

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



College of Urban Works
and Construction
Hanoi, Vietnam

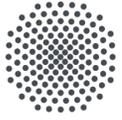
Projektvorstellungen zu den Schwerpunkthemen:

Solartechnik, Energiespeicherung, innovative Quartierskonzepte

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Kalte Nahwärmeversorgung – Ein Anwendungsbereich für photovoltaisch-thermische- Kollektoren

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Stefanie Lott, M.Sc.

Dr. Stephan Fischer

Dr. Harald Drück

Dr. Bernd Hafner

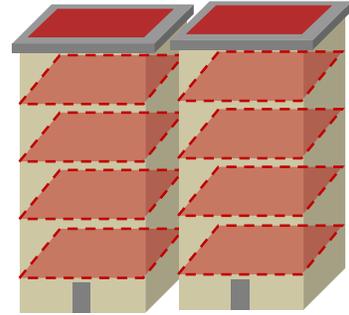


Hintergrund

Flächeneffizienz und Energieversorgung

Herausforderung

- Flächenbedarf für Strom- und Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien hoch
- Insbesondere im urbanen, verdichteten Bereich mit Geschosswohnbauten geringes Verhältnis von Dachfläche zu Wohnfläche und damit zu Wärme- und Strombedarf vorhanden



➤ Effiziente Nutzung verfügbarer (Dach-)Flächen notwendig

Lösung

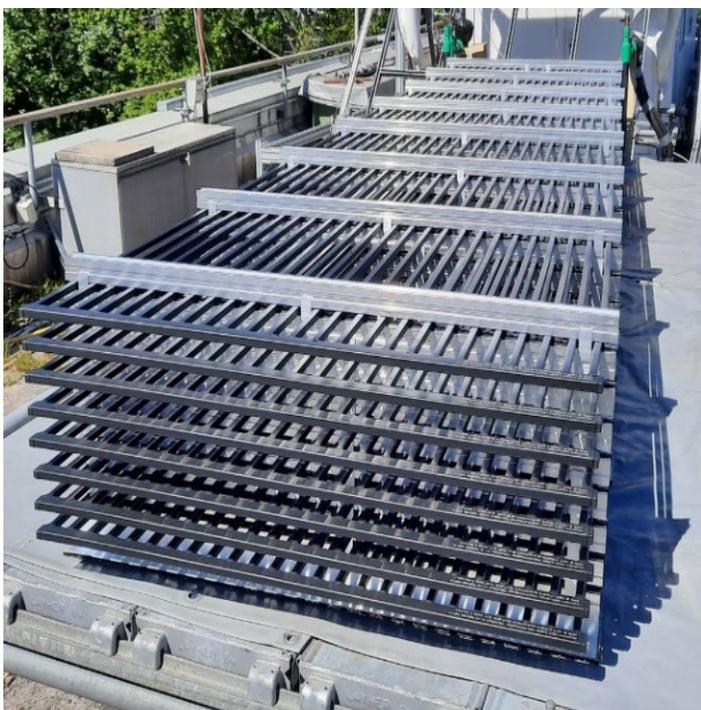
- Kombination Solarthermie und Photovoltaik - Photovoltaisch-thermische (PVT) Kollektoren - bringen klare Vorteile hinsichtlich (Dach-)Flächenbedarf im Vergleich zur parallelen Nutzung von PV-Modulen und Sonnenkollektoren
- PVT-Kollektoren als Wärmequelle für kalte Nahwärmenetze mit Wärmepumpen geeignet



Flächeneffizienz in kalter Nahwärmeversorgung?

Solarthermischer Luft-Sole-Kollektor vs. PVT Luft-Sole-Kollektor

Ein Vergleich



**Solarthermischer
Luft-Sole-Kollektor
(ohne Abdeckung)**



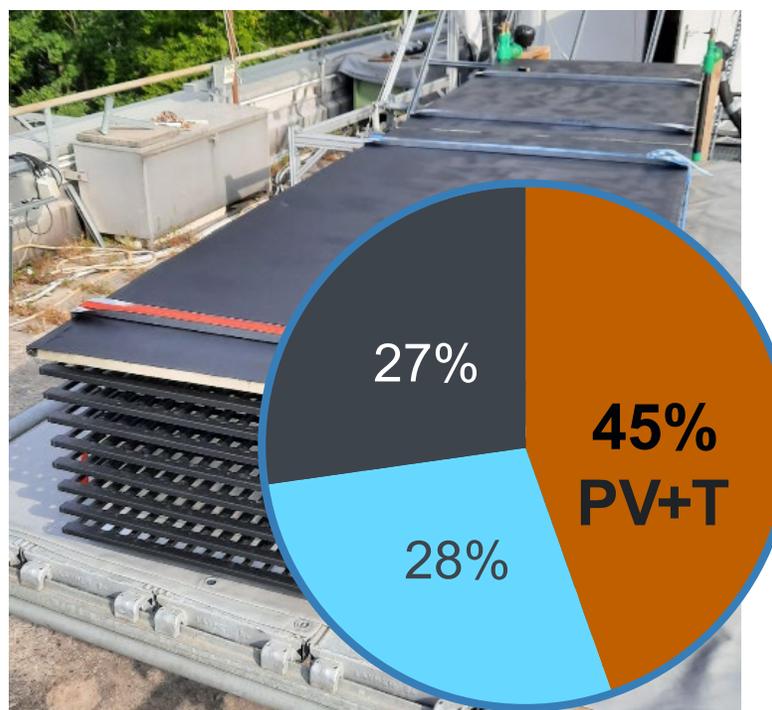
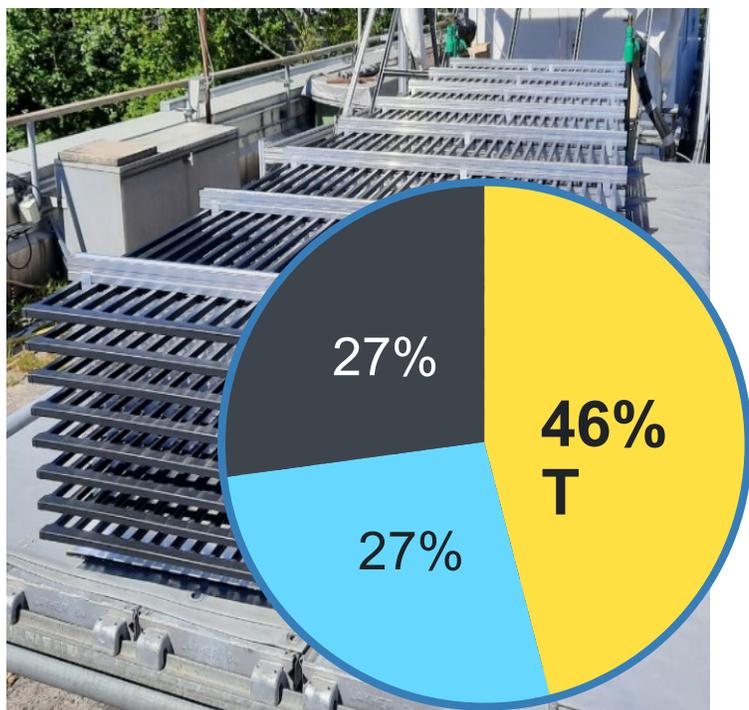
**PVT
Luft-Sole-Kollektor
(mit Abdeckung)**

- Modellierung einer kalten Nahwärmeversorgung für **Jahressystemsimulation** mit TRNSYS
- **Numerische Beschreibung** der thermischen Leistungsfähigkeit der Kollektoren mittels Modellparameter
- **Bestimmung Modellparameter** in quasi-dynamischer Außenprüfung im Außenprüfstand des IGTE

Flächeneffizienz in kalter Nahwärmeversorgung!

Solarthermischer Luft-Sole-Kollektor vs. PVT Luft-Sole-Kollektor

100 % = jährlicher Heizwärmebedarf Quartier



Zusammensetzung der Wärmebereitstellung

- Wärmequelle solarthermische Luft-Sole-Kollektoren
- Wärmequelle PVT-Luft-Sole-Kollektoren
- Wärmequelle Eisspeicher
- Elektrische Antriebsenergie Wärmepumpen

PVT in kalter Nahwärmeversorgung

Keine Nachteile hinsichtlich **Nutzwärme** gegenüber solarthermischen Luft-Sole-Kollektoren

+

PV-Module liefern **zusätzlich Strom**

→ **Flächeneffiziente Lösung**



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Forschungsprojekt Sol4City

Entwicklung integrierter solarer Versorgungskonzepte für klimaneutrale Gebäude der „Stadt der Zukunft“



Stefanie Lott, M.Sc.

E-Mail stefanie.lott@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63595

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart
Institut für Gebäudeenergetik,
Thermotechnik und
Energiespeicherung
70550 Stuttgart



Förderung

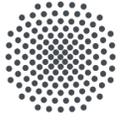
Das Projekt „Sol4City“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch den Projektträger Jülich, unter dem Förderkennzeichen **03ETW019** gefördert. Die Projektbearbeiter*innen danken für die Unterstützung und übernehmen die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation.

Projektpartner

VIESSMANN

Viessmann Climate Solutions SE





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Saisonaler Latentspeicher – Schlüsselkomponente für kalte Nahwärmeversorgungssysteme

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Stefanie Lott, M.Sc.
Dipl.-Ing. Jens Ullmann
Dr. Harald Drück



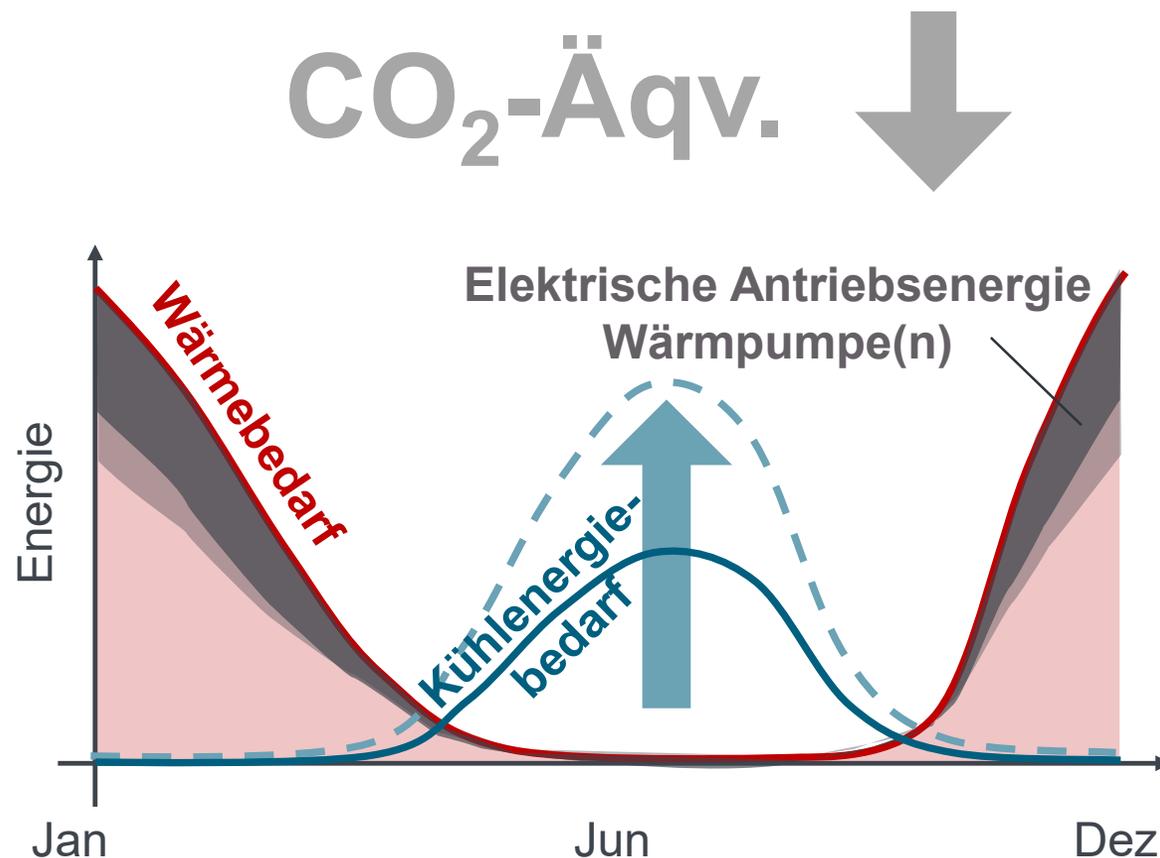
Hintergrund

Warum Latentspeicher in kalten Nahwärmeversorgungssystemen?

Dekarbonisierung der Wärme- und Kälteversorgung

- Durch Wärme auf konstantem Schmelztemperaturniveau, kann bei intelligenter Regelungsstrategie Leistungszahl der Wärmepumpe(n) insbesondere in relevanten Wintermonaten gesteigert werden
- Steigender Kühlenergiebedarf von Gebäuden → Mit verschiedenen passiven und aktiven Kühlbetriebsmodi kann mit saisonalem Latentspeicher elektrischer Energiebedarf für die Gebäudekühlung wesentlich reduziert werden

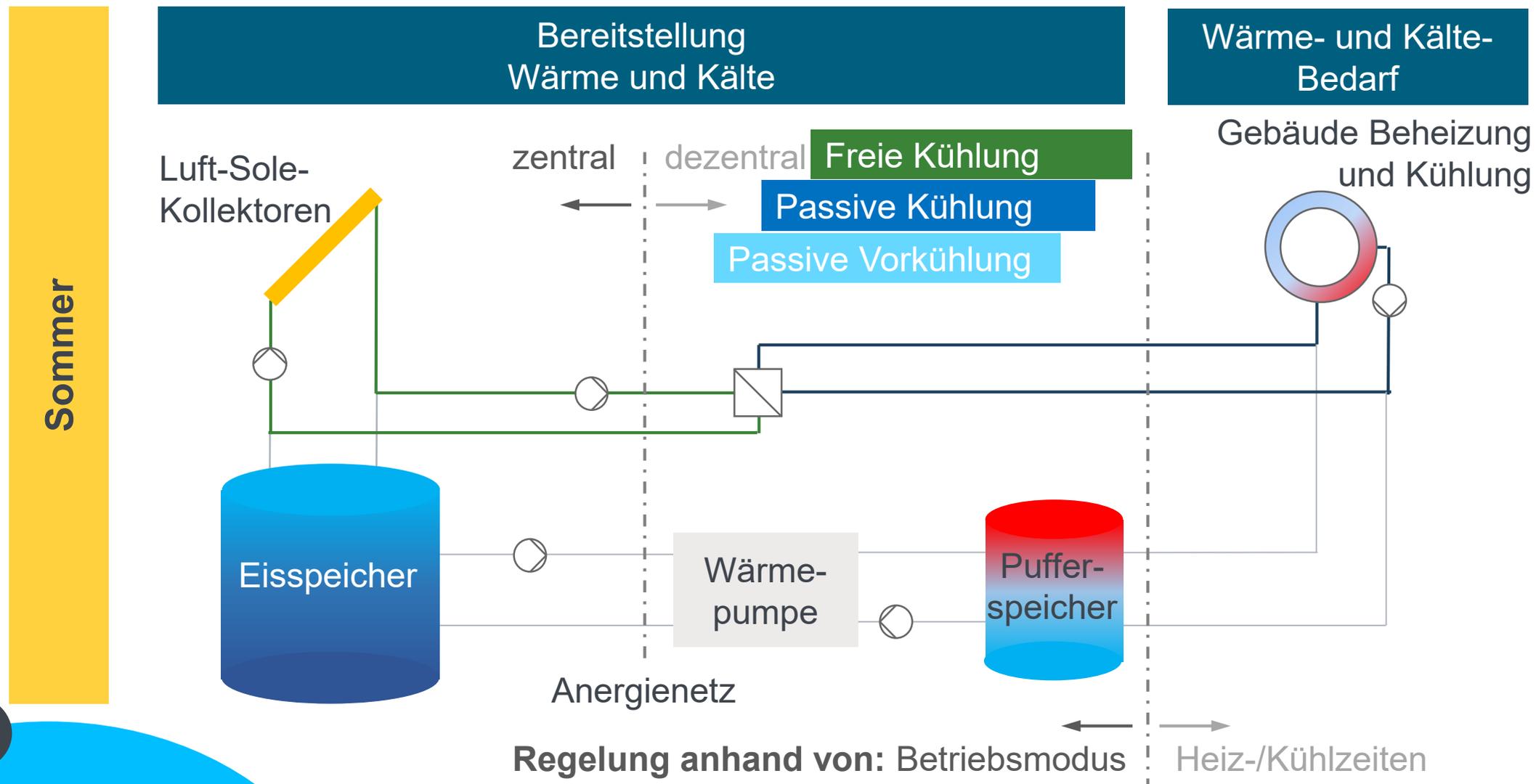
CO₂-Äqv. ↓



- Elektrische Antriebsenergie Wärmepumpe(n) - System **ohne** Latentspeicher
- Elektrische Antriebsenergie Wärmepumpe(n) - System **mit** Latentspeicher

Eisspeicher in kalten Nahwärmeversorgungssystemen

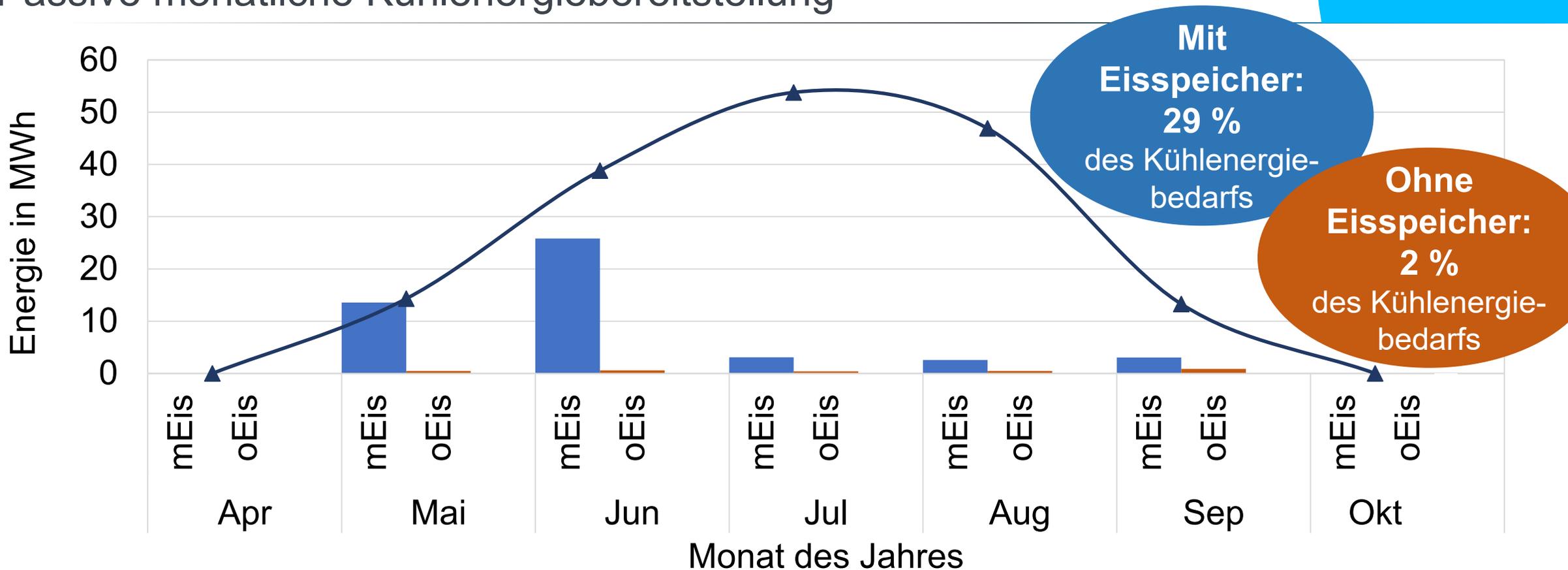
Passive Kühlbetriebsmodi



Sommer

Eisspeicher in kalten Nahwärmeverversorgungssystemen

Passive monatliche Kühlenergiebereitstellung



Bei entsprechender Dimensionierung führt Eisspeicher zur Reduktion des Strombedarfs:

- zur Kühlenergiebereitstellung **im Sommer**
- zur Wärmebereitstellung **im Winter**



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Forschungsprojekt Sol4City

Entwicklung integrierter solarer Versorgungskonzepte für klimaneutrale Gebäude der „Stadt der Zukunft“



Stefanie Lott, M.Sc.

E-Mail stefanie.lott@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63595

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart
Institut für Gebäudeenergetik,
Thermotechnik und
Energiespeicherung
70550 Stuttgart



Projektpartner

VIESSMANN

Viessmann Climate Solutions SE

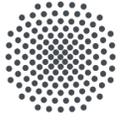
Sol④City



Förderung

Das Projekt „Sol4City“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch den Projektträger Jülich, unter dem Förderkennzeichen **03ETW019** gefördert. Die Projektbearbeiter*innen danken für die Unterstützung und übernehmen die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation.





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Entwicklung einer prädiktiven und adaptiven Regelung für ein kaltes Nahwärmenetz

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

**Dipl.-Ing. Jens
Ullmann**

M. Sc. Stefanie Lott

Dr. Harald Drück



Hintergrund

Optimierung der Regelung einer kalten Nahwärme-Versorgung

Kalte Nahwärme → -10 bis 20 °C

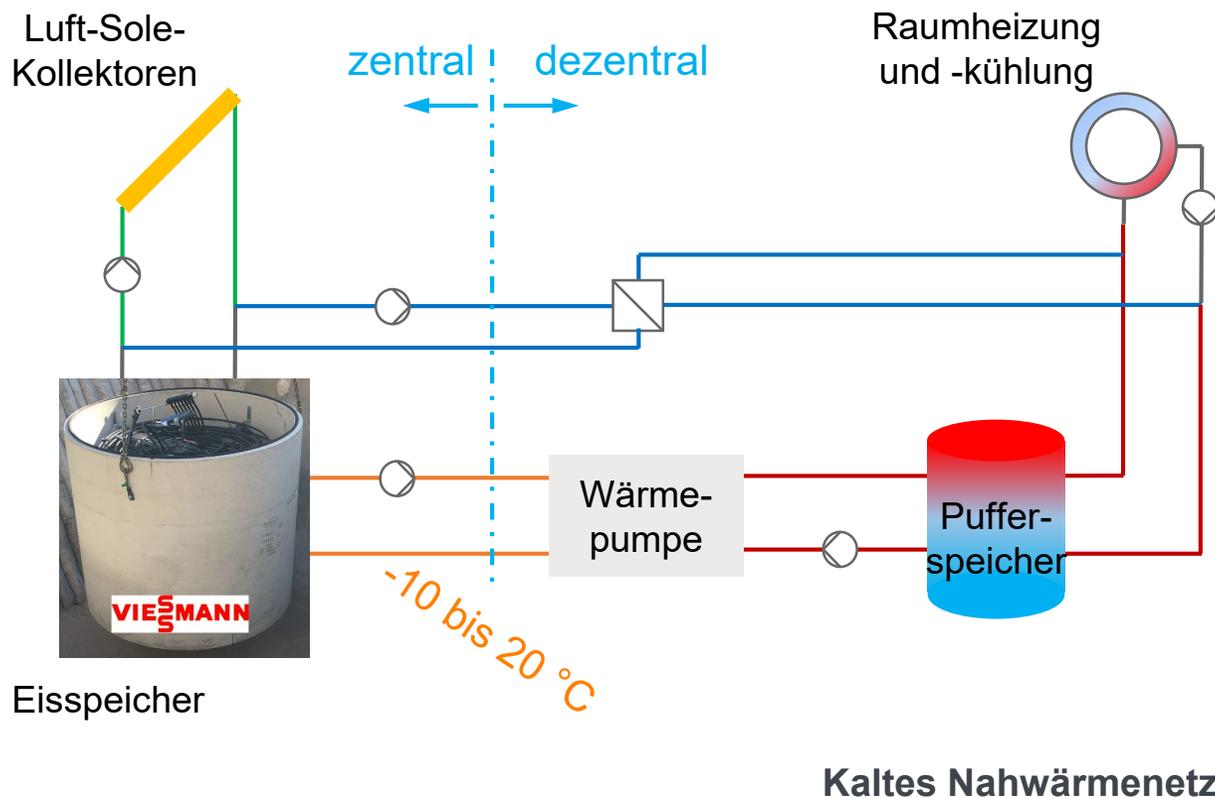
- Geringe oder keine Wärmeverluste
- Hohe Nutzung der Umweltwärme

Modellprädiktive Regelung

- Kurzzeitige Lastverschiebung zur:
 - Reduktion des Wärme-/Kältebedarfs
 - Reduktion von Wärmeverlusten

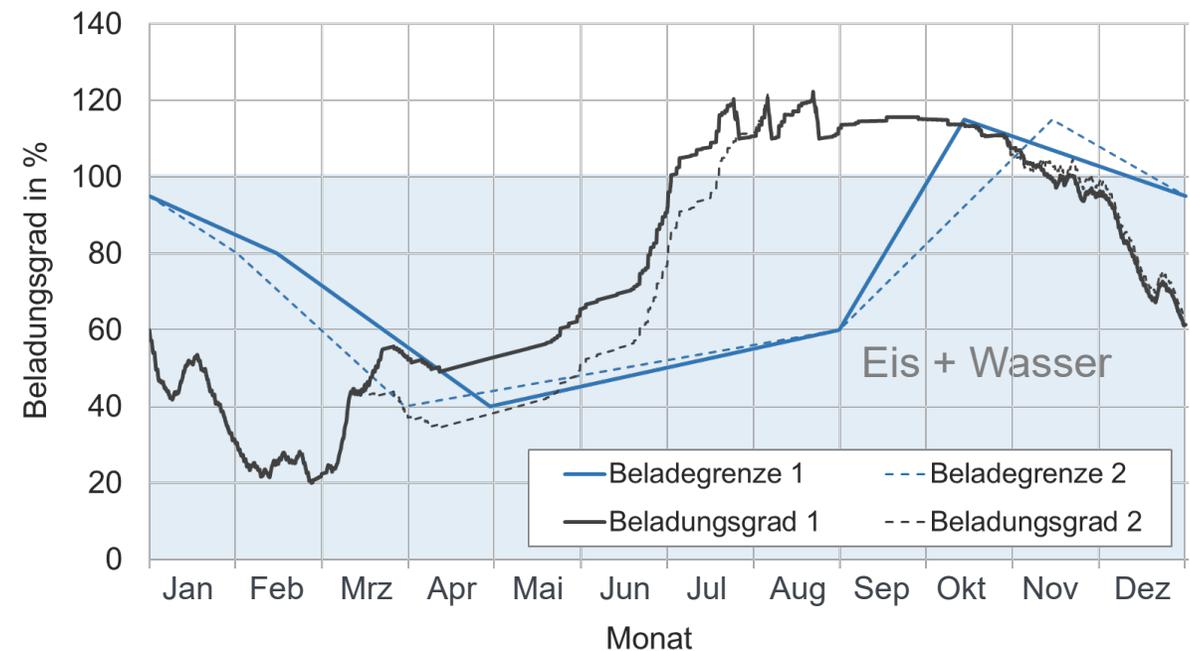
Adaptive Regelung

- Langfristige Lastverschiebung zur:
 - Optimalen Nutzung des Eisspeichers
→ Große Speicher-Kapazität mit saisonalem Charakter



Heizen und Kühlen mit dem Eisspeicher

- Speicherzustand → Beladungsgrad
- Eisspeicher:
 - Wärmequelle während Heizperiode
 - Wärmesenke während Kühlperiode
- Vor-Konditionierung des Eisspeichers für Heiz- und Kühlperiode
 - Anpassung von „Beladegrenze“ zur Optimierung der saisonalen Betriebsführung
 - Entspricht ggf. nicht Regelzielen der modellprädiktiven Regelung



Saisonaler Verlauf des Beladungsgrads des Eisspeichers

Kombination von modellprädiktiver und adaptiver Regelung

- Anlagensimulation (TRNSYS) mit modellprädiktiver Regelung (MATLAB)
- Integration der adaptiven Regelung
 - Anpassung der saisonalen Betriebsführung des Eisspeichers
→ ca. 7 % Einsparung des elektrischen Energiebedarfs für die Wärmepumpe erreicht
 - Einsatz künstlicher Neuronaler Netze → Anpassung durch Erfahrungswerte
- Ziel: > 20 % Einsparung mit Kombination aus modellprädiktiver und adaptiver Regelung



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Forschungsprojekt Sol4City

Entwicklung integrierter solarer Versorgungskonzepte für klimaneutrale Gebäude der „Stadt der Zukunft“



Jens Ullmann, Dipl.-Ing.

E-Mail jens.ullmann@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63910

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

70550 Stuttgart



Projektpartner

VIESSMANN

Viessmann Climate Solutions SE

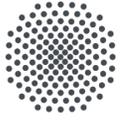
Sol4City



Förderung

Das Projekt „Sol4City“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch den Projektträger Jülich, unter dem Förderkennzeichen **03ETW019** gefördert. Die Projektbearbeiter*innen danken für die Unterstützung und übernehmen die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation.





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Entwicklung einer Sensorik zur Detektion des Beladungszustandes von Eisspeichern

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr. Winfried Juschka

Dr. Harald Drück



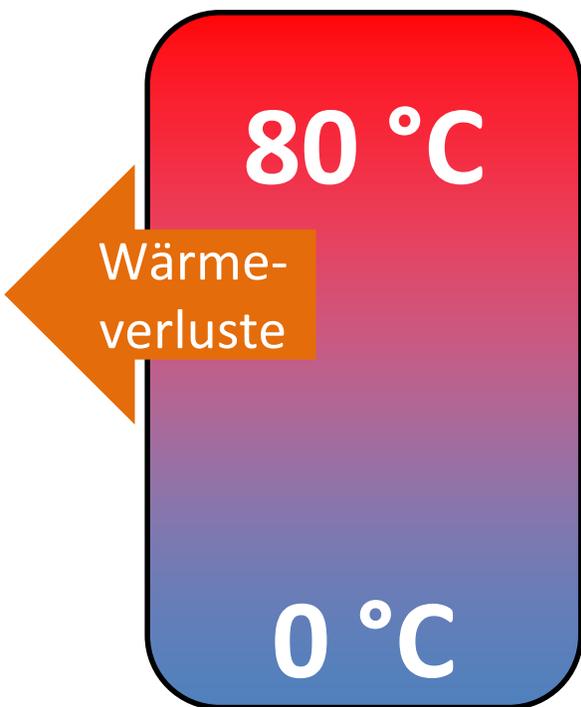
Eisspeicher

Warum?

Wärmespeicher
Erwärmung 0°C auf 80°C

Energiegehalt
=

Latentspeicher
Phasenwechsel flüssig / fest



Hocheffiziente Vakuumwärmedämmung für geringe Wärmeverluste



Beladungsgrad mit Temperatursensoren möglich



Relativ geringe nutzbare effektive Speicherkapazität



Wärmegewinne



Beladungsgrad mit Temperatursensoren nicht möglich



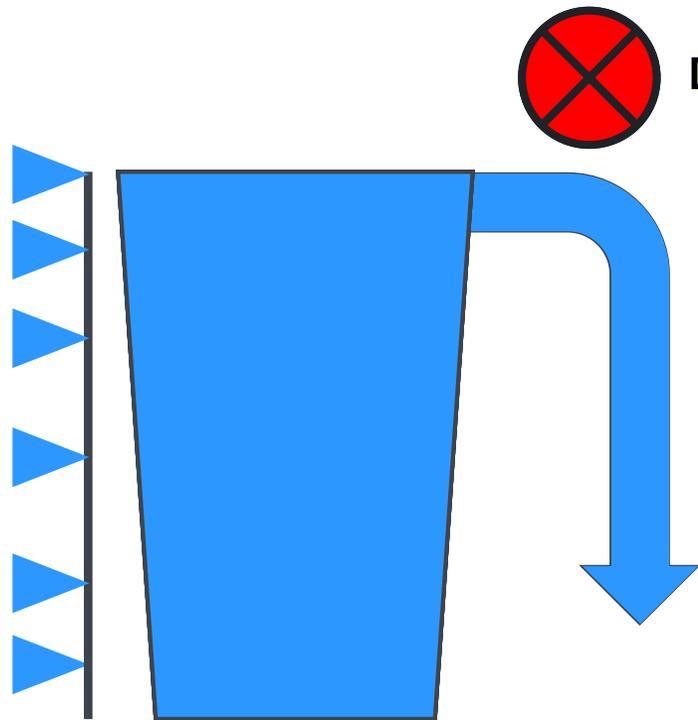
Bestimmung Beladungsgrad relativ aufwändig



kostengünstiger Sensor zur Beladungszustandserkennung für Latentspeicher

Beladungssensoren für Eisspeicher

Integrale und punktuelle Sensoren



➔ Punktuelle Beladungsbestimmung

Beladungsgrad 0 % oder 100 %



➔ Integrale Beladungsbestimmung

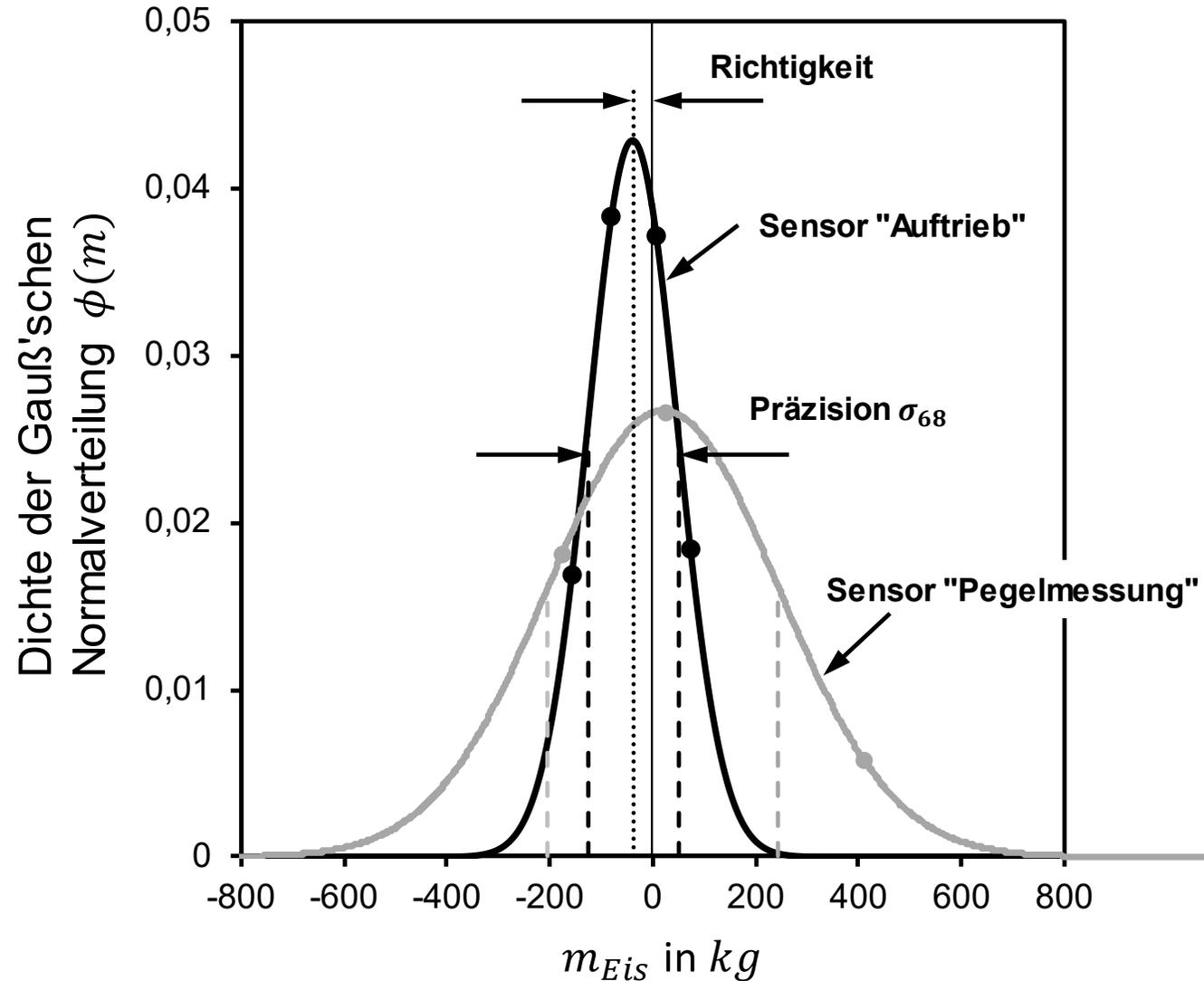
kontinuierliche Bestimmung des Beladungsgrades

Ergebnis

- Bestimmung der wahren Beladung von Eisspeichern
- Bestimmung der Messunsicherheit von Beladungssensoren

Erreichte Genauigkeit der Beladungssensoren an einem 10 m³ Versuchseisspeicher am IGTE

Auftrieb Wägez.	Pegelstand U-Schall	Pegelstand Radarw.	eBilanz Vol.strom + Pt100
± 3 %	± 5 %	± 10 %	± 5 %





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Forschungsprojekt Sol4City

Entwicklung einer Sensorik zur Detektion des Beladungszustandes von Eisspeichern



Dr.-Ing. Winfried Juschka

E-Mail winfried.juschka@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63229

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart
Institut für Gebäudeenergetik,
Thermotechnik und
Energiespeicherung
70550 Stuttgart



Projektpartner

VIESSMANN

Viessmann Climate Solutions SE

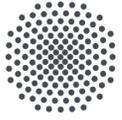
Sol④City



Förderung

Das Projekt „Sol4City“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch den Projektträger Jülich, unter dem Förderkennzeichen **03ETW019** gefördert. Die Projektbearbeiter*innen danken für die Unterstützung und übernehmen die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation.





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Einsatzmöglichkeiten von Strom-Wärme-Strom-Speichern

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

**Dipl.-Ing. Sven
Stark**

Dipl.-Ing. Dominik
Bestenlehner
Dr. Harald Drück



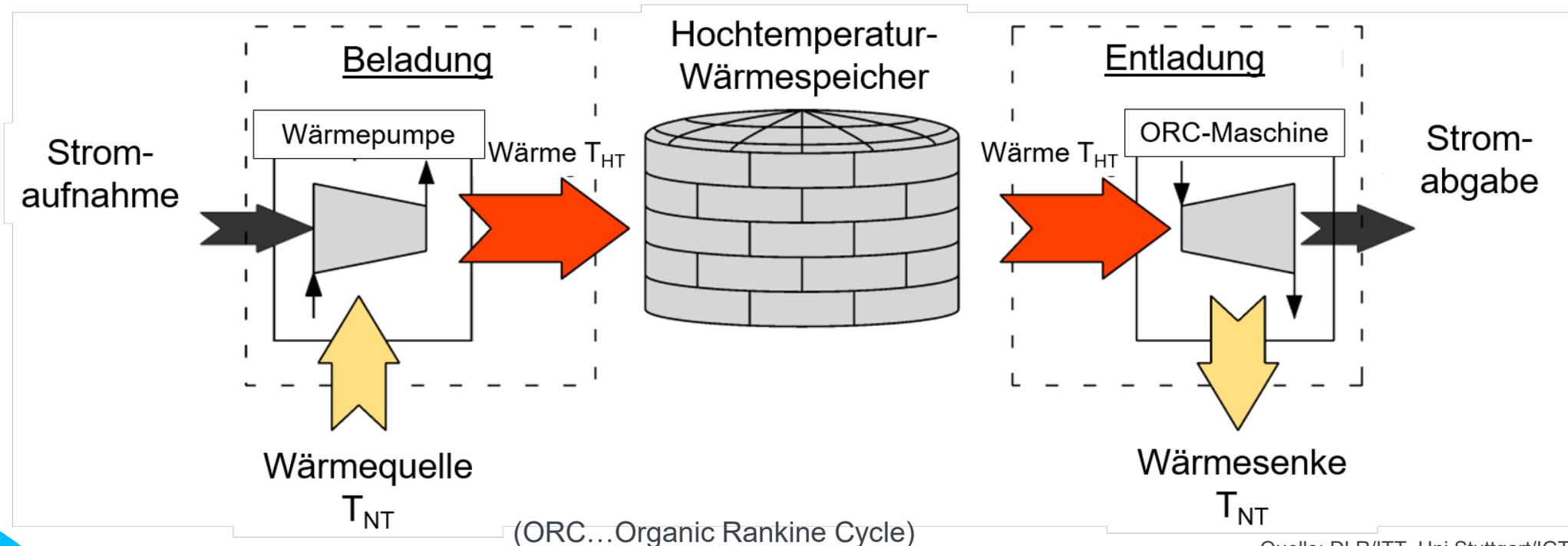
Strom-Wärme-Strom-Speicher

Hintergrund und Konzept

■ Motivation für einen Strom-Wärme-Strom-Speicher:

- Zunehmender Ausbau stark fluktuierender erneuerbarer elektr. Energiequellen (Windenergie, Fotovoltaik)
- Bedarf an zusätzlichen Stromspeichern im MW- und MWh-Bereich

■ Grundkonzept eines Strom-Wärme-Strom-Speichers:



Strom-Wärme-Strom-Speicher

EU-Forschungsprojekt CHESTER



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Inspiring
Business



GHENT
UNIVERSITY



AIGUASOL
PlanEnergi



University of Stuttgart
Germany



ENCONTECH.B.V.
ENERGY CONVERSION TECHNOLOGIES



iren



Wesentliche Projektinhalte:

- Technologische Weiterentwicklung der Einzelkomponenten Hochtemperatur-Wärmepumpe, Hochtemperatur-Wärmespeicher und ORC-Maschine
- Aufbau und Test eines Demonstrators des Gesamtkonzepts mit ca. 10 kW_{el}
- Entwicklung von Simulationsmodellen für das Gesamtkonzept und Durchführung umfangreicher Simulationsstudien für ausgewählte Anwendungsfälle
- Marktanalyse und Entwicklung von Geschäftsmodellen



Quelle: DLR/ITT, Universität Gent



Strom-Wärme-Strom-Speicher

EU-Forschungsprojekt CHESTER



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

tecnalia

Inspiring
Business



AIGUASOL

PlanEnergi



University of Stuttgart
Germany

ENCONTECH.B.V.
ENERGY CONVERSION TECHNOLOGIES

iren



Wesentliche Projektergebnisse:

- Erfolgreiche Demonstration des Betriebs eines Strom-Wärme-Strom-Speichers unter Laborbedingungen
- Analyse des Strom-Wärme-Strom-Speichers aus energetischer, ökonomischer und ökologischer Sicht
- Identifizierung vielversprechender Einsatzmöglichkeiten und Geschäftsmodelle:
 - Nutzung als Strom- und Wärmespeicher
 - Nutzung als reiner Stromspeicher



CHESTER

Compressed Heat Energy
Storage for Energy
from Renewable sources



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Einsatzmöglichkeiten von Strom-Wärme-Strom-Speichern



Sven Stark, Dominik Bestenlehner, Harald Drück

E-Mail sven.stark@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63253

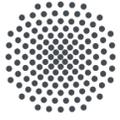
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Innovatives Energieversorgungskonzept für den Neubau eines Forschungsgebäudes auf dem Uni-Campus Stuttgart-Vaihingen

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

**Dipl.-Ing. Sven
Stark**

Dipl.-Ing. Dominik
Bestenlehner
Dr. Harald Drück



- Forschungsvorhaben als „Reallabor“
- Exemplarische Möglichkeiten für einen klimaneutralen Campus anhand ausgewählter Gebäude

Neubau Biotechnik-Gebäude	Neubau Exzellenz-Cluster IntCDC	Umbau und Sanierung Bestandsgebäude Gastdozentenhaus	Sanierung Bestandsgebäude Institut IWB
	 <p>© Universität Stuttgart</p>		
<ul style="list-style-type: none">■ Ersatzneubau mit Labors, experimentellen Einrichtungen und Büros	<ul style="list-style-type: none">■ Institutsgebäude + Infrastruktur für <i>Large-Scale Construction Robotics Laboratory</i>	<ul style="list-style-type: none">■ Sanierung zum „Gästehaus der Zukunft“	<ul style="list-style-type: none">■ Sanierung für Lehre, Büro und Werkstätten

Neubau des Forschungsgebäudes IntCDC

Durchgeführte Arbeiten im Projekt CampUS hoch i

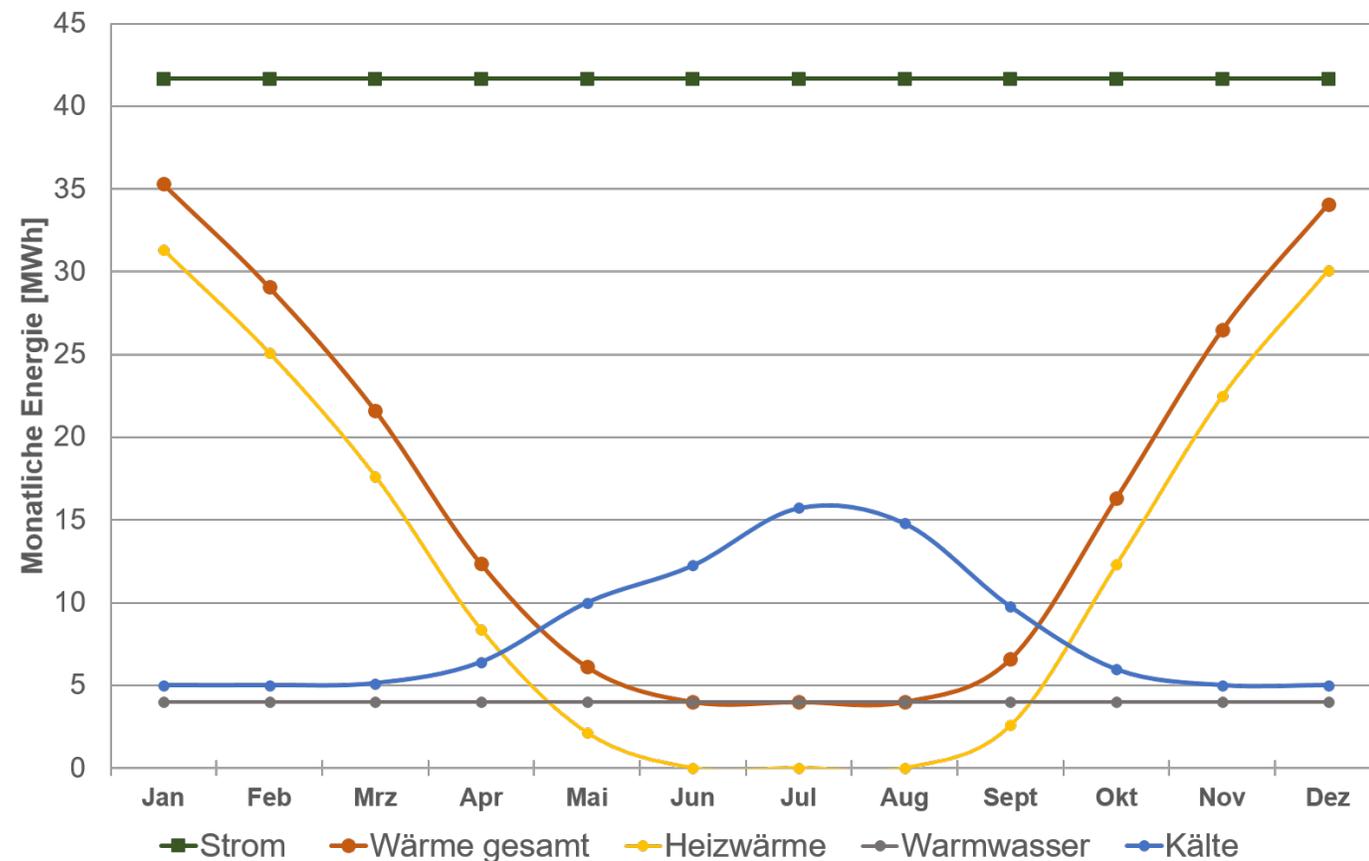
■ Analyse der Randbedingungen:

- Planungsstand inkl. Nutzungsanforderung
- Bestehende Energieversorgung am Campus Stuttgart-Vaihingen durch Heizkraftwerk in Verbindung mit einem Wärme- und Kältenetz

■ Abschätzung des Energiebedarfs:

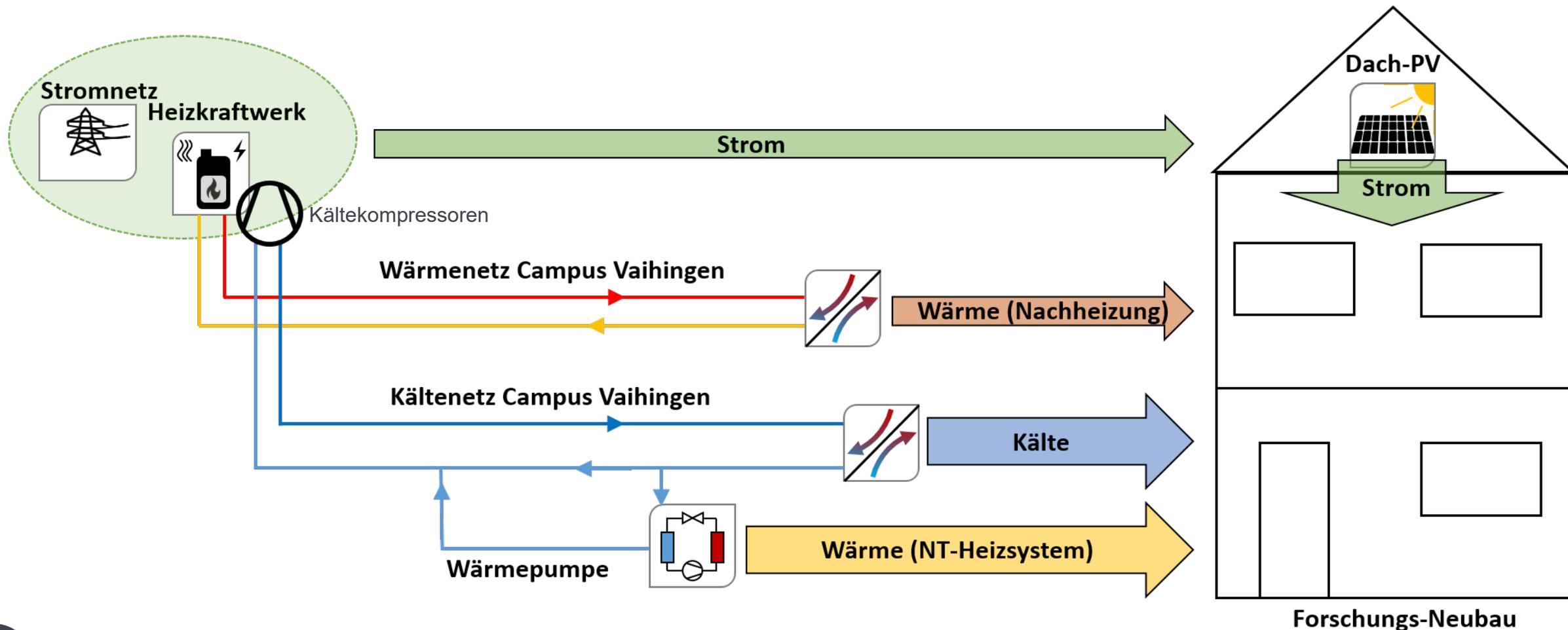
- Strom-, Wärme- und Kältebedarf
- Detailliertere Analyse der elektrischen Lasten aus dem Werkstattbetrieb

■ Erarbeitung und Bewertung von Energieversorgungskonzepten



Neubau des Forschungsgebäudes IntCDC

Innovatives Energieversorgungskonzept



- Nutzung des Rücklaufs des bestehenden **Kältenetzes** auf dem Campus Stuttgart-Vaihingen als **Wärmequelle** für eine Wärmepumpe



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Innovatives Energieversorgungskonzept für den Neubau eines Forschungsgebäudes auf dem Uni-Campus Stuttgart-Vaihingen



Sven Stark, Dominik Bestenlehner, Harald Drück

E-Mail sven.stark@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63253

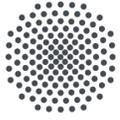
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Innovative Energieversorgungskonzepte für klimaneutrale Quartiere

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr. Harald Drück
Stefanie Lott, M. Sc.
Dipl.-Ing. Dominik
Bestenlehner
Dipl.-Ing. Sven Stark

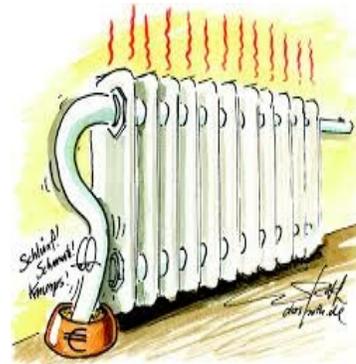


Motivation:

- Deutschland hat sich verpflichtet bis 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen
- Baden-Württemberg will bis 2040 klimaneutral sein
- Viele Kommunen wollten bereits im Zeitraum 2030 bis 2035 Klimaneutralität erreichen
- Versorgungssicherheit in Krisenzeiten
- Langfristige Preissicherheit

Integrale Betrachtung von

**thermischer
Energie**



+

elektrischer Energie



+



Hauptschritte für die Entwicklung innovativer Energiekonzepte



Wesentliche Aspekte

- Durchführung der Arbeiten in engem Kontakt mit maßgeblichen Akteuren wie
 - Kommunalverwaltung
 - lokale Industrie
 - Bevölkerung
- Erstellung der Studien so, dass Anforderungen an Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erfüllt werden (Machbarkeitsstudie bzw. Transformationsplan)
- Integration innovativer lokaler Alleinstellungsmerkmale

Beispiele

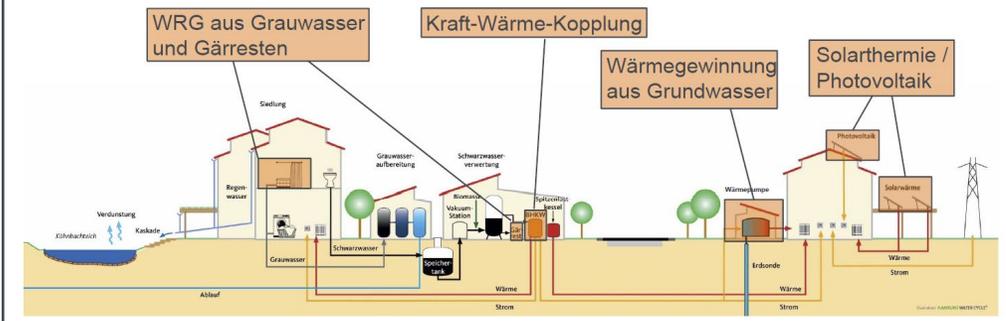
realisierter innovativer, klimaneutraler Energieversorgungskonzepte



Solare Nahwärme Crailsheim



Hamburg Jenfelder-Au „versorgen durch entsorgen“



Neckarbogen Heilbronn



Bildquelle: Zeitungsartikel HEILBRONNER STIMME | Heilbronn | REGION | 25 | Mittwoch, 29. Juli 2020



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Innovative Energieversorgungskonzepte für klimaneutrale Quartiere



Dr. Harald Drück

Koordinator Forschung und Bereichsleiter "Nachhaltige Gebäude und Quartierskonzepte,
Leiter Prüfbereich „Solar“

Adjunct Professor Rajagiri School of Engineering & Technology (RSET), Rajagiri, Kochi, India

E-Mail harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63553

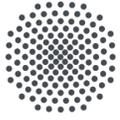
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Innovatives Wärmeversorgungskonzept für die Gemeinde Gräfelfing mit Tiefengeothermie, Solarthermie, Wärmepumpe und saisonaler Wärmespeicherung

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr. Harald Drück
Dipl.-Ing. Sven Stark
Stefanie Lott, M. Sc.



Hintergrund

Lokale Gegebenheiten

Gräfelfing:

- Gemeinde im Westen des Landkreises München
- ca. 14.000 Einwohner

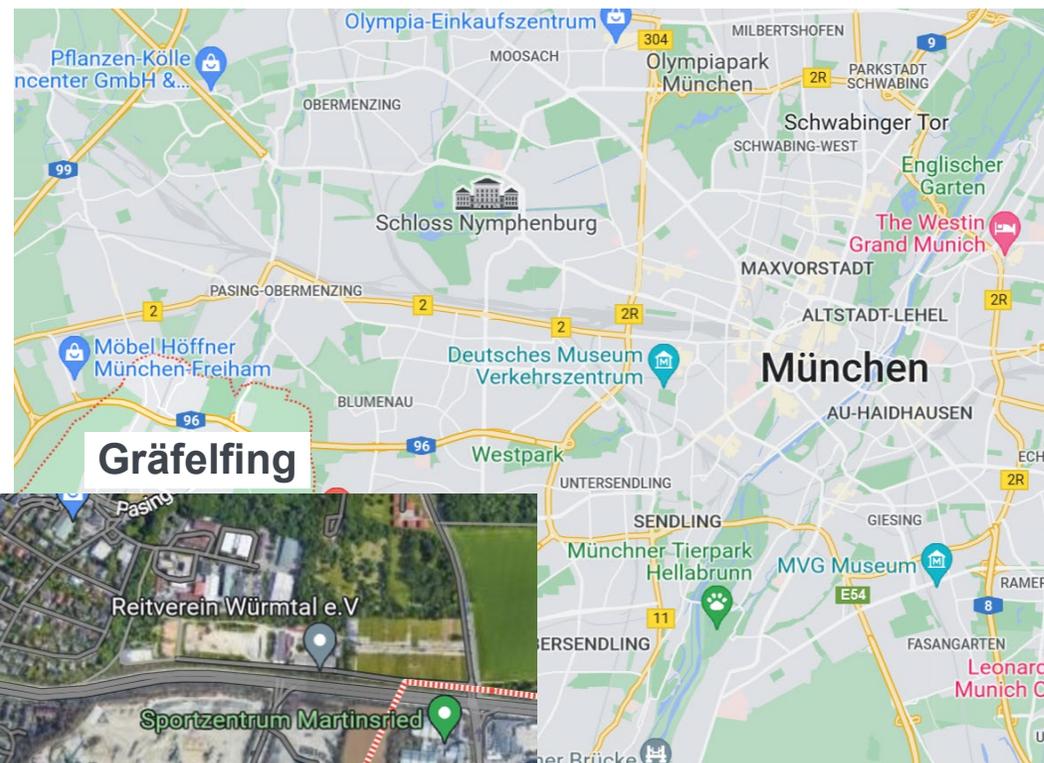
Lokale Gegebenheiten in Gräfelfing

Zentrale Elemente der vorgesehenen Wärmeversorgung:

- Nutzung von Tiefengeothermie zur Wärmeerzeugung
- Verwendung einer ehemaligen Kiesgrube als saisonalen Wärmespeicher

Motivation

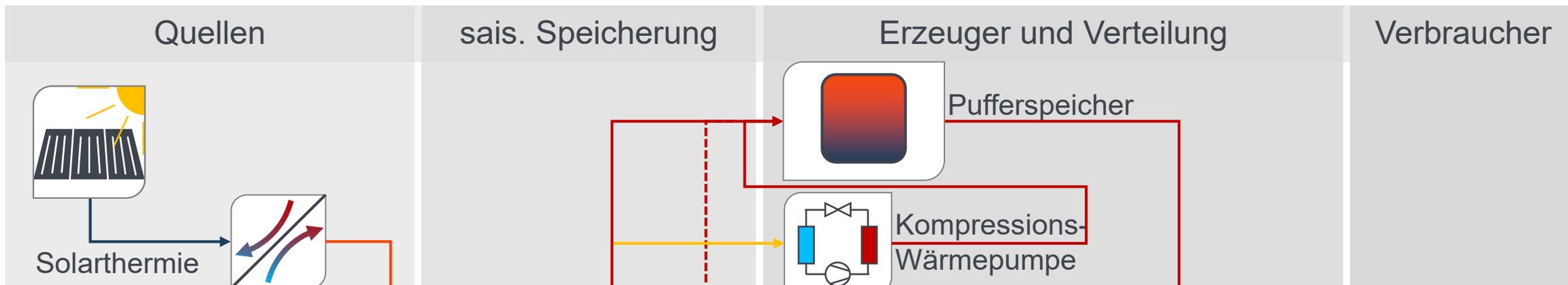
Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, effiziente Nutzung von Solar- und Umweltwärme, Versorgungssicherheit in Krisenzeiten



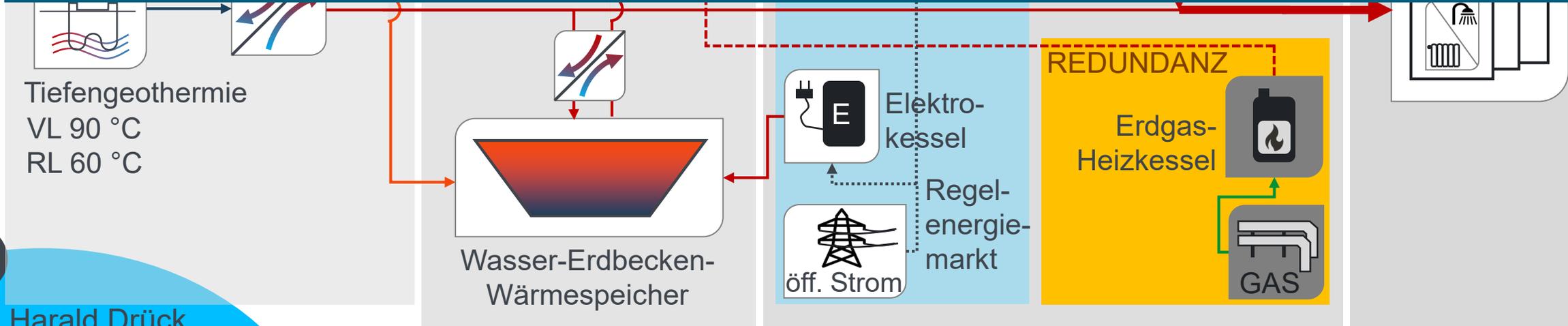
Quelle: Google

Favorisierte Wärmeversorgungs-Variante

Anlagenschema



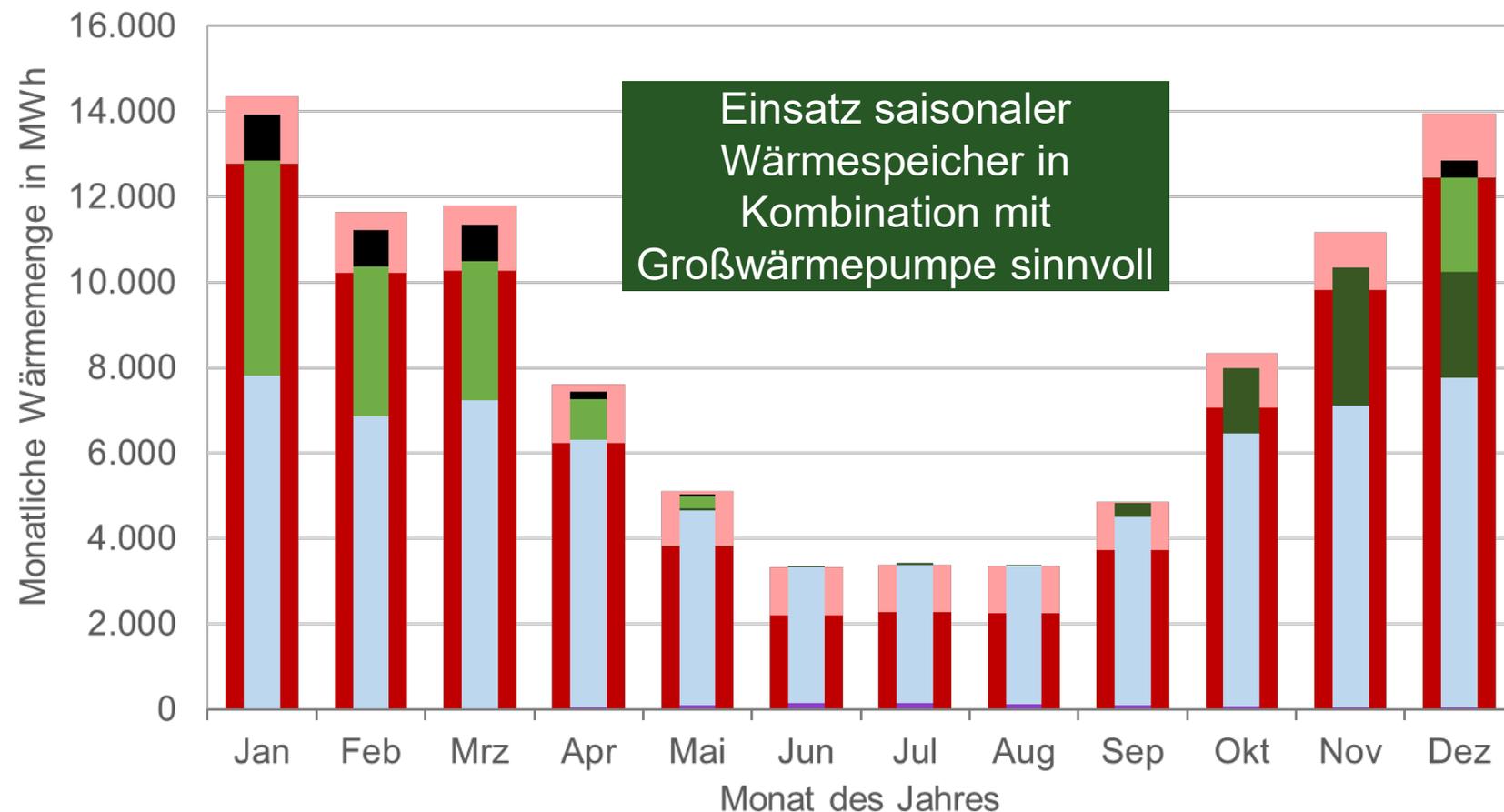
Hochinnovatives Gesamtkonzept für eine erneuerbare Wärmeversorgung: Kombiniertes Einsatz von Tiefengeothermie, Solarthermie und Großwärmepumpe in Verbindung mit einem durch Konversion aus einer ehemaligen Kiesgrube zu errichtenden saisonalen Wärmespeicher



Favorisierte Wärmeversorgungs-Variante

Ergebnisse und Fazit

- Wärmebedarf wird zu **mehr als 95 %** direkt oder indirekt durch Wärme aus **Tiefengeothermie und Solarthermie** gedeckt
- Einsparungen an CO₂-Äquivalentemissionen: **ca. 8.000 t/a**
- Mit finanzieller Förderung durch z.B. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) **attraktive Wärmepreise** realisierbar



■ Wärmeverluste Netz

■ TWW + HZ

■ Geothermie (indirekt LZW - Wärmequelle WP)

■ Geothermie (direkt)

■ Wärmeverluste Pufferspeicher

■ el. Antriebsenergie WP

■ Geothermie + Solarthermie (indirekt - LZW)

■ Wärmeverluste LZW (abs.)



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Innovatives Wärmeversorgungskonzept für die Gemeinde Gräfelfing mit Tiefengeothermie, Solarthermie, Wärmepumpe und saisonaler Wärmespeicherung



Dr. Harald Drück

Koordinator Forschung und Bereichsleiter "Nachhaltige Gebäude und Quartierskonzepte,
Leiter Prüfbereich „Solar“

Adjunct Professor Rajagiri School of Engineering & Technology (RSET), Rajagiri, Kochi, India

E-Mail harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63553

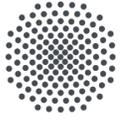
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Optimierung des Herstellungs- prozesses doppelwandiger vakuumwärmegedämmter Warmwasserspeicher (StoEx2)

IGTE-FORUM

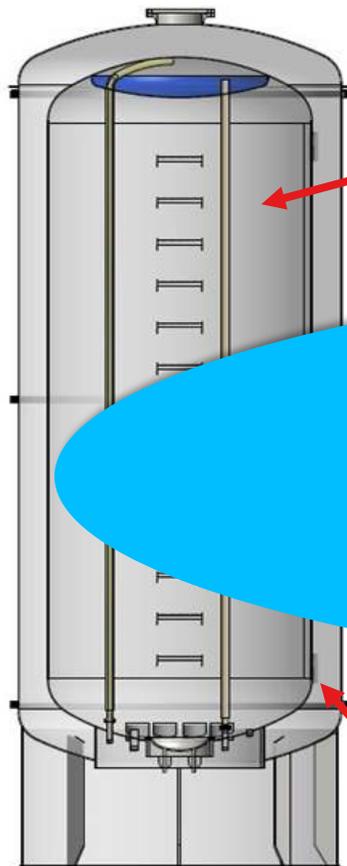
in Stuttgart am 30.03.2023

Dr. Stephan Lang
Dr. Harald Drück



Optimierung Herstellung Vakuumwärmedämmung (StoEx2)

Speichertechnologie und Herstellung Vakuumwärmedämmung (vorher)



Speicher-
medium
(Wasser)

Penk
(u. a. Hemmung
Wärmestrahlung)

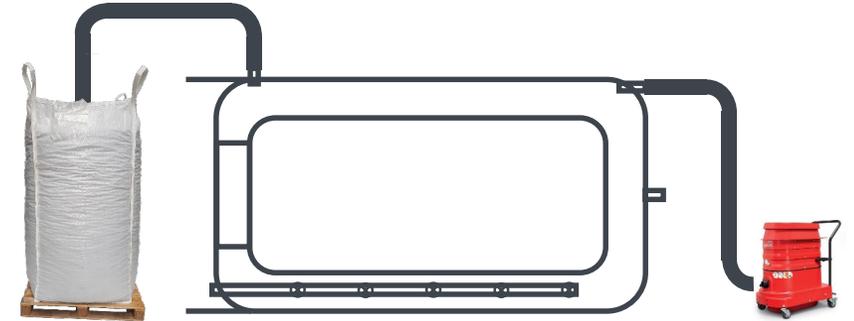


Vakuumwärmedämmung ermöglicht um ca. 5 bis 10-fach geringere Wärmeverluste gegenüber konventionell wärmegeämmten Warmwasserspeichern

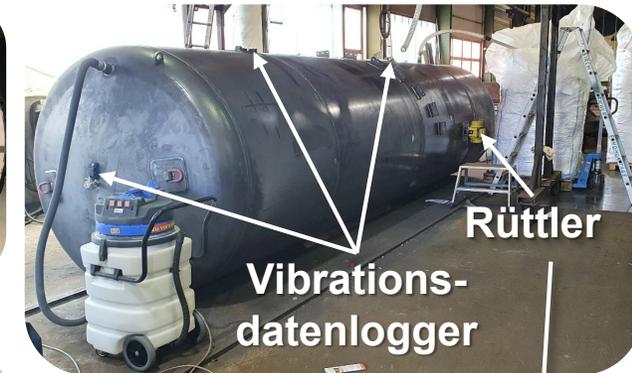
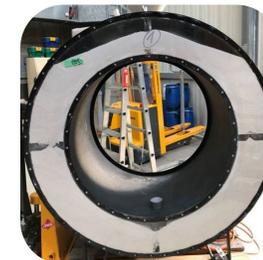
Optimierung Herstellung Vakuumwärmedämmung (StoEx2)

Optimierungslösungen mit größtem Nutzen/Aufwand-Verhältnis (1/2)

- Verringerung Zeit- und Kostenaufwand für Dämmstoffbefüllung
 - axiale Einsaugung in liegenden Speicher
 - **Verringerung Befülldauer bei 60 m³ Speicher: ca. 6 Std. (38 %)**
 - **Kosteneinsparung bei 60 m³ Speicher: ca. 3500 €**



- Vermeidung von Setzungen und Hohlräumbildungen in der Dämmstoffschüttung
 - Verwendung von Rüttlern zur Vorverdichtung
 - Anpassung der Rüttlerstärke an Beschleunigungen, die durch den Speichertransport ausgelöst werden
 - **Verhinderung der Hohlräumbildung konnte an Versuchskörper im Technikumsmaßstab nachgewiesen werden**



(Nach Transport ohne Vorverdichtung)

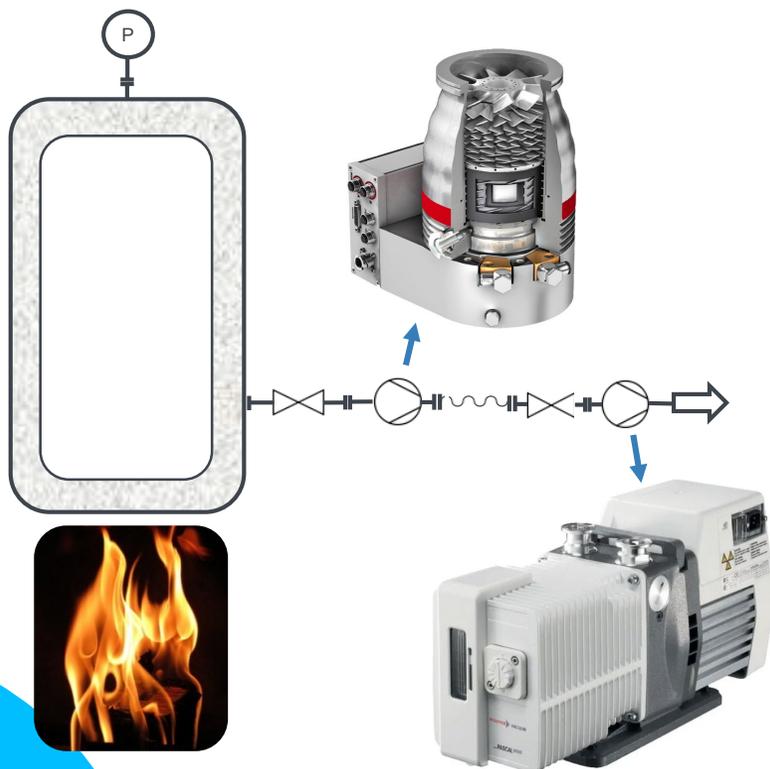
Optimierung Herstellung Vakuumwärmedämmung (StoEx2)

Optimierungslösungen mit größtem Nutzen/Aufwand-Verhältnis (2/2)

- Beschleunigung der Evakuierung

- Ausheizen des Wärmedämmstoffs vor oder während der Evakuierung
- Anflanschen eines Behälters mit dem Sorptionsmaterial Zeolith (Zeolithfalle)

➤ **Zeolithfalle ermöglicht rasche Druckabsenkung und Verringerung des desorptionsbedingten Druckanstiegs mit der Temperatur**



Zeolithfalle



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Optimierung des Herstellungsprozesses doppelwandiger vakuumwärmegegedämmter Warmwasserspeicher (StoEx2)



Dr.-Ing. Stephan Lang

E-Mail stephan.lang@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63614

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart
Institut für Gebäudeenergetik,
Thermotechnik und
Energiespeicherung
70550 Stuttgart



Projektpartner

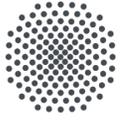
Sirch

Fa. Sirch Tankbau-Tankservice
Speicherbau GmbH

Förderung

Das Projekt „StoEx2“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch den Projektträger Jülich, unter dem Förderkennzeichen **03ET1667A+B** gefördert. Die Projektbearbeiter*innen danken für die Unterstützung und übernehmen die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation.





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Solare Energieversorgung von Wohngebäuden

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

**Dipl.-Ing. Dominik
Bestenlehner**
Dr.-Ing. Harald Drück



Solare Energieversorgung – Warum?

- Begrenzung des Klimawandels mit allen seinen Folgen bzgl.
 - Ökologie
 - wirtschaftlicher Hinsicht
 - sozialen Aspekten
- Reduzierte Abhängigkeit von fossilen Energieträgern
 - Öl
 - Gas
 - „nicht grüner“ Strom
- Preissicherheit

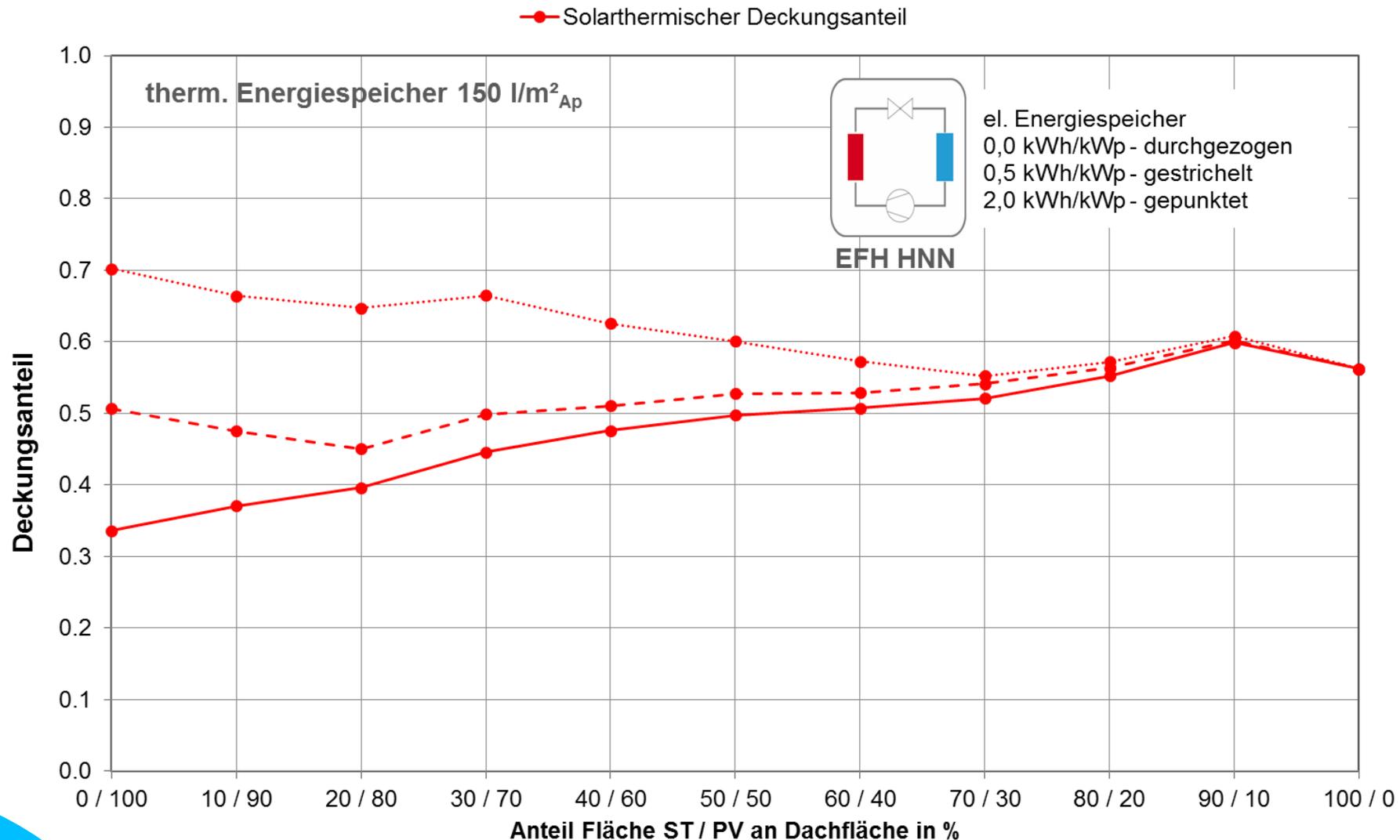


Simulation – Parametervariationen – exemplarische Ergebnisse

Parametervariationen: Verhältnis ST/PV und spez. Kapazität EES

Energiebedarf für

- Wärme
- Strom
- Haushalt
- WP

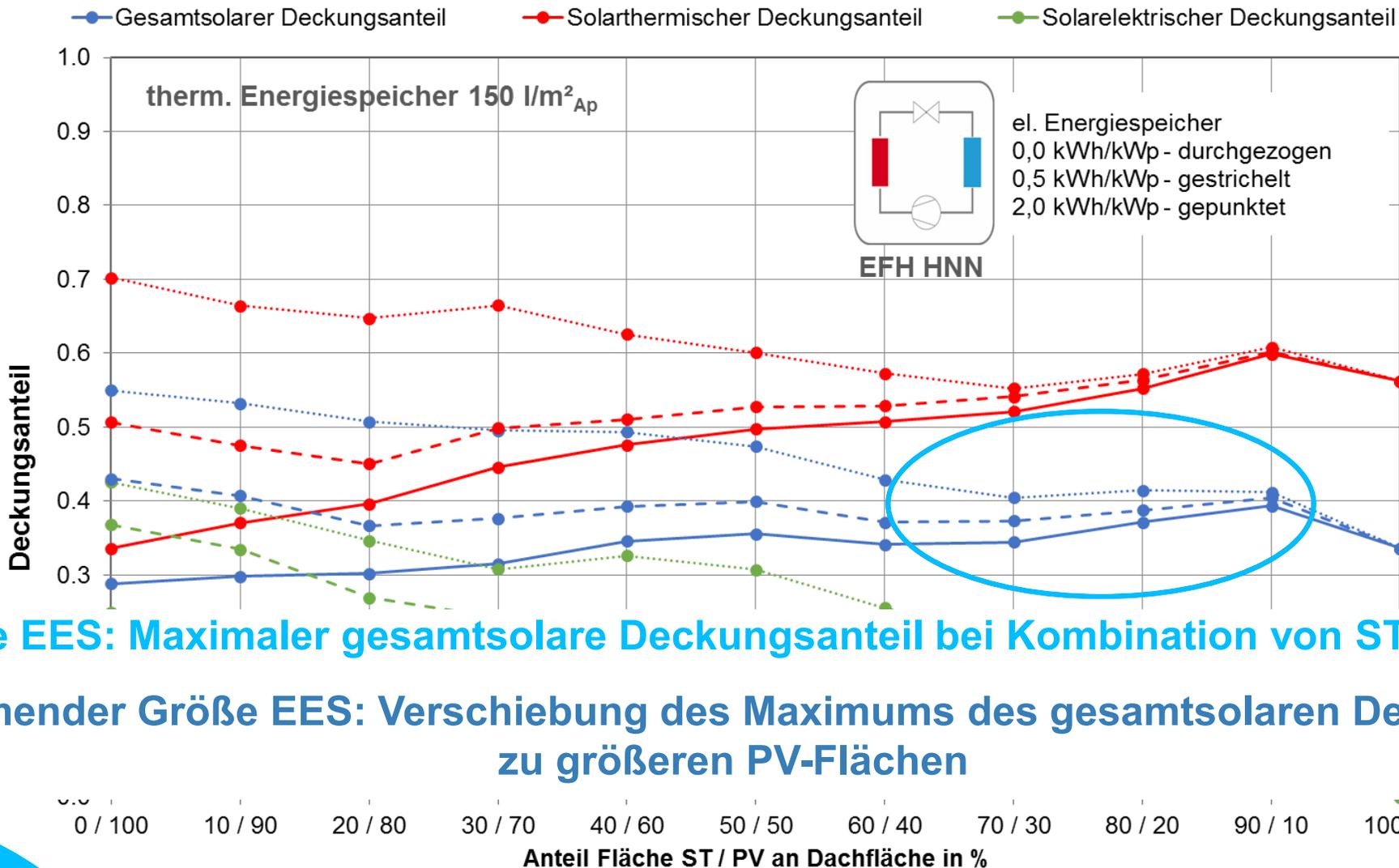


Simulation – Parametervariationen – exemplarische Ergebnisse



Parametervariationen: Verhältnis ST/PV und spez. Kapazität EES

- Energiebedarf für
- Wärme
 - Strom
 - Haushalt
 - WP



Ohne EES: Maximaler gesamtsolare Deckungsanteil bei Kombination von ST und PV

Mit zunehmender Größe EES: Verschiebung des Maximums des gesamtsolaren Deckungsanteils zu größeren PV-Flächen



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Solare Energieversorgung von Wohngebäuden



Dipl.-Ing. Dominik Bestenlehner

E-Mail dominik.bestenlehner@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 60155

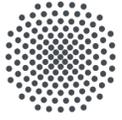
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Erarbeitung von Vergleichskennzahlen für thermische Energiespeicher (VKTES)

IGTE-FORUM

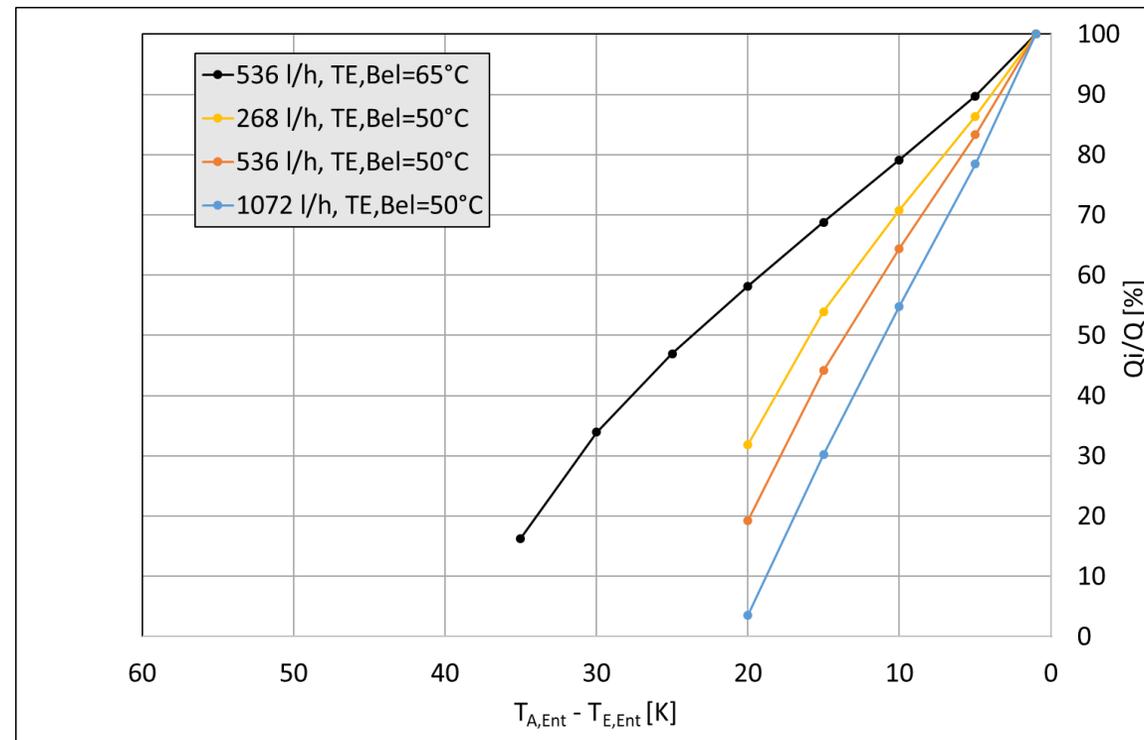
in Stuttgart am 30.03.2023

Stephan Bachmann,
Dipl.-Ing.

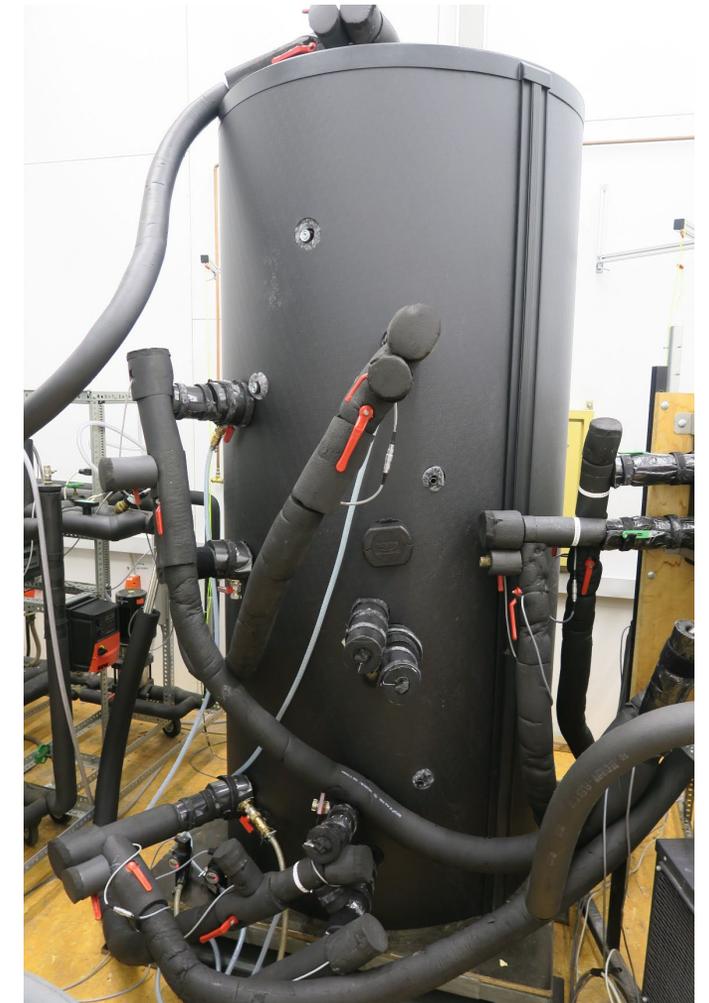


- WIPANO-Projekt, weitere Teilnehmer: FH Münster, TU Dresden, Hochschule Zittau/Görlitz, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., VDI, GEFGA Energiesysteme GmbH, BEKA Heiz- und Kühlmatten GmbH, Ingenieurbüro Fonfara (Koordination)
- Motivation: Mangel an Kennwerten für Planer um für die jeweilige Anwendung einen geeigneten Speicher auszuwählen oder verschiedene Speicherarten (fühlbar, latent, hybrid) zu vergleichen
- Vorhandene Verfahren beziehen sich meist nur auf Trinkwasserspeicher oder sind sehr aufwändig (z. B. EN 12977)
- Ziel: Definition einfach und kostengünstig bestimmbarer Kennwerte sowie Methoden zu deren Bestimmung auf Basis der DIN 2384 zu entwickeln

- Aufbau bzw. Anpassung von Prüfständen
- Definition von Speicherkennzahlen und Prüfsequenzen zu deren Bestimmung
- **Z. B.: Tatsächlicher Wärmeinhalt:** berücksichtigt Totvolumina, inhomogene Temperaturverteilung im Speicher, Exergieverluste durch Wärmeübertrager



- Erprobung des Verfahrens anhand der Prüfung verschiedener Speicherarten bei den Projektteilnehmern durch „Überkreuzmessungen“
- Entwicklung einer virtuellen Prüfung zur Bestimmung der Speicherkenwerte am IGTE auf Basis der EN 12977-3/-4
- Aufnahme des Verfahrens in die VDI-Richtlinie 4657 „Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesysteme - Thermische Energiespeicher“



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

PTJ
Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Erarbeitung von Vergleichskennzahlen für thermische Energiespeicher (VKTES)



Stephan Bachmann, Dipl.-Ing.

E-Mail stephan.bachmann@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63203

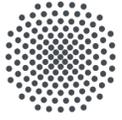
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Entwicklung eines Prüfverfahrens für solarthermische Luft-Sole-Kollektoren (SolAirHX)

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Stephan Fischer,
Dr.-Ing.



- WIPANO-Projekt, weitere Teilnehmer: Technische Bauteile Eberle GmbH, Consolar Solare Energiesysteme GmbH, Solar und Wärmetechnik Stuttgart, HLK Stuttgart GmbH
- Motivation: Rasant steigende Anzahl an Wärmepumpen erfordert zusätzliche/alternative Wärmequellen
- Solarthermische Luft-Sole-Kollektoren nutzen neben der Umgebungswärme auch die Solarstrahlung, arbeiten geräuschlos, benötigen keine Erdarbeiten und liefern in der PVT-Variante noch Strom für den Haushalte oder zum Betrieb der Wärmepumpe
- Ziel: Entwicklung eines Prüfverfahrens zur thermischen Charakterisierung der Luft-Sole-Kollektoren um die Anlagen besser auslegen zu können

- Klassifizierung der verfügbaren Bauarten und Einbausituationen
- Indoor-Prüfungen zur Charakterisierung des konvektiven Wärmeübergangs
- Aufbau einer Feldtestanlage zur Validierung der Laborergebnisse in der realen Anwendung



Quelle: TBE



Quelle: Consolar

Quelle: IGTE

- Definition von Prüfsequenzen zur Charakterisierung der Leistungsabhängigkeit von der Umgebungstemperatur, Himmelsstrahlung, Wind und Windrichtung
- Durchführung von Indoor- und Outdoor-Prüfungen
- Aufbau einer 2. Feldtestanlage
- Validierung der Laborergebnisse mit den Messungen in den beiden Feldtestanlagen



Quelle: Consolar



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Entwicklung eines Prüfverfahrens für solarthermische Luft-Sole-Kollektoren (SolAirHX)



Stephan Fischer, Dr.-Ing.

E-Mail stephan.fischer@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63231

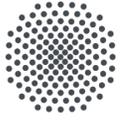
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Entwicklung einer einheitlichen Methodik zur LCA- und Kostenbewertung unterschiedlicher Heizungstechnologien (Effizientes Heizen)

IGTE-FORUM

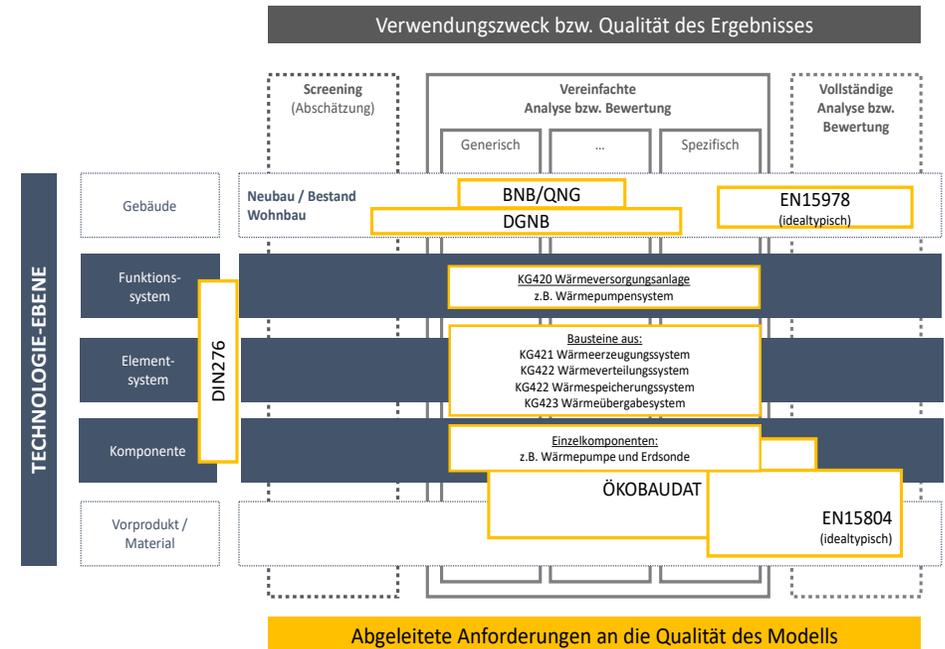
in Stuttgart am 30.03.2023

Stephan Fischer,
Dr.-Ing.

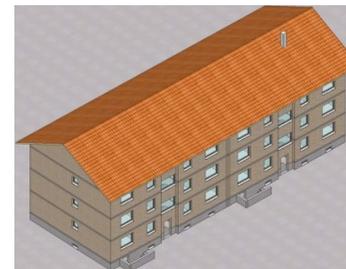


- BMWK gefördertes Projekt, weitere Teilnehmer: Fraunhofer ISE, Fraunhofer, Bosch, Viessmann, Consolar, TBE, my-PV, Triple-Solar, BDH, DGNB, BWP, KIT, Drees&Sommer, GDW, Vonovia, ASUE, AGFW, BBSR
- Motivation: Fehlende einheitliche und umfassende Methodik zu LCA- und Kostenbewertung von Heizungstechnologien
- Ziel: Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung der **Methoden zur ökonomischen und ökologischen Analyse** im Anwendungsbereich **gängiger Heizungssysteme für Ein- und Mehrfamilienhäuser** über den **gesamten Lebenszyklus**

- Definition des Bewertungsrahmens
- Definition der Referenzgebäude (Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus jeweils im Bestand und im Neubau)
- Definition der 10 zu untersuchenden Heizungstechnologien (u.a. Gasbrennwert, Luft-Sole-WP, Solarthermie, PVT mit Wärmepumpe, Biomasse,...)
- Definition einer parallelen IEA SHC Task
- Start der Datenerfassung bei den Projektpartnern für die unterschiedlichen Technologien



© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, 2023



- Erheben aller Daten zu Materialien, Herstellung, Installation, Betrieb, Wartung, Entsorgung und Recycling für die unterschiedlichen Heizungstechnologien
- Bereitstellung generischer Datensätze für die unterschiedlichen Heizungstechnologien zur Integration in die ÖKOBAUDAT Datenbank
- Bilanzierung der unterschiedlichen Systeme über den Lebenszyklus mit Sensitivitätsanalysen
- Volkswirtschaftliche Betrachtungen unter Berücksichtigung von regulatorischen Maßnahmen wie beispielsweise CO₂-Abgaben



Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Entwicklung einer einheitlichen Methodik zur LCA- und Kostenbewertung unterschiedlicher Heizungstechnologien (Effizientes Heizen)



Stephan Fischer, Dr.-Ing.

E-Mail stephan.fischer@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 63231

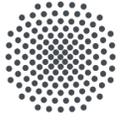
www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



SFB 1244
Teilprojekt C06
Adaptive, fassadenintegrierte
Adsorptionssysteme für das
Thermomanagement von
Leichtbau-Gebäuden

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr.-Ing. M. Schäfer
O. Böckmann, M.Sc.

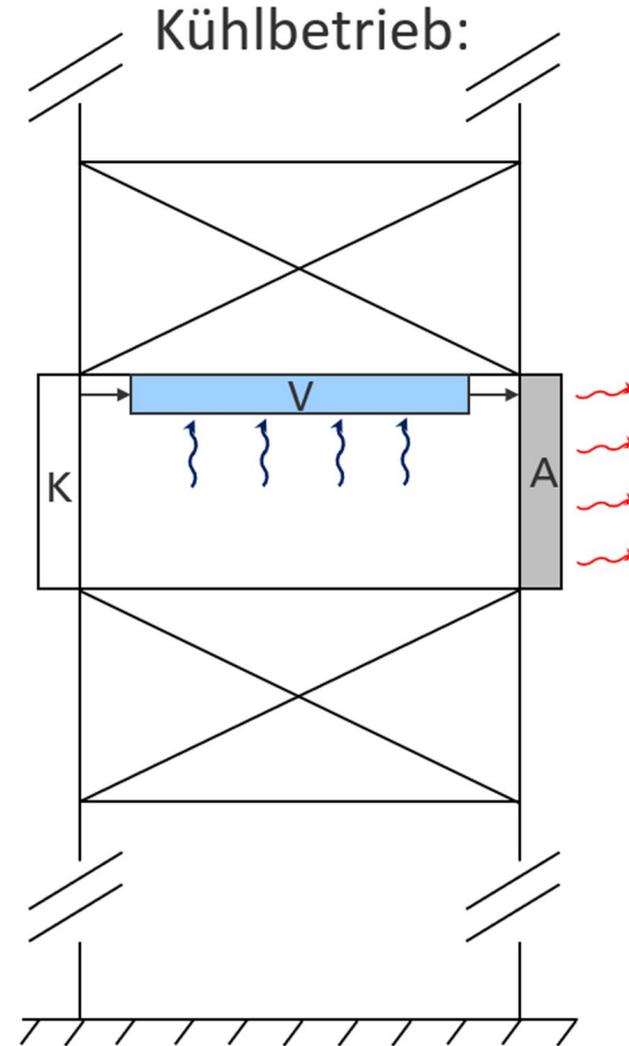
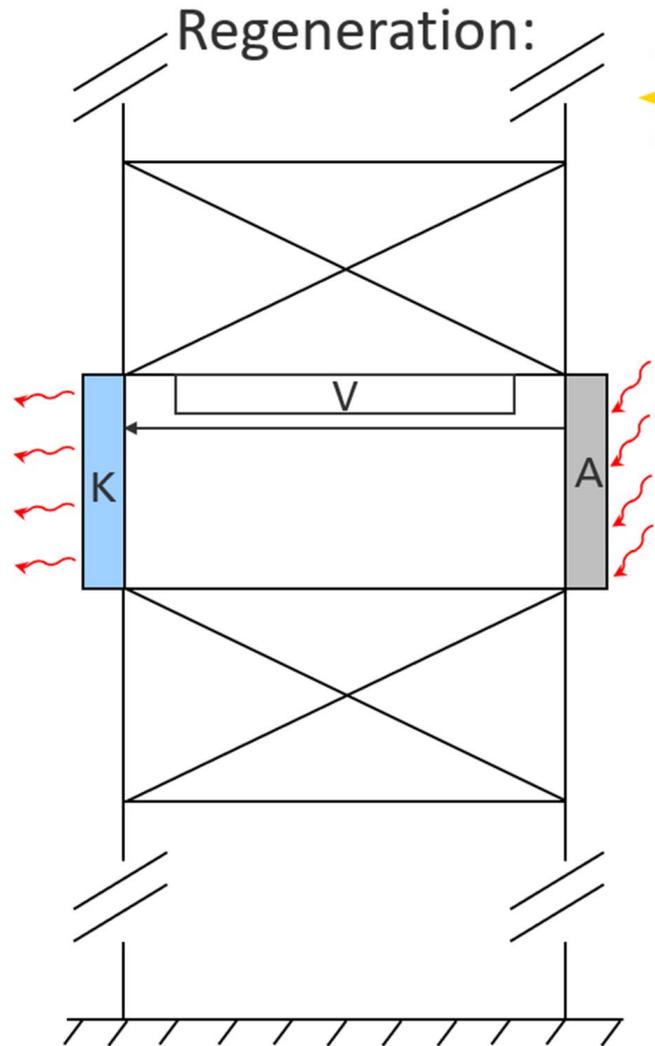
Gefördert durch

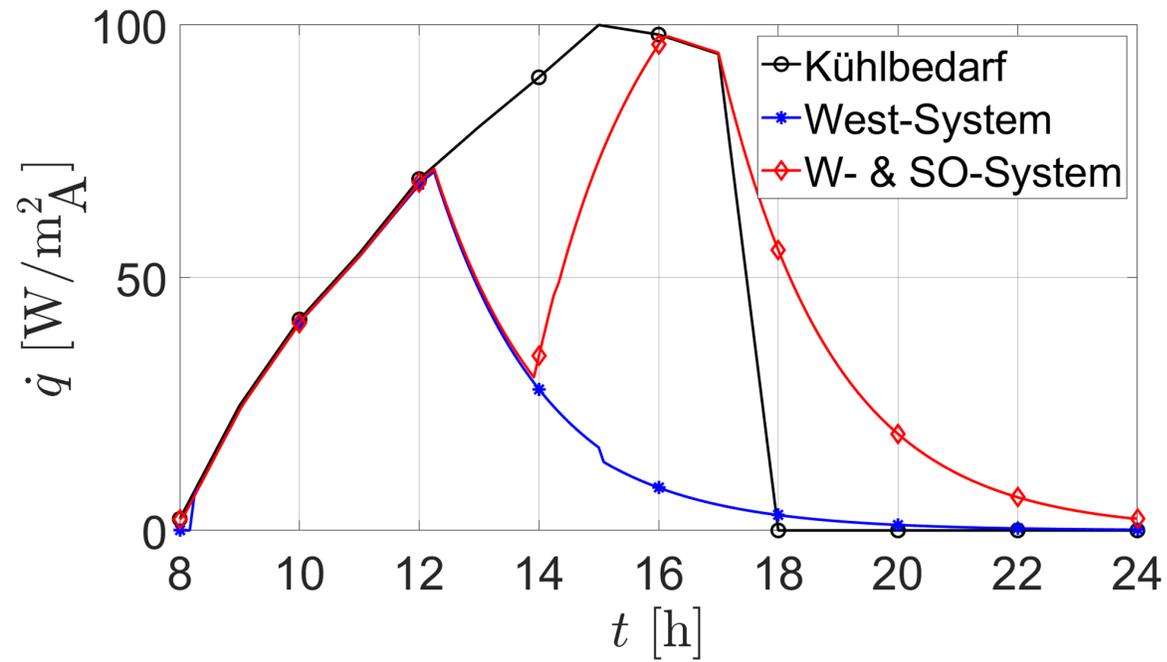
DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Projekt-ID 279064222 - SFB 1244



- Sonderforschungsbereich 1244:
„Adaptive Hüllen und Strukturen
für die gebaute Umwelt von morgen“
- Bau- & Gebäudesektor:
50% des globalen Ressourcenverbrauchs
40% der globalen Treibhausgasemissionen
- Übergeordnetes Ziel:
Reduktion des Ressourcen- und Energieverbrauchs
- Allgemeiner Ansatz:
Reduktion der eingesetzten Baumaterialien/-masse
→ Reduktion der mechanischen und thermischen Trägheit
→ Kompensation mittels adaptiver Systeme







Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

SFB 1244 – Teilprojekt C06: Adaptive, fassadenintegrierte Adsorptionssysteme für das Thermomanagement von Leichtbau-Gebäuden



Dr.-Ing. Micha Schäfer

E-Mail micha.schaefer@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 62622

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

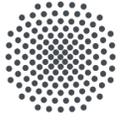
70550 Stuttgart

Gefördert durch

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Projekt-ID 279064222 - SFB 1244





Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



Schwitzen fürs Klima mit der Null-Energie-Sauna

IGTE-FORUM

in Stuttgart am 30.03.2023

Dr.-Ing. M. Schäfer

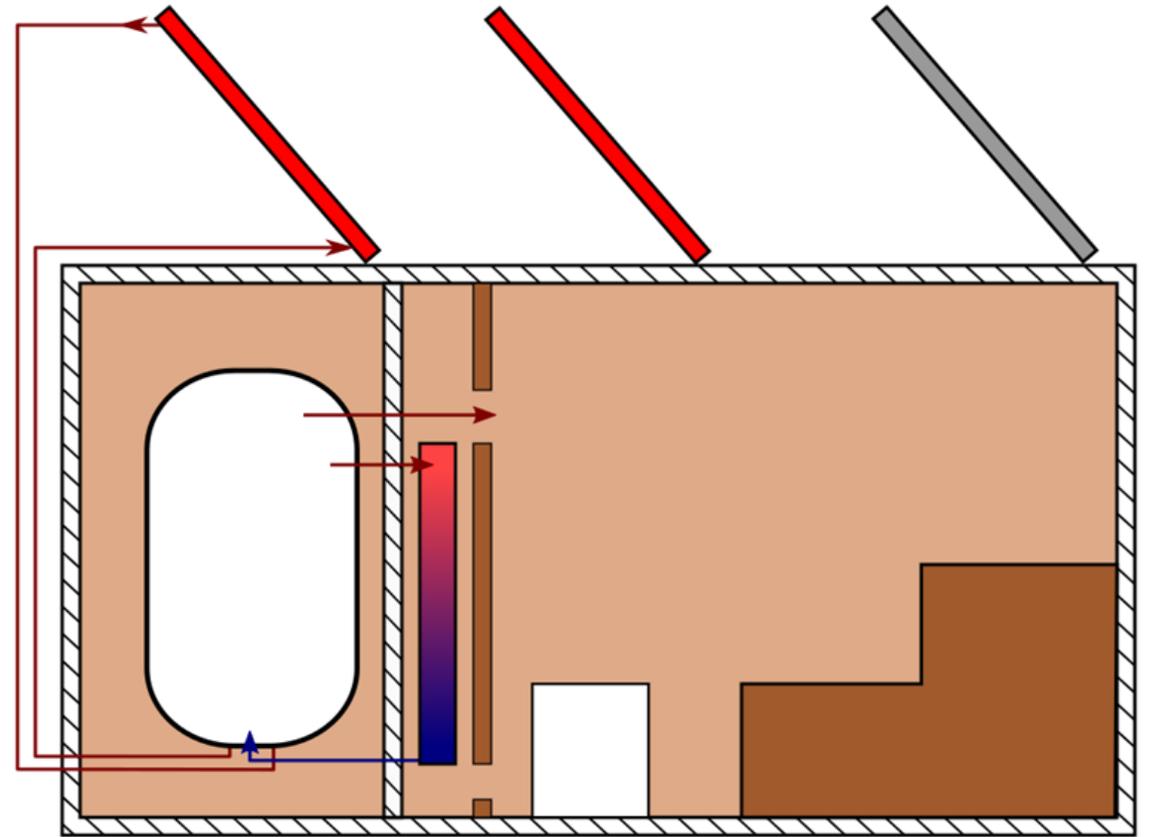
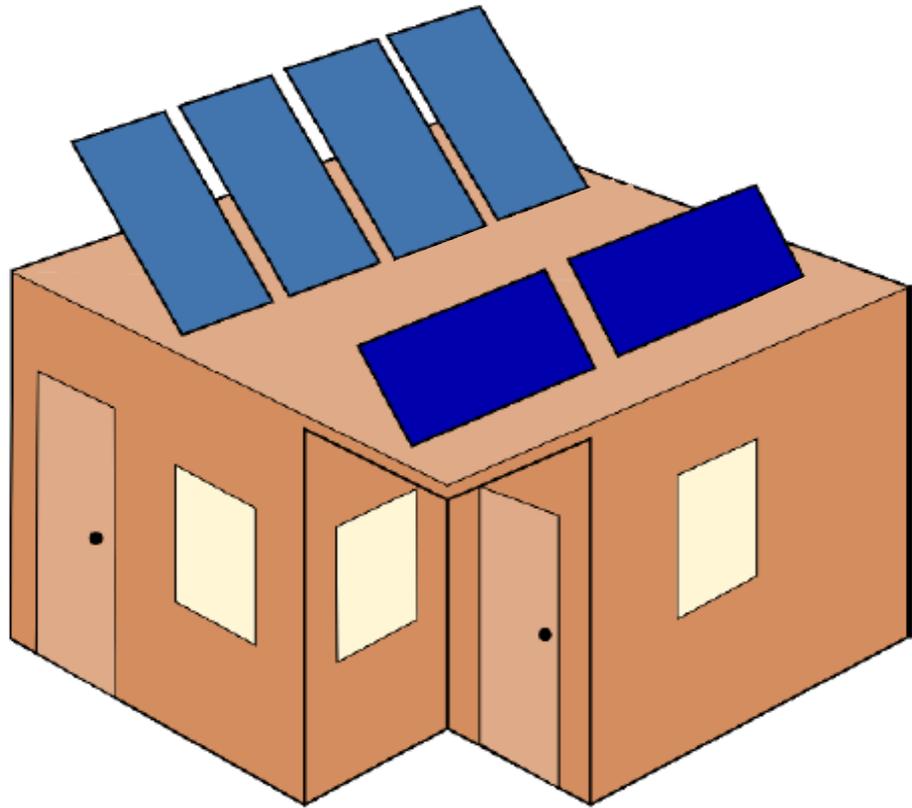
gefördert durch

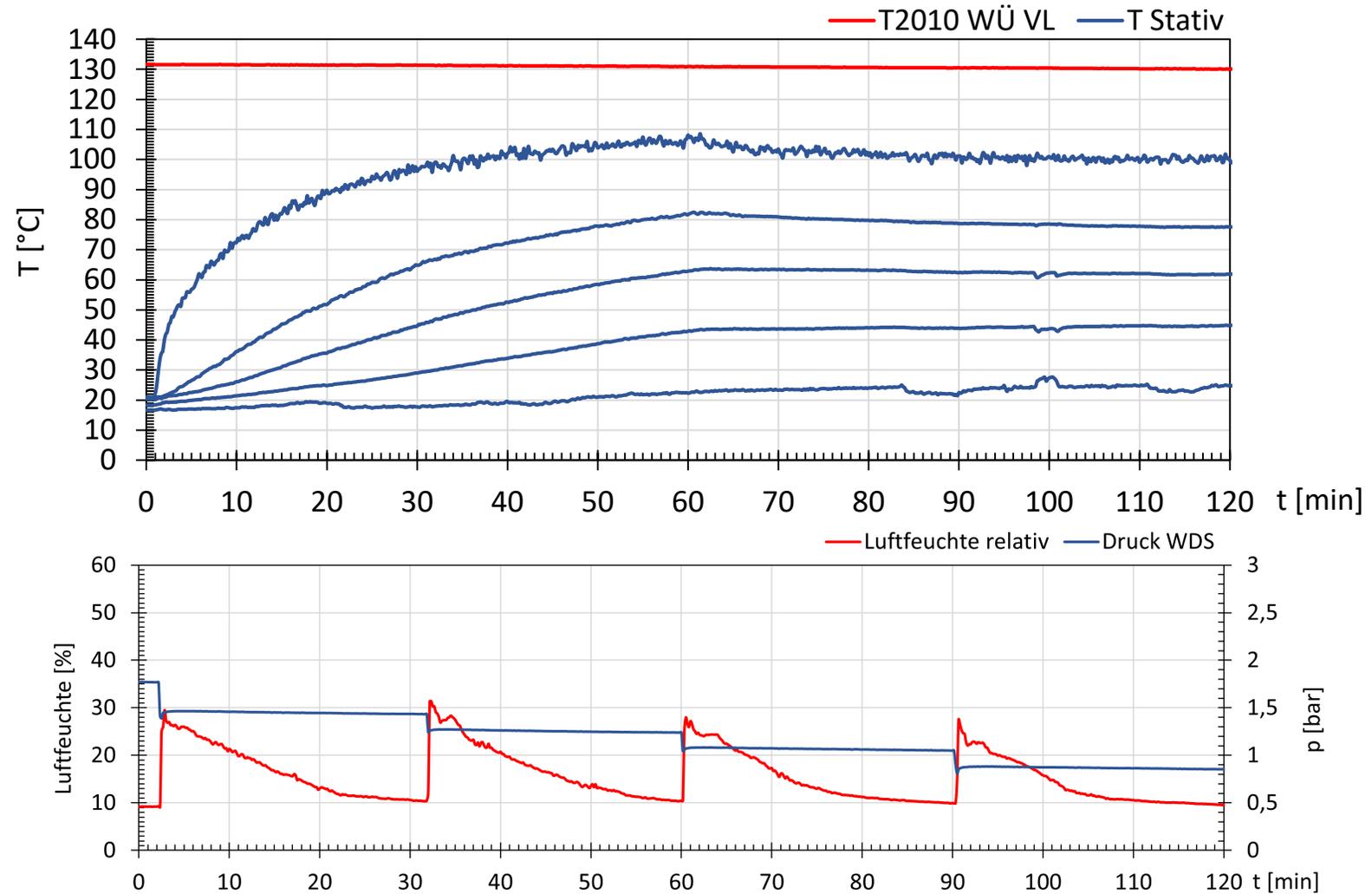
VECTOR 
STIFTUNG

 **IGTE**

- Sauna hat sehr hohen Energiebedarf
 - Zunehmendes Klimaschutz-Bewusstsein
 - Vereinbarkeit von Klimaschutz und Komfort
- energieautarke, klimaneutrale Sauna:
die Null-Energie-Sauna









Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

Schwitzen fürs Klima mit der Null-Energie-Sauna



Dr.-Ing. Micha Schäfer

E-Mail micha.schaefer@igte.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685 - 62622

www.igte.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart

gefördert durch

VECTOR 
STIFTUNG

