

# Vereinfachte Lüftungssysteme für den Wohnungsbau Untersuchungen in der roteg Forschungswohnung

*15. IGE Planerseminar  
20. März 2019  
Hochschule Luzern*

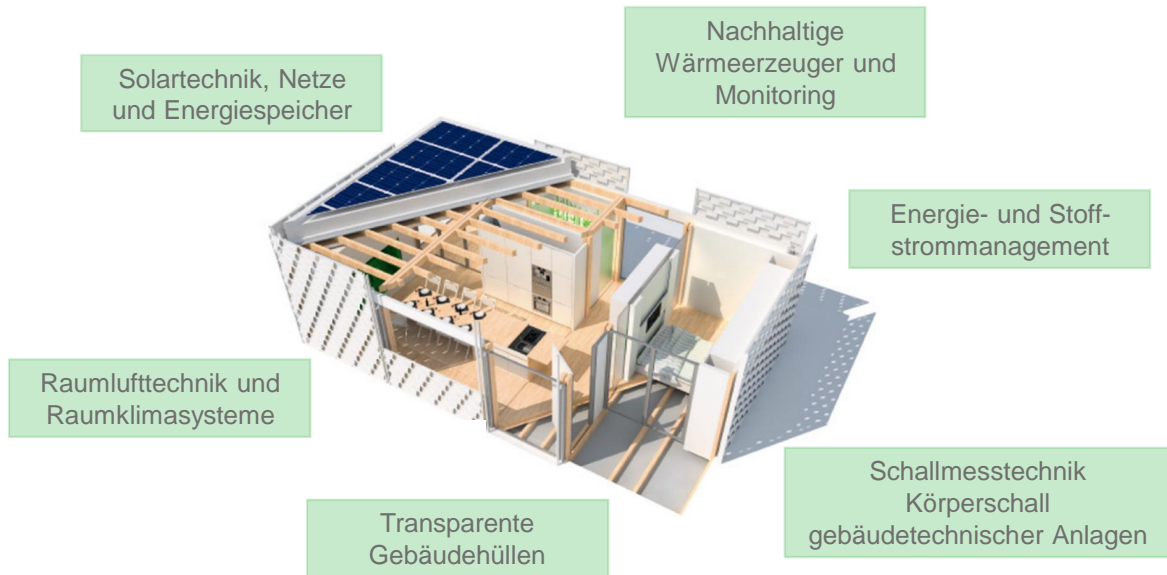
**Thomas Strobl, Markus Wirnsberger, Harald Krause**

Technische Hochschule Rosenheim

## Inhalt

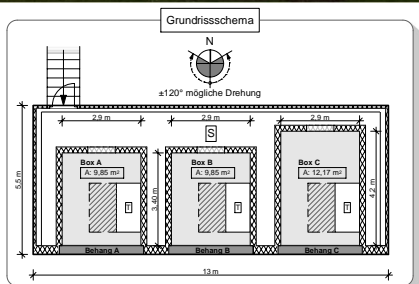
- § Vorstellung Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude – roteg
- § Stand der Technik: wohnungszentrales Lüftungssystem
- § Kostengünstige Lösung mit aktiven Überströmern
- § Raumweise Lösung mit Pendellüftern
- § Ausblick - Zukunft Bau Projekt: Einfache, kombinierte Lüftungssysteme für den mehrgeschossigen Wohnungsbau

## Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude



[www.fh-rosenheim.de/roteg.html](http://www.fh-rosenheim.de/roteg.html)

## Labor für nachhaltige Wärmeerzeugung und energetisches Monitoring



### Projekt Insitu Nachweis

Im IEA Annex 71 "Building energy performance assessment based on in-situ measurements"

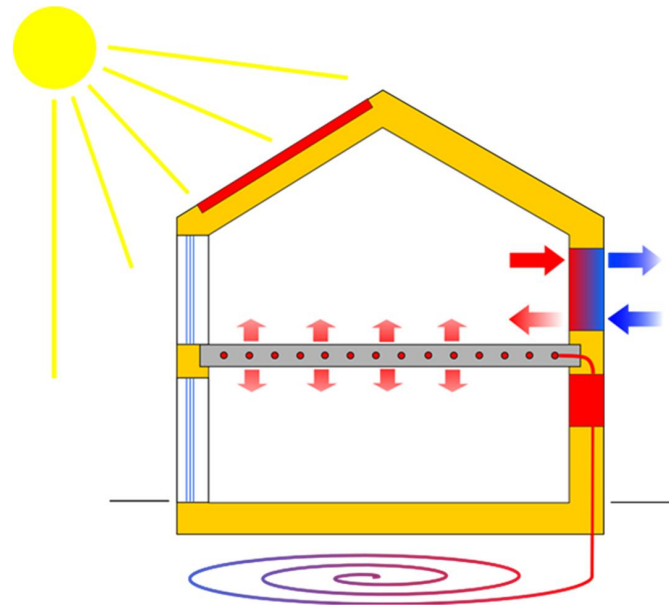
Gefördert durch das BMWi mit 541.000 €

### Forschungsziele:

- § Analyse von Nutzer- und Anlagenverhalten mit KI-Methoden (Random Forest)
- § Detektion von Anlagenfehlern mit kostengünstigen Monitoring Konzepten
- § Welche Sensoren haben hohe Aussagekraft
- § Untersuchungen auf Raumebene im Rolabs

## Promotionsprojekt: Ferdinand Sigg „Energiespeicher Gebäude“

- § Nutzung der Gebäudemasse von Gebäuden für die thermische Energieversorgung des Gebäudes.
- § Simulation mit IDA ICE
- § Wärmepumpe ‚in the loop‘ Prüfstand  
Prüfstand simuliert Wärmeabnahme durch reales Gebäude
- § Veröffentlichungen
  - Passivhaustagung 2017
  - Building Simulation 2019, Rom
  - TUM Applied Technology Forum

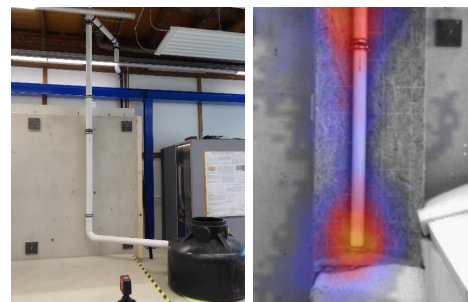


## Prüfstand Körperschall gebäudetechnischer Anlagen

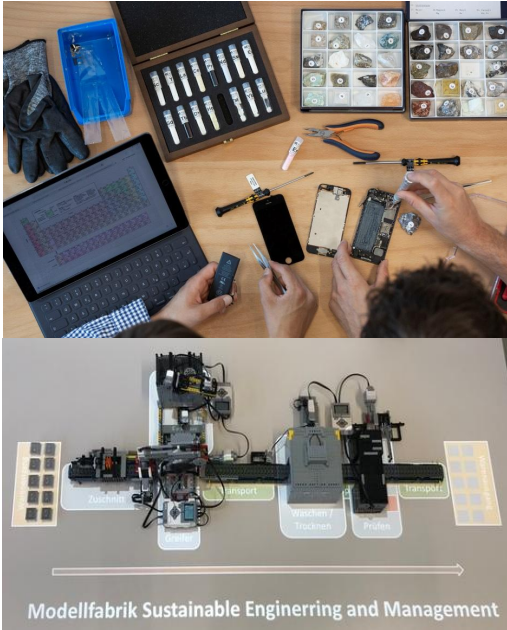
Untersuchung der Körperschalleistung von gebäudetechnischen Anlagen (Lüftungsgeräte, Wärmepumpen, Installationen, Rollläden etc.)

- als Grundlage für eine Schallschutzprognose
- zur Produktoptimierung

- § Montage der Anlage auf der (Körperschall-) Empfangsplatte (EN 15657:2017)
- § Bestimmung des Verlustfaktors sowie der kinetischen Energie der Platte aus den Schwinggeschwindigkeiten zur Bestimmung der Körperschalleistung (Leistungsbilanz)
- § Messausrüstung: Vielkanalmessgerät mit Kraft- und Beschleunigungssensoren, Schallintensitätssonde, akustische Kamera



# Labor für Energie- und Stoffstrommanagement (roteg) Ressourceneffizienz durch digitale Transformation der Produktion.



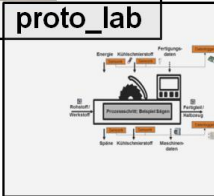
## Wert- und Stoffstromanalyse 4.0

- Transfer in die Lehre
- Anwendung und Umsetzung in der Praxis mit Industriepartnern

**Lernfabrik**

### Wert- und Stoffstromanalyse

- Simulation einer Serienprozessumgebung
- Bilanzierung von Prozessen, Umgang mit Sensorik und Vernetzung
- Datenerfassung und Analytik



**BECKHOFF**

**proto\_lab**  
production tomorrow laboratory

### Cyber-physisches Stoffstrommodell (→ Digitaler Zwilling)

- Holztechnische Fertigungsprozesse: → Losgröße 1
- Parametrisierung der Prozesse

**Industriepartner**

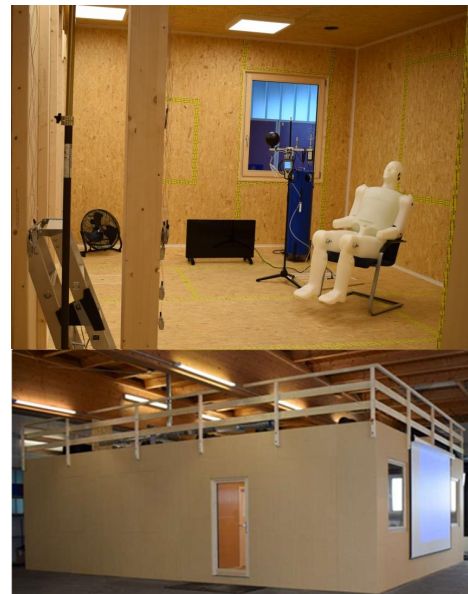
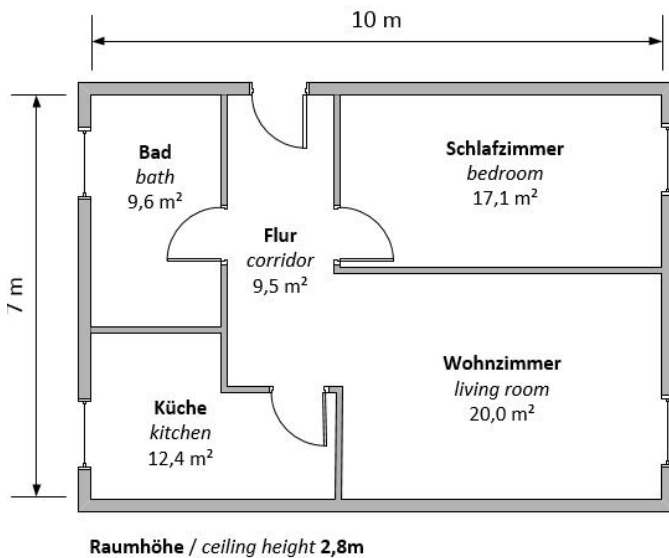
**Rosenberger**

**ODU**  
A PERFECT ALLIANCE.

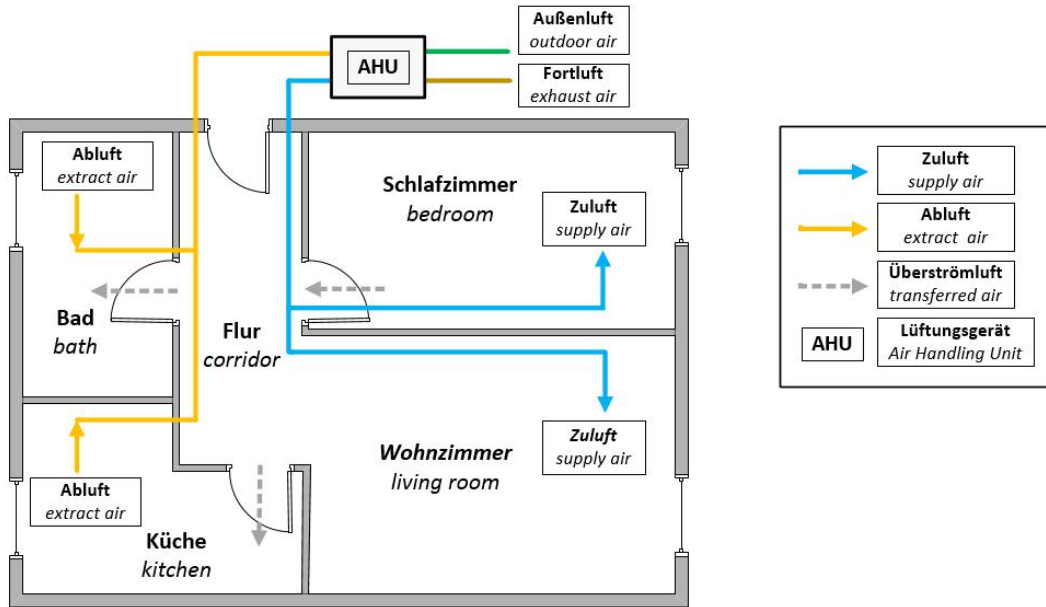
### Forschungsprojekt ReFer

- Serienfertigung von Steckerverbindungen (Kunststoff-Fertigung, Metallver-/bearbeitung)
- Digitale Transformation der Produktion und Ressourceneffizienz

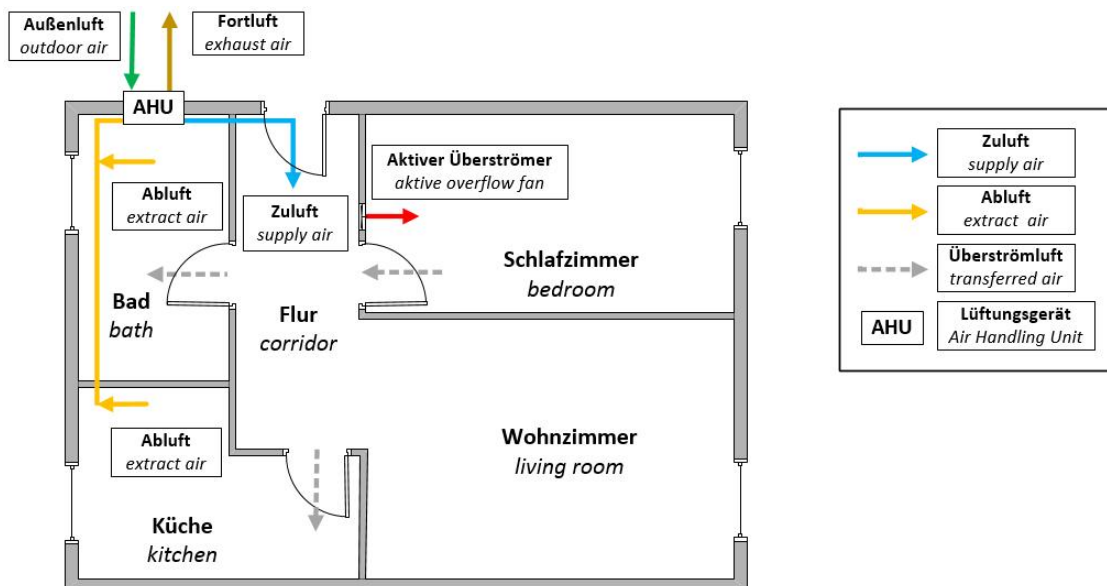
## Forschungswohnung



## Stand der Technik – Kaskadenlüftung



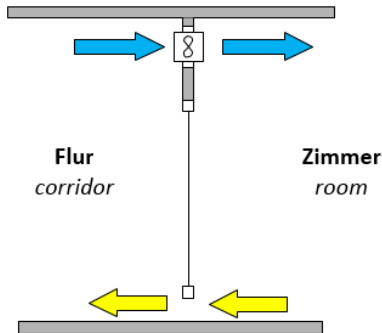
## Kostengünstige Lösung mit aktivem Überströmer





## Erweiterte Kaskadenlüftung mit aktiven Überströmern

**Aktiver Überströmer in einer Tür oder Wand**  
*active overflow fan in a door or wall*



**Rückströmung der Luft über einen passiven Überströmer z.B. Türspalt**  
*backflow of the air through a passive overflow element e.g. door gap*

Bisherige Arbeiten (Auszug):

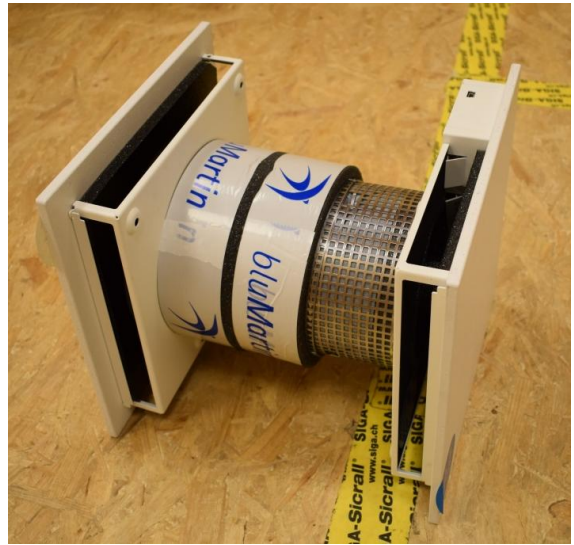
- B. Kegel, Erich Keller AG, Kontrolliertes Lüftungssystem für eine Gebäude mittels eines Türelements, Schweiz: Patent EP2450520 A3, 2010
- Stadt Zürich, Produktwettbewerb - Aktive Überströmer, Zürich: Amt für Hochbauten, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik, 2011
- E. Sibille et al., „low\_vent.com, Konzepte für die „low-tech“ Komfortlüftung in großvolumigen Wohngebäuden und deren Nutzungskomfort,“ Österreichische Forschungsgesellschaft FFG, Gleisdorf, 2015
- Sibille, R. Pfluger, „Anwendung aktiver Überströmer für die Verteilung der Zuluft in Wohnungen,“ in *Passivhaus Institut*, Innsbruck, 2015.

## Untersuchte Parameter

- § Überströmer: Fördervolumenstrom und Einblasrichtung
- § Zentrale Zuluft: Volumenstrom und Position
- § CO<sub>2</sub>-Vorbelastung der Wohnung

## Verwendeter aktiver Überströmer

- § Abmessung 25x25 cm
- § Volumenstrom max. 70 m<sup>3</sup>/h
- § Bei 50 m<sup>3</sup>/h
  - Leistungsaufnahme 1,4 W
  - Schalldruckpegel 25 dB(A)
- § Regelung nach
  - Temperatur / Feuchte / CO<sub>2</sub> (VOC)

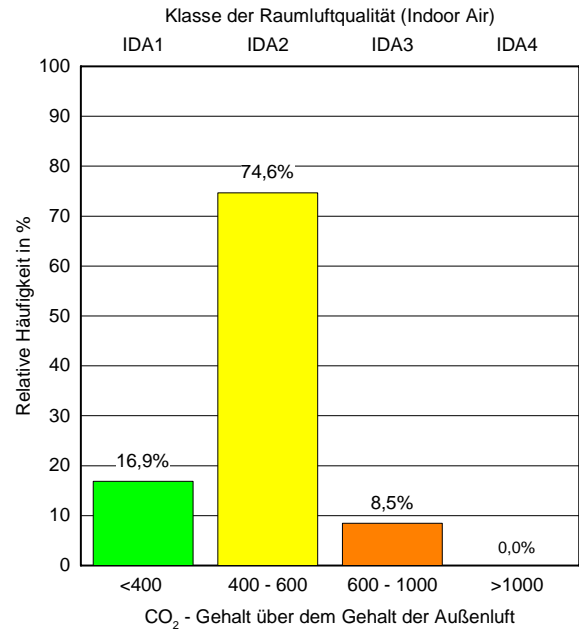
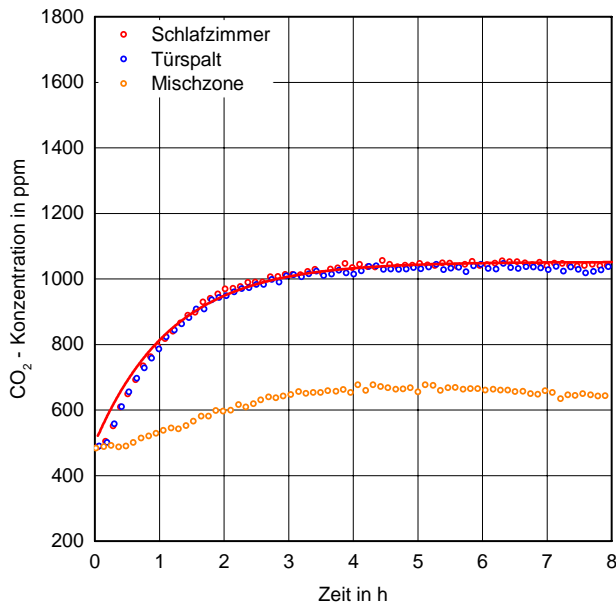


In der Untersuchung verwendeter Überströmer der Firma bluMartin

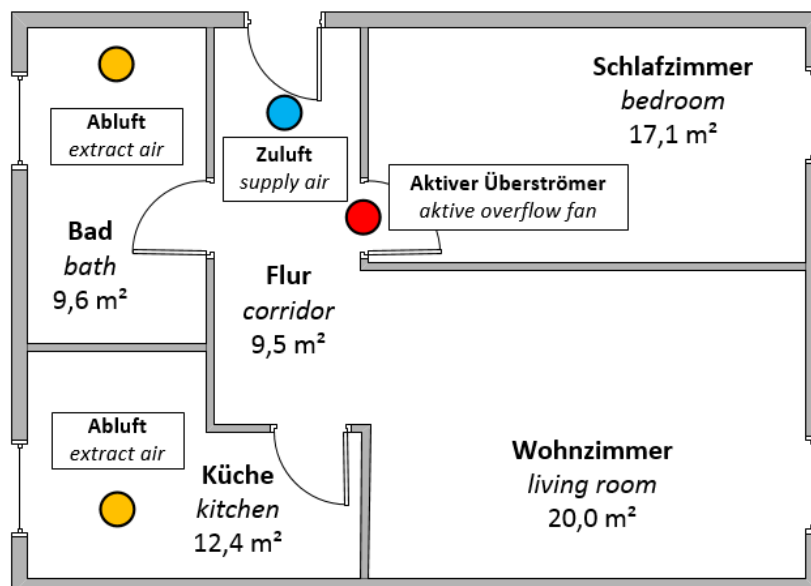
## Randbedingungen

- § Zwei schlafende Erwachsene im Schlafzimmer --> Betrachtungszeitraum 8 h
- § Luftgüteklasse für Wohnbau: IDA 3 oder besser (DIN EN 13779)  
CO<sub>2</sub> – Gehalt max. 1000 ppm über der Außenluftkonzentration
- § Referenz-Lüftungskonzept nach DIN 1946-6
  - Zuluftvolumenströme
    - Schlafzimmer 40 m<sup>3</sup>/h
    - Wohnzimmer 60 m<sup>3</sup>/h

## CO<sub>2</sub>-Konzentrationsverlauf - Referenzfall



## Untersuchtes Lüftungskonzept





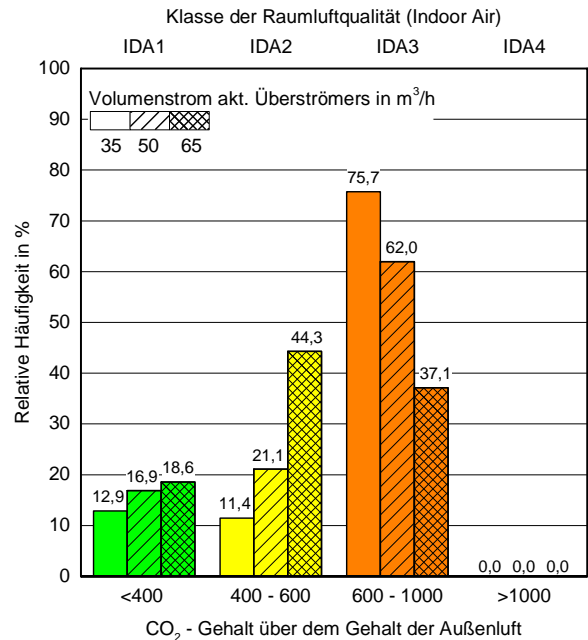
## Einfluss des Überströmer-Volumenstromes auf die Luftqualität

### Aktiver Überströmer

- § Förderrichtung Flur -> Schlafzimmer
- § Variiert wird der Volumenstrom  
35/50/65 m<sup>3</sup>/h

### Zentrale Zuluft

- § Volumenstrom konstant 100 m<sup>3</sup>/h



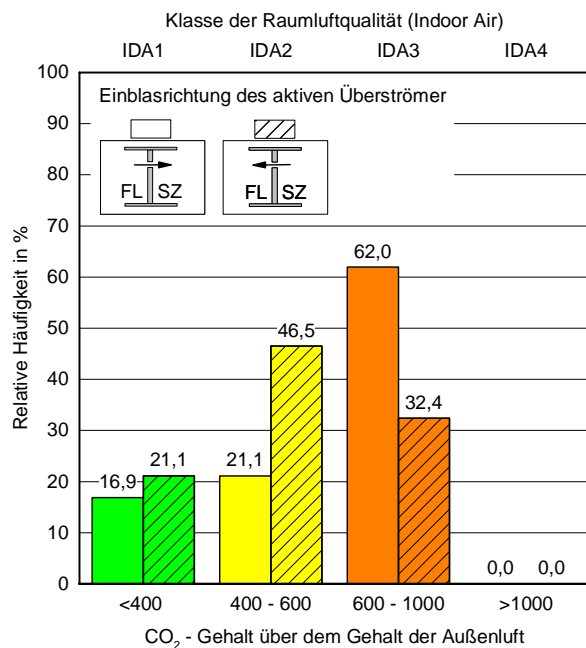
## Einfluss der Förderrichtung des Überströmers auf die Luftqualität

### Aktiver Überströmer

- § Volumenstrom 50 m<sup>3</sup>/h

### Zentrale Zuluft

- § Volumenstrom 100 m<sup>3</sup>/h



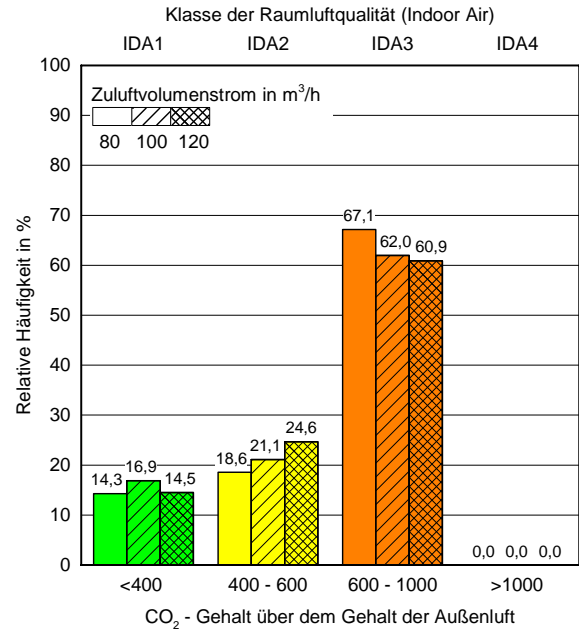
## Einfluss des Zuluftvolumenstroms auf die Luftqualität

### Aktiver Überströmer

- § Volumenstrom 50 m<sup>3</sup>/h
- § Förderrichtung Flur -> Schlafzimmer

### Zentrale Zuluft

- § Variiert wird Volumenstrom 80/100/120 m<sup>3</sup>/h



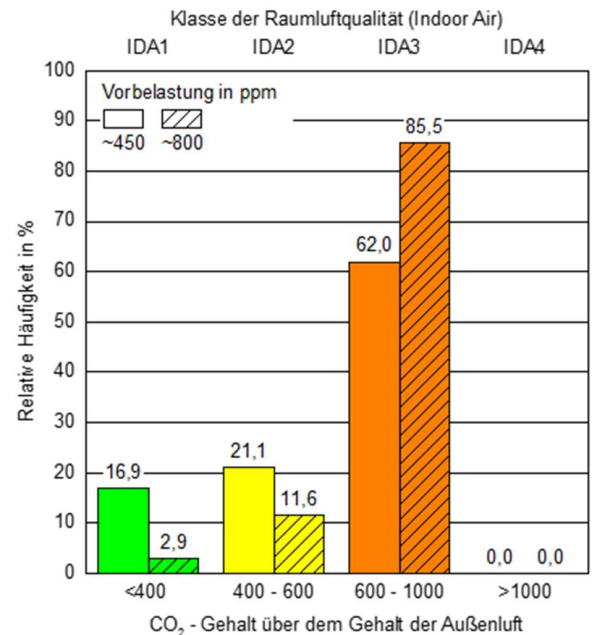
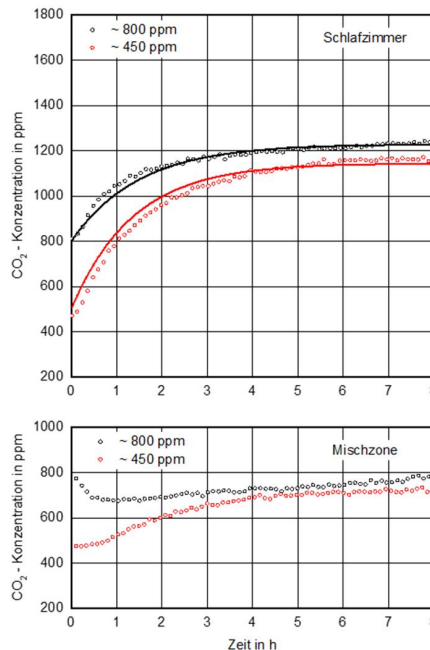
## Einfluss der Vorbelastung auf die Luftqualität

### Aktiver Überströmer

- § 50 m<sup>3</sup>/h

### Zentrale Zuluft

- § 100 m<sup>3</sup>/h
- § Vorbelastung 800ppm CO<sub>2</sub> ganze Wohnung



## Aktive Überströmer – Vor- & Nachteile

### Vorteile

- § Besonders geeignet für Sanierungen
- § Geringere Leitungslängen, dadurch geringere Kosten für:
  - Reinigung
  - Druckverlust
  - Investitionskosten
- § Einzelraumregelung einfach implementierbar

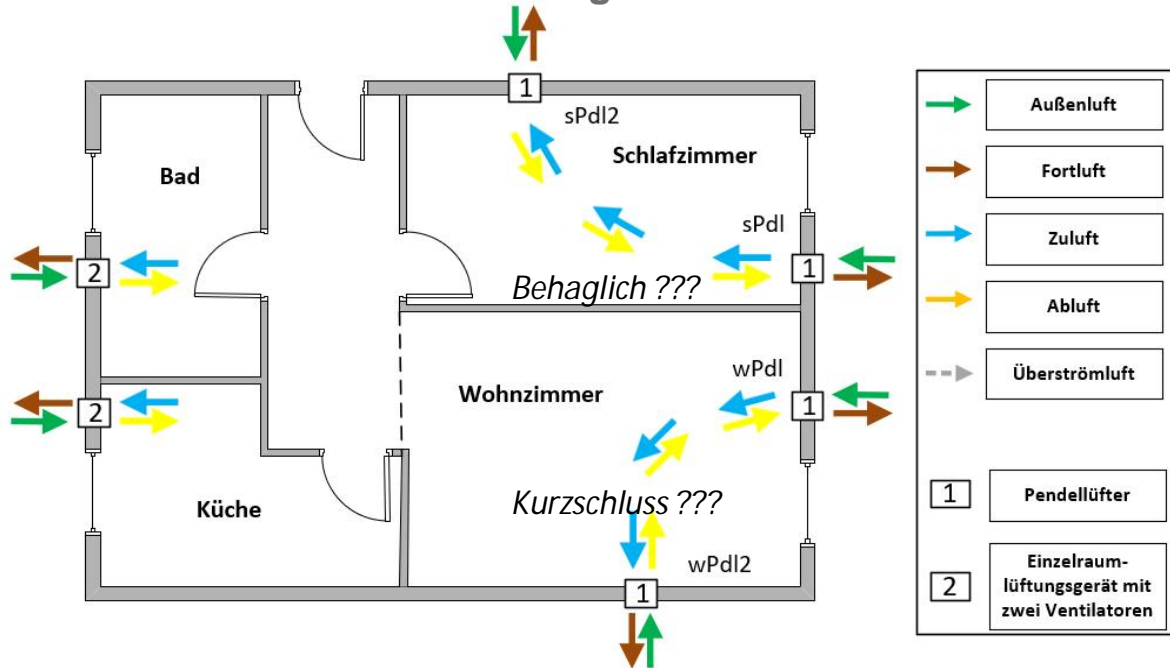
### Nachteile

- § Geräuschquelle direkt im Raum, ggf. reduzierte Schalldämmung zum Flur
- § Zusätzliche Kosten für Lüfterbetrieb
- § Einsparung abhängig vom Volumenstrom des aktiven Überströmers (s. E. Sibille und R. Pfluger, 2015)

## Fazit

- § IDA 3 wird bereits mit Volumenströmen von 35 m<sup>3</sup>/h am aktiven Überströmer eingehalten.
- § Auch bei einer Reduktion des zentralen Zuluftvolumenstroms um 20% gegenüber dem Referenzfall wird IDA 3 eingehalten.
- § Sind insbesondere im Sanierungsfall Leitungen schwer unterzubringen, stellt die zentrale Zuluft einbringung in Kombination mit aktiven Überströmern eine Lösung dar.
- § Geplante weitere Untersuchungen
  - Übertragung auf andere Wohnungstypen
  - Einzelraumgeräte mit Zweitraumanschlüssen und aktiven Überströmern, Vgl. mit zentraler Zuluft einbringung
  - Kombinierte Lüftungssysteme (Zukunft Bau Projekt)
  - Bedarfsgerechte Regelstrategien

## Raumweise Lösung mit Pendellüftern



## Verwendete Pendellüfter

In der Untersuchung verwendeter  
Pendellüfter PP-60 der Firma Maico

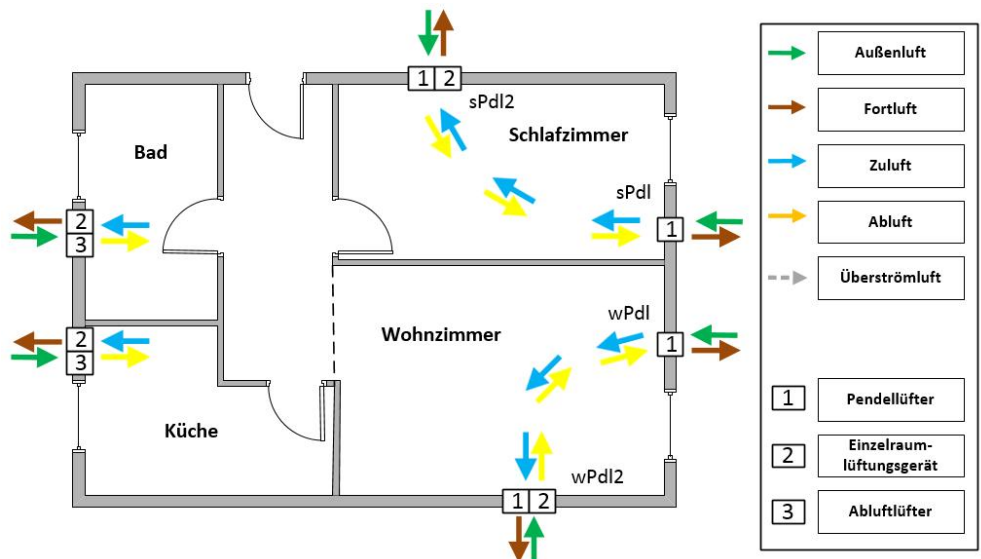


Bildquelle: Maico

- § Bohrungsdurchmesser 220 mm
- § Volumenstrom max. 50 m<sup>3</sup>/h
- § Bei 50 m<sup>3</sup>/h:
  - § Leistungsaufnahme 4,8 W
  - § Schalldruckpegel 35 dB(A)

## Was wurde untersucht - Randbedingungen?

- § Anzahl Pendellüfter
- § Einfluss der Art der Lüftungsgeräte
- § Periodendauer (50 s – 90 s)
- § Außentemperatur ( 0 °C – 30 °C)

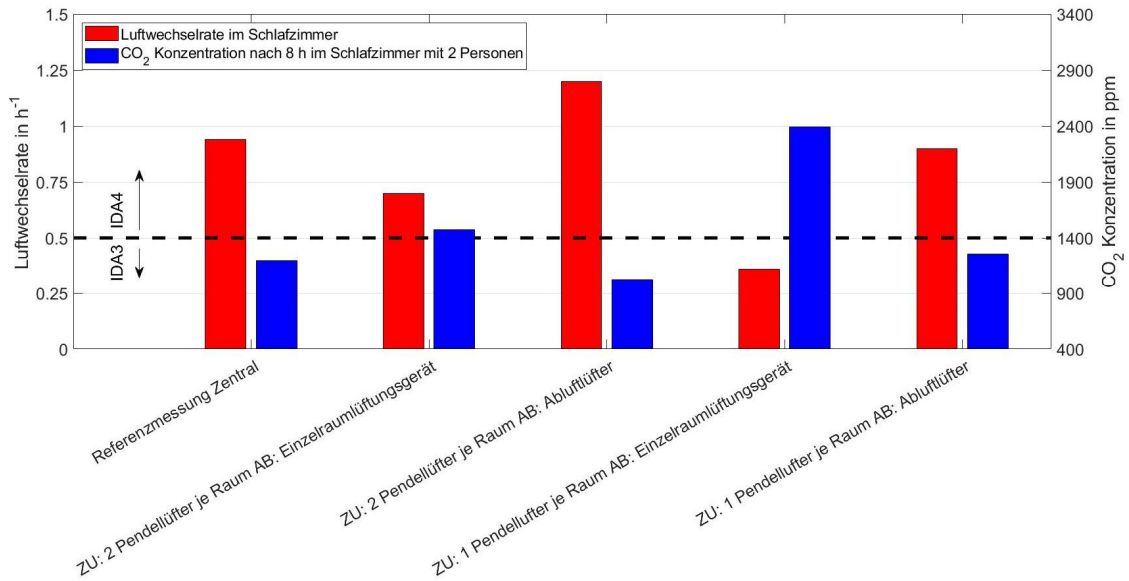


## Randbedingungen

- § Zwei schlafende Erwachsene im Schlafzimmer --> Betrachtungszeitraum 8 h
- § Luftgüteklasse für Wohnbau: IDA 3 oder besser (DIN EN 13779)  
CO<sub>2</sub> – Gehalt max. 1000 ppm über der Außenluftkonzentration
- § Referenz-Lüftungskonzept nach DIN 1946-6
  - Zuluftvolumenströme
    - Schlafzimmer 40 m<sup>3</sup>/h
    - Wohnzimmer 60 m<sup>3</sup>/h
- § Pendellüfter
  - Soweit möglich: Betriebsvolumenstrom wie Referenz



## Luftwechselraten und resultierende CO<sub>2</sub>-Konzentrationen

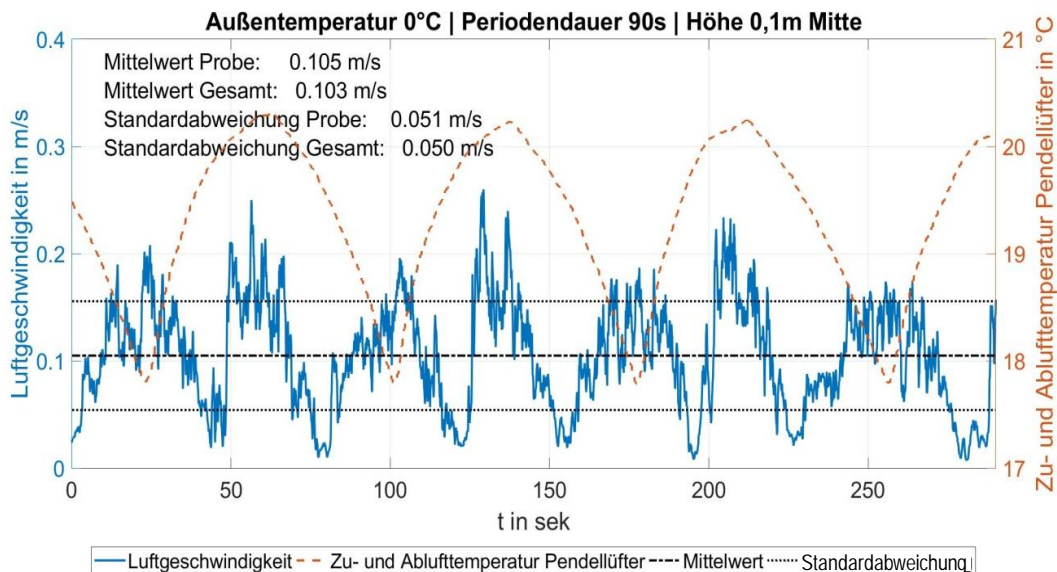


**Luftgüteklasse für Wohnbau: IDA 3 oder besser  
à CO<sub>2</sub> – Gehalt max. 1000 ppm über der Außenluftkonzentration**

ZU: ZULufträume AB: ABLufträume

Markus Wirsberger, Thomas Strobl, Harald Krause

## Luftgeschwindigkeit 0,1m



## Fazit

- § **Die Luftwechselrate mit Pendellüftern ist gegenüber einem zentralen Lüftungskonzept geringer. Reicht für die Belüftung eines Raumes mit zwei Personen.**
- § **Aufteilung eines Pendellüfterpaars auf zwei Räume möglich.**
  - § Räume müssen entsprechend geringe Anforderungen haben
  - § Auf die Auslegung der Überströmelemente achten
- § **Die vertikale Temperaturdifferenz ist in jedem Fall so gering, dass kein Unbehagen entsteht.**
- § **Das Zugluftrisiko kann aufgrund fehlender Bewertungsgrundlagen nicht sicher bestimmt werden.**
- § **Kritisch ist die Luftgeschwindigkeit in Bodennähe bei niedrigen Außentemperaturen.**

## Ausblick

- § Erforschen des Zugluftrisikos bei instationären Luftströmungen
- § Untersuchung der Auswirkungen von Druckdifferenzen auf die Rückwärmezahl von Pendellüftern
- § Auslegung von Überströmelemente für Lüftungskonzepte mit Pendellüfter anpassen
- § Entwicklung von Regelalgorithmen zur Regelung dezentraler Lüftungsgeräte in einer Nutzungseinheit

## Air-Cosim – gefördert durch das BBSR – Zukunft Bau

- § Untersuchung kostengünstiger Lüftungslösungen für den mehrgeschossigen Wohnungsbau hinsichtlich Energieeffizienz, Lüftungseffektivität und Nutzerkomfort in gekoppelten Labor- und Simulationsumgebungen
- § Forschungspartner
  - TH Rosenheim
  - Fraunhofer Institut für Bauphysik
- § Partner aus der Wirtschaft
  - VELUX Deutschland GmbH
  - Maico Elektroapparate-Fabrik GmbH
  - DIPLAN Gesellschaft für Digitales Planen und Bauen GmbH

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

# Wir haben Lösungen für fast Alles!

