

Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

Markus Arendt, André Kremonke, Clemens Felsmann

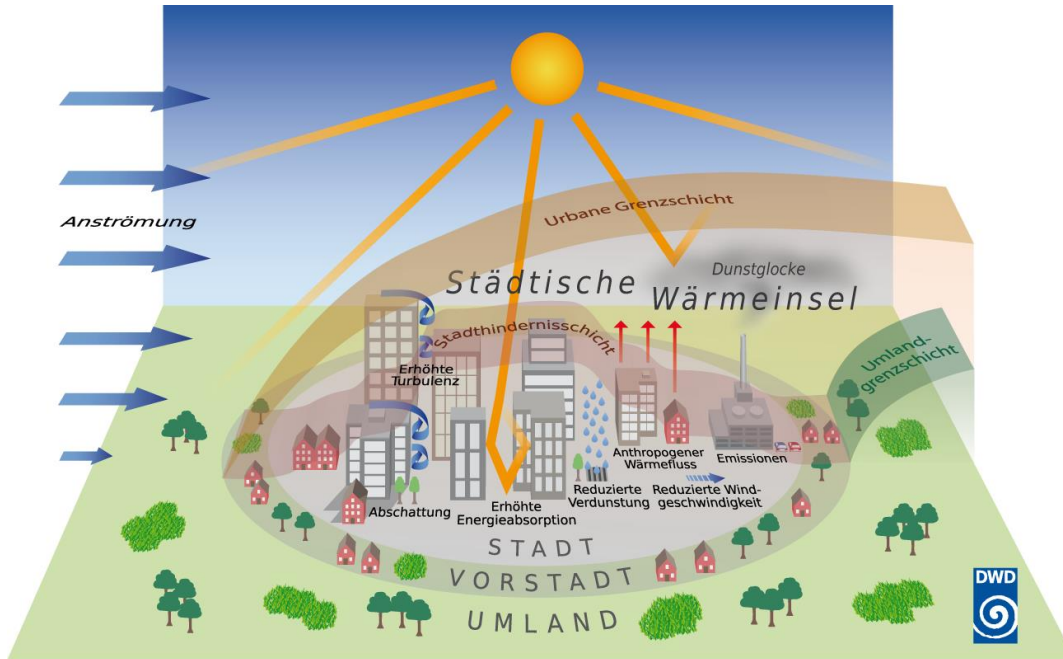
KUEHA – Kühlen mit der vorhandenen Heizungsanlage

Deutsche Kälte- und Klimatagung 2020 (DKV-Tagung)

19.-20.11.2020, online

Motivation

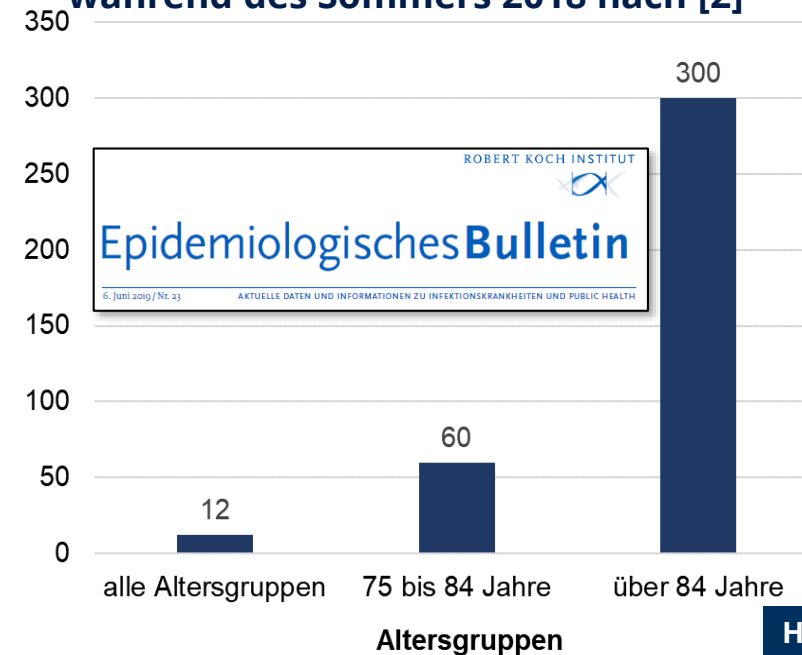
Städtische Wärmeinseln: Überlagerung der Folgen des Klimawandels durch zusätzliche anthropogene Einflüsse



Anthropogene Einflüsse auf das Stadtklima [1]

Hitzebedingte Sterbefälle in Berlin und Hessen während des Sommers 2018 nach [2]

Mortalität je 100.000 Einwohner

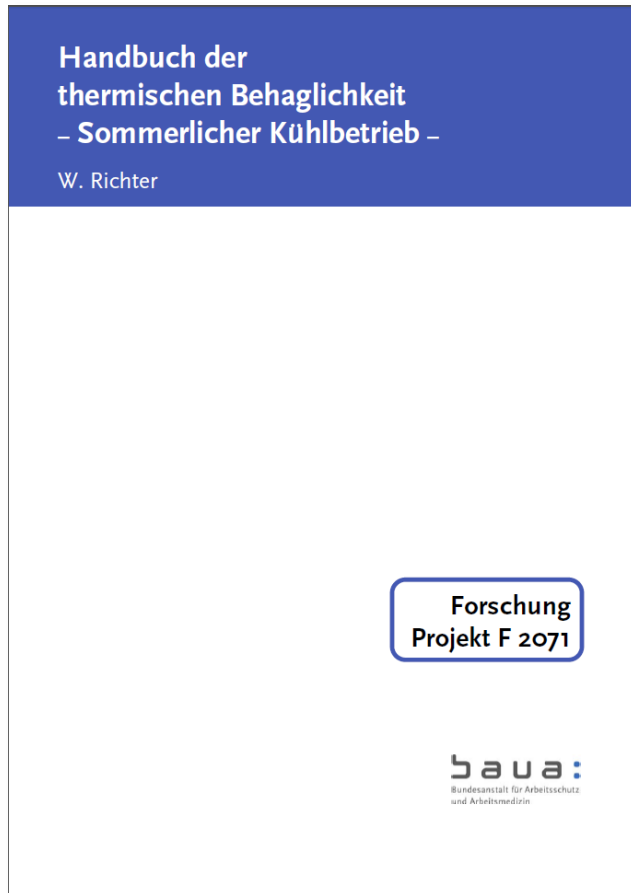


...in 2003
70.000 Hitzeopfer
in Europa... Quelle [4]

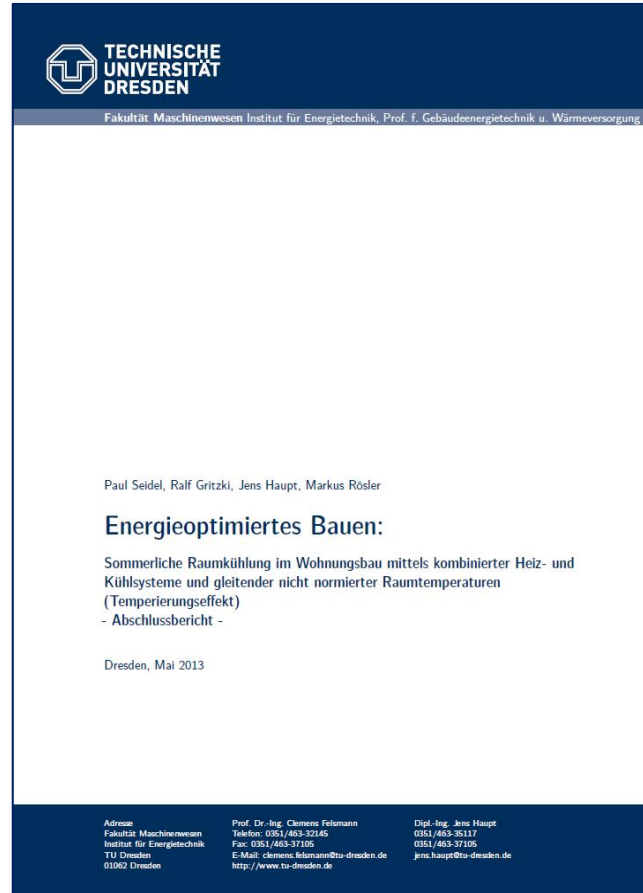
Hitzebedingte Sterbefälle in Deutschland [3]	
2003	7600
2006	6200
2015	6100

Motivation

KUEHA - Praxisüberführung theoretischer Voruntersuchungen



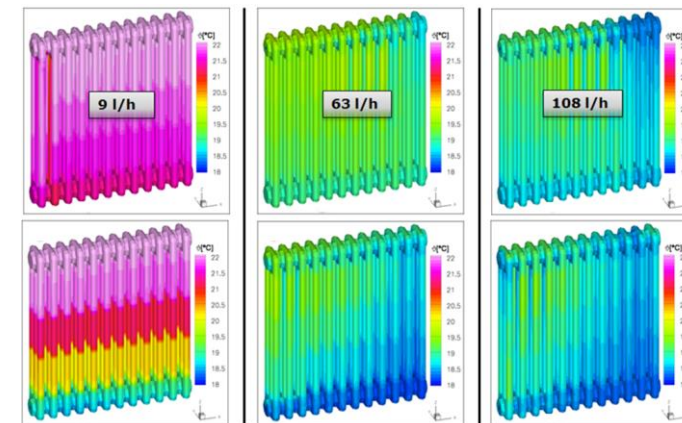
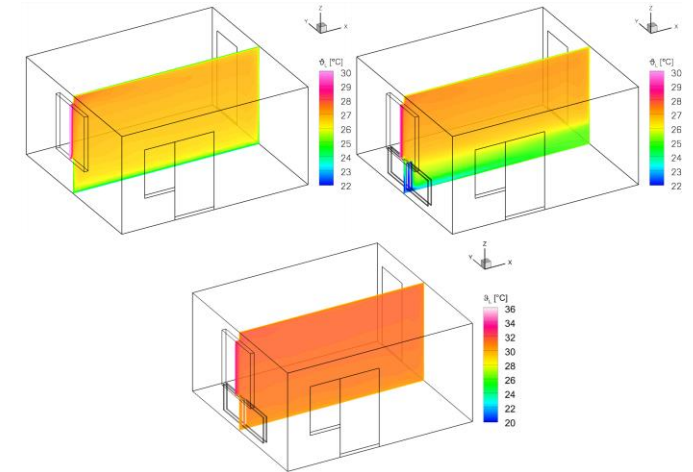
Quelle: [6]



Quelle: [7]

gekühlter Fußboden

gekühlter Heizkörper



Vorlaufanschluss

oben

unten

Methodik - Felderprobung

**Pilot- und Demonstrationsanlage
„Merkel-Bau“**



KUEHA+Vergleichssysteme

**Pilotanlage
„Walther-Hempel-Bau“**



KUEHA+Kälteauskopplung (KKM)

**Feldtestanlage
„EFH-1“**



Kälteauskopplung (Sole)

**Feldtestanlage
„Dreiseitenhof“**



KUEHA+Kälteauskopplung (Grundwasser)

**Feldtestanlage
„Fröttstädt“**



KUEHA+Vergleichssysteme
(Kühlung und Kältebereitstellung)

**Vergleichsanlage
„BZW“**



Vergleichssysteme Kühldecke + KKM

**Vergleichsanlage
„APB“**

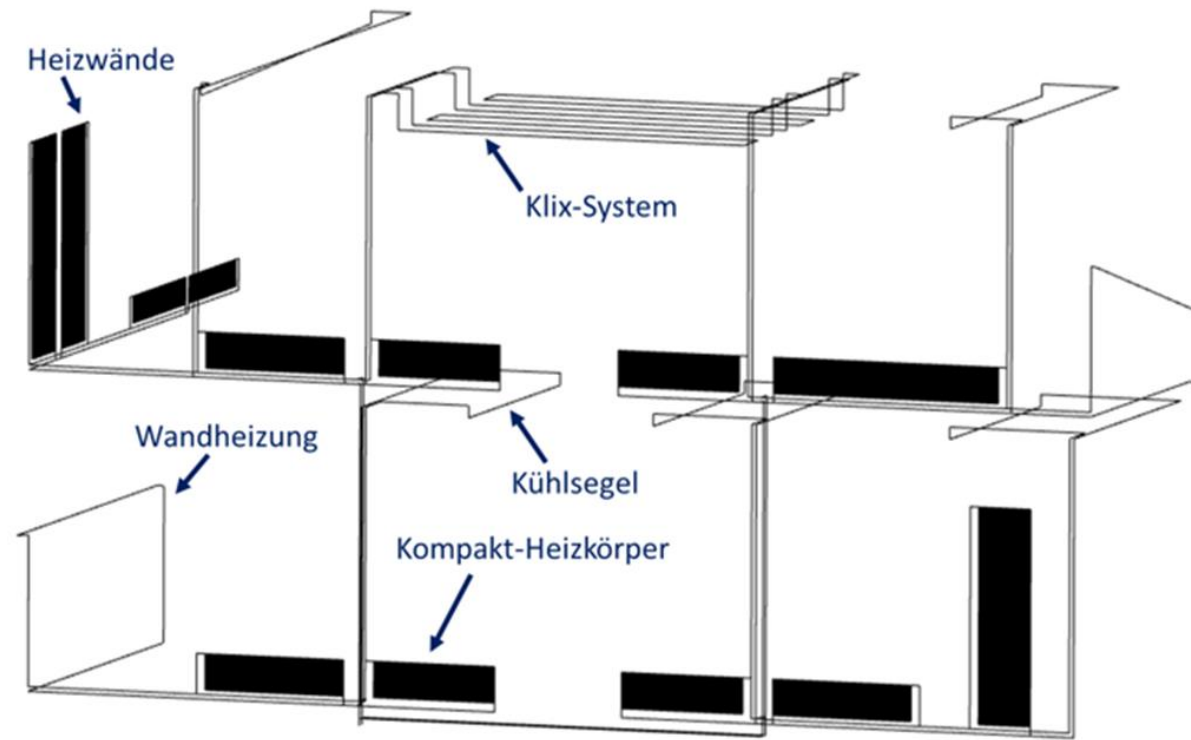
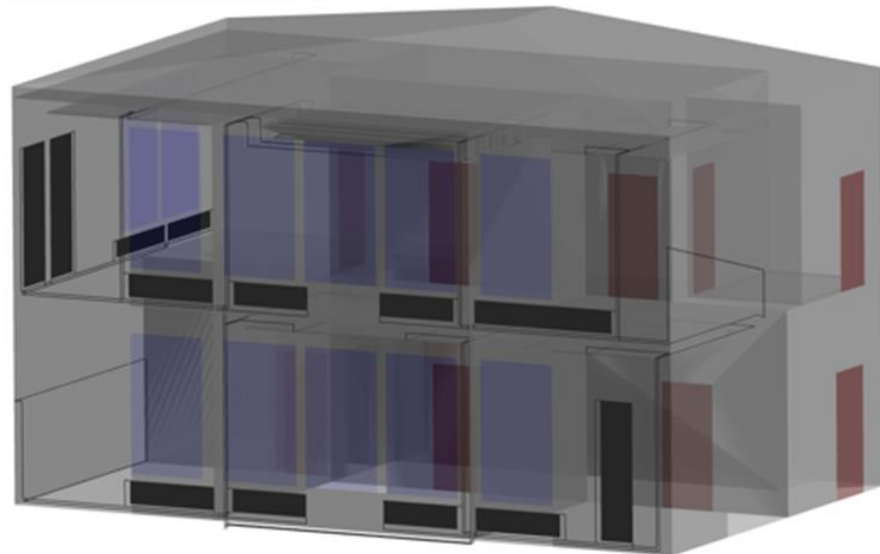


ungekühlter Vergleichsfall

Methodik - Simulation

Anlagen- und Gebäudesimulation mit TRNSYS-TUD [8]

Beispiel: Pilot- und Demonstationsanlage „Merkel-Bau“



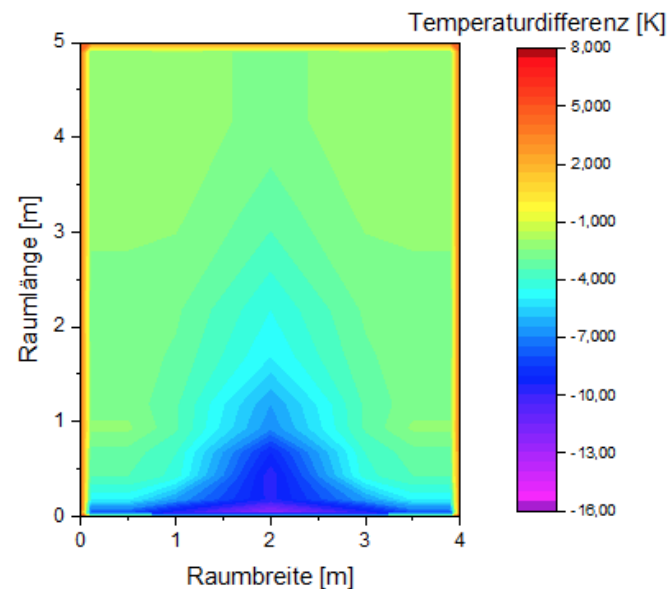
Methodik – Laboruntersuchungen / analytische Untersuchungen



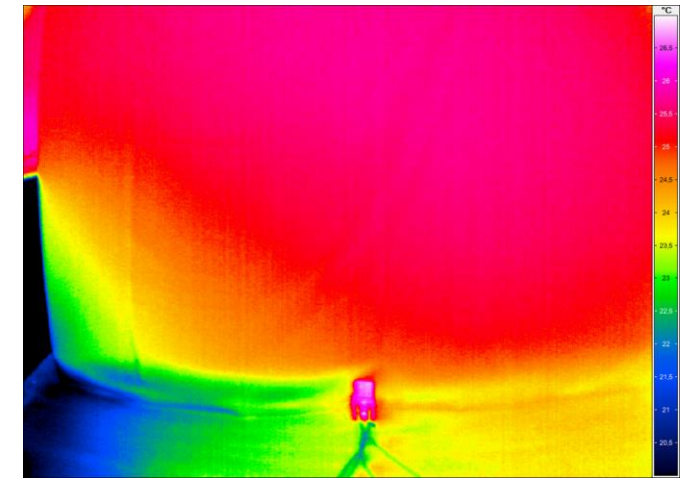
Klimaraum [9]

→ Modellerstellung für die Anlagen- und Gebäudesimulation

- Heizflächenumströmung
- Kaltluftsee
- Wasserdampfbilanz der Raumluft



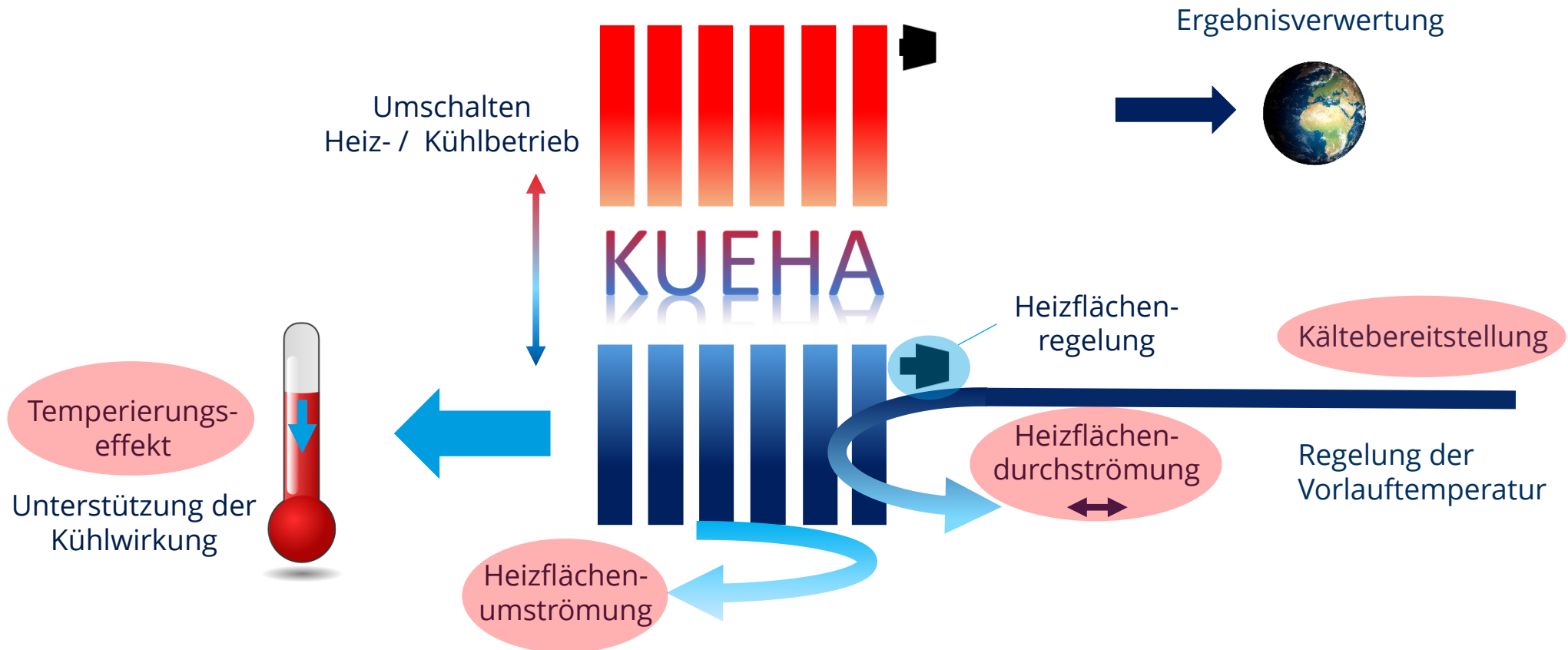
Beispiel: 3D-Erfassung der Lufttemperaturverteilung [10]



Beispiel: Thermografieaufnahme der Lufttemperaturverteilung vor einem gekühlten Heizkörper über ein aufgespanntes Gaze-Tuch [10]

Schwerpunkte

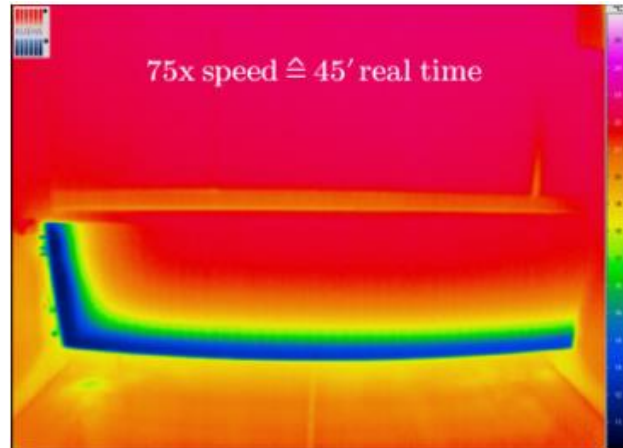
EnOB: KUEHA - Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit



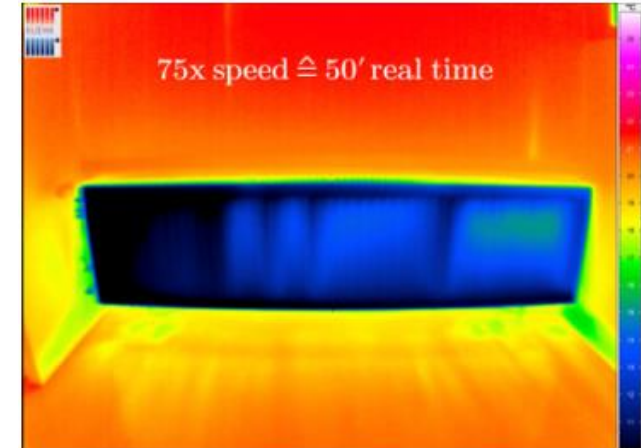
Heizflächendurchströmung

Oberer Kaltwassereintritt

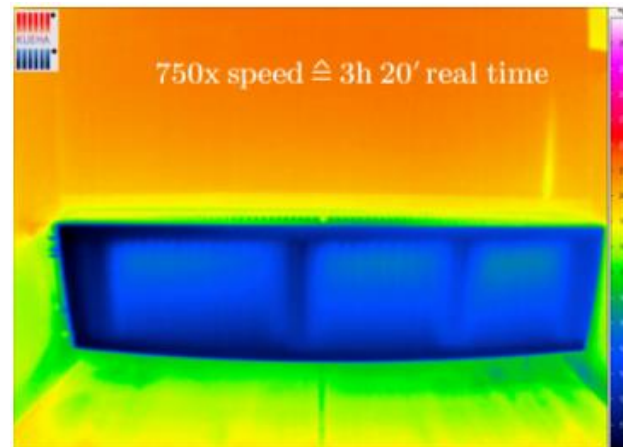
parallel durchströmter Heizkörper
50 l/h



parallel durchströmter Heizkörper
150 l/h



seriell durchströmter Heizkörper
50 l/h



Vermeidung einer Kurzschlussströmung durch Umkehr der Strömungsrichtung

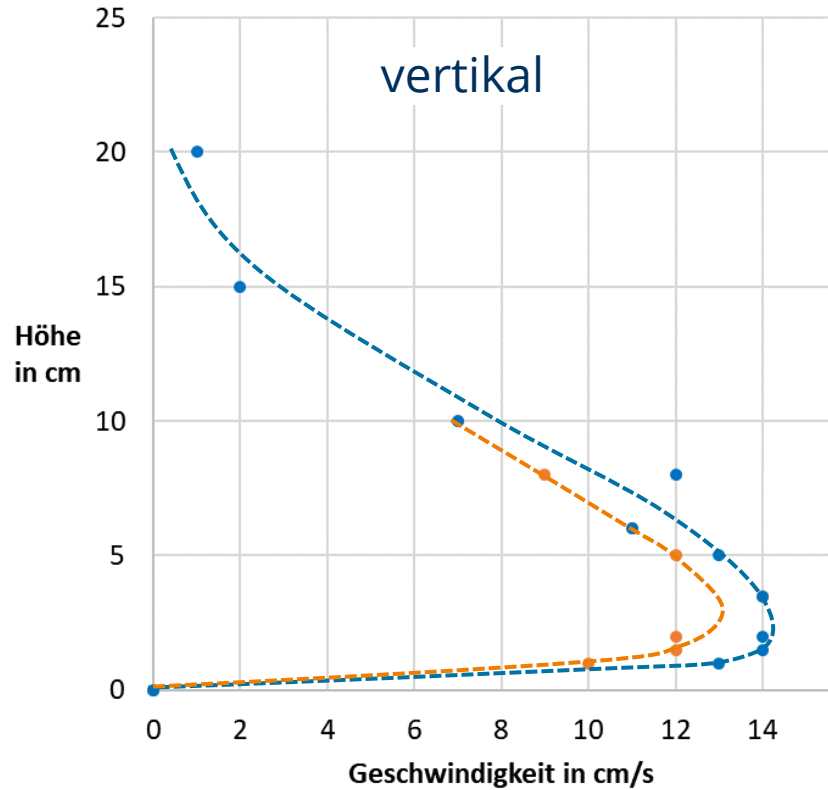


keine Kurzschlussströmung bei geringem Massestrom

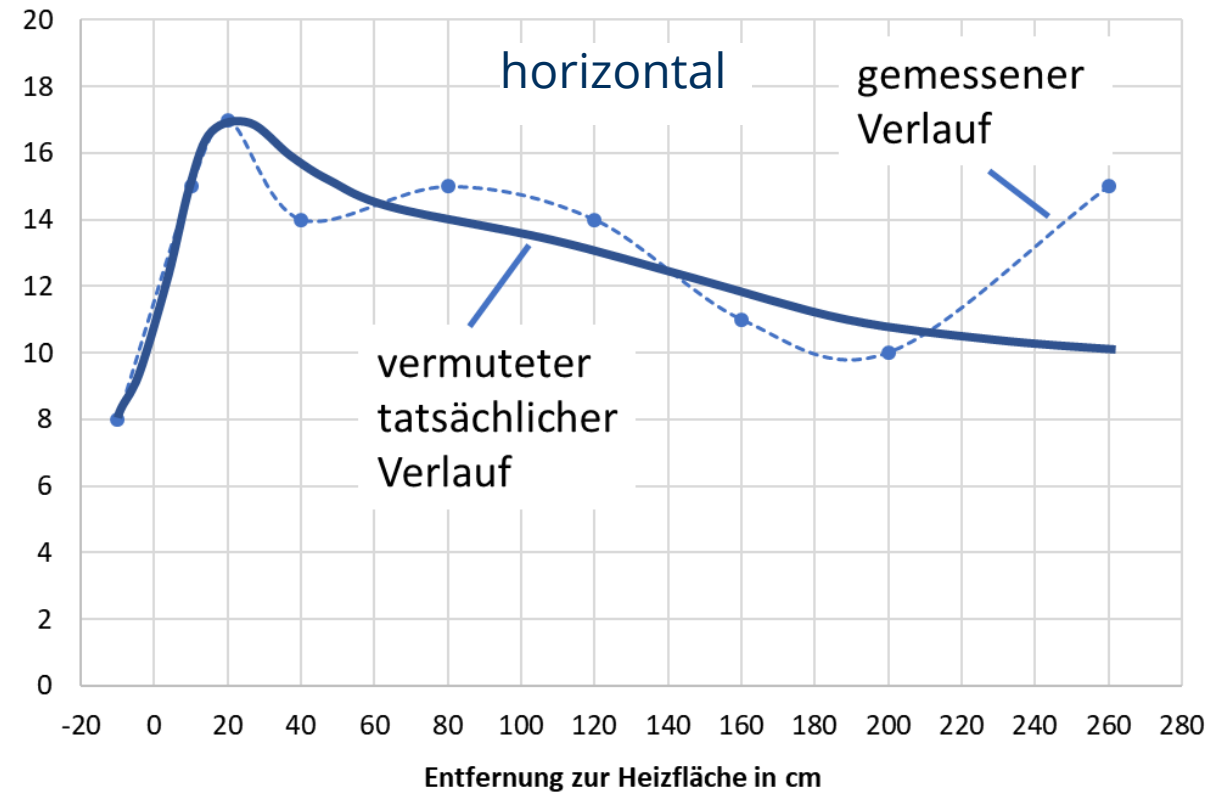
Quelle: [10]

Heizflächenumströmung

Luftgeschwindigkeitsverteilung



- Entfernung zur Heizfläche: 40 cm
- Entfernung zur Heizfläche: 100 cm

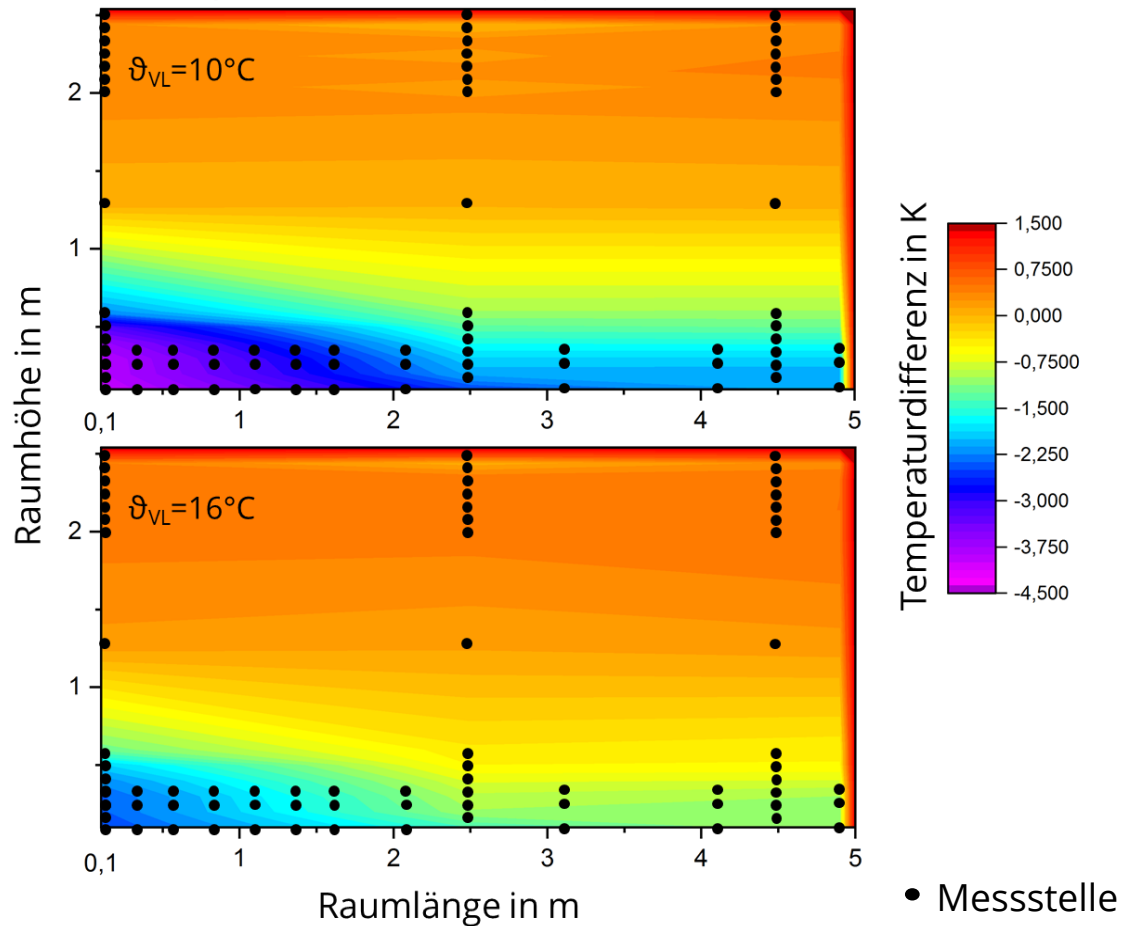


Quelle: [10]

Heizflächenumströmung

Ausbildung eines Kaltluftsees

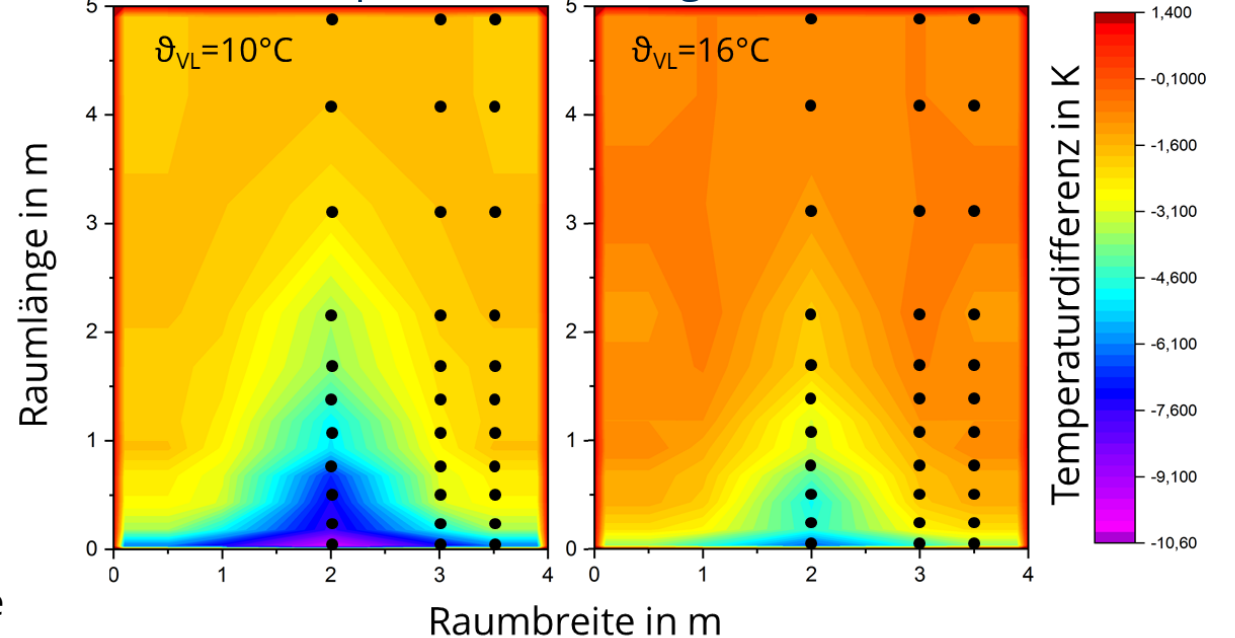
Temperaturverteilung in Raummitte



Klimaraummessung (verschiedene Vorlauftemperaturen)

- Deutlicher Temperierungseffekt
- Verbesserung der thermischen Behaglichkeit durch den Kaltluftsee

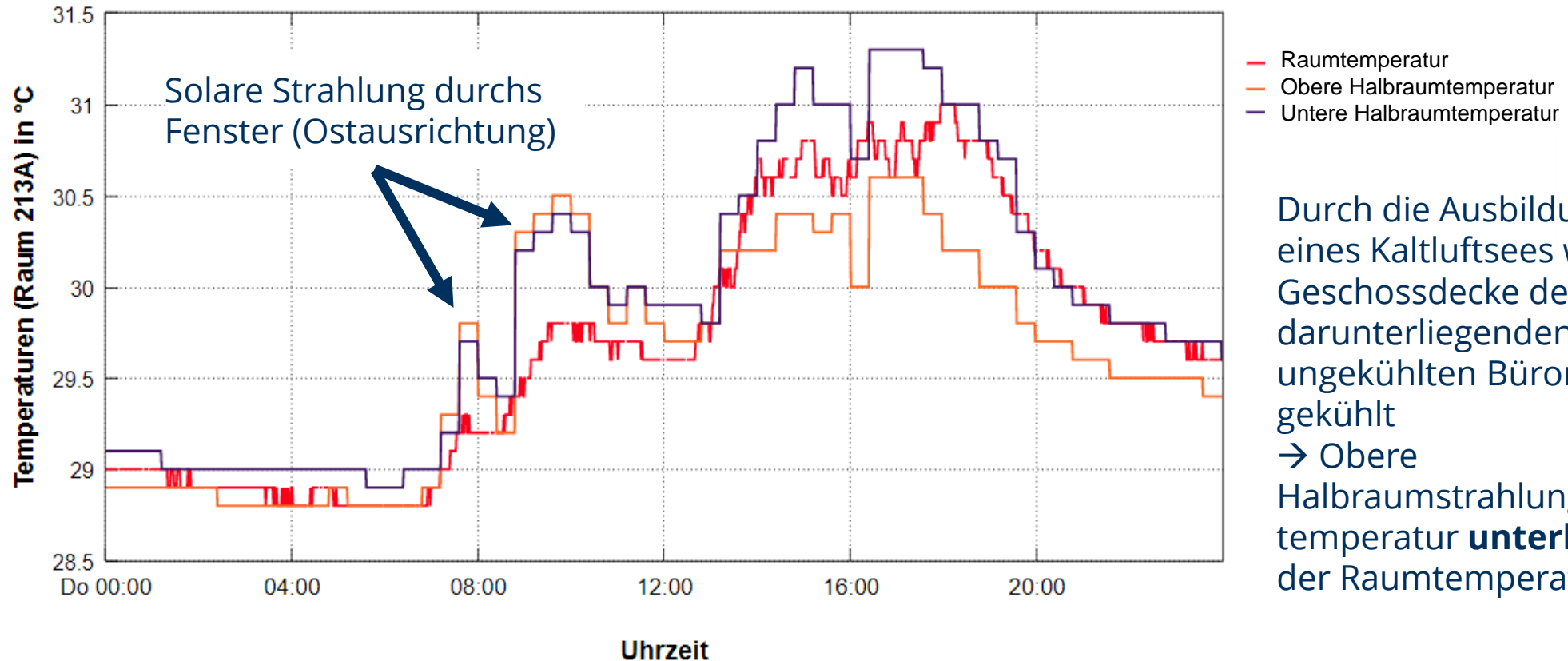
Temperaturverteilung am Boden



Temperierungseffekt

Einfluss eines gekühlten Raumes auf den darunterliegenden ungekühlten Büroraum

Raum- und Strahlungstemperaturen (Raum 213A)

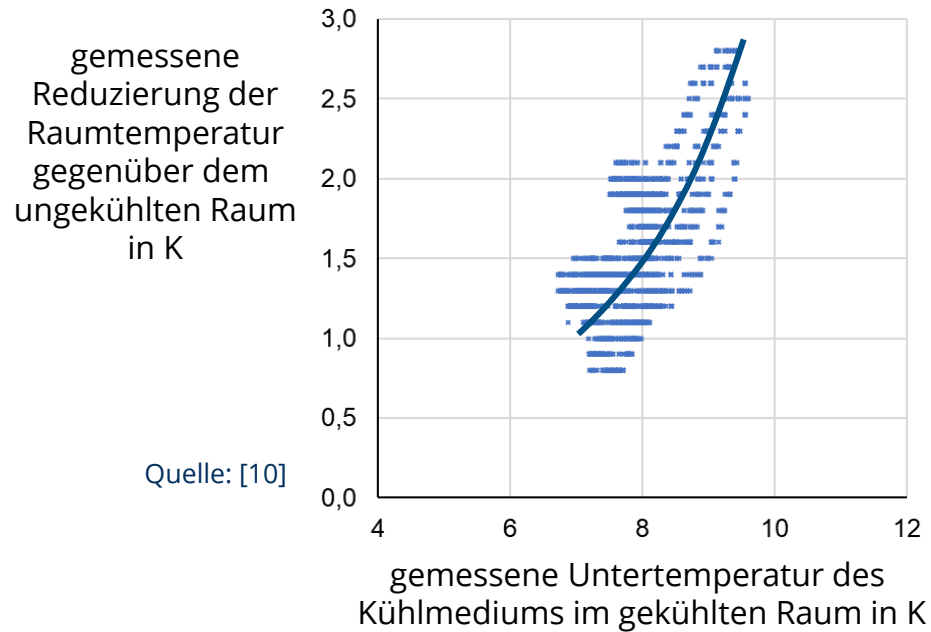


Durch die Ausbildung eines Kaltluftsees wird die Geschosdecke des darunterliegenden ungekühlten Büroraumes gekühlt
→ Obere Halbraumstrahlungstemperatur **unterhalb** der Raumtemperatur

Temperierungseffekt

Anlage „Fröttstädt“

Auswertung Kühlperiode 2018



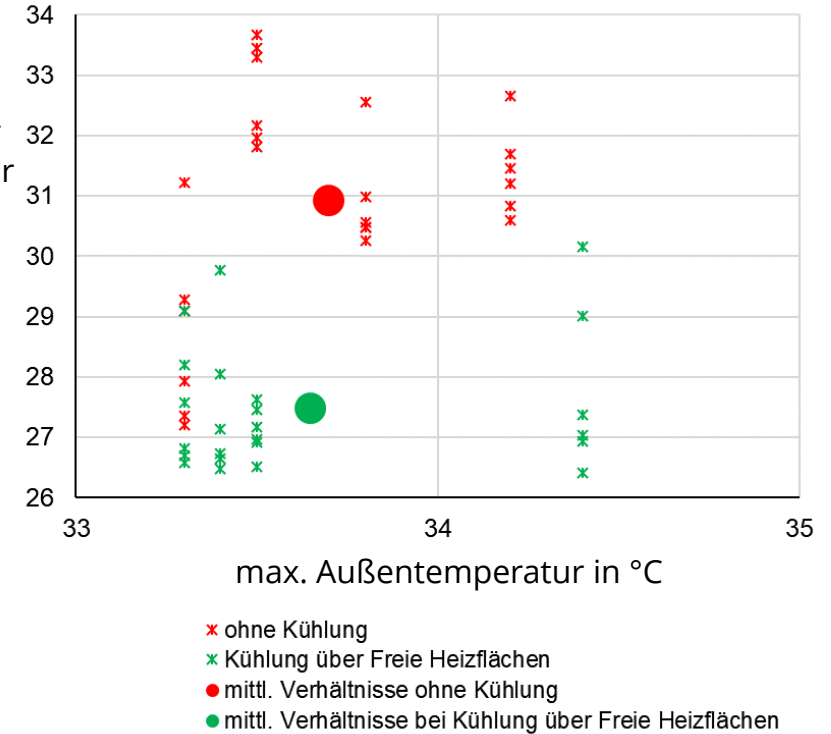
Hypothese:
tatsächliches
Temperatur-
absenkpotential:
> 3 K

Pilotversuch mit nahezu identischen Räumen
bei (zu) hoher Vorlauftemperatur

Anlage „Merkel-Bau“

Auswertung Kühlperiode 2018, 2019
Bereich mit sehr hohen Wärmebelastungen

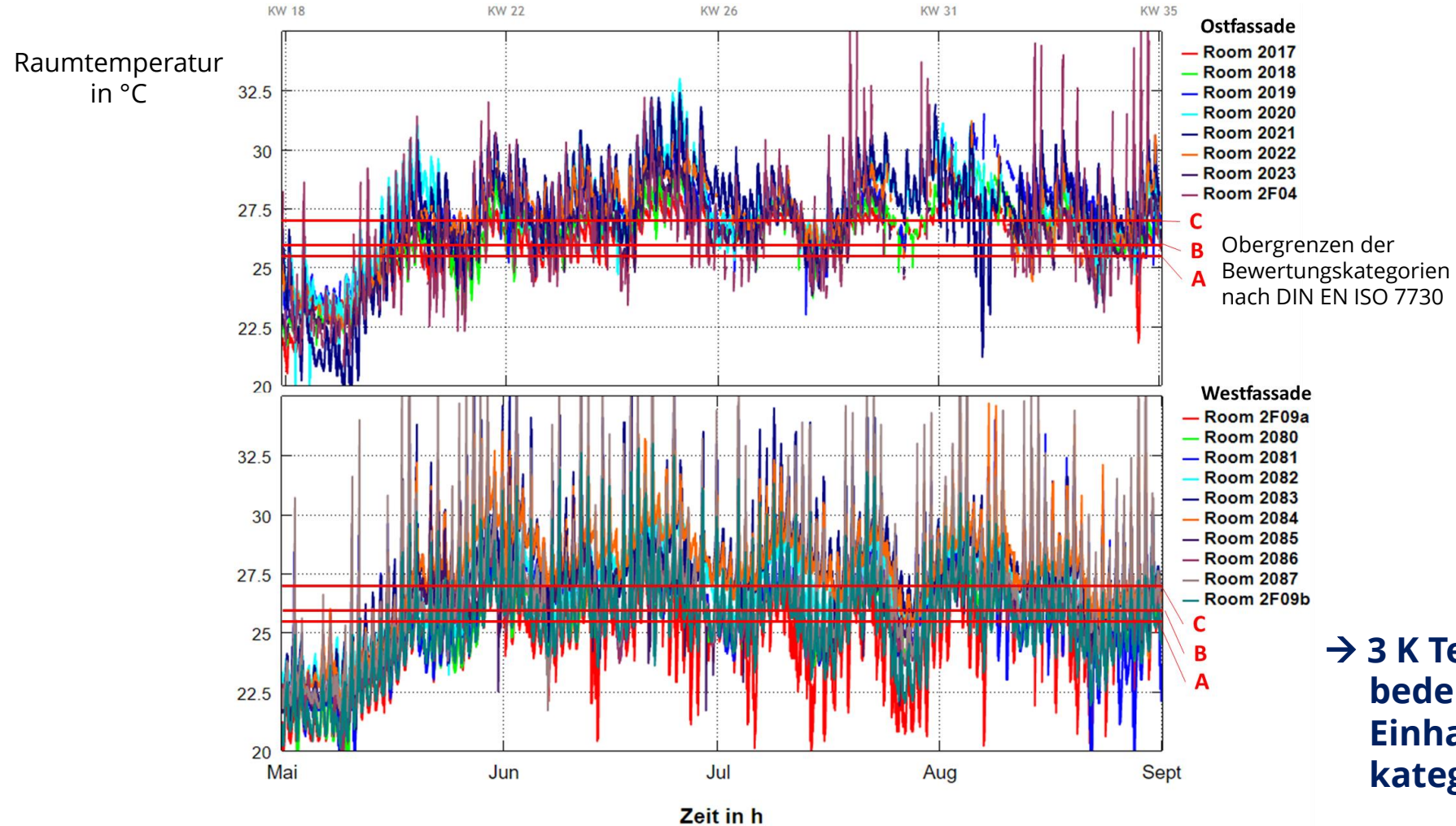
mittlere
Raum-
temperatur
10 bis 14 Uhr
in °C



aufeinanderfolgende Vergleichsversuche
→ eingeschränkte Möglichkeit zur
Berücksichtigung von Einschwingphasen

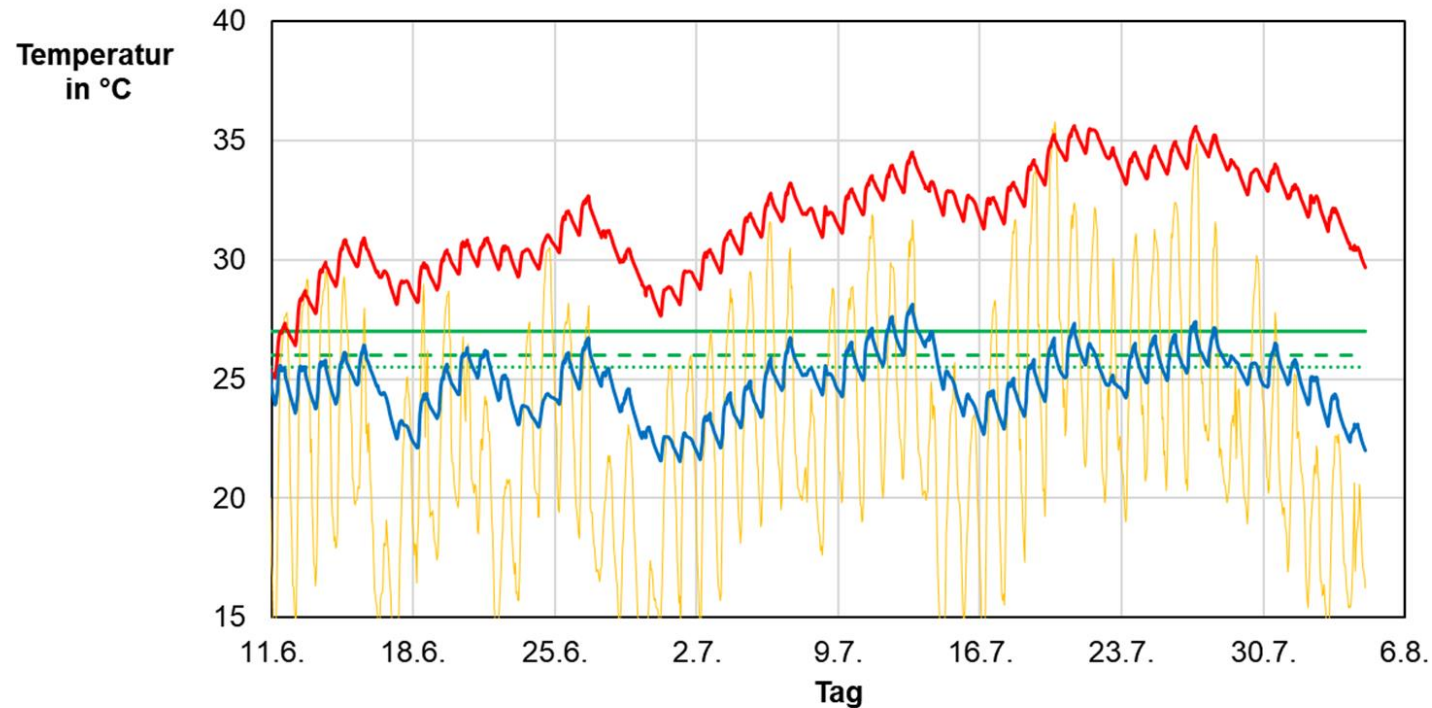
Temperierungseffekt

Ausgangssituation in einem Universitätsgebäude



Temperierungseffekt

Simulation einer Feldtestanlage mit dem örtlichen Testreferenzjahr für Extremsommer



Die Raumtemperatur in jedem Zeitschritt (3 Min.) entspricht dem Mittelwert über alle Büroräume
Behaglichkeitskategorien nach DIN EN ISO 7730

Ohne Kühlung:

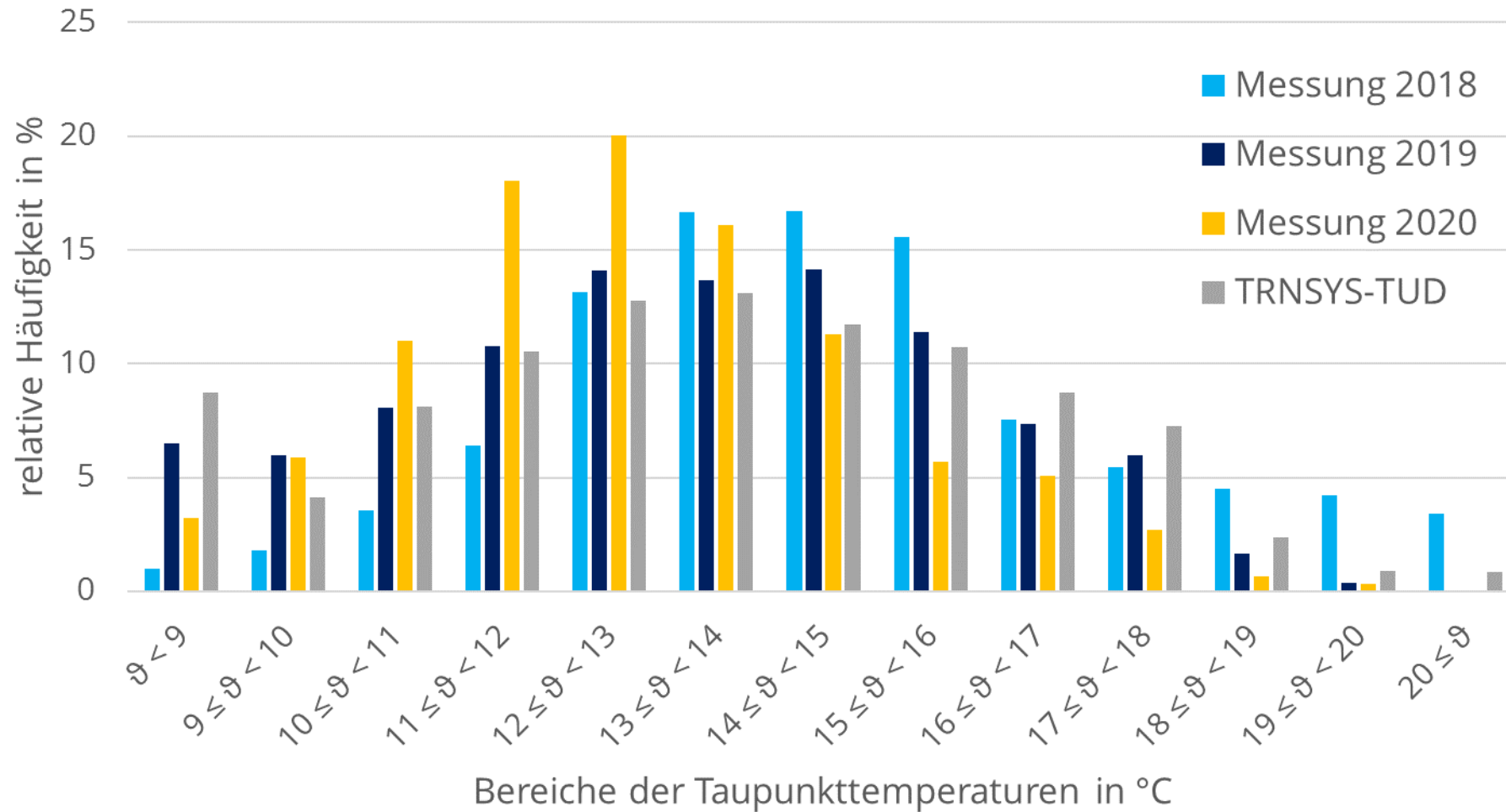
- ansteigendes Niveau der Raumtemperatur
- Die Behaglichkeitskategorie „C“ wird permanent überschritten.

Mit Kühlung über Freie Heizflächen:

- gleichbleibendes Niveau der Raumtemperatur (Temperierung)
- Die Behaglichkeitskategorie „C“ wird nur kurzzeitig erreicht oder überschritten.
- größere Amplitude der Raumtemperatur im Tag- / Nachtwechsel (Aktivierung thermischer Speichermassen)
- Das Absenkpotential in der Einschwingphase entspricht der gemessenen Größenordnung.

Kältebereitstellung

Mögliche Vorlauftemperaturen des Kühlmittels (Pilotanlage „Merkel-Bau“)



Fazit

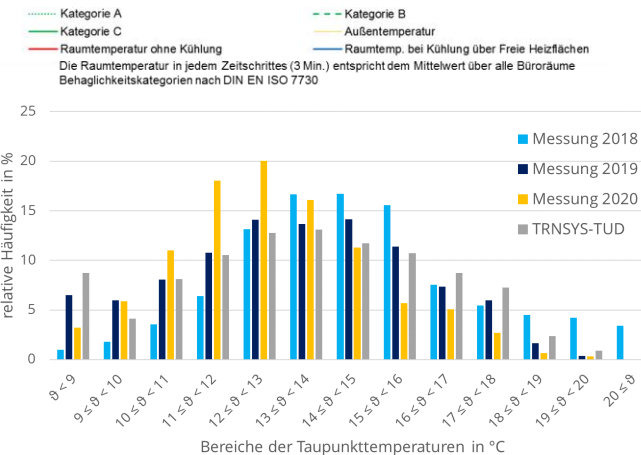
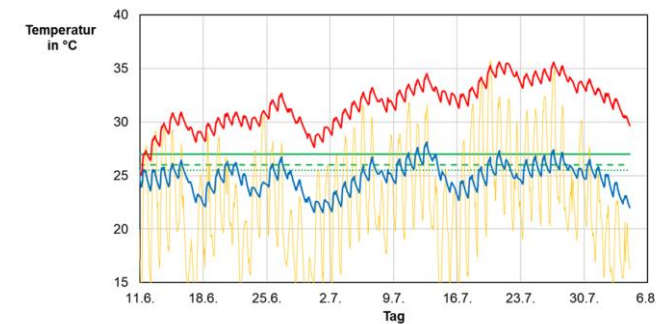
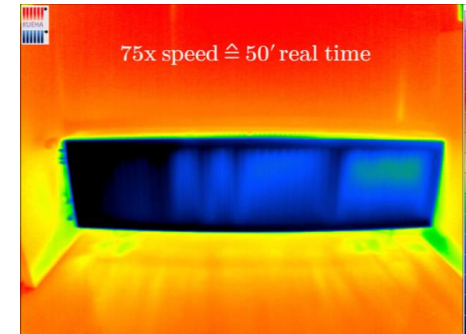
Keine Veränderung der Durchflussrichtung in der Heizungsanlage nötig, wenn der Auslegungsvolumenstrom erreicht wird

Temperaturabsenkungspotential:

→ Kurzfristig (eine Woche) um 3 K

→ Langfristig (komplette Kühlperiode) bis zu 8 K

Leistungssteigerung über niedrige Vorlauftemperaturen (Regelung nach Taupunkt)



Referenzen

- [1] DWD – Deutscher Wetterdienst, „Die Städtische Wärmeinsel“, [Online] Available: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadt/pl/projekt_waermeinseln/projekt_waermeinseln_node.html. [Zugriff am 30.01.2020]
- [2] Robert Koch-Institut, „Epidemiologisches Bulletin Nr. 23“, ISSN (Online) 2596-5266, 6. Juni 2019.
- [3] M. an der Heiden, S. Muthers, H. Niemann, U. Buchholz, L. Grabenhenrich, A. Matzarakis: „Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015“, *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz Ausgabe 5/2019*, 2019.
- [4] J-M. Robine, S. L. Cheung, S. Le Roy, H. Van Oyen, F.R. Herrmann: „Report on excess mortality in Europe during summer 2003 (EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005114)“, 28 February 2007.
- [5] J. Wasem, A-K. Richter, S. Schillo: „Untersuchung des Einflusses von Hitze auf Morbidität“ – Abschlussbericht, Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Medizinmanagement, FKZ 2516FSB507, 2018.
- [6] W. Richter: „Handbuch der thermischen Behaglichkeit – Sommerlicher Kühlbetrieb“, ISBN 978-3-88261-068-0, 2007.
- [7] P. Seidel, R. Gritzki, J. Haupt, M. Rösler: „Sommerliche Raumkühlung im Wohnungsbau mittels kombinierter Heiz-/Kühlsysteme und gleitend nicht normierter Raumtemperaturen (Temperierungseffekt)“, Forschungsbericht BMWi FKZ 0327483A, TU Dresden, 2013
- [8] A. Perschk, „Gebäude- und Anlagensimulation – Ein „Dresdner Modell“, *Gesundheitsingenieur*, August. Nr. 4 2010
- [9] J. Seifert, B. Oschatz, L. Schinke, A. Buchheim, S. Paulik, M. Beyer, B. Mailach: Instationäre, gekoppelte, energetische und wärmephysiologische Bewertung von Regelungsstrategien für HLK-Systeme. Forschungsbericht. TU Dresden. 2016
- [10] M. Arendt, L. Haupt, A. Kremonke, A. Perschk, C. Felsmann: „EnOB: KUEHA – Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit“, zweiter Zwischenbericht, FKZ 03ET1461A, 2019

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Informationen zum Projekt:

<https://tu-dresden.de/mw/kueha>



»Wissen schafft Brücken.«

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 03ET1461AF

Projektpartner:



STAATSBETRIEB IMMOBILIEN-
UND BAUMANAGEMENT
SIB

