

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



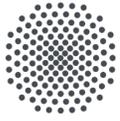
Projektvorstellungen zu den Schwerpunktthemen:

Gebäudeenergetik und
Digitalisierung, Kühl- und
Kältetechnik, Raumklimatechnik,
Sorptionsstechnik

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

In Zusammenarbeit mit:

Verein der Förderer
der Forschung im Bereich
Heizung • Lüftung • Klimatechnik
Stuttgart e.V.



Forschungsgesellschaft

Heizung
Lüftung
Klimatechnik



Stuttgart mbH

IGF-Vorhaben-Nr.: 22051 N
Laufzeit: 11/2021 - 04/2024



Systemübergreifende Regelstrategien für Wohnungslüftungs- und Heizsysteme (HeatVentCon)

IGTE-FORUM

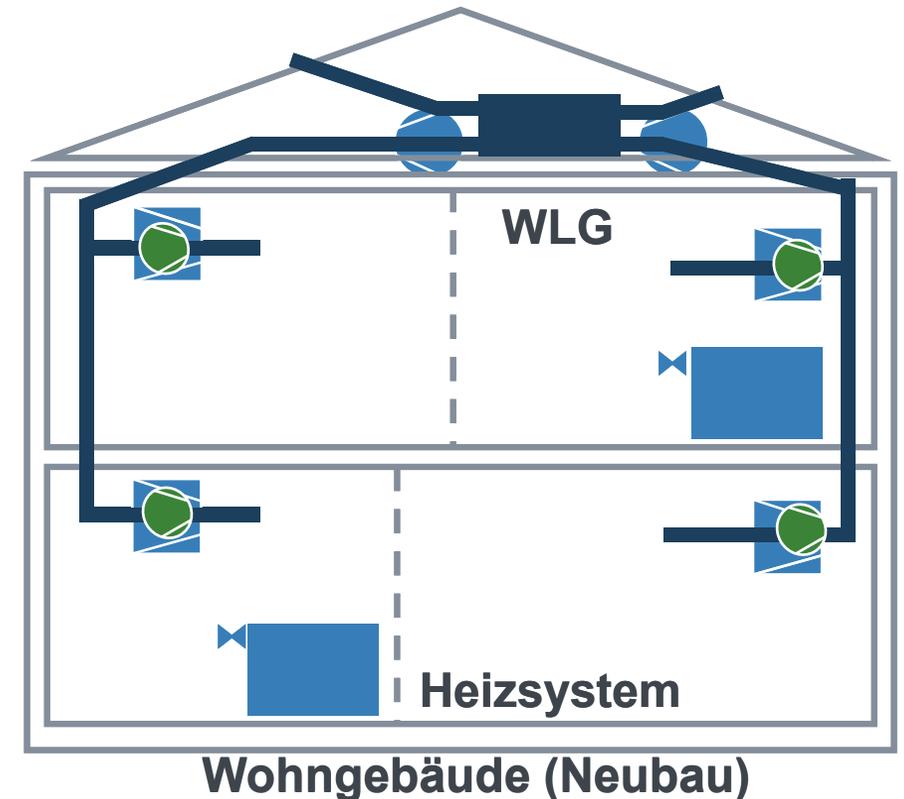
in Stuttgart am 30.03.2023

Tim Jourdan, M.Eng.
Mostafa Barghash, M.Sc.
Lukas Siebler, M.Sc.
Dr.-Ing. Tobias Henzler



Untersuchung des **gemeinsamen Betriebs** von zentralen **Wohnungslüftungsgeräten (WLG)** in **Kombination mit einem (separaten) Heizsystem** sowie einer **dezentralen Ventilation**

- **Systemübergreifende Regelstrategien**
 - Zonenweise und bedarfsgeführte Strategien
- **Dezentral angeordnete Ventilatoren für zentrales WLG**
 - Senkung der Dissipationen durch Wegfall von Drosselklappen
- **Ziele**
 - Quantifizierung von Einsparpotentialen
 - Optimaler Energieaufwand und Sicherstellung der Behaglichkeit
 - Ableiten von Erkenntnissen und Handlungsempfehlungen zu Kriterien für die Förderung (BAFA), Planung / Inbetriebnahme und zum Systemverhalten

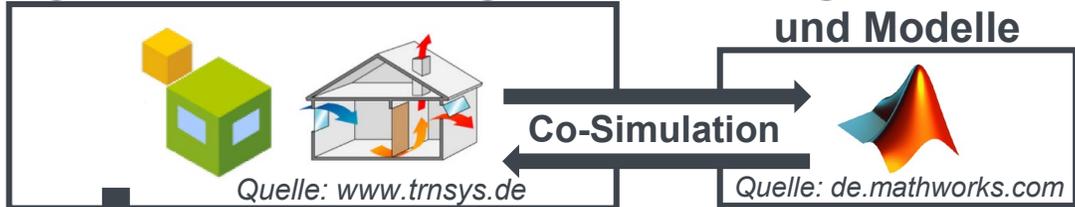


Simulation



Thermisch-energetische Modelle
(Gebäude und Anlagen) mit
integriertem Luftströmungsmodell

Regler,
Algorithmen
und Modelle



Datenauswertung



Bewertung

Behaglichkeit (Innenraumqualität)
Energieaufwand der Nutzenübergabe

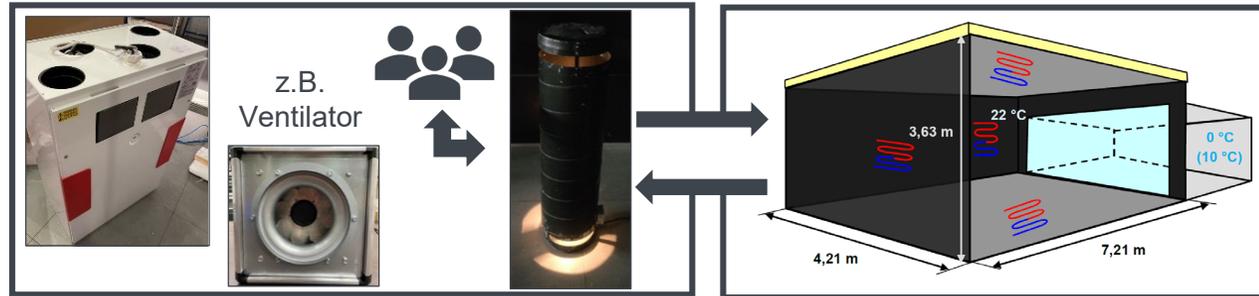
Experimente



Wohnung-Anlagen-Demonstrator

Anlagentechnik, Nutzer-Modelle

Reale Räumlichkeiten



Luftverteiler-Hardware-in-the-Loop-Prüfstand (HiL)

Software

Hardware



Messung

Bewertung



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Systemübergreifende Regelstrategien für einen energetisch optimierten Betrieb von Wohnungslüftungs- und Heizungssystemen (HeatVentCon)



Tim Jourdan

E-Mail tim.jourdan@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 67241

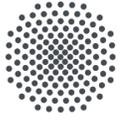
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen:

03ETW025A

Laufzeit: 02/2021 – 01/2024



Minimierung des Kühlenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden und Last- flexibilisierung durch den Einsatz von Wärmerohren (MiniKueWeE)

IGTE-FORUM

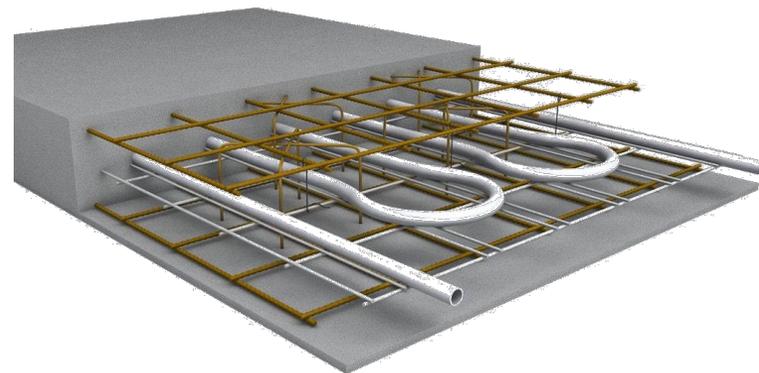
in Stuttgart am 30.03.2023

Torben Rathje, M.Sc.
Dr.-Ing. Tobias Henzler



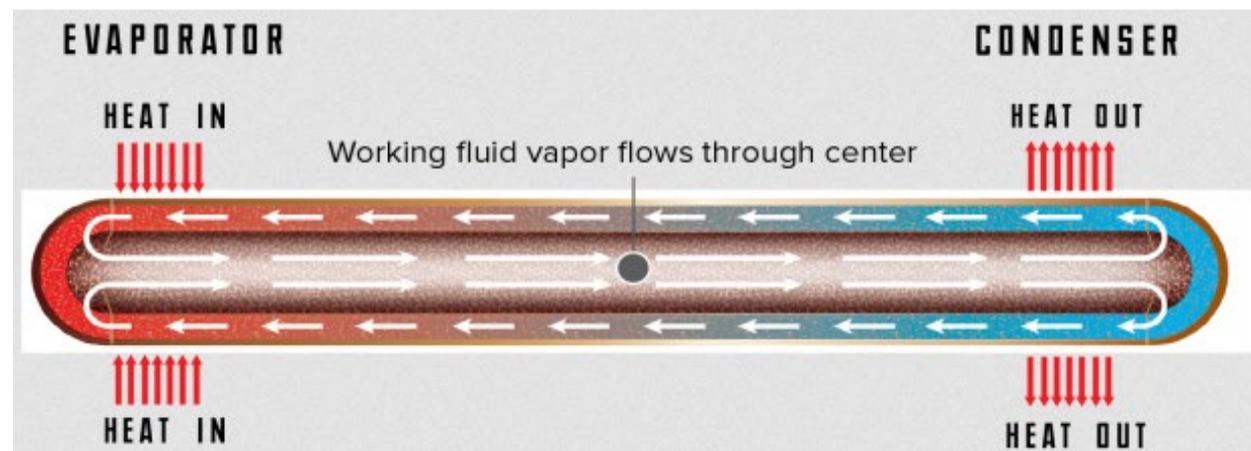
Hintergrund und Motivation

- Hohe Anforderungen an Wärmeschutz und Luftdichtheit aus gesetzlichen Vorgaben
- Steigende Außenlufttemperaturen und Anzahl heißer Tage ($\vartheta_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) infolge des Klimawandels
- Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050



Thermische Bauteilaktivierung, Quelle: Uponor

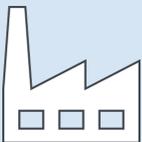
- Steigender Kühlenergiebedarf, Einbindung erneuerbarer Energien
- Passive Wärmeabfuhr mit Wärmerohren als thermische Bauteilaktivierung



Funktionsprinzip Wärmerohr, Quelle: ACT

Experimentelle und numerische Untersuchungen

Industriepartner



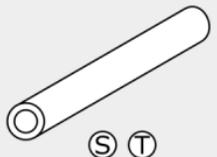
MPG
Fertigung des Wärmerohrs



Herrenbauer & Kurz
Einbindung in Praxisprojekte

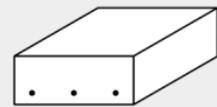
Forschungseinrichtungen

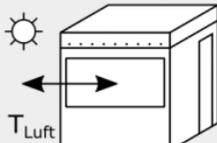
IKE

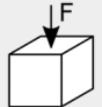
Experimentell  Leistung des Wärmerohrs

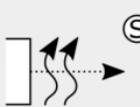
Ⓢ Ⓣ

IWS

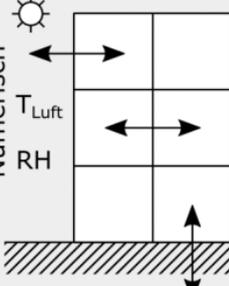
Numerisch  Ⓢ Ⓣ
Leistung der Deckenplatte

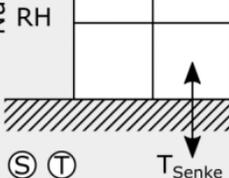
Experimentell  Speicherwirkung der Deckenplatte
 T_{Luft}

Experimentell  Ⓢ
 F

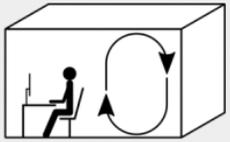
Experimentell  Ⓢ

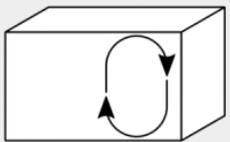
HTWG

Numerisch  Ⓢ Ⓣ
Leistung Abwärmennutzung
 T_{Luft}

Experimentell  Ⓢ Ⓣ
Regelung Abwärmennutzung
RH
 T_{Senke}

IGTE

Numerisch  Ⓢ
Raumluftströmung

Experimentell  Ⓢ
Behaglichkeitskriterien

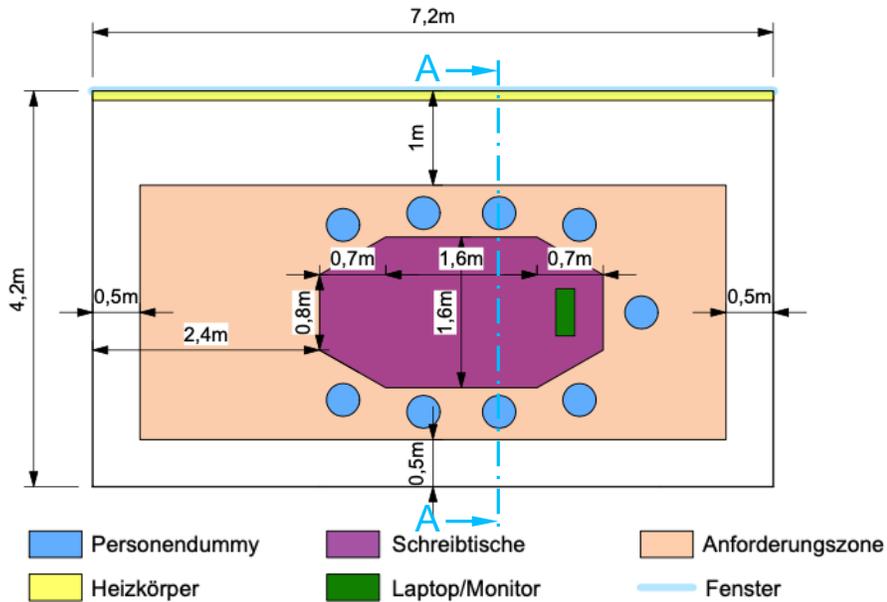
Ⓣ Transient
Ⓢ Stationär

Exemplarische Simulationsergebnisse

Besprechungsraum für 9 Personen

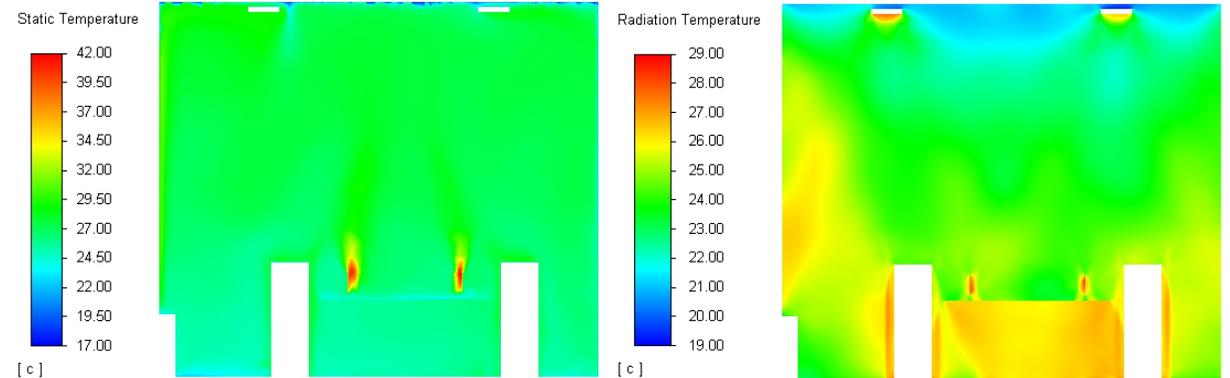


Geometrie des Besprechungsraums



- Belegung mit 9 Personen
- Solare Einstrahlung: 605 W/m²

Lufttemperatur und Strahlungstemperatur



Deckentemperatur = 17 °C, Schnitt A-A

Ergebnisse, globale Behaglichkeit

	Decken- temperatur in °C	Lufttemperatur in °C	Vorausgesagtes Mittleres Votum				
	17	25,8	0,33				
	18	26,5	0,51				
	19	27,2	0,68				
	20	27,9	0,86				
Kategorie	I	II	III	IV			
PMV	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	kalt ←		neutral		→ heiß		



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Minimierung des Kühlenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden und Lastflexibilisierung durch den Einsatz von Wärmerohren (MiniKüWeE)



Torben Rathje

E-Mail torben.rathje@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 62075

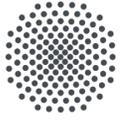
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

In Zusammenarbeit mit:



SMARTMAKERS
BENEFIT FROM IOT

aedifion

FKZ: 03EN1043B

Laufzeit: 08/2021-07/2024



Entwicklung einer IoT-basierten Gebäudeautomation unter Verwendung von KI-Metadaten- analyse und mehrsichtigen BIM-Modellen (BIMPact)

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Maurizio Calandri, M.Sc.
Dr.-Ing. Tobias Henzler



Hintergrund

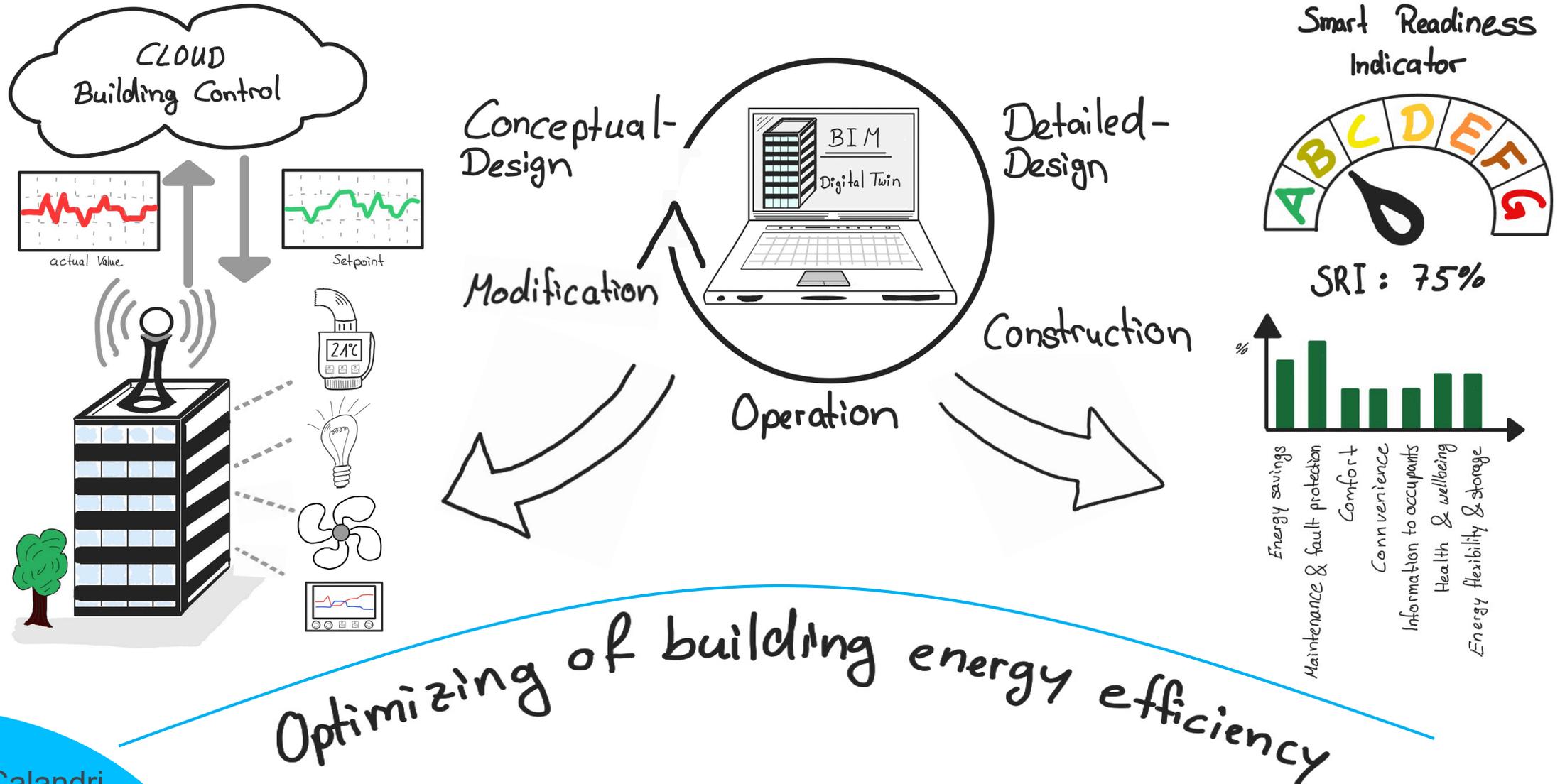
- **Gebäudebetrieb/Lebenszyklus von Gebäuden**
 - Betriebsphase über mehrere Jahrzehnte
 - Auswahl Gebäudetechnik, Regelung und Anpassungsfähigkeit
 - großer Einfluss auf Energieeffizienz

- **Ziele**
 - Prozessorientierte Arbeitsweise (BIM)
 - Kombination und Informationsaustausch von IoT-Sensorik und BIM
 - Ableitung Smart Readiness Indicator aus BIM-Modell



Quelle: <https://www.youtube.com/@workonprogress>

Methodisches Vorgehen

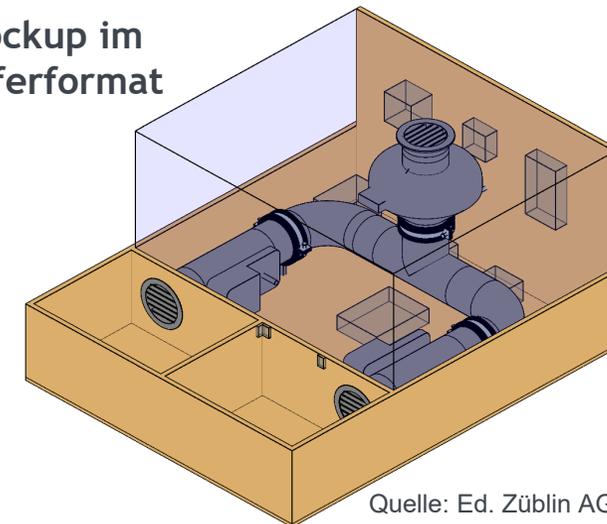


Untersuchungsgegenstand

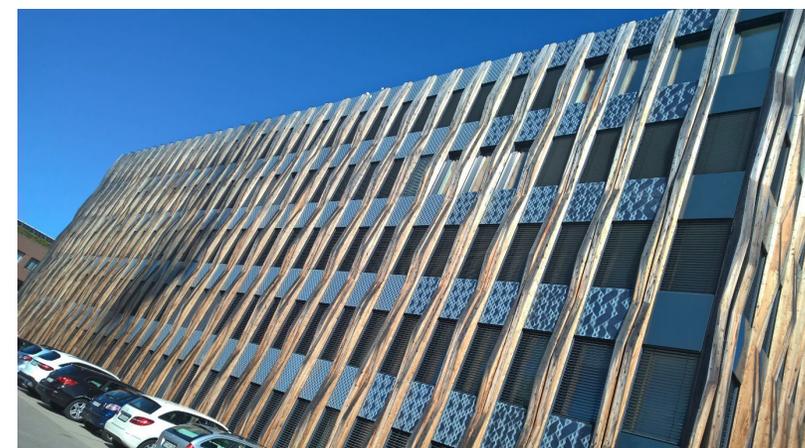
- **Mockup**
 - Funkbasierte Komponenten implementiert
 - Digitaler Zwilling (BIM-Modell) erstellt
 - Methodik zur automatisierten Ableitung des SRI
→ Detaillierte digitale Informationsdarstellung

- **Gebäudedemonstrator**
 - Erprobung an Büro
 - Einbinden der Komponenten bzw. GA-Funktionen

Mockup im Kofferformat



Quelle: Ed. Züblin AG



Quelle: Ed. Züblin AG



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Entwicklung einer IoT-basierten Gebäudeautomation unter Verwendung von KI-Metadatenanalyse und mehrsichtigen BIM-Modellen (BIMPact)



Maurizio Calandri

E-Mail maurizio.calandri@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 62088

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart



Gefördert durch:

Verein der
Förderer der
Forschung im
Bereich Heizung,
Lüftung und
Klimatechnik

Verein der Förderer
der Forschung im Bereich
Heizung • Lüftung • Klimatechnik
Stuttgart e.V.



„Flex-Beobachter“ für die
Quantifizierung der
energetischen Flexibilität
eines netzdienlich
betriebenen Gebäudes

Christian Karczewski, M.Sc.

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

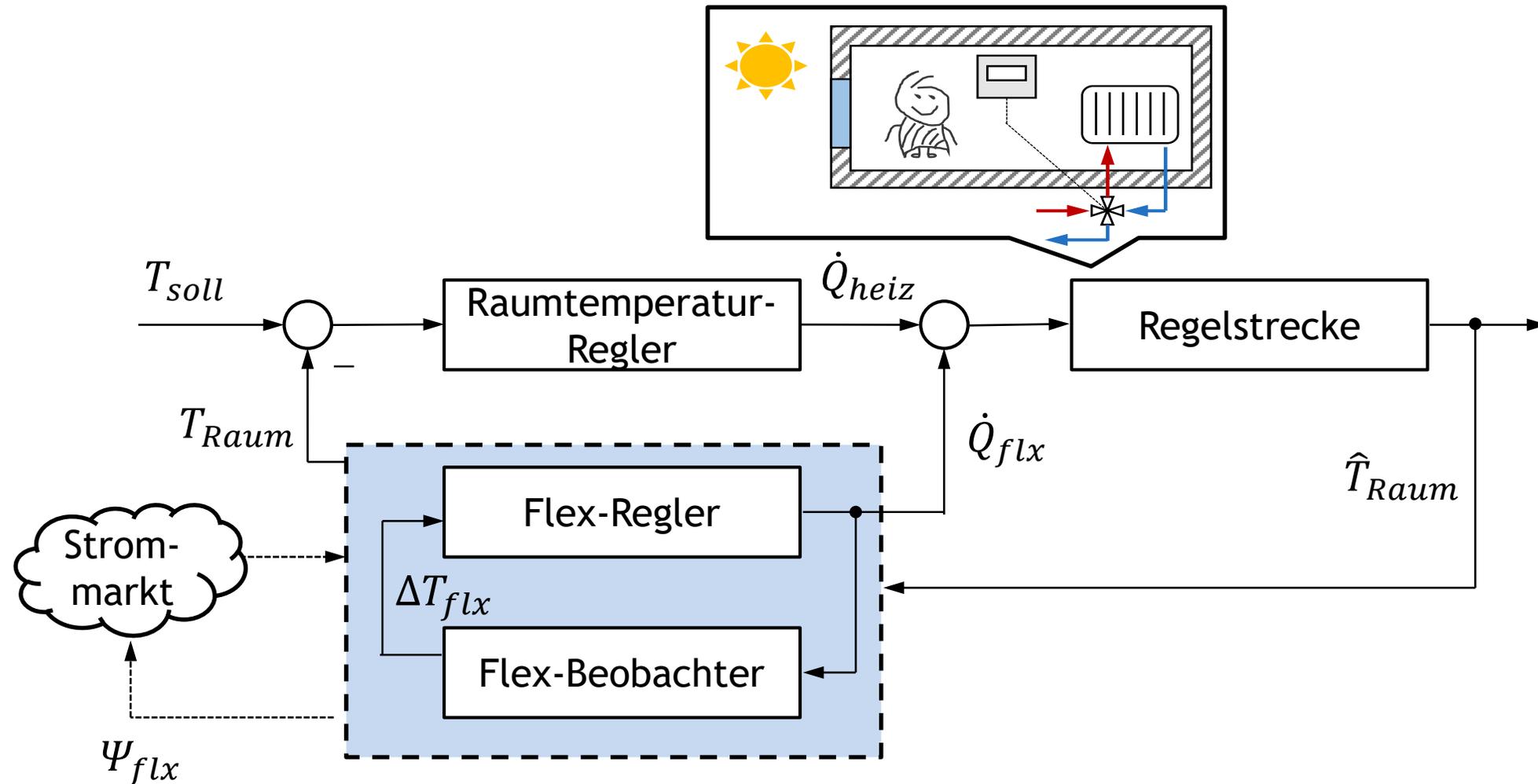
FKZ: VDF 2022-1

Laufzeit: 08/2022 - 12/2022

Hintergrund und Motivation

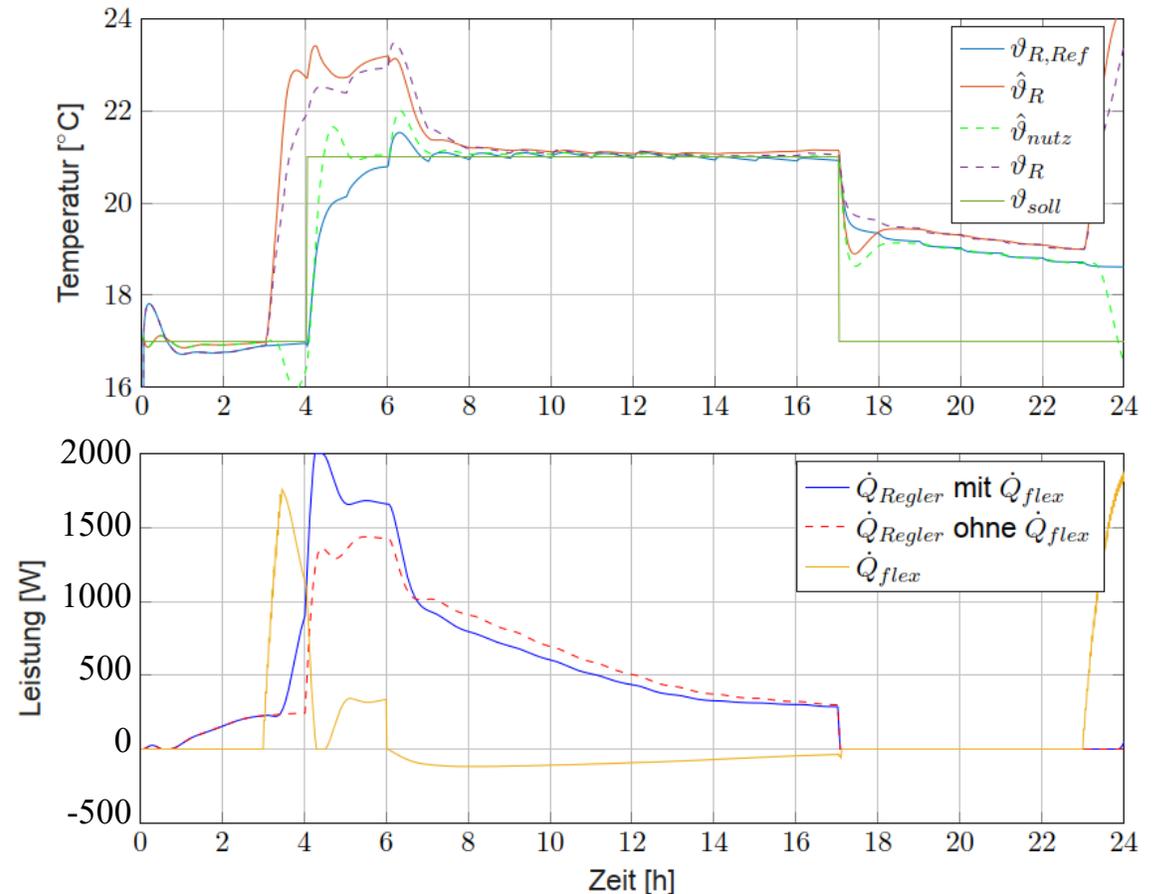
- Steigender Anteil erneuerbarer Energien im Stromnetz
- Flexibilisierung der Lastabnahme bei schwankendem Angebot (Demand Side Management)
- Hürden für energieflexible Gebäude im Smart Grid:
 - Unbekanntes Lastverhalten (netzseitig)
 - Auswirkungen flexible vs. bedarfsgeführte Betriebsweise
 - Fehlende Business-Cases

Netzdienliches Gebäude mit „Flex-Beobachter“



Ergebnisse der Studie und Ausblick

- Ausarbeitung Konzept
- Simulative Untersuchungen
 - Hinreichend genaue Rekonstruktion des Temperaturverlaufs
 - Quantifizierung der Lastabsenkung zur Laufzeit
- Weitergehende Arbeiten
 - Einbindung in prädiktive Regelalgorithmen
 - Erprobung in einem Reallabor





„Flex-Beobachter“ für die Quantifizierung der energetischen Flexibilität eines netzdienlich betriebenen Gebäudes

Christian Karczewski, M.Sc.

E-Mail: christian.karczewski@fghlk.de

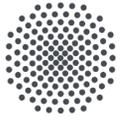
Telefon: 0711 685-61737

www.fghlk.de

FG HLK Stuttgart mbH

Pfaffenwaldring 6A

70569 Stuttgart



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

Verein der Förderer
der Forschung im Bereich
Heizung • Lüftung • Klimatechnik
Stuttgart e.V.



Forschungskuratorium

textil



DEUTSCHES INSTITUT FÜR
TEXTIL- u. FASERFORSCHUNG



DLR

IGF-Vorhaben-Nr.: 22617 N

Laufzeit: 11/2022 - 04/2025



Entwicklung regelbarer Vakuumdämmelemente zur bedarfsgerechten Anpassung des Wärmedurchgangs (ReVaD)

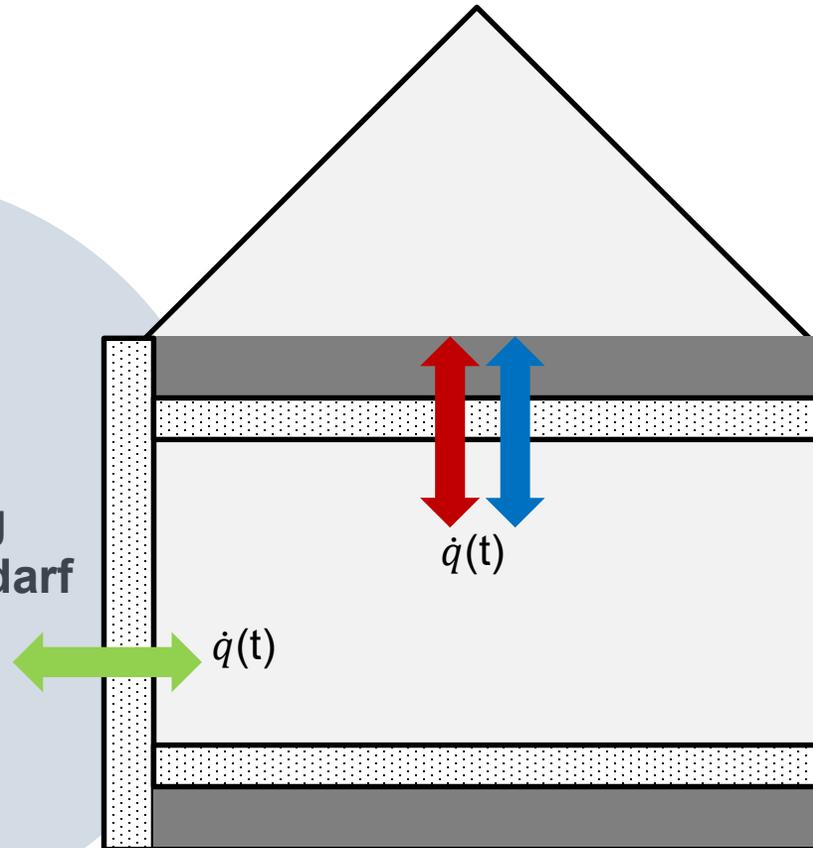
IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr.-Ing. Tobias Henzler
Maurizio Calandri, M.Sc.

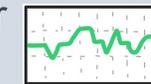
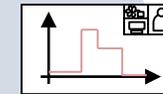


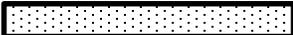
Reduzierung
Kühlenergiebedarf



Flexibilisierung

Netzdienlicher
und kostenoptimierter
Betrieb von
Wärmeerzeugern
(Sektorkopplung)

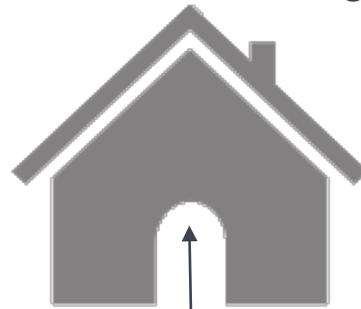


 Regelbare Wärmedämmung

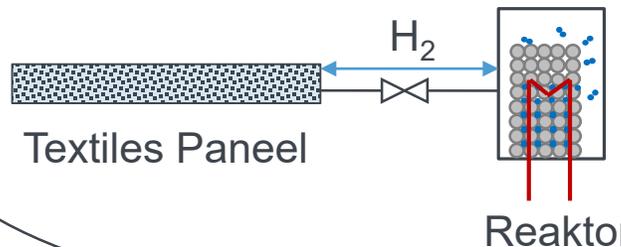
 Speichermasse



Einsatzbereiche und Potenziale von Gebäudehüllen und Bauteilen mit regelbarer Vakuumdämmung



Regelbare Wärmedämmung



DITF

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG

Textiles Dämmelement mit
gasdruckabhängiger
Wärmeleitfähigkeit



Thermochemische Kontrolleinheit
(Reaktor) zur gezielten Einstellung
des Gasdrucks

Untersuchungen IGTE

▪ Einsatzbereiche und Potenziale von regelbaren Vakuumdämmelementen in Gebäuden

- Modellierung und Untersuchung des thermisch-energetischen Verhaltens
- Entwicklung von Regelungsstrategien/-konzepten
- Quantifizierung von Einspar- bzw. Flexibilisierungspotentialen

➤ Laborversuche zur Charakterisierung der thermischen Eigenschaften

- Wärmeleitfähigkeit des Dämmpaneels
- Schaltverhalten des Dämmpaneels
- Einfluss auf Raumtemperatur und Kühllast
- Raumverhalten bei ausgewählten Typtagen



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Entwicklung regelbarer Vakuumdämmelemente zur bedarfsgerechten Anpassung des Wärmedurchgangs (ReVaD)



Dr.-Ing. Tobias Henzler

E-Mail tobias.henzler@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 62093

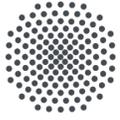
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Fördergeber:



Federal Ministry
of Education
and Research

Forschungskonsortium:

Deutsche Partner:



Universität Stuttgart



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



Fraunhofer

IBP



Vietnamesische Partner:



Hanoi University
of Civil Engineering
Hanoi, Vietnam



Ton Duc Thang
University
HCMC, Vietnam



Vietnamese Institut
for Building Materials
Hanoi, Vietnam



College of Urban Works
and Construction
Hanoi, Vietnam

Yuanchen Wang,
M.Sc.

Klimaangepasste Materialforschung für den sozioökonomischen Kontext in Vietnam (CAMaRSEC)

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023



- Veränderungen von Lebensstilen und Bedürfnissen in neuen Gebäudetypologien in Vietnam
- Weitreichende bautechnische und bauphysikalische Problemstellungen unter anspruchsvollen klimatischen Bedingungen
- Hindernisse auf dem Weg zu energieeffizienten und nachhaltigen Gebäuden



Quelle: VIET NAM NEWS

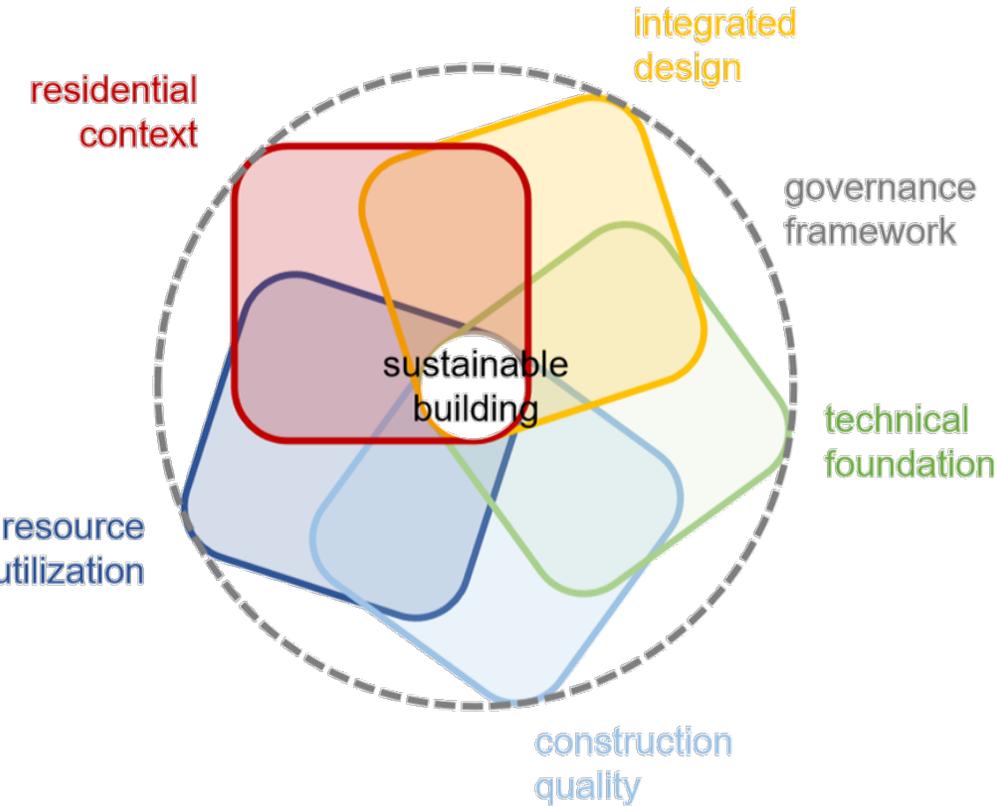
Das deutsch-vietnamesische Projekt CAMaRSEC unterstützt die Umsetzung und Weiterentwicklung einer energieeffizienten, ressourcenschonenden und nachhaltigen Baupraxis.

AP1: Basisdaten und sozioökonomischer Kontext des nachhaltigen Bauens in Vietnam

AP2: Evaluierung und Maßnahmen für energieeffizientes, ressourcenschonendes und nachhaltiges Bauen

AP3: Bauphysikalische Untersuchungen

AP4: Leitlinien für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen



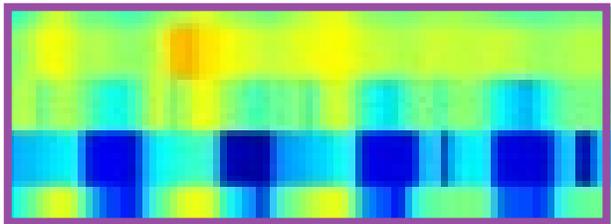
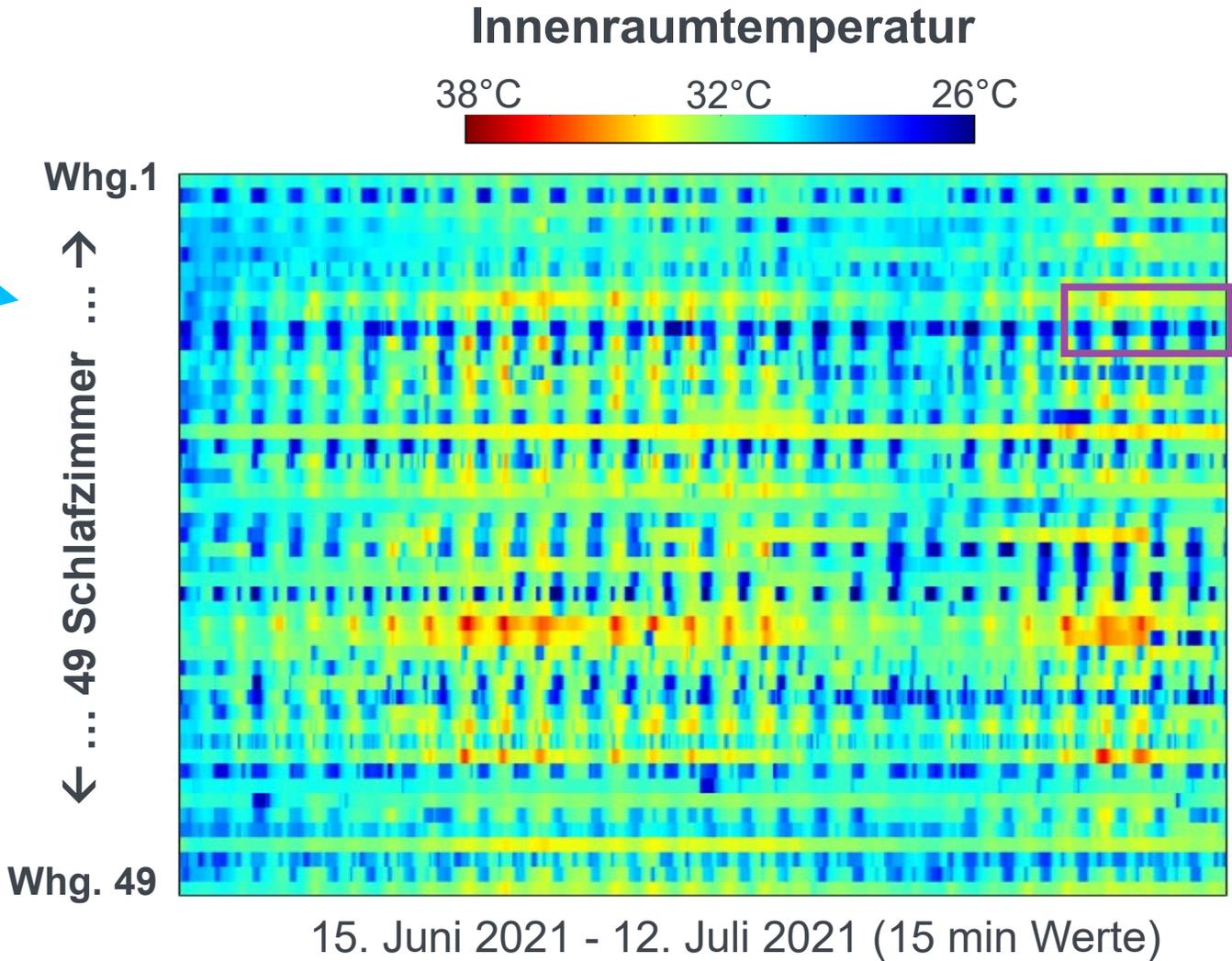
AP5: Aus- und Weiterbildung

Exemplarisches Ergebnis

49 Whg.
in Hanoi



33 Whg.
in HCMC



Dunkelblau →
Klimagerät in Betrieb

Einfluss des
Nutzerverhaltens



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Klimaangepasste Materialforschung für den sozioökonomischen Kontext in Vietnam (CAMaRSEC)



Yuanchen Wang, M.Sc.

E-Mail yuanchen.wang@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63988

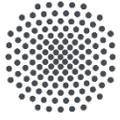
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Gefördert von: **Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT,
FORSCHUNG UND KUNST

diestaatstheaterstuttgart



Ganzheitliche Modelle zur Infektionsprävention in Innenräumen am Beispiel Staatsoper Stuttgart

Lukas Siebler, M.Sc.
Maurizio Calandri, M.Sc.
Torben Rathje, M.Sc.

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

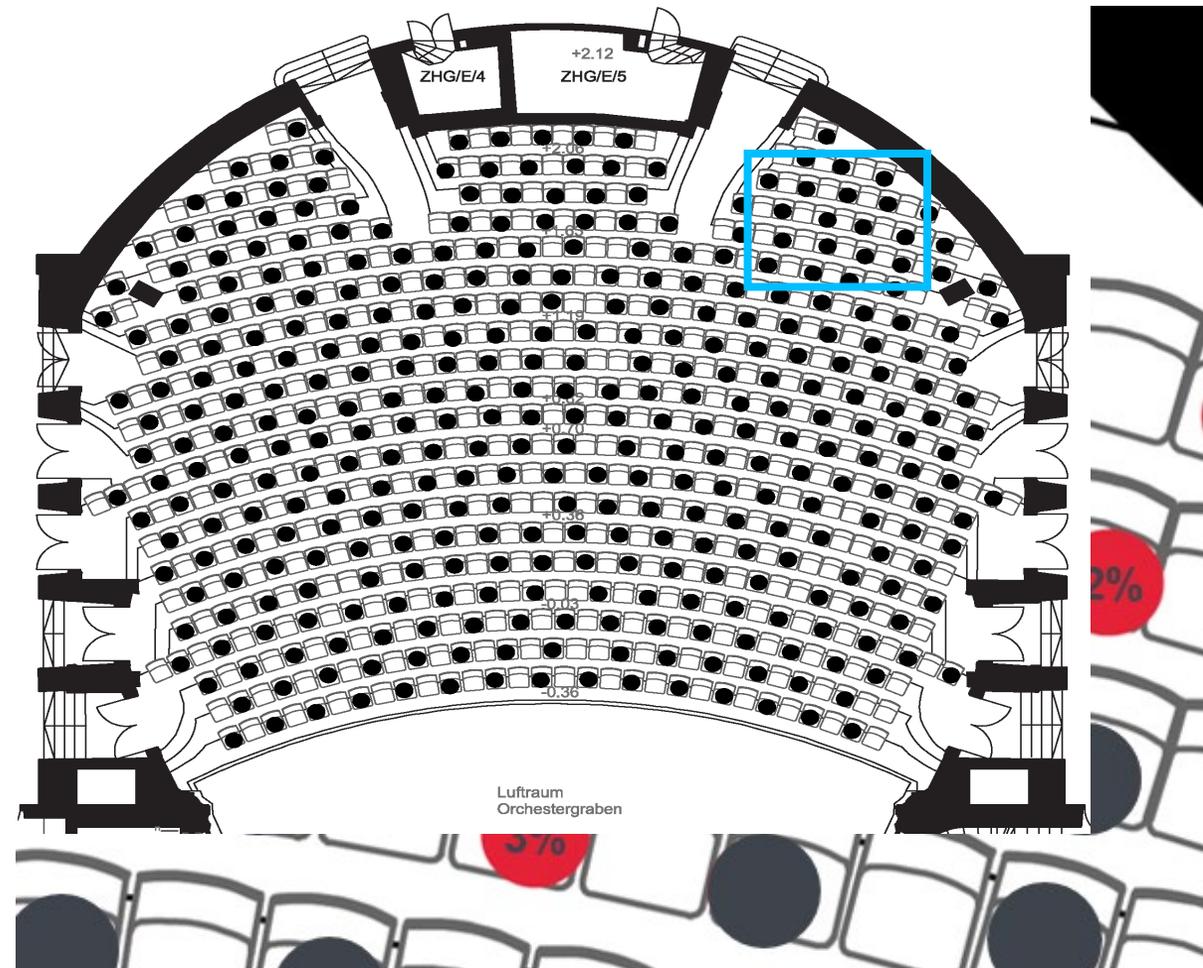


Messkampagne Oper Stuttgart

Messungen



Kaltnebel freisetzung zur Visualisierung der Luftströmung in der Königsloge am Beispiel Staatsoper



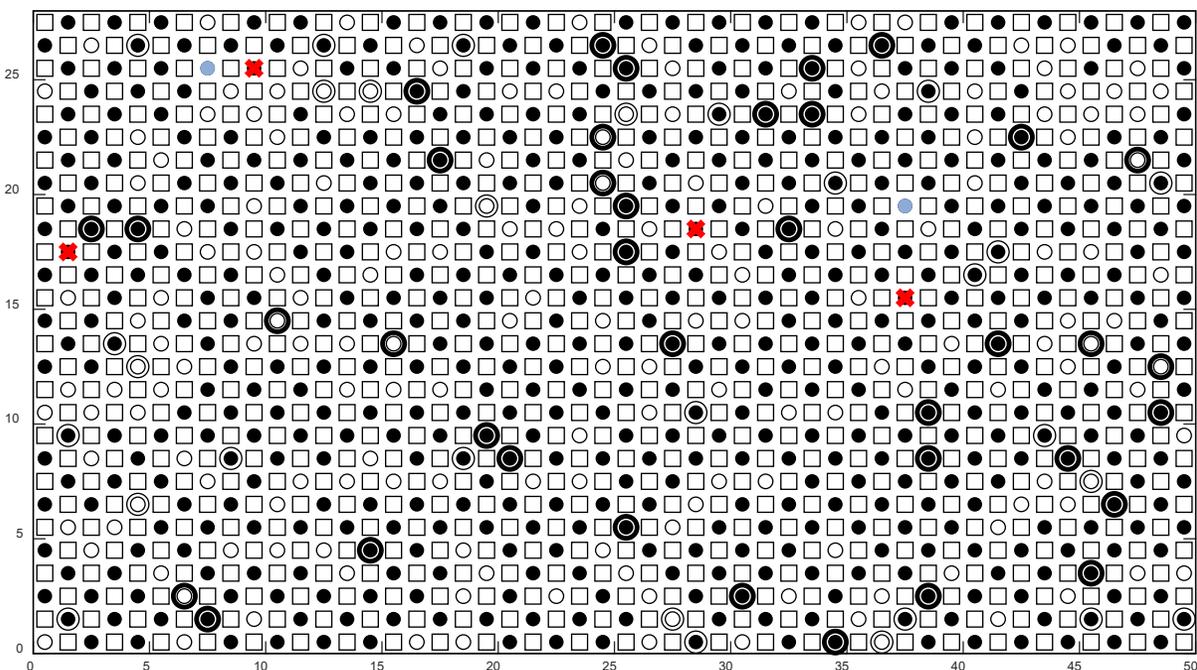
Sitzplatz aufgelöste Infektionsrisiken (PIRA) in der Staatsoper

Simulationsmodell Großveranstaltung

Methodik und Performance

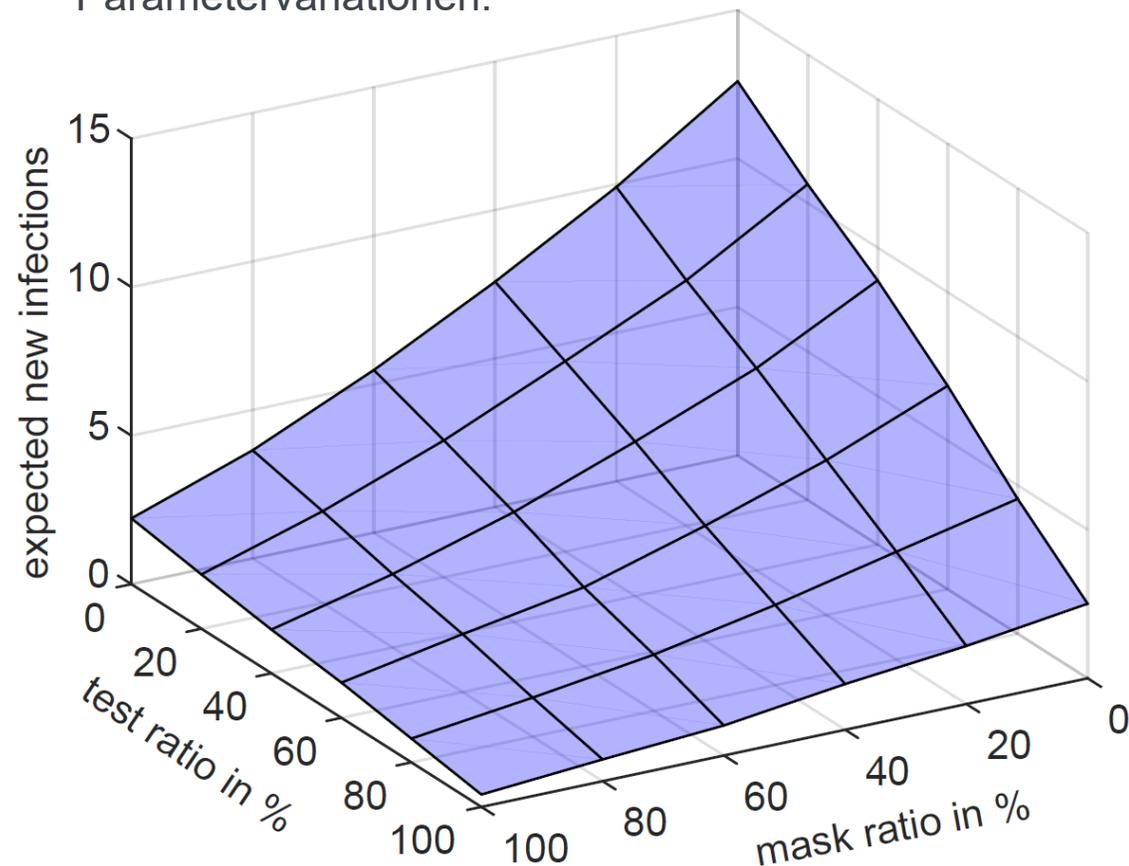


Funktionsweise:



- | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|
| □ planned unoccupied seat | ● no mask | ○ immune, no mask | ● infectious, no mask |
| □ unplanned unoccupied seat | ● surgical mask | ○ immune, surgical mask | ● infectious, surgical mask |
| ★ newly infected | ● FFP2 mask | ○ immune, FFP2 mask | ● infectious, FFP2 mask |

Parametervariationen:





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Ganzheitliche Modelle zur Infektionsprävention in Innenräumen am Beispiel Staatsoper Stuttgart



Lukas Siebler, M.Sc.

E-Mail lukas.siebler@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 60785

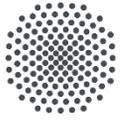
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



SolSpaces-E Innovatives solares Luftheiz- und -kühlsystem zur Reduzierung der CO₂- Emission für die Wohn- gebäudeklimatisierung

Sebastian Asenbeck
Benjamin Walz

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023



Förderkennzeichen:

03EN6008A

Laufzeit:

09/2021 – 08/2024

Weiterentwicklung Luftheiz- und -kühlsysteme

Ziel: Reduzierung der CO₂-Emission um 50 %

Lüftungseffektivität

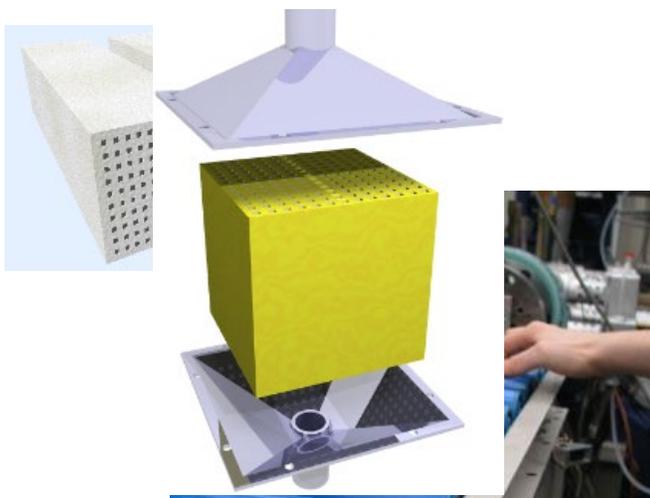


Anlagenkomponenten



Quelle: Schwörer Haus KG

„Solarisierung“





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Innovatives solares Luftheiz- und -kühlsystem zur Reduzierung der CO₂-Emission für die Wohngebäudeklimatisierung (Solspaces^E)



Sebastian Asenbeck

E-Mail sebastian.asenbeck@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63618

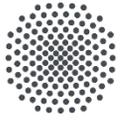
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



SolSpaces^E Beitrag der Lüftungseffektivität bei der Optimierung von Luftheizsystemen im Wohngebäude

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Benjamin Walz
Sebastian Asenbeck



Förderkennzeichen:

03EN6008A

Laufzeit:

09/2021 – 08/2024

Was wollen wir erreichen?

- Hohe Lüftungseffektivität bei Luftheiz- und Luftkühlsystem
 - Energieeinsparung durch Verringerung des Außenluftstroms

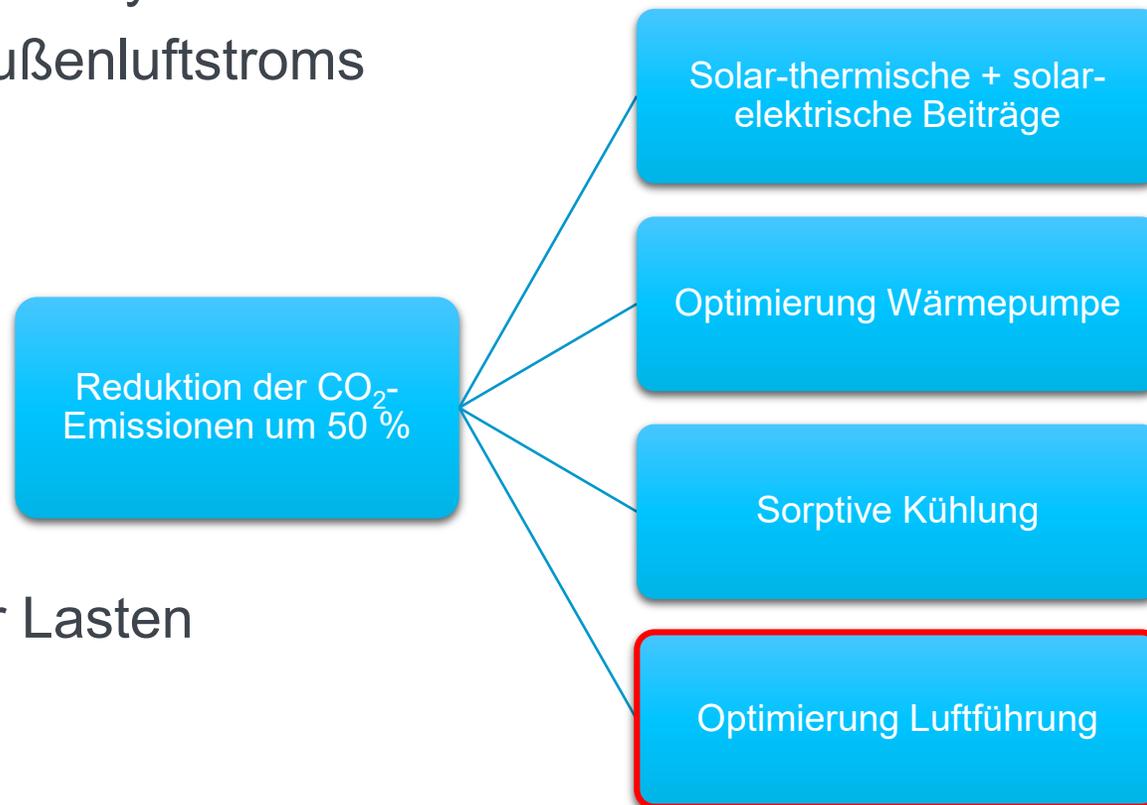
$$\dot{V}_{Au} = \frac{\dot{V}_{AZ}}{\varepsilon}$$

\dot{V}_{Au} : Außenluftstrom

\dot{V}_{AZ} : erforderlicher Außenluftstrom für hygienische Bedingungen der Luft in der Anforderungszone

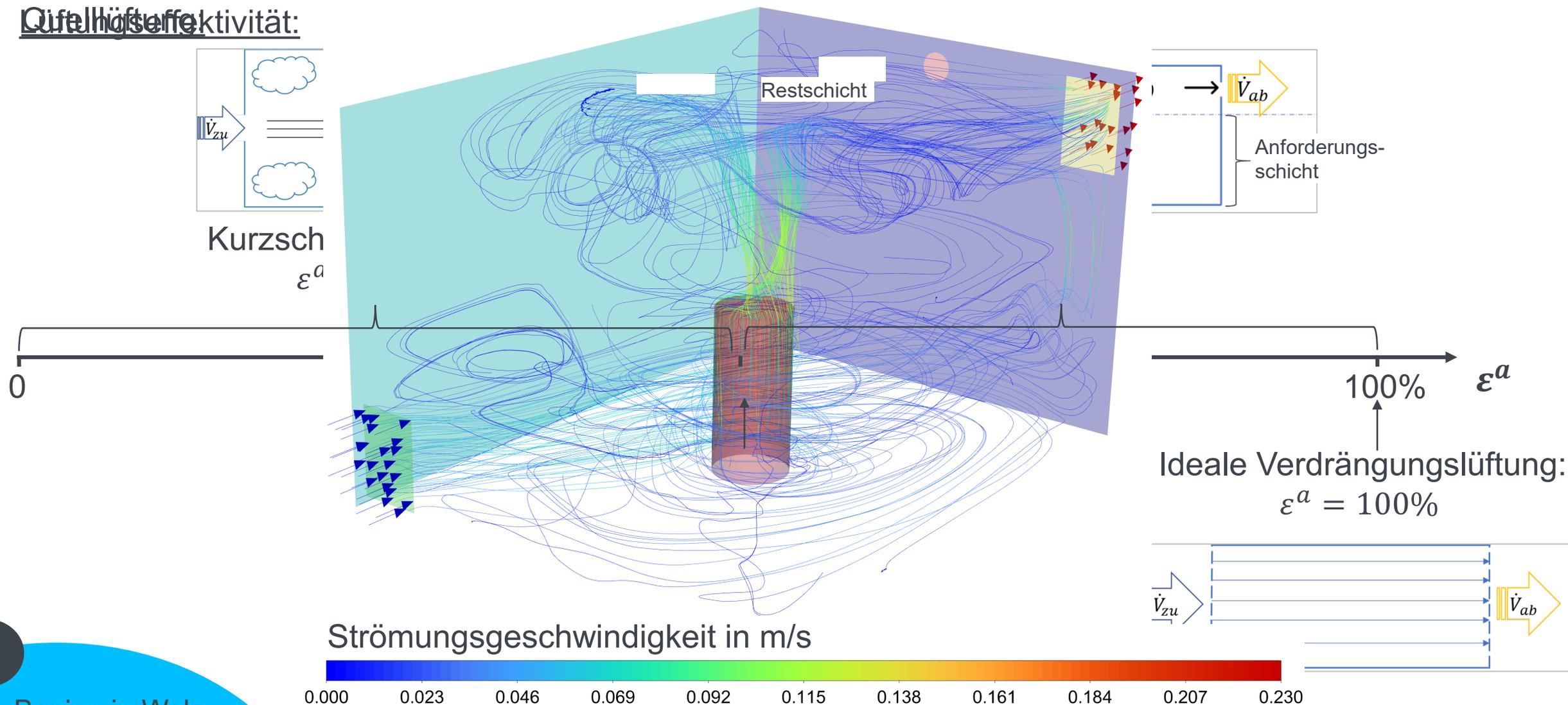
ε : Lüftungseffektivität

- Gleichzeitige Abfuhr stofflicher und thermischer Lasten
- Einhaltung der thermischen Behaglichkeit



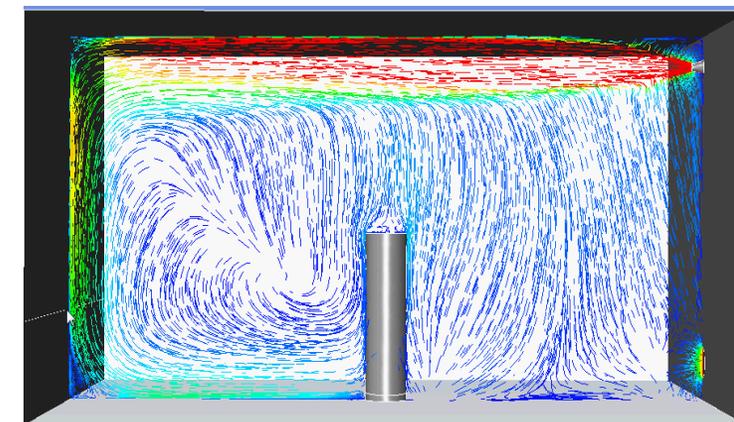
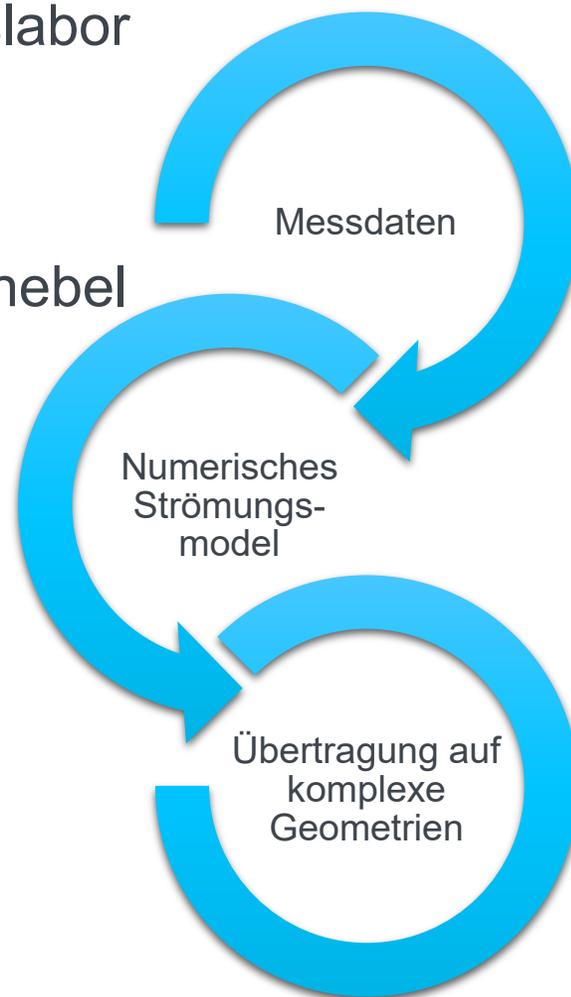
Wie wollen wir das erreichen?

Luftströmungseffektivität:



Vorgehen

- Messungen im Raumlufströmungslabor
 - Thermische Behaglichkeit
 - Lüftungseffektivität (Spurengas)
 - Strömungsvisualisierung mit Kaltnebel
- CFD-Simulation



Quelle: Dr. Reza Adili



Quelle: Dr. Reza Adili



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Beitrag der Lüftungseffektivität bei der Optimierung von Luftheizsystemen im Wohngebäude (SolSpaces^E)



Benjamin Walz, M. Sc.

E-Mail benjamin.walz@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63577

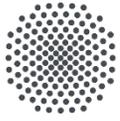
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



B & O Bau und Gebäudetechnik GmbH & Co. KG



BEB - BioEnergy Berlin GmbH



gefördert durch



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Thermochemische Wärmespeicher für dezentrale Wärmeversorgung (Heat2Share)

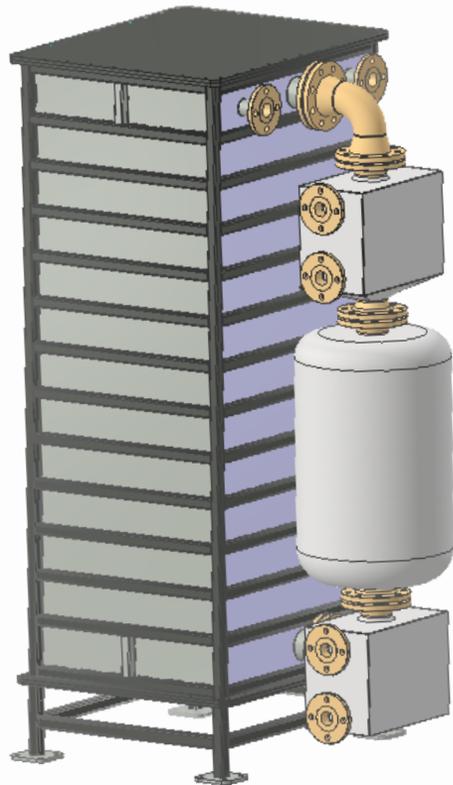
Dr.-Ing.
Henner Kerskes

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023



Adsorber mit integriertem
Wärmeübertrager



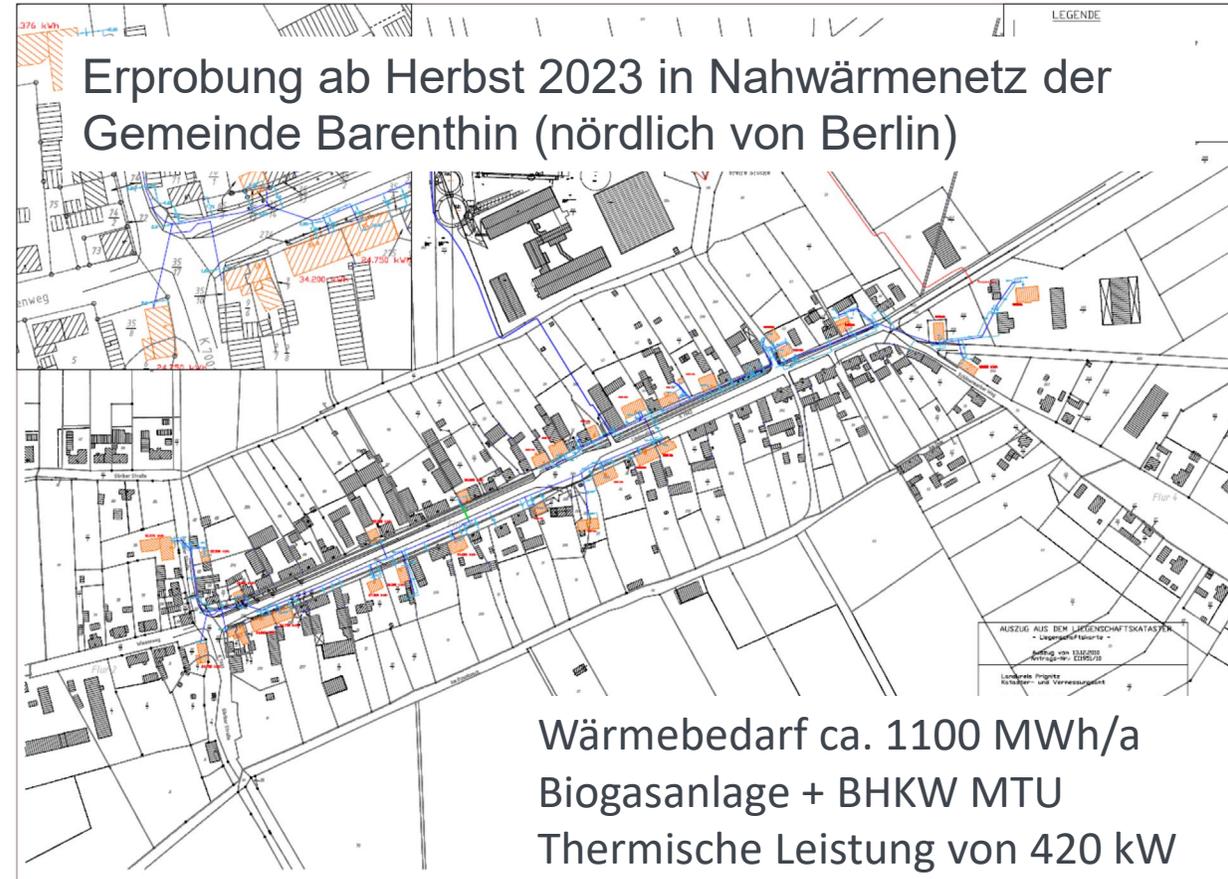
Kondensator

Wasser-
vorlage

Verdampfer

- TCS zeichnet sich aus durch
 - ➔ hohe Energiespeicherdichte und
 - ➔ geringe Wärmeverluste
- Anlagerung (Adsorption) von Wassermolekülen an Adsorbens ➔ hier CaCl_2 /Aktivkohle-Komposit
- Durch Zufuhr von Wärme wird Prozess umgekehrt, Wassermoleküle desorbieren, werden kondensiert und bevorratet

- Verfahrenskonzept der geschlossenen Adsorption umgesetzt
- modular aufgebauten Speicher entwickelt
- Konstruktion Speichermodule abgeschlossen
- derzeit Aufbau des Speichers mit vier Modulen à 250 kg Speichermaterial





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Thermochemische Wärmespeicher für dezentrale Wärmeversorgung (Heat2Share)



Henner Kerskes, Dr.-Ing.

E-Mail Henner.kerskes@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63534

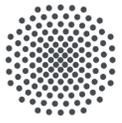
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



ICT Facilities
design & built



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt



Aini Maixiwuer

Effiziente Kühlung von
Rechenzentren durch
dynamisch geregelte
Kühlkreistemperaturen
(Degree)

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023



- Betrieb der Kühlanlagen ist neben Servern zweitgrößter Verbraucher
- häufig 30 % des Energieaufwands für Kühlung

Degree

Untersuchung einer dynamischen Regelung der Kühlkreistemperaturen von Rechenzentren zur Effizienzsteigerung

- Entwicklung am Beispiel HAWK (HLRS)
- Mit seinen 5632 Rechenknoten zu den Top 20 Rechnern in Europa
- Elektr. Leistung ca. 3,5 MW

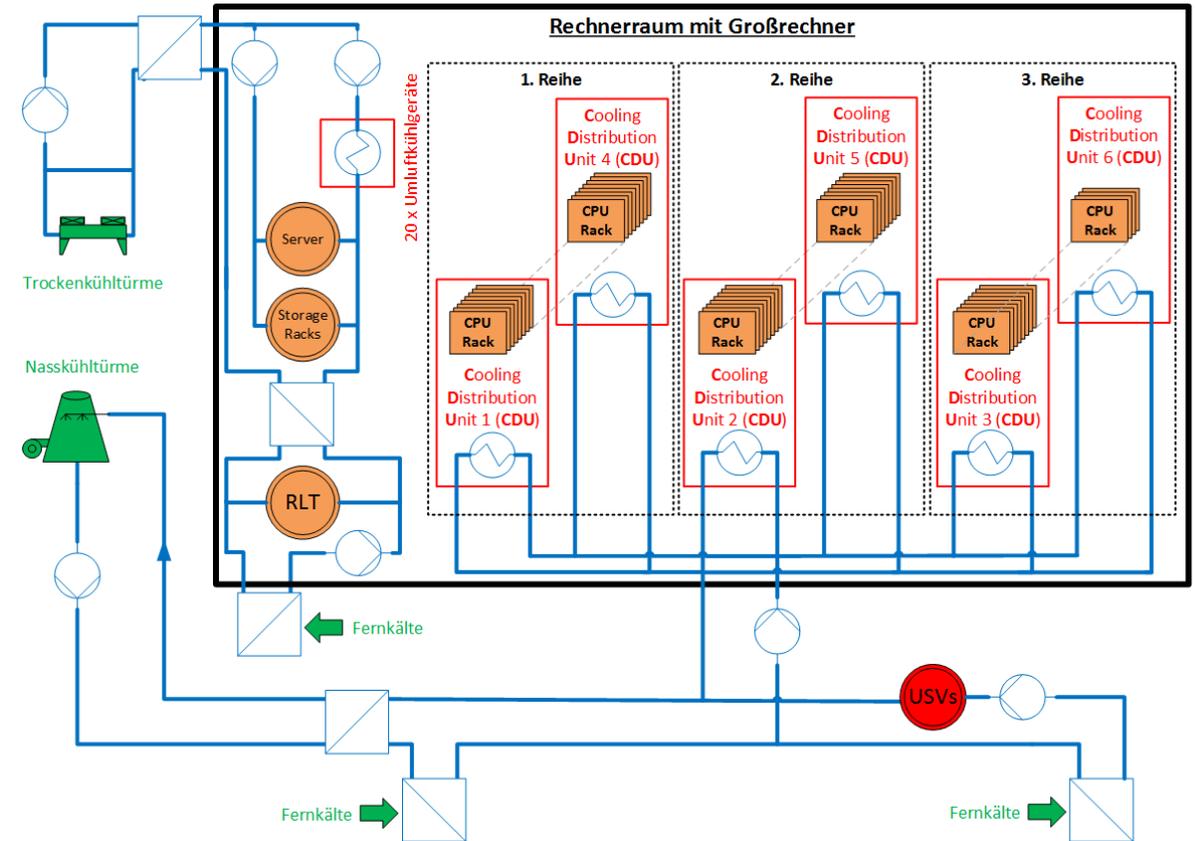


Vorstellung Degree

Kühlung Großrechner HAWK

Ausgangssituation:

- detaillierte numerische Simulation des Kühlsystems
- Ziel: Möglichst 100% freie Kühlung, Vermeidung von Kompressionskälte



Vorstellung Degree

Dynamisch geregelte Kühlkreistemperaturen

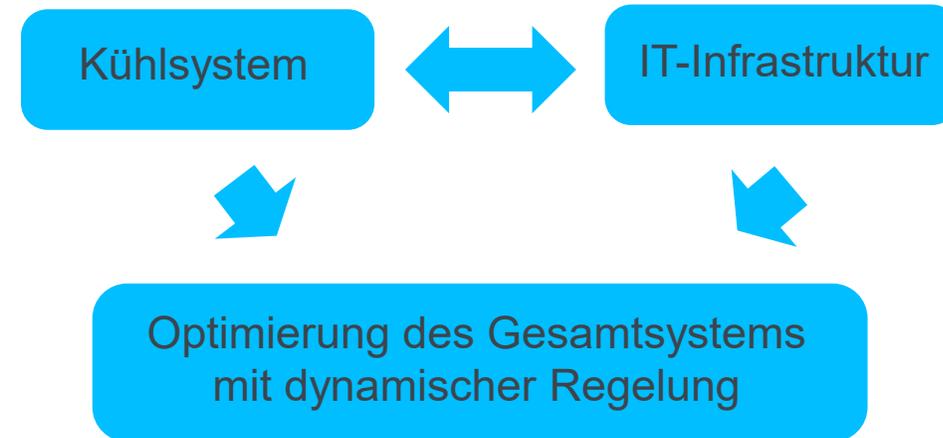
Ausgangssituation:

- detaillierte numerische Simulation des Kühlsystems
- Ziel: Möglichst 100% freie Kühlung, Vermeidung von Kompressionskälte

Lösungsansatz:

Dynamisch geregelte Kühlkreistemperaturen

Gewünscht: **Hohe** Temperaturen Gewünscht: **Niedrige** Temperaturen



Zielgrößen:

- maximale CPU-Performance
- minimaler Energiebedarf
- minimale Kosten und Emissionen



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Effiziente Kühlung von Rechenzentren durch dynamisch geregelte Kühlkreistemperaturen (Degree)

Aini Maixiwuer

E-Mail Maixiwuer.aini@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63224

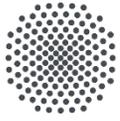
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

In Zusammenarbeit mit:



gefördert durch:



Förderkennzeichen
KK5010902RHO



Tamara Theimel

Solar-sorptive Wassergewinnung aus Luft in ariden Gebieten (AirWater)

IGTE-FORUM

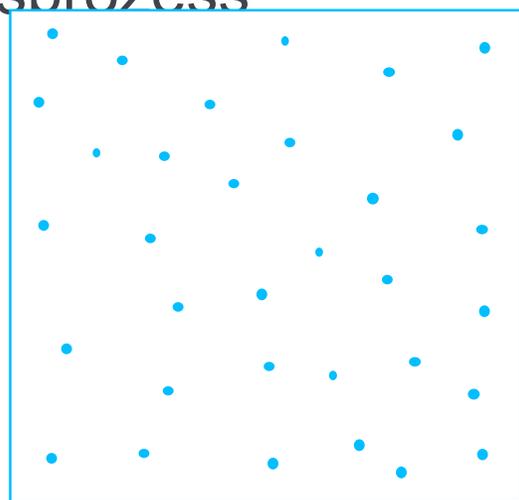
in Stuttgart am 30.03.2023



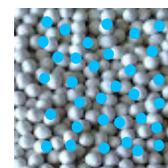
Motivation: Trinkwasserknappheit in ariden Regionen

Wassergehalt der Atmosphäre: 13.000 km³ → großes Potential für TWG

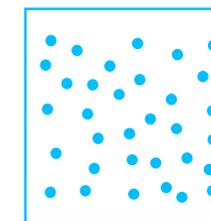
- aride Gebiete → niedriger Taupunkt ($T_{dp} \leq 10^\circ\text{C}$)
- direkte Kondensation mittels elektrisch betriebener Kältemaschine nicht einsetzbar
- Taupunkterhöhung mittels Adsorptions-Desorptionsprozess



30 °C $\varphi = 0.29$ $T_{dp} = 10^\circ\text{C}$

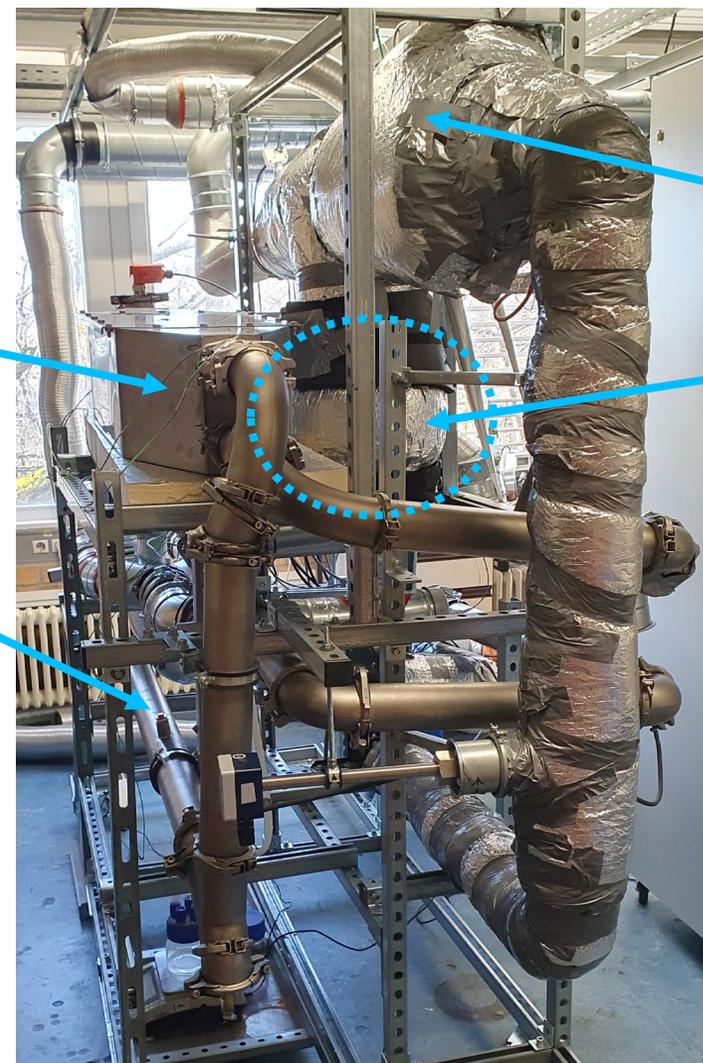
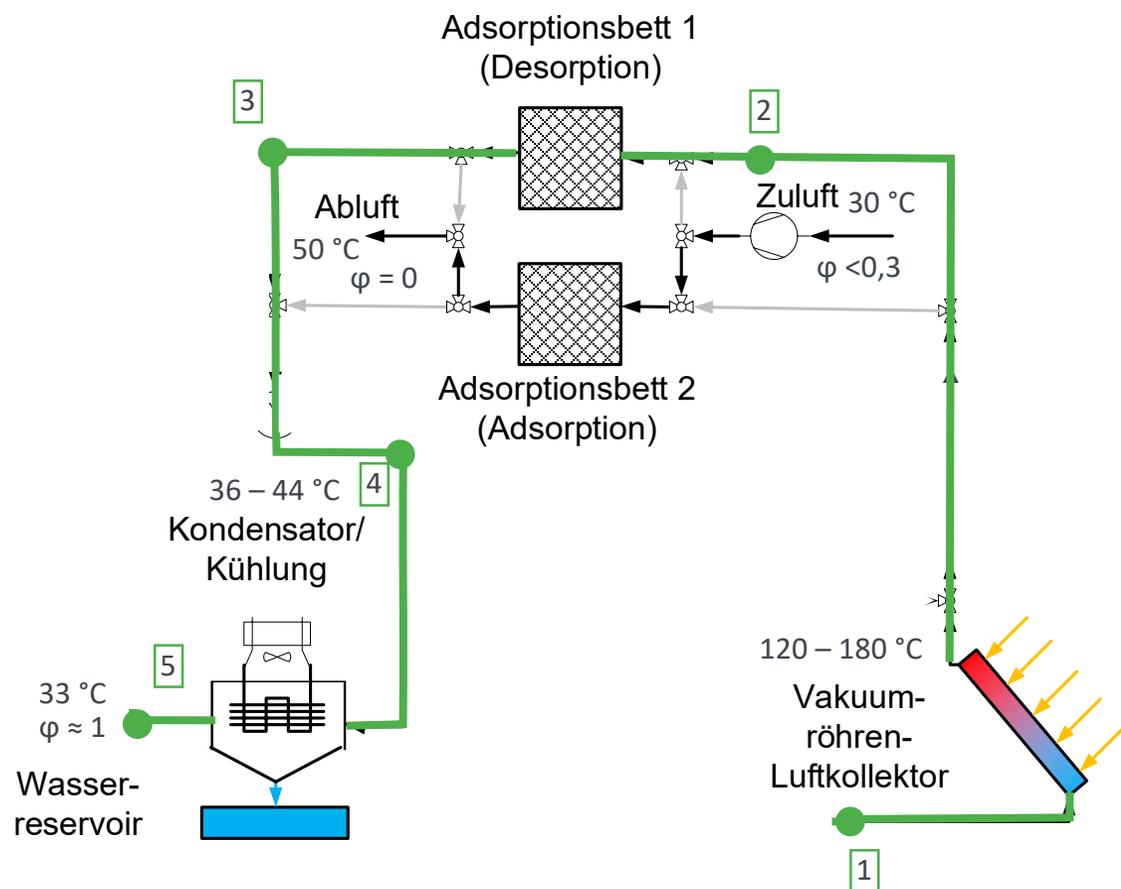


Sorptionsmaterial



$T_{dp} = 36,5^\circ\text{C}$

Airwater – Funktionsprinzip und Labordemonstrator



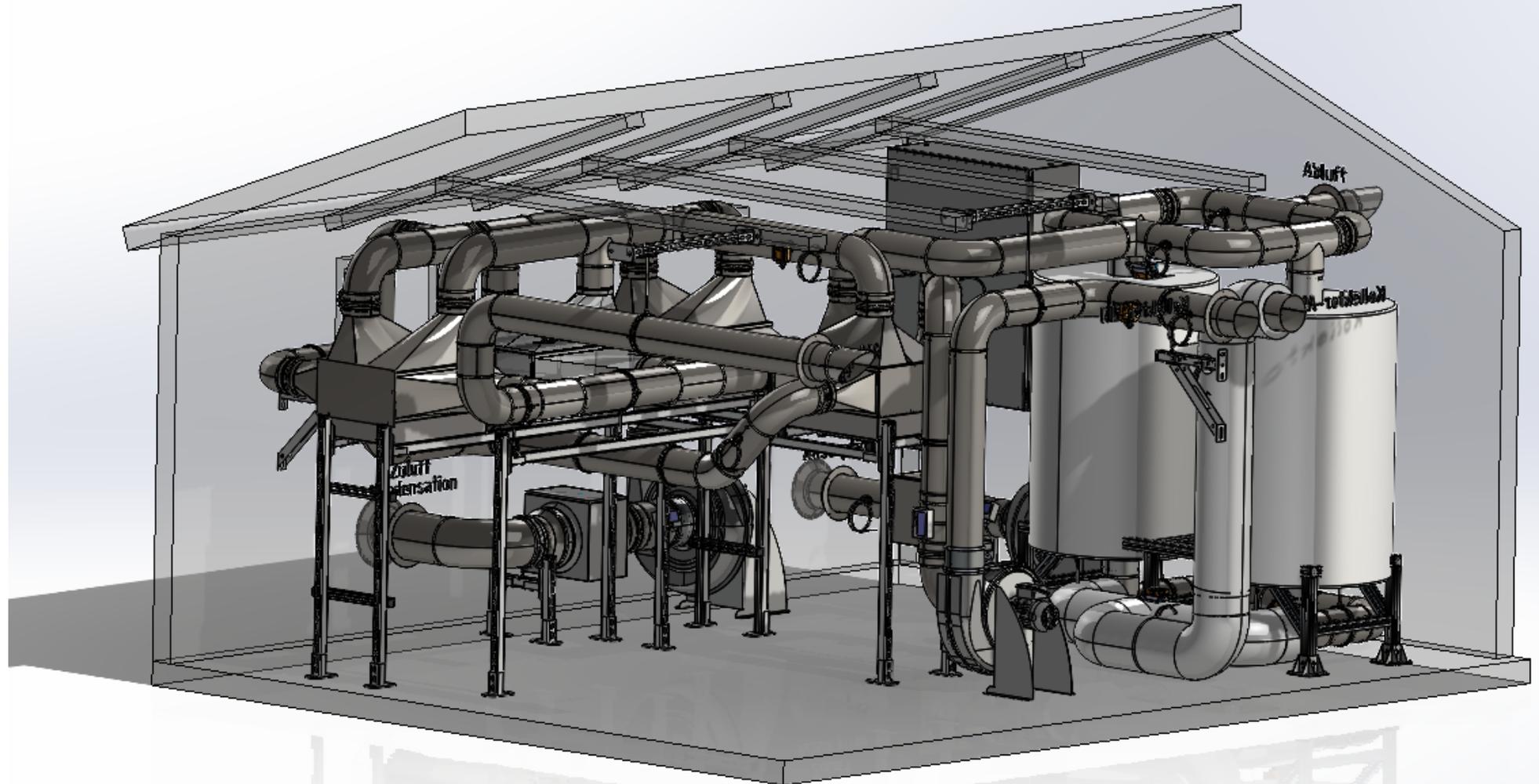
El. Heizung

Adsorber

Wärme-
Rückge-
winnung

Konden-
sations-
strecke

Airwater – Outdoor - Demonstrator



Quelle: Hydrotech GmbH



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Solar-sorptive Wassergewinnung aus Luft in ariden Gebieten (AirWater)



Tamara Theimel

E-Mail theimel@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63215

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

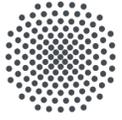
Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart

“Water is
the driving
force of all
nature.”

- Leonardo Da Vinci





Universität Stuttgart
 Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

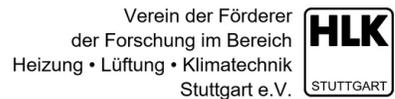
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages



In Zusammenarbeit mit:



IGF-Vorhaben-Nr.: 22424 N
 Laufzeit: 04/2022 - 09/2024



Energiewandler zur Versorgung von Hochtemperaturverbrauchern aus Niedertemperatur-Fernwärmenetzen

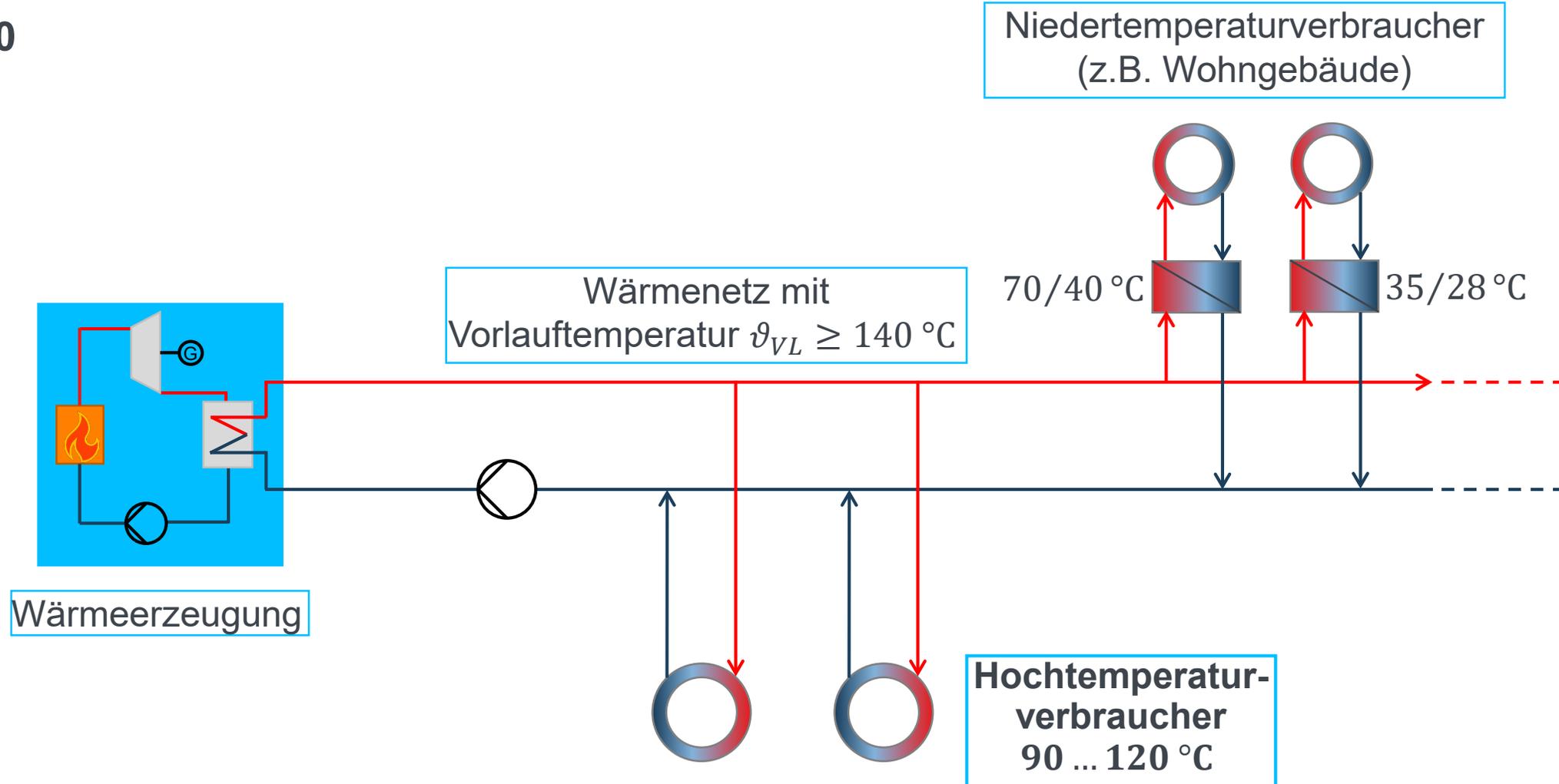
IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

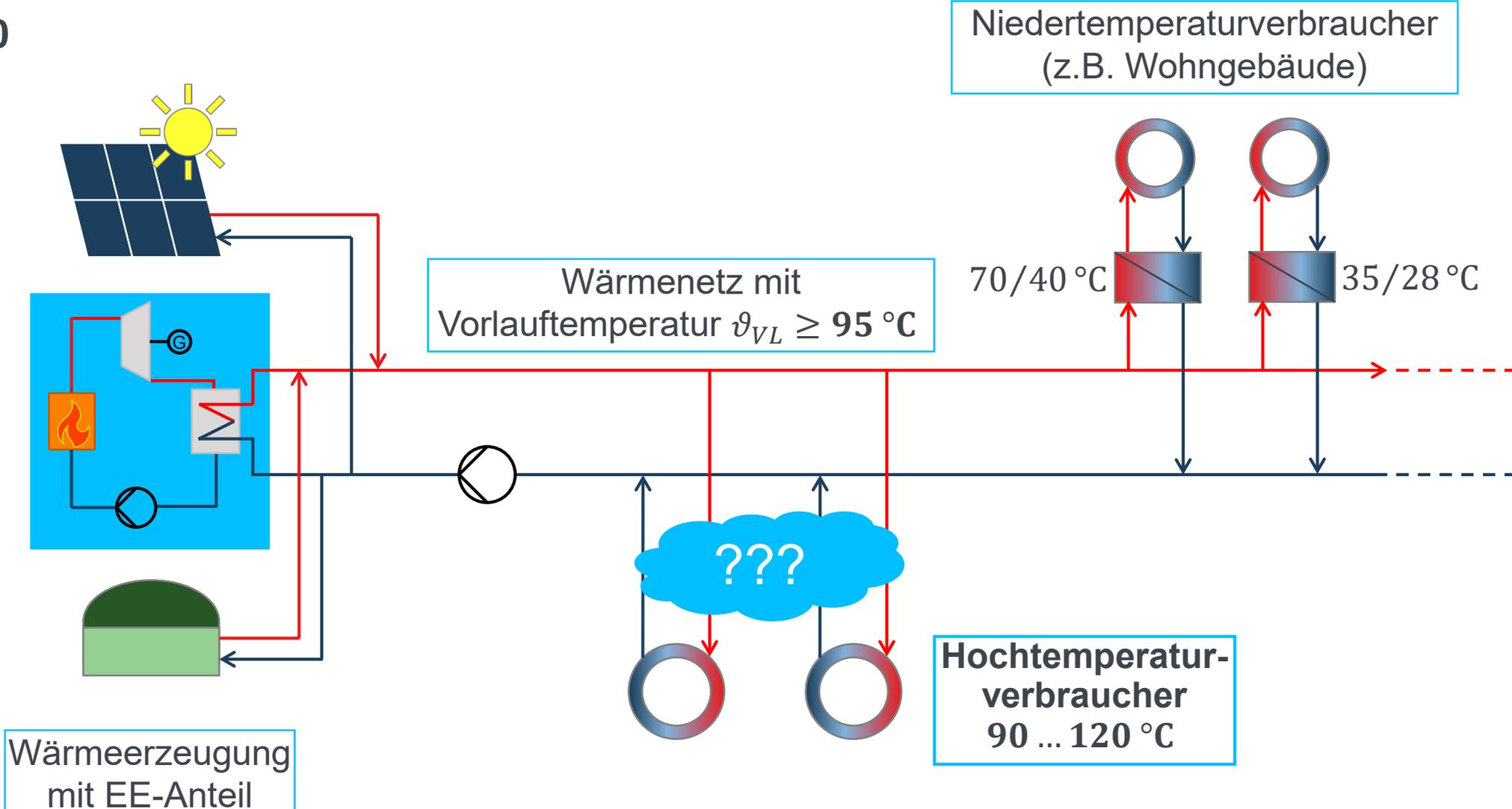
Luisa Haak,
 M.Sc.



Wärmenetze 3.0



Wärmenetze 4.0

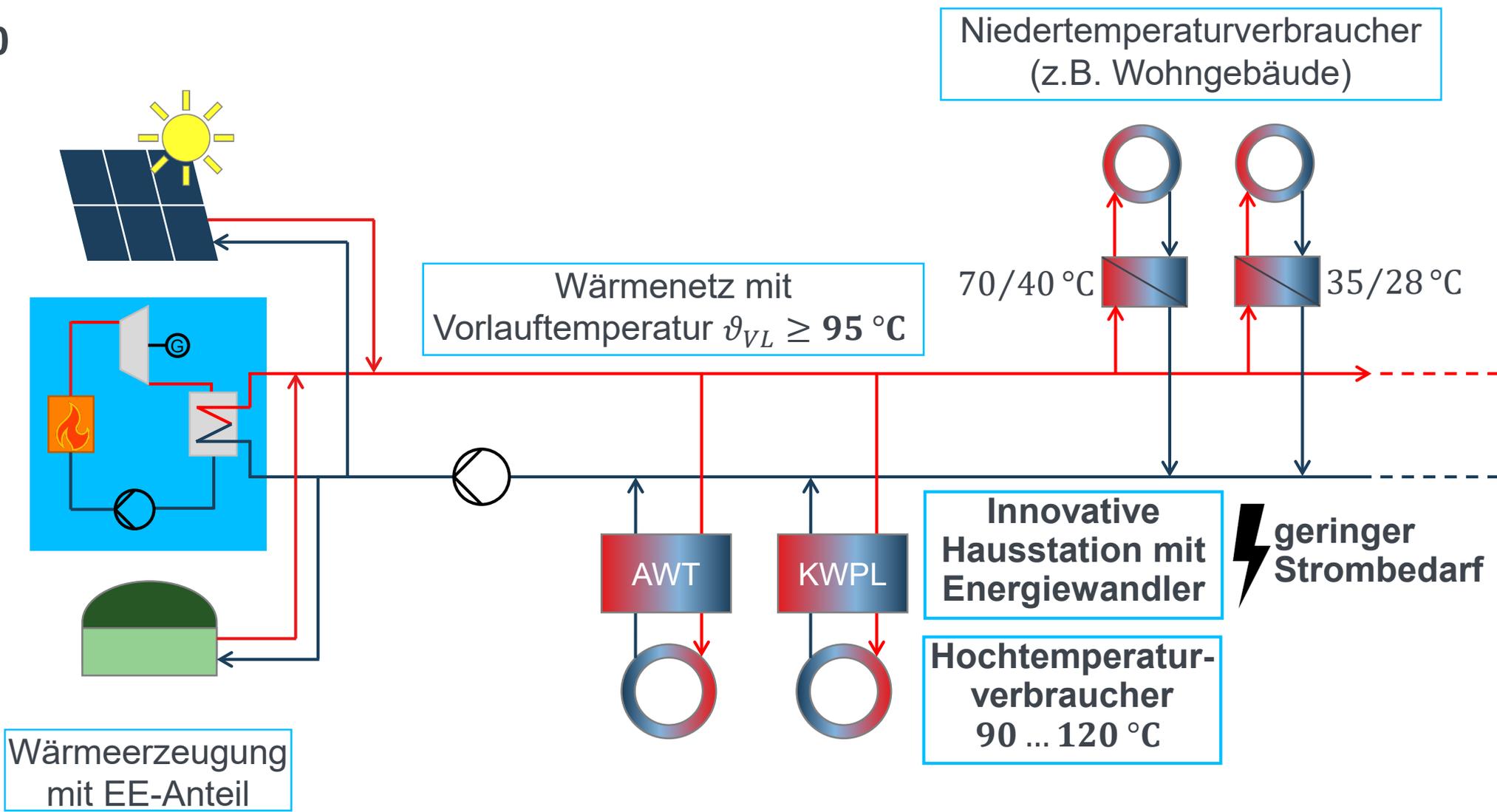


Wärmenetze 4.0

AWT:
Absorptionswärmepumpe
→ IGTE

KWPL:
Kompressionswärmepumpe mit Lösungskreis
→ IfT (Uni Hannover)

Netzsimulation
→ FFI Hannover





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Untersuchung von zwei Energiewandlern mit geringem Strombedarf zur Versorgung von Hochtemperaturverbrauchern aus Niedertemperatur-Fernwärmenetzen



Luisa Haak

E-Mail Luisa.Haak@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63554

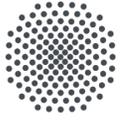
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

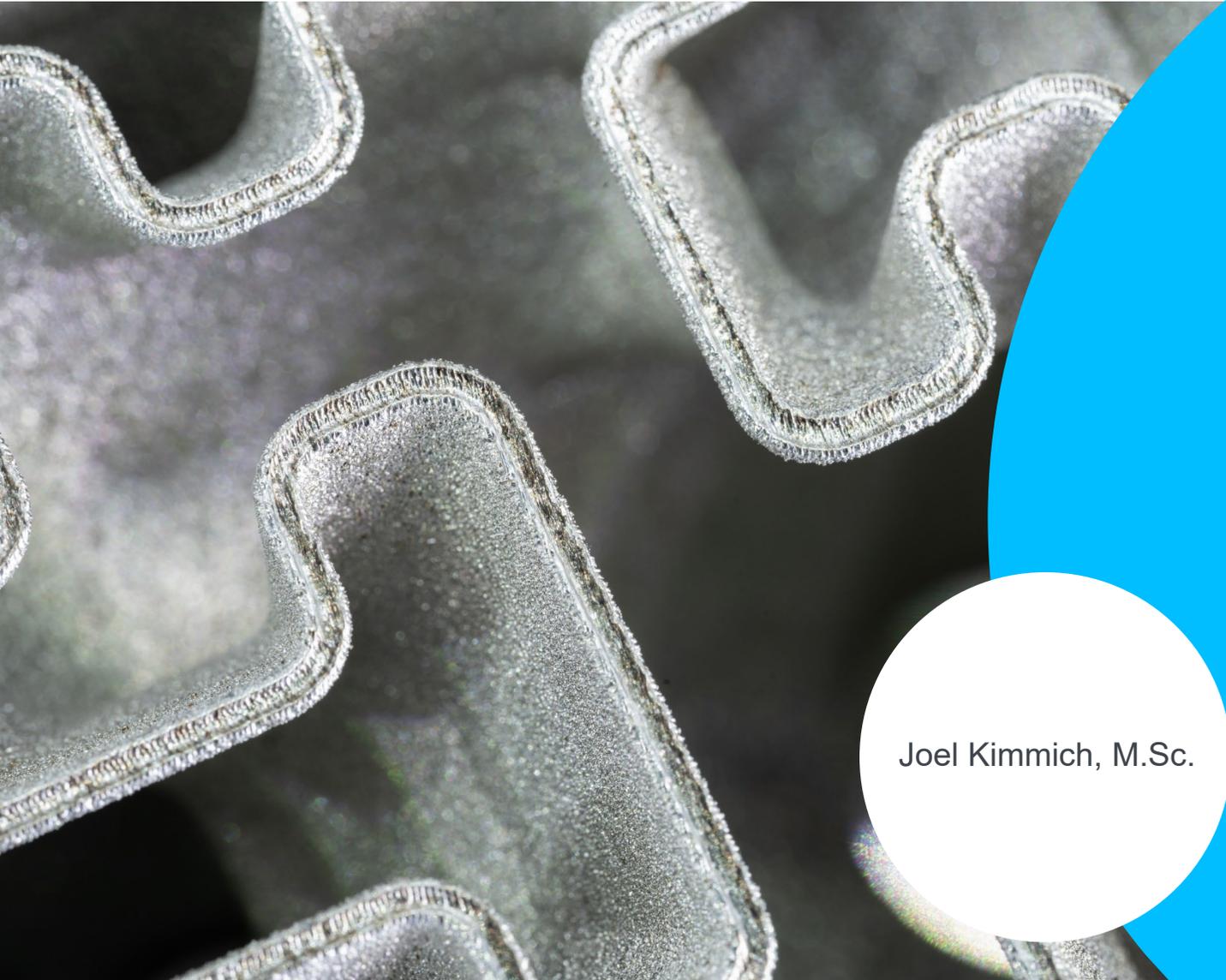
70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Strömungsverteilung und additive Fertigung

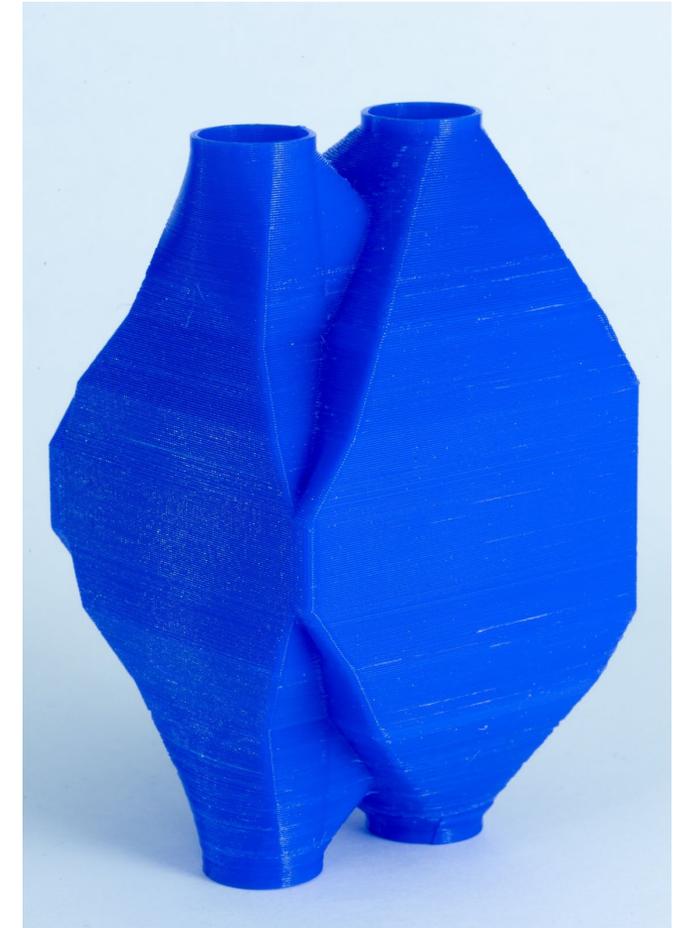
Joel Kimmich, M.Sc.



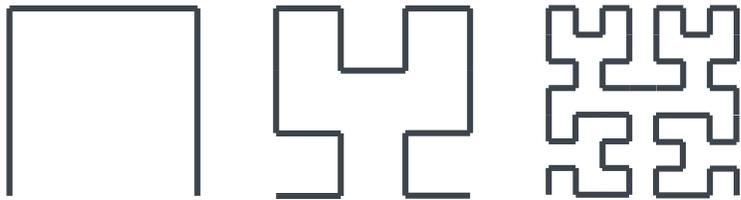
Additive Wärmeübertrager

Strömungsverteilung optimieren durch Geometrieanpassung

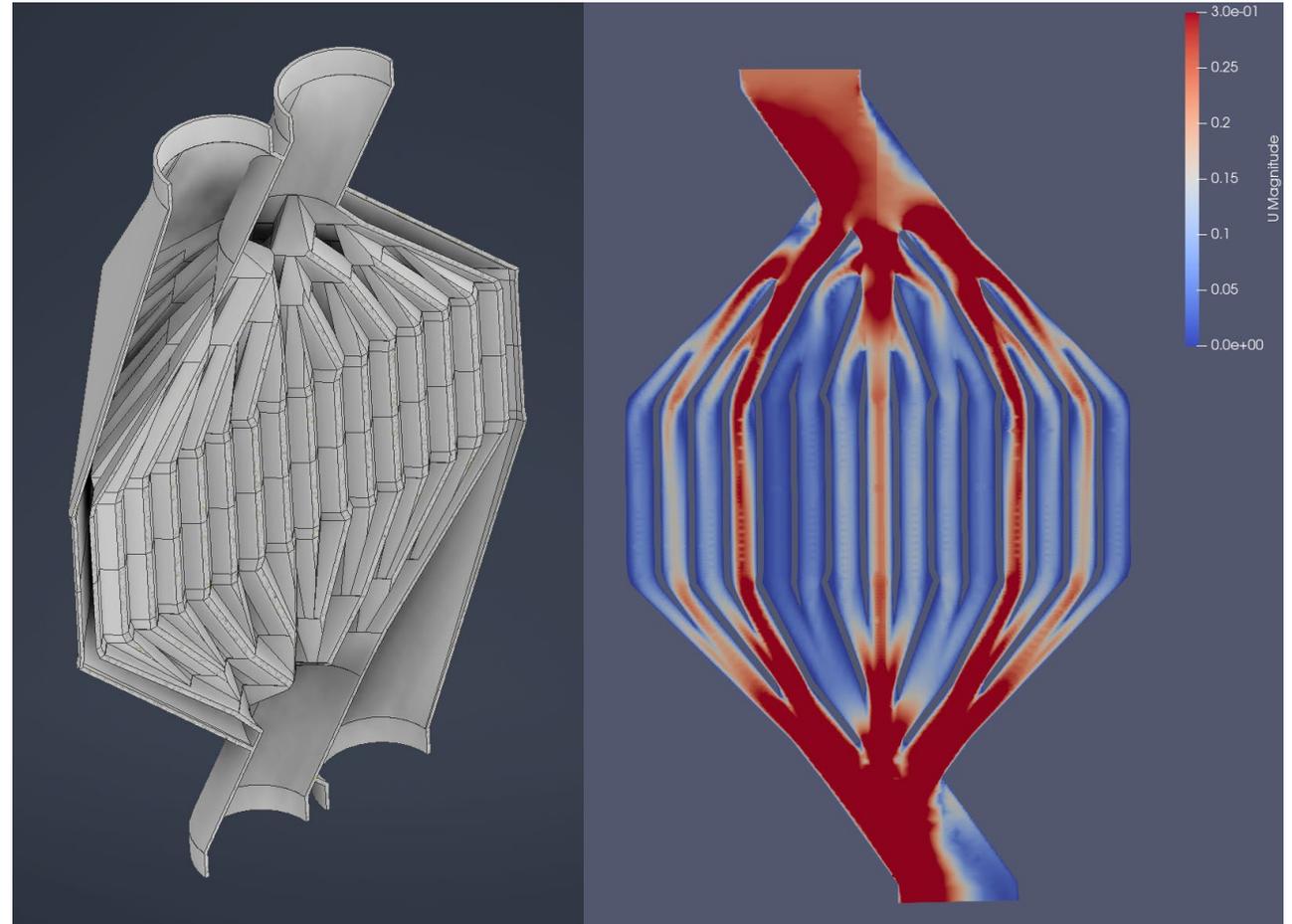
- Ungleiche Strömungsverteilung in Wärmeübertragern ist ineffizient
- Idee: Generierung von komplexen Verteilstrukturen
- Nachteil: Komplexe Geometrie → Additive Fertigung



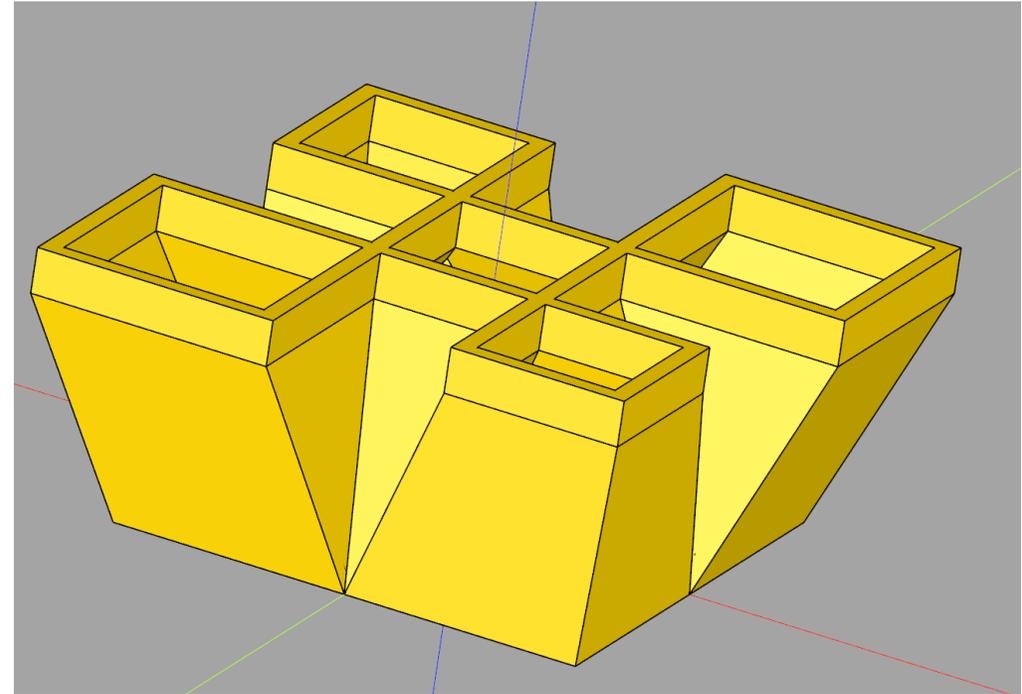
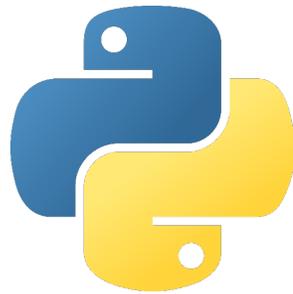
- Grundstruktur des Wärmeübertragers basiert auf fraktaler Geometrie



- Jeder Strömungskanal ist einzeln parametrisierbar
- Anpassung der Kanalgeometrie anhand des Druckabfalls aus CFD-Simulationen



- Die Anzahl der Kanäle im Wärmeübertrager muss möglichst groß sein, um eine hohe wärmeübertragende Fläche zu erreichen
- händische Anpassung der Kanäle nach der Optimierung wäre enormer Aufwand
→ Automatisierung in Python





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Strömungsverteilung und additive Fertigung

Joel Kimmich, M.Sc.

E-Mail joel.kimmich@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 69443

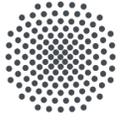
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Thermische und Energetische Schaltschrank Analyse und Optimierung (TESSA)

Daniel Haag, M.Sc.

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

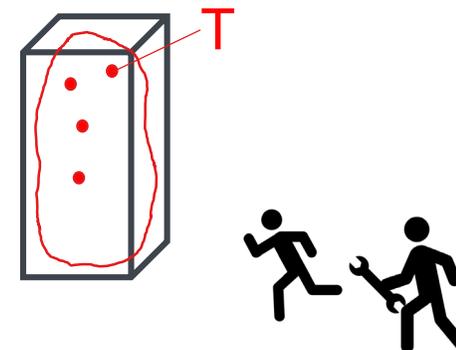


Umdenken im Bereich Schaltschrank-Kühlung

Welche Fragestellungen sind zukünftig relevant?

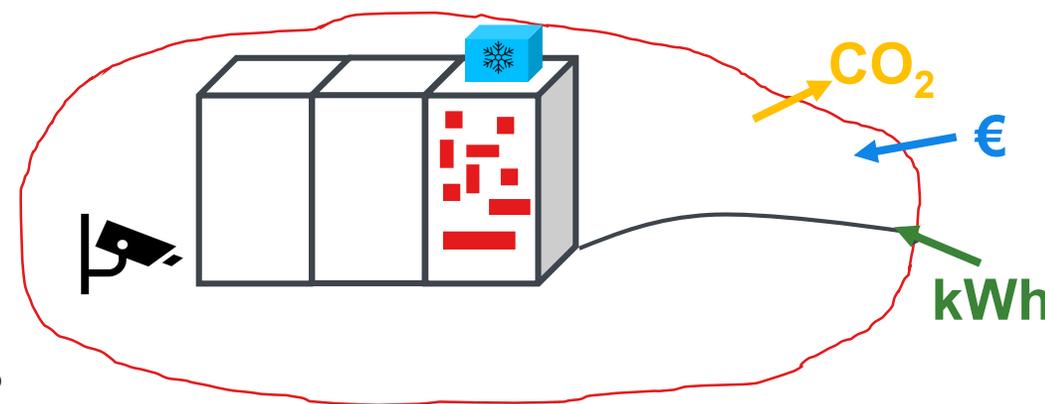
Klassische Fragestellungen

- Welche Temperaturen liegen vor?
- Wo bilden sich Hotspots?



TESSA Fragestellungen

- Wann ist die Lebensdauer eines Bauteils erreicht?
- Wie kann die Betriebssicherheit gesteigert werden?
- Welchen Energiebedarf hat die Anlage?
- Wie groß sind die verursachten Kosten und Emissionen?



Entwicklung eines Digitalen Zwilling für flächendeckenden Einsatz in Industrie



Physikbasiert



Modularer Aufbau



Anpassbarer Detaillierungsgrad



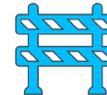
Verarbeitung von Anlagendaten



Engineering und Prozessanweisungen



Vorhersage von Bauteiltemperaturen

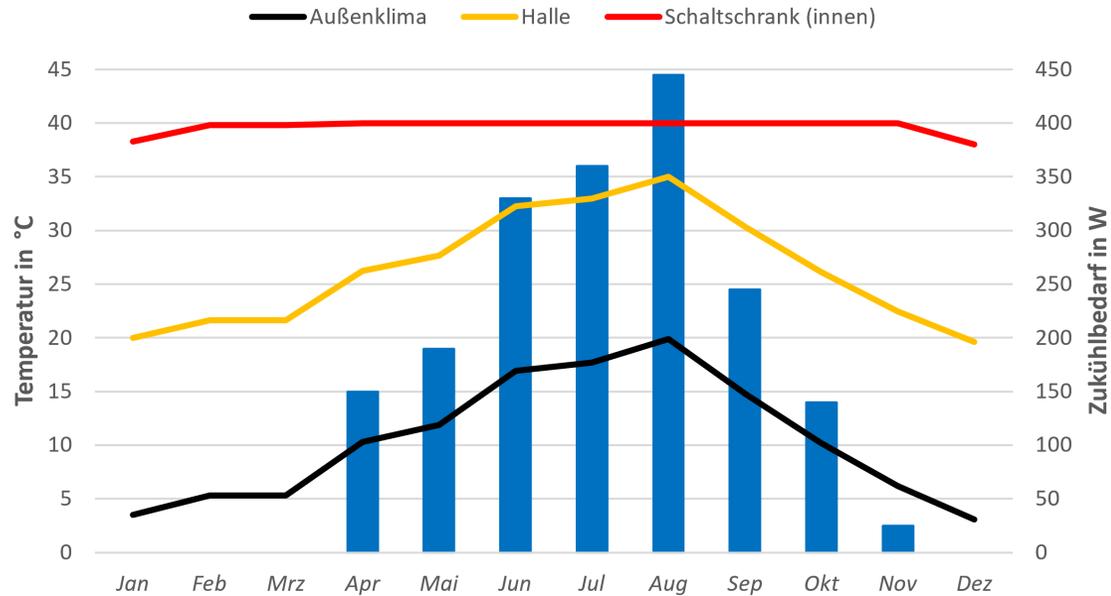


Warnung vor Ausfällen

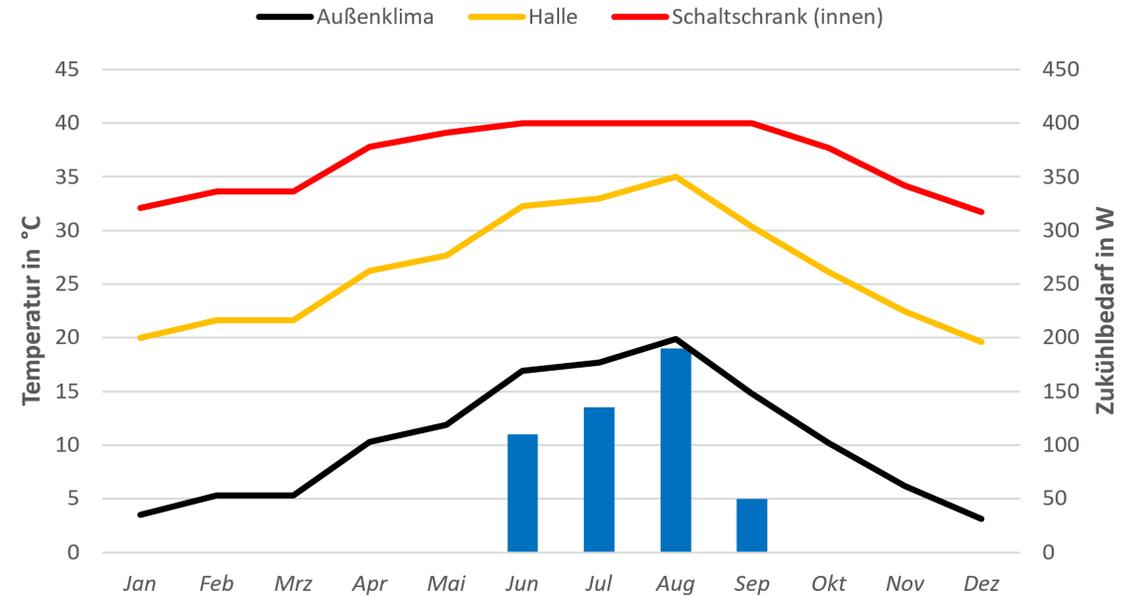


Quantifizierung von Energieströmen und CO₂

Randbedingungen: Verlustleistung von 500 W, maximal 40°C im Schaltschrank



Ausgangszustand
557 kWh



Optimierter Zustand
131 kWh
-76 %

Quelle: *Klimafreundlich geplant* von D. Haag, W. Heidemann, M. Bautz in Computer Automation 12-21





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Thermische und Energetische Schaltschrank Analyse und Optimierung (TESSA)



Daniel Haag

E-Mail daniel.haag@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63704

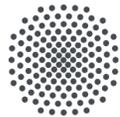
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Diffusions- Absorptionskältemaschine mit Plattenaustreiber

**Johannes Brunder,
M.Sc.**

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023



Diffusions-Absorptionskältemaschine

geräuschlos



Quelle: Dometic

Antrieb durch
Wärme

Motivation / Zielsetzung

Stand der Technik: Leistungsbereiche

Kälteleistung verschiedener Diffusions-Absorptionskältemaschinen (DAKM)

20 W

50 W

150 W

400 W

1 kW

3 kW



Quelle: Dometic



Quelle: Dometic



Quelle: Dissertation Schmid



Quelle: LG



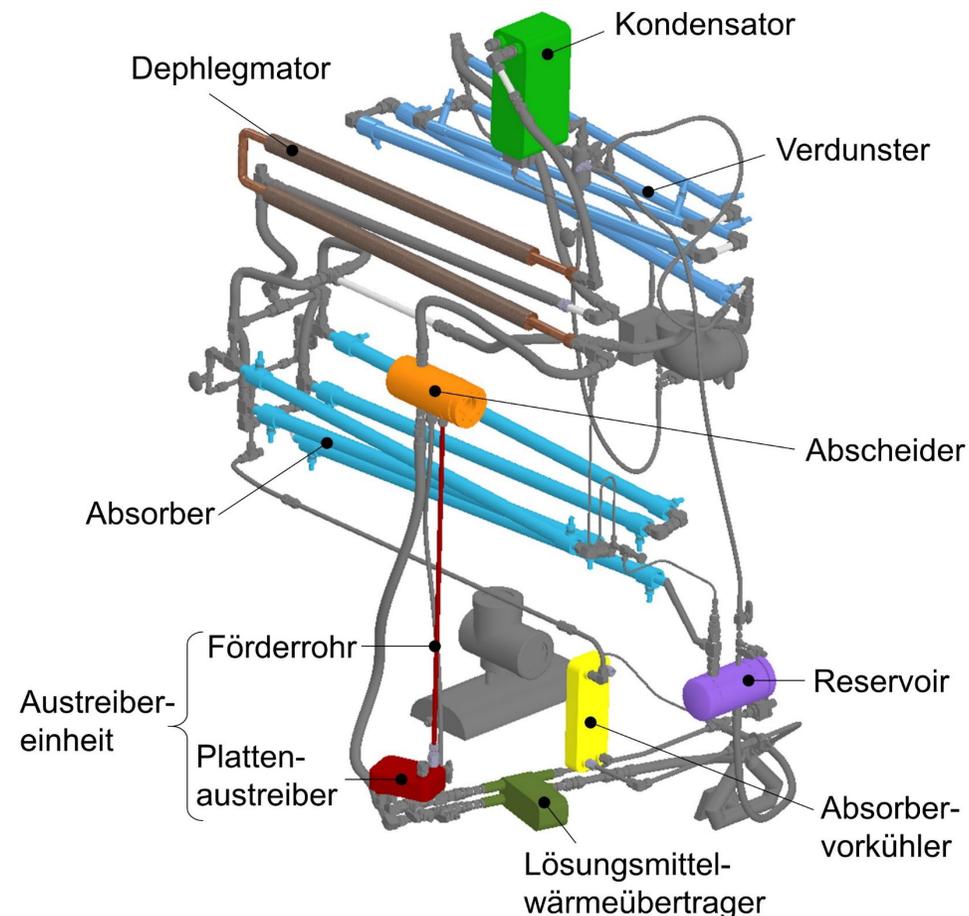
Projekthinhalte

Herausforderungen:

- Erhöhung der Heizleistung (Plattenaustreiber)
- Steigerung des Hilfgasumlaufs
- Verbesserung des Absorbers

Stand der Entwicklung:

- Versuchsanlage mit 1 kW Kälteleistung
- Proof of Concept einer DAKM mit Plattenaustreiber
- Eingriffsfreie Inline Vermessung des Hilfgaskreislauf mit Clamp-On





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Diffusions-Absorptionskältemaschine mit Plattenaustreiber



Johannes Brunder, M.Sc.

E-Mail johannes.brunder@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63225

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Programm

- 12:30 Uhr
Begrüßung & Vorstellung IGTE
- 13:00 Uhr
Projektvorstellungen zu den Schwerpunktthemen:
Gebäudeenergetik und Digitalisierung, Kühl- und
Kältetechnik, Raumklimatechnik, Sorptionstechnik
- 14:00 Uhr
Pause mit Poster-Session
- 14:45 Uhr
Projektvorstellungen zu den Schwerpunktthemen:
Solartechnik, Energiespeicherung, innovative
Quartierskonzepte
- 15:45 Uhr
Pause mit Poster-Session
- 16:30 Uhr
Prüftätigkeiten und Dienstleistungen aus den
Bereichen Wärmepumpen, Heiz- und
Raumluftechnik, Solartechnik sowie Inspektionen,
Machbarkeitsstudien, Energiekonzepte, Gutachten
- 17:00 Uhr
Forschen für die Energiewende
- 17:30 – Fußweg zum Pfaffenwaldring 10
- 18:00 Uhr – Ankommen & Sektempfang
- 18:30 Uhr – gemeinsames Abendessen
- Rundgänge Treffpunkt Halle Pfaffenwaldring 10
- 19:30 Uhr – Rundgänge
- ab 20:30 Uhr – gemütliches Beisammensein