



Kontrolliert undichte Fassade

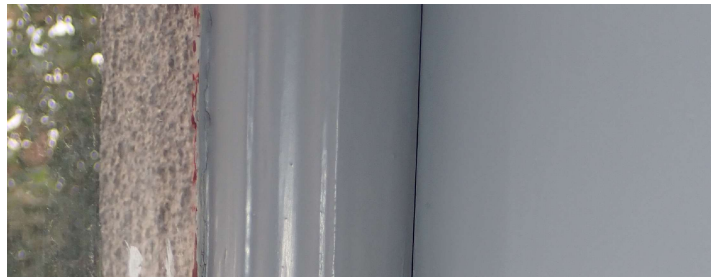
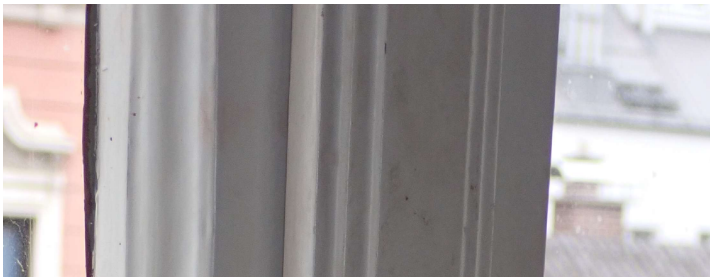
Herausforderungen und Lösungen für natürlich belüftete Räume

Dr. Julia Bachinger







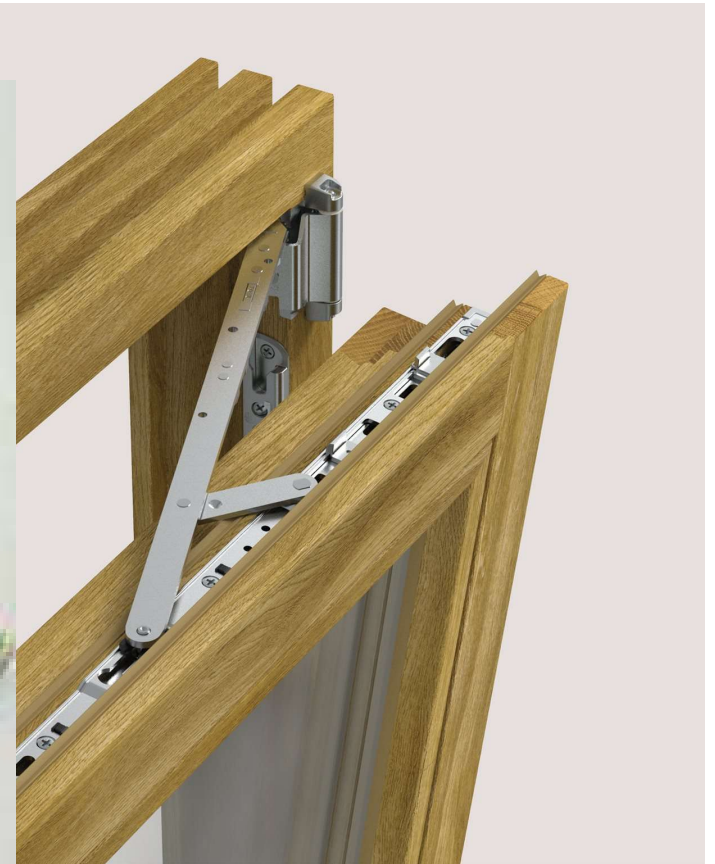




Moderne Fenstersysteme



Beschläge und Dichtungen



Quellen: <https://www.nuscher.at/de/dichtungen>, 24.09.2025
[https://www.maco.eu/de-AT/Produkte-Services/Fensterlosungen/Dreh-Kipp/MACO-Multi-Matic-\(IQ\)](https://www.maco.eu/de-AT/Produkte-Services/Fensterlosungen/Dreh-Kipp/MACO-Multi-Matic-(IQ)), 24.09.2025
https://ftt.roto-frank.com/cn/download/IMO_19_DE, 24.09.2025

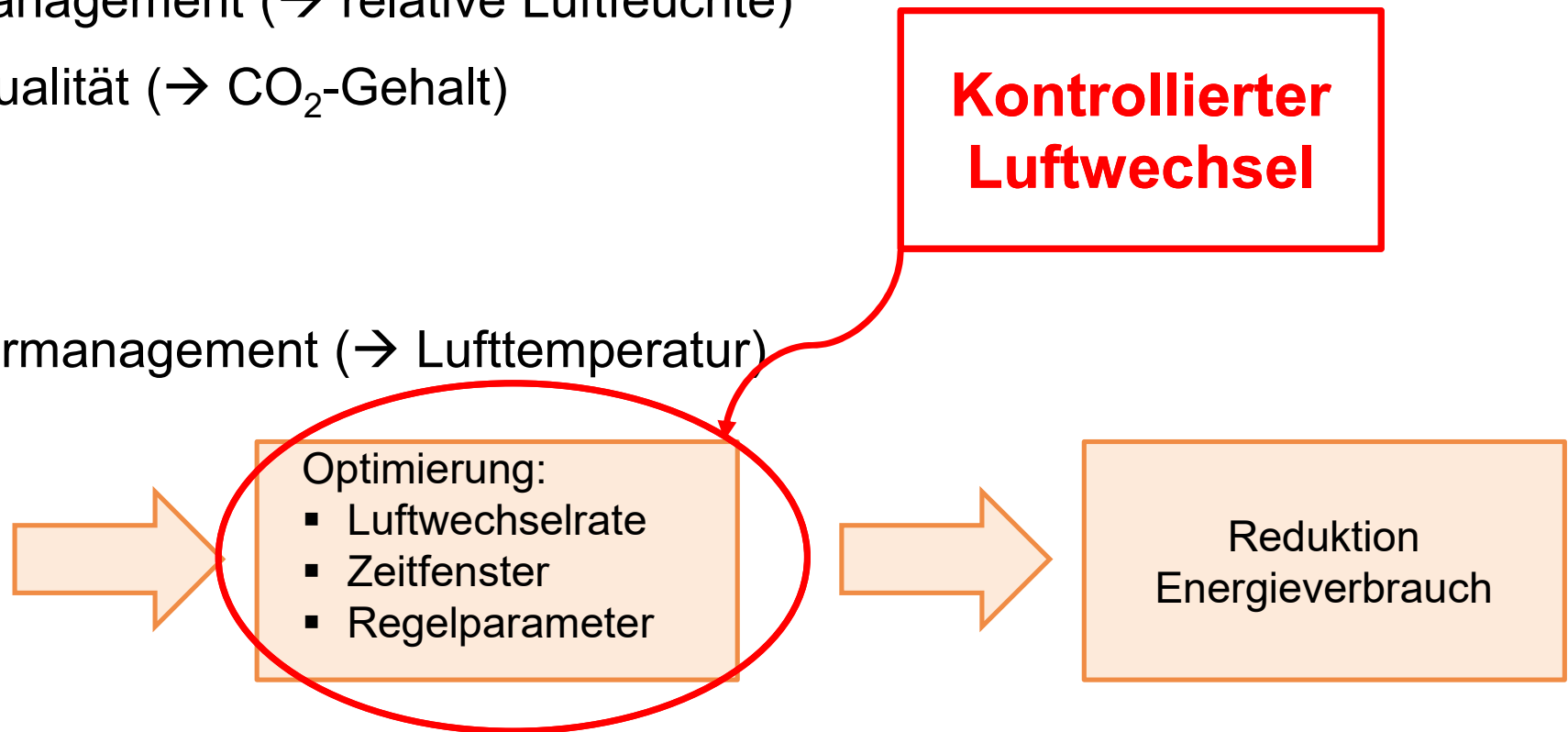
Warum lüften?

Winterfall:

- Feuchtemanagement (→ relative Luftfeuchte)
- Raumluftqualität (→ CO₂-Gehalt)

Sommerfall:

- Temperaturmanagement (→ Lufttemperatur)



Luftwechsel während der Heizperiode

Luftwechsel n [h^{-1}]

Luftvolumenstrom [m^3/h]

Raum	schimmelpilzvermeidende Mindestlüftung					
	Neubau			Sanierung		
	Luftwechsel MFH ^{*)}	EFH ^{**)}	Volumenstrom —	Luftwechsel MFH ^{*)}	EFH ^{**)}	Volumenstrom —
Wohnzimmer	0,15 h ⁻¹	0,15 h ⁻¹	10 m ³ /h	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹	18 m ³ /h
Schlafzimmer	0,30 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,40 h ⁻¹	
Kinderzimmer	0,35 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹		0,70 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹	
Küche	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹	8 m ³ /h	0,40 h ⁻¹	0,35 h ⁻¹	12 m ³ /h
Bad	0,45 h ⁻¹	0,30 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹	
*) ≥ 17 m ² Wohnfläche/Person **) ≥ 30 m ² Wohnfläche/Person						

Memo »hygieneorientierter Luftwechsel«

personenbezogener Außenluftvolumenstrom	30 m^3/h
Mindestluftwechsel	0,3/h
typische Luftwechselraten	0,3/h – 0,8/h

5.7 Resümee

Schlussfolgernd bleibt festzustellen, dass unter winterlichen Witterungsbedingungen aus Sicht der Behaglichkeit der mittlere Luftwechsel in Wohnungen ein Maß von $0,4 \text{ h}^{-1}$ nicht wesentlich überschreiten sollte. Bei einer Raumhöhe von ca. 2,50 m lässt sich folgende einprägsame Faustformel ableiten:

Einhaltung der Behaglichkeit im Winter:

$$\text{Luftvolumenstrom in m}^3/\text{h} \hat{=} \text{Wohnfläche in m}^2$$

Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

Prinzip „Ablüftung“ von Feuchtigkeit:

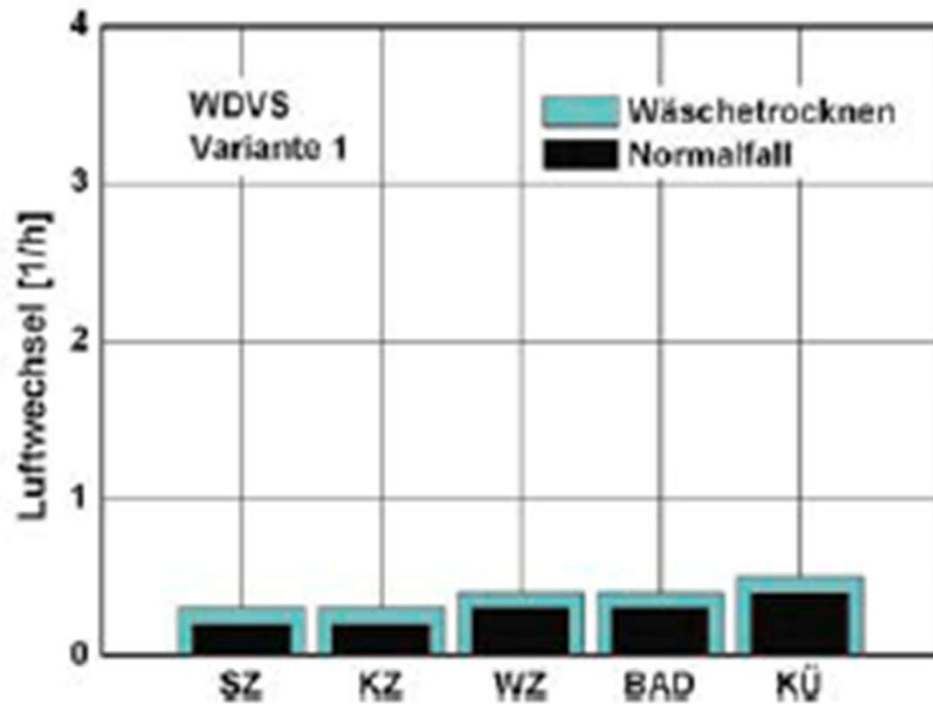
- Kalte, trockene Luft herein (absolute Feuchtigkeit niedrig!)
- Aufwärmen der kalten Luft → Luft kann Feuchtigkeit aufnehmen
- → *Heizung notwendig!*

Stoßlüftung:

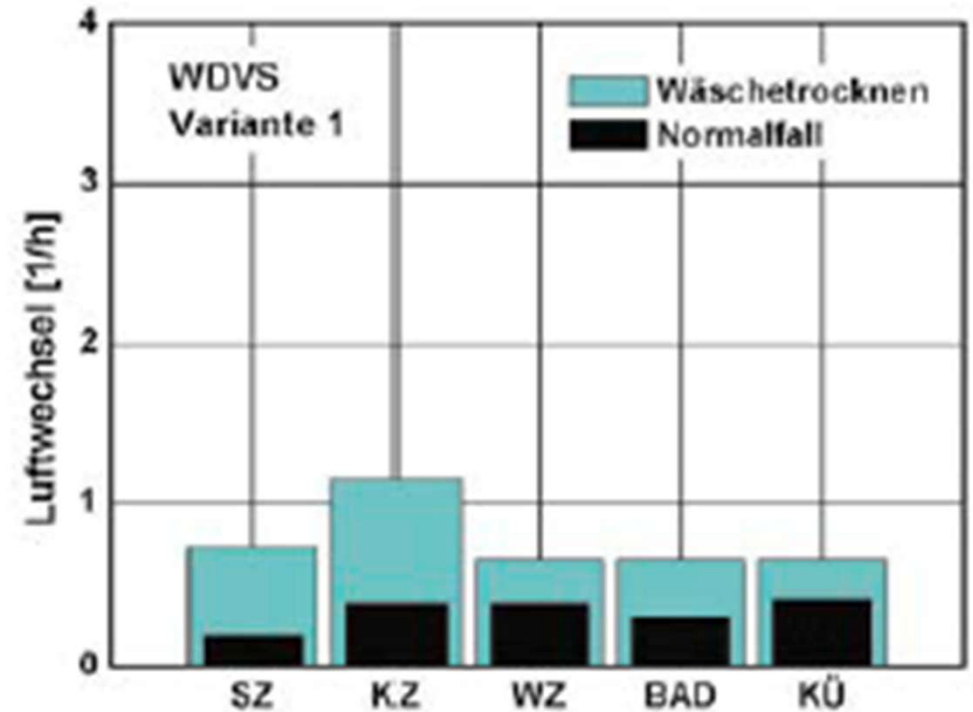
- Kurze Dauer (10 – 15 Minuten)
- Feuchtigkeit in Wand wird erst verzögert an die Raumluft abgegeben
- Häufiges Stoßlüften notwendig

Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

Konstanter Luftwechsel

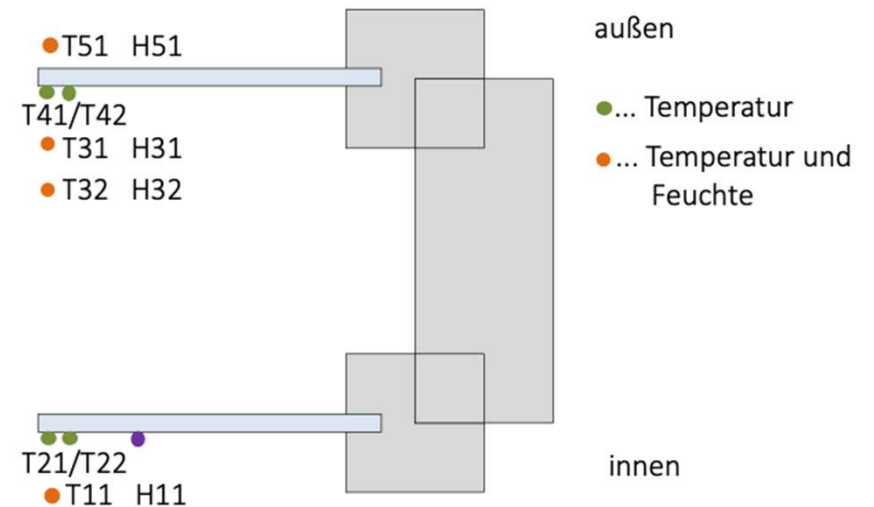


Stoßlüftung



Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

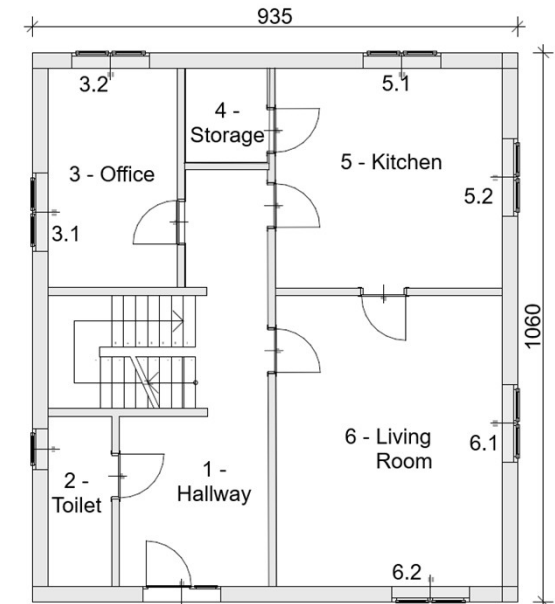
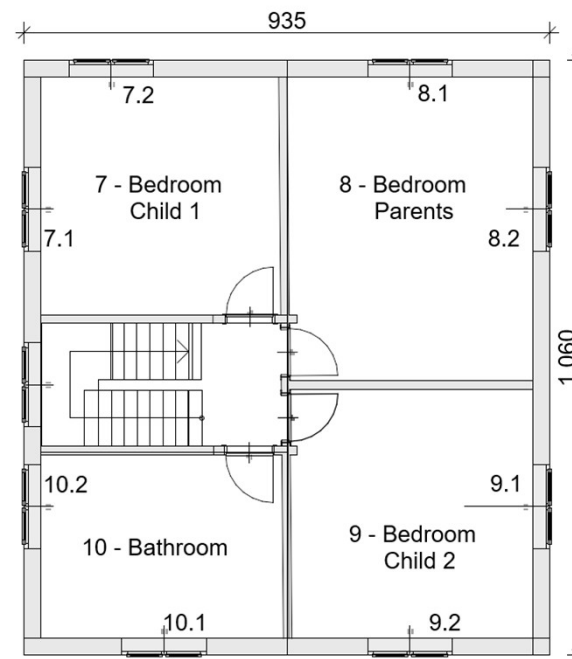
- Dreimonatiges Monitoring
 - Relative Luftfeuchtigkeit
 - Oberflächentemperaturen - Kondensatrisiko



Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

■ Dynamische Gebäudesimulation in Energy+

Scenario	Case ID	Sub Case	Ventilation	Infiltration [h ⁻¹]
Base Case (January)	1.1	Standard Ventilation	2 x 10 min per day	0,05
	1.2	Reduced Ventilation	2 x 5 min per day	0,05
	1.3	Extended Ventilation	2 x 20 min per day	0,05
Seasonal Comparison (October)	2.1	Standard Ventilation	2 x 10 min per day	0,05
	2.2	Reduced Ventilation	2 x 5 min per day	0,05
	2.3	Extended Ventilation	2 x 20 min per day	0,05
Building Envelope Comparison	3.1	Old Building	2 x 10 min per day	0,3
	3.2	Window Retrofit	2 x 10 min per day	0,075
Adapted Ventilation	4.1	Improved Ventilation Strategy	6 x 10 min per day	0,05
	4.2	Gap Ventilation	2 x 10 min per day	0,3
Worst Case Scenario	5.1	One Week Without Ventilation	None	0,05
	5.2	Recovery After Ventilation Resumes	2 x 10 min per day	0,05

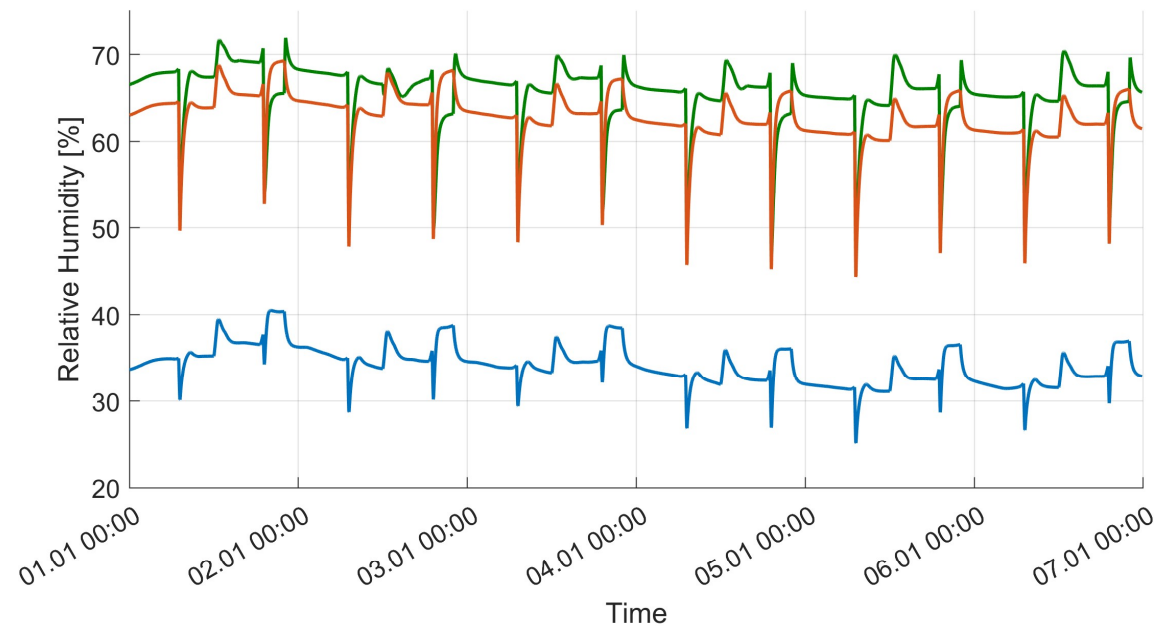
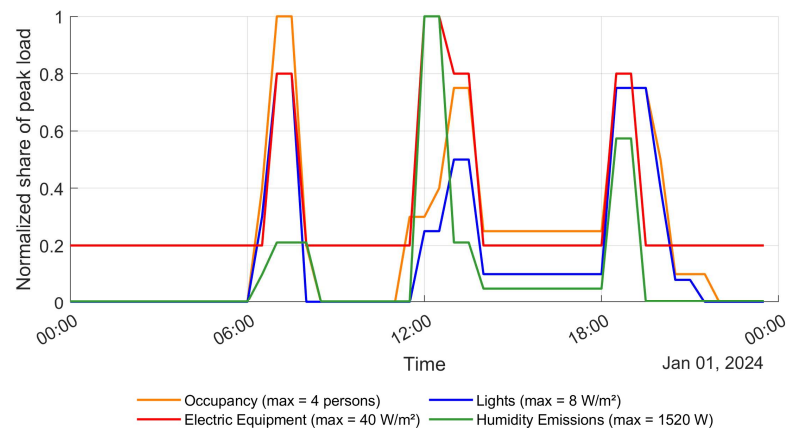


Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

■ Dynamische Gebäudesimulation in Energy+

○ Relative Feuchtigkeit der Innenraumluft

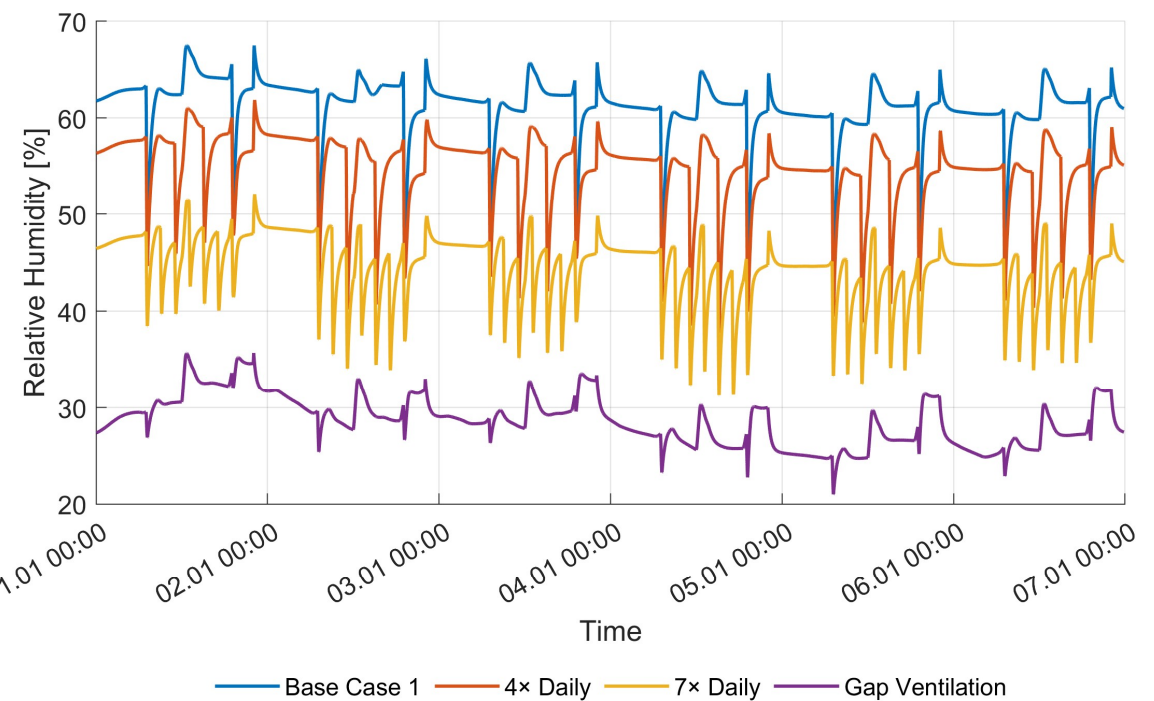
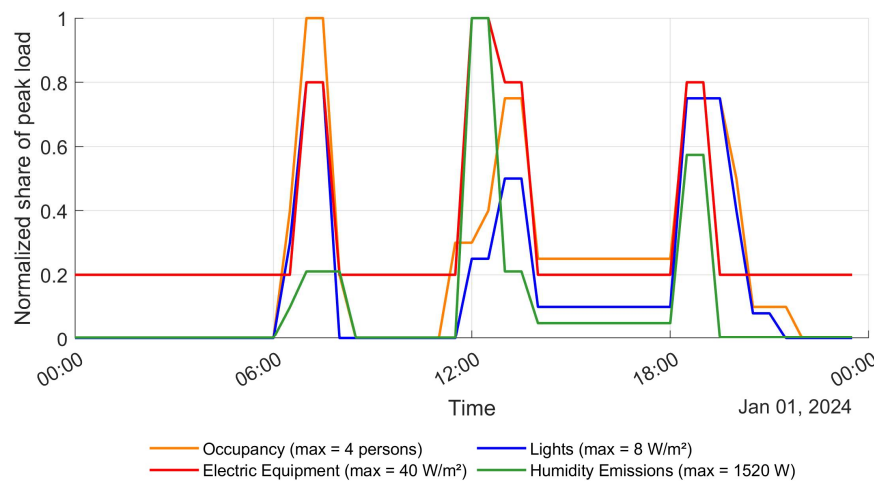
- Altbau
- Altbau saniert
- Neubau



Comparison RH - LivingRoom

Stoßlüftung vs. Spalllüftung

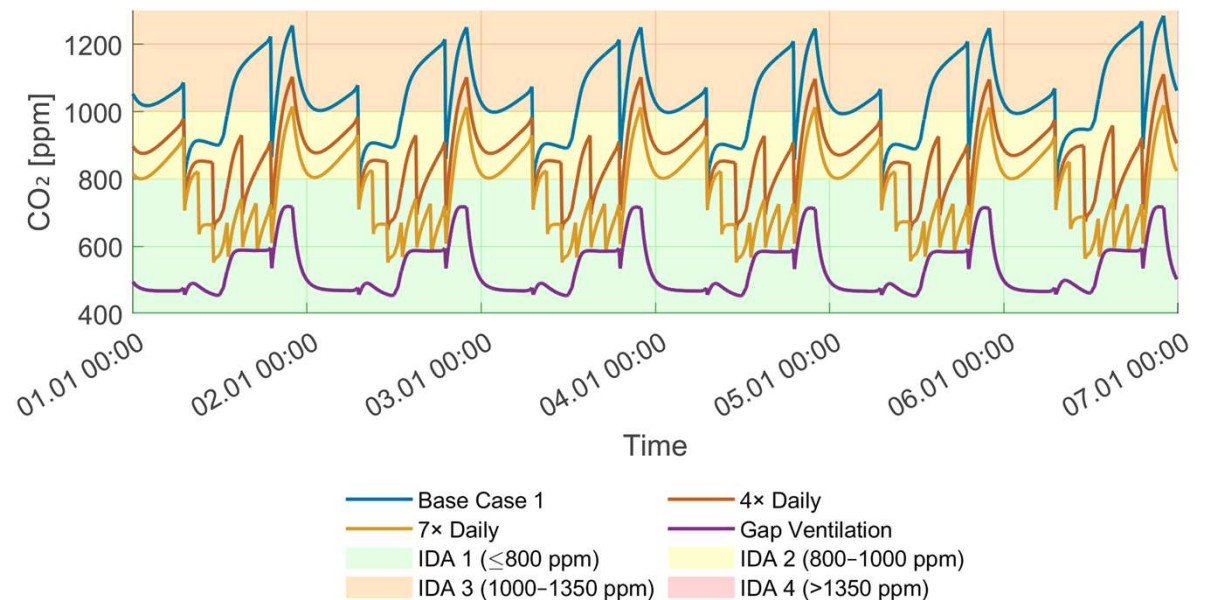
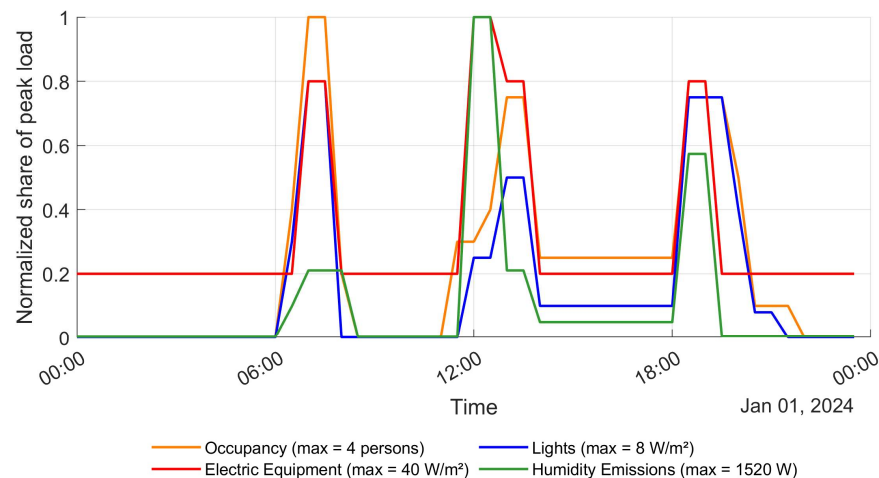
- Dynamische Gebäudesimulation in Energy+
 - Lüftungsverhalten und resultierende relative Feuchtigkeit der Innenraumluft
 - 2x täglich (Basis)
 - 4x täglich
 - 7x täglich
 - Spalllüftung



Comparison RH - LivingRoom

Stoßlüftung vs. Spaltlüftung

- Dynamische Gebäudesimulation in Energy+
 - Lüftungsverhalten und resultierende Luftqualität (IDA) der Innenraumluft
 - 2x täglich (Basis)
 - 4x täglich
 - 7x täglich
 - Spaltlüftung



Comparison CO₂ with IDA Classes – LivingRoom

Lösungsansätze Spaltlüftung

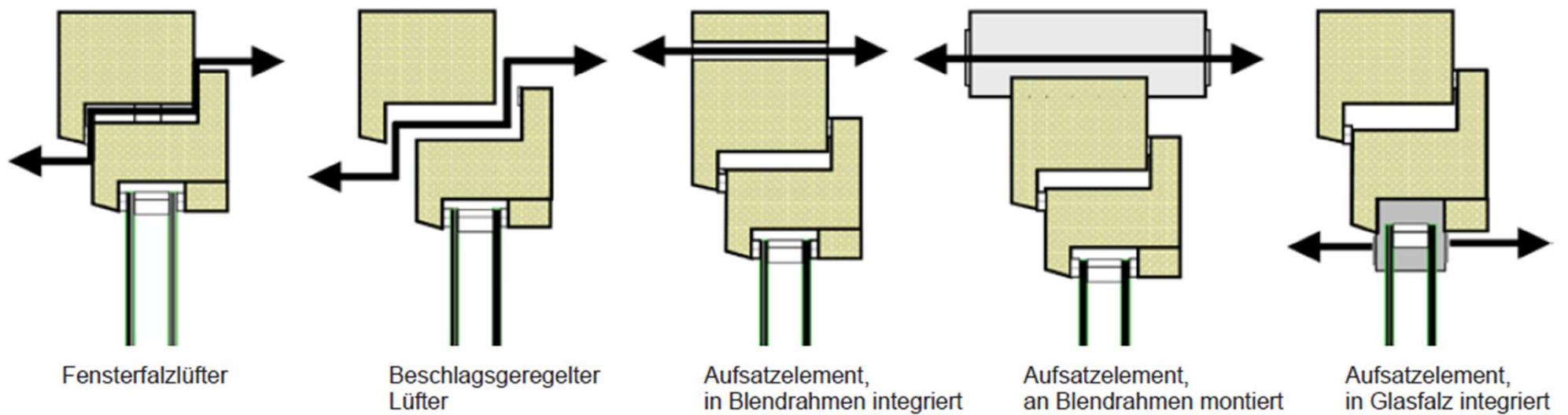


Bild 1 Beispiele für Fensterlüfter

Fensterfalzlüfter



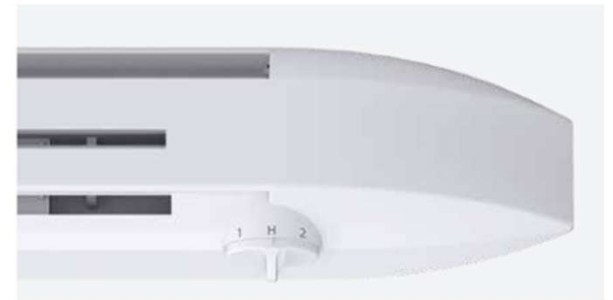
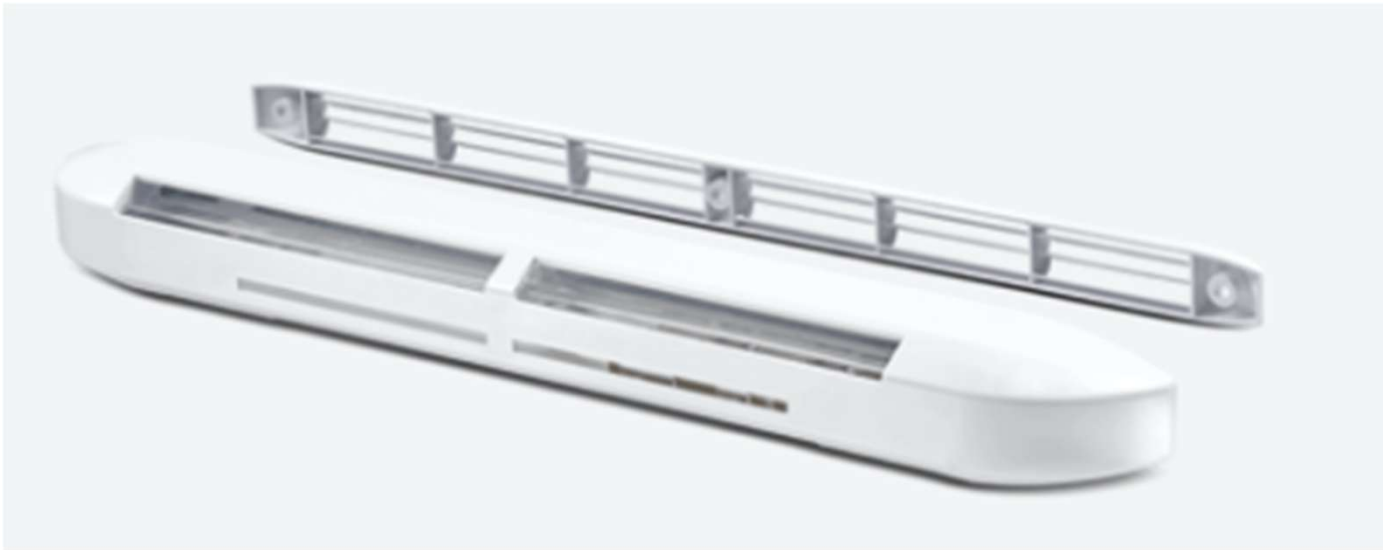
Fensterfalzlüfter



Quelle: <https://www.innoperform.de/arimeo/Produkt/allgemeine-Infos-ueber-Fensteraerzueuerer/> , 24.09.2025
<https://www.regel-air.de/fensterluefter/> , 24.09.2025

Im Blendrahmen integriert

- Feuchtesteuerung: Reaktion auf Veränderung der Rel. LF
- Manuelle Steuerung Zuluft
- Mit Schalldämpfer erhältlich



Aufsatzelement am Blendrahmen montiert



Im Blendrahmen integriert



Im Rolladenkasten integriert



Im Glasfalz integriert



Quelle: <https://solar-sicherheit.de/2011-baumesse11/fensterluefter-aeromat.htm> , 24.09.2025
<https://www.siegenia.com/de/products/ventilation-systems/window-ventilators/aeromat-80-100-150>, 30.09.2025

Beschlagsgeregelte Lüftung


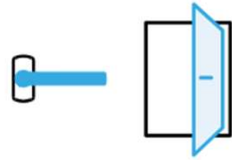
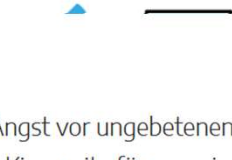
- Griffstellung 45°
- Manuelle Regelung durch den Nutzer
- Einfache Bedienbarkeit
- RC 2 Beschlag verfügbar



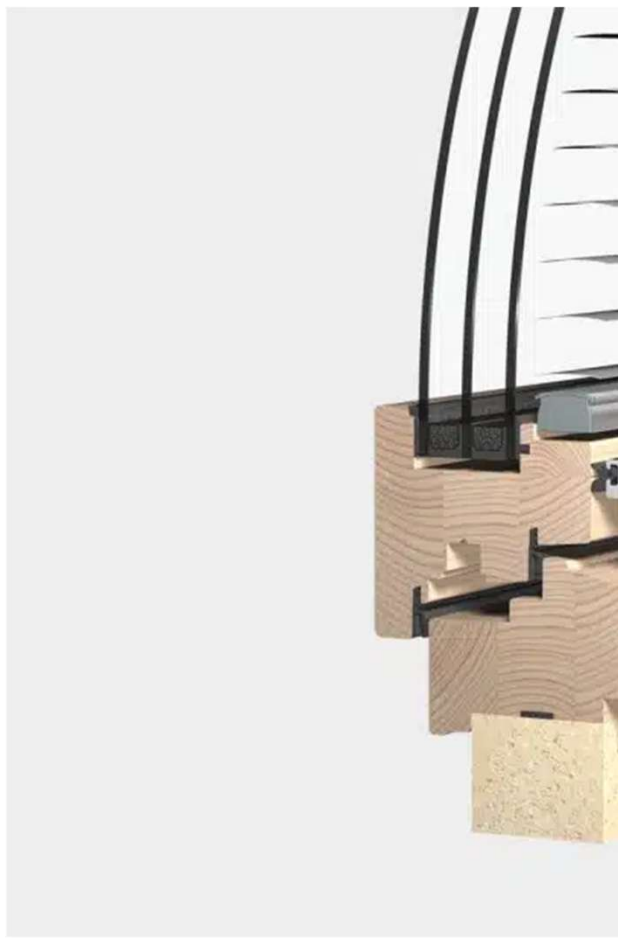
Kippen mit Sicherheit

Das Haus mit sicherem Gefühl bei gekippten Fenstern verlassen. Keine Angst vor ungebetenen Gästen oder einem überraschenden Regenschauer. Die gesicherte Lüftungsstellung MACO Secuair sorgt durch ihre verminderte Kippweite für energieeffizientes, kontinuierliches Lüften auch bei langen Abwesenheiten – und garantiert dabei Schutz der einbruchhemmenden Klasse RC2. Die gewohnte Bedienung des Fensters wird dabei um eine zusätzliche Griffposition ergänzt.

Dreh-Kipp-Beschläge mit Spalt- bzw. Sparlüftung

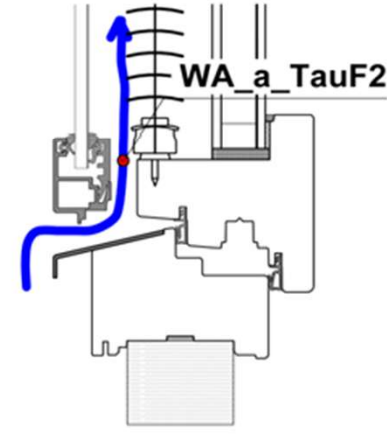
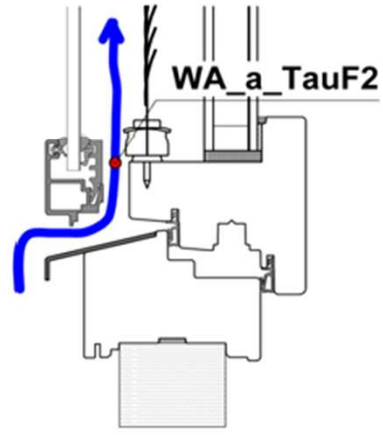
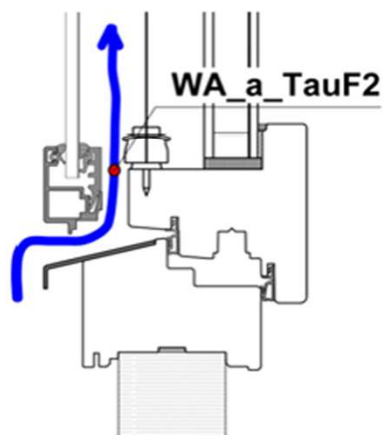
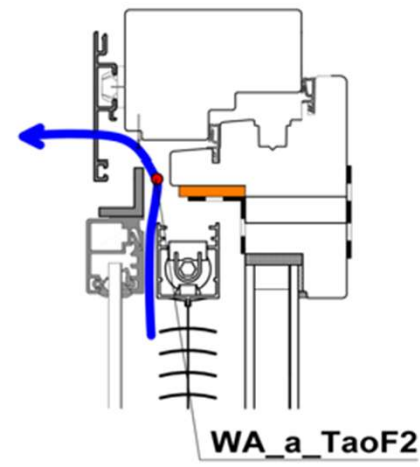
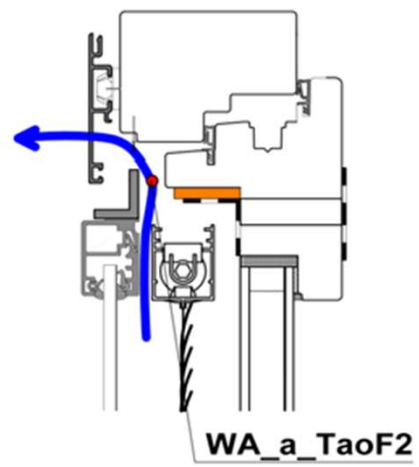
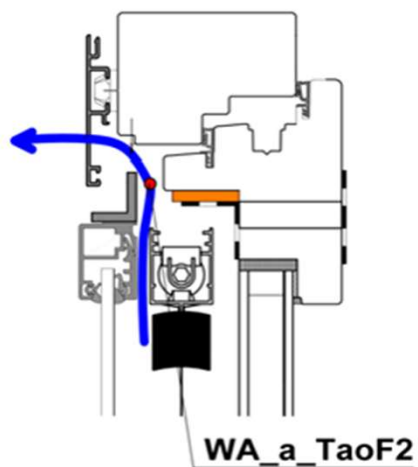
Griff-/Flügelstellung	Bedeutung
	Schließstellung des Flügels (wenn der Raum unbeaufsichtigt oder kein Luftaustausch gewünscht ist)
	Drehstellung des Flügels (zur Kurzzeitbelüftung bzw. Stoßbelüftung des Raumes oder zum Reinigen der Außenscheiben)
	Spalt- bzw. Sparlüftungsstellung (für kontinuierliches Lüften)

Window Air



Quelle: <https://www.katzbeck.at/tag/windowair/>, 24.09.2025

Window Air



Steuerung Spaltlüftung

Bedarfsorientierte, kontrollierte Lüftung

→ Steuerung notwendig!

- Manuelle Steuerung durch den Nutzer:
 - Hygrometer mit Nutzerinformation!

ÖNORM B 8110-2:2020-01

Zur Sicherung der Innenluftbedingungen durch einen ausreichenden Luftaustausch für das Bemesungsklima ist Folgendes vorzusehen:

- eine ausreichende Belüftbarkeit der Räume zur Abfuhr des im Inneren freigesetzten Wasserdampfes;
- geeignete Maßnahmen zur Abfuhr der Baufeuchte;
- Anzeigegeräte in den Räumen zur Überwachung und Beeinflussung der relativen Feuchtigkeit durch den Benutzer, z. B. durch entsprechende Lüftung.

Steuerung Spaltlüftung

Bedarfsorientierte, kontrollierte Lüftung

→ Steuerung notwendig!

- Manuelle Steuerung durch den Nutzer:
 - Hygrometer mit Nutzerinformation!
 - Digitale Messstation + App mit Handlungsanweisungen an den Nutzer
- Automatisierte Steuerung (haustechnikintegriert)

Beispiel automatisierte Steuerung



© Copyright by KDM Innovation

Quelle: <https://www.kdm-inno.com/de>, 30.09.2025

Vergleich Abstellfenster | Kippfenster

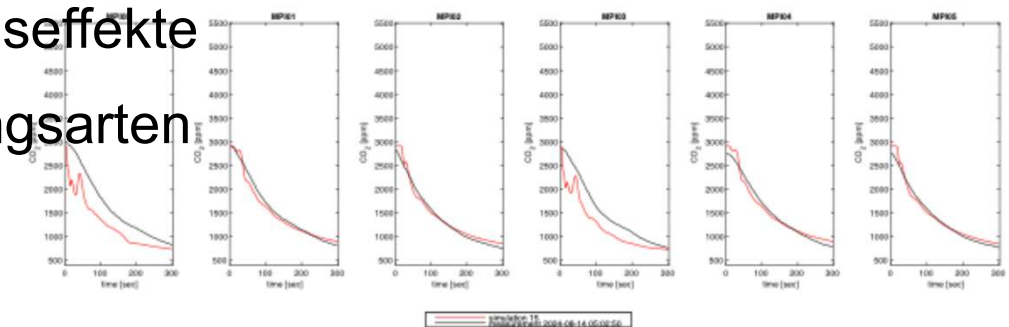
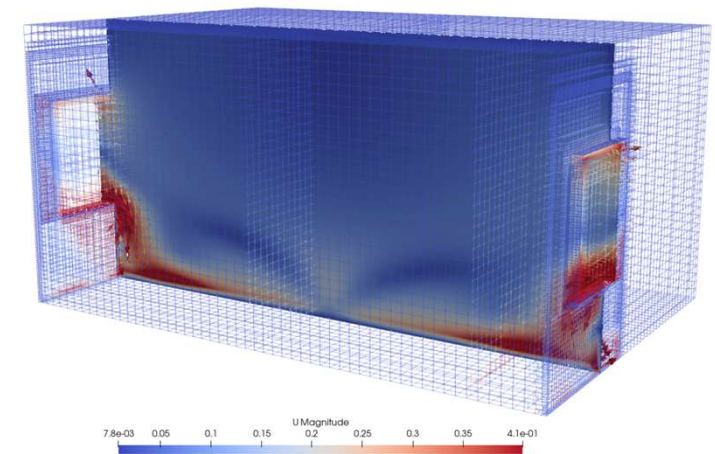


Vergleich Abstellfenster | Kippfenster



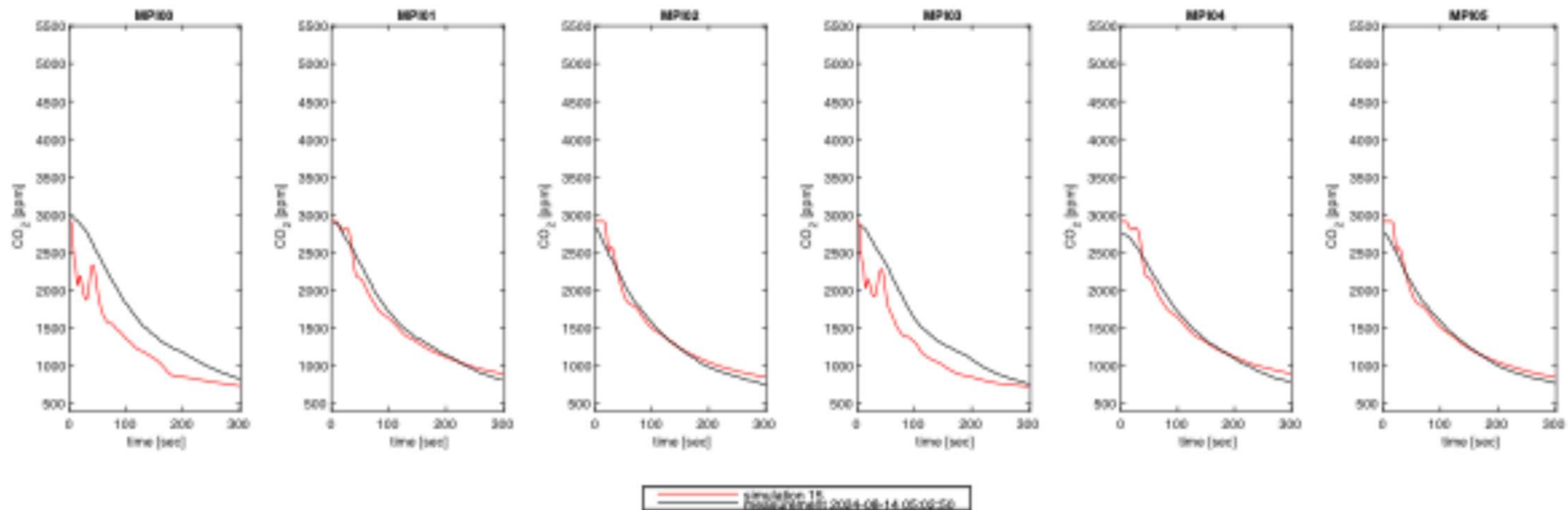
AP5 Simulatorische Annäherung

- Arbeitsschritte
 - Verifikation/Validierung
 - Modellierung moderner Fensterlüftungstechnologien
 - Berechnungen/Simulationen
- Ziele
 - Realistische Modellierung der Lüftungseffekte
 - Vergleich von unterschiedlichen Öffnungsarten
 - Messungen
 - Virtuell über CFD Simulationen
 - Modelle zur Bestimmung der resultierenden Luftwechselraten



Measured vs. calculated air change rates based on CFD-simulations

Simulated CO₂ values for sensors positions



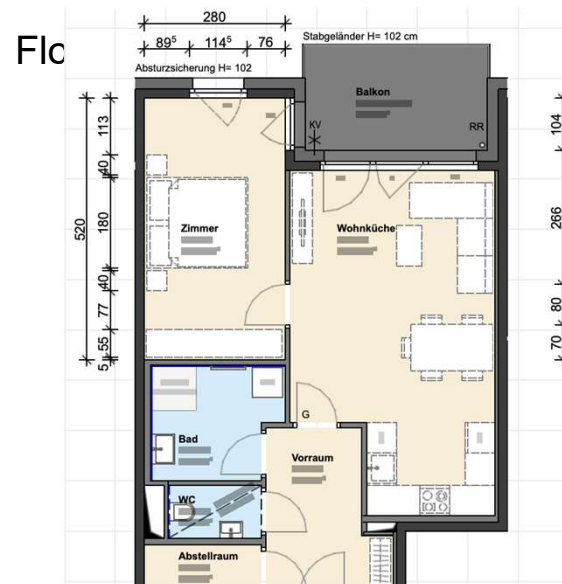
Evaluating ventilation effectiveness via detailed CFD-simulations

vent-and-slide vs. tilt and turn window

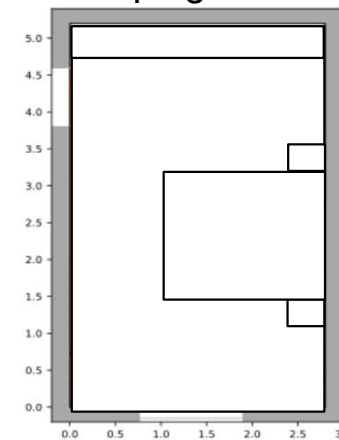
Automated Short-Term
Single-Sided Ventilation

Open questions

- Ventilation effectiveness
- Automated opening
- Thermal comfort in winter season
- Passive cooling in summer
- Influence of CO₂-Sensor position



Sleeping room



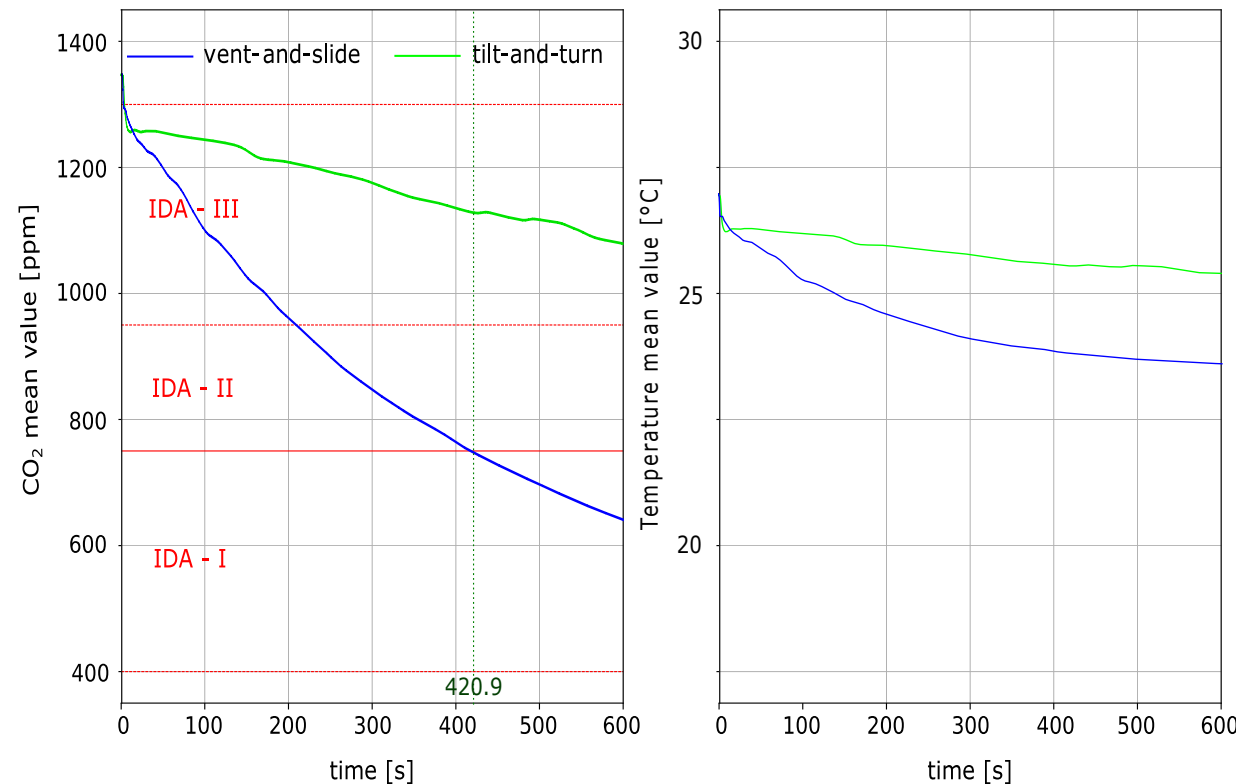
Virtual testing via detailed CFD Simulations

Case III - Tropical Night

Air temperature
according to data
from 06 August 2024

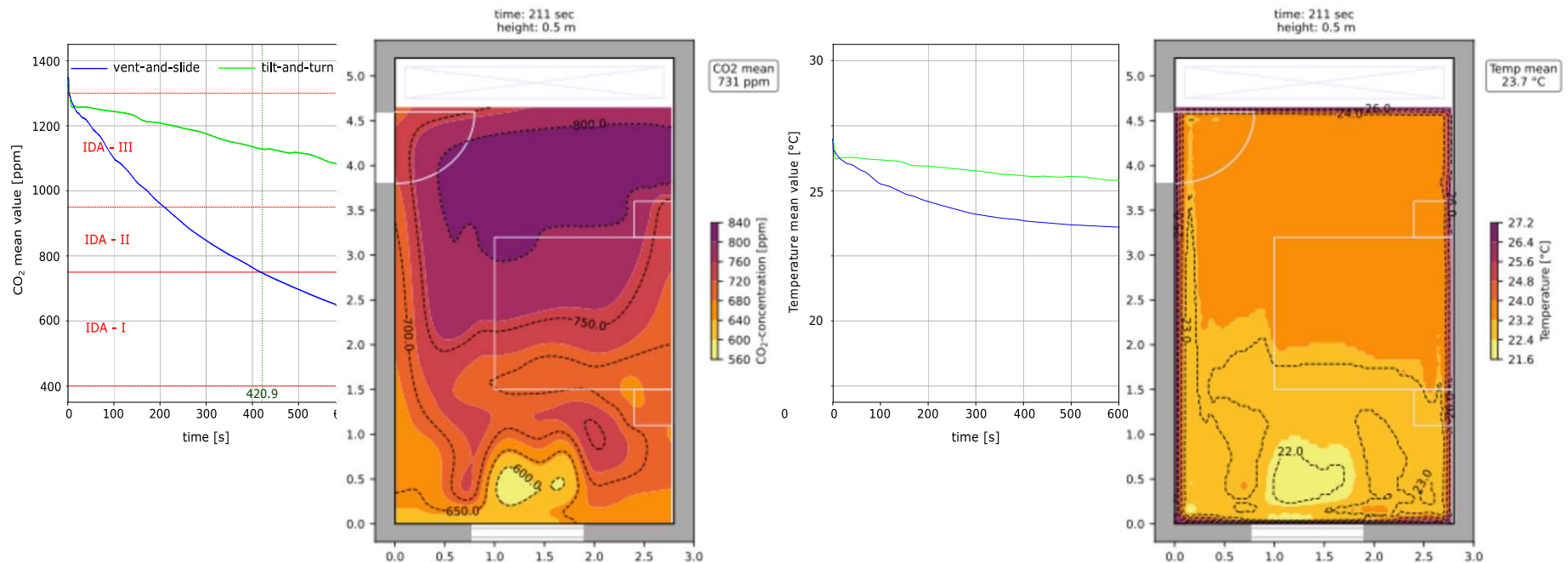
- Inside 28.85°C
- Outside 26.95°C

Category	CO ₂ concentration values Bedroom
IDA I	750 ppm
IDA II	950 ppm
IDA III	1300 ppm
IDA IV	1750 ppm



Virtual testing via detailed CFD Simulations

Case III - Tropical Night



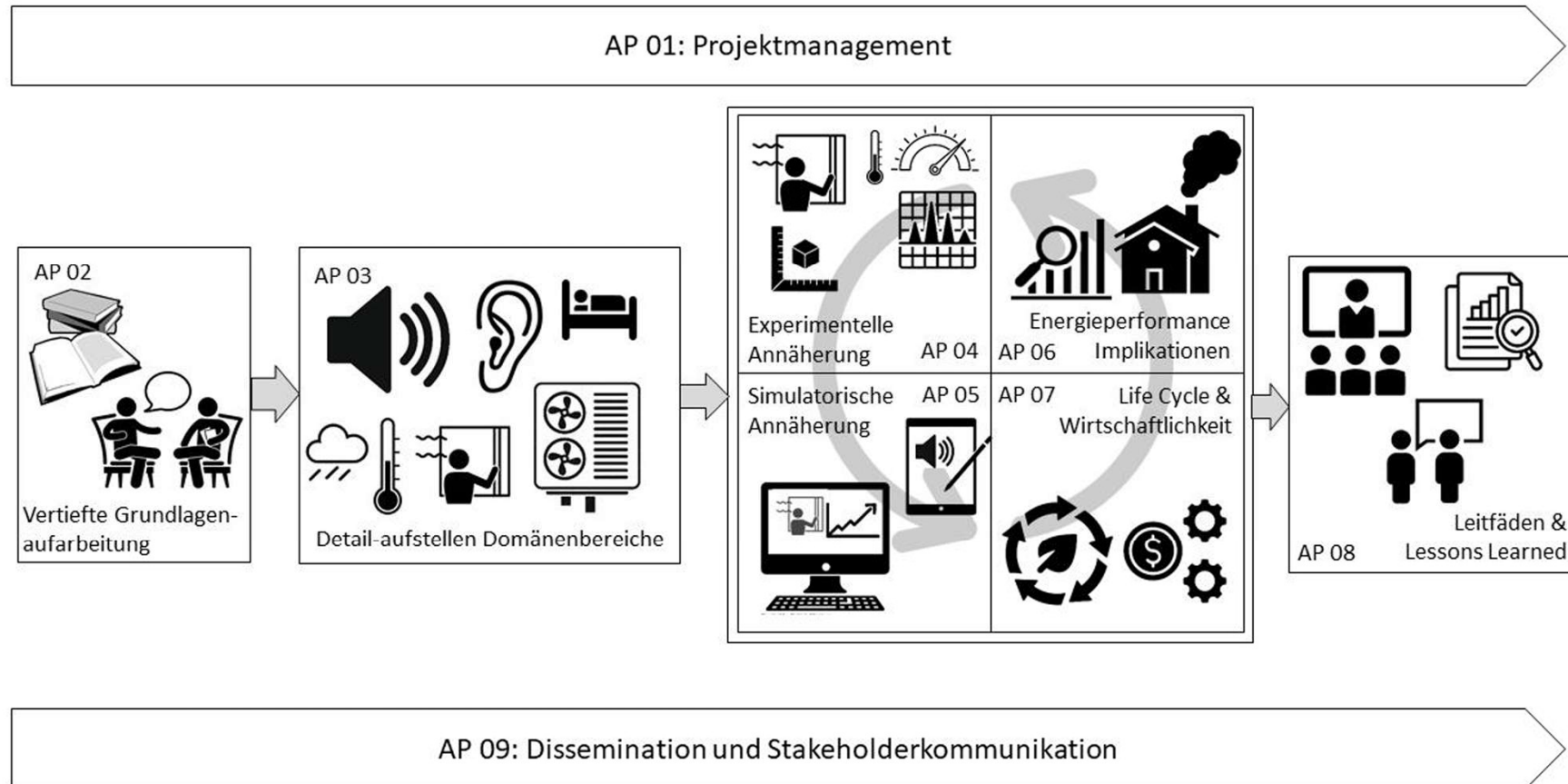


WinVent

Energetische und Lüftungstechnische Implikationen von unterschiedlichen
Fenster-Öffnungsrichtungen und -Operationen im Vergleich zu (zentralen
und dezentralen) mechanischen Lüftungseinrichtungen mit WRG

Ulrich Pont, Matthias Schuss (TU-Wien)
Julia Bachinger, Roman Meixner (HFA)

Arbeitspakete:





Dr. Julia Bachinger
j.bachinger@holzforschung.at
Tel. +43/1/798 26 23-0
www.holzforschung.at

Häufig Probleme in Schlafräumen

Wie Tabelle 2 zeigt, lässt sich hierbei an die V_l anknüpfen.

Wohnungsgruppe	Wohnungsgröße in m ²	geplante B in Pers
I	≤ 50	bis
II	> 50 ... ≤ 80	bis
III	> 80	bis

¹⁾ für freie Lüftung oder für Grundlüftung bei ventilat

1 Dies gilt für konventionelle Lüftungskonzepte, n tungsanlagen!

Raum	schimmelpilzvermeidende Mindestlüftung					
	Neubau			Sanierung		
	Luftwechsel MFH ¹⁾	EFH ²⁾	Volumenstrom —	Luftwechsel MFH ¹⁾	EFH ²⁾	Volumenstrom —
Wohnzimmer	0,15 h ⁻¹	0,15 h ⁻¹	10 m ³ /h	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹	18 m ³ /h
Schlafzimmer	0,30 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,40 h ⁻¹	
Kinderzimmer	0,35 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹		0,70 h ⁻¹	0,50 h ⁻¹	
Küche	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹		0,40 h ⁻¹	0,30 h ⁻¹	
Bad	0,45 h ⁻¹	0,30 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,40 h ⁻¹	
¹⁾ ≥ 17 m ² Wohnfläche						

Bild 4: Beispielhafter Vergleich des Anlagenluftvolumenstroms

Tabelle 4: Schimmelpilzvermeidende Mindestlüftung bei typischen Nutzungsbedingungen in Abhängigkeit von Gebäude- und

5.5 Konven Bedarfs

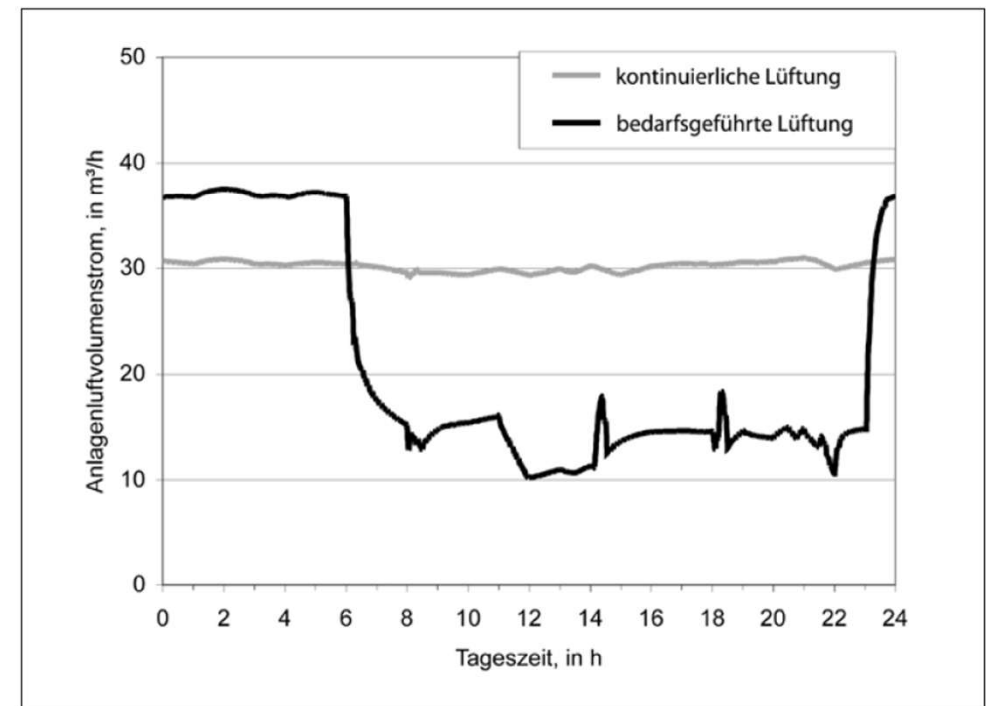
5.7 Resümee

Schlussfolgernd bleibt festzustellen, dass unter winterlichen Witterungsbedingungen aus Sicht der Behaglichkeit der mittlere Luftwechsel in Wohnungen ein Maß von 0,4 h⁻¹ nicht wesentlich überschreiten sollte. Bei einer Raumhöhe von ca. 2,50 m lässt sich folgende einprägsame Faustformel ableiten:

Einhaltung der Behaglichkeit im Winter:

$$\text{Luftvolumenstrom in m}^3/\text{h} \hat{=} \text{Wohnfläche in m}^2$$

Dies befindet sich durchaus in Übereinstimmung mit den in Tabelle 2 enthal-



- Einleitung: eigene Erfahrung Dichtung rausgeschnitten
- Fenster früher, Fenster heute
- Winterfall
 - Warum Lüften? → Feuchte, CO₂?
 - Helmut Künzel
 - Matthias Schuss
 - DIN 1946
 - Maco-Beschlag (RC 2)
 - WindowAir, bzw. Gamerith-Kastenfenster,
 - → WinVent
- Sommerfall
 - Coole Fenster, FIVA
- ---

Flügelbremen, Feststeller, → Innentüren

Herausforderung Stoßlüftung

- Welcher Nutzer lüftet 7x pro Tag?
- Wer führt die Stoßlüftung bei Abwesenheit?
- Wer führt die Stoßlüftung nachts durch?

nicht bekannt sind. Will man mit der Fensterstoßlüftung einen Luftwechsel erreichen, so wird man die Fensteröffnungszeiten eher etwas länger wählen, um auf der »sicheren Seite« zu bleiben: Dann ist der resultierende Luftwechsel schnell zu hoch, die Lüftungswärmeverluste werden unnötig groß. Wie sieht eine Stoßlüftungsstrategie konkret aus? Um im Resultat einen etwa 0,5 bis 1,0-fachen Luftwechsel pro Stunde zu erhalten, müssen in einem typischen Wohnhaus etwa alle zwei Stunden alle Fenster für 5 bis 10 Minuten ganz geöffnet werden; dies sollte Tag und Nacht geschehen! Hier wird das Dilemma der Fenster-Stoßlüftung erkennbar:

- Wer hält sich an die Lüftungsregel (alle zwei Stunden ...)?
- Wer führt die Stoßlüftung tagsüber bei Abwesenheit der Bewohner durch? Auch dann muss gelüftet werden, weil z. B. Wasserdampf im Bad von nassen Wandoberflächen und Handtüchern fortwährend freigesetzt wird.
- Wie führt man die Prozedur nachts im Schlafzimmer durch? Die Alternative, das Fenster »gekippt« zu lassen, führt zwar zu einem hohen Luftwechsel, aber auch zu erhöhtem Energieverlust und evtl. zu Lärm, Kälte und Zugerscheinungen.
- Die große Schwankungsbreite der Angaben in Tabelle 1 zeigt, dass eine zuverlässige Einstellung des Luftwechsels auf den Bedarf nach dieser Methode nicht möglich ist.
- Darüber hinaus ist für die Entfeuchtung einer Wohnung über Stoßlüftung ein höherer Luftwechsel notwendig als mit permanenter Lüftung (siehe auch Untersuchungen von Professor Richter, Universität Dresden). Das gilt in noch stärkerem Maße dann, wenn die Stoßlüftungsintervalle größer als alle zwei Stunden





