

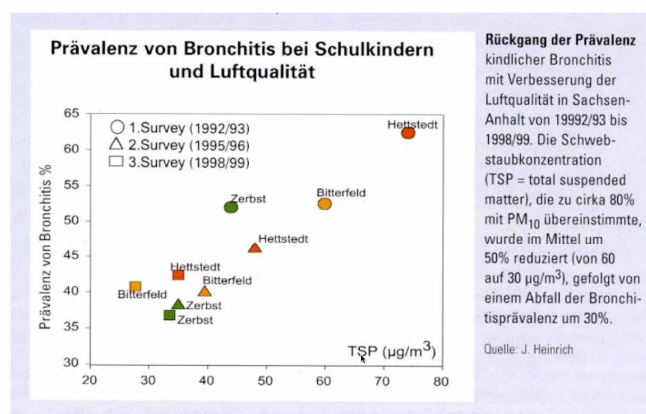


„Die virenfeste Schule – unterschiedliche Lüftungskonzepte zur Leistungssteigerung und Verringerung luftgetragener Infektionen“

Corona und Innenraum – was lernen wir für's nächste Mal,
11. Innenraumtag des Arbeitskreises Innenraumluft

Assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger

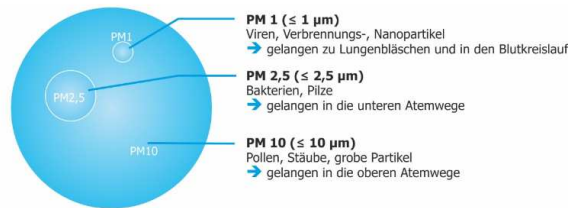
Prävalenz von Bronchitis bei Schulkindern in Abhängigkeit der Schwebstaubkonzentration TSP



Prävalenz: Anzahl der erkrankten Personen / Anzahl der untersuchten Personen

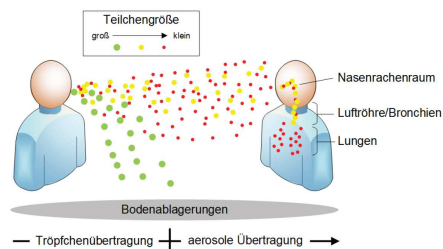
Feinstaubbelastung in Klassenräumen wird durch Lüftungsanlagen mit Feinfiltern drastisch reduziert

- » Neue Filternorm ISO 16890 (ersetzt EN 779 seit 2019)
- » Bei Fensterlüftung kein Schutz vor hohen Außenkonzentrationen
- » Innenraumbelastungen werden durch Lüftung „verdünnt“



COVID19 Übertragungswege ohne direkten Körperkontakt

- » **Kontaktflächen -> Händewaschen, desinfizieren**
- » **Tropfen -> Mund-Nasenschutz (MNS), Abstand**
- » **Aerosole -> Lüftungstechnische Maßnahmen**



Lüftungstechnische Maßnahmen (Fineberg 2020)

- Hohe Außenluftwechselrate
- Geringe Luftzirkulation
- Schneller Abtransport von Atemluft

Luftführung bei unterschiedlichen Lüftungssystemen

Ideale Durchmischung (Mischlüftung): Partikel werden im gesamten Raumvolumen durch thermische Konvektion und Diffusion gleichmäßig verteilt, kleine lokalen Konzentrationsunterschiede

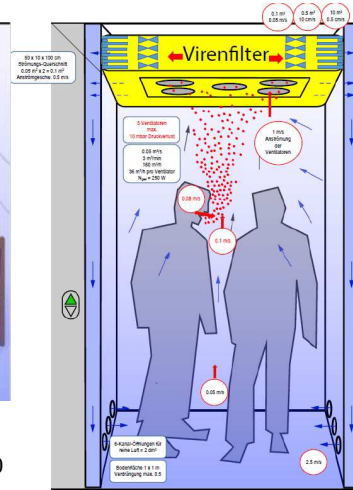
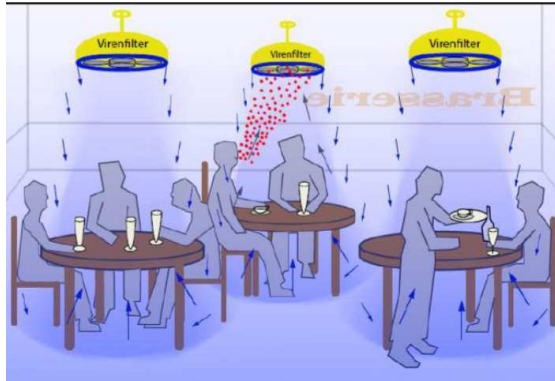
Reale Mischlüftung: lokal können höhere Konzentrationen auftreten

Verdrängungsströmung: Reinräume

Quellluftströmung: Zuluft mit Untertemperatur unten eingebracht, steigt an Personen auf und wird oben Abgeführt

Quellabsaugung: Möglichst personennahe Luftabsaugung

Quellabsaugung und Virenfilter (Aerosolfilter)



Quelle: NanoCleanAir GmbH, Projekt UTF – 636.15.20

Raumluftströmung Heizung/Fenster

(Quelle: Thomas Klimach und Frank Helleis, 10.11.2020)

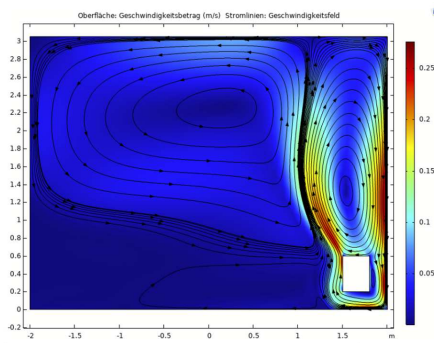


Abbildung 6: Simulation der Raumluftströmung Heizung/Fenster ohne Schüler

Ohne Schüler

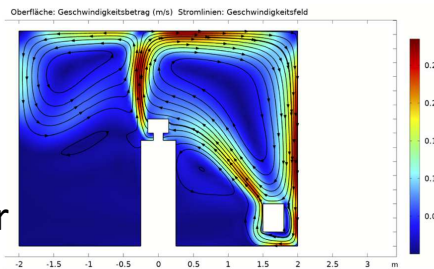
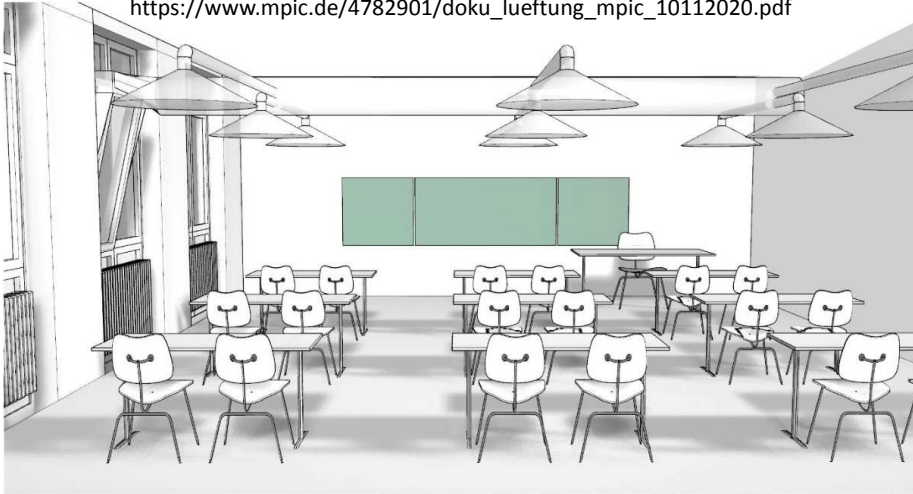


Abbildung 7: Simulation der Raumluftströmung Heizung/Fenster mit Schüler

Mit Schüler

Abluftanlage als Quellabsaugung in Klassenräume (Selbstbauanleitung Max-Plack-Institut für Chemie)

https://www.mpic.de/4782901/doku_lueftung_mpic_10112020.pdf



Selbstbausystem (Quellabsaugung) mit Material aus dem Baumarkt

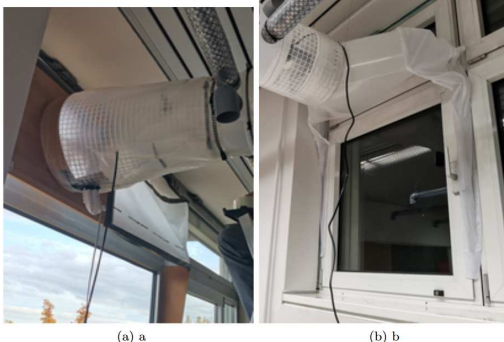


Abbildung 8: Zwei mögliche Varianten zur Fensterabdichtung: (a) Holz-Umbau und (b) Abdeckungen von mobilen Klimageräten mit Klett

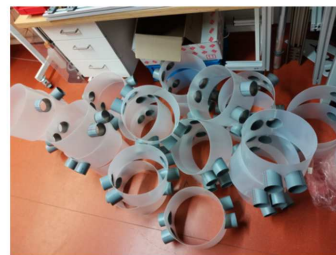


Abbildung 9: Verteiler mit HT DN 75 Rohr mit Muffe



Abbildung 10: Zentralrohr, Verbindungsrohre und Hauben

EBC | Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate

 EBC Energy Research Center

 RWTH AACHEN UNIVERSITY

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

RWTH-EBC 2020-004

Empfehlung zum erforderlichen Luftwechsel in Schulen, Großraumbüros, Hörsälen und Turnhallen zur Reduzierung eines aerosolgebundenen Infektionsrisikos

^{1,2}Dirk Müller, ¹Kai Rewitz, ¹Dennis Derwein, ²Tobias Maria Burgholz, ³Marcel Schweiker, ²Janine Bardey, ⁴Peter Tappler

¹ Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate (EBC), RWTH Aachen
² Heinz Trox Wissenschafts gGmbH, Aachen
³ Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, RWTH Aachen
⁴ IBO Innenraumanalytik OG, Wien



This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution 3.0 Germany License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/).

Berechnungsmodell zur Abschätzung des Infektionsrisikos in Bezug auf einen Referenzzustand normiertes Infektionsrisiko.
Fazit: Luftwechselrate, Raumvolumen, Aufenthaltsdauer und Belegung beeinflussen das Risiko maßgeblich!

Arbeitskreis Innenraumluft im BMKwww.innenraumanalytik.at

Fazit von D. Müller et. al.

„In Klassenräumen zeigt diese Analyse, dass in Anbetracht der hohen Belegungsdichten und Aufenthaltsdauern hohe Luftwechselraten erforderlich sind, um ein relatives Infektionsrisiko im Bereich 1 zu erhalten. [...] **Bei allen neuen Schulen und bei Sanierungsmaßnahmen ist der Einbau einer ausreichend bemessenen Lüftungstechnik dringend anzuraten.**“

Schlussfolgerung

Bei Fenster-gelüfteten Klassenräumen wird bei üblichem Lüftungsverhalten ein ca. fünftaches relatives Infektionsrisiko eingegangen.

Eine Senkung auf Werte knapp über 1 ist in den Wintermonaten bei geringen Außenlufttemperaturen nur mit **Fensterlüftung aufgrund von Kälte und Zugluft praktisch unmöglich.**

Der Einbau bzw. die Nachrüstung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ist hier zielführend und anzuraten.

Österreichische Richtwerte für CO₂ (2017)

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

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

Stellungnahme des FGK (Fachverband Gebäude- Klima e.V., D) zum Betrieb von Lüftungsanlagen in Bezug auf Corona-Viren

- » RLT-Anlagen mit Außenluft nicht abschalten, die Außenluftvolumenströme nicht reduzieren
- » Betriebszeiten der Anlagen ggf. **vor und nach** der regulären Nutzungszeit verlängern.
- » Überdruck im Zuluftteil gegenüber dem Abluftteil, dadurch kann auch bei Rotoren keine Abluft auf die Zuluft übertragen werden.



Sinfonia

Sinfonia Sanierung Schulen

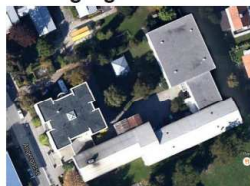
**INNS'
BRUCK**

VS Pradi-Ost



Baujahr	1960 Denkmalschutz
HWB Bestand	154 kWh/m ² a
HWB nach Sanierung	81 kWh/m ² a
Fläche (BGF) (ohne Turnsaal)	ca. 3.786 m ²
Investition	€ 2,9 Mio.

VS Angergasse



Baujahr	1956
HWB Bestand	156 kWh/m ² a
HWB nach Sanierung	30 kWh/m ² a
Fläche (BGF) (ohne Turnsaal)	5.139m ²

VS Neu-Arzt



Baujahr	1956
HWB Bestand	1250kWh/m ² a
HWB nach Sanierung	32 kWh/m ² a
Fläche (BGF) (ohne Turnsaal)	3.185m ²

VS-Neu-Arzl



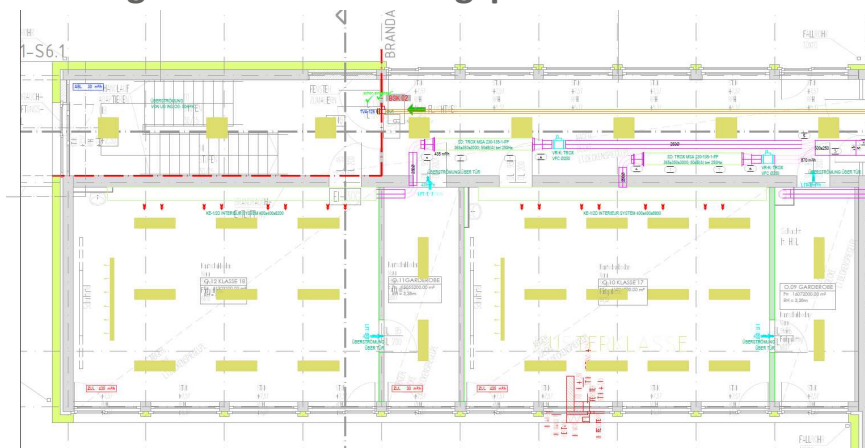
VS Neu-Arzl (Großinstandsetzung IIG)



Dachlüftungszentrale (Volumenstrom Zu- /Abluft 9750 m³/h)



Lüftungskanäle Ausführungspläne



Quelle: Quelle: Ingenieurbüro Trenkwalder, Jenbach

Zuluftverteilung in den Klassenräumen mittels perforiertem Textilschlauch



Garderobentür mit Überströmer Klassenraum-Garderobe offen



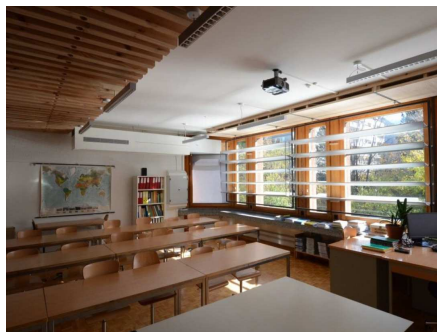
Überströmung vom Flur in die Toilettenräume (Abluftgitter an der Decke)

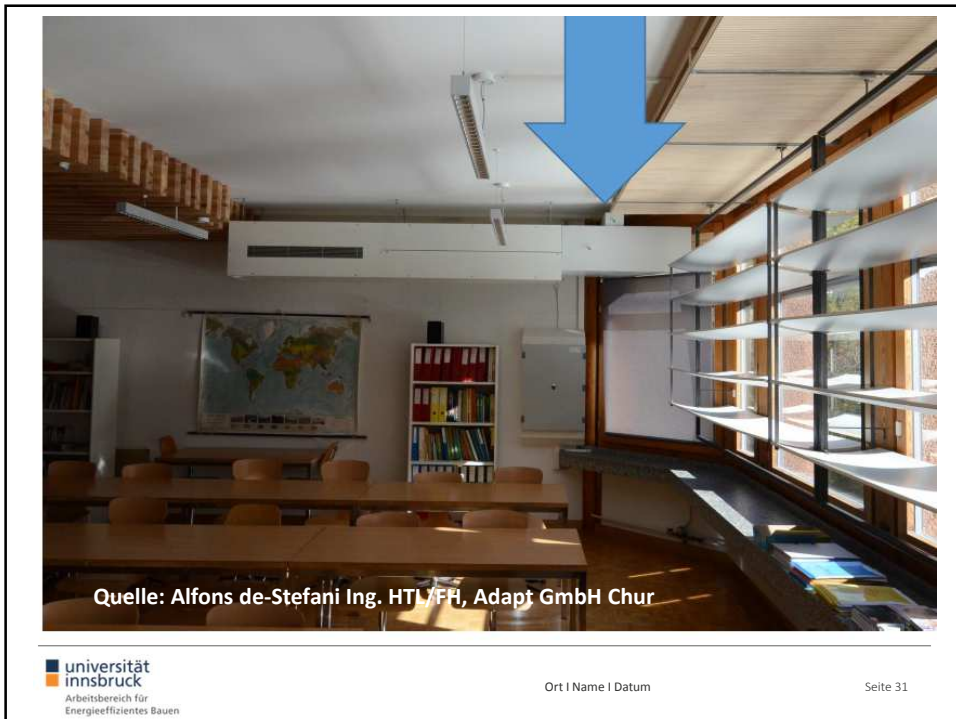


Best Practice aus Chur/Graubünden (CH)

Musterzimmer im Schulhaus Giacometti (Chur) und
Umsetzung in mehreren Objekten in der Schweiz

Quelle: Alfons de-Stefani Ing. HTL/FH, Adapt GmbH Chur





Schulhaus Rheinau (BJ. 1970) 23 Einzelgeräte



Quelle: Alfons de-Stefani Ing. HTL/FH, Adapt GmbH Chur

Außen-/Fortluft



Quelle: Alfons de-Stefani Ing. HTL/FH, Adapt GmbH Chur

Grabenschulhaus (BJ 1892) Außenluftansaugung u. Fortluftauslass – Maßarbeit!




Betriebskosten und Heizenergieeinsparung bei einer Klasse mit 20-25 Schülern

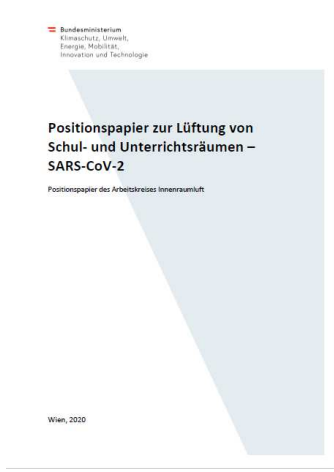
- » Jahresstromverbrauch 700 kWh d.h. ca. 140-175 CHF/a
- » Filter (halten 1- 2 Jahre), Kosten 135 –CHF
- » D.h. Gesamte **Betriebskosten** ca. 300 CHF/a also etwa **280 €/a** (zzgl. Hausmeister Filterwechsel)

- » **Einsparung Heizwärme** durch Wärmerückgewinnung 7000 kWh also ca. **550 €/a**

- » **...im besten Fall werden noch die Zinskosten durch die Einsparung getragen – Gesundheit und Lernerfolg rechtfertigen die Maßnahme in jedem Fall!**

Positionspapier Corona & Schulen

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



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

Wien, 2020

Kurze Festlegung zum Umgang mit Corona und Lüftung in Schulen

Bezug nehmend auf die Richtlinie
zur Bewertung der Innenraumluft -
CO₂ (2017)

Bezug online:
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum.html

Arbeitskreis Innenraumluft im BMK

www.innenraumanalytik.at

Zusammenfassung

- » Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sorgen für **gute Raumlufqualität und hohen Komfort (Zugfreiheit)**.
- » **Leistungsfähigkeit** wird erhöht, **Krankenstände** reduziert!
- » Lüftungsanlagen können auch kostengünstig in Bestandsschulen **nachgerüstet** werden.
- » Feinstaubfilter reduzieren die Belastung in Innenräumen
- » Infektionsgefahr durch Aerosole wird reduziert
- » Erhöhte Luftwechselraten können das Risiko weiter reduzieren, gleichzeitig **aber auf ausreichende Raumluftheuchte achten (Feuchterückgewinnung u. ggf. Luftbefeuchter)**

