



Aktive Überströmung für Schulgebäude

Neue Möglichkeiten für die Nachrüstung von Lüftungsanlagen.

assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger

Universität Innsbruck

Unit Energy Efficient Buildings

Technikerstr. 13, A-6020 Innsbruck, rainer.pfluger@uibk.ac.at

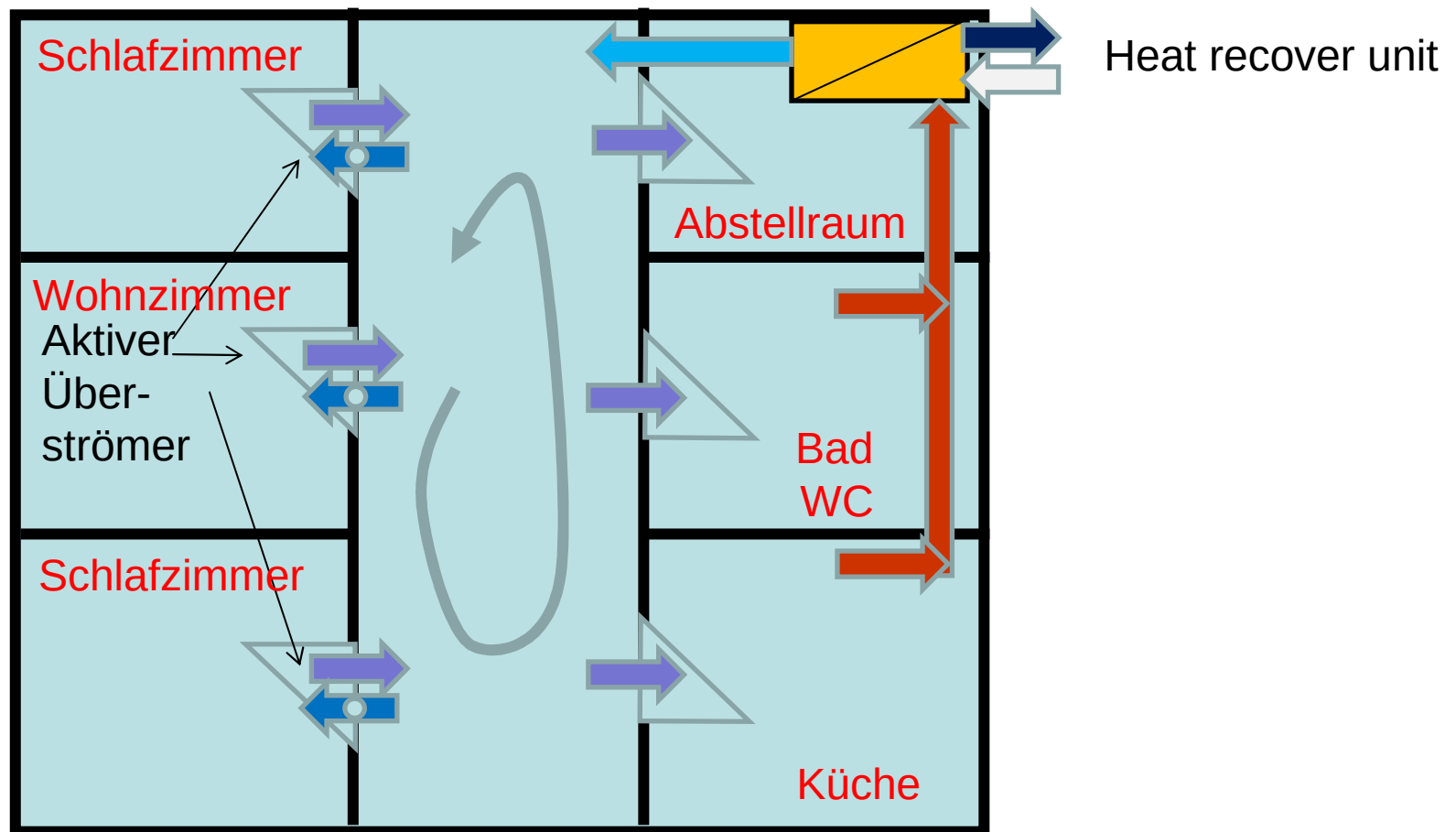


5. Innenraumtag des Arbeitskreises Innenraumluft
„Raumklima in Schulen und Unterrichtsräumen“
18.11.2014

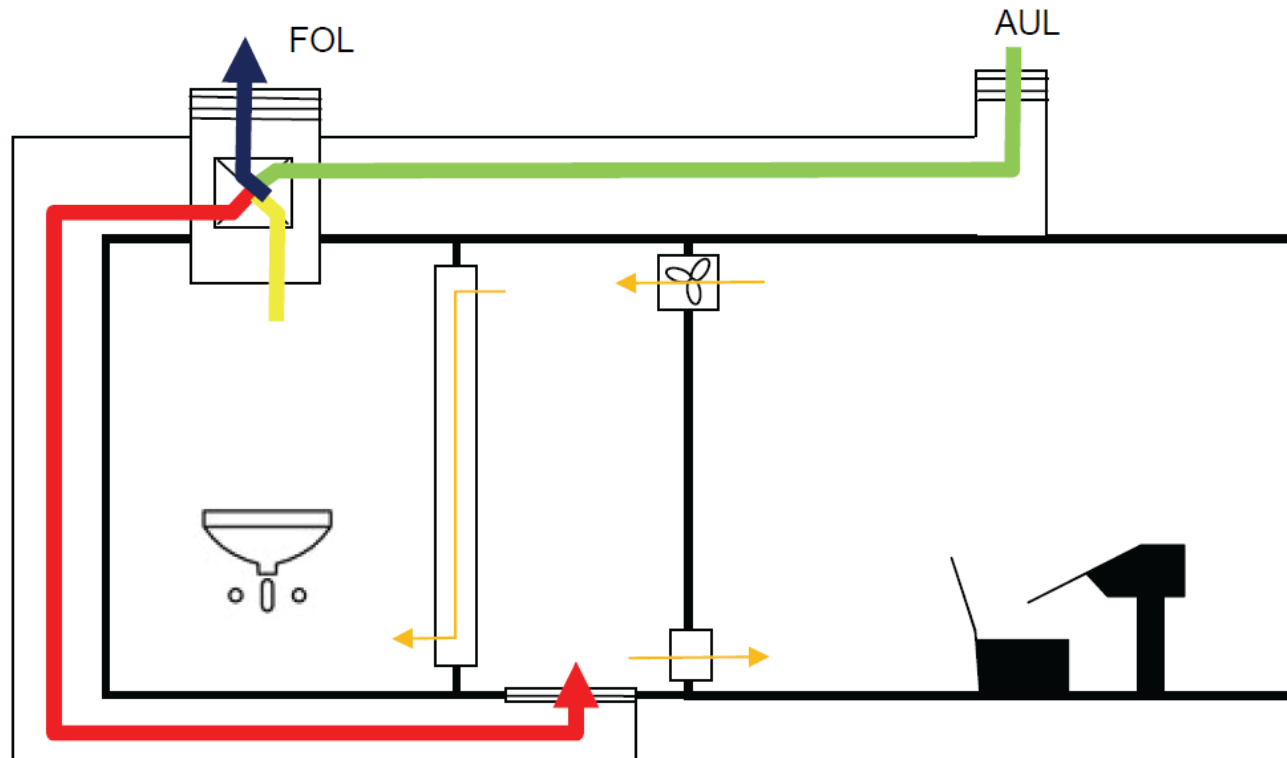


Wie funktioniert aktive Überströmung?

(Das Prinzip wurde ursprünglich für den Wohnungsbau entwickelt)



Aktive Überströmung für Schulgebäude nach B. Kegel



Source: Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Schlussbericht, Lüftung für Schulen, Studie zu geeigneten Lüftungen für Schulhäuser bei Modernisierungen, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik, Verein Minergie, Zürich 2011

Aktive Überströmung

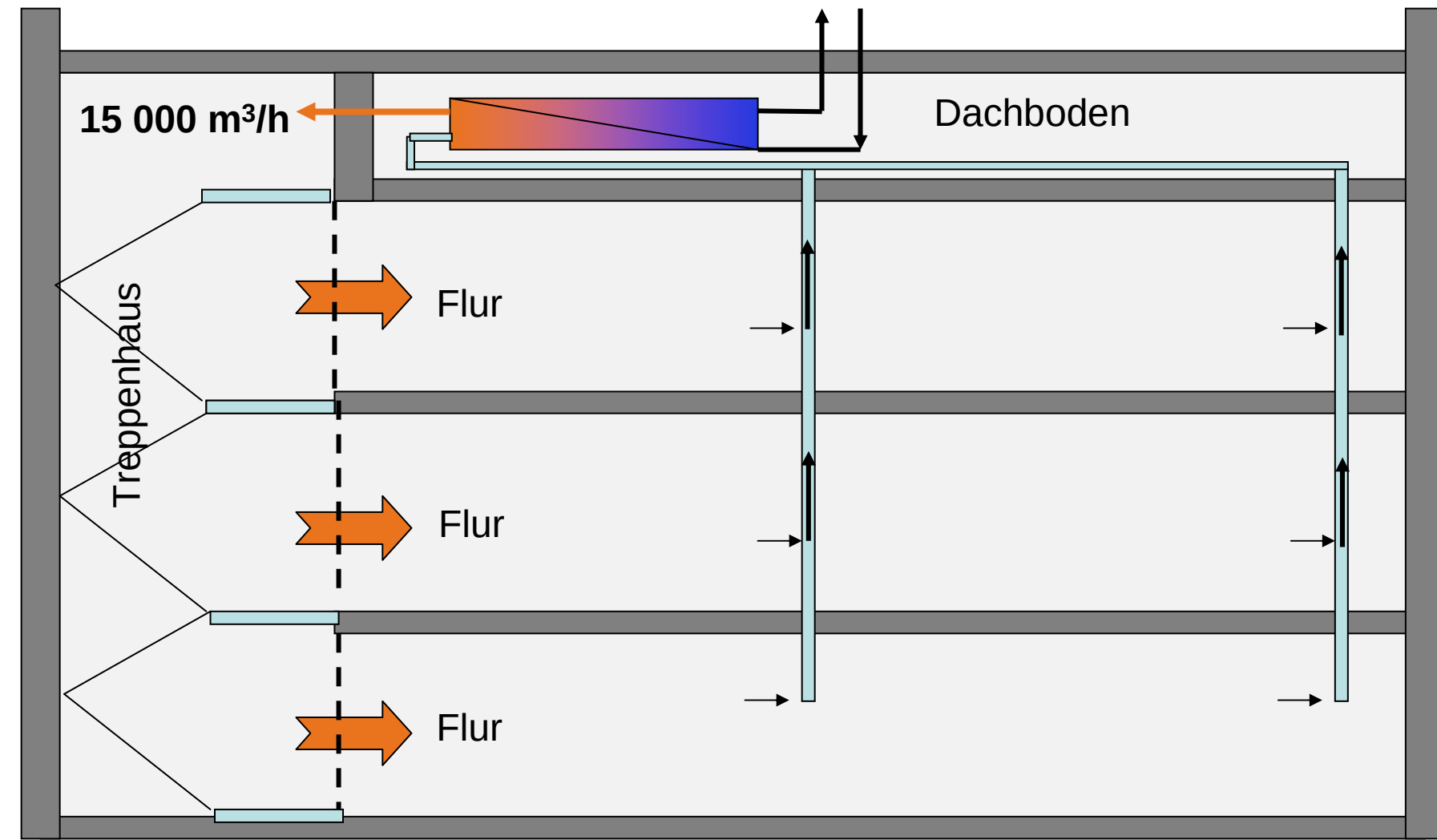
Vorteile:

- ✓ Kein Zuluftkanalnetz
- ✓ Einfache Abschaltung unbelegter Klassenräume
- ✓ Einfache und kostengünstige CO₂-Regelung

Nachteile:

- Geringere Lüftungseffizienz (Mischlüftung, keine Kaskade)
 - Nur möglich mit dauerhaft geöffneten Brandschutztüren
 - Nicht möglich bei Garderoben oder Schulspeisung im Flurbereich
-

Zuluftverteilung über Treppenhaus und Flur (Schnitt vertikal)

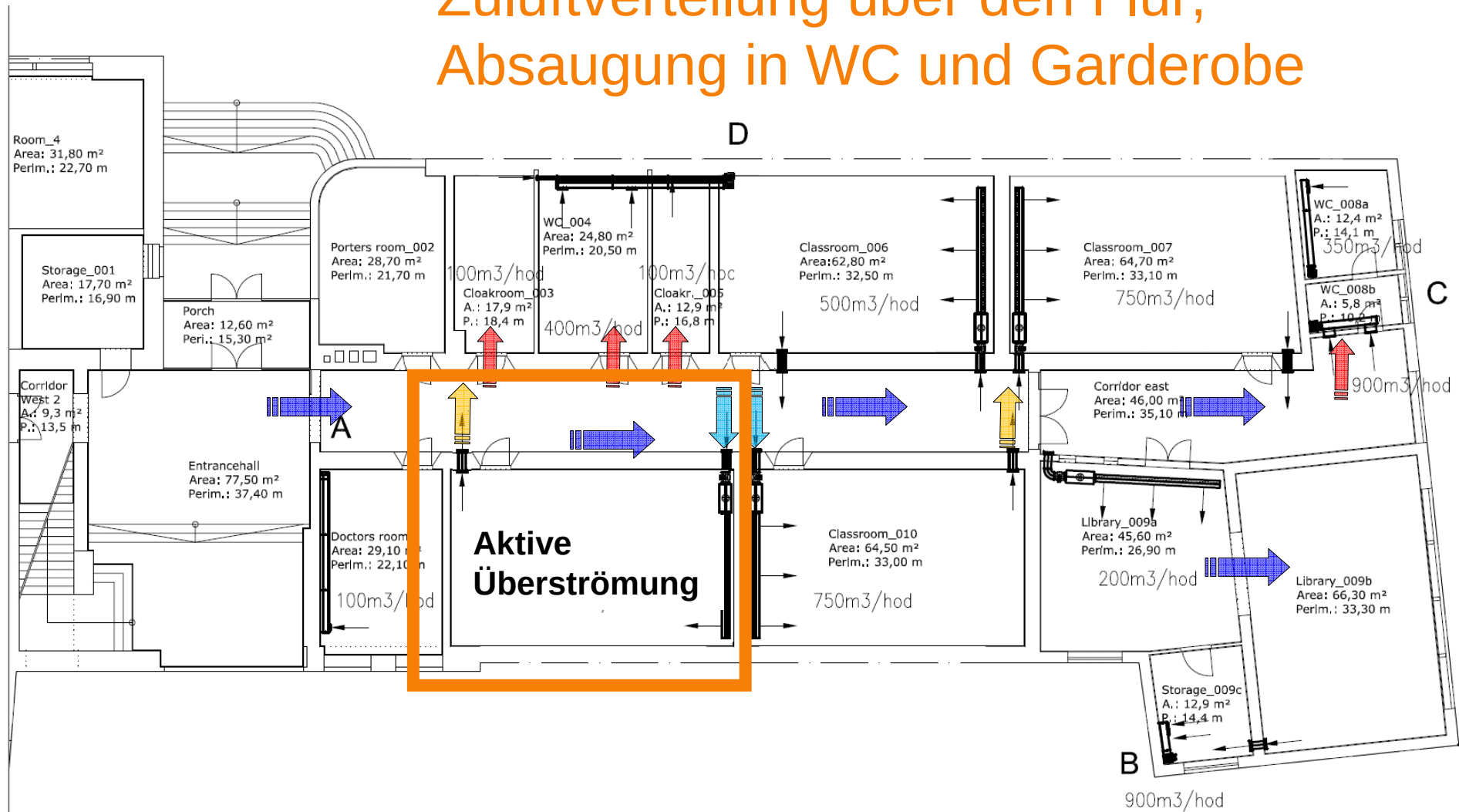




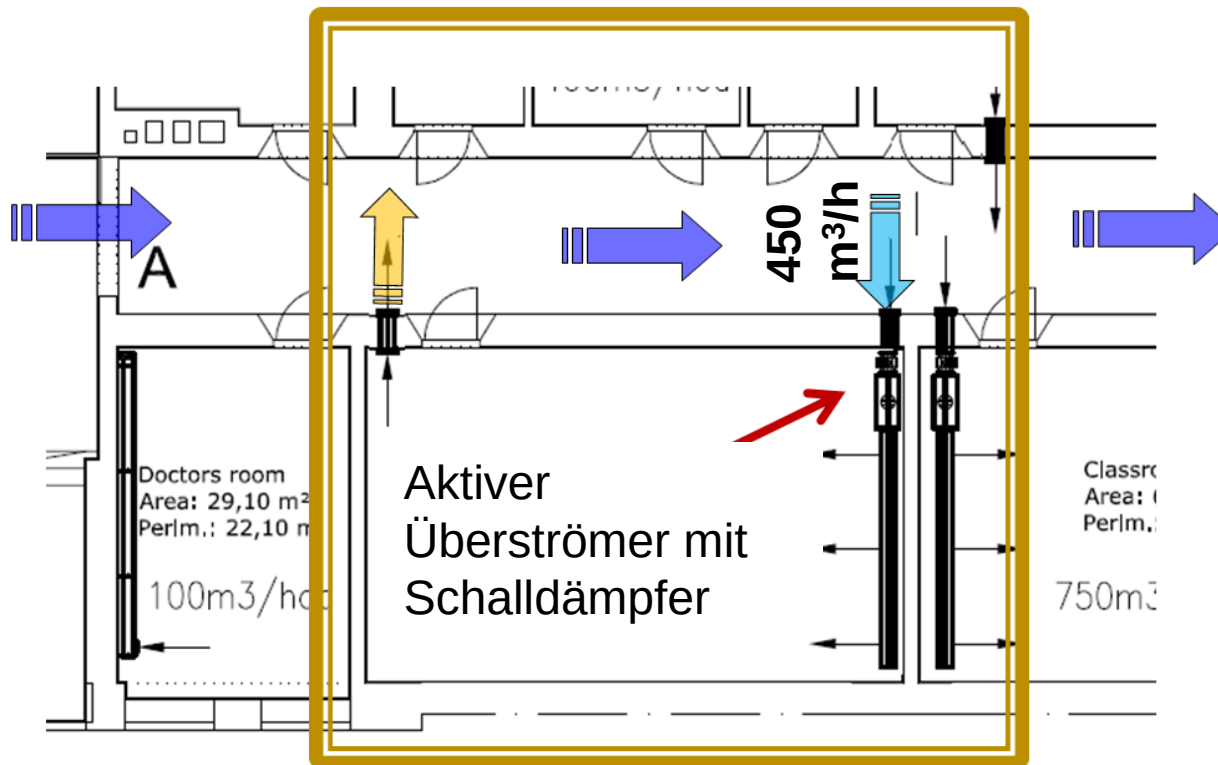
Zentralgerät und Abluftkanäle im Dachboden
Seperate Anlage für Küche und Werkräume im EG

Quelle: ATREA

Zuluftverteilung über den Flur, Absaugung in WC und Garderobe



Horizontale Zuluftverteilung über den Flur, aktive Überströmung in die Klassenzimmer





Aktive Überströmung für Klassenräume

Prototyp im Rahmen des EU-Projektes 3ENCULT (Projektleitung EURAC (IT) entwickelt (UIBK, AT) und gebaut (Fa. ATREA, CZ)





Kulissenschalldämpfer



Ventilatorbox

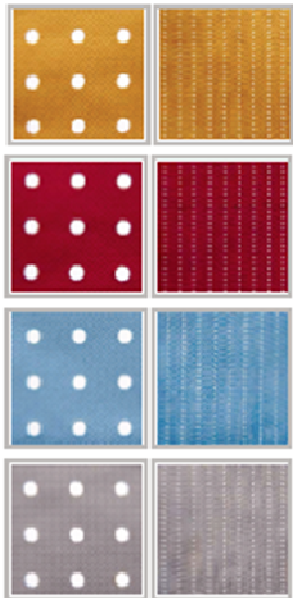


Montage der perforierten Textilschläuche





Strömungsvisualisierung (Fa. Prihoda, CZ)



Laser
perforation



Strömungsvisualisierung

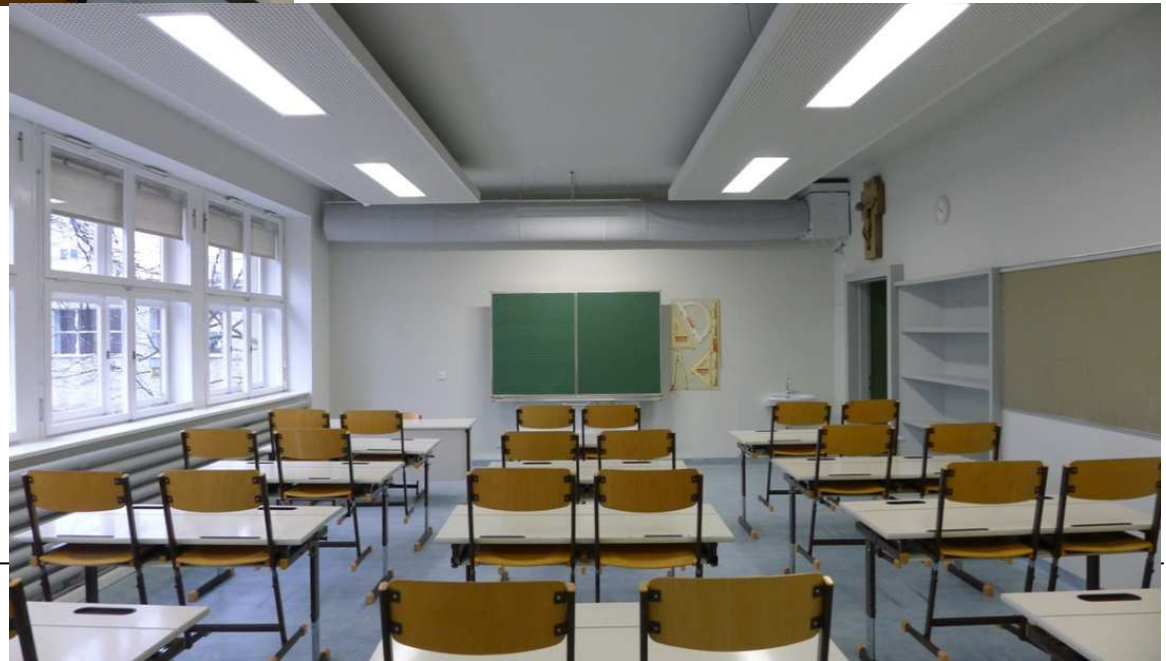


Messung der
Luftgeschwindigkeit mit
Anemometern

(Quelle: Prihoda, CZ)



Prototyp-Klassenräume NMS-Hötting





Schallabsorberplatte



**Kulissen-
schalldämpfer**



Passives Überströmelement



Auslass im Flur



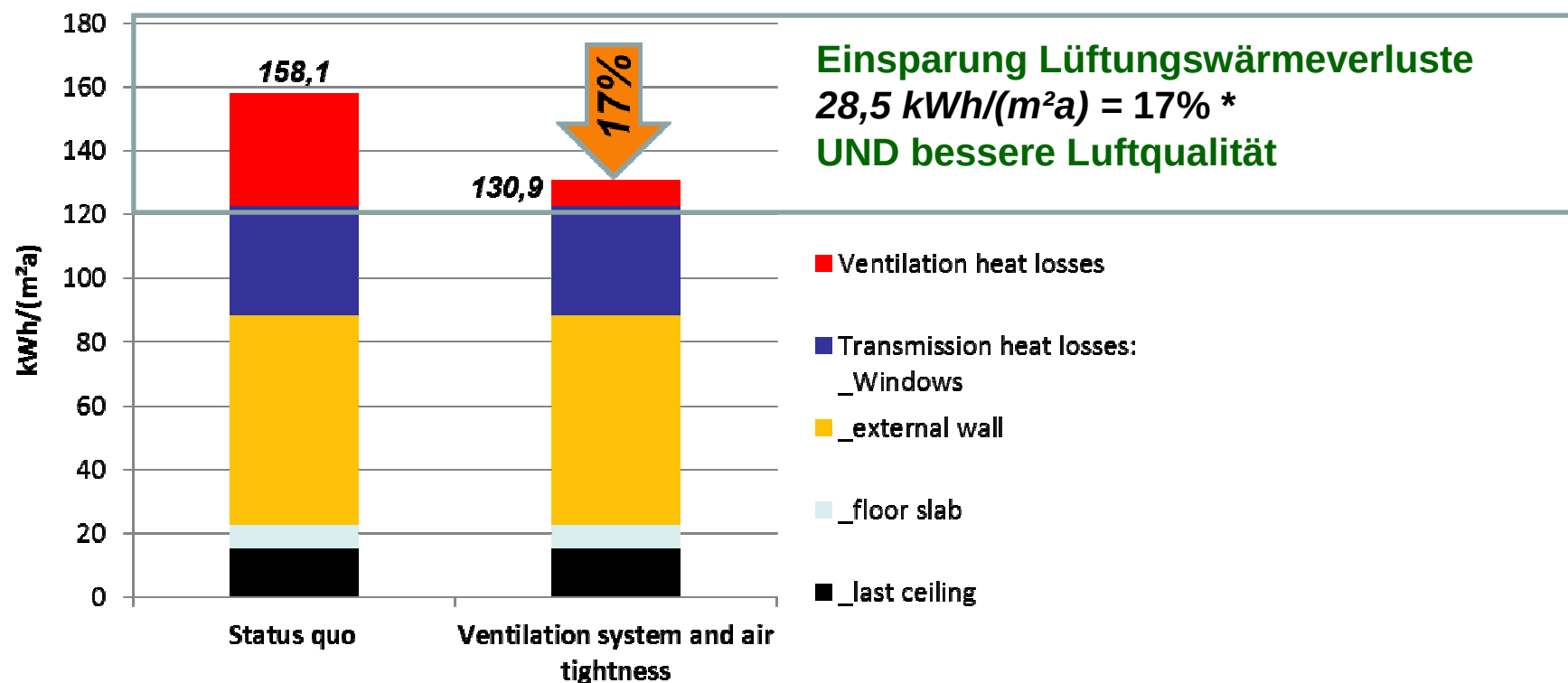
Einlass im Klassenraum

Auslegung der aktiven Überströmer

- 22 Klasse à 20 Schüler + 1 Lehrer
- Zuluft 15 000 m³/h mit WRG
- 450 - 700 m³/h pro Klassenraum

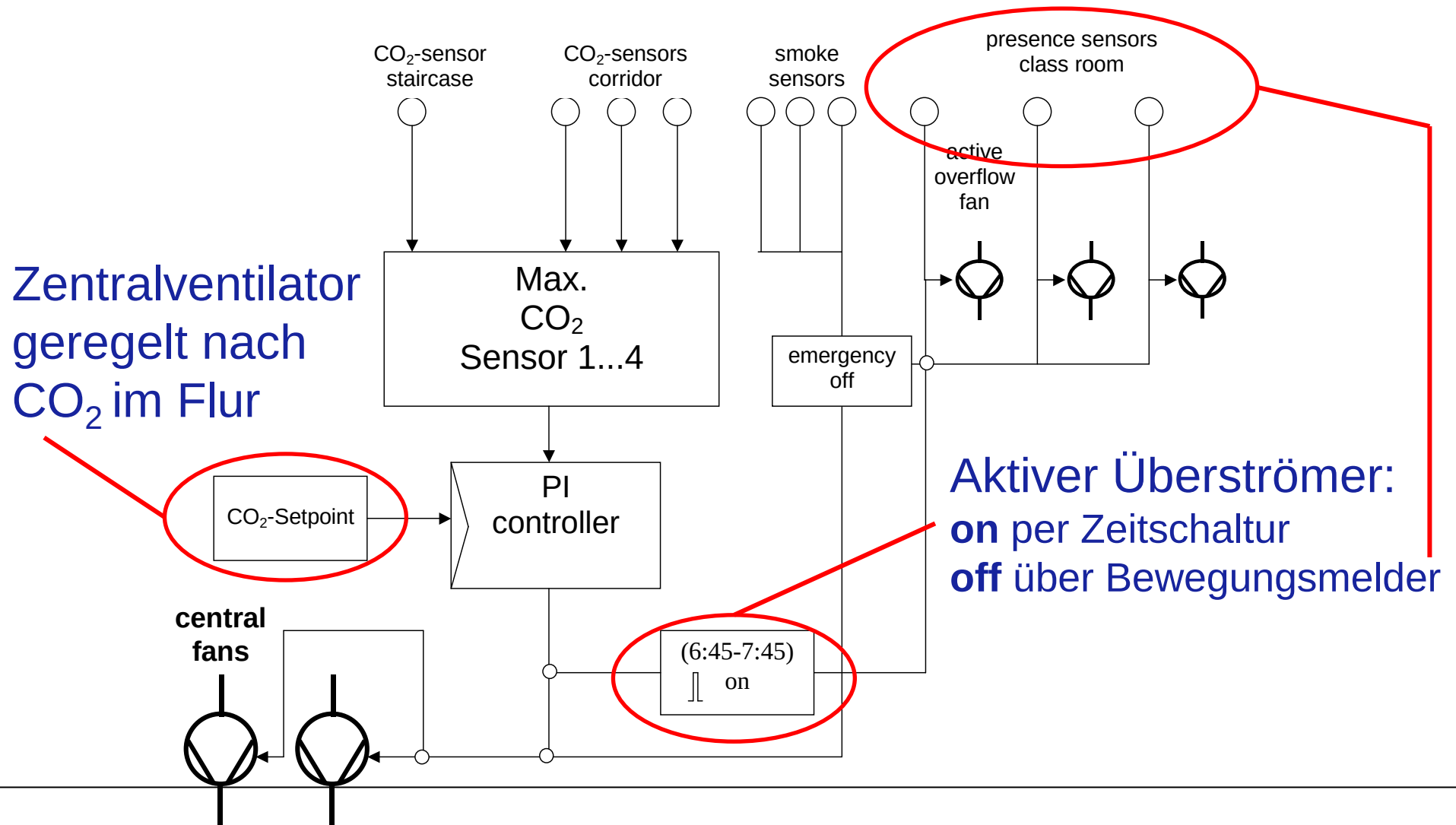


Einsparpotenzial durch Wärmerückgewinnung

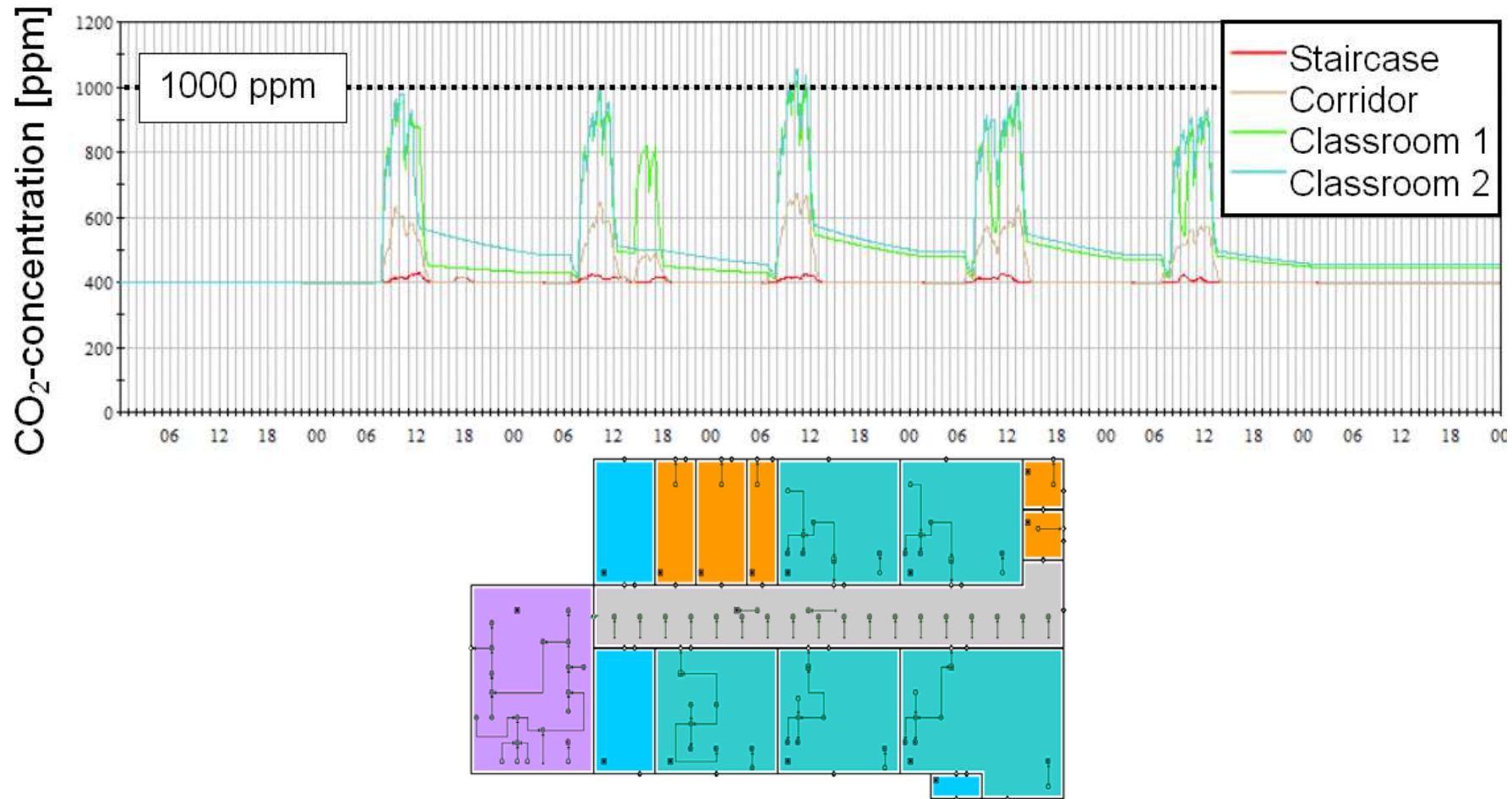


***nur in Kombination mit verbesserter
Luftdichtheit, sonst nur $6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$**

Steuerung und Regelung der Ventilatoren

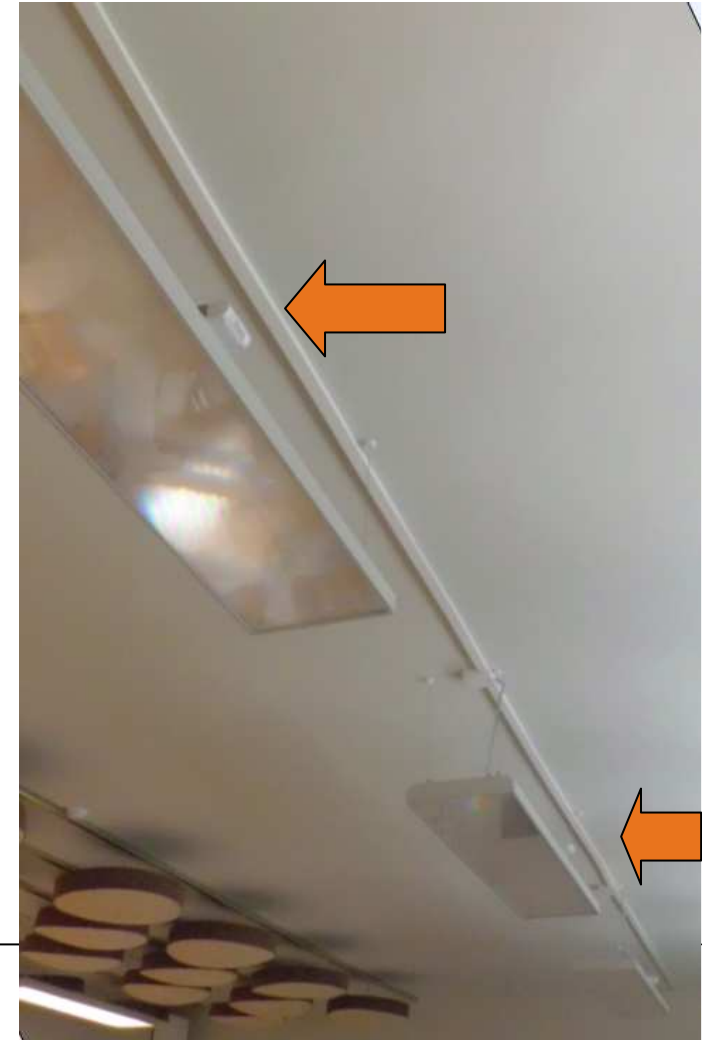
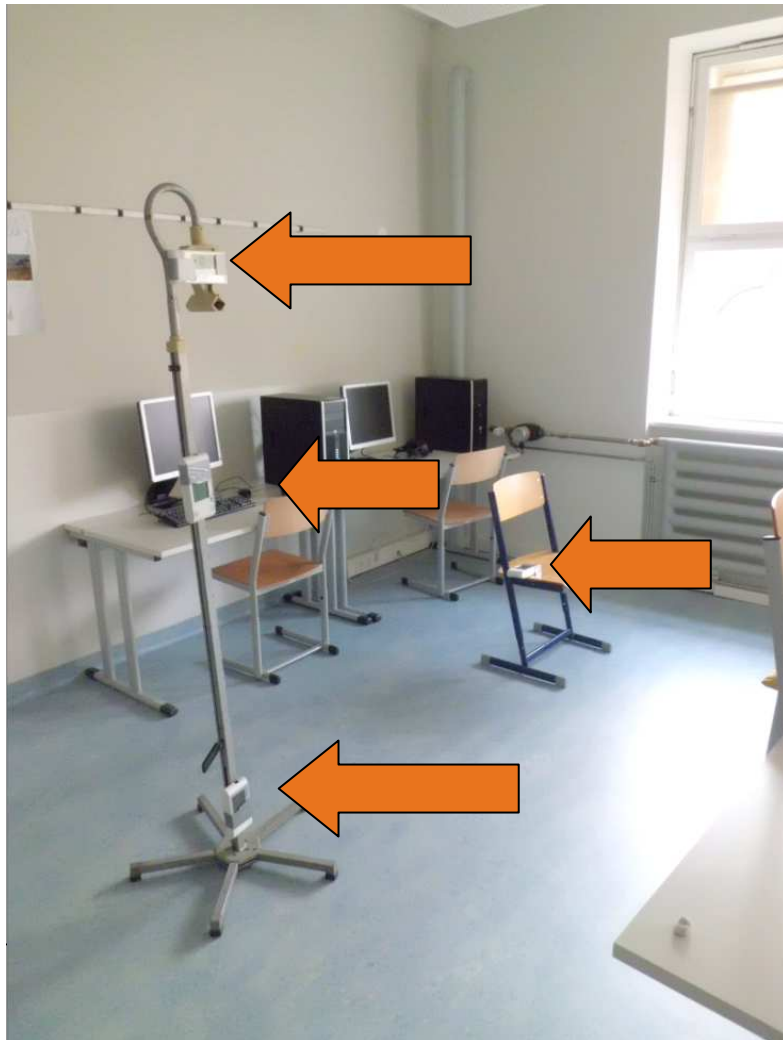


Dynamische Simulation der CO₂-Konzentration



Randbedingungen: Klassenbelegung a 20 SchülerInnen im Alter von 10 bis 14 Jahren jeweils ca. 5 h/d, Unterrichtsbeginn 7:45 a.m.; (CO₂-Quelle 12 l/h pro Schüler); CO₂-Konzentration der Außenluft 400 ppm; Volumenstrom der aktiven Überströmung 700 m³/h

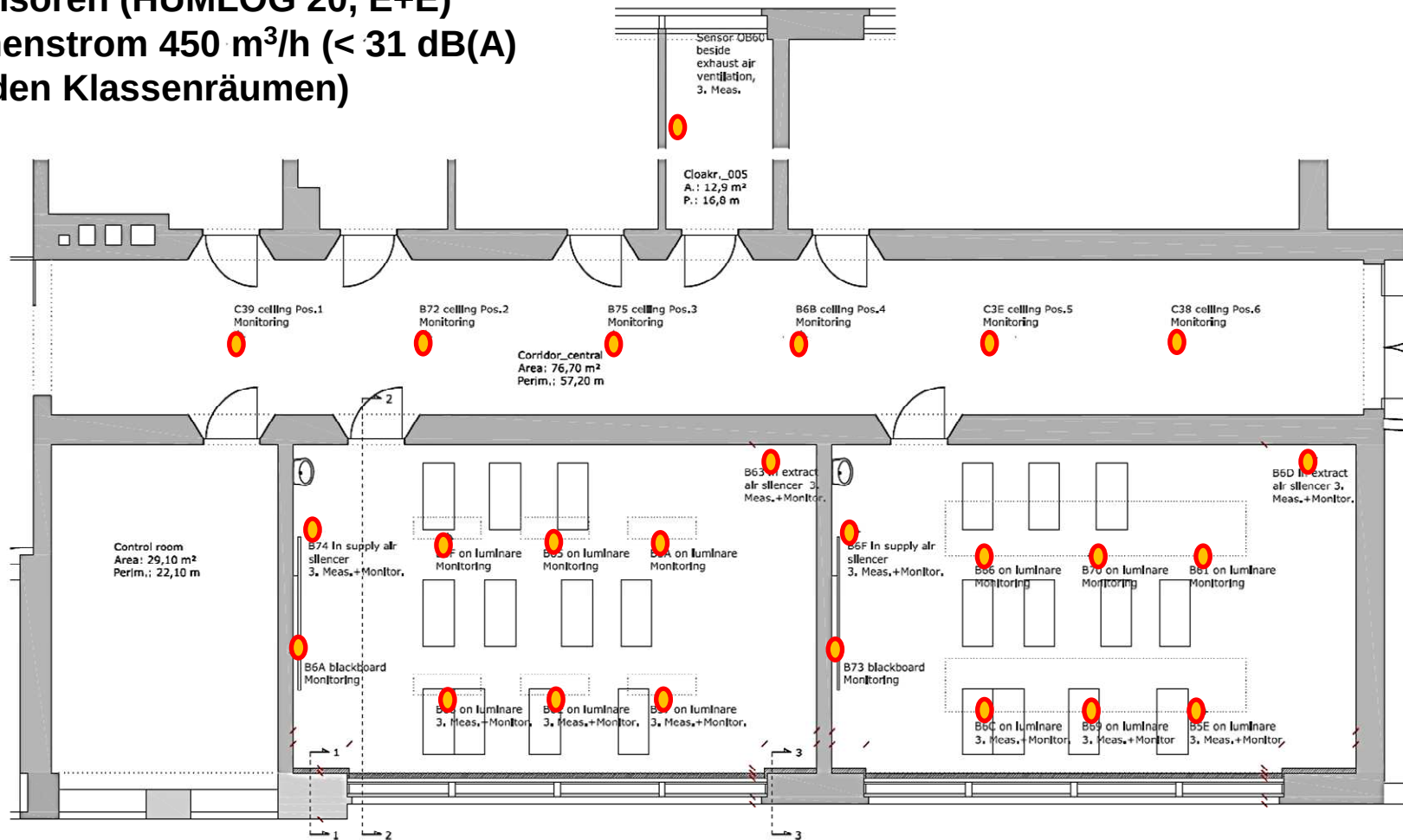
Messung der CO₂-Konzentration an verschiedenen Stellen und höhen in Klassenraum und Flur



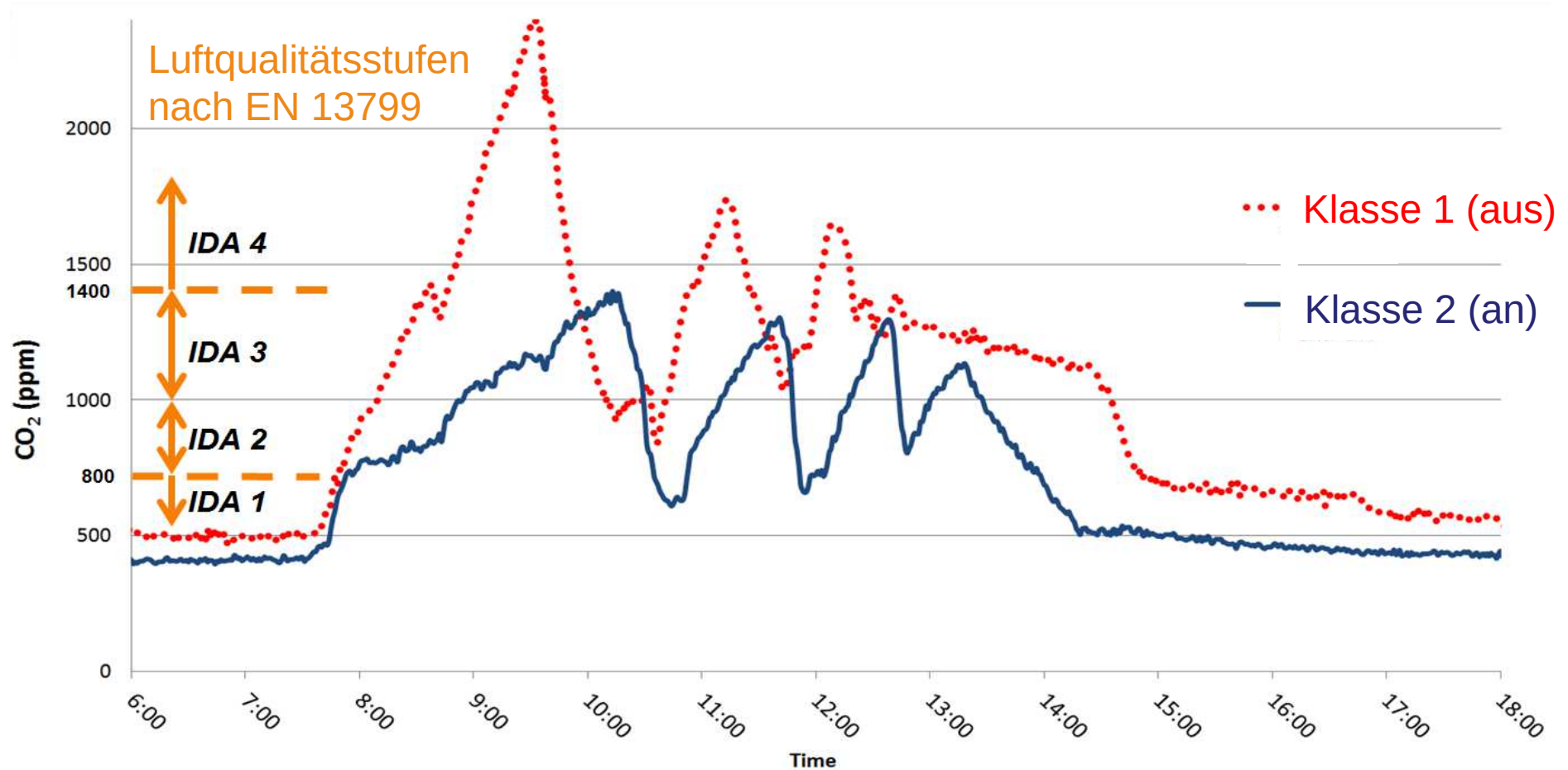


Messung der CO₂-Konzentration in Musterklassen u. Flur

**25 Sensoren (HUMLOG 20, E+E)
Volumenstrom 450 m³/h (< 31 dB(A)
in beiden Klassenräumen)**

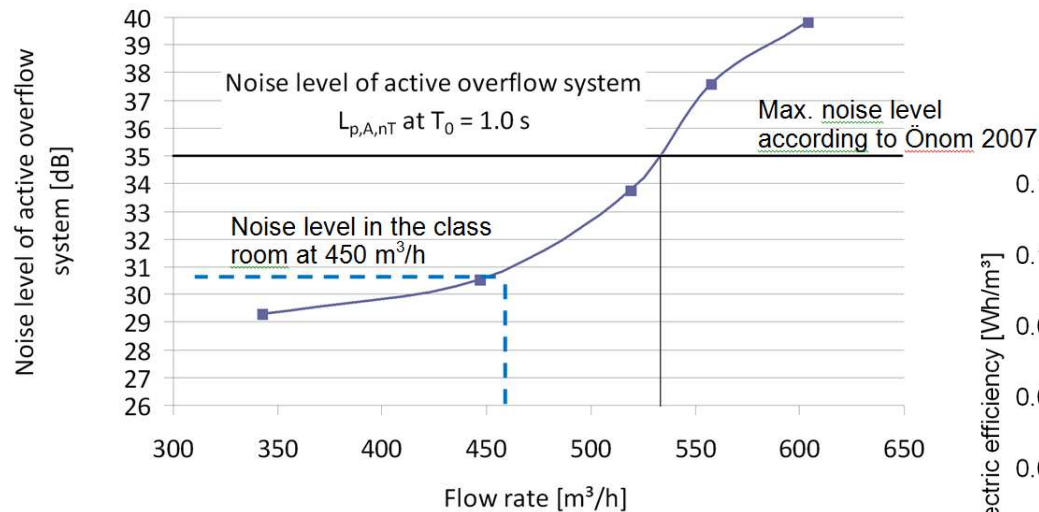


Vergleich CO₂ Klasse 1 (aus), Klasse 2 (450 m³/h)

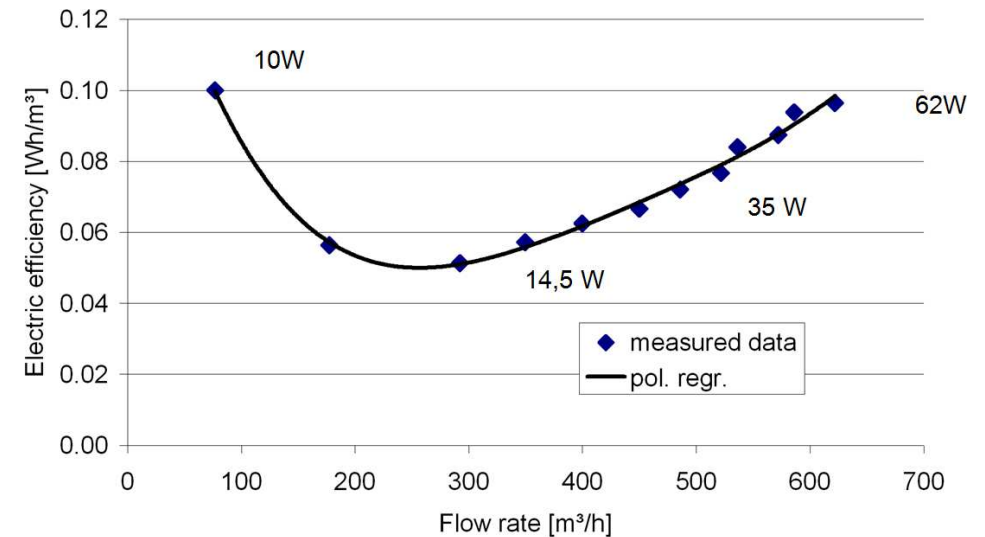


Luftqualität mit und ohne aktiver Überströmung

Schallmessung, Energieeffizienz und Raumluftqualität

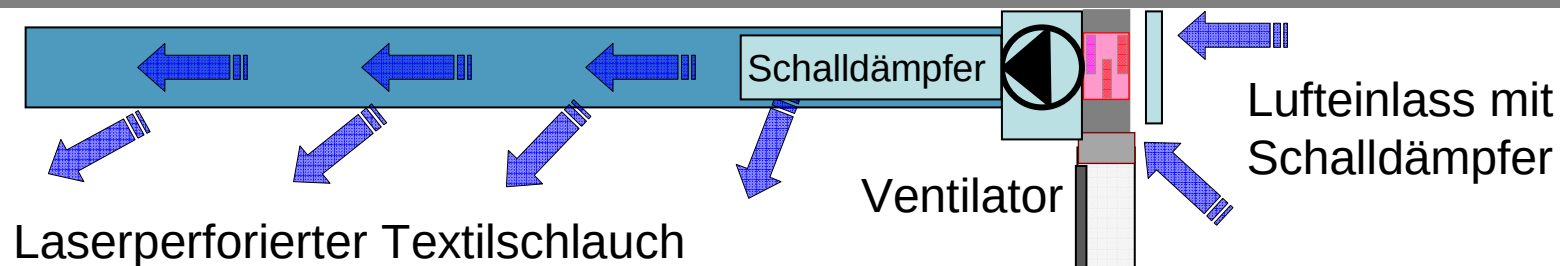


$$= \frac{CO_{2, EXH} - CO_{2, SUP}}{CO_{2, OCCUP} - CO_{2, SUP}}$$



	Contaminant Removal Effectiveness	Energy use [Wh/m³] (W)	Sound level [dB]	Mean value of CO ₂ concentration (standart deviation) in the occup. zone [PPM]	Average CO ₂ on the room supply	Max CO ₂ on the room exhaust
— Classroom 1 and 2 at the flow rate 450 m³/h	1,04 ±0,16	0,068 Wh/m³ (30W)	31 dB	889 (141)PPM	472 PPM	1192

Zulässige Anlagengeräuschpegel und mindesterforderliche Luftschalldämmung nach Schulbaurichtlinie (Önorm B8115-2)



Anlagengeräuschpegel in Klassenräumen

$L_{p,A,nT}$ max 35 dB

Klassenraum

Önorm B 8115-2
(Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Klasse und Flur).
 R_w 38 dB. R_w Tür min 28 dB

Flur

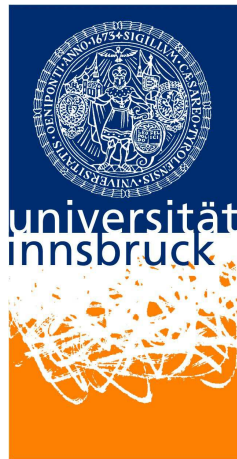
Zusammenfassung



- Verbesserung der Raumluftqualität von IDA 4 auf IDA 2 bis IDA 3
- Hohe Stromeffizienz ($0,09 \text{ Wh/m}^3$) = 31W (at $450 \text{ m}^3/\text{h}$)
(Passivhaus-Grenzwert 0.45 Wh/m^3)
Summe aus aktiven Überströmern plus Zentralventilatoren < Standardsystem
- *Zugfreie Lufteinbringung mit perforierten Textilschläuchen wenn Strömungsrichtung an die Decke*
- *Mittlere CO_2 –Konzentration im Klassenzimmer 889ppm (400 ppm außen)*
- *Zentralventilator nach CO_2 im Flur geregelt, Überström-Ventilatoren nach Zeitschaltuhr und Bewegungsmelder*



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



assoz. Prof. Dr.-Ing. **Rainer Pfluger**

Rainer.pfluger@uibk.ac.at

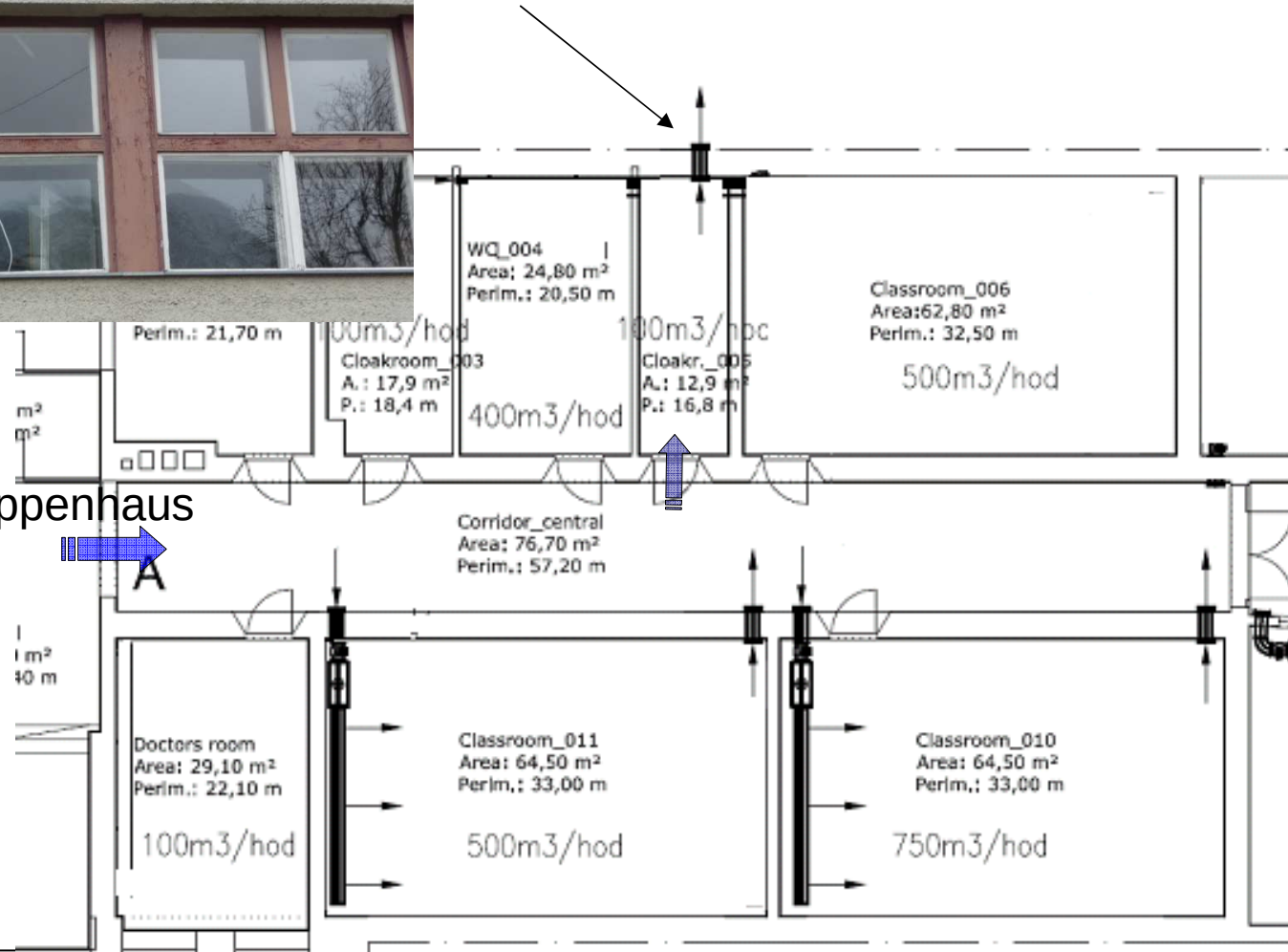
www.3encult.eu/en/deliverables

Testbetrieb mit Fortluftventilator im Garderobenraum



Fortluftventilator für Test

Zuluft vom Treppenhaus

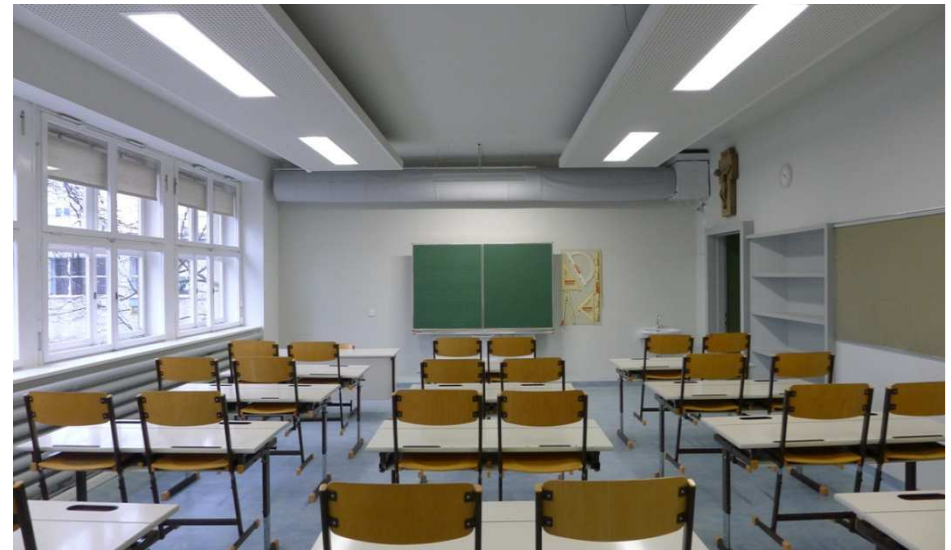


Finished Prototype classrooms and its differences



Classroom 1:

- Daylight redirection
- Double glazing at inner layer of box-type windows + airtightness
- Daylight depending artificial light (LED, colour temp. adapt.)
- Internal insulation: PU-boards with capillary active wicks
- Organic fibre elements as sound absorber



Classroom 2:

- Artificial light by fluorescent lamp
- Light integrated in sound absorber
- repainted box-type windows
- internal insulation: cellulose fibre with loam boards
- perforated gypsum plaster board as sound absorber