

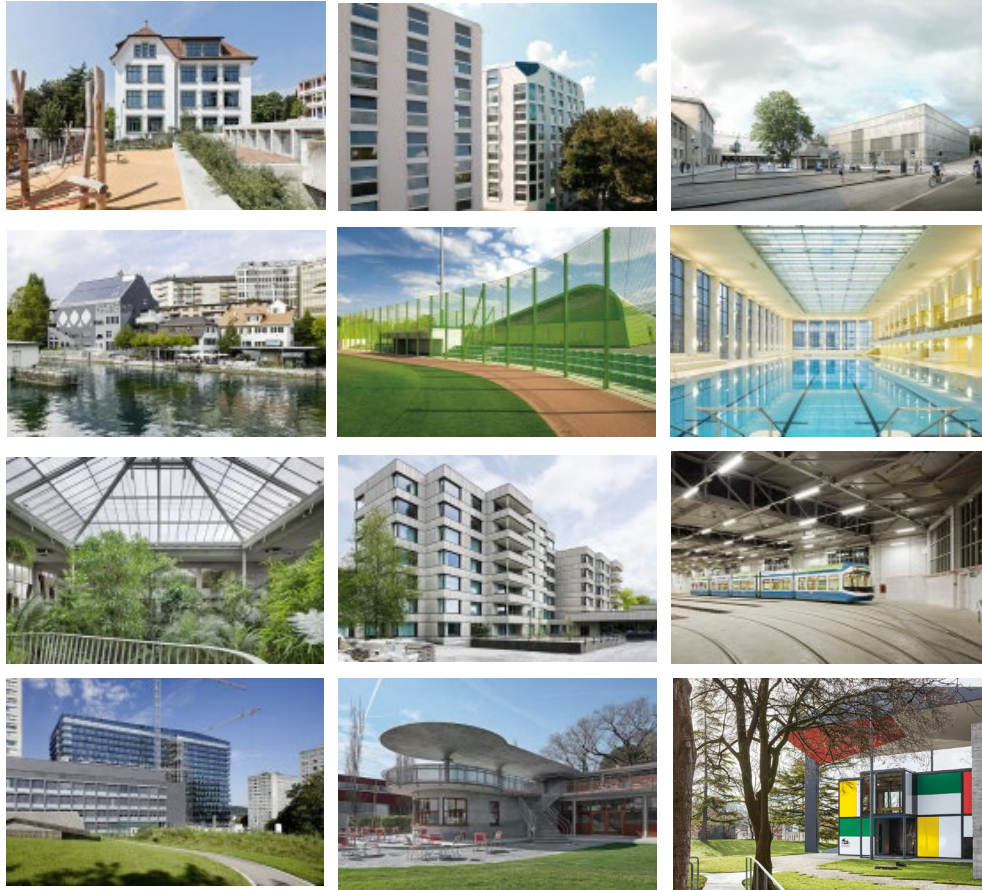


Gesundes Raumklima in Schulhäusern

ENERGIEPRAXIS-Seminare
Mai und Juni 2025
Markus Hilpert, Franz Sprecher

Das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

Bauen im Dienst der Allgemeinheit



Baufachorgan der Stadt Zürich

220 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

550 Mio. Franken jährliches Bauvolumen

Meilenschritte 23

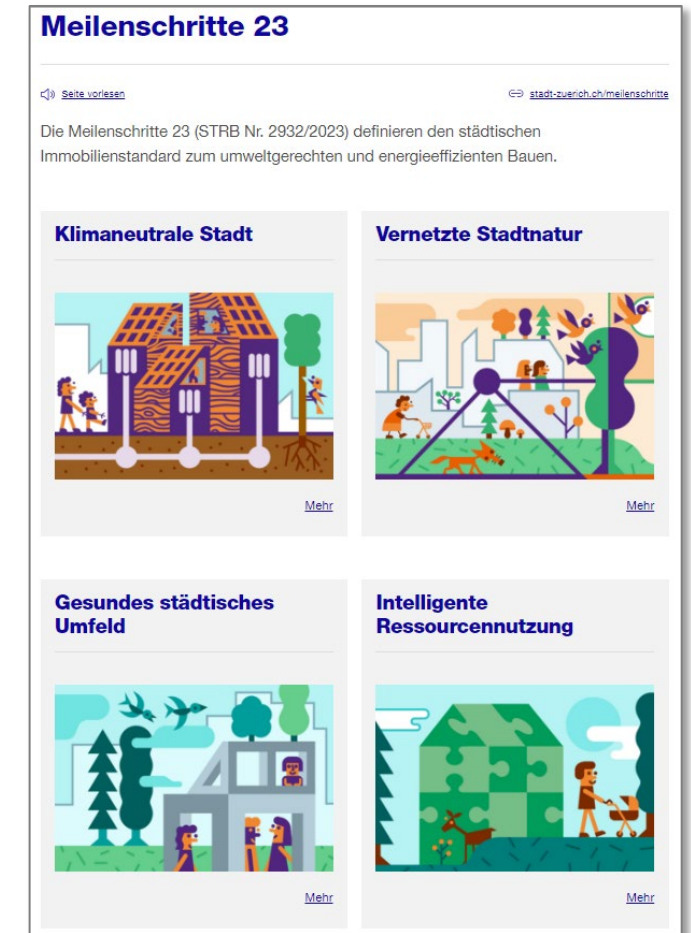
Übersetzung der städtischen Strategien in die Bauvorhaben

Abschnitt Klimaneutrale Stadt in Kürze:

- Minergie-P-ECO zertifiziert
- Grenzwert 1

Herausforderungen: Kosten & gTHG Erstellung

<https://www.stadt-zuerich.ch/klimaschutz>
<https://www.stadt-zuerich.ch/meilenschritte>



Wir bauen für Menschen

Welche Luftqualität gilt noch als gut und gesund?



Das schweizerische Bundesamt für Gesundheit führt eine kluge Kampagne zum Thema: "**Frische Luft für wache Köpfe**" -> www.schulen-lueften.ch



Basierend auf den verfügbaren wissenschaftlichen Kenntnissen zu Raumlufthqualität, Gesundheit und intellektueller Leistungsfähigkeit und unter Berücksichtigung der geltenden SIA-Normen für Raumlufthqualität und Lüftung empfiehlt das Bundesamt für Gesundheit BAG:

- 1. Überschreitungen eines CO₂-Pegels von 2000 ppm sind so weit wie möglich zu vermeiden.**
Bei regelmässigen Überschreitungen sollen Sofortmassnahmen zur Verbesserung der Lüftungssituation getroffen werden.
- 2. Für gesunde Raumlufth und gute Lernbedingungen soll der CO₂-Pegel in Schulräumen stets unterhalb von 1400 ppm liegen.**
Bei Schulhausneubauten und -sanierungen soll ein Lüftungskonzept umgesetzt werden, mit dem dieses Ziel erreicht werden kann.

CO₂ ist der Indikator der Luftqualität und nicht das Problem.

Die gesundheitlichen Auswirkungen sind nicht digital

Jeder Mensch reagiert anders

Positive Effekte eines genügenden Luftwechsels – z.B. in Schulen:

- Gute Luft **verkürzt** die **Reaktionszeit** für richtige Antworten.
- Studien weisen auf eine **bessere Atemwegsgesundheit** und auf **weniger Absenzen** hin.
- Symptome wie **Müdigkeit, Schleimhautreizungen** und **Kopfschmerzen** treten **seltener** auf.
- Schülerinnen, Schüler und Lehrpersonen mit asthmatischen und allergischen Erkrankungen haben bei guter Luft deutlich **weniger Beschwerden**.

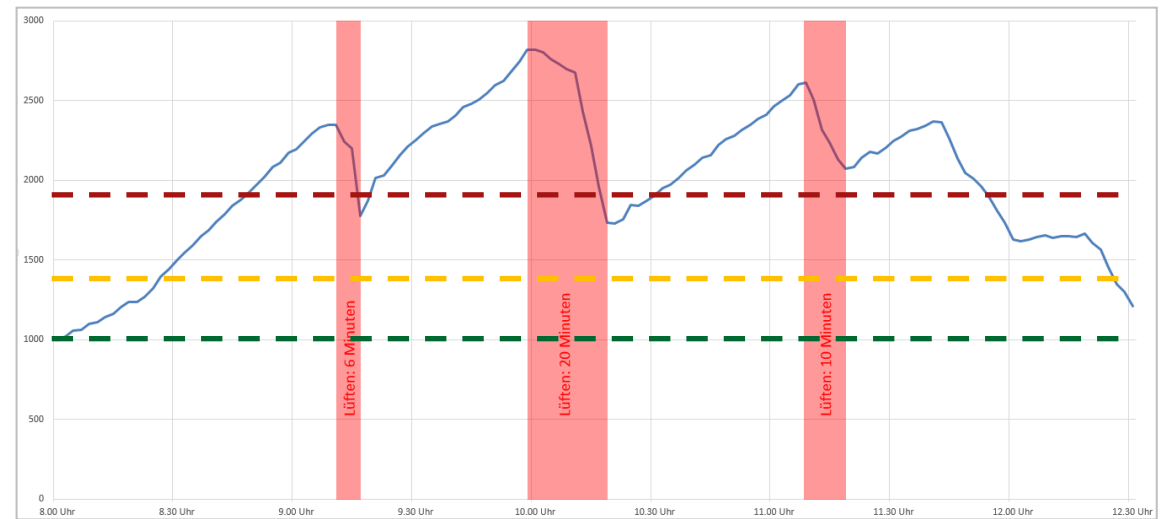
Quelle: www.schulen-lueften.ch

Manuelle Fensterlüftung

Standard in vielen Schulhaus-Bestandesbauten



Schulhaus Milchbuck



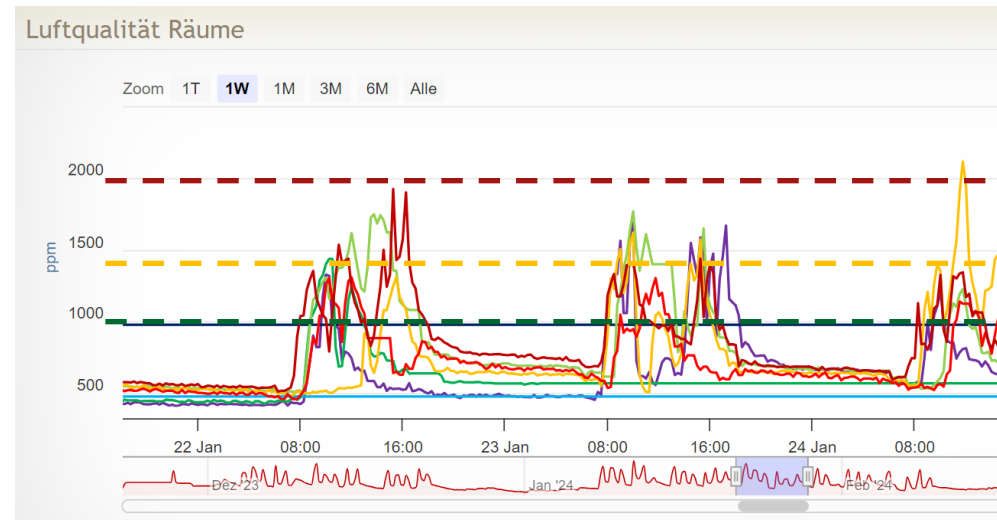
- Luftaustausch durch manuelles Fensteröffnen
- Einfachstes Lüftungskonzept, kein Platzbedarf, kleine Investitions- und Wartungskosten, hohe Energieverluste, schlechter sommerlicher Wärmeschutz, grössere Heizung notwendig
- Messungen zeigen in allen Objekten regelmässig inakzeptable Luftqualität
- **Nutzende können mit manueller Lüftung nicht umgehen – Konzept wird nicht mehr eingesetzt**

Automatische Fensterlüftung

Einjustieren zwischen Luftqualität, Energieverlust und Zugerscheinungen



Schulhaus Ilgen



Typische Messung aus SH mit automatischer Fensterlüftung

- Fenster werden automatisch geöffnet, wenn Luftqualität schlecht wird
- Kleiner Platzbedarf, Zusatznutzen Nachtauskühlung, technisch äusserst anspruchsvoll, viele Sensoren, viele Motoren, viele Abhängigkeiten (Witterung, Raumtemperatur, Einklemmschutz)
- Inakzeptable Luftqualität kann meist vermieden, gesunde Luft nicht gewährleistet werden
- Die Nutzerakzeptanz ist schlecht und die Technik aufwändig – Konzept wird nicht mehr eingesetzt

Dezentrale Lüftungsgeräte

Standard in den modularen Schulprovisorien



Züri-Modular-Pavillion



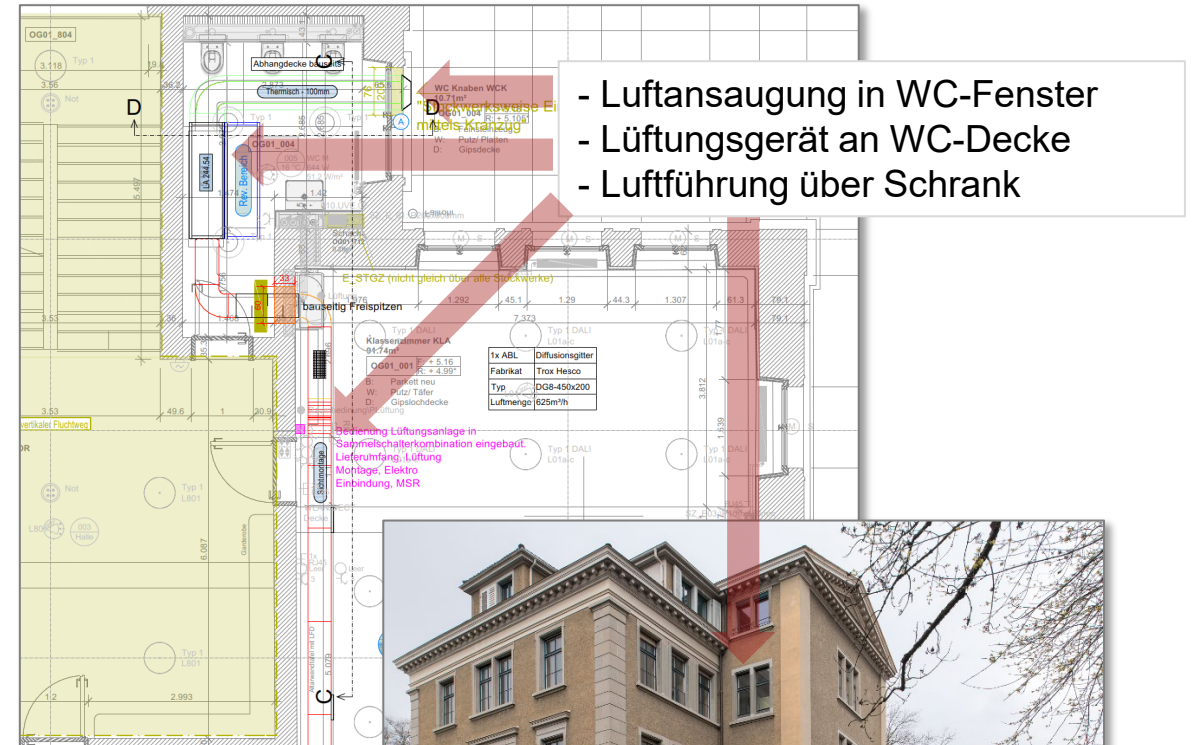
Bild: wesco.ch

- Ein Lüftungsgerät pro Raum
- Einfach, kleiner Platzbedarf, gesicherte Qualität, hohe Energieeffizienz, **aufwändig im Unterhalt, Kühlung möglich**, wenige graue Treibhausgas-Emissionen, zwei Gitter an Fassade sichtbar
- Luftqualität und Akzeptanz gut
- **Gutes System für Instandsetzungen und modulare Schulhäuser**

Beliebt bei Instandsetzungsprojekten



Schulhaus Hard



Schulhaus Mühlebach

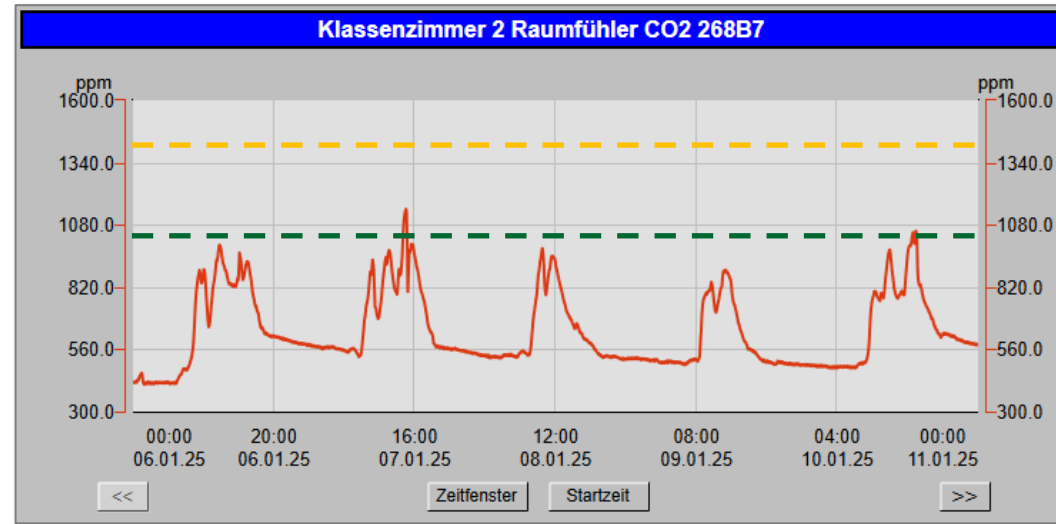


Zentrale Lüftung – z.B. Schulhaus Nordstrasse

Der Klassiker in vielen Schulhäusern



Schulhaus Nordstrasse



- Luft wird zentral aufbereitet, Zu- und Abluft in die Räume geführt, Klassenzimmer mit VAV
- Grosser Platzbedarf, teuer, viele graue Emissionen, **Kühlung möglich**, zuverlässig, Teillastbetrieb beachten
- Luftqualität und Akzeptanz gut
- **Gutes, aber teures Konzept mit tendenziell hohen grauen Emissionen und Luftmengen**

Schulhaus Lavater

Schulhaus aus dem Jahr 1897 mit bestehenden Lüftungskanälen



Schulhaus Lavater

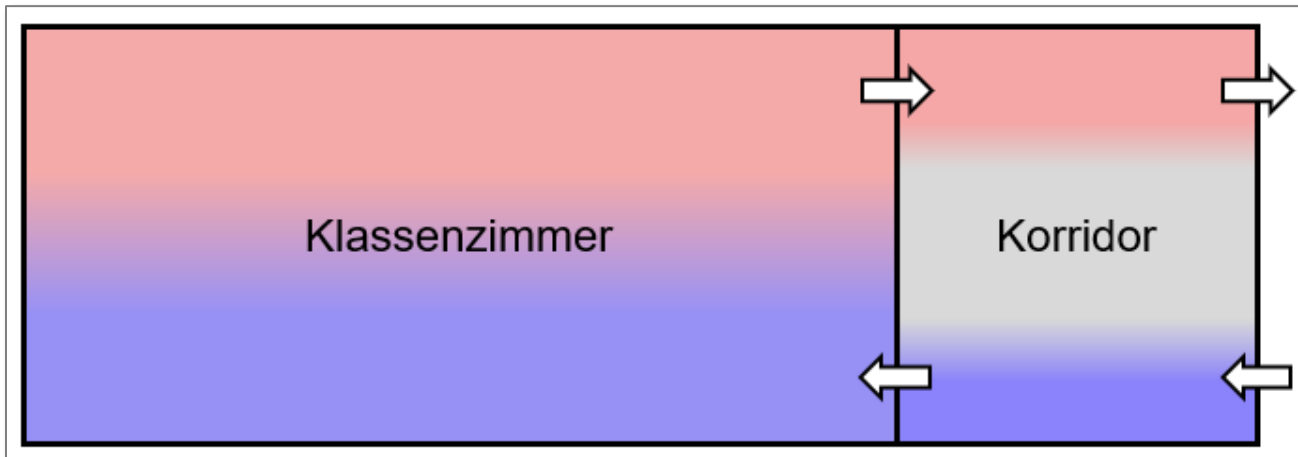
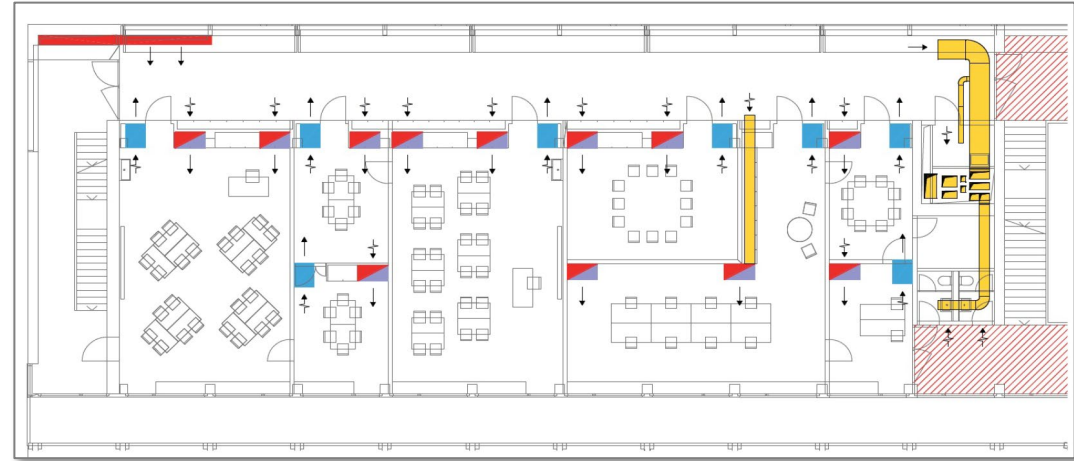


Verbundlüftung (Basis zentrale Lüftung)

Der Korridor als Luftkanal

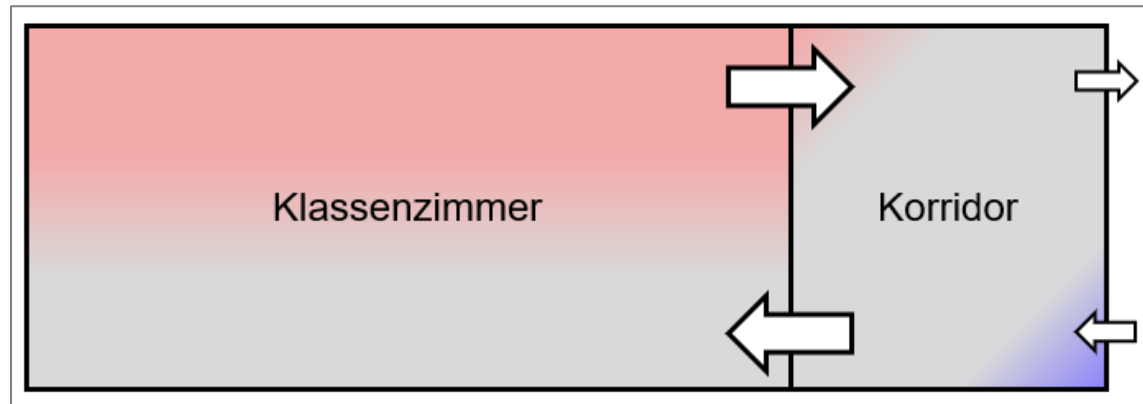


Schulhaus Pfingstweid

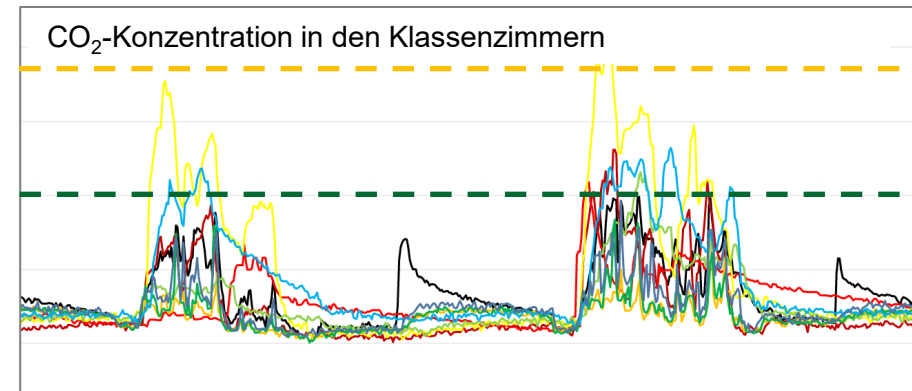
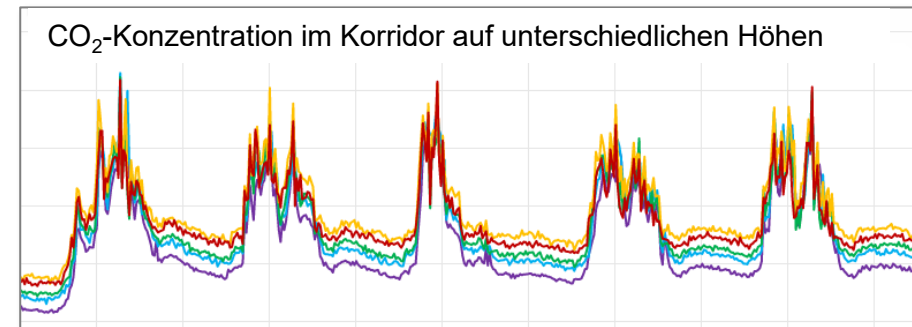


Verbundlüftung (Basis zentrale Lüftung)

Pilotprojekt SH Pfingstweid – Messungen & Erkenntnisse



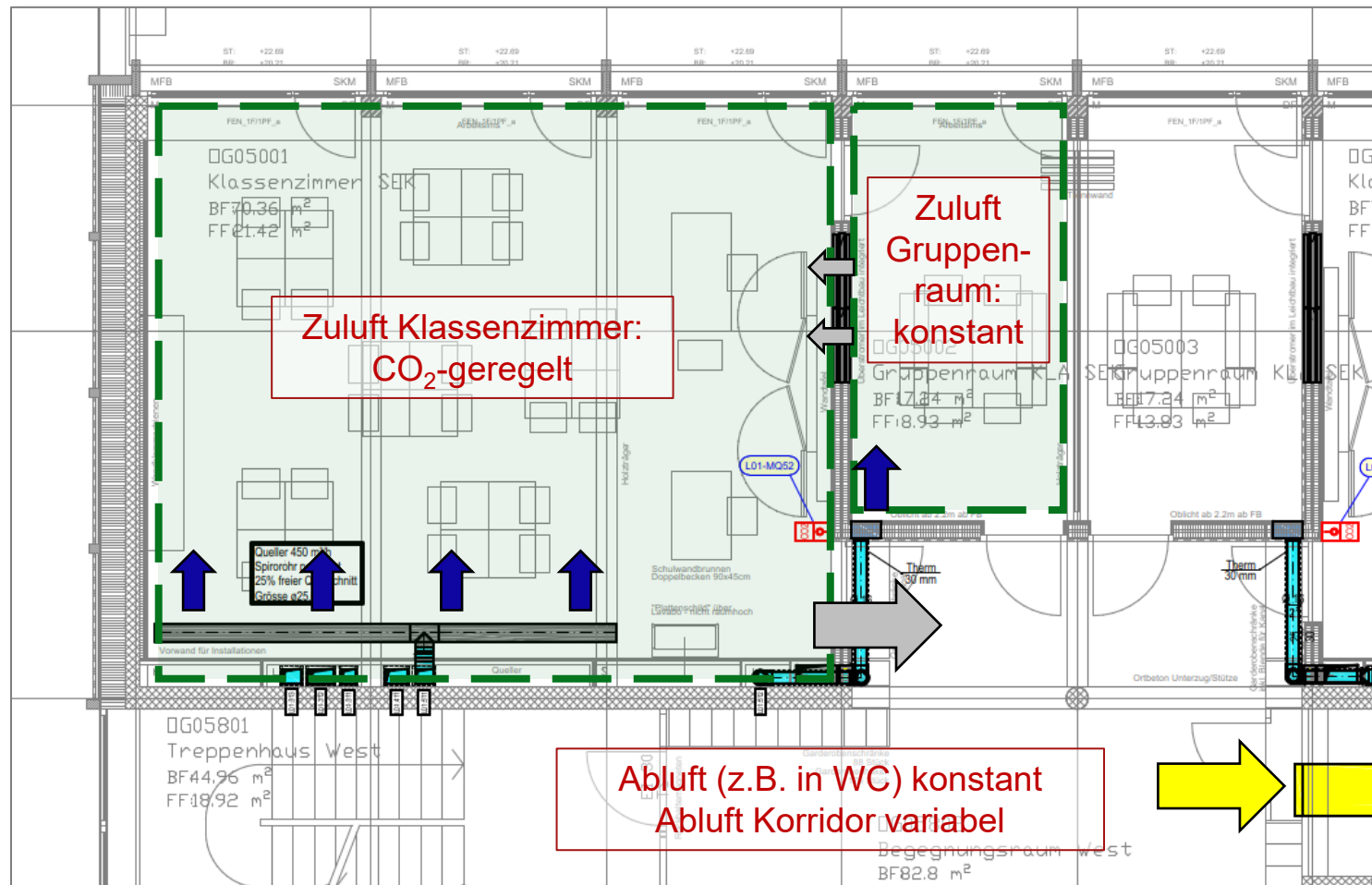
- Die Umluftventilatoren fördern mehr Luft als nachströmt; die Luft im Korridor wird vollständig gemischt
- Mischluft im Korridor führt zu höherem Luftbedarf, kleiner Platzbedarf Verteilung, robust, **Kühlung möglich**, einfach, bedingt Pandemietauglich
- Luftqualität und Akzeptanz gut – Risiko trockene Luft
- **Platzsparendes System bei Instandsetzungen – Brandschutz / Grundriss-Anordnung beachten**



Kaskadenlüftung

(Basis zentrale Lüftung)

Kaskadenlüftung mit konstanten und variablen Luftvolumenstromreglern



Konstanter Luftvolumenstrom:

Gruppenraum -> Klassen-
zimmer -> Korridor (-> WC)

Variabler Luftvolumenstrom:

Klassenzimmer -> Korridor

Nebenräume:

Können z.B. mit Verbundlüfter
erschlossen werden

Beachten: Schalldämmung &
Druckverluste der Überströmer

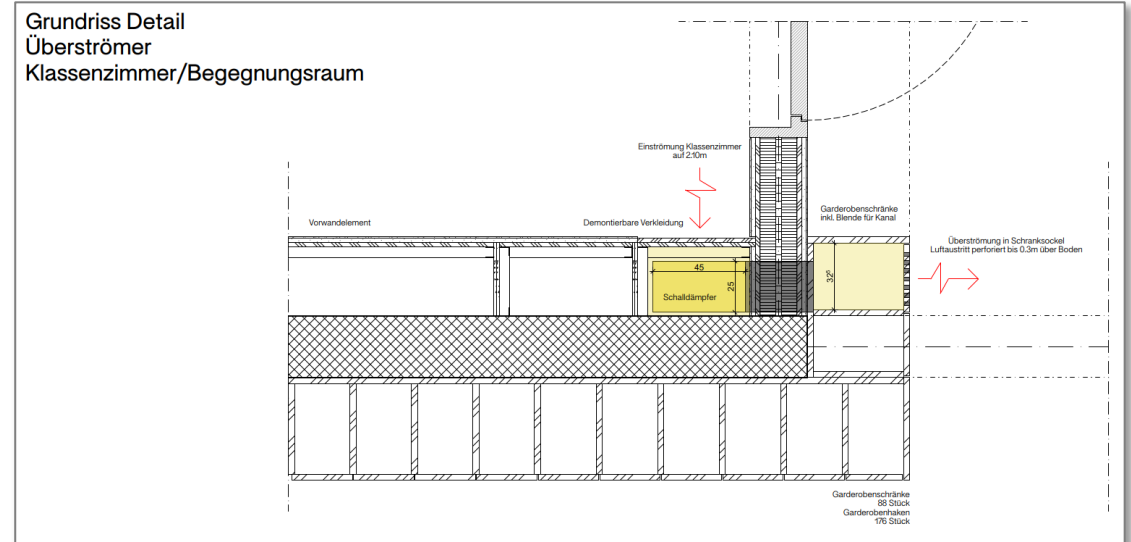
Kaskadenlüftung

Schulhaus Tüffenwies

(Basis zentrale Lüftung)



Schulhaus Tüffenwies



- Zentrale Lüftung, Zuluft in Gruppenraum und in Klassenzimmer, Abluft in Nasszelle / Korridor
- Bekannte Technik, spürbare Reduktion des Materialaufwandes (Kosten & gTHG), kleinere Luftvolumenströme, **Kühlung möglich**, bei Überströmung grosse Sorgfalt notwendig
- Luftqualität und Akzeptanz bei ähnlich ausgeführten Anlagen ist gut
- **Gutes System für Instandsetzungen und Neubauten**

Fazit

Manuelle Lüftungskonzepte sind unzuverlässig

Kaskadenlüftung vereint viele Vorteile

Unterschiedliche Lösungen bei Sanierungen

Kosten und graue Emissionen bleiben wichtig

Danke!

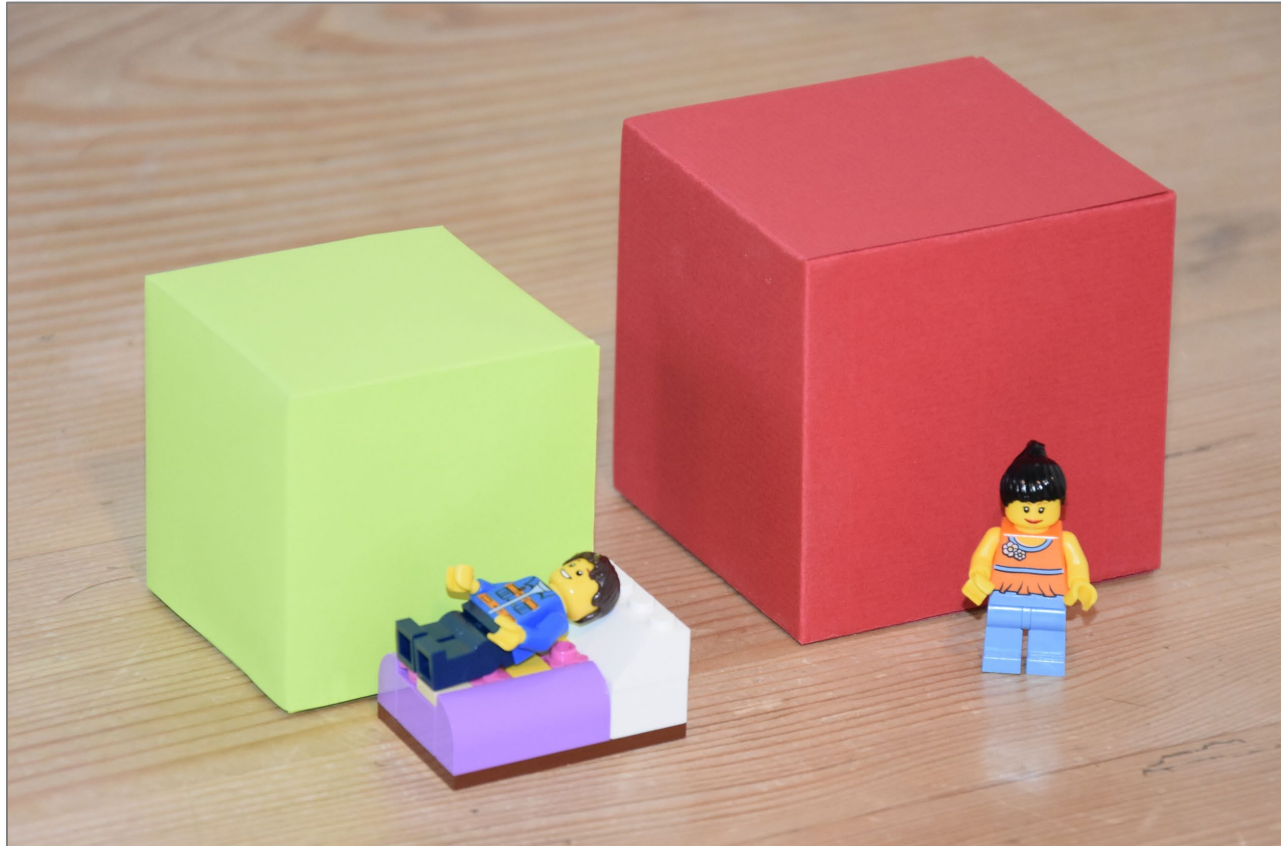
Fragen?

www.schulen-lueften.ch
www.stadt-zuerich.ch/egt



Innenraum-Luftverschmutzer Mensch

es geht um die Grössenordnung, nicht um die dritte Kommastelle



Abzuführende Stoffwechsel-Produkte in der Raumluft:

- Diverse VOC
- Körper-Gerüche
- Bakterien, Viren
- Hautabrieb, Schuppen
- Feuchtigkeit

Je nach Tätigkeit, menschlicher "Biomasse" und geforderter Luftqualität resultiert ein Luftwürfel mit einer **Kantenlänge von ca. 2.1 m bis 3 m** pro Person und Stunde.

Herausforderung 1: viele Menschen in einem Raum

z.B. in Sitzungs- und Klassenzimmern



Herausforderung 2: langes notwendiges Lüftungsintervall

z.B. in Schlafzimmern

