische Lüftung, welche bedarfsorientiert gesteuert wird (z.B. CO<sub>2</sub>-Raumlufkonzentration) und sich somit an der Personenzahl im Raum und deren Aktivitäten automatisch orientiert, stellt den effektivsten Gesundheits- und Infektionsschutz dar.
- ▶ Die Raumluffteuchte kann effektiv, gerade jetzt in der Wintersaison, angehoben werden zum Gesundheitsschutz:
  - ▶ Einbau von Enthalpietauschern in mechan. Lüftungsanlagen.
  - ▶ Nachrüstung von Luftbefeuchtern in Lüftungsanlagen/ Räumen (externe).
  - ▶ div. Optionen über Bepflanzungen etc.
- ▶ Reduktion Lüftung auf das erforderliche Maß – bei Nichtvorhandensein einer Lüftung Steuerung über CO<sub>2</sub>- und/ oder Feuchtigkeitsmesser mit Anzeige und Alarmaufschaltung



# 4

## Welchen Einfluss hat die Raumluftfeuchte und was kann man zur Verbesserung tun?

Raumluftfeuchte wird von vielen Nutzern eher subjektiv, je nach persönlicher Befindlichkeit, als zu “feucht” oder zu “trocken” empfunden. Tatsächlich hat die relative Feuchtigkeit (rel.F) in einem Raum/ Gebäude einen maßgeblichen Einfluss auf die Gesundheit der Nutzer wie auch den Schutz des Gebäudes selbst. Neueste wissenschaftliche Studien finden aktuell dazu in der Schweiz statt mit staatlicher Förderung.

# Raumluftfeuchte

## Einflüsse und Gesundheitsschutz



Beeinflusst die Luftfeuchte die Lebensdauer des Virus?

Zu geringe Feuchte hat mehrere Effekte: Lipidumhüllte Viren, darunter auch SARS-CoV-2, überleben anscheinend in trockenerer Luft länger! Man vermutet, dass dies ein wichtiger Grund für die alljährliche Grippezeit im Winter ist: Die Raumluft ist trockener. Diese trockene Luft kann Menschen auch anfälliger für Infektionen machen.

Warum? Atmungspartikel enthalten Wasser. Die Menge hängt von der relativen Luftfeuchte ab. Wenn die Luftfeuchte größer ist, sind die Aerosole größer als bei niedrigerer Luftfeuchte, so dass sie sich durch das Wachstum aufgrund der Wasseraufnahme schneller am Boden absetzen. Allerdings trocknen Aerosole auch ab.

Quelle: VDI

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Raumluftfeuchte

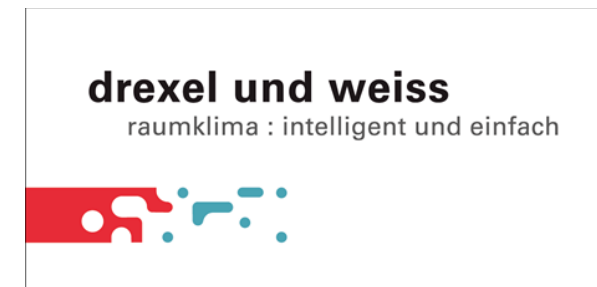
## Einflüsse und Gesundheitsschutz

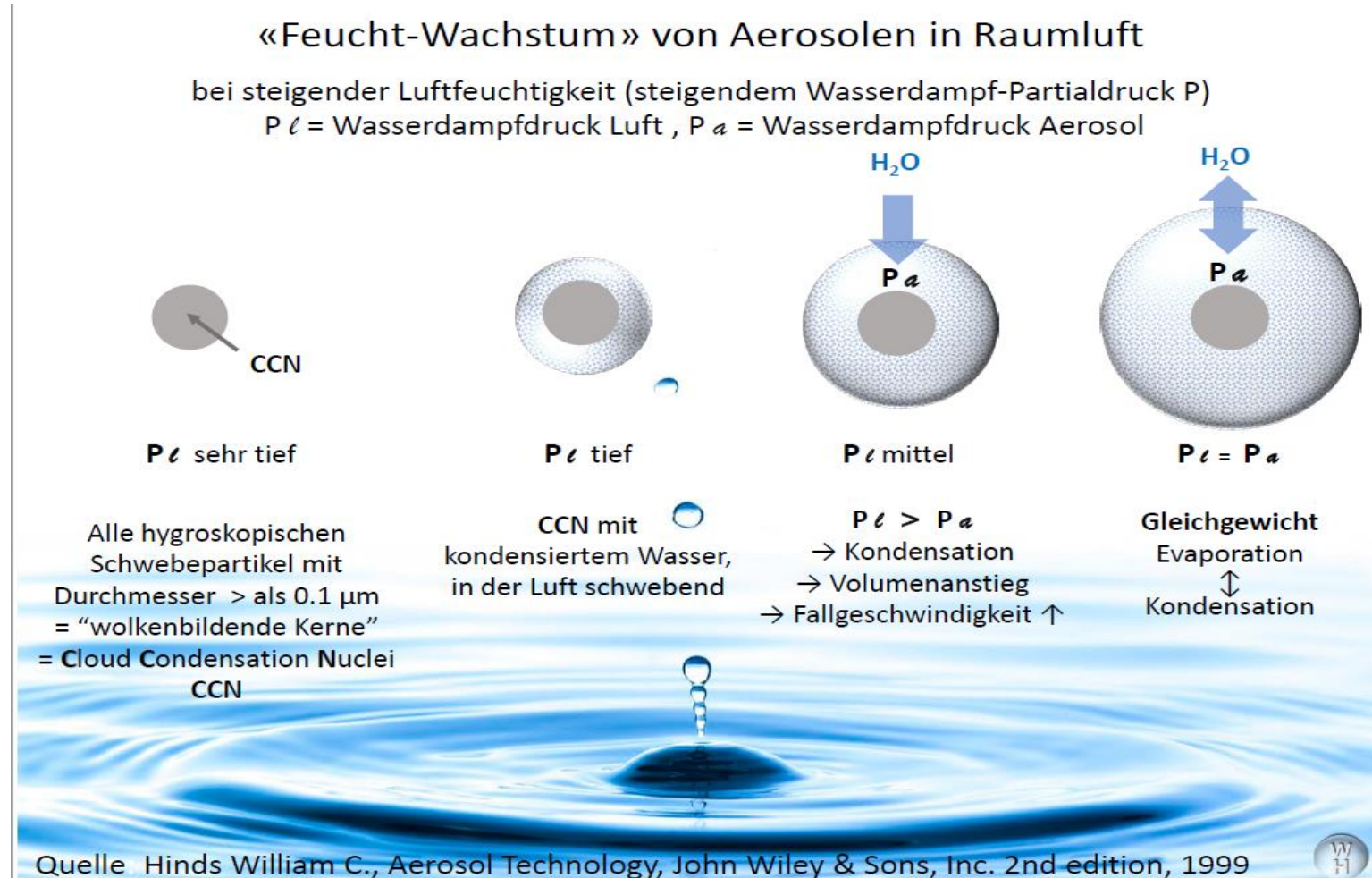


Bereits 1934 wurde dargestellt, dass unter sonst gleichen Bedingungen ein Regentropfen mit einem Durchmesser von 2 mm kilometerweit fallen kann, ohne vollständig zu verdunsten, während ein 0,2 mm [= 200 µm] großer Tropfen verdunstet, bevor er 2 m gefallen ist. Das ist wichtig für die Aerosolübertragung über lange Strecken, also bspw. in gemeinsam genutzten Räumen. Lediglich die ballistische Übertragung bei fehlendem Abstand wird nicht durch Feuchte oder Temperatur beeinflusst.

Auf Grundlage früherer Studien mit anderen Viren wird auch diskutiert, dass eine mittlere Luftfeuchte im Bereich von 40-60 %, die auch als vorteilhaft gilt, um die Austrocknung von Schleimhäuten zu verhindern, auch günstig sein könnte, um die Lebensfähigkeit der Viren zu verringern.

Quelle: VDI

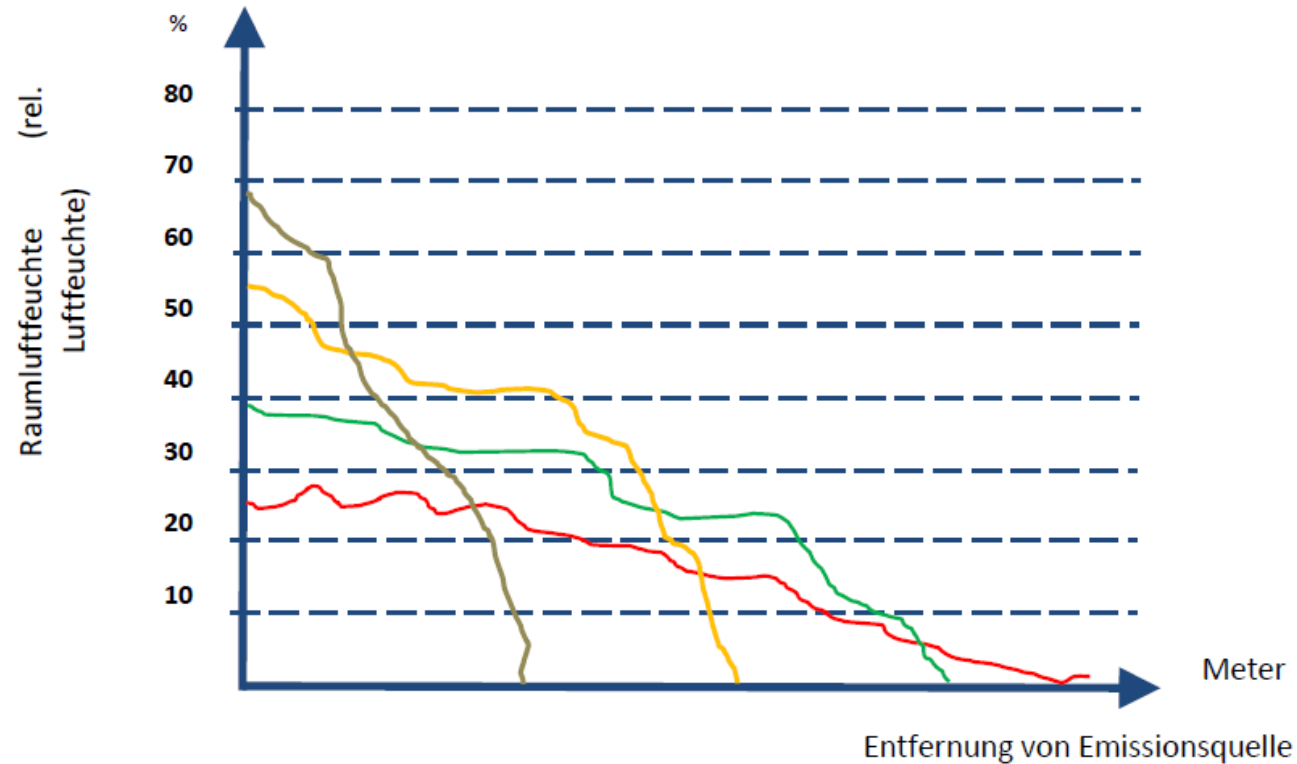




Grundprinzipien der Entstehung/ Ausbildung von Aerosolen in der Raumluft. Basis ist das Vorhandensein von Schwebepartikeln/ Feinstäuben & Verunreinigungen, welche den CCN – den Kern eines Aerosols bilden.

# Raumluftfeuchte

## Einflüsse und Gesundheitsschutz



Je trockener die Raumluft, desto länger verbleiben Aerosole und mitgeführte Krankheitserreger wie z.B. Masern- und Coronaviren in der Luft und können weitere Wege im Raum zurücklegen.

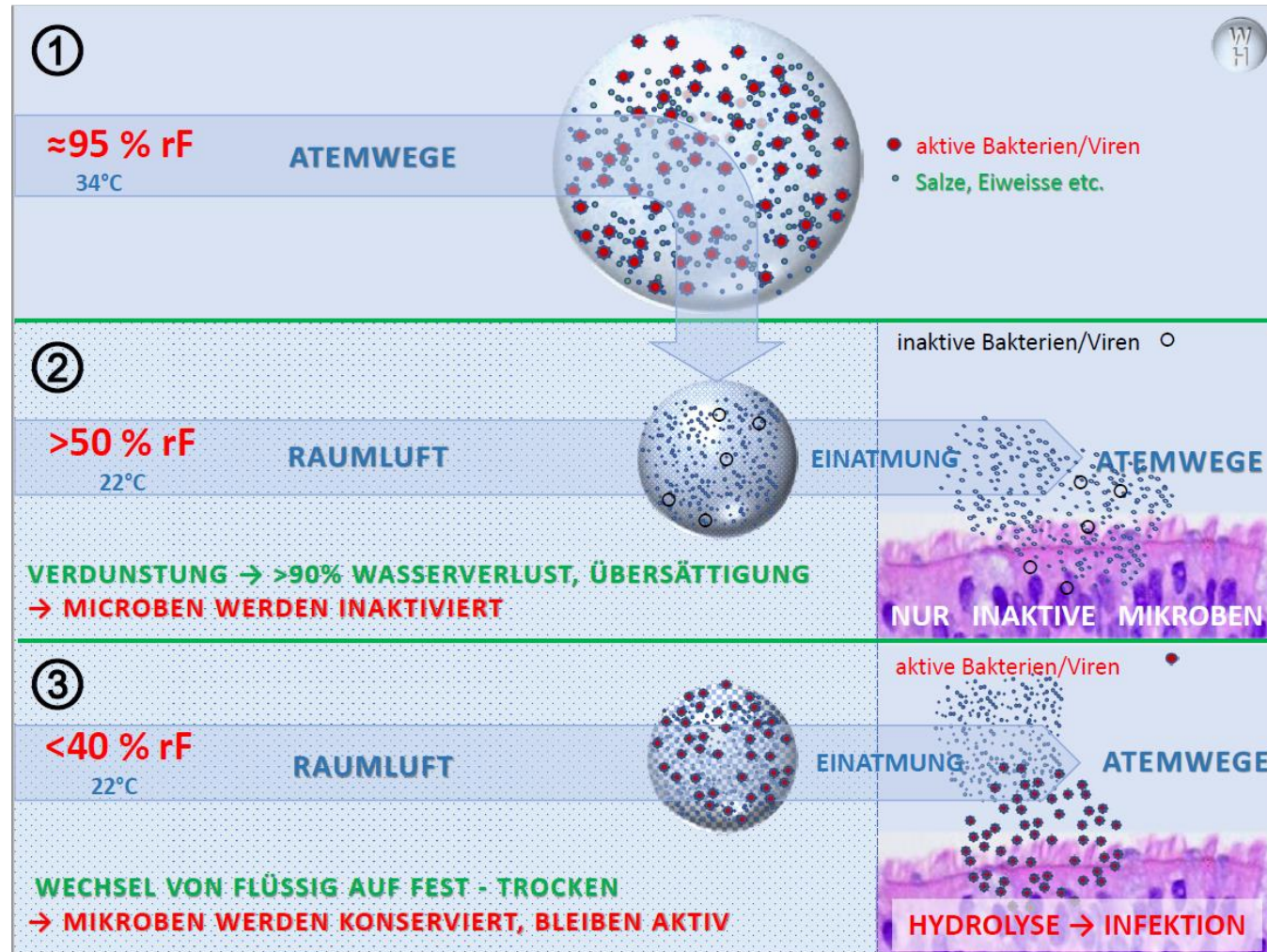
Quelle:  
Dr. med. Walter Hugentobler (Schweiz)



Flugbahn und Gewichtsverlust, bedingt durch Wasserverlust beim Lufttransport von Partikeln in Verbindung mit Aerosolen (feine Wasser-/ Flüssigkeitströpfchen).

# Raumluftfeuchte

## Einflüsse und Gesundheitsschutz



Dazu kommt, dass bei trockener Raumluft die Viren „inaktiviert“ und somit „konserviert“ werden. D.h., wenn diese in Kontakt mit Flüssigkeiten kommen, z.B. auf menschlichen Schleimhäuten, werden die Viren wieder „aktiviert“ und beginnen sich zu vermehren.

Quelle:

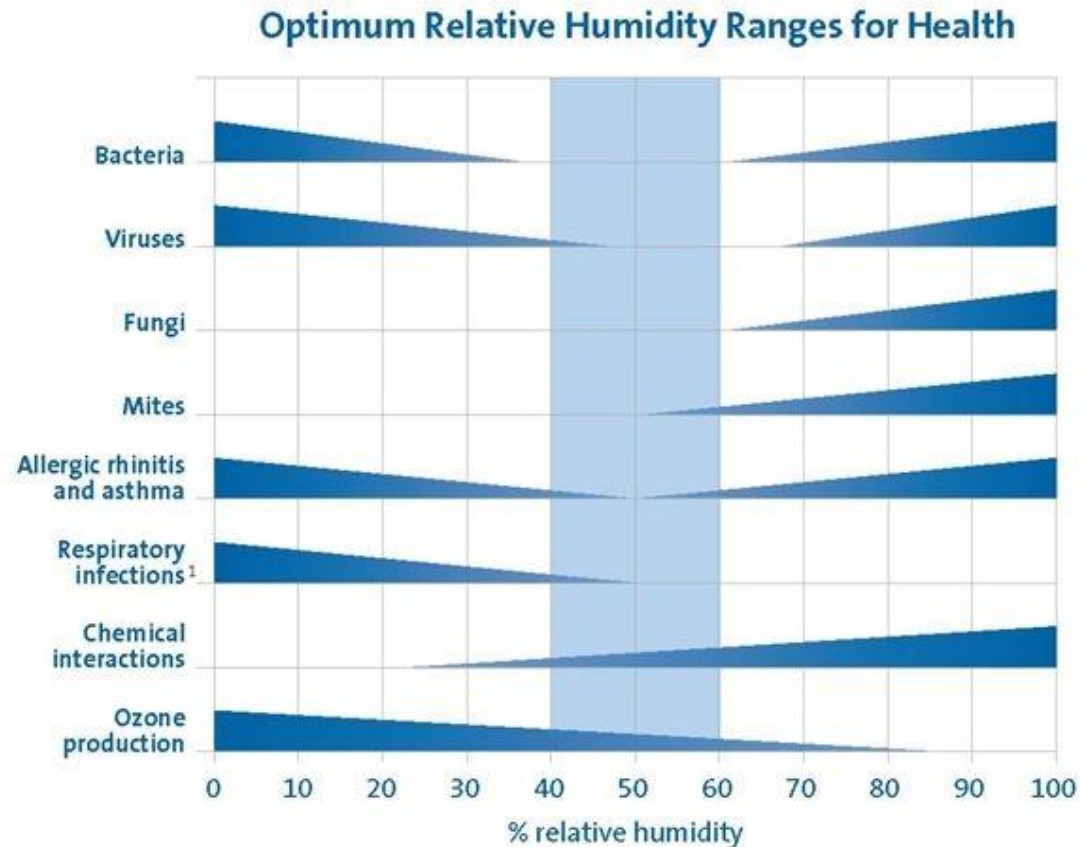
Dr. med. Walter Hugentobler (Schweiz)

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Raumluftfeuchte

## Einflüsse und Gesundheitsschutz



<sup>1</sup>Insufficient data above 50% RH.

E.M. Sterling, Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, 1985 ASHRAE.

Bereits seit Jahrzehnten (siehe Grafik aus dem Jahr 1985) ist bekannt, dass Raumluftfeuchten einen maßgeblichen Einfluss auf den Gesundheits- und Infektionsschutz in Gebäuden und geschlossenen Räumen haben.

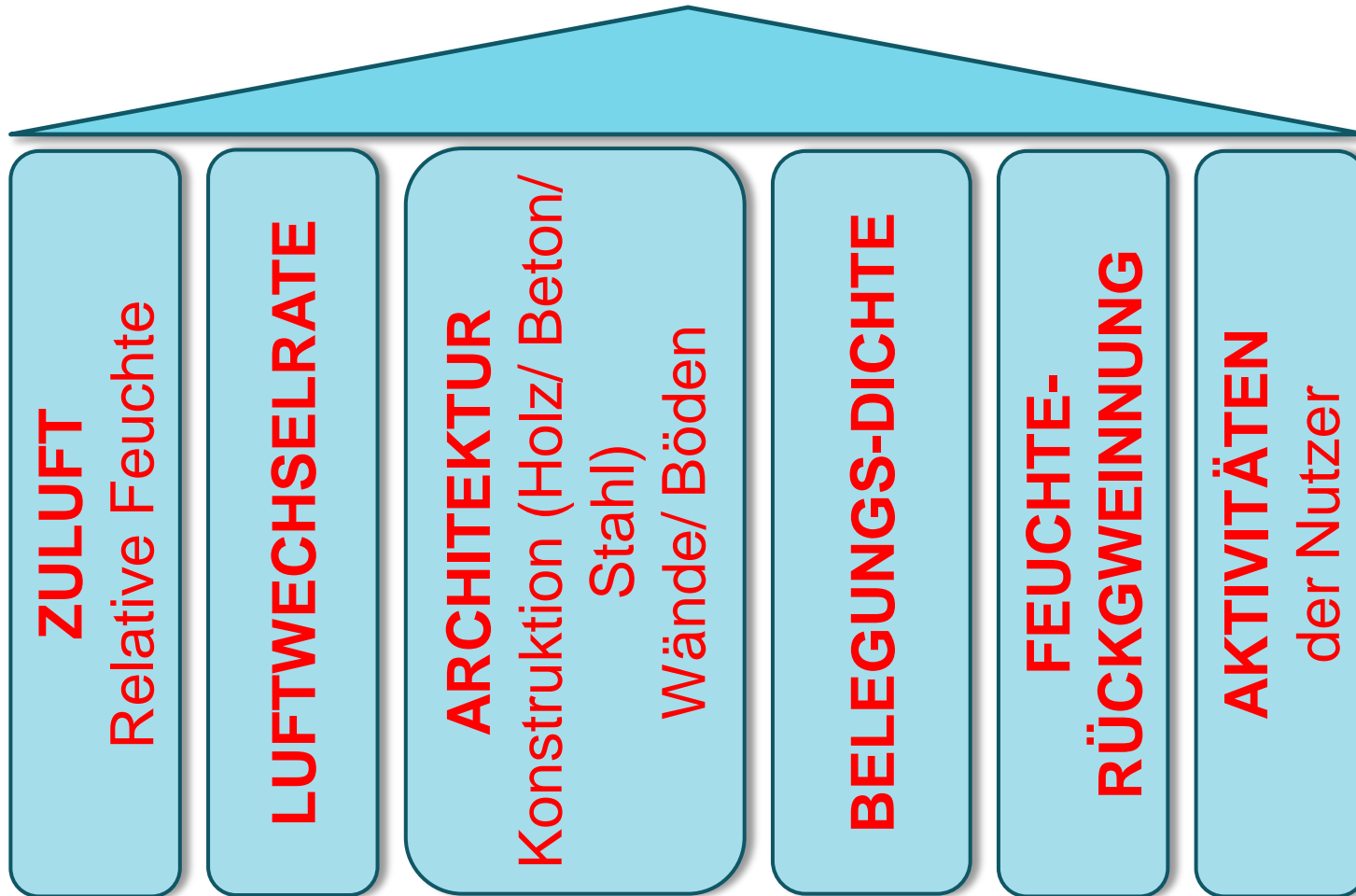
Quelle: ASHRAE 1985

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Raumluftfeuchte

## Einflussgrößen und Optimierung



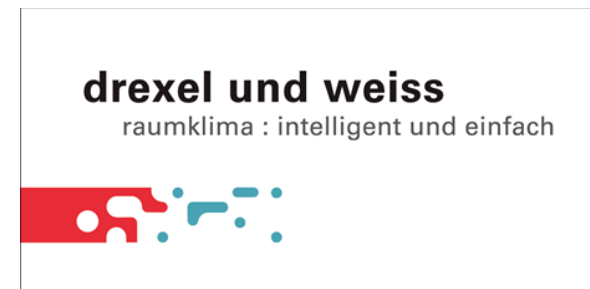


# Raumluftfeuchte

## Einflussgrößen und Optimierung



- ▶ Eine mechanische Lüftung, welche bedarfsorientiert gesteuert wird (z.B. CO<sub>2</sub>-Raumluftkonzentration) und sich somit an der Personenzahl im Raum und deren Aktivitäten automatisch orientiert, stellt den effektivsten Gesundheits- und Infektionsschutz dar.
- ▶ Mit der mechanischen Lüftung wie vorgenannt Reduzierung Zuluftvolumenströme und somit Reduzierung der eingebrachten trockenen Außenluft.
- ▶ Die Raumluftfeuchte kann effektiv, gerade jetzt in der Wintersaison, angehoben werden zum Gesundheitsschutz:
  - ▶ Einbau von Enthalpietauschern in mechan. Lüftungsanlagen.
  - ▶ Nachrüstung von Luftbefeuchtern in Lüftungsanlagen/ Räumen (externe).
  - ▶ div. Optionen über Bepflanzungen etc.
- ▶ Reduktion Lüftung auf das erforderliche Maß – bei Nichtvorhandensein einer Lüftung Steuerung über Feuchtigkeitsmesser mit Anzeige und Alarmaufschaltung



# 5

## Raumlufthygiene ohne Frischluftzufuhr?

### Was hilft?

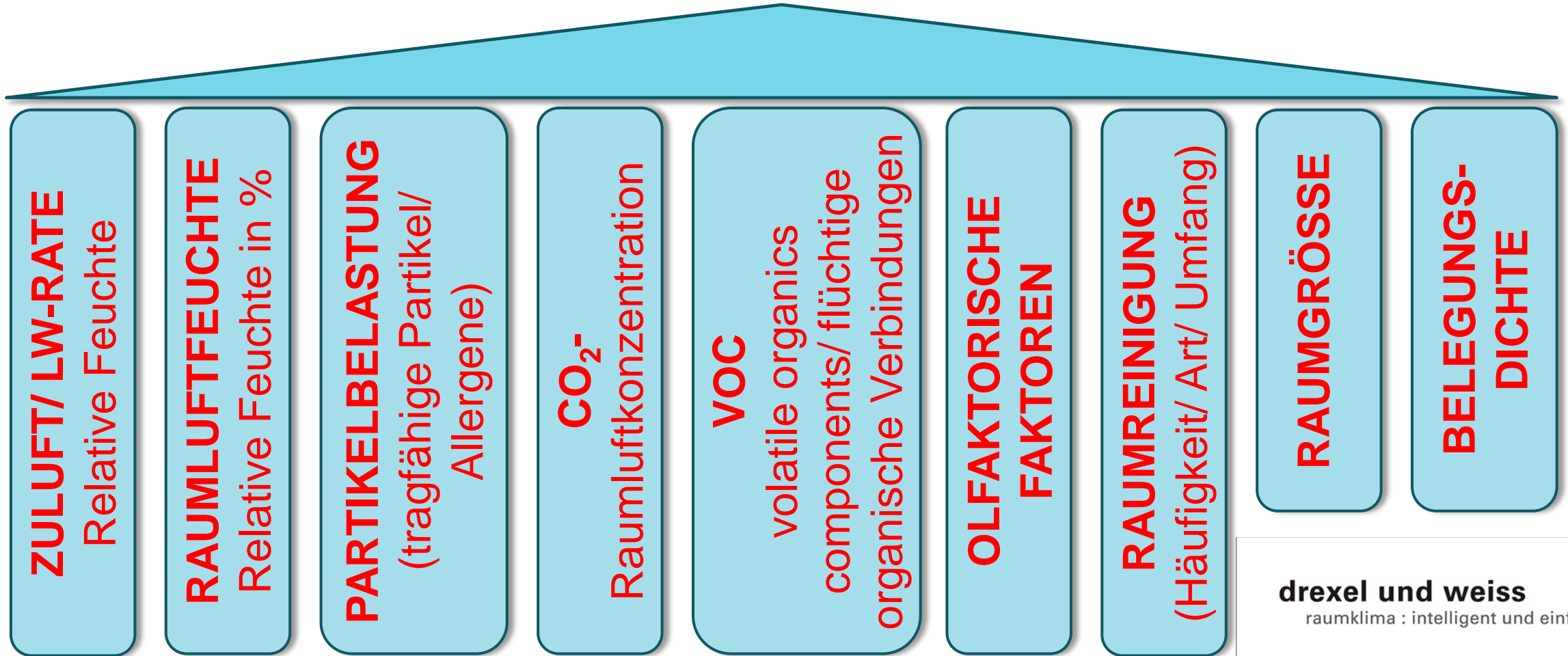
### Was hilft wahrscheinlich?

### Was hilft nicht!

Aktuelle wissenschaftliche und praktische Erkenntnisse und Ergebnisse in Kurzform.

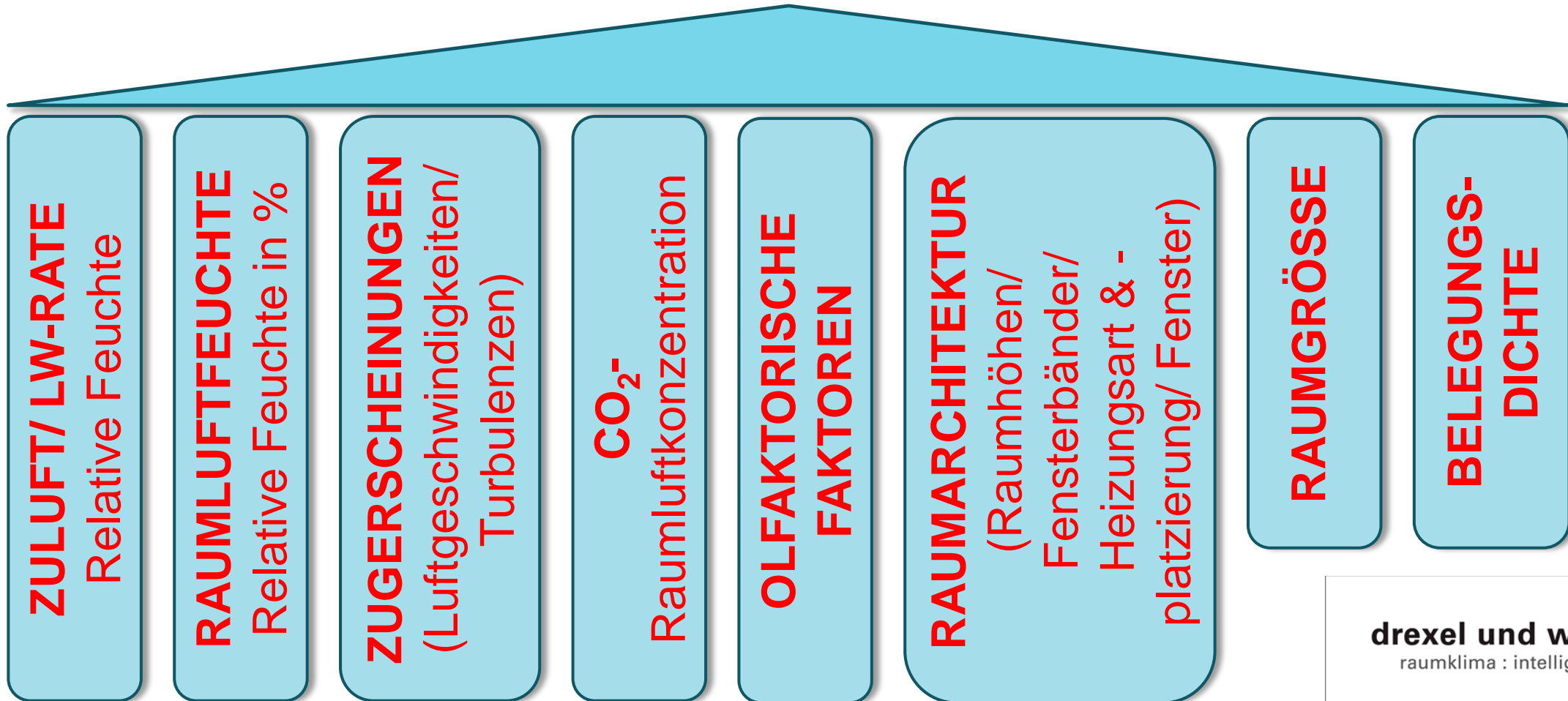
# Raumluftqualität

## Einflussgrößen und Optimierung



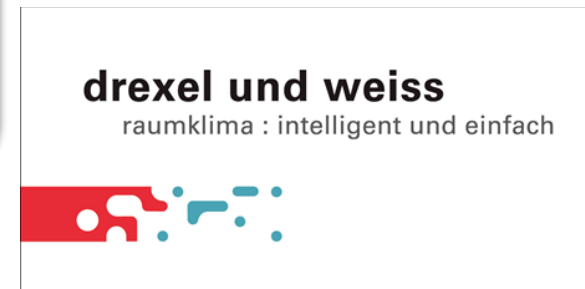
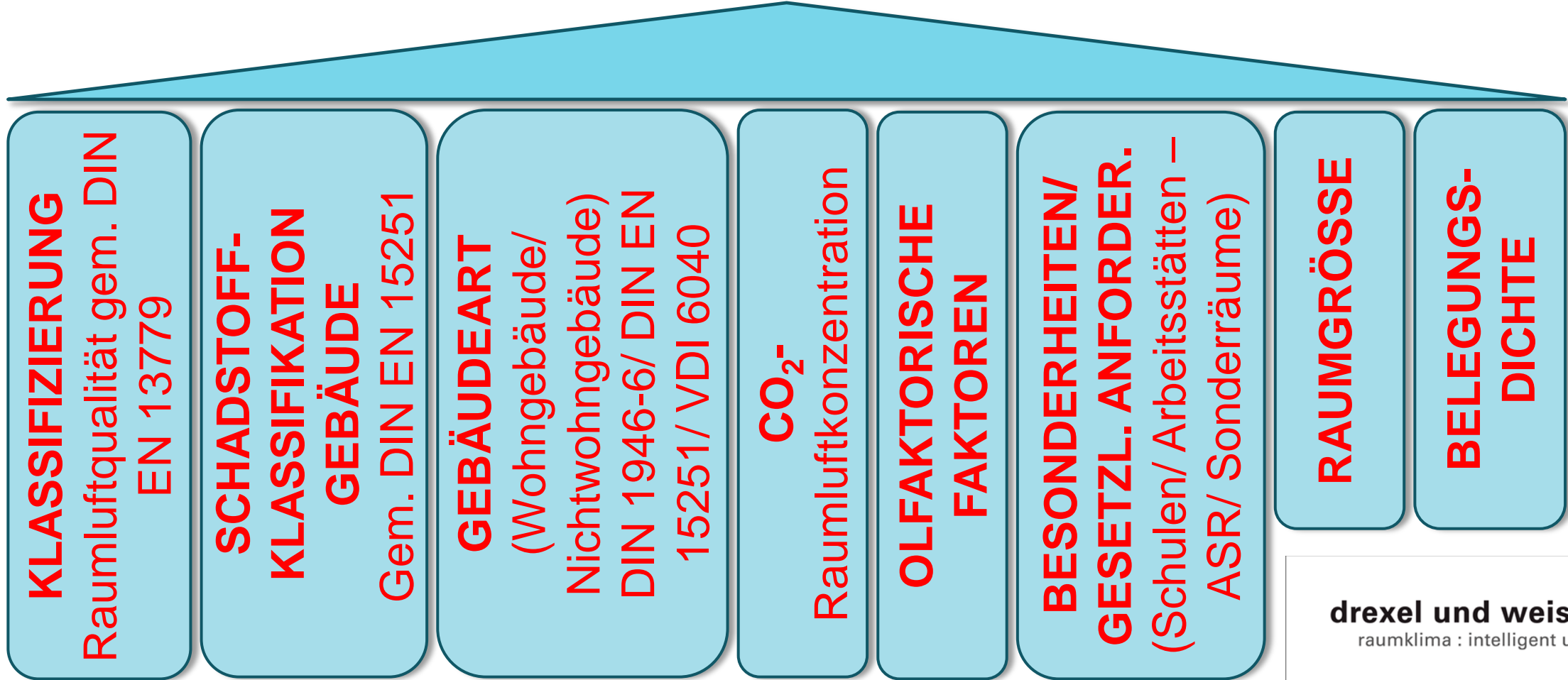
# Behaglichkeit und Wohlbefinden von Nutzern

## Einflussgrößen und Optimierung



# Volumenströme - Dimensionierung

## Einflussgrößen und Optimierung



# Raumlufthygiene ohne Frischluftzufuhr?

## Was hilft – wahrscheinlich – nicht!?



### ▶ **Umluftfilteranlagen** können:

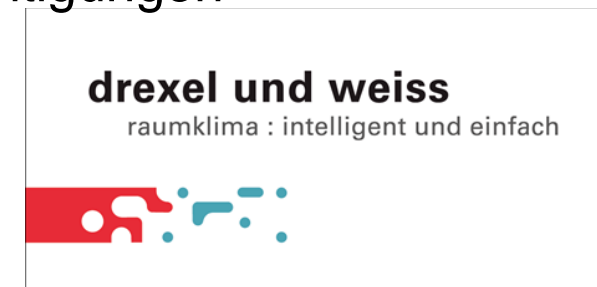
- Die Feinstaub- und Partikelbelastung in einem Raum maßgeblich – auf ein Minimum reduzieren und somit annähernd „Sauberraum-Level“ erreichen.

### ▶ **Umluftfilteranlagen** können **nicht**:

- CO<sub>2</sub>-Konzentrationen/ VOC/ Luftschadstoffe/ olfaktorische Beeinträchtigungen abtransportieren.
- Zu hohe Raumlufffeuchten abtransportieren/ für eine ausgewogene Raumlufffeuchte sorgen.
- Das Raumklima und Behaglichkeit verbessern.
- Heizkosten/ Energiebedarf von Gebäuden senken

### ▶ **Fensterlüftung** kann:

- CO<sub>2</sub>-Konzentrationen/ VOC/ Luftschadstoffe/ olfaktorische Beeinträchtigungen abtransportieren.
- Zu hohe Raumlufffeuchten abtransportieren.



# Raumlufthygiene ohne Frischluftzufuhr?

## Was hilft – wahrscheinlich – nicht!?



### ▶ **Fensterlüftung** kann **nicht**:

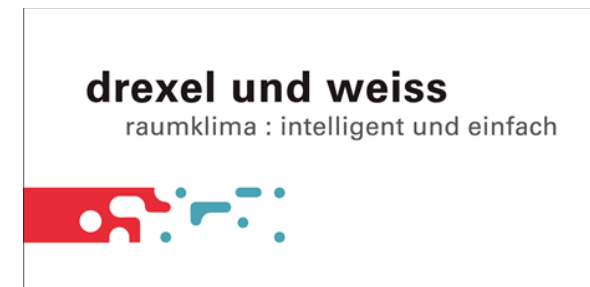
- Das Raumklima und Behaglichkeit verbessern.
- Heizkosten/ Energiebedarf von Gebäuden senken

### ▶ **Mechanische Lüftungsanlagen** können:

- Die Feinstaub- und Partikelbelastung in einem Raum maßgeblich reduzieren (z.B. mit Feinstaubfiltern ePM1  $\geq$  80% - früher: F9).
- CO<sub>2</sub>-Konzentrationen/ VOC/ Luftschadstoffe/ olfaktorische Beeinträchtigungen abtransportieren.
- Zu hohe Raumluftfeuchten abtransportieren/ für eine ausgewogene Raumluftfeuchte sorgen.
- Das Raumklima und Behaglichkeit verbessern.
- Heizkosten/ Energiebedarf von Gebäuden senken

### ▶ **Mechanische Lüftungsanlagen** können **nicht**:

- Die Feinstaub- und Partikelbelastung in einem Raum maßgeblich – auf ein Minimum reduzieren und somit annähernd „Sauberraum-Level“ erreichen.



# Energieeffizienz und Raumlufthygiene in Symbiose – untrennbar!

Energieeffizienz und Raumlufthygiene sind eine untrennbare Einheit. Eine gut geplante, technisch sauber ausgeführte und nutzergeführte Lüftungsanlage mit Wärmeübertrager (Wärmetauscher) bedingt immer auch die Einsparung von Energieträgern für die Heizung & Kühlung von Gebäuden im Vergleich mit unbelüfteten Gebäuden. Unabhängig davon, ob es sich um eine zentrale oder dezentrale Lüftungslösung handelt.



# Energieeffizienz und Raumlufthygiene

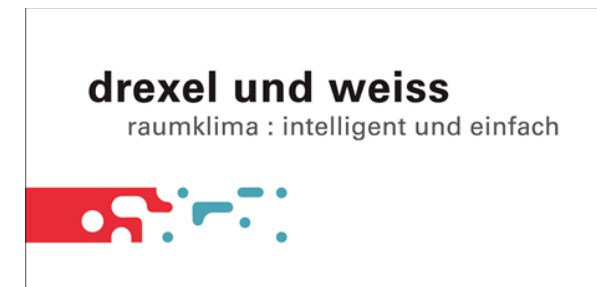
## In untrennbarer Symbiose



### Macht eine Gebäudelüftung überhaupt Sinn?

Wann amortisiert sich die Investition in ein Lüftungssystem oder auch KWL – Kontrollierte Wohnraumlüftung?

Die Zukunft im Bau und Betrieb von Gebäuden, Wohngebäuden wie auch Schulen und Kindertagesstätten, liegt nach aktuellen Informationen und neuesten Entwicklungen nicht mehr in der klassischen Fensterlüftung. Prognostizierte Preiserhöhungen durch die Verknappung von Gas, Öl und Kohle am Weltmarkt wie auch die umweltgerechte CO<sub>2</sub>-Bepreisung sorgen nach aktuellen Berechnungen von Experten bis 2035 für eine Preissteigerung im Bereich Heizöl von bis zu 70%, bei Gas als Energieträger um bis zu 80% . Und auch Preissteigerungen bei alternativen Energieträgern wie Holzscheite, Pellets und Biogas werden das Heizen zukünftig verteuern.



# Energieeffizienz und Raumlufthygiene

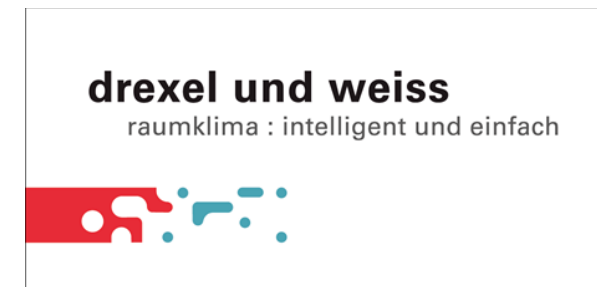
## In untrennbarer Symbiose



### Die ALTERNATIVE:

Gegenüber einer klassischen Fensterlüftung, welche mit niedrigsten Investitionskosten zunächst vorteilhaft punktet, sich im laufenden Betrieb eines Gebäudes, wie z.B. Schulen und Kindergarten dann jedoch als erheblicher Betriebskostenblock darstellt, erspart eine effiziente Raumlüftung mit bedarfsgeführter Steuerung bis zu 38% der Heizkosten im Vergleich.

Studien und Testreihen haben z.B. in realisierten Schulprojekten nachgewiesen, dass somit bis zu 650 Ltr. Heizöläquivalent, das entspricht einer jährlichen Einsparung zwischen 600,00 € bis 1.000,00 € (p.a.) pro Klassenraum, eingespart werden können. Eine Schere, welche sich zukünftig immer weiter öffnen wird für alle privaten Schulträger und öffentliche Auftraggeber.



# Energieeffizienz und Raumlufthygiene

## In untrennbarer Symbiose



Beispiel: Lüftung einer Schulklasse mit einem dezentralen Lüftungsgerät **drexel und weiss aeroschool 600**, ohne Einsatz einer elektrischen Vor- oder Nachheizung oder Heizregister.

Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	Außentemperatur in °C	Innenraumtemperatur in °C	Effizienz Wärmetauscher	Einblasketemperatur in °C	Bedarf Nachheizung mit Wärmetauscher in kW	Bedarf Nachheizung ohne Wärmetauscher (Fensterlüftung) in kW
517	12	22	88 %	20,8	0,21	1,76
	4	22	88 %	19,8	0,38	3,13
	-2	22	88 %	19,1	0,51	4,22
	-9	22	88 %	18,3	0,65	5,39
720	12	22	85 %	20,5	0,37	2,49
	4	22	85 %	19,3	0,67	4,43
	-2	22	85 %	18,4	0,89	5,96
	-9	22	85 %	15,8	1,16	7,63

Wie an den Werten für nur 1 Stunde und einem LW von ca. 2,5fach mit 517 m<sup>3</sup>/h oder 3,6fach mit 720 m<sup>3</sup>/h für einen Klassenraum ca. 200 m<sup>3</sup> Raum ersichtlich wird, ist hier eine erhebliche Einsparung auszumachen. Auf 1 Jahr hochgerechnet ... nach seriösen Berechnungen amortisiert sich eine Lüftungsanlage z.B. in diesem Fall, Filterwechsel, Energieverbrauch der Lüftungsanlage und Wartungen mitgerechnet, Preiserhöhungen der Energieträger nicht berücksichtigt, bereits nach ca. 16 bis spätestens 20 Jahren. Bei einer Anlagenbetriebsdauer von mind. 25 – 30 Jahren.



# Baustoffe und Raumboberflächen – helfen diese, die Raumlufthygiene zu verbessern?

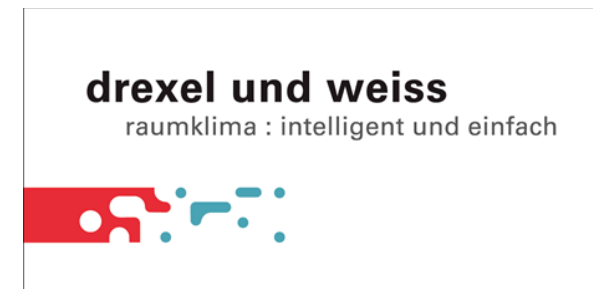
Wie kann ein Bauherr/ Eigentümer/ Architekt die Verbesserung der Raumlufthygiene wie auch der Behaglichkeit bezüglich der Gebäudearchitektur und verwendeter Baustoffe unterstützen und fördern?

# Baustoffe und Raumbooberflächen

## Stellgrößen für die Raumlufthygiene



- ▶ Insbesondere die **Raumluftfeuchte** kann durch bauliche Einflüsse nachhaltig beeinflusst werden:
  - Diffusionsoffene Oberflächen wie Holzböden/ Wände aus/ mit natürlichen Baustoffen wie Lehmputz, Holzwohle und Stroh als Dämmmaterial uvm. kann eine natürliche Regulierung über den Jahreszeitenverlauf unterstützen.
  - Damit wird auch die Behaglichkeit für die Nutzer gefördert.
- ▶ Desweiteren spielt auch die **Art der Beheizung** eine wichtige Rolle:
  - Klassische Konvektionsheizungen/ Radiatoren erzeugen eine Luftwalze im Raum, welche Feinstaubpartikel und Aerosole im Raum zirkulieren lässt und so zu einer schnellen Ausbreitung beitragen.
  - Fussboden-/ Wandheizungen oder Deckensegel erzeugen nur wenig Konvektion und unterbinden so die schnelle Ausbreitung im Raum.

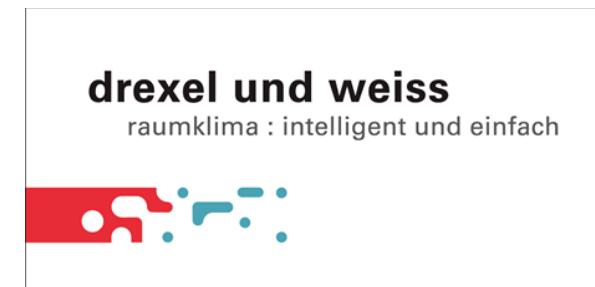


# Baustoffe und Raumboerflächen

## Stellgrößen für die Raumlufthygiene



- ▶ Die **Art der Belüftung** stellt eine weitere entscheidende Stellschraube dar. Optimal, wie schon zuvor ausgeführt ist eine mechanische Lüftung im Vergleich. Hier stehen sich zentrale/ dezentrale Lüftungslösungen gegenüber. Dezentrale haben bei Sanierungen & Modernisierungen im Wohnungsbau durch den geringeren Aufwand ihre Vorteile. Im Bereich Neubau von Häusern/ Wohnungen stellt eine zentrale Lüftungslösung die optimale Lösung dar.
- ▶ Die **Gebäudesteuerung** spielt ebenso eine zunehmende Rolle als Stellgröße. Gerade Lüftungssysteme und Wärmeanlagen (z.B. Wärmepumpen) benötigen eine sehr feine Aussteuerung zur Absicherung von Effizienz und hygienischem Anlagenbetrieb.
- ▶ Die **Reduktion von Schadstoffeinträgen und VOC** über schadstoffarme, natürliche Baustoffe, Einrichtungsgegenstände und Bodenbeläge fördert nicht nur ein gesundes Raumklima/ die Raumlufthygiene, sondern reduziert auch die Emission von Partikeln, welche als potentielle Träger für Viren, Bakterien und Pilzsporen in Betracht kommen.



# Resumé

Dreh- und Angelpunkt jedweder Technologie und auch normativer Grundlagen ist die praktische Umsetzung im Bauvorhaben. Darüber hinaus, diese mit den Bauordnungen, behördlichen Vorgaben, den Wünschen von Investoren, Bauherren, Nutzern, Architekten und vielen anderen in Einklang und erfolgreich zur Ausführung zu bringen.

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten und Stellschrauben, die baulichen Voraussetzungen in der Gebäudetechnik, wie auch in den verschiedenen Gewerken so zu beeinflussen bzw. die Gebäude so zu konstruieren und zu bauen, dass die Nutzer darin gesund und mit einem nachweislich verringerten Risiko zu Erkranken oder sich innerhalb des Gebäudes zu infizieren, diese bewohnen und/ oder dort arbeiten und lernen können.

Die technischen und baulichen Gegebenheiten und Technologien dafür sind bekannt, weitestgehend in der Praxis bewährt und können auch im großen Maßstab zum Einsatz kommen.

Gebäude, welche mit dem Ziel des „gesunden Wohnens und Lebens“ errichtet werden, sind nicht für, im Marktvergleich geringe Investitionskosten, erstellbar. Aber die Mehrkosten für die bewährten Technologien zur Energieeffizienz und gesunden Bauweise amortisieren sich gegenüber den Gebäuden in „klassischer Bauweise“ teilweise in kürzester Zeit.

Darüber hinaus haben diese Gebäude auch perspektivisch, sollten Pandemien wie die aktuelle Coronapandemie die Gesellschaft regelmäßig belasten, das Potential, die Nutzer geringeren Gefahren einer Infektion auszusetzen.



# Referenzobjekte

## Einfamilienhäuser



**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Referenzobjekte

## Mehrfamilienhäuser



**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



# Referenzobjekte

## Ferienhäuser

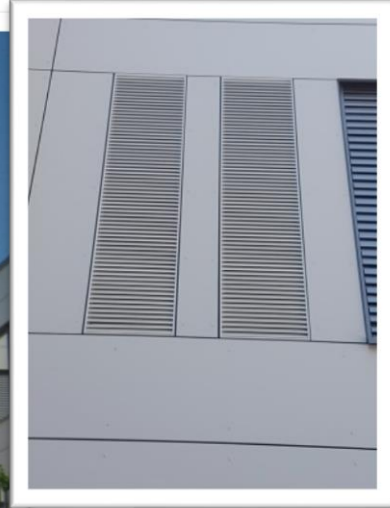


## Ferienhaus Schmidhuber in Tabing

Bildrechte: Amelie Niederbuchner

# Referenzobjekte

## Schulen



Schullüftung  
Robert-Koch-  
Gymnasium  
Deggendorf

**drexel und weiss**  
raumklima : intelligent und einfach



An aerial photograph of a modern, multi-story building with a central courtyard. The building has a light-colored facade and large windows with horizontal blinds. The courtyard is paved and features several young trees and bright orange modular seating. A semi-transparent white rectangular box is centered over the image, containing the text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit" in a bold, blue, sans-serif font. The sky is blue with scattered white clouds.

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

# Diskussion & Fragen

In der Praxis zeigt sich letztendlich, inwieweit Normen und technischen Regeln, Gesetze, Bauordnungen und behördliche Vorgaben mit den Wünschen von Investoren, Bauherren, Nutzern, Architekten und vielen anderen, an Bauprojekten beteiligten Personen und Institutionen, durch die ausführenden Akteure in Einklang und erfolgreich zur Umsetzung gebracht werden können.