

Lüftung in Bildungseinrichtungen nach Corona

Macht das noch Sinn? Energieeffizienz und Raumlufthygiene

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

WEBINAR 08. Februar 2023



„Eine saubere Umwelt ist ein Menschenrecht!“

Dalai Lama

AGENDA

- 1 Lüftung in Bildungseinrichtungen – macht das noch Sinn?
- 2 Energieeffizienz – Bedeutung für einen zukünftigen klimaneutralen und nachhaltigen Gebäudebestand
- 3 Raumlufthygiene & Gesundheitsschutz
- 4 Investitionskosten – Betriebskosten - Amortisation
- 5 Einbau von Schullüftungslösungen anhand realisierter Projekte “best practice”
- 6 Resumé
- 7 Diskussion & Fragen

1

Lüftung in Bildungseinrichtungen – macht das noch Sinn?

Die noch präsente 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. Insbesondere von Kindern & Jugendlichen in Bildungseinrichtungen.

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 µm

**SARS-CoV-2
(CORONA)
Virengröße
0,06 bis 0,16 µm**

Sporen	Pollen	Haare
10–25 [µm]	10–100 [µm]	20–200 [µm]

Mittlere Partikelgröße [µm]	Relative Partikelanzahl [%]	Volumen [%]	Filterklasse
20	0,005	28	G1 - G4
7.5	0.166	52	M5 - F9
4	0.252	11	
2	1.08	6	
0.75	6.32	2	E10 - U17
0.25	92,175	1	

Viren	Tabak	Bakterien	Ölnebel	Tonerstaub	Sporen	Pollen	Haare	Grobstaub
0,002–0,05 [µm]	0,01–1 [µm]	0,2–25 [µm]	0,3–5 [µm]	5–20 [µm]	10–25 [µm]	10–100 [µm]	20–200 [µm]	100–2000 [µm]

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

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 CO₂-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-raumluftraeunigungsgeraeten/>



2

Energieeffizienz – Bedeutung für einen zukünftigen klimaneutralen nachhaltigen Gebäudebestand

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 Lüftungsanlage überhaupt Sinn?

Wann amortisiert sich die Investition in ein Lüftungssystem?

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 CO₂-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 39% 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 1.800,00 € bis 3.000,00 € (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 ³ /h	Außentemperatur in °C	Innenraumtemperatur in °C	Effizienz Wärmetauscher	Einblasttemperatur 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 m³/h oder 3,6fach mit 720 m³/h für einen Klassenraum ca. 200 m³ 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. 9 bis spätestens 14 Jahren. Bei einer Anlagenbetriebsdauer von mind. 25 – 30 Jahren.

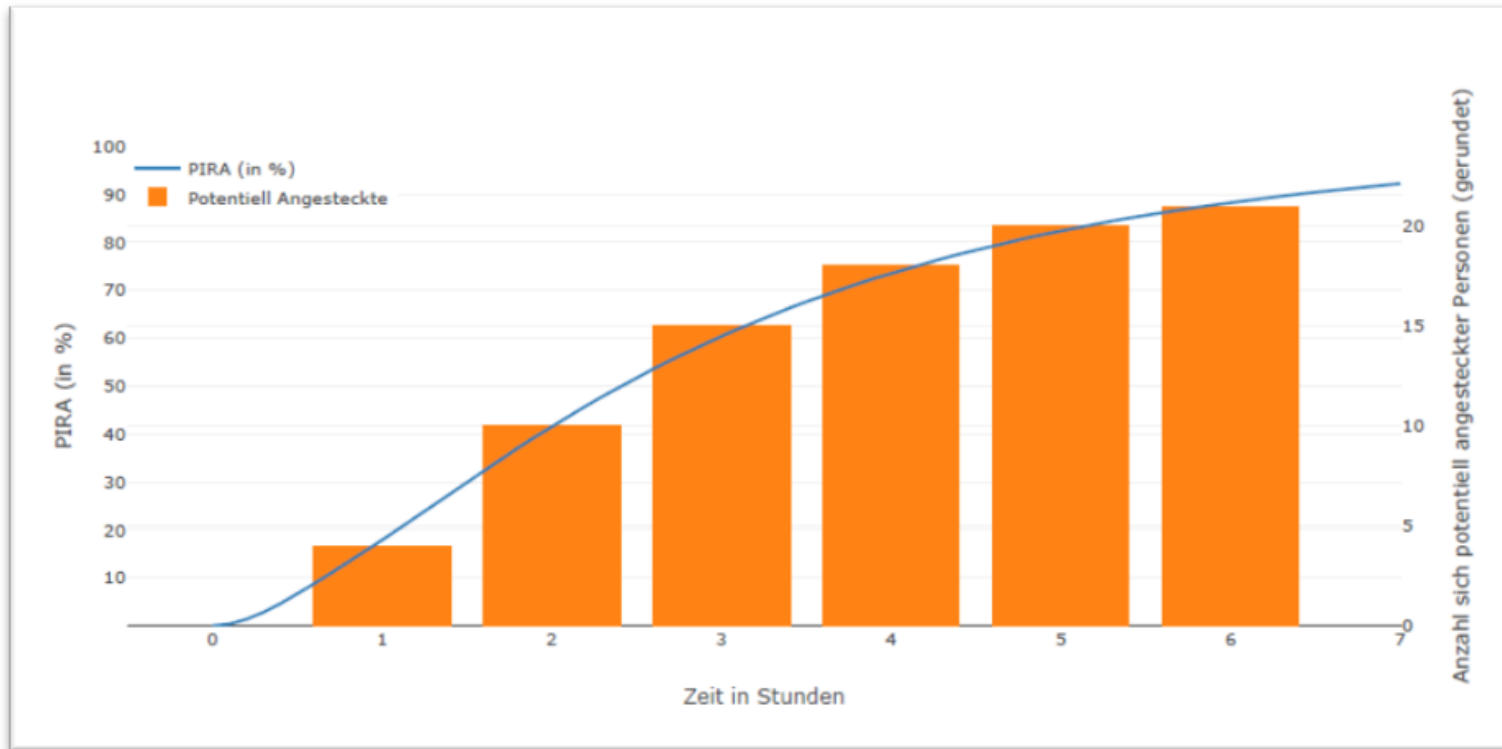


Raumlufthygiene & Gesundheitsschutz

Lüftungssysteme nach der VDI 6022, der DIN EN ISO 16798ff, den Arbeitsstättenrichtlinien (ASR), den AMEV-Richtlinien uvm. sichern für den “normalen” Nutzungsgrad von Bildungseinrichtungen die Gesundheit und das Wohlbefinden der Kinder – Schüler:innen wie auch der Pädagog:innen bezüglich der Raumlufthygiene umfassend ab. Auch über Corona hinaus. Und sorgen für eine nachhaltig gesunde und leistungsfördernde Lernumgebung.

Unterrichtsräume

Risikogebiet?



Quelle: HRI Hermann-Rietschel-Institut, Berlin

Raumgröße

9,0 x 7,5 x 3,0 m

Personenzahl: 25

Version 1:

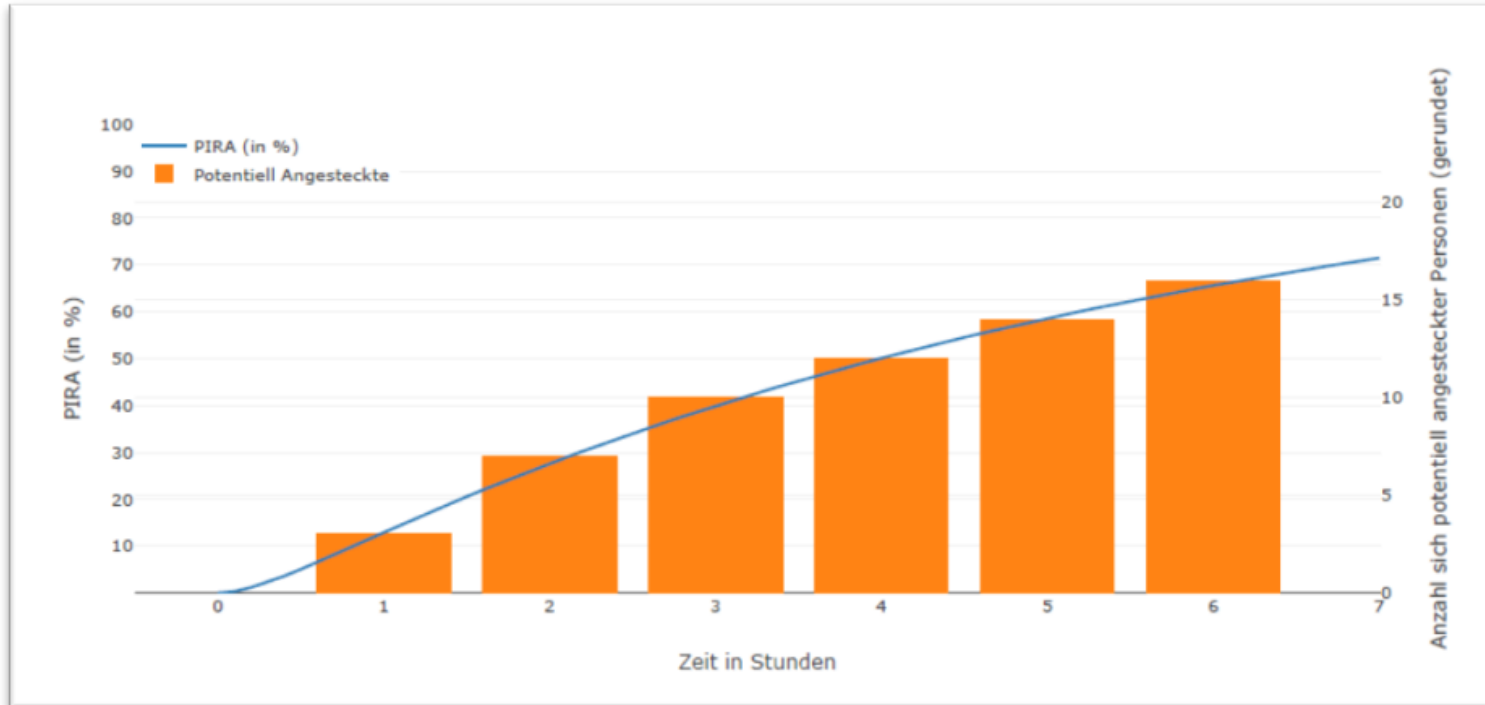
- ▶ Kein Mundnasenschutz
- ▶ Schlechte Belüftung
- ▶ 1 Person Corona-Infiziert.

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



Unterrichtsräume

Risikogebiet?



Quelle: HRI Hermann-Rietschel-Institut, Berlin

Raumgröße

9,0 x 7,5 x 3,0 m

Personenzahl: 25

Version 1:

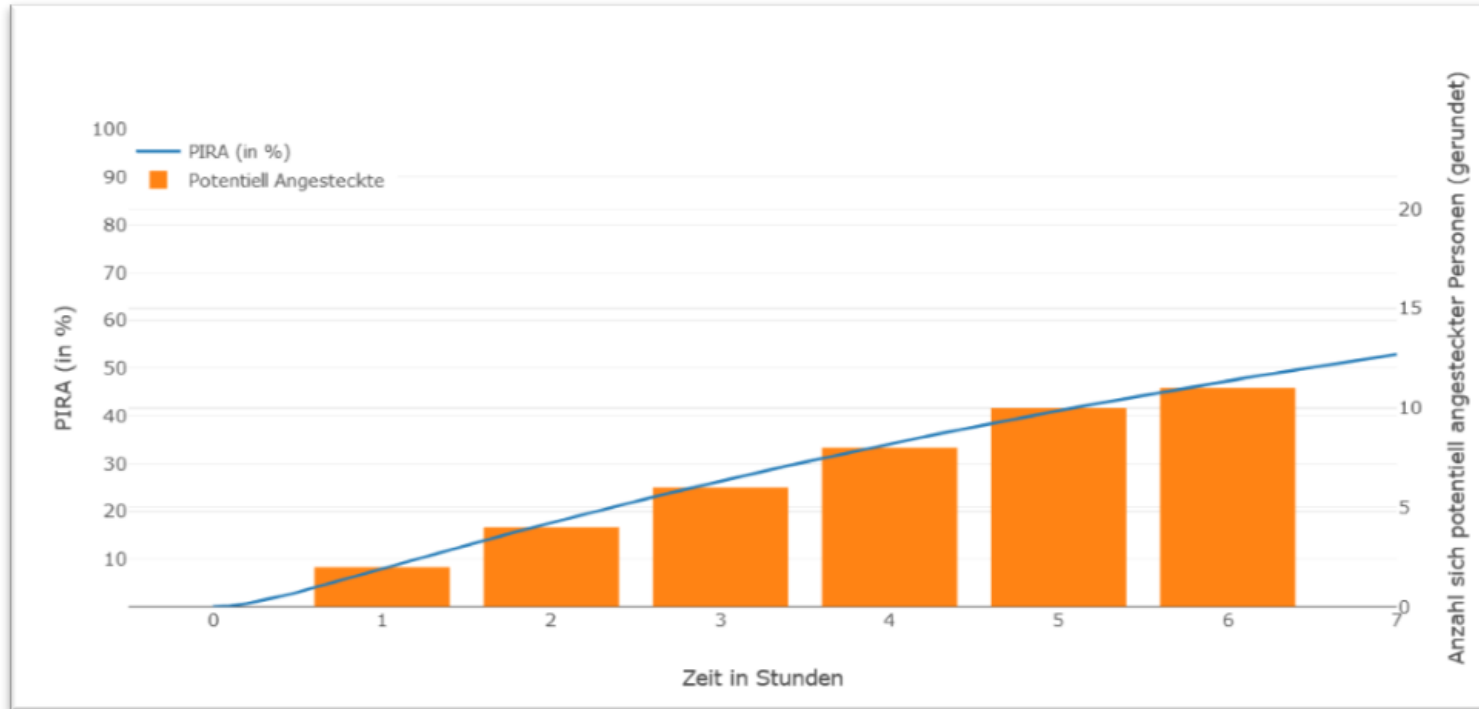
- ▶ Kein Mundnasenschutz
- ▶ Gute Belüftung (Lüftungsanlage mit 750 m³/h)
- ▶ 1 Person Corona-Infiziert.

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



Unterrichtsräume

Risikogebiet?



Quelle: HRI Hermann-Rietschel-Institut, Berlin

Raumgröße

9,0 x 7,5 x 3,0 m

Personenzahl: 25

Version 1:

- ▶ FFP1-Maske
- ▶ Gute Belüftung
(Lüftungsanlage mit 750 m³/h)
- ▶ 1 Person Corona-Infiziert.



Lüftung – Aktuelle Normen und Gesetze

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

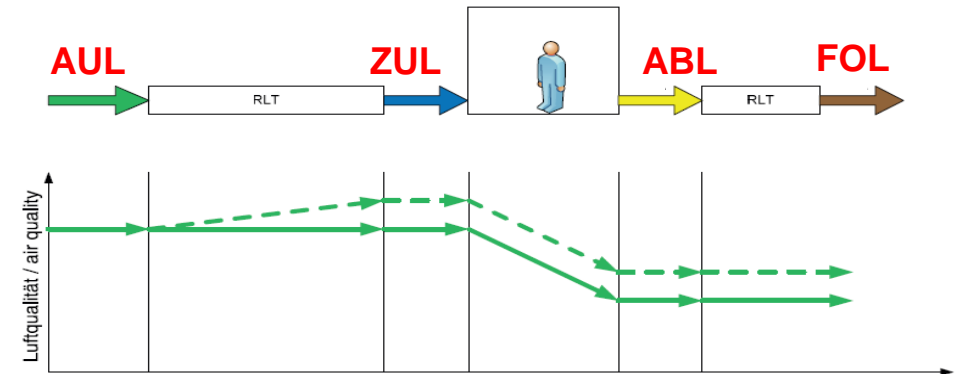


► 5.3 Zuluftqualität

„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



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.

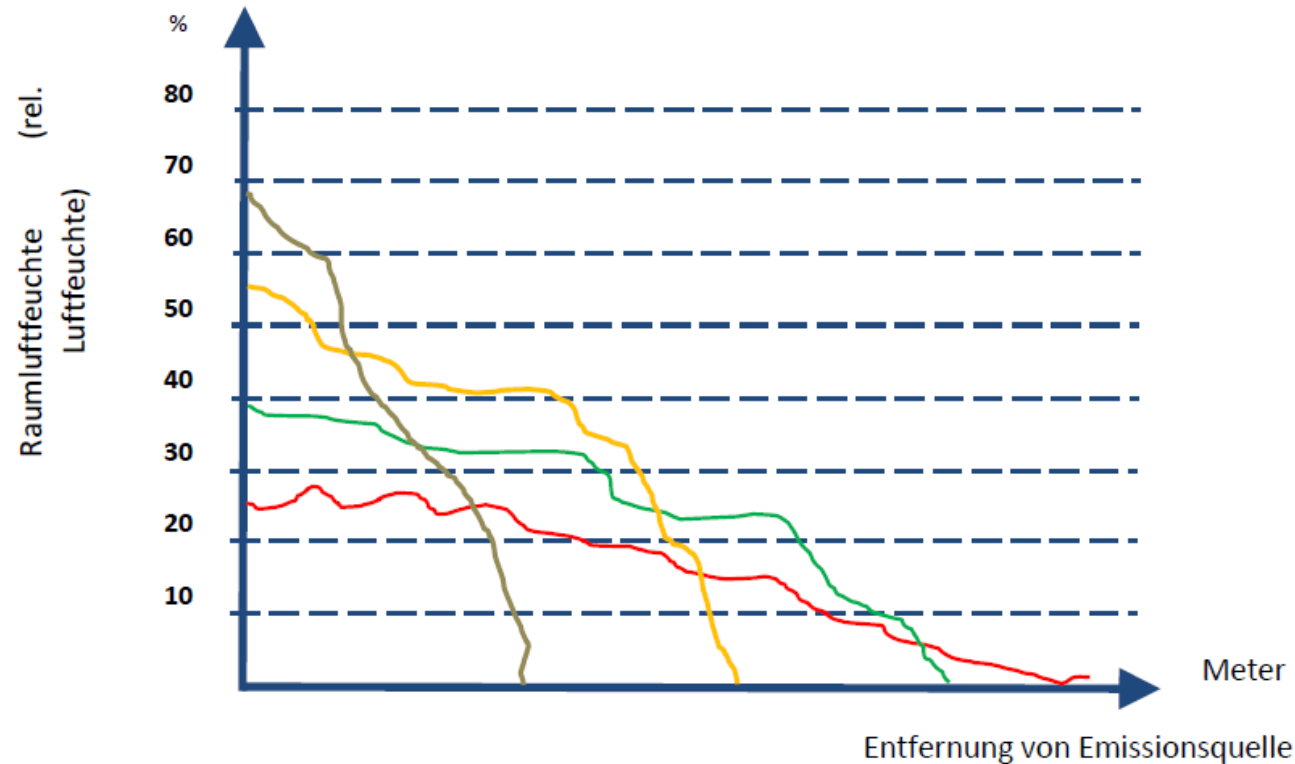
Quelle: VDI



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

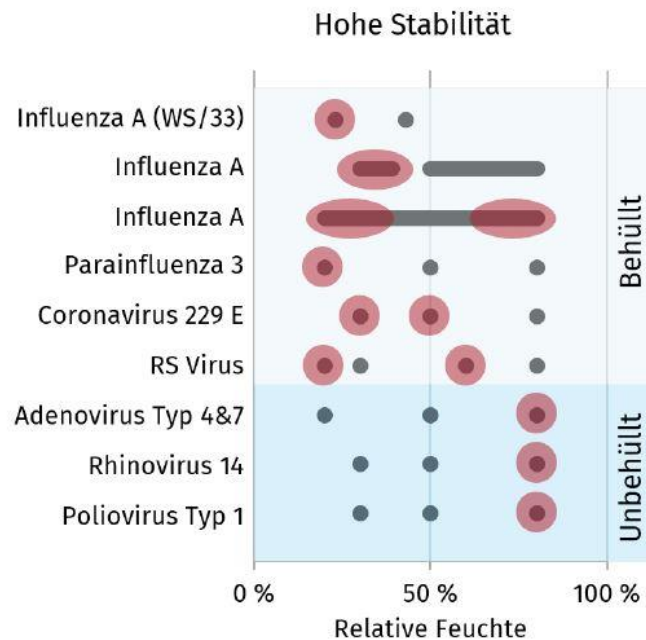


Abbildung 10 – Einfluss der relativen Luftfeuchte auf die Stabilität unterschiedlicher Viren basierend auf einer Datenanalyse von [5].

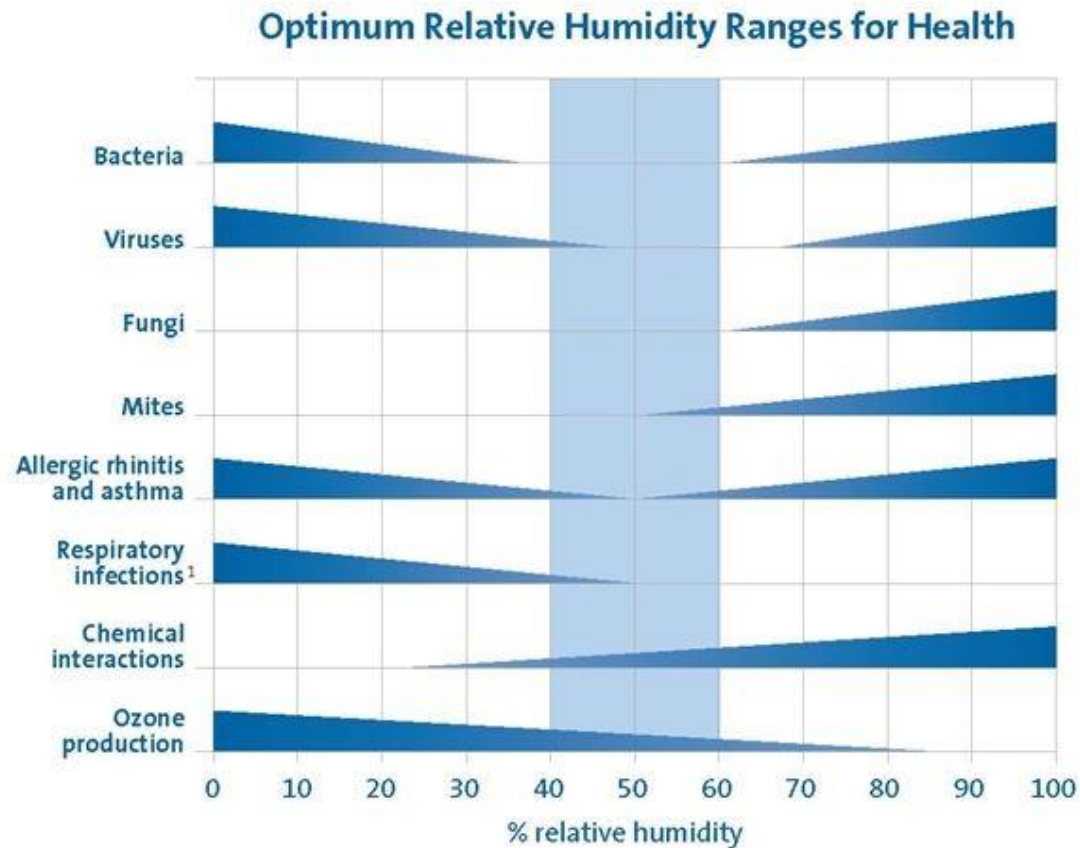
Bereits seit Jahrzehnten ist bekannt, dass Raumluftfeuchten einen maßgeblichen Einfluss auf den Gesundheits- und Infektionsschutz in Gebäuden und geschlossenen Räumen haben.

Quelle: RWTH Aachen 2021



Raumluftfeuchte

Einflüsse und Gesundheitsschutz



¹Insufficient 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



Raumlufthygiene

Gesundheitsschutz



Es ist an der Zeit, zeitlich weiter zu Denken als nur die nächsten Monate. An eine Zeit nach der CORONA-Pandemie und inwieweit hier, im Bereich von Bildungseinrichtungen (Schulen und Kitas), u.a. diese auch mittels hygienischer Raumlufthverhältnisse gegen zukünftige Risiken gewappnet werden können.

Eine effiziente Lüftungssteuerung, z.B. über die CO₂-Raumlufthkonzentration in der Lage, eine kontinuierlich geringe Raumlufthkonzentration unterhalb 1.000 ppm sicher zu stellen. Damit verbunden ist die nachweisliche Verringerung (HRI – Herrmann-Rietschel-Institut, Berlin) tragfähiger Partikel für die Übertragung von Keimen und Viren.

Und wir sprechen hier nicht nur von SARS-CoV-2 (9,5 / V. BA1) bzw. dem Coronavirus. Erhöhte Infektionsrisiken in schlecht belüfteten Räumen bestehen auch durch Erreger der **Masern** (bis zu 12fach höhere Basisreproduktionszahl als Corona), **Keuchhusten** (9fach höher), **Mumps**, **Influenzaviren** (Virusgrippe), **RS-Viren** u.a. Eine Lüftung senkt also, auch zukünftig, Infektionsrisiken und Krankenstand in Schulen und Kitas.



4

Investitionskosten – Betriebskosten - Amortisation

Investitionen müssen dem Investor, d.h. dem Schulträger, der Gemeinde, Stadtverwaltung, Kreis etc. “Spaß” machen. D.h. am Ende muss z.B. eine Aufsichtsbehörde wie das Rechnungsamt für die Effektivität des Einsatzes der begrenzten Finanzmittel positive Worte finden. Und die politisch Verantwortlichen müssen “positiv” dastehen können gegenüber den jungen Generationen, indem sie hier nachhaltige und klimaneutrale Lösungen sicht- und spürbar voran bringen in ihrer Region.

Raumluftthygiene

Gesundheitsschutz



Ein Lüftungssystem stellt auch die Lösung für weitere, aktuelle Herausforderungen wie den Klimawandel dar.

Zehntausende Klassen- und Gruppenräume in Deutschland bergen ein großes Potential für Senkungen von CO₂-Emissionen wie auch die Reduktion des Energieaufwand für Raumbeheizung.

Die Umstellung auf energetisch effiziente, den Aufwand für Raumheizung reduzierende Lüftungssysteme (Einsparung bis zu 39% der aktuellen Heizkosten), erspart jährlich tausende Tonnen CO₂-Emissionen und hilft, den Klimawandel zu begrenzen.

Sie leistet aber auch einen erheblichen Beitrag, die Betriebskosten der Gebäude nachhaltig zu senken. Und die Lernergebnisse der Schüler im ausgewogenen Raumklima zu verbessern.



Kostenbetrachtungen

Investitionskosten



- ▶ Pro Gerät in Standardausführung inklusive dem „SOLL-„ Zubehör, inklusive Montage & Inbetriebnahme wird ein Gesamtpreis von ca. € 17.600,00 angesetzt (zzgl. MWSt.).
- ▶ Anteilig davon für die Montage einer Anlage ohne Verkabelung/ Elektro (welche aufgrund des geringen Energiebedarfs der Geräte von max. 730 W, wenig anspruchsvoll sind) rechnen wir großzügig mit 2 Monteuren und je Monteur max. 16 Stunden Arbeitszeit (à € 70,00 /h). Das inkludiert auch Kernbohrungen (ca. € 1.500,00 etc.).



Kostenbetrachtungen

Investitionskosten



Kostenvergleich		
stationäre Lüftung versus Umluftfilteranlagen (Luftreiniger)		
Investitionskosten	stationäre Lüftungslösung	Umluftfilteranlagen/ Luftreiniger
	Listenpreise in € (zzgl. MWSt.)	
Lüftungsgeräte und Zubehör (je Klasse)	15.360,00	4.000,00
Montageaufwand (á € 70,00 Stundensatz x 32 h)	2.240,00	70,00
SUMME	17.600,00	4.070,00
KOMMUNALRICHTLINIE des BMWK Förderung in %	25%	0%
BMWK-Förderung Anteil in €	4.400,00	-
Investitionsbetrag Restsumme	13.200,00	4.070,00

Auf der Basis der Investitionskosten € 13.200,00 mit 25% Förderanteil ergibt sich ein einmaliger Investitionsbetrag pro Schuler:in (25 je Klasse) von **€ 528,00!**

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

Kostenbetrachtungen

Betriebskosten



Wartung & Service

Eine Wartung/ Service empfehlen wir:

1. 3 Jahre nach Inbetriebnahme
2. 5 Jahre nach Inbetriebnahme
3. Jede weitere Wartung nach jeweils weiteren 5 Jahren.

Das entspricht in 25 Betriebsjahren insgesamt lediglich 6 Wartungen. Für diese Wartungen bieten wir auch Festpreise, zumindest für die ersten 5 Jahre an, um die laufenden Betriebskosten kalkulierbar zu machen.

Der aktuelle Wartungspreis* (Festpreis, inklusive Anfahrtsweg und Arbeitsvorbereitung/ zzgl. MWSt.):

	2023*	2026	2028
Erstgerät	407,00 €	438,00 €	460,00 €
Jedes weitere Folgegerät	171,00 €	184,00 €	194,00 €



Kostenbetrachtungen

Amortisation

Kostenvergleich		
stationäre Lüftung versus Umluftfilteranlagen (Luftreiniger)		
Betriebskosten		
	stationäre Lüftungslösung	Umluftfilteranlagen/ Luftreiniger
	Listenpreise in € (zzgl. MWSt.)	
Lüftungsgeräte - Ersatzfilter (1x jährlich Wechsel)/ Preisdurchschnitt am Markt	70,00	400,00
Arbeitskosten Filterwechsel (€ 68,00 Stundensatz)	20,00	70,00
Energiekosten (jährlicher Verbrauch bei ca. 200 Tagen p.a. Anlagenbetrieb und 8h täglichem Betrieb im Nennluftvolumenstrom); Annahme 0,37 €/ kWh	180,00	180,00
Anlagenwartung (jährliche Kosten)	70,00	70,00
alle 24 Monate: brandschutztechnische und elektrische Sicherheitsüberprüfung [für mobile elektrische Geräte gemäß DGUV Vorschrift 3 (ehem. BGV A3)]	0,00	250,00
Kosten p.a. auf 6 Jahre Anlagenbetrieb gerechnet	340,00	845,00
Einsparung Heizkosten/ Wärmebereitstellung p.a.	1.800,00	0,00
Mehrkosten Heizkosten/ Wärmebereitstellung p.a.	0,00	1.800,00
Kosten/ Erträge absolut p.a.	-1.460,00	2.645,00

Auf der Basis der Investitionskosten von € 17.600 (€ 13.200,00 mit 25% Förderanteil) amortisiert sich eine Lüftungsanlage z.B. in diesem Fall, Filterwechsel, Energieverbrauch der Lüftungsanlage und Wartungen mitgerechnet, Preiserhöhungen der Energieträger nicht berücksichtigt, bereits nach ca. 9 bis spätestens 12 Jahren. Bei einer Anlagenbetriebsdauer von mind. 25 – 30 Jahren.

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



5

Einbau von Schullüftungslösungen anhand realisierter Projekte – „best practice“

Wie kann ein Bauherr/ Eigentümer/ Architekt die Verbesserung der Raumlufthygiene wie auch der Behaglichkeit bezüglich der Gebäudearchitektur und verwendeter Baustoffe unterstützen und fördern? Und das auch noch im „Einklang“ mit architektonischen und optischen Anforderungen?

SÄLZER GEMEINSCHAFTSGRUNDSCHULE 59505 BAD SASSENDORF (2018)



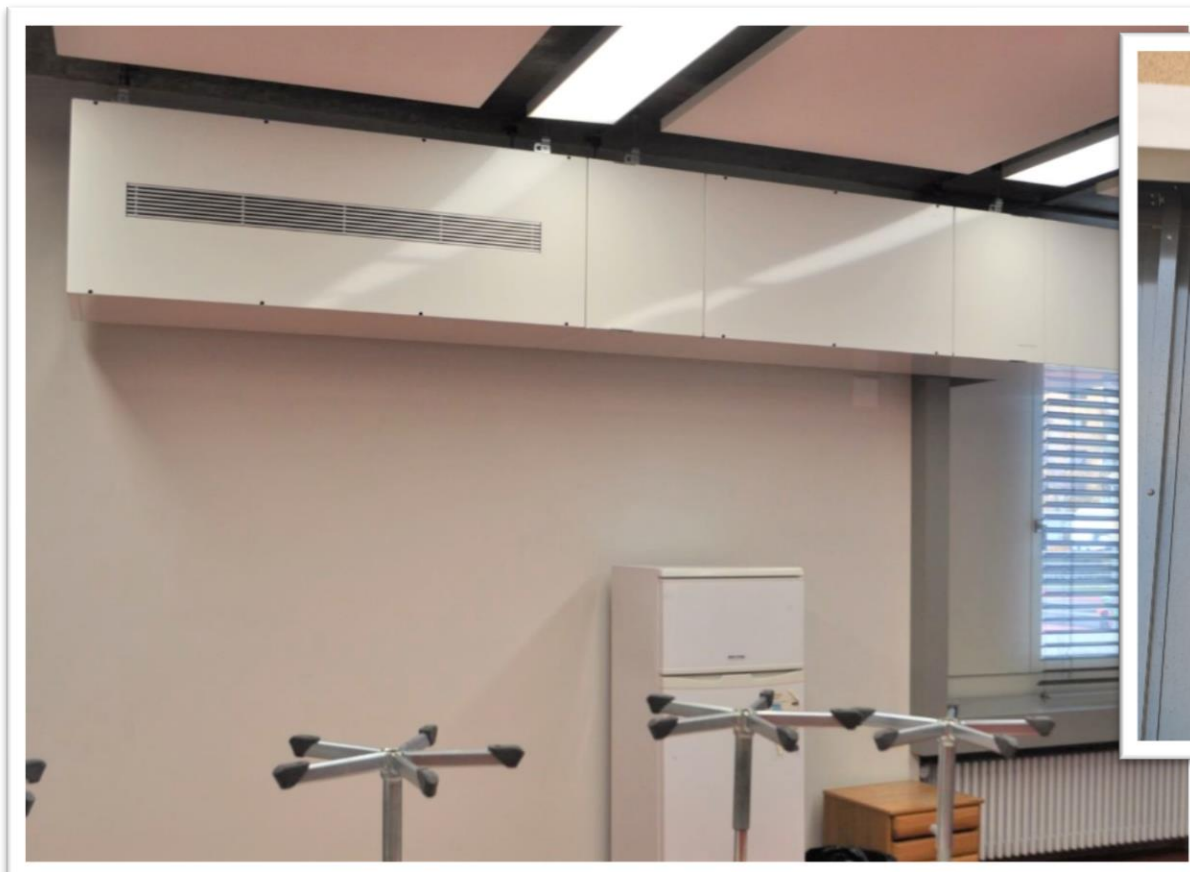
Innenansicht

Fassadenansicht

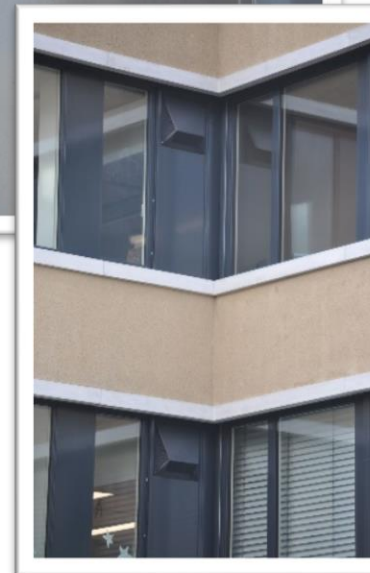


drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

Schule in Rheinau (CH) – Nachrüstung Lüftung Klassenräume 2017



Innenansicht



Fassadenansicht

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

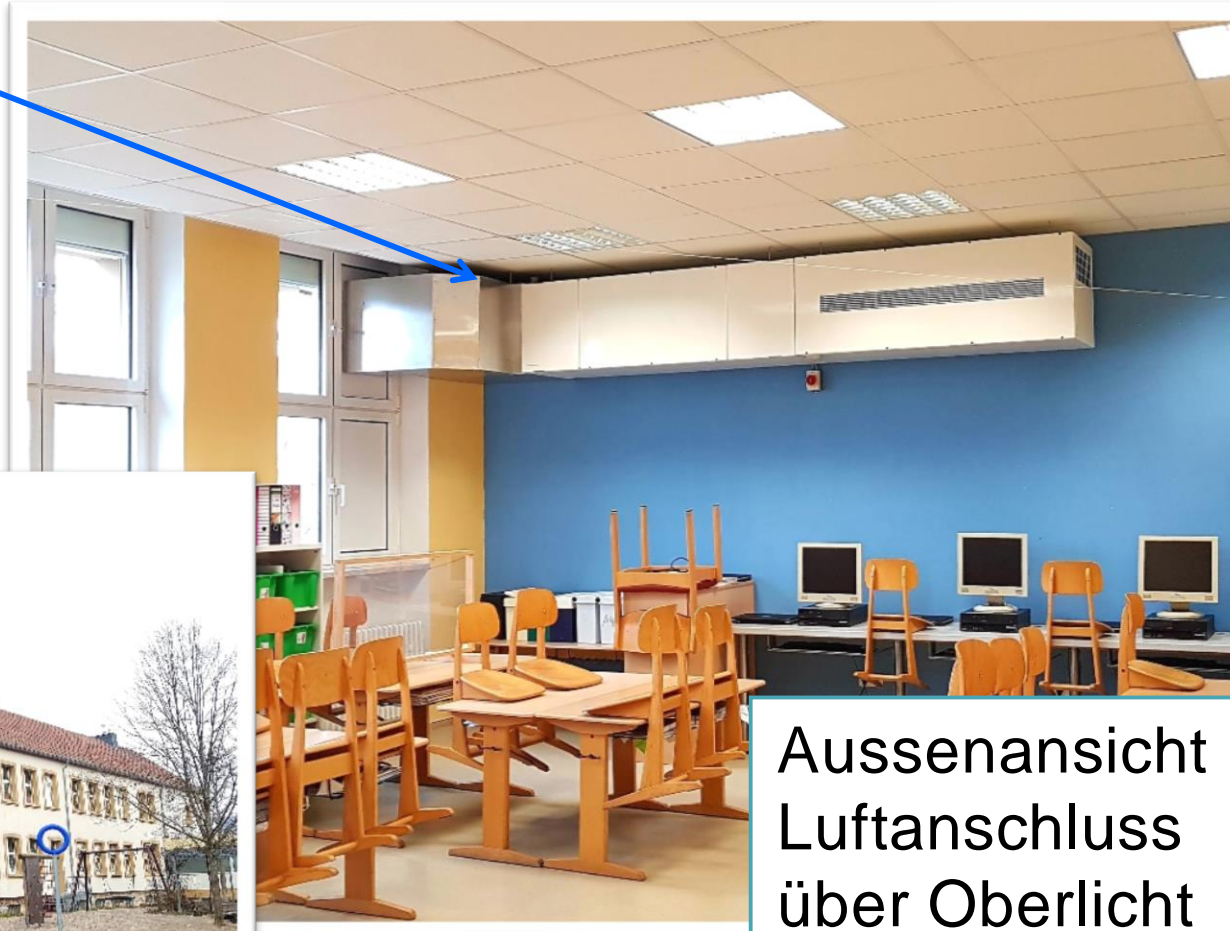


Theo-Carle-Schule 66399 Mandelbachtal – Nachrüstung Lüftung Klassenräume 02.2021



Lüftung
Klassenraum mit
Anschluss über
Oberlicht

Fassadenansicht



Aussenansicht
Luftanschluss
über Oberlicht



drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



Weitere Schulprojekte – Nachrüstung Lüftung Klassenräume




Sophie-La-Roche-Schule
Kaufbeuren (2018)



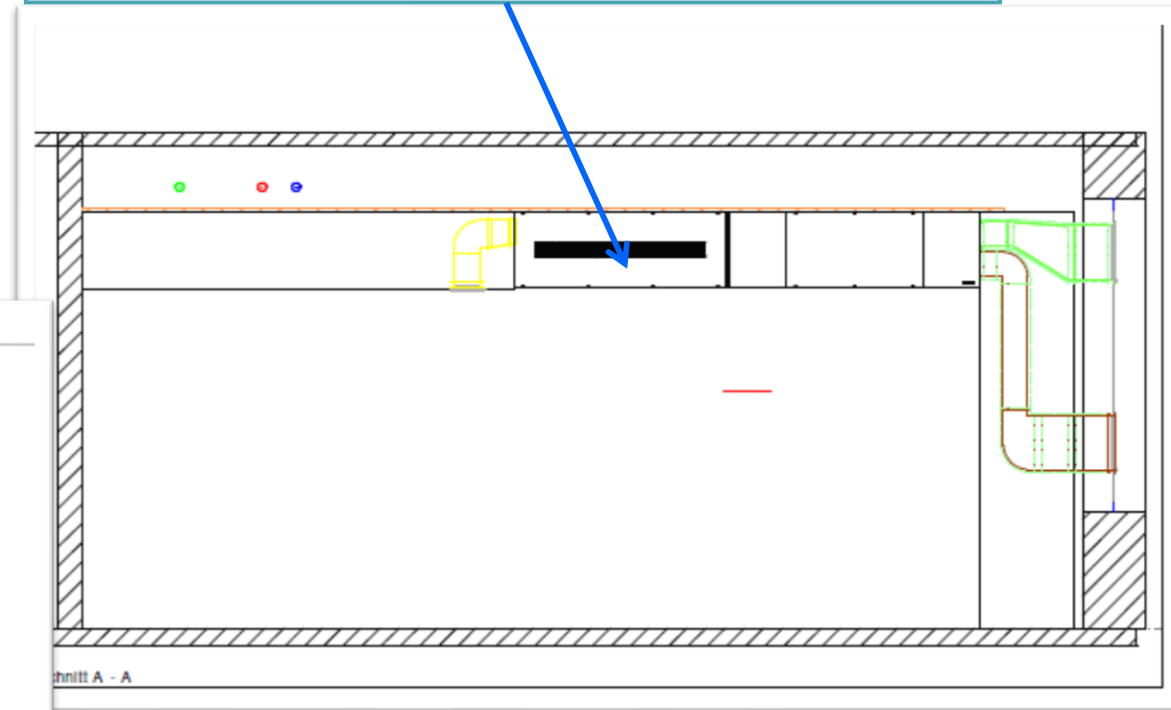
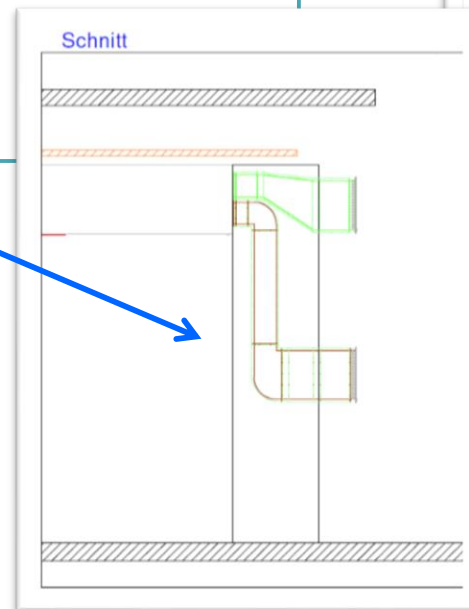
Schulcafeteria – Schule (CH)
2014

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



Fassadenanschluss mit
versetzten Öffnungen
Zuluft/ Fortluft mit
verdeckter Ausführung
Kanalführung
im Raum

Abkofferung mit Abluftführung



drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

Regino-Gymnasium_Neubau

Modulgebäude_54595 Prüm 2022-23

Möbelwand im Aufbau – vor dem kompletten Schließen



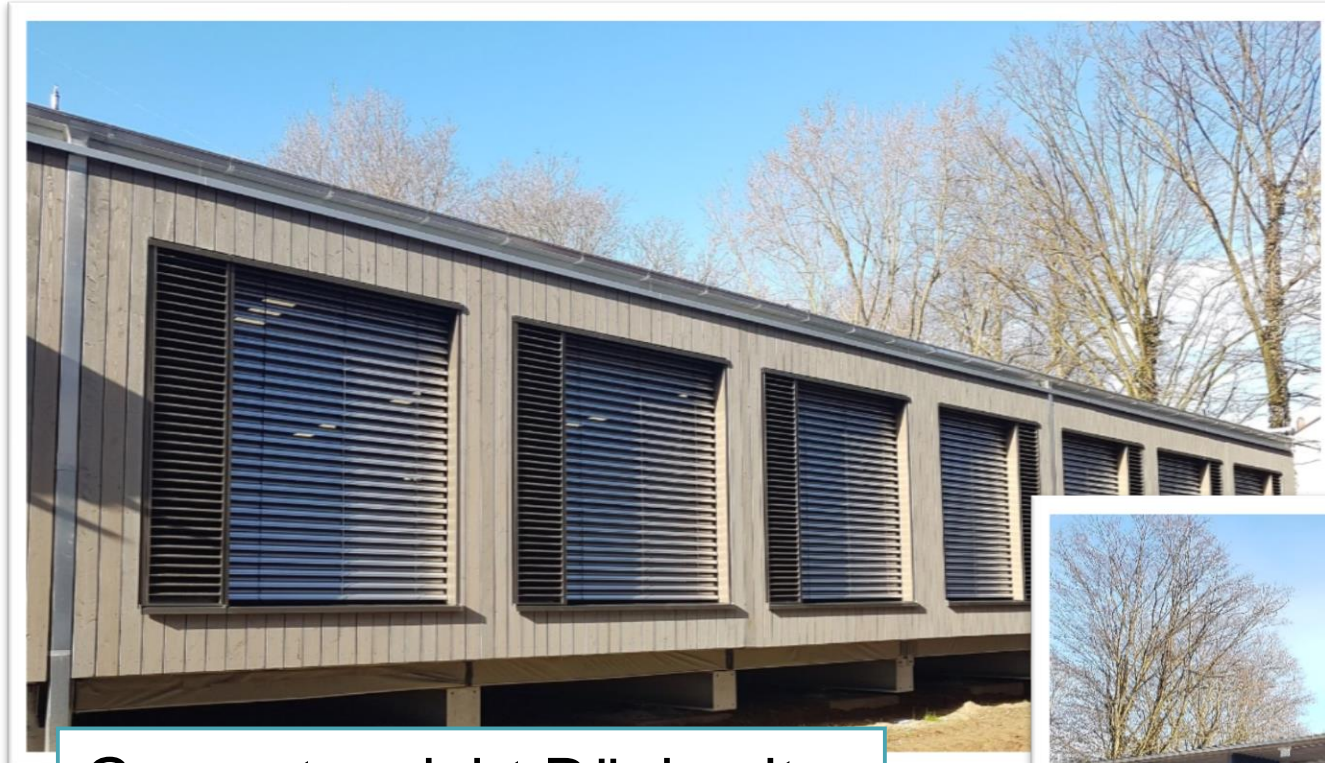
Gesamtansicht Bauteile A – B - C

Gang mit
Sitzfenstern

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



Edith-Stein-Schule, Frankfurt a.M.-Sossenheim Modulgebäude – Übergabe Februar 2022



Gesamtansicht Rückseite

Klassenraum

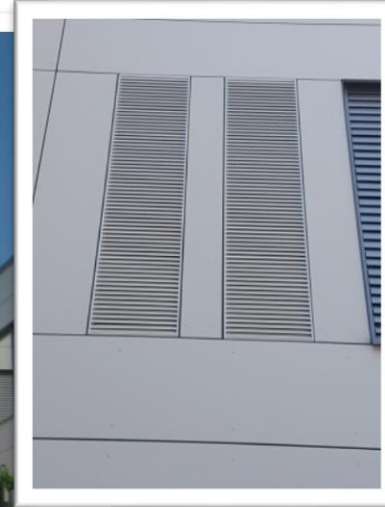
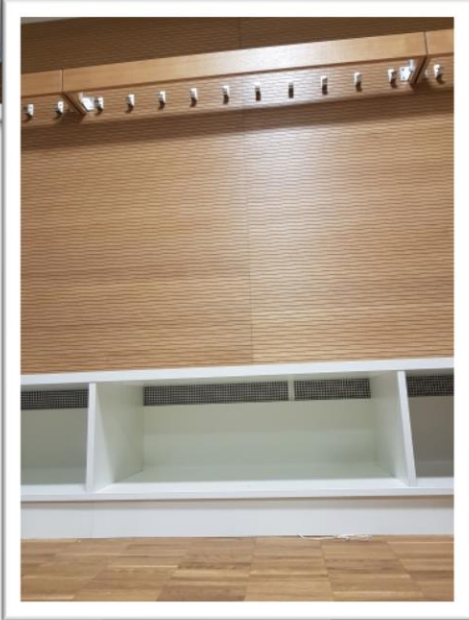
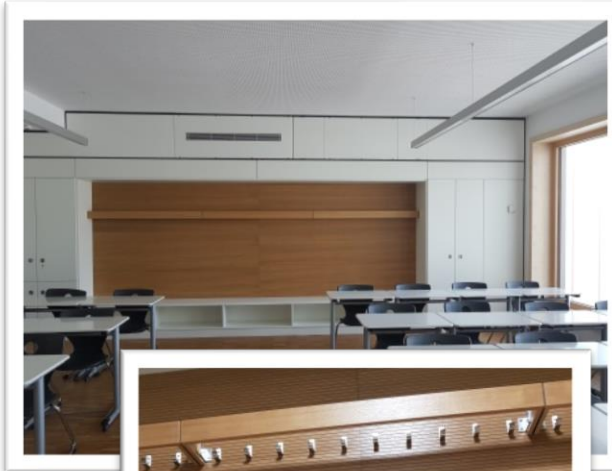


Gesamtansicht Vorderseite

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach

Referenzobjekte

Schulen



Robert-Koch-
Gymnasium;
Deggendorf

drexel und weiss
raumklima : intelligent und einfach



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.

Lerngebäude, welche mit dem Ziel des „gesunden Lebens und Lernens“ 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.



7

Diskussion & Fragen

A photograph of a modern, multi-story building with a courtyard. The building has a light-colored facade and large windows. The courtyard is paved and contains several young trees and bright orange modular seating. The sky is blue with scattered clouds. A semi-transparent white box is overlaid on the center of the image, containing the text.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**