

passive Kühlung - aber richtig: automatisierte Fensterlüftung

02.10.2025 | 12. BauphysikerInnen Treffen | TU Wien

Dipl.-Ing. Markus Winkler

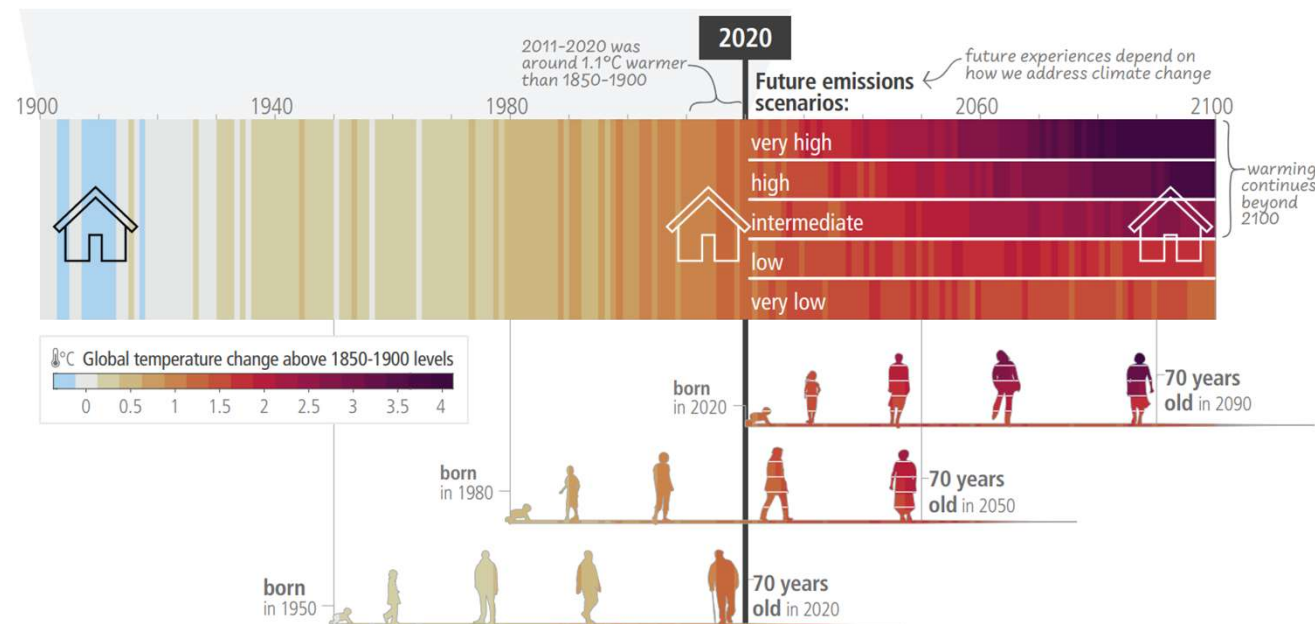
Zentrum für Bauklimatik und Gebäudetechnik
Department für Bauen und Umwelt



Ausgangslage

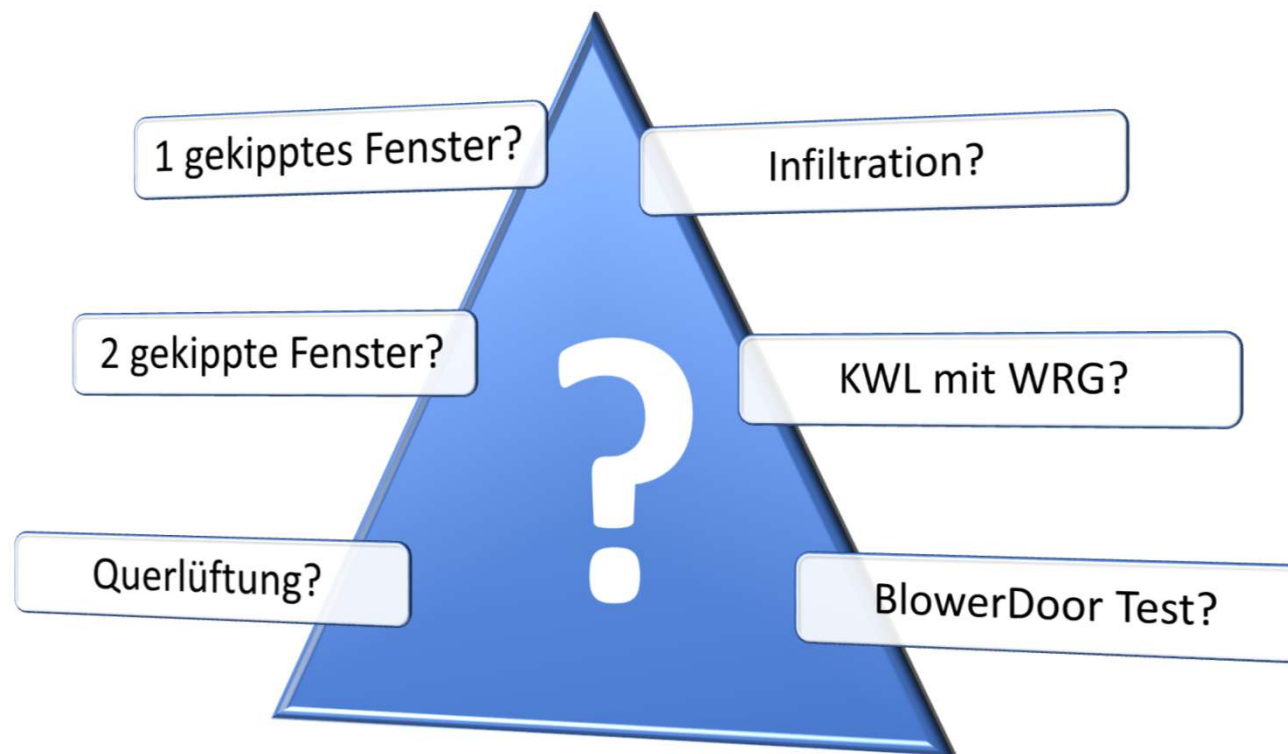
- **Gebäude** sollten **Schutz** vor Hitze(wellen) bieten
- ca. 90 % **Aufenthaltszeit** in Innenräumen (Winter + **Sommer**)
- **Bauordnungen** als Grundlage für Energieeinsparung und (**sommerlichen**) **Wärmeschutz**
- aktive Gebäudekühlung resultiert in steigendem **Energie- und Ressourcenverbrauch**
- **Fenster** werden fast ausschließlich **manuell bedient**
- **passive** Kühlstrategien sind **schwerer planbar** als aktive

„Wie lange wollen wir noch warten?“



IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001 (adaptiert)

Luftwechsel(Raten) - Größenordnung!?



Luftwechselrate in D und AT (rechnerisch)

Universität für
Weiterbildung
Krems



DIN 4108-2

- Bei einer möglichen Nachtlüftung und einem baulichen Sonnenschutz darf eine erhöhte Nachtlüftung von 2 h^{-1} (LWR) angesetzt werden.

ÖNORM B 8110-3

- Die Luftwechselrate (LWR) wird anhand der Temperaturdifferenz innen/außen berechnet.
- über periodisch eingeschwungene 1-Tages-Simulation (15.07.)
- keine Querlüftung/Wind berücksichtigbar

$$V_{L,s} = 0,7 \cdot C_{\text{ref}} \cdot A \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\Delta T}$$

$V_{L,s}$	Luftvolumenstrom über die Lüftungsöffnung	m^3/h
C_{ref}	Austauschkoeffizient $C_{\text{ref}} = 100$	$\text{m}^{0,5}/(\text{h} \cdot \text{K}^{0,5})$
A	Fläche der Lüftungsöffnung gemäß Abbildung 4-04	m^2
H	Höhe der Lüftungsöffnung gemäß Abbildung 4-04	m
ΔT	Lufttemperaturdifferenz zwischen Außenluft und Innenluft	K

Formel (4-02)

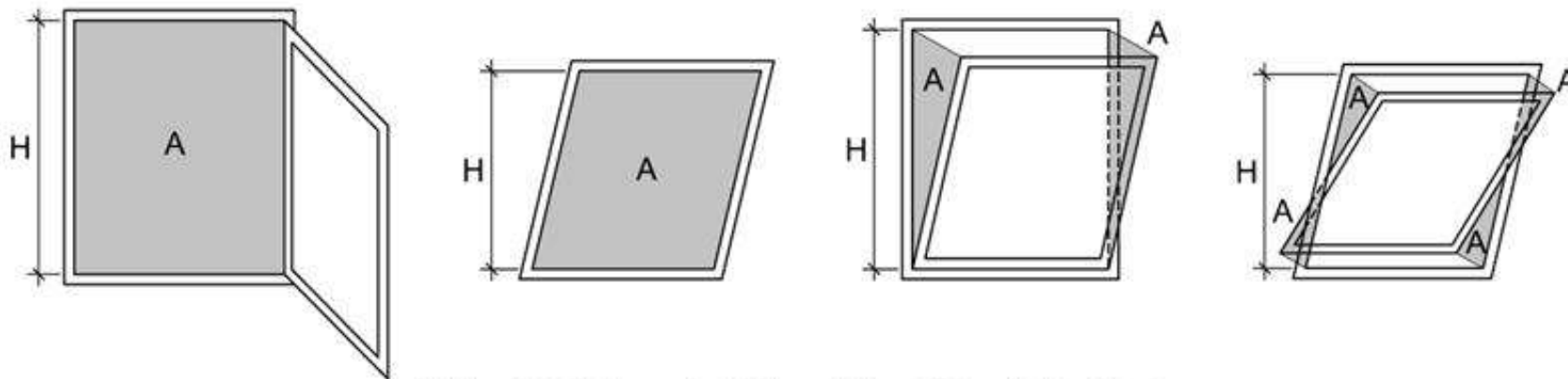


Abbildung 4-04: Definition von A und H für verschieden geöffnete und gekippte Fenster

Der Faktor 0,7 stellt einen Sicherheitsfaktor für die baulichen Gegebenheiten in Bezug auf die effektive Lüftungsfläche dar. Der ermittelte Luftvolumenstrom gemäß Gleichung (27b, 27c bzw. 27d) liegt damit erfahrungsgemäß auf der sicheren Seite und berücksichtigt ausschließlich temperaturinduzierte Luftströmungen. Diese Berechnung setzt voraus, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind.

CoolBRICK (2020 - 2024)

*„Entwicklung normativer Rechenansätze für passive ventilative
Nachtkühlungsstrategien - Ausnutzung Ziegelspeichermassen“
(Monitoring + Simulation)*

(FFG Projekt **CoolAIR** unmittelbar bzw. parallel davor; abgeschlossen 2022)

CoolBRICK 2020-2024 (FFG Collective Research)

Universität für
Weiterbildung
Krems



- Lead: Forschungsverein Steine-Keramik
(im Fachverband d. Stein- und Keramischen Industrie, WKÖ)
- Konsortium:
 - Universität für Weiterbildung Krems, **Zentrum für Bauklimatik und Gebäudetechnik (wiss. Leitung)**
+ Zentrum für verteilte Systeme und Sensornetzwerke
 - Fachhochschule Salzburg, Forschungsbereich Smart Building und Smart City
 - ZAB – Zukunftsagentur Bau
 - Velux Österreich GmbH
 - Verband Österreichischer Ziegelwerke
- gefördert in der FFG Programmlinie Collective Research
 - ➔ **Fokus auf empirischer Datengrundlage (Monitoring)**
 - ➔ **Quantifizierung Nachtluftwechselrate (Tracergas) ➔ Kühlpotential für Planung**



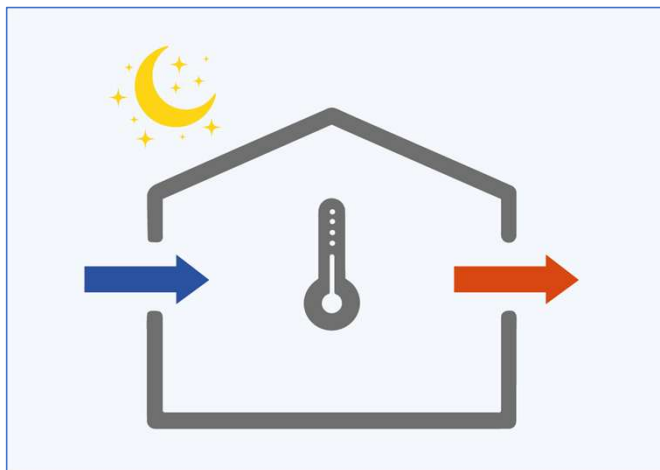
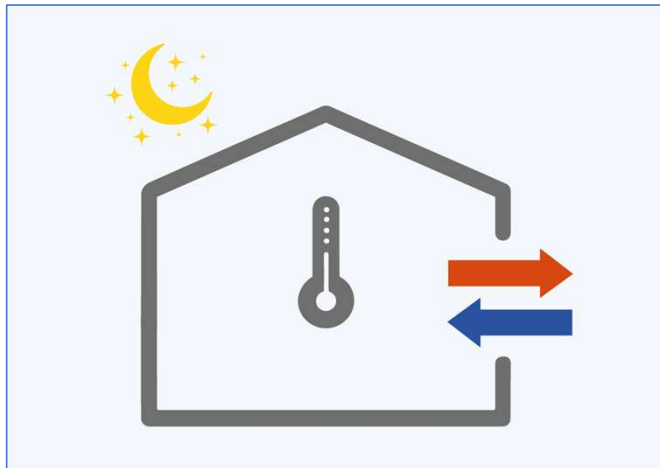
FH Salzburg
Smart Building



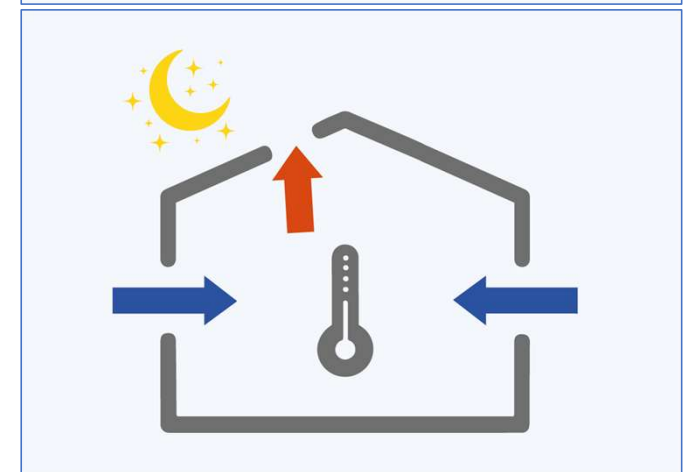
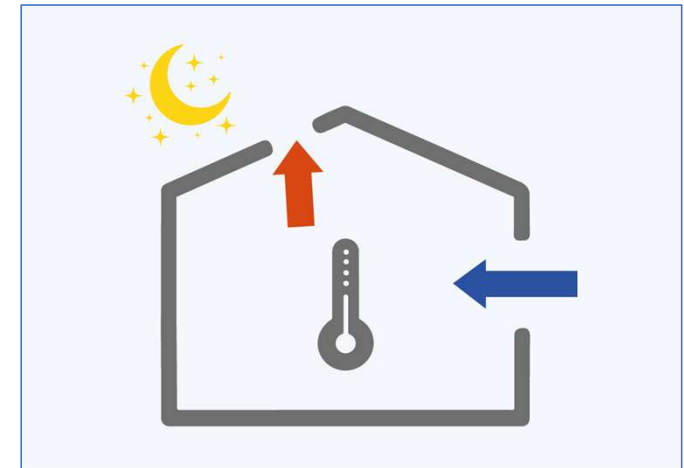
**ZUKUNFTS
AGENTUR
BAU**
Forschung | Digitalisierung



CoolBRICK in a nutshell

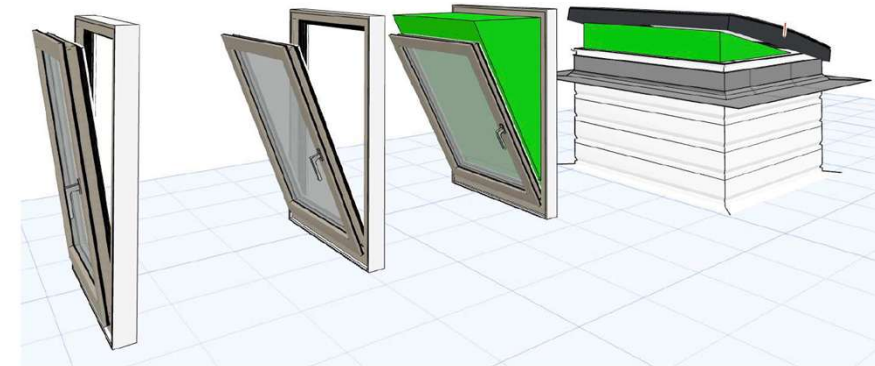


Wie hoch ist der
Luftaustausch der
Innenluft mit **Außenluft**?
-> Wie hoch das
Kühlpotential?



Methodik

LWR Bestimmung



© Ben Tisowsky

2 idente Ziegelkuben Z1/Z2 in Salzburg



Ziegelkuben in Gelb (vor Projektstart), Südost-Ansicht ©ZAB



nachgerüstete Wetterstation am Laternenmast



„Was rein geht muss auch wieder raus!“

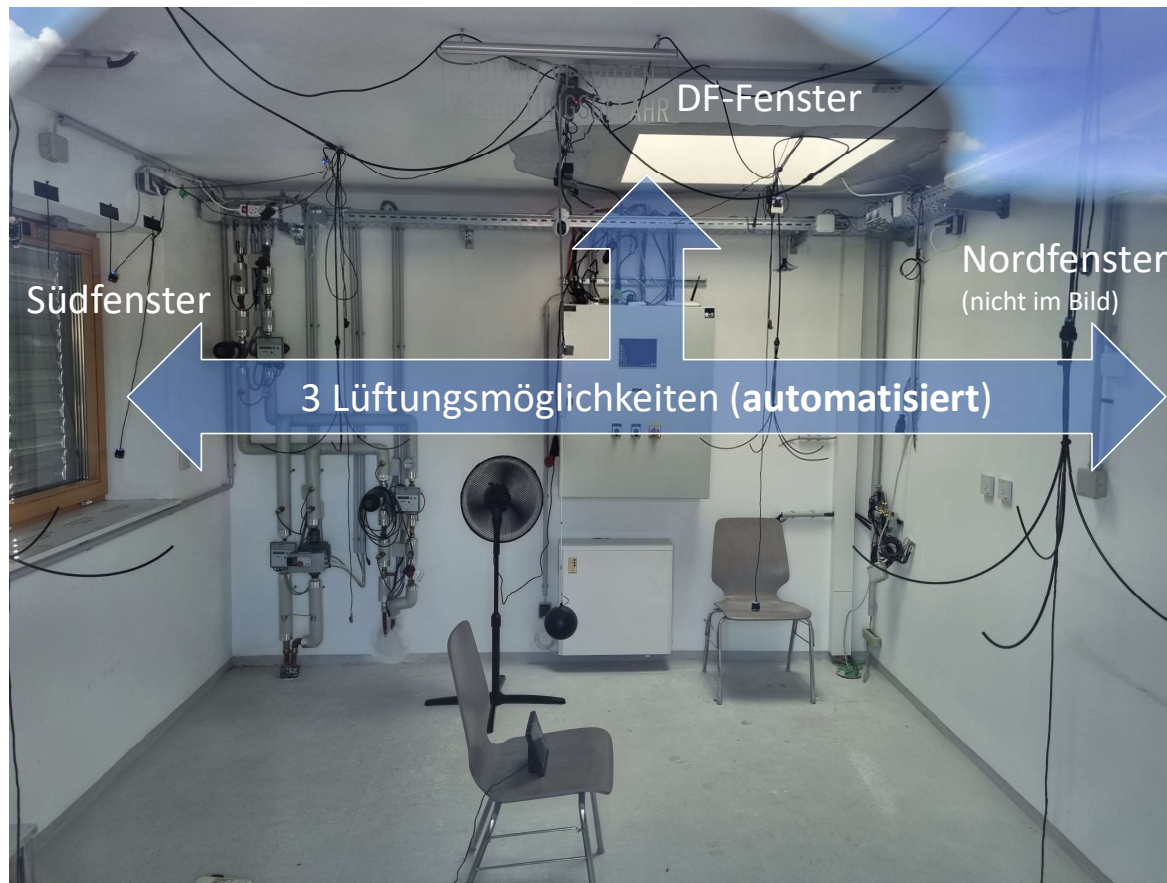
Grundvoraussetzungen:

- Wärme(strahlung) von außen muss möglichst außen vor gelassen werden
-> **Sonnenschutz + Luftdichtheit (Fenster zu!) + Wärmedämmung**
- „produzierte“ Wärme innen (Geräte, Kochen, Personen ...) **muss** auch wieder raus
-> **Nachtlüftung**



Bilanz muss stimmen!

Von der Tracergasmessung zur Automatisierungslösung



Kubus Z2 mit Tracergas-Sensorik, Schaltschrank, TGA-Komponenten, Loxone-Steuerung mit Fernzugriff, Webcams ... (Süd-/DF-Fenster)



nachgerüsteter Kettenantrieb (Fa. WindowMaster) an Vertikalfenster SÜD



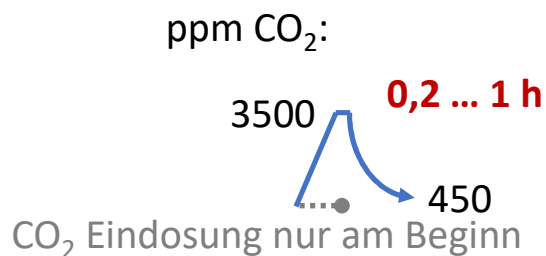
Umbau auf größere Kippwinkel



Kühlpotential über Luftwechselrate (LWR) bestimmten: 2 Tracergas-Methoden auf CO₂-Basis (automatisiert!)

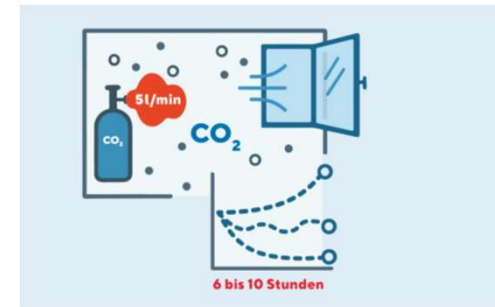
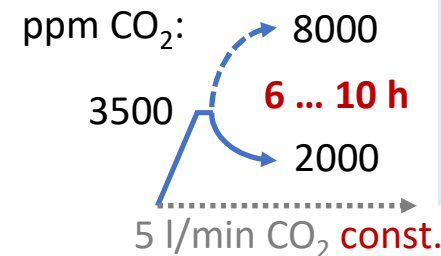
■ concentration decay method – Konzentrations-Abfall-Methode **KAM** (üblich)

- Mittelungszeitraum sehr kurz
(nur zu Lüftungsbeginn, ≤ 1 h)
- nur Momentaufnahmen möglich
- + schnell(er) durchführbar
- + kostengünstig(er)



■ constant emission method – Konstant-Emissions-Methode **KEM** (kaum angewandt da aufwendig)

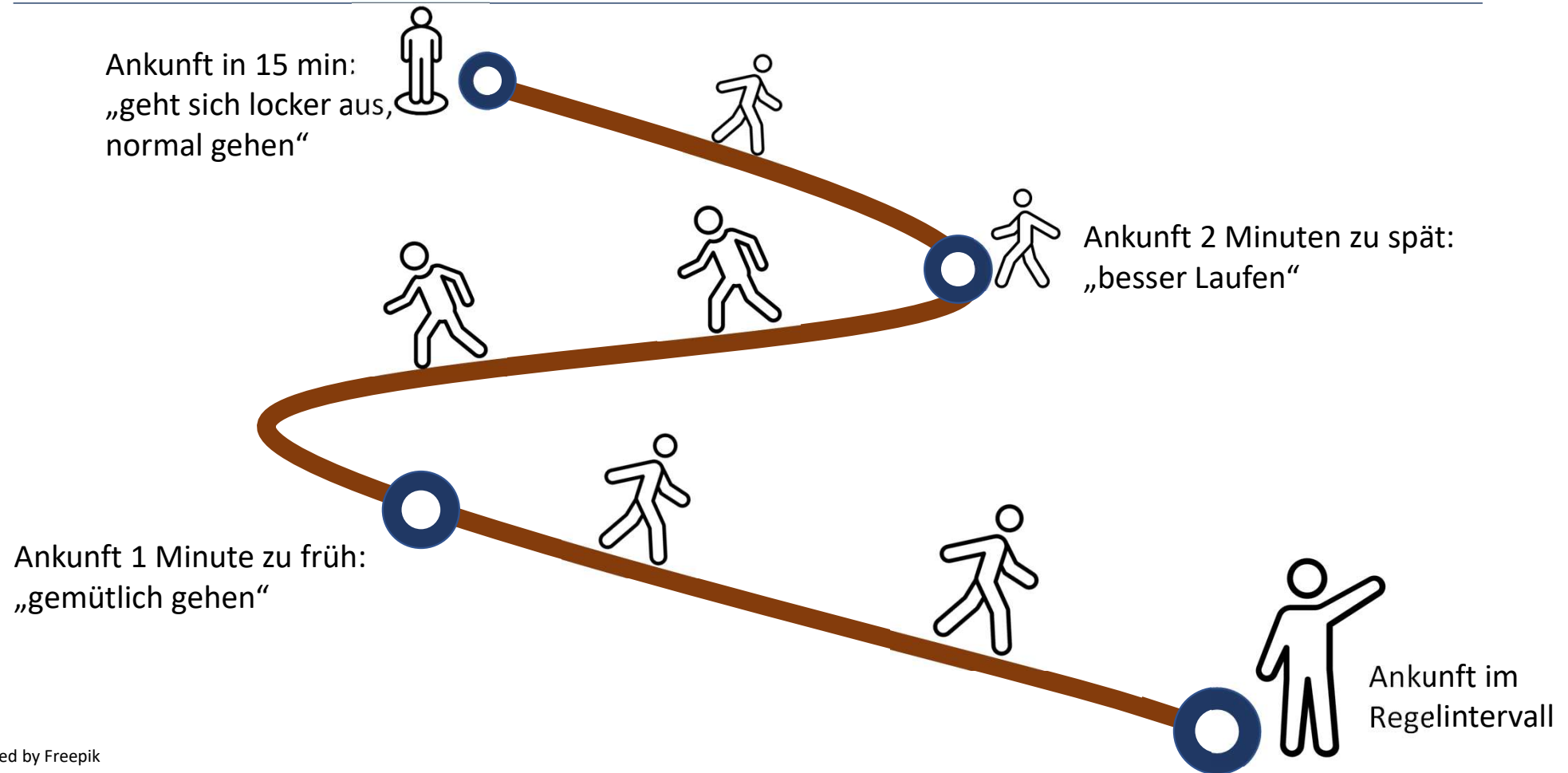
- + dauerhaft ohne Unterbrechung
anwendbar
- + LWR über ganze Nächte mit
unterschiedlichen RB quantifizierbar
(Windgeschwindigkeit/-richtung, T_{außen})
- deutlich aufwendiger



Regelung/Automatisierung

Model Predictive Control (MPC)

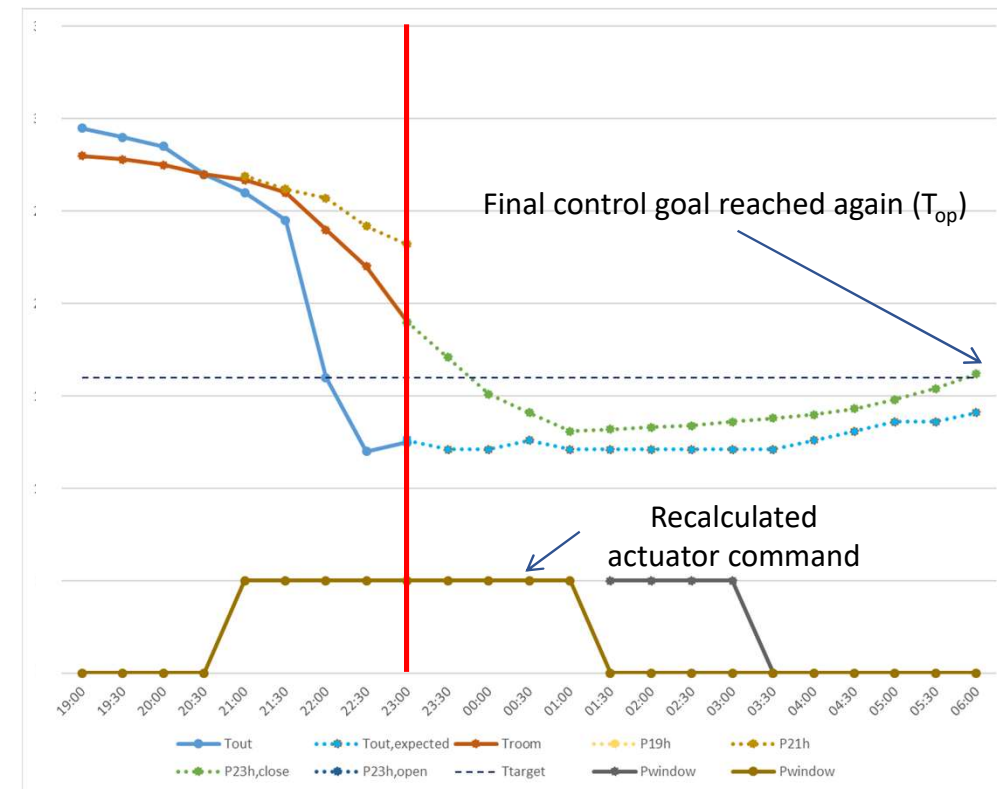
Modellprädiktive Regelung (MPC)



Icons designed by Freepik

Modellprädiktive Regelung (MPC)

- **Vorausschauende** Steuerung auf Basis von KI-Modellen
 - „Tiefentladung“ der Bauteile
 - Berücksichtigung von Wiedererwärmungseffekte in der Früh
 - Reagiert vorausschauend auf Ereignisse
- **Optimale** durchgehende Fensteröffnung
 - hoher Luftwechsel (ventilative Kühlung) mit maximalem Wärmeabtransport
 - Geringerer Verschleiß durch max. kontinuierliche Fensteröffnung

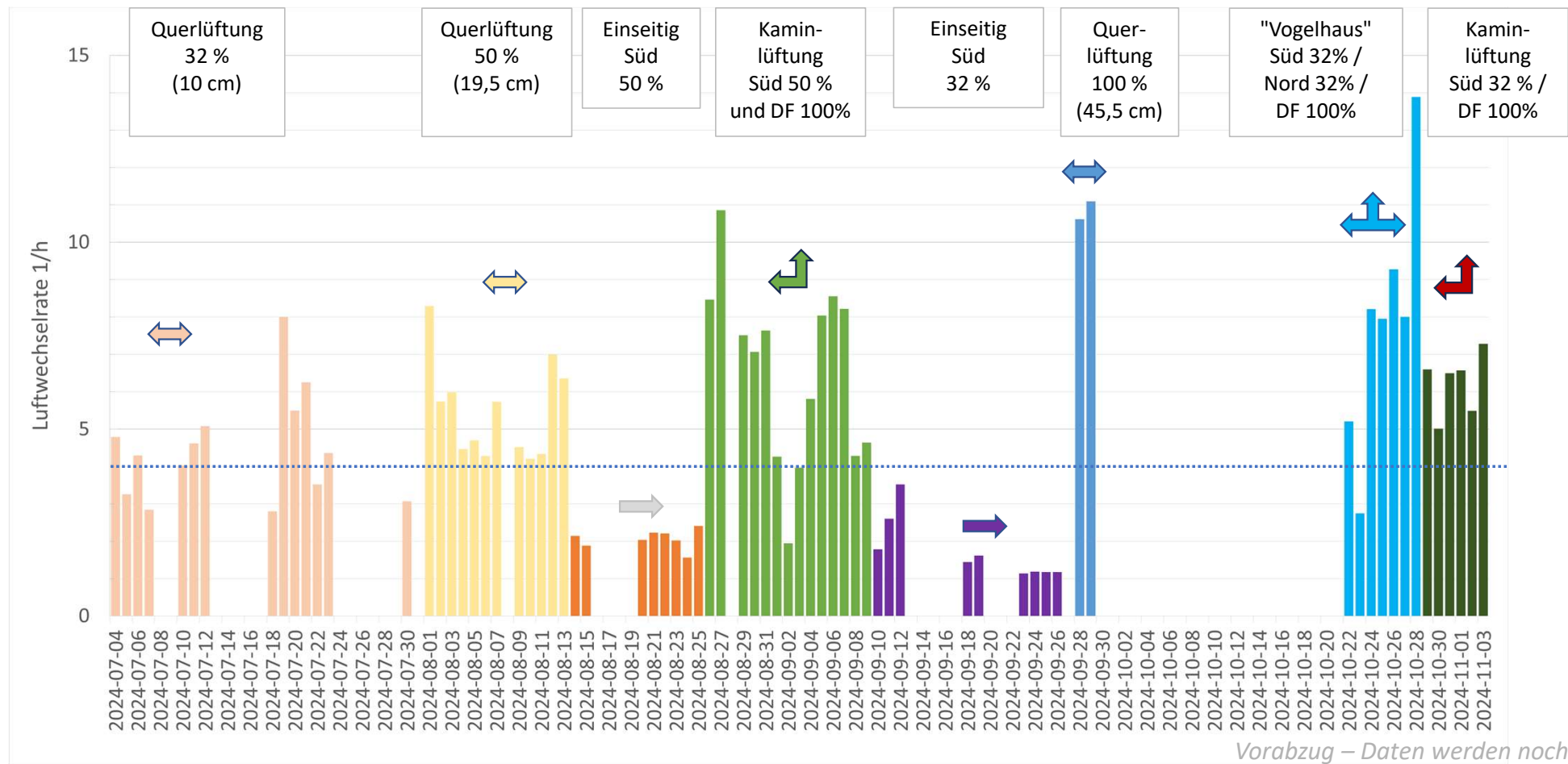


MPC Regelkurven zur zielgerichteten Abkühlung mit morgendlicher Soll-Temperatur

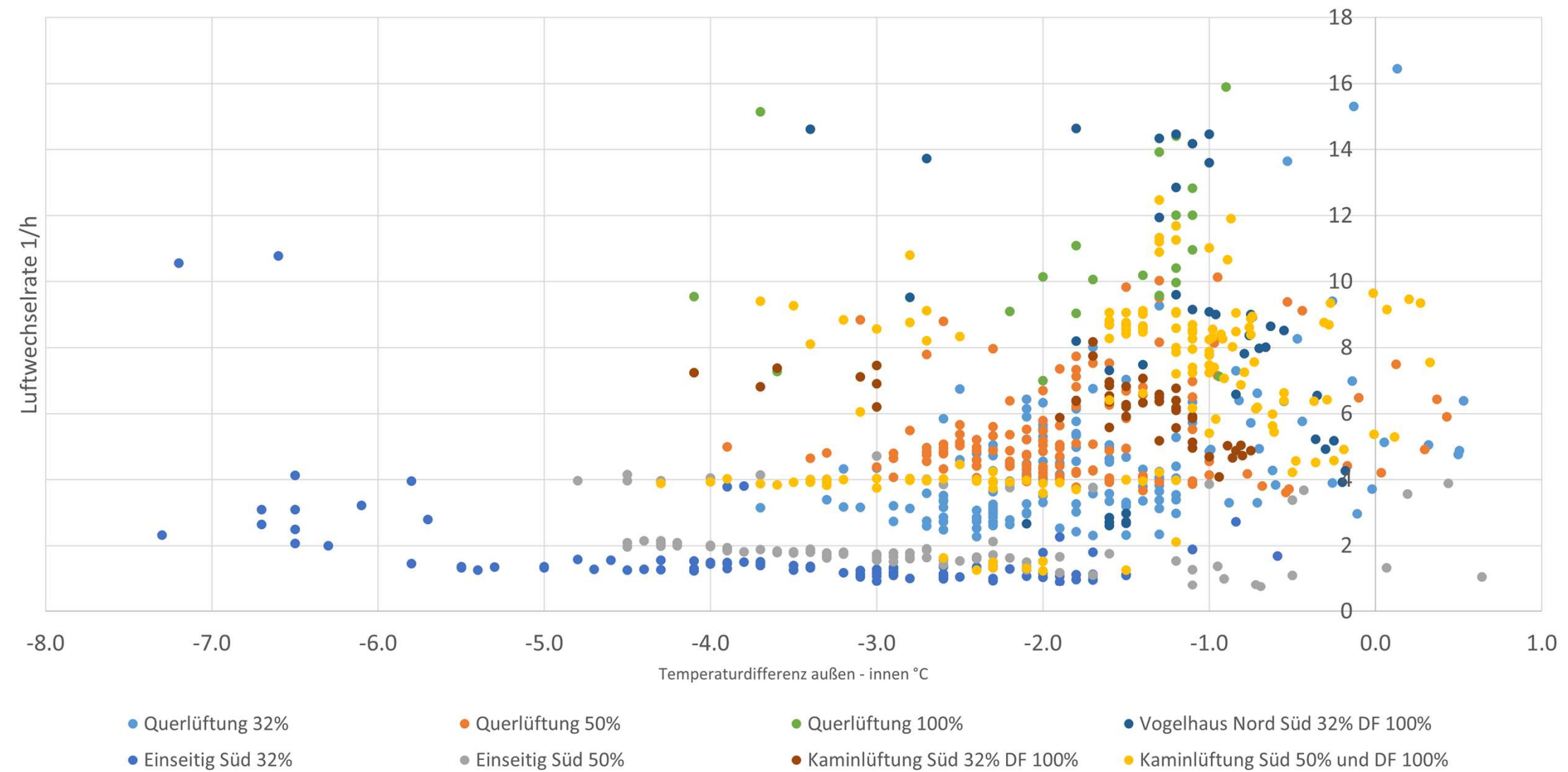
Ergebnisse

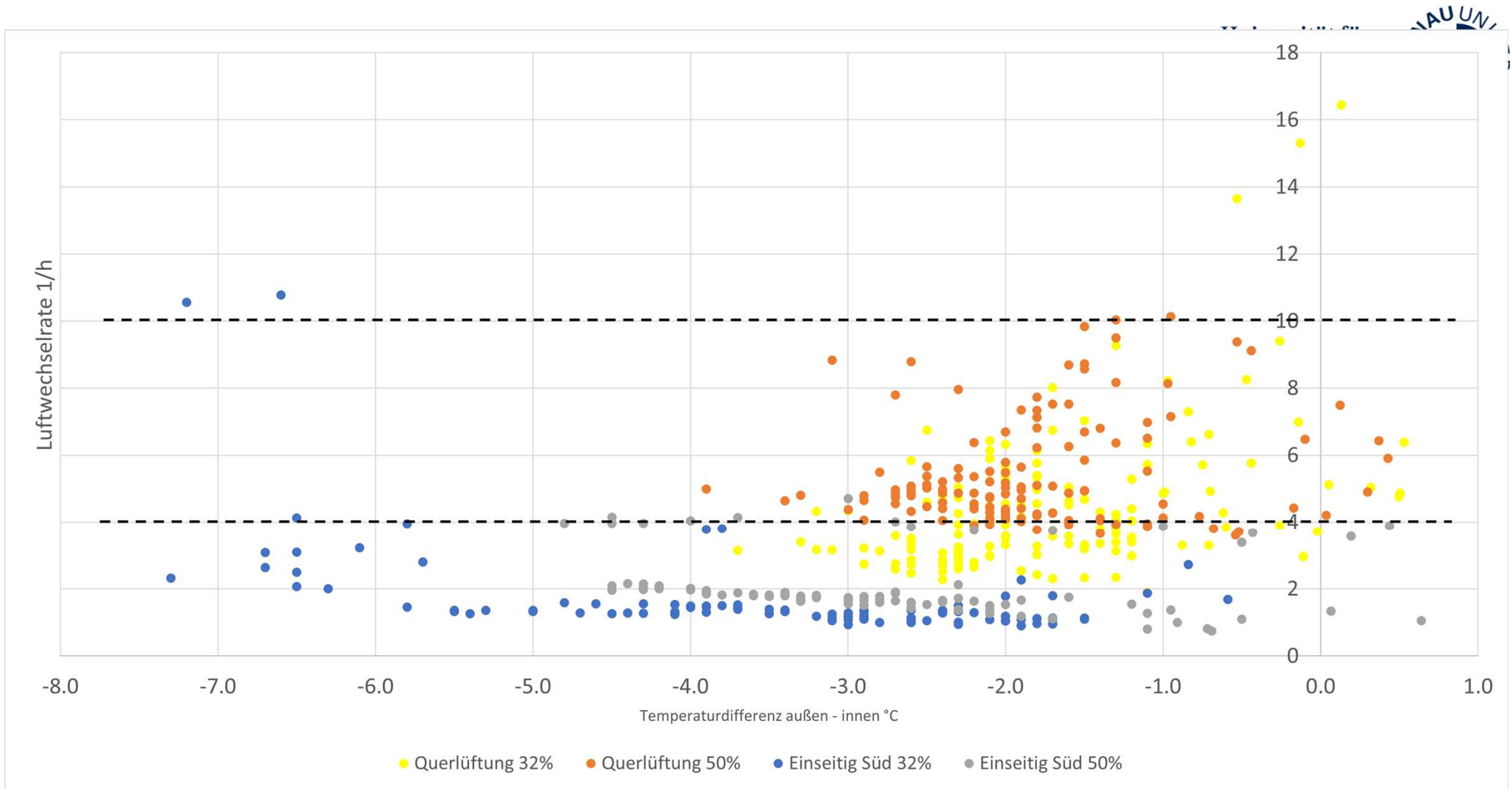
Luftwechselzahlen

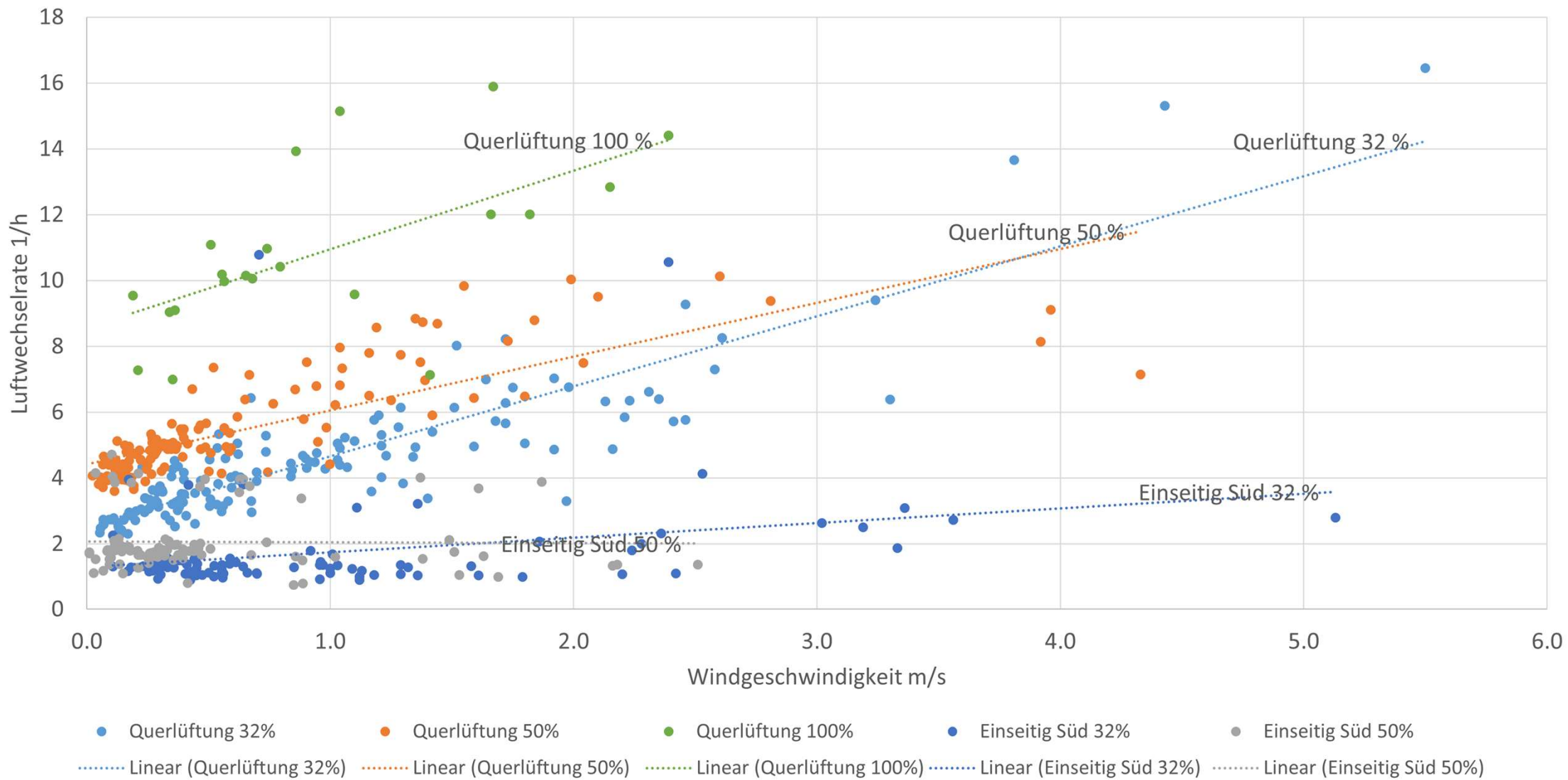
LWR Übersicht – Mittelwerte ü. Nächte 2024



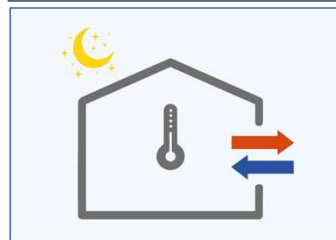
Vorabzug – Daten werden noch validiert!



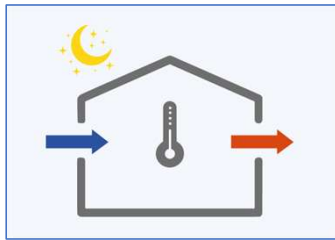




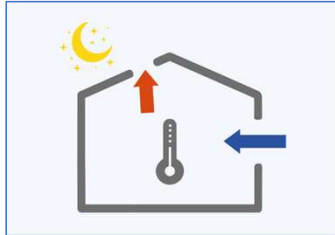
Abkühlungspotential und Empfehlungen



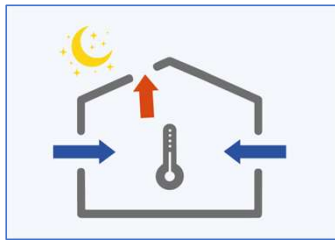
... bis zu
1,6 Grad*



... bis zu
5,5 Grad*



... bis zu
4,7 Grad*



... Maximum

- nur ab **Querlüftung** -> sinnvolle **passive Kühlung (Grundrisse!)**
- **neue Beschläge** -> größere Kippwinkel
- **Wer macht's auf?** -> **Automatisierung notwendig**
- geringe **Luftbewegungen außen** unterstützen Querlüftung maßgeblich (muss nicht gleich Wind sein) -> **Katalysator für Querlüftung** -> **Windschneisen lassen**
- **Speichermasse vorsehen (z.B. Ziegel)** -> dämpft Tageshöchsttemperatur in Innenräumen
- **Nachtlüftung** bereits **ab Frühjahr** -> **Gegensteuerung**
- **Sonnenschutz** obligatorisch -> **außenliegend** („Was rein kommt muss auch wieder ...“)

4.7 Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Wohngebäuden ist **Punkt 4.7.1** einzuhalten. Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Nicht-Wohngebäuden (NWG) ist **Punkt 4.7.2** einzuhalten.

- 4.7.1** Der sommerliche Wärmeschutz von Aufenthaltsräumen in einem Wohngebäude (WG) ist eingehalten, wenn
- a) die operative Temperatur im Aufenthaltsraum bei einem sich täglich periodisch wiederholenden Außenklima mit dem standortabhängigen Tagesmittelwert $T_{\text{NAT},13}$ die Temperatur von $\frac{1}{3} \times T_{\text{NAT},13} + 21,8 \text{ °C}$ nicht überschreitet, wobei in der Zeit zwischen 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr angenommen werden darf, dass die offenbaren Fenster solange geöffnet bleiben, als die Außentemperatur geringer ist als die innere operative Temperatur (gemäß ÖNORM B 8110-3). Offenbare Fenster sind für den normativen Nachweis in der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr als geschlossen anzunehmen. Die übrigen Randbedingungen sind entsprechend dem Stand der Technik anzunehmen; oder
 - b) wenn alle Lichteintrittsflächen im Aufenthaltsraum mit außenliegenden Abschattungseinrichtungen mit $g_{\text{tot}} \leq 0,15$ ausgestattet werden. Nordorientierte (mit einer maximalen Abweichung von $\pm 22,5^\circ$) Lichteintrittsflächen dürfen dabei unberücksichtigt bleiben.

Umsetzungsbeispiele in der Forschung



Hofburg Wien, Schweizerhof, Altbau, Kastenfenster automatisiert



Donau-Universität Krems, Altbau, Kastenfenster automatisiert



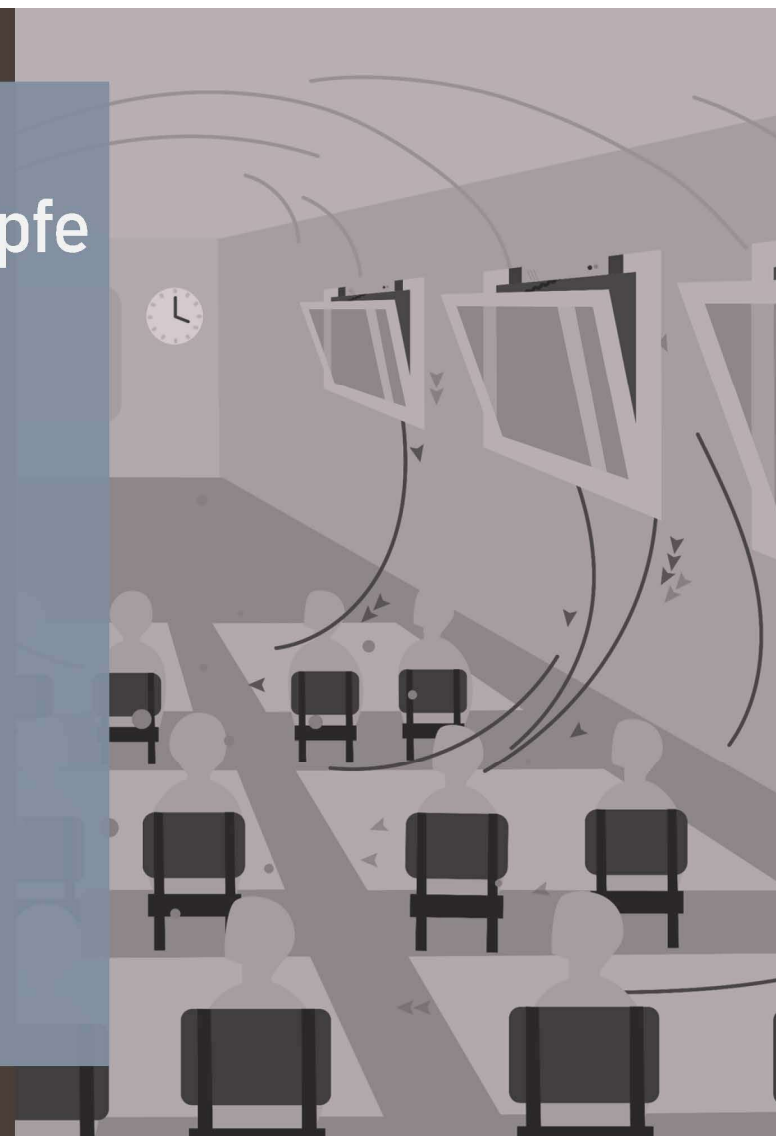
Kuben in Salzburg, 3-Scheiben-Kipp- und Flachdachfenster automatisiert

Fachveranstaltung Frische Luft für klare Köpfe

Donnerstag, 30.10.2025 ab 17:00 Uhr
Architekturzentrum Wien – Podium
Museumsplatz 1, 1070 Wien

Eine gute Raumlufthqualität ist entscheidend für Konzentration, Wohlbefinden und Lernerfolg – insbesondere in Schulen. Wie kann richtiges Lüften gelingen? Welche technischen und baulichen Lösungen stehen zur Verfügung? Und wie lassen sich Energieeffizienz und Komfort optimal miteinander verbinden?

Bei unserer Fachveranstaltung werden Themen rund um natürliche Lüftung diskutiert und bereits umgesetzte Projekte vorgestellt.



Programm

Frische Luft für klare Köpfe

- Ab 16:30 „Klassenbester“- lizenzierte
Antriebsunternehmen stellen Produkte vor
- 17:00 – 17:30 Begrüßung durch *DI Ernst Kainmüller*
Nachweise zur Qualitätssicherung
– natürliche automatisierte kontrollierte
Fensterlüftung
- 17:30 – 18:00 Projektvorstellung Gymnasium Keimgasse,
Mödling
*Arch. DI Nadja Sailer und Arch. DI Andreas
Treusch - TREUSCH architecture*
- 18:00 – 18:30 CO₂-Reduzierung in Bildungseinrichtungen –
Projektstudie nat. Lüftung Keimgasse
*Ing. Maximilian Uhl, BSc - Dietrich Luft und
Klima*
- 18:30 – 19:00 Pause inkl. kleiner Stärkung
- 19:00 – 19:30 Lernwerkzeuge
GF Georg Poduschka - PPAG architects
- 19:30 – 20:00 natürliche Lüftung von Schulgebäuden
*DI Bernd Wiltschek –
Bundesimmobiliengesellschaft*



Zero Emission Assets – Energieeffizienz und Klima- resilienz im Gebäudesektor

www.donau-uni.ac.at/dbu/zero-emission-assets



Zero Emission Assets

Sie möchten wissen, wie sich der Gebäudesektor aktuell verändert und was Klimaneutralität in der Praxis bedeutet?

Inhalte

- > **Einführung und Kontext**
der Gebäudesektor und seine Bedeutung für das Erreichen nationaler und europäischer Klimaziele
- > **Handlungsfelder im Gebäudelebenszyklus**
Lebenszyklusphasen von Gebäuden und damit verbundene Verantwortlichkeiten
- > **Strategien zur Transformation**
Energieeffiziente und klimaresiliente Gebäude und Quartiere
- > **Wirtschaftlichkeit und Finanzierung**
Wirtschaftlichkeitsbewertungen von Bau- und Sanierungsmaßnahmen
- > **Regulatorik und Normen**
EU-Taxonomie, EPBD und nationaler Gesetzesrahmen, Zertifizierungen
- > **Praxisbeispiele und Werkzeuge**
Fallstudien, Planungs- und Kommunikationstools
- > **Ausblick**
Weiterqualifizierung und berufliche Perspektiven

Kurzinfos

Abschluss
Zertifikat

Sprache
Deutsch

Dauer
2,5 Tage, berufsbegleitend

Kosten
Das Programm wurde im Rahmen des EU-geförderten Projekts „Achieve-ZEB“ entwickelt und pilotiert. Daher ist eine einmalig kostenfreie Teilnahme für eine begrenzte Anzahl an Personen möglich.

ECTS-Punkte
3

Lernformat
Blended Learning

Termine
16.10.2025: Online-Kick Off
23. und 24.10.2025: Präsenz- und Exkursionstag
06.11.2025: Online-Workshop

Kooperationspartner



Co-funded by the
European Union



Herausgeber: Universität für Weiterbildung Krems,
Department für Bauen und Umwelt
Foto: Universität für Weiterbildung Krems
Stand: 08/2025
Alle Rechte und Änderungen vorbehalten.

Informationen zur Datenverarbeitung und Ihren
diesbezüglichen Rechten finden Sie unter
www.donau-uni.ac.at/datenschutz.

Information und Anmeldung

Universität für Weiterbildung Krems
Department für Bauen und Umwelt
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30
3500 Krems, Österreich

Darya Haroshka, MSc
darya.haroshka@donau-uni.ac.at
+43 (0)2732 893-2777

[www.donau-uni.ac.at/dbu/
zero-emission-assets](http://www.donau-uni.ac.at/dbu/zero-emission-assets)





Universität für
Weiterbildung
Krems



Eingebettet im EU-Life Projekt:



www.donau-uni.ac.at/dbu/zero-emission-assets



VENTILATIVE COOLING

Nachtlüftungskonzepte gegen
sommerliche Überwärmung

Fazit eines Branchenforschungsprojektes im Programm Collective Research
gefördert durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
und kofinanziert durch die Initiative Ziegel im Forschungsverein Steine-Keramik



20-seitiger Folder
(neu seit 09-2025)

- Details
- Ergebnisse
- Praxisbeispiele/Gebäude

<https://www.donau-uni.ac.at/coolbrick>

Max. passive Kühlung in Neubau und Sanierung durch ...

- ✓ Nachtlüftungskonzept
- ✓ außenliegender Sonnenschutz (automatisiert)
- ✓ weiter öffnbare Kippfenster oder Drehflügel (automatisiert)
- ✓ querlüftbare Grundrisse!

➤ „Was rein geht muss auch ...!“



Kontakt Daten

Universität für
Weiterbildung
Krems



DI Markus Winkler

Zentrumsleitung Bauklimatik und Gebäudetechnik

Stv. Departmentleitung Bauen und Umwelt

Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30, 3500 Krems

markus.winkler@donau-uni.ac.at

<http://www.donau-uni.ac.at/dbu>

**Danke für Ihre geschätzte
Aufmerksamkeit!**

Fragen? 😊