

Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

André Kremonke, Markus Arendt

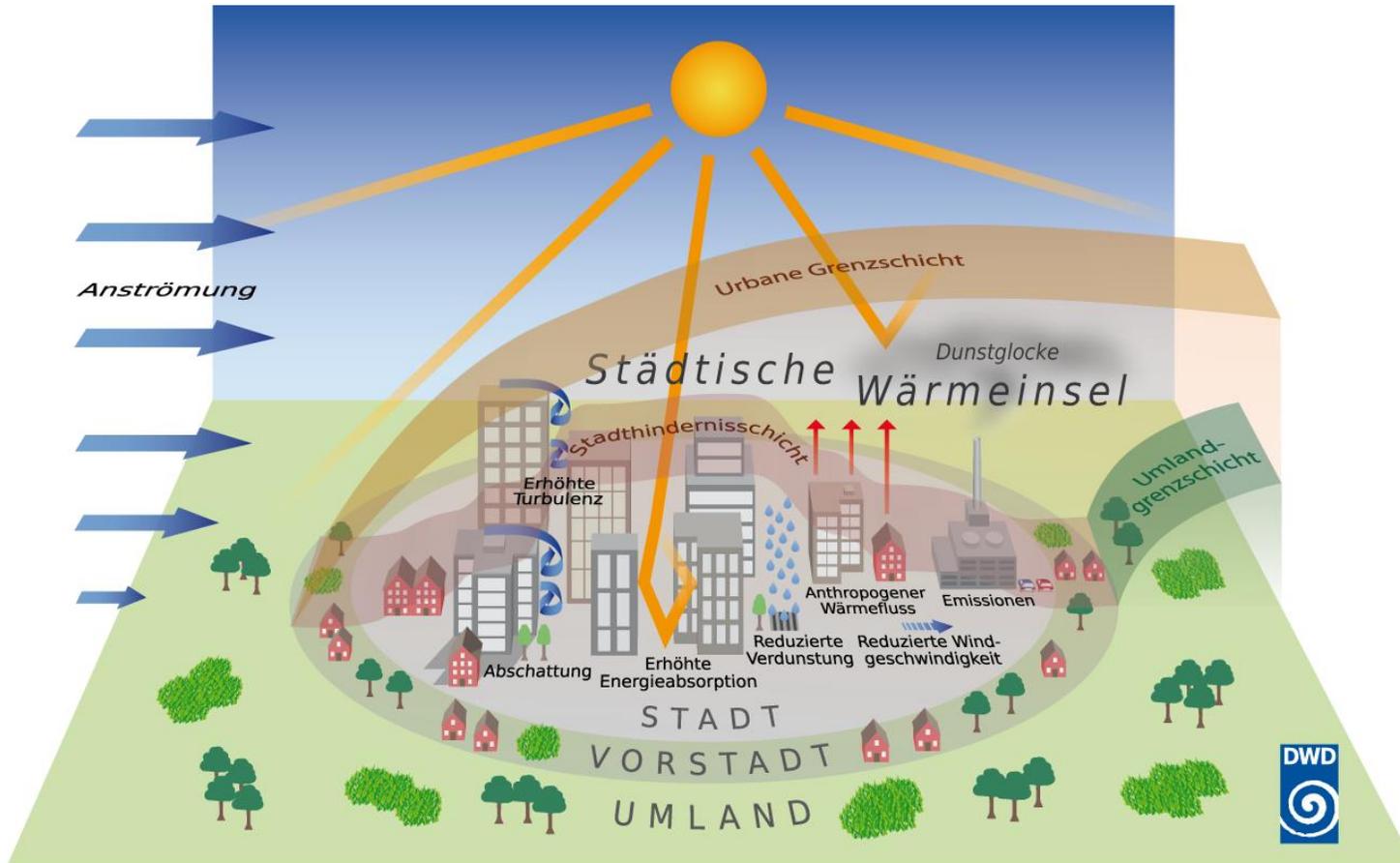
KUEHA – Raumkühlung über die vorhandene Heizungsanlage unter Nutzung regenerativer Energiequellen

16. Symposium Energieinnovation (EnInnov 2020)

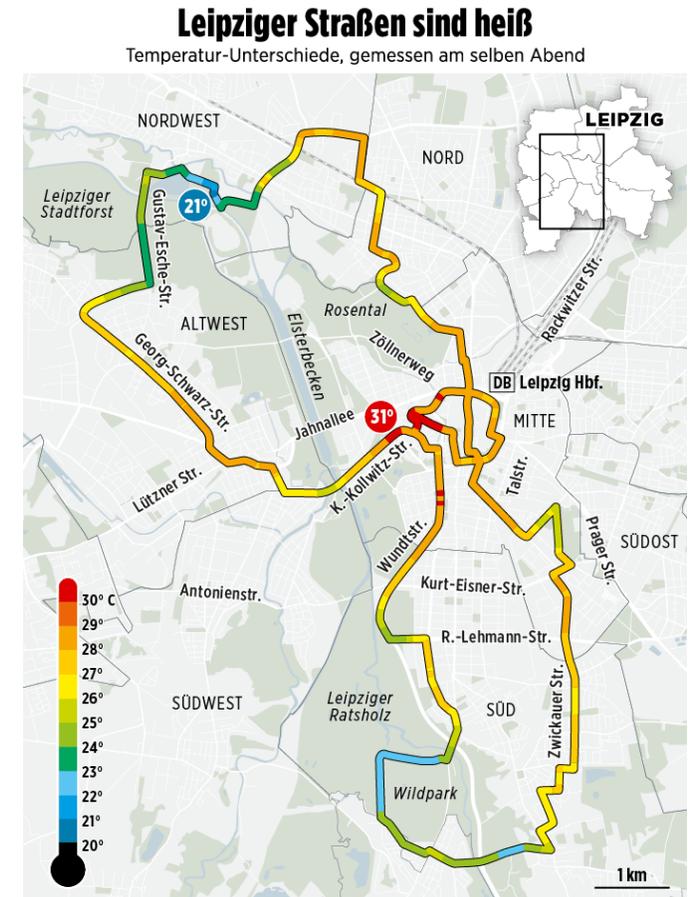
12.-14.02.2020, Graz / Austria

Motivation

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



Anthropogene Einflüsse auf das Stadtklima nach [1]

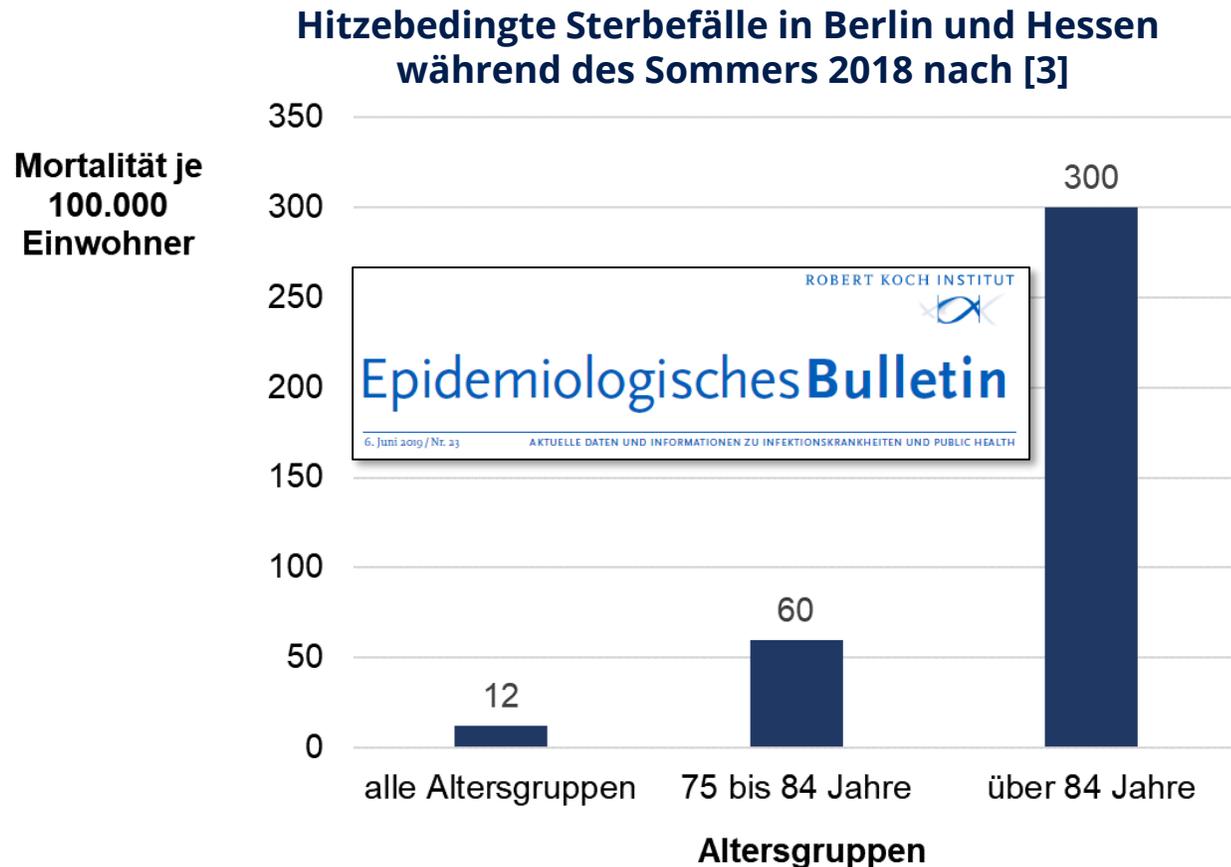


info.BILD.de | Quelle: Dt. Wetterdienst, Region Klimabüro Potsdam, Zeitraum von 19.08 bis 21.19 Uhr | Kartenbasis: Maps4News.com/@HERE

Quelle: [2]

Motivation

Hitzeauswirkungen auf Mortalität und Morbidität



Hitzebedingte Sterbefälle in Deutschland [4]

2003	7600
2006	6200
2015	6100

28 February 2007

Report on excess mortality in Europe during summer 2003
(EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005114)

by JM Robine, SL Cheung, S Le Roy, H Van Oyen et F R Herrmann

...in 2003
70.000 Hitzeopfer
in Europa... Quelle [5]

2003 Heat Wave Project
La Canicule de 2003 en Europe

Untersuchung des Einflusses von
Hitze auf Morbidität

Abschlussbericht

vorgelegt vom
Lehrstuhl für Medizinmanagement der
Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Jürgen Wasem
Dr. Ann-Kathrin Richter
Dr. Sonja Schillo

Quelle: [6]

Gefördert durch:
Bundesministerium
für Gesundheit

Alfried Krupp von Bohlen und Halbach
Stiftungslehrstuhl für Medizinmanagement

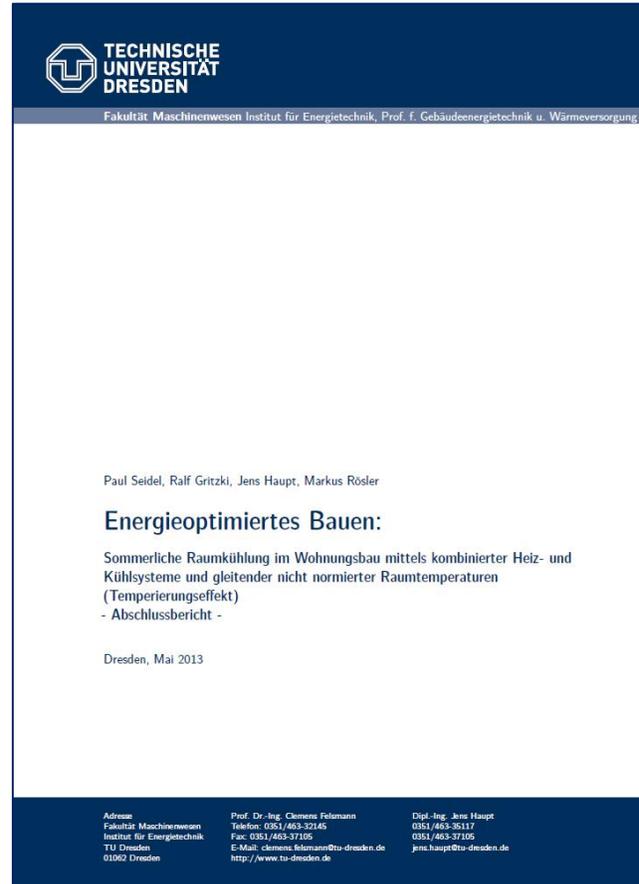
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Motivation

KUEHA - Praxisüberführung theoretischer Voruntersuchungen



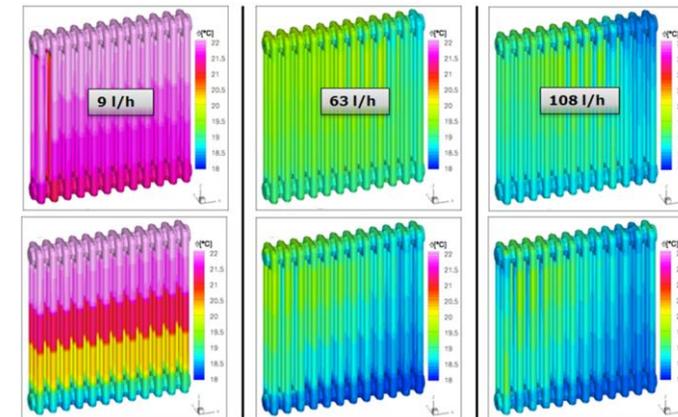
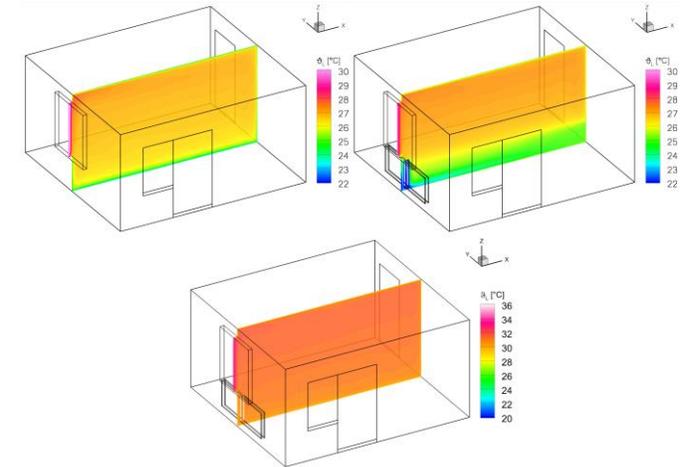
Quelle: [7]



Quelle: [8]

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“**

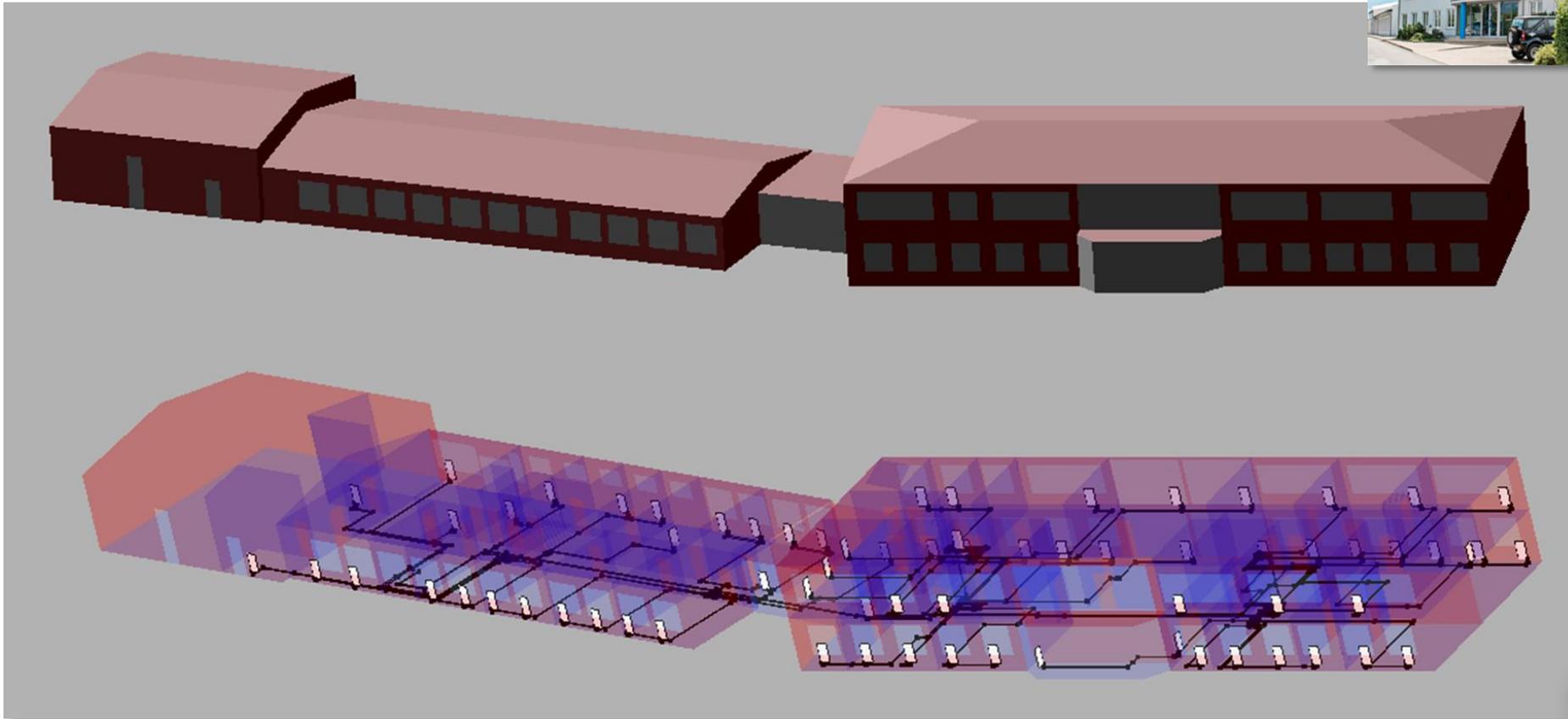


ungekühlter Vergleichsfall

Methodik - Simulation

Anlagen- und Gebäudesimulation mit TRNSYS-TUD [9]

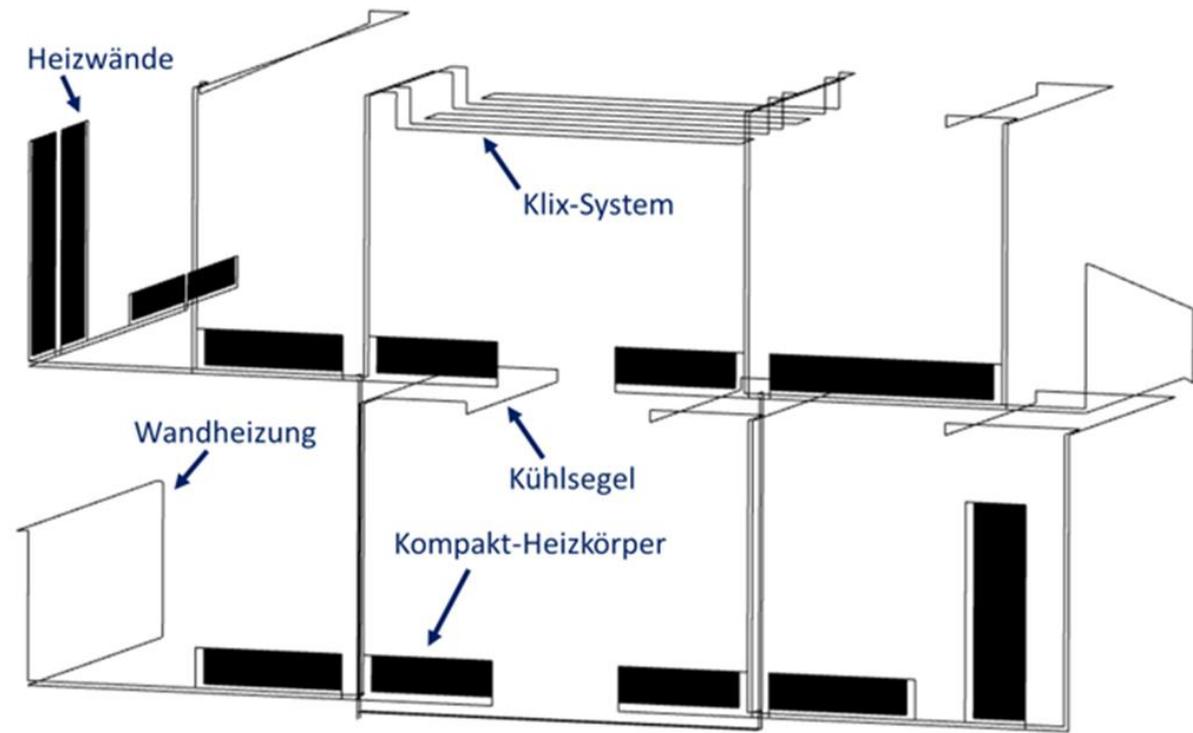
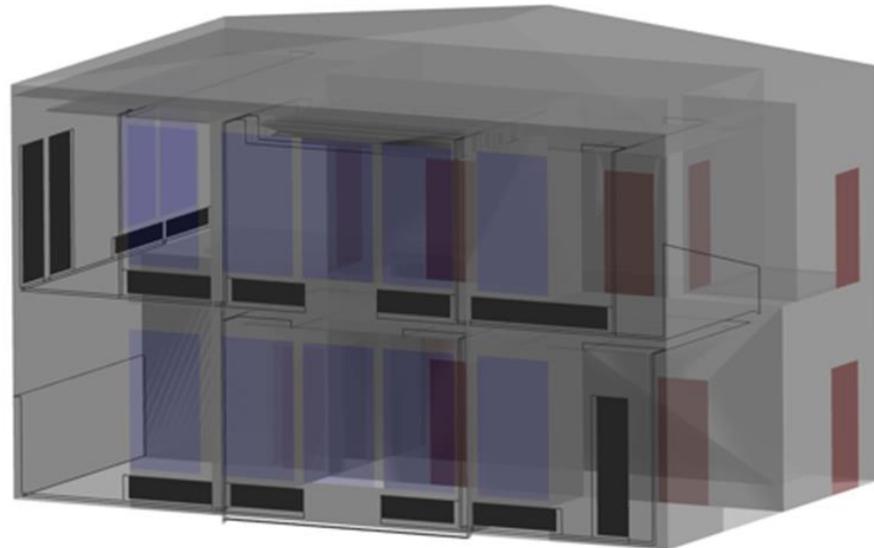
Beispiel: Feldtestanlage „Fröttstädt“



Methodik - Simulation

Anlagen- und Gebäudesimulation mit TRNSYS-TUD

Beispiel: Pilot- und Demonstationsanlage „Merkel-Bau“



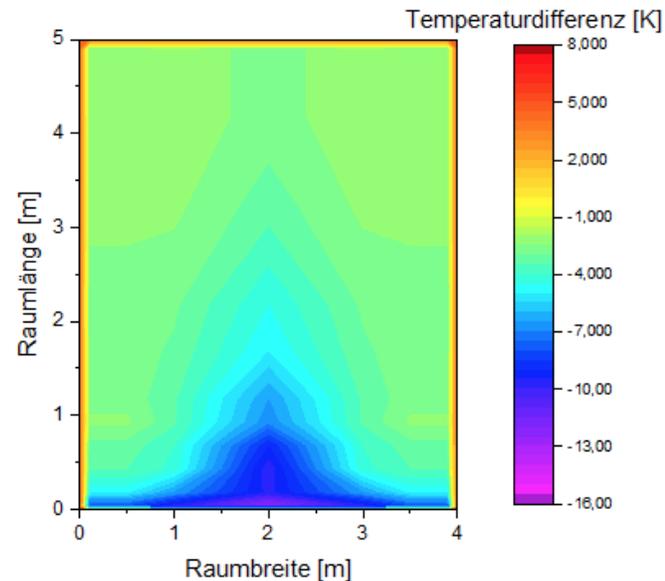
Methodik – Laboruntersuchungen / analytische Untersuchungen



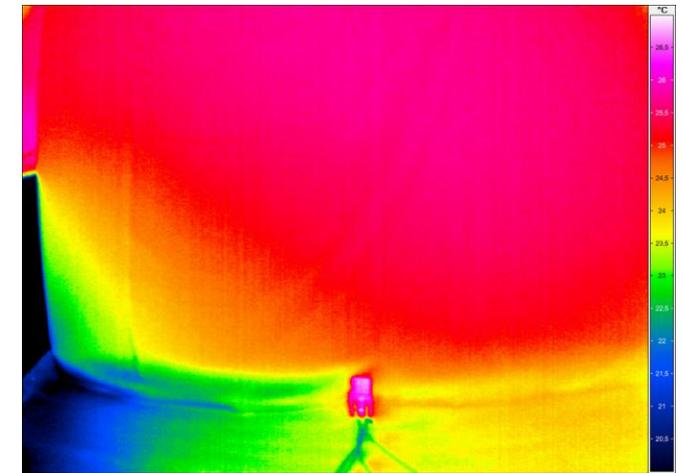
Klimaraum [10]

→ Modellerstellung für die Anlagen- und Gebäudesimulation

- Heizflächenumströmung
- Kaltluftsee
- Wasserdampfbilanz der Raumluft



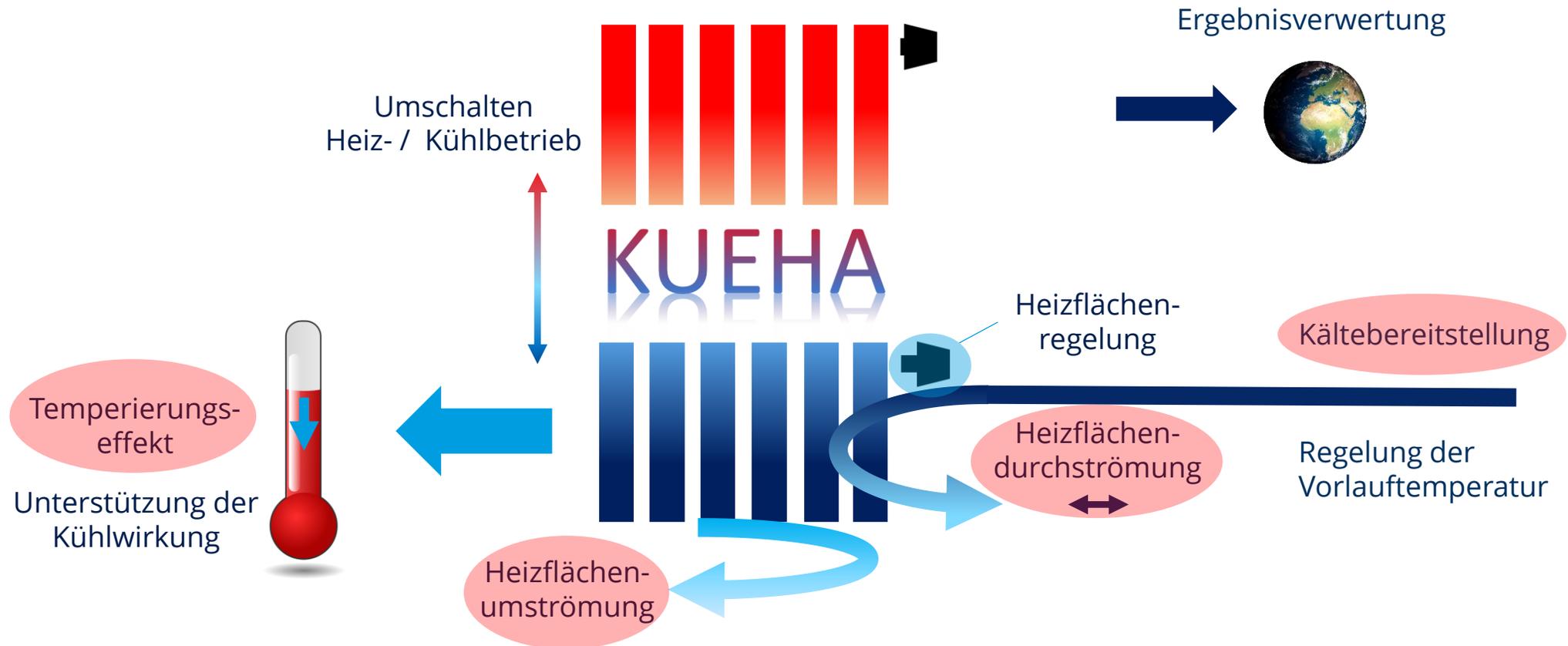
Beispiel: 3D-Erfassung der Lufttemperaturverteilung [11]



Beispiel: Thermografieaufnahme der Lufttemperaturverteilung vor einem gekühlten Heizkörper über ein aufgespanntes Gaze-Tuch [11]

Schwerpunkte

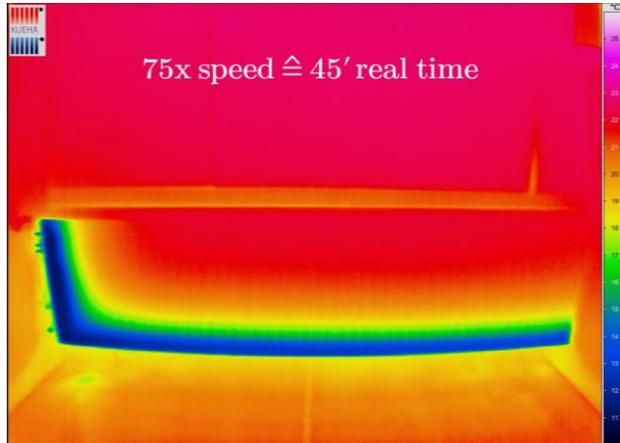
EnOB: KUEHA - Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit



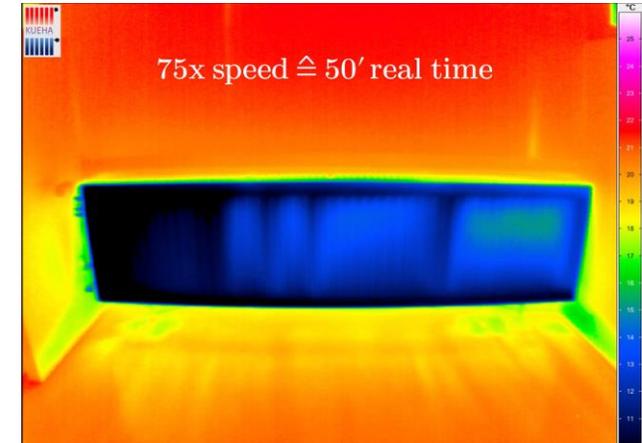
Heizflächendurchströmung

Oberer Kaltwassereintritt

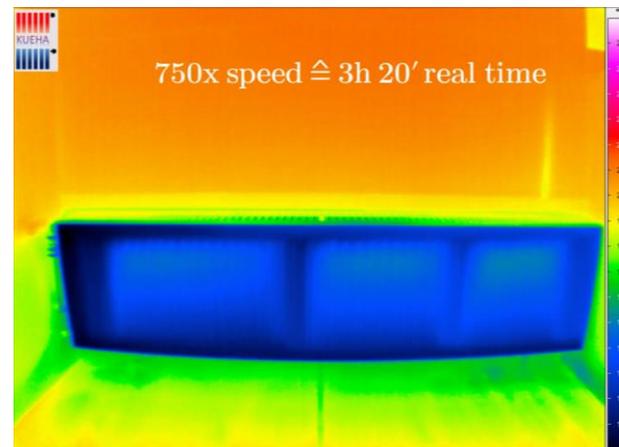
parallel durchströmter Heizkörper
50 l/h



parallel durchströmter Heizkörper
150 l/h



seriell durchströmter Heizkörper
50 l/h



Vermeidung einer Kurzschlussströmung durch Umkehr der Strömungsrichtung

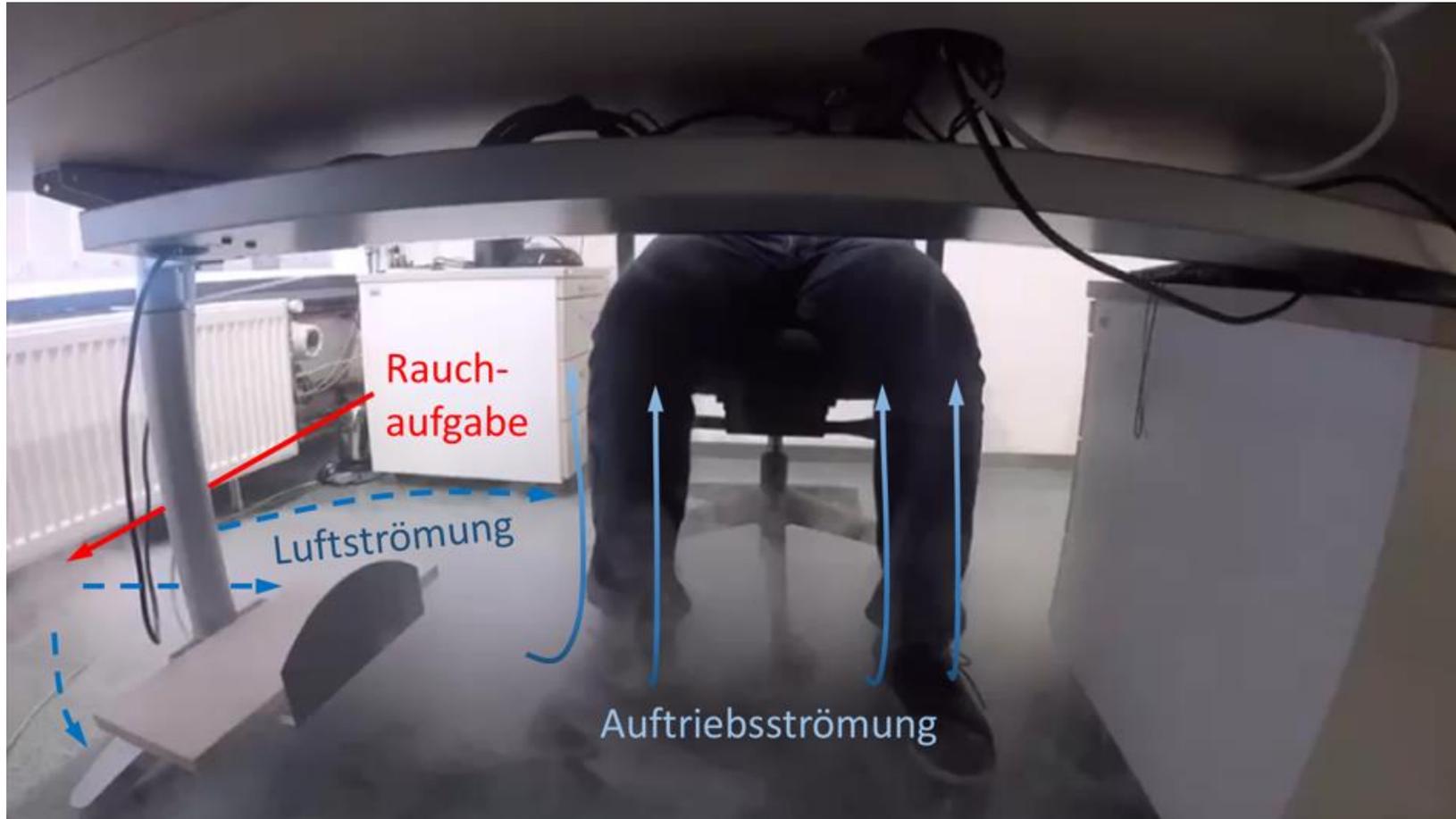


keine Kurzschlussströmung
bei geringem Massestrom

Quelle: [11]

Heizflächenumströmung

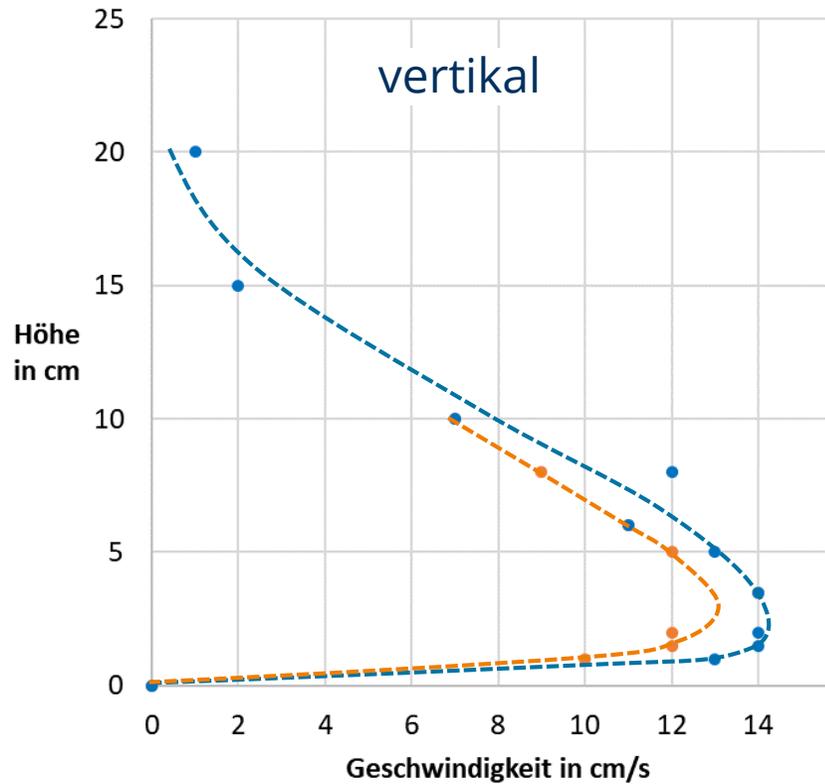
Ausbildung eines Kaltluftsees



Quelle: [11]

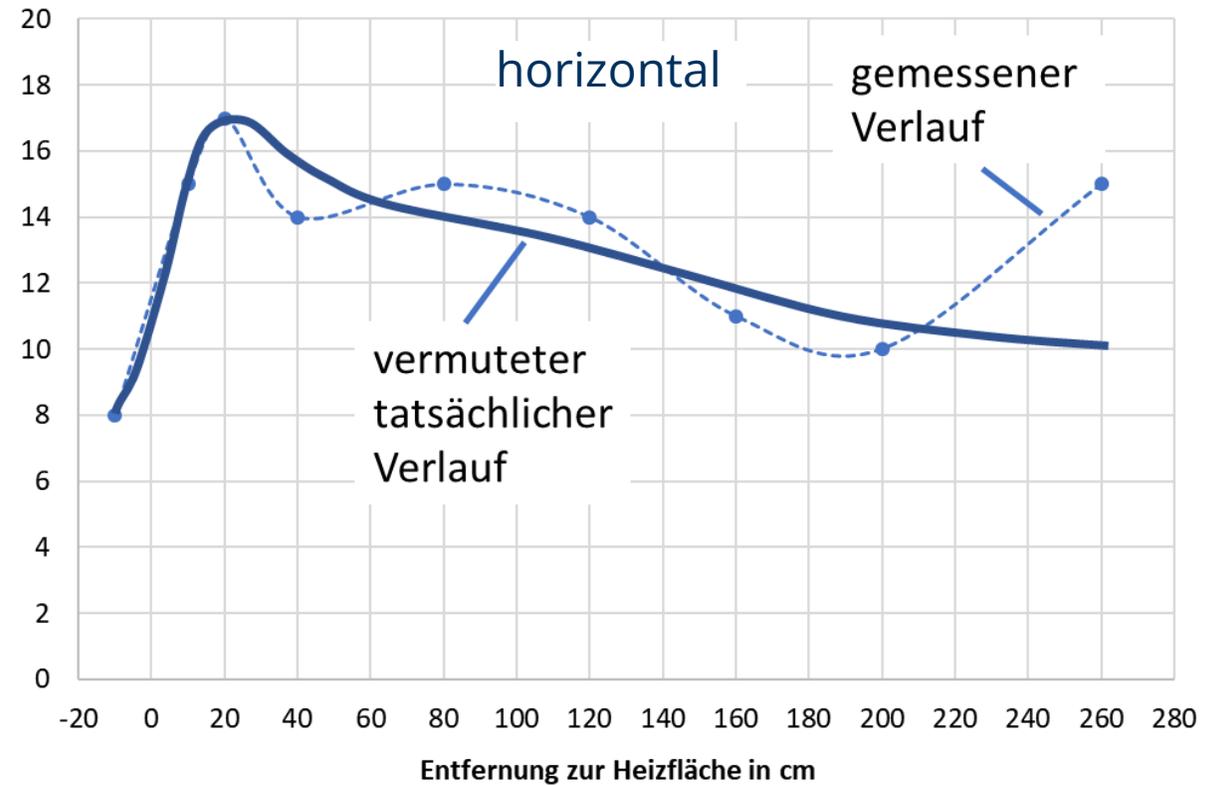
Heizflächenumströmung

Luftgeschwindigkeitsverteilung



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

Luftgeschwindigkeit
35 mm über dem
Fußboden in cm/s

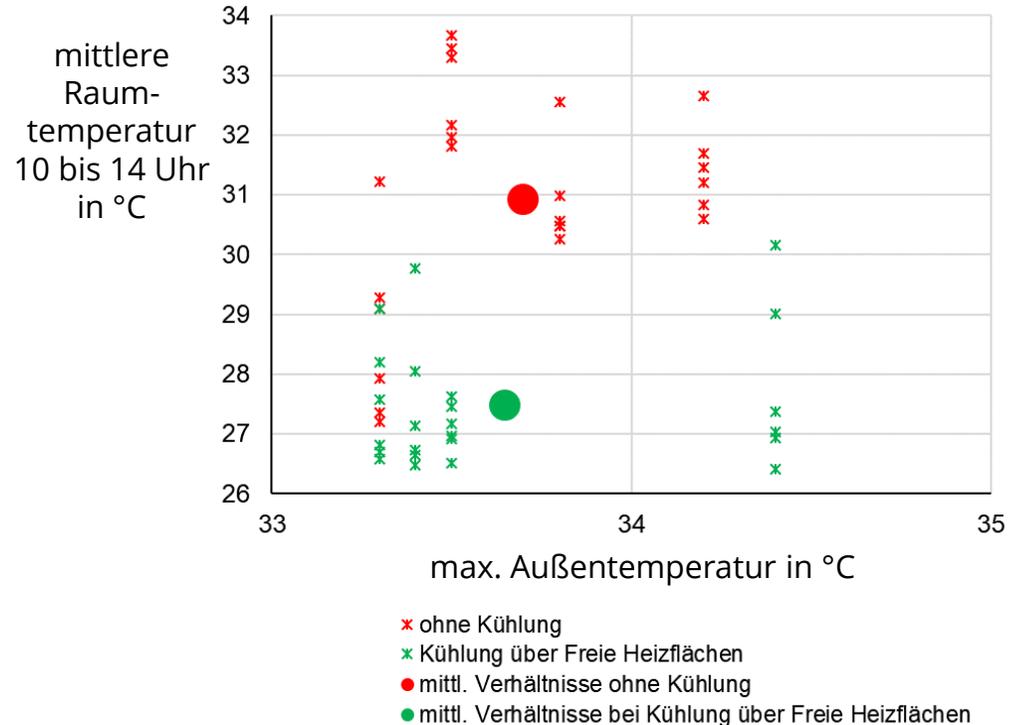


Quelle: [11]

Temperierungseffekt

Anlage „Merkel-Bau“

Auswertung Kühlperiode 2018, 2019
Bereich mit sehr hohen Wärmebelastungen

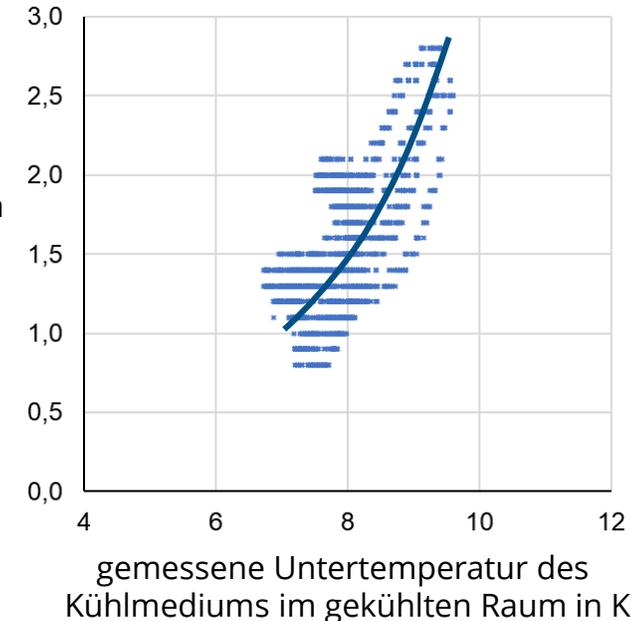


gemessene Reduzierung der Raumtemperatur gegenüber dem ungekühlten Raum in K

Hypothese:
tatsächliches Temperaturabsenkpotential:
> 3 K

Anlage „Fröttstädt“

Auswertung Kühlperiode 2018



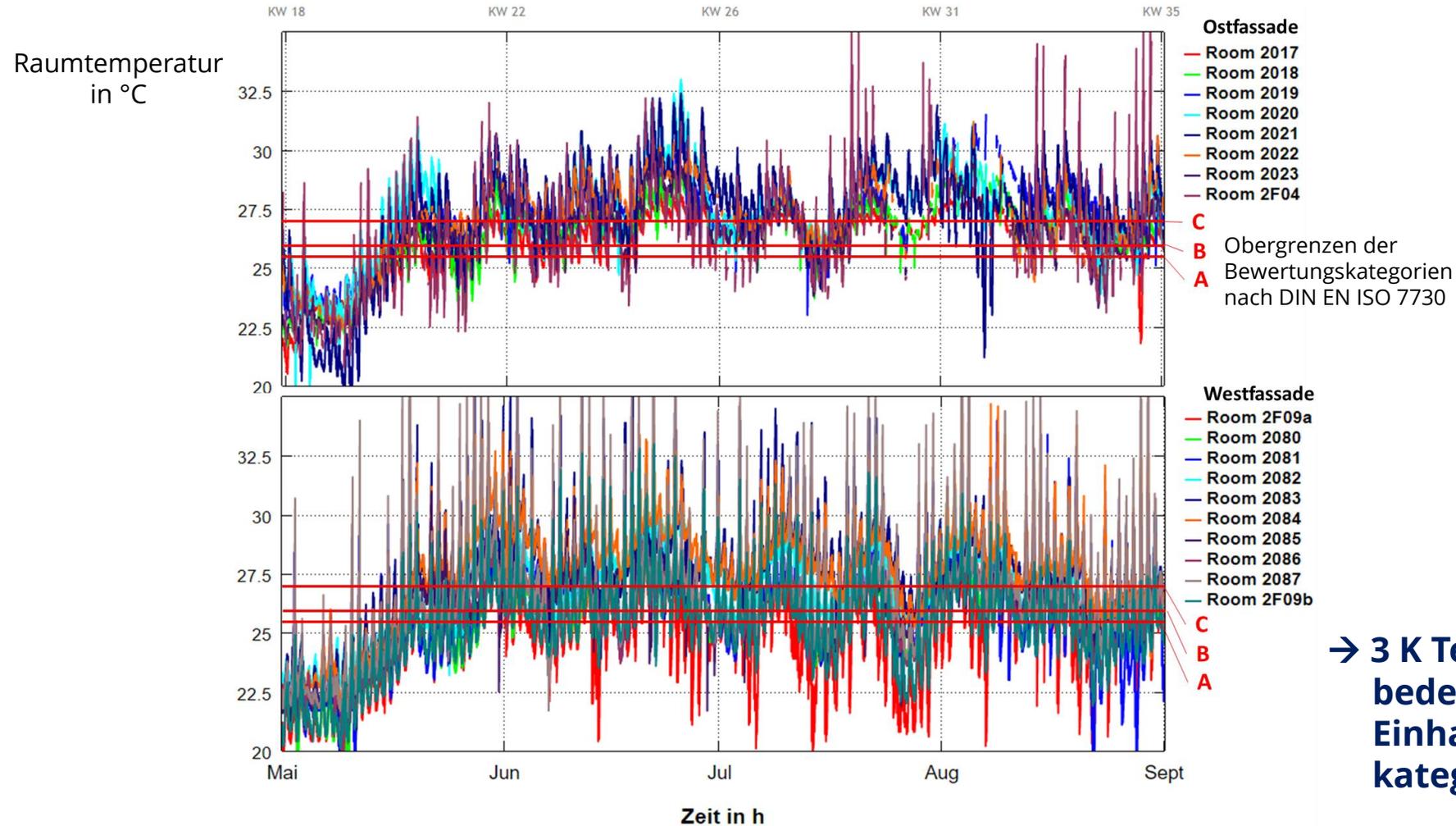
Quelle: [11]

aufeinanderfolgende Vergleichsversuche
→ eingeschränkte Berücksichtigung von Einschwingphasen

Parallelversuch mit nahezu identischen Räumen
bei (zu) hoher Vorlauftemperatur

Temperierungseffekt

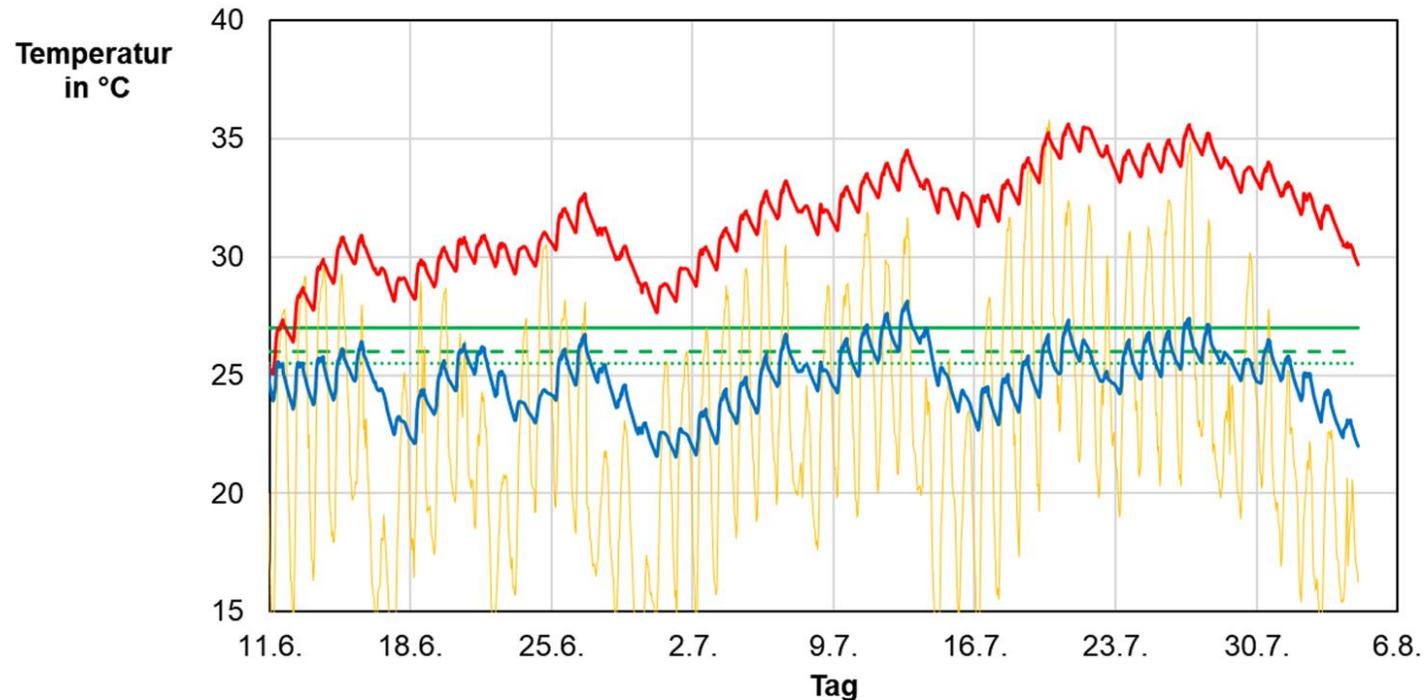
Ausgangssituation in einem Universitätsgebäude



→ 3 K Temperaturabsenkung
bedeutet hier mindestens die
Einhaltung der Bewertungs-
kategorie „C“ !

Temperierungseffekt

Simulation einer Feldtestanlage mit dem örtlichen Testreferenzjahr für Extremsommer



..... Katerorie A
— Kategorie C
— Raumtemperatur ohne Kühlung
- - - - - Kategorie B
— Außentemperatur
— Raumtemp. bei Kühlung über Freie Heizflächen

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

Ohne Kühlung:

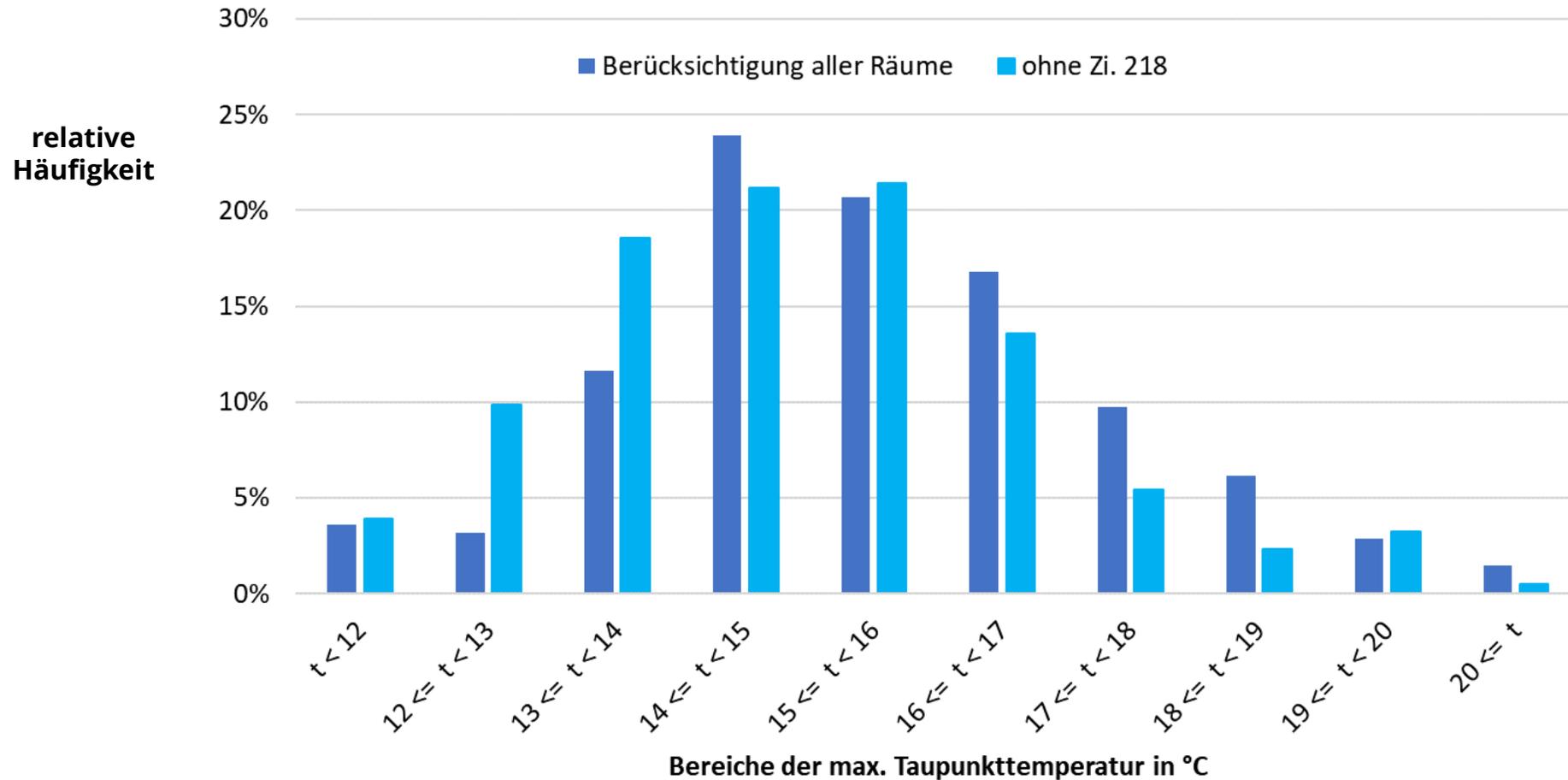
- ansteigendes Niveau der Raumtemperatur
- Die Behaglichkeitskategorie „C“ wird permanent überschritten.

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

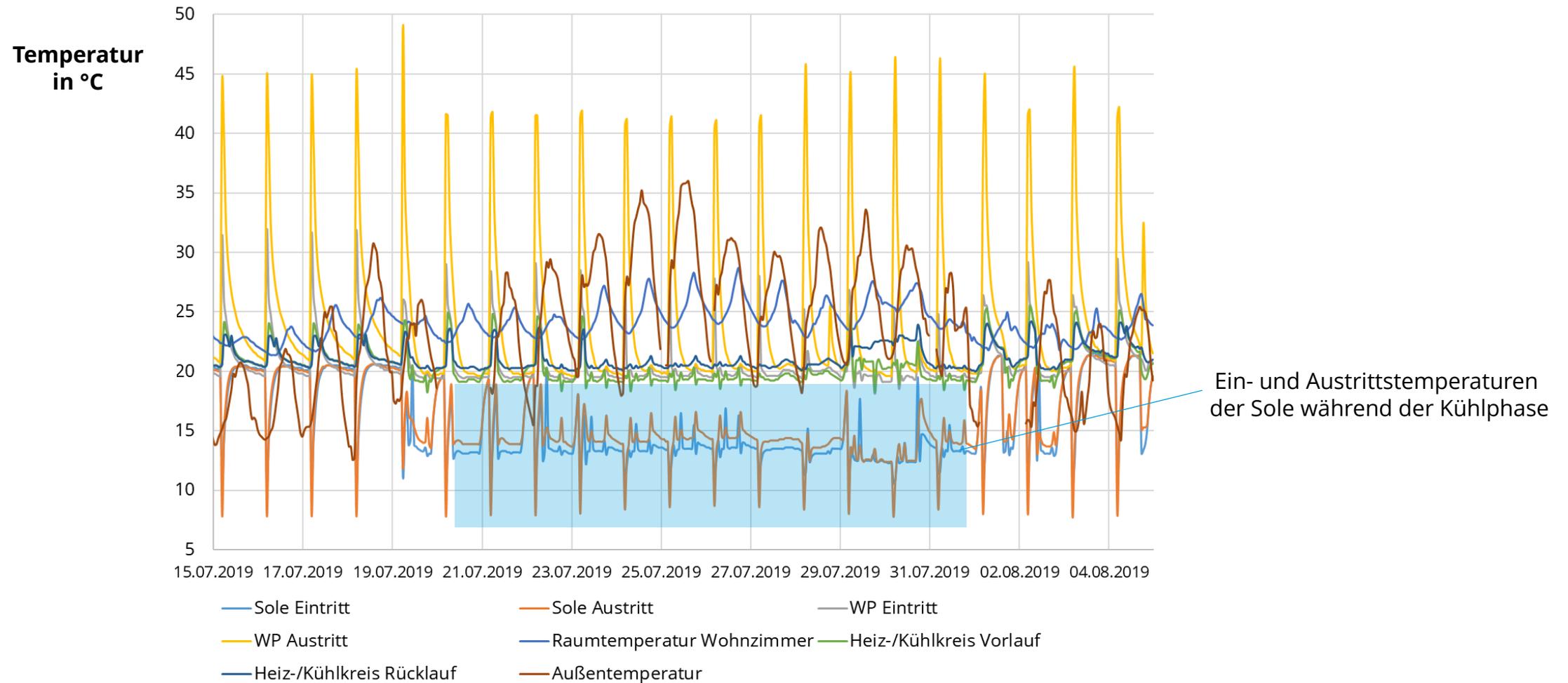
Mögliche Untertemperatur des Kühlmittels (Pilotanlage „Walther-Hempel-Bau“)



Quelle: [11]

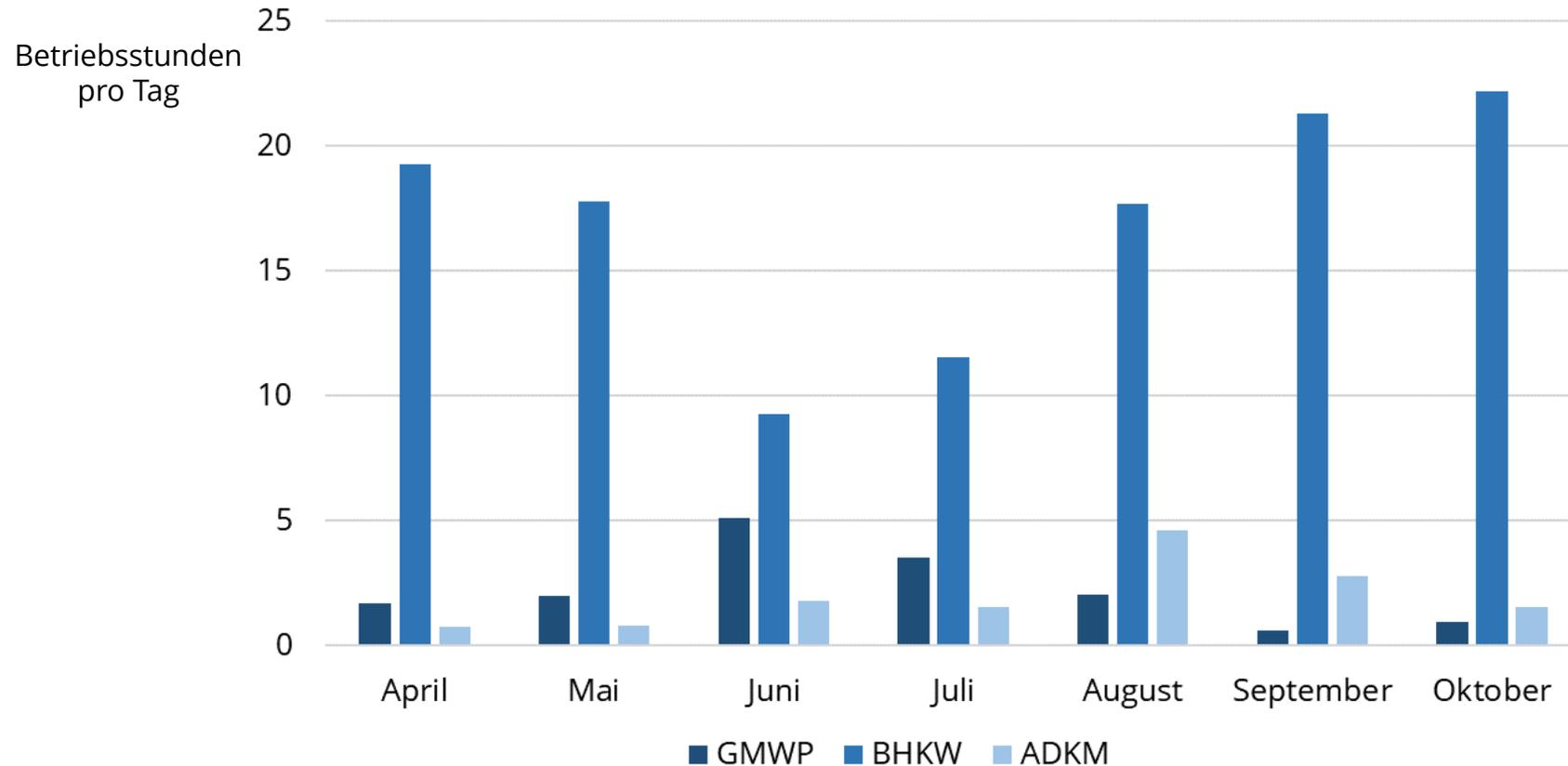
Kältebereitstellung

Temperaturen in einer Feldtestanlage mit Fußbodenkühlung und Sole-Wasser-Wärmepumpe



Kältebereitstellung

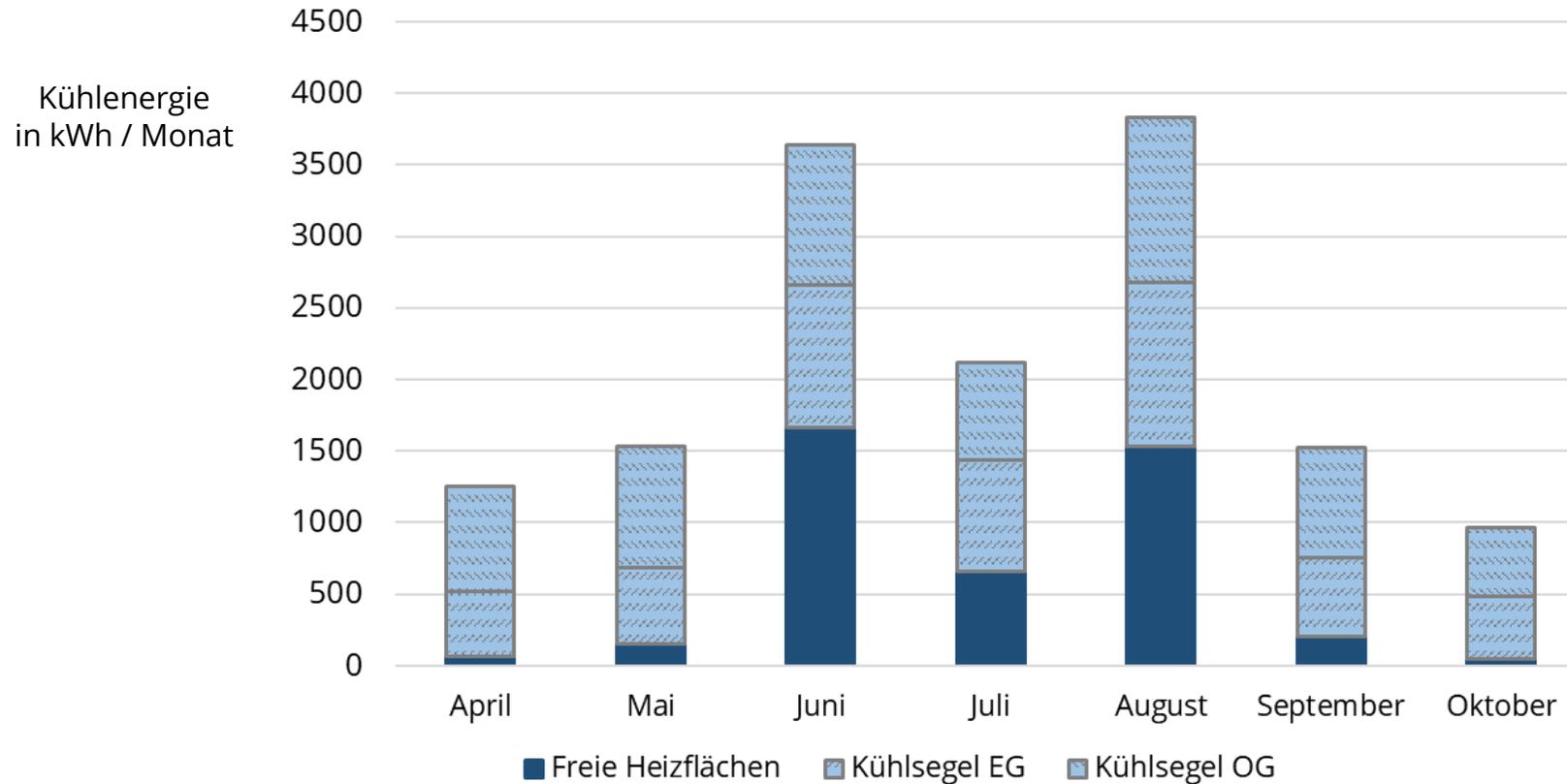
Feldtestanlage „Fröttstädt“: Betriebsstunden innerhalb der Kälteerzeugungsanlage



Ergebnis aus dem ersten Betriebsjahr
→ Optimierungspotential bei Regelung und Parametrierung

Kältebereitstellung

Feldtestanlage „Fröttstädt“ – Anteile Kühlenergie



Ergebnis aus dem ersten Betriebsjahr
→ Optimierungspotential bei Regelung und Parametrierung

Referenzen

- [1] DWD – Deutscher Wetterdienst, „Die Städtische Wärmeinsel“, [Online] Available: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinseln/projekt_waermeinseln_node.html. [Zugriff am 30.01.2020]
- [2] Bild-Online, „Bis zu 10 Grad Unterschied in Leipziger Stadtteilen“, [Online] Available: <https://www.bild.de/regional/leipzig/leipzig-news/leipzig-bis-zu-10-grad-unterschied-mitten-in-der-stadt-63445980,la=de.bild.html> [Zugriff am 03.02.2020]
- [3] Robert Koch-Institut, „Epidemiologisches Bulletin Nr. 23“, ISSN (Online) 2596-5266, 6. Juni 2019.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] J. Wasem, A-K. Richter, S. Schillo: „Untersuchung des Einflusses von Hitze auf Morbidität“ – Abschlussbericht, Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Medizinmanagement, FKZ 2516FSB507, 2018.
- [7] W. Richter: „Handbuch der thermischen Behaglichkeit – Sommerlicher Kühlbetrieb“, ISBN 978-3-88261-068-0, 2007.
- [8] 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
- [9] A. Perschk, „Gebäude- und Anlagensimulation – Ein „Dresdner Modell“, Gesundheitsingenieur, August. Nr. 4 2010
- [10] 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
- [11] 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

Projektpartner:



STAATSBETRIEB IMMOBILIEN-
UND BAUMANAGEMENT
SIB

