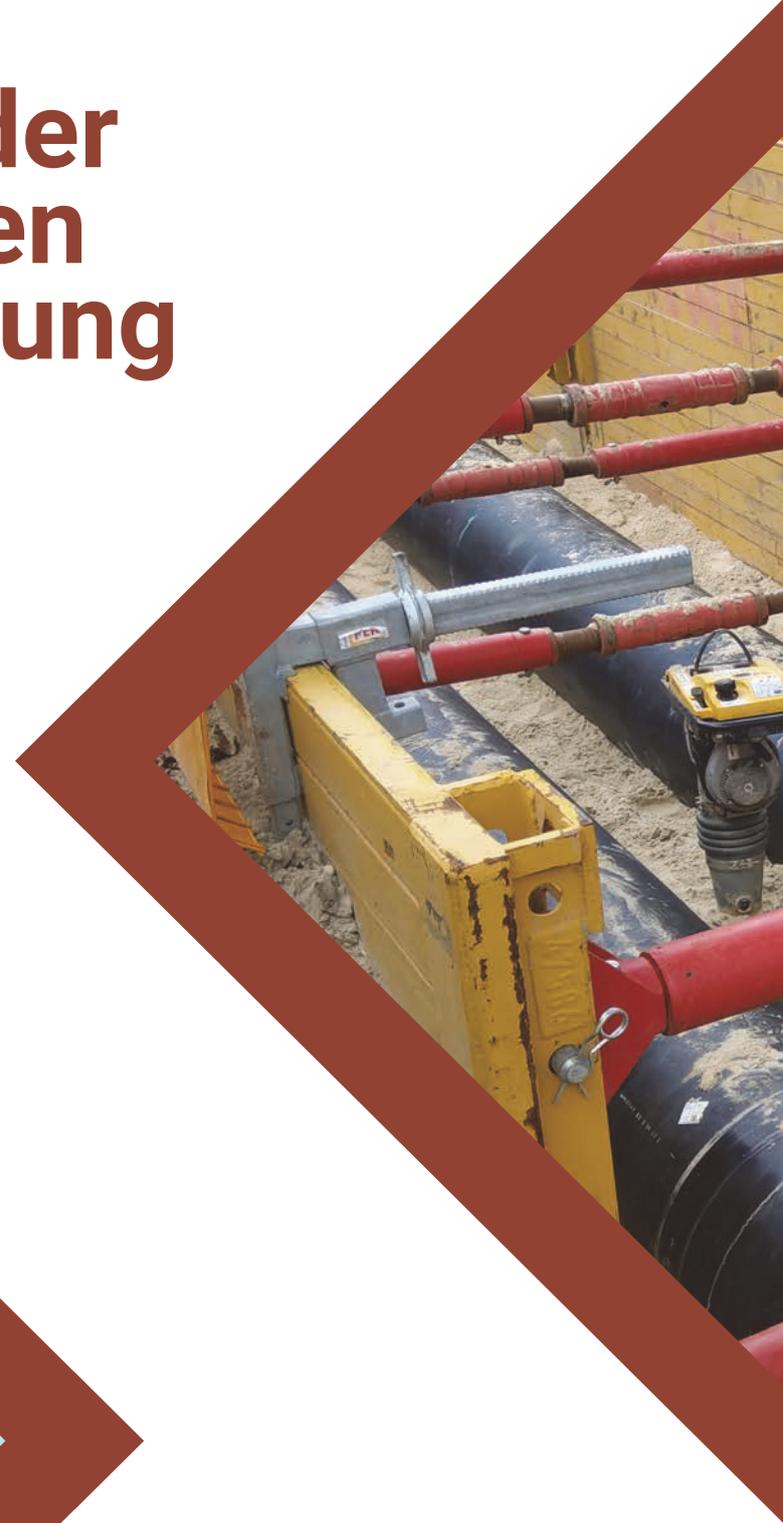


Book Of Abstracts

2. Konferenz der Norddeutschen Wärmeforschung

19.-20. September 2024

HafenCity Universität



hcu HafenCity
Universität
Hamburg

HAW
HAMBURG | CC4E



Energieforschungs
verbund Hamburg



Erneuerbare Energien
Hamburg

Book of Abstract

2. Konferenz zur Norddeutschen Wärmeforschung

Gemeinsam die Wärmewende voranbringen.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich
HafenCity Universität Hamburg
Henning-Voscherau-Platz 1
20457 Hamburg

Petrit Vuthi

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E)
Steindamm 96-98
20099 Hamburg

Dr.-Ing. Steffen Bechtel

Erneuerbare Energien Hamburg Clusteragentur GmbH
Wexstrasse 7
20355 Hamburg

Layout:

Samira Shokouhi
Faeze Rashidi

ISBN: 978-3-947972-83-8

DOI: 10.34712/142.56

Jahr: 2024

Fachgebiet: Technisches Infrastrukturmanagement, HafenCity Universität Hamburg

Verlag: HafenCity Universität

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf, auch auszugsweise, ohne vorherige Genehmigung des Autors/der Autoren nicht vervielfältigt oder veröffentlicht werden. Alle Angaben im Book of Abstracts sind nach bestem Gewissen unter Anwendung aller gebotenen Sorgfalt erstellt worden. Trotzdem kann von dem Autor/den Autoren keine Haftung für etwaige Fehler übernommen werden.

Vorwort

Liebe Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer,

wir heißen Sie herzlich zur 2. Konferenz der norddeutschen Wärmeforschung an der HafenCity Universität in Hamburg willkommen.

Im Rahmen der norddeutschen Energiefachtagung 2019 in Hannover sind fünf norddeutsche Fachgruppen zu den Energiethemen Wärme, Windenergie, Wasserstoff, Mobilität und intelligente, integrierte Netze ins Leben gerufen worden. Ziel ist es, die Wissenschaft in den Themenbereichen stärker auf norddeutscher Ebene zu bündeln, um so einen wichtigen Beitrag aus Norddeutschland für die Energiewende zu leisten.

Die norddeutsche Fachgruppe Wärme strebt eine etablierte Plattform der norddeutschen Wärmeforschung an. Diese soll als eine wichtige Maßnahme zur beschleunigten Wärmewende in Norddeutschland beitragen und zum anderen soll die Vernetzung zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gestärkt werden. Dabei unterstützt die Fachgruppe Wärme aktiv durch Empfehlungen sowie Umsetzungshinweise in Form von Positionspapieren.

In diesen Zielen gliedert sich auch die Konferenz zur norddeutschen Wärmeforschung mit ein. Im Rahmen dieser Konferenz möchten wir jungen, aber auch etablierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Gelegenheit zum fachlichen Diskurs geben. Nachdem die erste Konferenz der norddeutschen Wärmeforschung der Fachgruppe Wärme 2023 in Göttingen stattfand, hat für 2024 Hamburg die Organisation übernommen. In der Konferenz soll ein Überblick über den Stand der Wärmeforschung aufgezeigt werden und erfolgreiche Demonstrationsprojekte über die Grenzen der einzelnen Bundesländer hinaus bekannt gemacht werden. Der fachliche Austausch zwischen Forschungsinstitutionen, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen soll gefördert werden, um neue Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Praxis zu etablieren. Im vorliegenden Book of Abstracts finden Sie einen umfassenden Einblick der Vielfalt der Forschungsthemen auf unserer Konferenz. Hierfür möchten wir uns herzlich bei den Autorinnen und Autoren bedanken, die ihre Forschungsergebnisse eingereicht haben. Ihre Beiträge bilden die Grundlage für den wissenschaftlichen Austausch und Dialog auf der Konferenz.

An dieser Stelle möchten wir einen besonderen Dank an alle Vortragenden und den wissenschaftlichen Beirat richten, die den Inhalt und Ausrichtung der Konferenz maßgeblich mitgestalten. Besonders möchten wir auch das Engagement und die Unterstützung durch die Erneuerbare Energien Hamburg Clusteragentur GmbH (EEHH) hervorheben. Zu guter Letzt gilt auch unser Dank an das Organisationsteam, das an der Durchführung der Konferenz beteiligt ist.

Gemeinsam können wir die Wärmeforschung voranbringen und zu einer nachhaltigen und klimafreundlich Wärmeversorgung in Deutschland beitragen. Wir wünschen Ihnen eine spannende, informative und erfolgreiche Konferenz und wir hoffen, dass Ihnen dieses Buch inspirierende Momente schenkt.

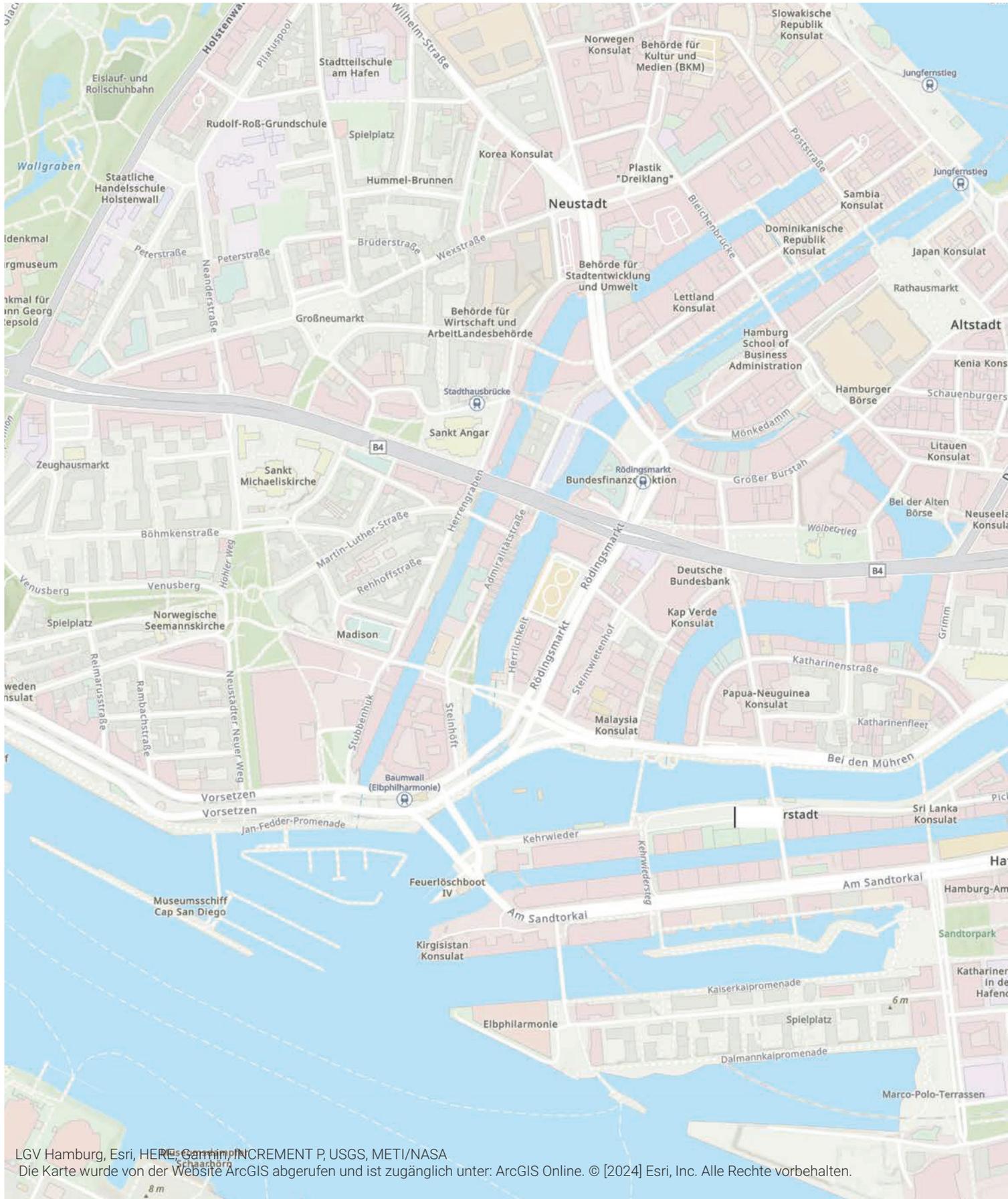
Herzlichst,

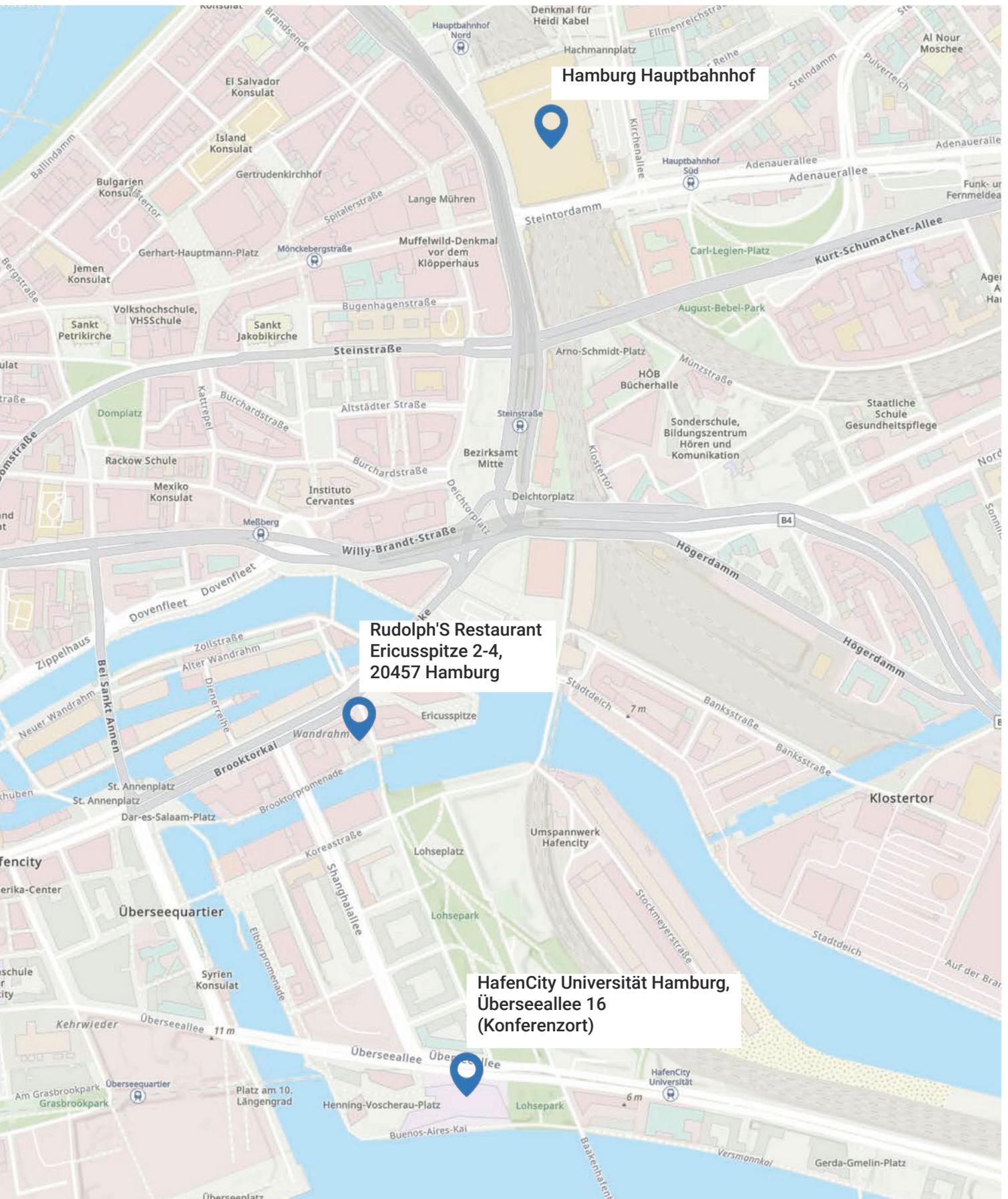
Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich (Vorsitz FG Wärme, HCU Hamburg)

Petrit Vuthi (FG Wärme, EFH Hamburg, HAW Hamburg)

Dr. Steffen Bechtel (FG Wärme, EEHH Hamburg)

Stadtplan





Agenda

19. September 2024

09:30 – 10:00 Empfang (Foyer)

10:00 – 11:00 Impulse (Raum Holcim)

- Begrüßung EFH / Fachgruppe Norddeutsche Wärme
Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich, HafenCity Universität Hamburg
- Begrüßung durch die Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke
Staatsrätin Dr. Eva Gümbel
- Key-Note: Transformation der Hamburger Fernwärme
Kirsten Fust, Hamburger Energiewerke GmbH

11:00 – 12:00 Poster-Session

12:00 – 13:00 Mittagessen

13:00 – 15:00 Vortragsblock I

Vorträge - Erfahrung aus der Umsetzung: Session-Leiter Prof. Dr. Jürgen Knies (Raum 150)

- Anna Cadenbach:
Technologien zur experimentellen Untersuchung der Wandlung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung
- Nikolai Strodel:
Integration von HT-ATES in urbane Fernwärmenetze
- Stefan Dollhopf:
Nachhaltige Lösungen im Fernwärmeleitungsbau: Einsatz von Recyclingbaustoffen
- Robert Puknat:
Monitoring von Infrarotheizung und Wärmepumpe in Niedrigenergie-Familienhäusern
- Moritz Verbeck:
Entwicklung eines Teststandes für Heizungsregler
- Ole Nienaber und Malte Mellech:
Erdbeckenwärmespeicher in Deutschland

Vorträge - Nutzung von Raumdaten: Session-Leiter Dr. Johannes Pelda (Raum 200)

- Moritz Elbeshausen:
Strategische Entscheidungsunterstützung in der Regionalen Wärmeplanung
- Timmy Schwarz:
Initiale Eignungsbereichsermittlung für Wärmeversorgungsoptionen mittels GIS-Analyse

- Moritz Elbeshausen:
Geodatenbasierte Ermittlung von Strategieoptionen für die Wärmeleitplanung
- Daniel Zinsmeister:
Ein Geoinformationssystem mit gebäudescharfen Daten für die kommunale Wärmeplanung einer Großstadt
- Abdulraheem Salaymeh:
Temperaturkataster zur Analyse der Realisierbarkeit des NT-Ready-Standards im Wohngebäudebestand
- Dimitry Romanov
Techno-economic analysis of utilization of waste heat from a data center combined with a borehole thermal energy storage

15:00 – 15:30 Pause

15:30 – 17:30 Vortragsblock II

Vorträge - Simulationstools I: Session-Leiter Petrit Vuthi (Raum 150)

- Johannes Pelda:
Optimierung der Integration erneuerbarer Energien in Fernwärmesysteme: Einsatz neuer Simulations- und Optimierungsmodelle zur Überwindung thermo-hydraulischer Engpässe
- Lukas Franken:
Development of Design Tools for Electrified District Heating Networks with Long-term Thermal Energy Storage charged with Wind Energy
- Stefan Holler:
Enhancing Urban Energy Efficiency through Waste Heat Recovery: Insights from the MEMPHIS 2.0 Project
- Jonas Freißmann, Malte Fritz:
Open-Source Web Dashboard zur Simulation, Analyse und Bewertung von Wärmepumpen
- Paul Kernstock:
Jarvis – Ein verteilter Simulator für hoch aufgelöste Systeme des Energiesektors
- Pakdad Pourbozorgi Langroudi:
Innovative Methodology for Profiling Foam Density: Non-Destructive X-ray Microscopy (XRM) Approach

Vorträge - Gebäudetechnik und Quartiere: : Session-Leiter Prof. Dr.- Ing. Weidlich (Raum 200)

- Ömer Kacmaz:
Entwicklung einer Dampfstrahlwärmepumpe zur Trinkwarmwasserbereitung und dezentralen Rücklaufauskühlung in Wärmenetzen
- Jonathan Walter:
Untersuchung des Einflusses von Durchfluss-Trinkwassererwärmern auf die Effizienz von regenerativen Wärmepumpenanlagen in der Simulationsumgebung TRNSYS

- Paul Meyer:
Nutzung oberflächennaher Grundwasserleiter für Quartierswärme
- Malte Myrau:
Gebäudebetrieboptimierung mit einer BIM-basierten Heizlastberechnung für Bestandsgebäude
- Jonas Hoppe:
Effiziente, erneuerbare und netzdienliche Quartiersversorgung durch Wärmepumpen

17:30 Ende Konferenzvorträge von Tag 1

Ab 19:00 Uhr Abendveranstaltung - Vernetzung (Anmeldung notwendig)

- Restaurant: Rudolph'S (Event-Location)
- Adresse: Ericusspitze 2-4, 20457 Hamburg

20. September 2024

08:00 – 08:30 Empfang (Foyer)

08:30 – 10:30 Vortragsblock III

Vorträge - Effizienzsteigerung und Potenziale: Session-Leiterin Marlies Wiegand, M.Sc (Raum 150)

- Katharina Prehn:
Wärme im Wandel: Eine systemische Literaturanalyse des institutionellen Designs der Wärmewende im Kontext der materiellen Bedingungen
- Thorsten Völker:
Effizienzsteigerung von Photovoltaik-Modulen durch Kombination mit Solarthermie-Modulen
- Samanta Weber:
Identifikation und Einflussbewertung von Fehlern in Übergabestationen auf Endnutzerebene in Wärmenetzen
- Aaron Wieland:
Thermal Influence of District Heating Pipelines on District Cooling Pipelines Buried in the Ground
- Felix Doucet:
Praxisbericht Bürgerhaus in Meiendorf - Effizienzsteigerung in einem öffentlichen Gebäude mit Wärmepumpe und Innendämmung

Vorträge - Großanlagen für EE-Wärme: Session-Leiter Dr. Steffen Bechtel (Raum 200)

- Michael Vieth:
Technische Potenzialanalyse des Einsatzes von Flusswärmepumpen in Wärmenetzen
- Darius Bonk:
Flusswasser-Großwärmepumpen
- Francesco Witte:
Modulare Datenworkflows für die Energiesystemoptimierung zur Integration von Geothermie

in urbanen Räumen

- Lars Holstenkamp:
Erfolgsfaktoren und Herausforderungen bei der Entwicklung mitteltiefer Geothermieprojekte
- Julian Jensen:
Simulationsstudie zu temperaturbegrenzenden Kollektoren in solarthermischen Großanlagen

10:30 - 11:00 Pause

11:00 – 12:30 Vortragsblock IV

Vorträge - Simulationstools II: Session-Leiter Dr.-Ing. Federico Giovanetti (Raum 150)

- Arne Speerföck:
Automated district heating network model generation based on open street map and heat cadastre data
- Jan Westphal:
Dynamische Simulation großer Wärmenetze unter Berücksichtigung von thermischen Trägheitseffekten
- Karina Albrecht:
Entwicklung eines Mehrfamilienhaus-Emulators für die Prüfung von Wohnungsstationen
- Tanja Mehring:
Definition typischer sanierter niedersächsischer Wohngebäude als Basis für die dynamische Gebäudesimulation
- Patrik Schönfeldt:
Berücksichtigung von Temperatur und Massestrom in Linearen Optimierungsmodellen

Vorträge - Wasserstoff und Wärme: Session-Leiter Prof. Dr.-Ing. Stefan Holler (Raum 200)

- Sina Freitag:
Der Rechtsrahmen für den direkten Wasserstoffeinsatz in der Gebäudebeheizung
- Ilka Hoffmann:
Wasserstoff in der Wärmeplanung – Ein Überblick über den Rechtsrahmen des Bundes und der Länder
- Marina Blohm:
Die Rolle von Wasserstoff in der Schleswig-Holsteinischen kommunalen Wärmeplanung
- Frank Schiller:
Flexibilität bei der Elektrolyse – eine breit verfügbare Ressource?
- Petrit Vuthi:
Forschungsprojekt Hymenspiel: Konzeptvorstellung zur lokalen Energieversorgung mit Wasserstoff

12:30 – 13:00 Zusammenfassung und Ausblick der Konferenz (Raum Holcim)

13:00 Verabschiedung von der 2. norddeutschen Wärmefachkonferenz

Wissenschaftlicher Beirat



Prof. Dr.-Ing. STEFAN HOLLER ist Leiter des Fachgebietes Nachhaltige Energie- und Umwelttechnik (NEUTec). Im Schwerpunkt „Green Engineering und Ökosystem“ arbeitet er an der Transformation von Energiesystemen mit dem Fokus einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Er besitzt langjährige Erfahrung in der Leitung von nationalen und internationalen Projekten.

Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst
Webadresse: www-hawk.de
E-Mail: stefan.holler@hawk.de



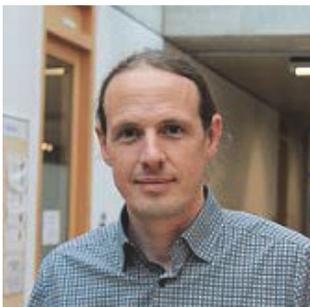
Prof. Dr. JÜRGEN KNIES vertritt in der Fakultät Architektur, Bau und Umwelt der Hochschule Bremen das Lehrgebiet „Infrastrukturplanung umwelt- und energietechnischer Anlagen“. Aktuell werden von ihm folgende Projekte durchgeführt: KoWaP-Pro, WärmewendeNordwest sowie hyBit – Hydrogen for Bremen's Industrial Transformation.

HSB Hochschule Bremen
Webadresse: www.hs-bremen.de
E-Mail: juergen.knies@hs-bremen.de



Prof. Dr. mont. MICHAEL NELLES leitet den Lehrstuhl Abfall- und Stoffstromwirtschaft an der Universität Rostock und ist wissenschaftlicher Geschäftsführer des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) in Leipzig. Im Rahmen der Wärmewende werden insbesondere F&E-Projekte zur energetischen Verwertung von biogenen Abfällen und Reststoffen bearbeitet.

Rostock Universität
Webadressen: www.auf.uni-rostock.de/aw & www.dbfz.de
E-Mail: michael.nelles@uni-rostock.de



Prof. Dr. rer. nat. OLIVER OPEL ist Professor für die energetische Optimierung von Gebäuden an der FH-Westküste und leitet das Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE). Er forscht zu Korrosion in Heiz- und Kühlwassersystemen, Trinkwarmwasserbereitung und Gebäudeeffizienz sowie Wasserstoff- Infrastruktur und Energiespeicherung.

FH Westküste
Webadresse: www.fh-westkueste.de
E-Mail: opel@fh-westkueste.de



Prof. Dr.-Ing. INGO WEIDLICH ist in der Energieforschung mit einem Schwerpunkt auf Wärmeversorgungssysteme tätig. Neben methodischen Forschungsfragen im Bereich des Asset Managements von Fernwärmesystemen sind insbesondere Forschungsthemen der Bautechnik von Wärmenetzen und Forschungsfragen der damit verbundenen Kreislaufwirtschaft im Fokus. Dabei kommen moderne Computer- und experimentelle Methoden zum Einsatz.

HafenCity Universität Hamburg (HCU)
Webadresse: www.hcu-hamburg.de
E-Mail: ingo.weidlich@hcu-hamburg.de



Dr. SÖNKE BOHM ist Projektmanager am Kompetenzzentrum Geo-Energie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Europa-Universität Flensburg und beim Sachverständigenrat für Umweltfragen hat er sich mit Fragestellungen insbesondere zu nachhaltigen Energiesystemen beschäftigt.

Kompetenzzentrum Geo-Energie an der Christian-Albrechts-Universität
Webadresse: www.kge.uni-kiel.de/de
E-Mail: soenke.bohm@ifgh.uni-kiel.de



Dr.-Ing. FEDERICO GIOVANNETTI ist seit 2002 am Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) als Wissenschaftler und Projektleiter tätig. Wurde 2010 Leiter der Arbeitsgruppe „Thermische Kollektoren“ und ist seit 2020 Leiter der Abteilung Solare Systeme. Sein F&E-Fokus liegt auf Solar- und wärmepumpenbasierte Energieversorgungssysteme für Gebäude und Quartiere.

Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH)
Webadressen: Solare Systeme | isfh.de & Kollektoren | isfh.de
E-Mail: giovannetti@isfh.de



Dr.-Ing. JOHANNES PELDA ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Nachhaltige-Energie- und Umwelttechnik (NEUTec). Sein Themengebiet ist die Transformation von Fernwärmesystemen in die 4. Generation. Neben der Modellierung und Simulation beschäftigt er sich mit Energieeffizienz in Unternehmen.

Nachhaltige-Energie- und Umwelttechnik (NEUTec)
Webadresse: <https://www.hawk.de/de/hochschule/organisation-und-personen/personenverzeichnis/johannes-pelda>
E-Mail: johannes.pelda@hawk.de



Dipl.-Ing. PETRIT VUTHI ist Innovationsmanager im Competence Center Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (CC4E) der HAW Hamburg. Er beschäftigt sich mit der Akquise und der Projektleitung von Forschungsprojekten mit den Schwerpunkten nachhaltige Energiesysteme, die Energieversorgung im Bereiche Gebäude und Quartier und der Elektromobilität.

HAW-Hamburg: Competence Center für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
Webadresse: www.haw-hamburg.de
E-Mail: petrit.vuthi@haw-hamburg



MARLIES WIEGAND, M.Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Teamleiterin der Gruppe Gebäudetechnik am Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE) der Fachhochschule Westküste. Sie betreut mehrere laufende Forschungsprojekte im Bereich erneuerbare Wärmeversorgung und Quartiersenergiemanagement, u.a. das Kalte-Nahwärme-Projekt „ErdEisIII“ und ist überdies in der Mittelakquise und der Herausgabe der ITE-Schriftenreihe tätig. Darüber hinaus wirkte sie an einem Praxisleitfaden des BTGA mit und engagiert sich im Forschungsnetzwerk EnergiewendeBauen.

Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE) der Fachhochschule Westküste
Webadressen: www.energieforschung.sh/de/forscher-in/marlies-wiegand-df51c3 ;
www.fh-westkueste.de/hochschulprofil/ansprechpartner/mitarbeitende-technik/marlies-wiegand
E-Mail: wiegand@fh-westkueste.de

Abstracts- Vortragsblock I

Vorträge - Erfahrung aus der Umsetzung

Technologien zur experimentellen Untersuchung der Wandlung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung.....	14
Integration von HT-ATES in urbane Fernwärmenetze	16
Nachhaltige Lösungen im Fernwärmeleitungsbau: Einsatz von Recyclingbaustoffen.....	19
Monitoring von Infrarotheizung und Wärmepumpe in Niedrigenergie-Familienhäusern....	21
Entwicklung eines Teststandes für Heizungsregler	23
Erdbeckenwärmespeicher in Deutschland	25

Vorträge - Nutzung von Raumdaten

Strategische Entscheidungsunterstützung in der Regionalen Wärmeplanung.....	27
Initiale Eignungsbereichsermittlung für Wärmeversorgungsoptionen mittels GIS-Analyse	29
Geodatenbasierte Ermittlung von Strategieoptionen für die Wärmeleitplanung	31
Ein Geoinformationssystem mit gebäudescharfen Daten für die kommunale Wärmeplanung einer Großstadt	33
Temperaturkataster zur Analyse der Realisierbarkeit des NT-Ready-Standards im Wohngebäudebestand	35
Techno-economic analysis of utilization of waste heat from a data center combined with a borehole thermal energy storage	37

Technologien zur experimentellen Untersuchung der Wandlung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Anna CADENBACH^{1*}, Dennis LOTTIS¹, Matthias WECKER¹, Fabian THALEMANN¹, Stefan HAY², Daniel HEILER², Stefan DOLLHOPF³, Roland ZIEGLER⁴, Julius VON NEUHOFF⁵, Andre KUNIGK⁶

¹ Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Joseph-Beuys-Straße 8, 34117 Kassel

² AGFW Projekt GmbH, Stresemannallee 30, 60596 Frankfurt/Main

³ HafenCity Universität Hamburg (HCU), Überseeallee 16, 20457 Hamburg

⁴ GEF Ingenieur AG, Ferdinand-Porsche-Straße 4a, 69181 Leimen

⁵ BRUGG Rohrsysteme GmbH, Adolf-Oesterheld-Straße 31, 31515 Wunstorf

⁶ Danfoss GmbH, Carl-Legien-Straße 8, 63073 Offenbach

*Korrespondierender Erstautor. anna.cadenbach@iee.fraunhofer.de

Keywords

Transformation Fernwärme; Experimentelle Untersuchung; Technologieoptionen; Optimierung der Fernwärme.

Abstract

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung gilt als ein Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende. In diesem Zusammenhang widmet sich das Projekt "EnEff:Wärme: UrbanTurn" (FKZ: 03EN3029) der Entwicklung innovativer Ansätze zur Transformation, Dekarbonisierung und Digitalisierung der Fernwärmeversorgung. Gesamtziel des Vorhabens ist es, technische Lösungen für die Wandelung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung unter Berücksichtigung volatiler Drücke und Temperaturen zu identifizieren, neue Auslegungskriterien für Fernwärmesysteme vorzuschlagen und innovative Ansätze für die Betriebsführung und Regelung zu entwickeln. Um den Herausforderungen der Fernwärmereformierung gerecht zu werden und die angestrebten Projektziele zu erreichen, werden experimentelle Untersuchungen in der Versuchsanlage District LAB durchgeführt. Die Versuchseinrichtung für Fernwärmeanwendungen befindet sich aktuell in der Umsetzung. Die neue Einrichtung ermöglicht die experimentelle Erprobung und Optimierung von innovativen Versorgungslösungen und Betriebsmodellen. Das District LAB verfügt über zwei Versuchsfelder. Das erste Feld besteht aus einem flexiblen Testnetz im Quartiersmaßstab, welches die Einspeisung verschiedener volatiler Energiequellen (z.B. erneuerbare Energien oder Abwärme) bei unterschiedlichen Gebäudeenergiebedarfen ermöglicht. Das zweite Feld umfasst eine Rohrteststrecke, mit der die Beanspruchung von Fernwärmeleitungen und Komponenten unter verschiedenen Bedingungen getestet werden kann. Die Durchführung der experimentellen Untersuchungen erfordert die Identifizierung der Herausforderungen bei der Transformation und Dekarbonisierung bestehender Fernwärmenetze und die Analyse der technischen Anforderungen und Barrieren sowie Potenzialen der Digitalisierung. Zu diesem Zweck wurden sogenannte Technologiesets entwickelt und ein dafür geeignetes Messkonzept für die experimentellen Untersuchungen erstellt. Die Technologiesets dienen der Beantwortung spezifischer Forschungsfragestellungen vor dem Hintergrund der Projektziele. Die Messkonzepte dienen wiederum der Erfassung der dafür notwendigen Daten und zur Validierung der Ergebnisse. Für das flexible Testnetz werden Technologiesets verwendet, die die Analyse der Transformation der Hausübergabestationen, die dezentrale Einspeisung mit Prosumern sowie die Digitalisierung von Durchflussventilen umfassen. Die Technologiesets für die Rohrteststrecke berücksichtigen Aspekte wie die Inbetriebnahme der Teststrecke, die Untersuchung der mechanischen Beanspruchung der Rohrleitungen sowie die Untersuchung der Wärmeübertragung zwischen Rohr und Boden. Im Rahmen des Beitrags wird ein Überblick über die Versuchsmöglichkeiten, die Anlagentechnik und Messtechnik sowie eine Kurzzusammenfassung der Technologiesets gegeben. Die Technologiesets stellen im weiteren Projektverlauf des Projektes UrbanTurn eine wichtige Grundlage für die weiteren Forschungsarbeiten dar. Als nächster Schritt ist geplant, diese zunächst simulationsbasiert zu untersuchen. Anschließend sollen experimentelle Untersuchungen an der Versuchseinrichtung District LAB folgen, um die Ergebnisse zu validieren. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden einen signifikanten Beitrag zu notwendigen Wandelung der leitungsgebundene Wärmeversorgung und insbesondere innovative Ansätze für die Betriebsführung und Regelung leisten.

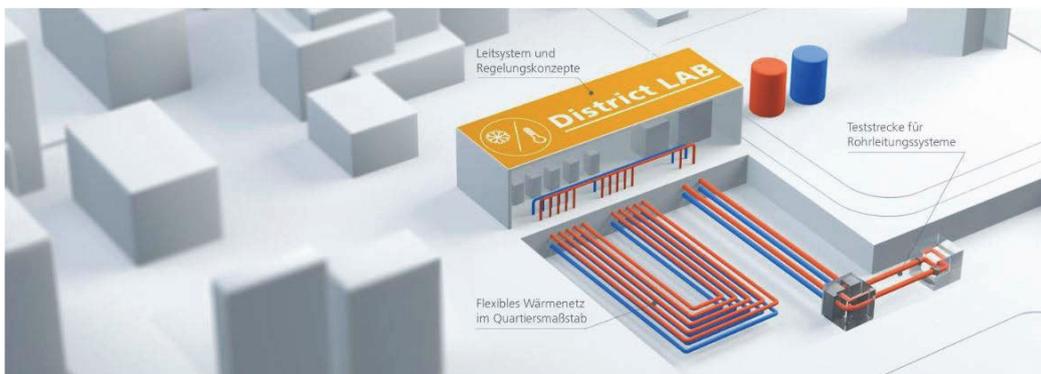


Fig. 1 Schematische Darstellung District LAB

Danksagung

Das Projekt „EnEff: Wärme UrbanTurn: Wandlung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung“ (FKZ 03EN3029 A- F) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. Die Autoren danken dem BMWK für die Förderung und dem PTJ für die Betreuung des Forschungsvorhabens. Das Projektkonsortium besteht aus dem AGFW, BRUGG Rohrsysteme, Danfoss, GEF Ingenieur AG und der HafenCity Universität Hamburg (HCU).

Literaturverzeichnis

- BDEW. (2021). Grüne Fernwärme für Deutschland – Potenziale, Kosten, Umsetzung. Abgerufen von <https://www.bdew.de/energie/die-gruene-fernwaerme-ist-wichtiger-baustein-der-waermewende/>
- Kallert, A., Lottis, D. (2022). Praxisnahe Fernwärmeforschung im Quartiersmaßstab - Versuchs- und Experimentiereinrichtung District LAB. bbr Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie, (03–2022), 24–29.
- Cadenbach, A., et al. (2022). Neubau und Transformation hocheffizienter Wärmenetze im Kontext der Dekarbonisierung und Flexibilisierung unserer Energiesysteme. FVEE Jahrestagung. Abgerufen von <https://www.fvee.de/wp-content/uploads/2023/06/th2022.pdf>
- Hay, S., Heiler, D., Huther, H. (2022). Potenziale für „UrbanTurn“. AGFW Aktuell, 24/22, 01.08.2022.
- Kallert, A., Lottis, D. (2022). EnEff:Wärme: UrbanTurn: Transformation of the urban district heating supply. Poster exhibition by DFBEW, April 7th 2022, online.
- Kallert, A., Lottis, D., Shan, M., Schmidt, D. (2021). New experimental facility for innovative district heating systems—District LAB. Energy Reports, 7, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.09.039>
- Hay, S., Heiler, D., Kallert, A., Lottis, D., Ziegler, R., Weidlich, I., Dollhopf, S. (2022). Fernwärmenetze im Kontext nationaler Klimaziele: Potenziale für „UrbanTurn“. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt a. M., Juni 2022.
- Hay, S., Kallert, A., Lottis, D., Ziegler, R., Weidlich, I., Dollhopf, S. (2022). Existing District Heating Networks in Context of German Climate Goals: Potentials for “URBANTURN”. 2nd International Sustainable Energy Conference 2022 (ISEC), Conference Proceedings, 196-203.
- Lottis, D., Kallert, A. (2022). Simulative comparison of concepts for simultaneous control of heat flow and outlet temperature of heat exchangers for highly flexible use in the test facility “District LAB”. Energy Informatics, 5(S1), 16. <https://doi.org/10.1186/s42162-022-00202-x>

Notizfeld:

Integration von HT-ATES in urbane Fernwärmenetze

Dr. Nikolai STRODEL^{1*}, Dr. Tobias ZIMMERMANN¹, Dr. Henrik PIEPER¹

¹HIR Hamburg Institut Research gGmbH, Paul-Neumann-Platz 5, 22765 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. strodel@hamburg-institut.com

Keywords

Aquifer Thermal Energy Storage, ATES, District Heating, Seasonal Thermal Energy Storage

Abstract

Mit der zunehmenden Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen wächst die Notwendigkeit, thermische Speicherkapazitäten im Netz aufzubauen. Um Wärmequellen wie Geothermie, Solarthermie oder Abwärme aus Industrie oder Müllverbrennungsanlagen effizienter in das Wärmenetz integrieren zu können, werden insbesondere Langzeitspeicher mit Speicherperioden von mehreren Monaten benötigt (Pauschinger et al., 2020). Aquiferspeicher bieten die Möglichkeit, große Mengen an sommerlichen Wärmeüberschüssen aus genannten Wärmequellen im Untergrund zu speichern (Fleuchaus et al., 2018). Aufgrund von Netztemperaturen von $>90^{\circ}\text{C}$ sind Hochtemperatur-Aquiferspeicher (HT-ATES) aus Effizienzgründen zu bevorzugen¹. In dem Forschungsprojekt OptInAquiFer untersucht das Hamburg Institut schwerpunktmäßig, welche Aspekte bei der Integration von HT-ATES aus geologischer, technischer und wirtschaftlicher Perspektive in Abhängigkeit der Netzanforderungen relevant sind. In Zusammenarbeit mit den Praxispartnern Hamburger Energiewerke, badenovaWÄRMEPLUS und den Stadtwerken Augsburg werden netzindividuelle Aquifer-Speicherlösungen entwickelt und untersucht.

In den betrachteten Tiefenbereichen ist davon auszugehen, dass maximale Speichertemperaturen von 90°C nicht wesentlich überschritten werden können². Die Fernwärmenetz-Temperaturen in der Heizperiode liegen in Hamburg und Augsburg jedoch deutlich über 100°C (vgl. Abbildung 2). Eine Rücklaufanhebung durch den ATES kann negative Effekte auf netzhydraulisch nachfolgende Erzeuger haben (z.B. Geothermie/Solarthermie), weswegen eine Integration in den Vorlauf verfolgt wird. Die damit verbundene Anforderung hinsichtlich des Temperaturniveaus bedeutet somit, dass stets die Vorlauftemperatur erreicht werden muss. Dies kann beispielsweise in Kombination mit Wärmepumpen realisiert werden. Um aus Sicht des FW-Netzes als eine vollwertige Wärmequelle betrachtet werden zu können, muss das Speichersystem demnach mindestens aus der Kombination ATES+Wärmepumpe(n) bestehen. Dafür gibt es eine Reihe an Kombinationsmöglichkeiten.

Im Gegensatz zu Erdbeckenspeichern (PTES), die aufgrund hoher Leistungen auch als Multifunktionsspeicher realisiert werden können (z.B. Hoje Taastrup), ist die Leistungscharakteristik von Aquiferspeichern eine andere. Die Leistung eines ATES ist limitiert durch die realisierbare Förderrate bei der Be- bzw. Entladung. Bei großen Netzen können die Leistungsanforderungen an den ATES daher oftmals nur durch weitere Brunnenpaare bedient werden. In den mitteltiefen Bereichen von HT-ATES ist dies jedoch mit großen Investitionskosten verbunden. Es stellt sich somit die Frage, in welchen Konstellationen zusätzlich zum Speichersystem ATES+WP zusätzlich ein Leistungsspeicher (obertägiger Stahltankspeicher) kosteneffizienter ist. Die simulationsbasierten Erkenntnisse auf die genannten Fragestellungen werden in dem Beitrag auf der norddeutschen Wärmekonferenz vorgestellt. Zur Abbildung des Aquifers bzw. der obertägigen Anlage und des Fernwärmenetzes greifen unterschiedliche Softwaretools ineinander. Die Abbildung der Wärmeausbreitung im Untergrund erfolgt durch FEFLOW, die Abbildung und Integration der Speichersysteme in die FW-Netze wird durch TRNSYS-Simulationsstudien untersucht und der kostenoptimale Einsatz der Speichersysteme in den jeweiligen FW-Netzen wird durch eine Einsatzoptimierung in PyPSA berechnet. Die Abbildung der Großwärmepumpen erfolgt durch thermodynamische Modelle in EES unter Verwen-

¹ Erkenntnisse aus bisherigen Simulationsstudien (Arbeitsstand April 2024)

² Zulässige Speichertemperaturen aus wasserchemischer Sicht werden derzeit berechnet

dung einer Schnittstelle zu TRNSYS. Letztlich werden sämtliche Energie- und Massenströme sowie Temperaturen entlang der Kette vom ATES-Wärmetauscher (obertägige Anlage) bis hin zur Übergabestation im FW-Netz berücksichtigt und an das Gesamtsystemmodell übergeben (vgl. Abbildung 3).

Im Fokus des Beitrags stehen folgende Forschungsfragen:

- Welche Aspekte sind bei dem Zusammenspiel von Aquiferspeichern, Großwärmepumpen und Leistungsspeichern zu beachten (Sinnvolle Konfigurationen, Geeignete Kältemittel, Einhaltung Betriebsgrenzen, Komponentenverschaltungen während der Entladung)
- Effekte der ATES-Optimierung (hohe Wärmerückgewinnungsraten) vs. Effekte der Wärmepumpen- Betriebsoptimierung (hohe JAZ) vs. Effekte der Gesamtsystemoptimierung auf Wärmenetzebene (minimale Gesamtkosten bzw. Wasserstoff- oder Biomasseinsatz)

Danksagung

Das Forschungsvorhaben mit dem Förderkennzeichen 03G0918A ist vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und konzentriert sich innerhalb der Förderinitiative „Möglichkeiten und Grenzen thermischer Energiespeicherung in Aquiferen“ auf die Entwicklung von Modellierungswerkzeugen zur Simulation gekoppelter Systeme.

Literaturverzeichnis

-Fleuchaus, P., Godschalk, B., Stober, I., & Blum, P. (2018). Worldwide application of aquifer thermal energy storage – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 861–876. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.057>

-Pauschinger, T., Schmidt, T., Soerensen, P. A., Snijders, A., Djebbar, R., Boulter, R., & Thornton, J. (2020). Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling. IEA-DHC Annex XII, Project 3: Integrated Cost-effective Large-scale Thermal Energy Storage for Smart District Heating and Cooling. Steinbeis Research Institute Solites; PlanEnergi; IFTech International; NRCan; TESS.

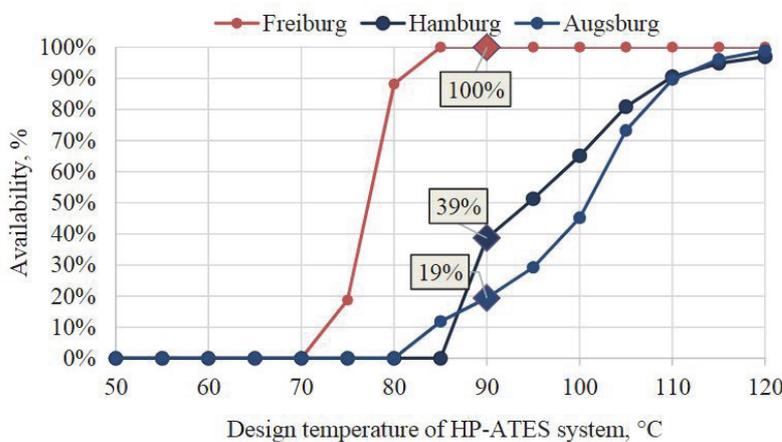


Abbildung 1: Einfluss der Auslegungstemperatur des HP-ATES-Systems auf die Verfügbarkeit im Netz

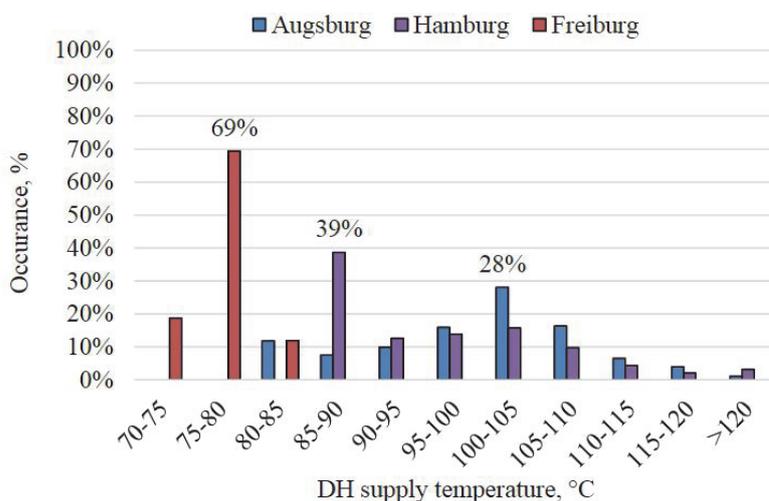


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Netzvorlauftemperaturen

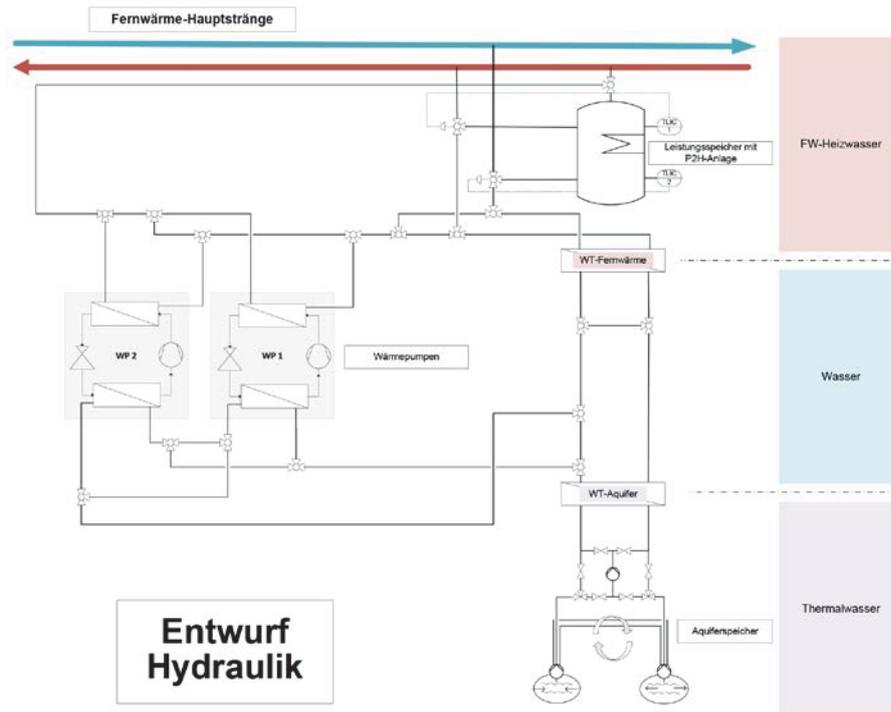


Abbildung 3: Hydraulikschema unter Nutzung eines Leistungsspeichers und zwei Wärmepumpen

Notizfeld:

Nachhaltige Lösungen im Fernwärmeleitungsbau: Einsatz von Recyclingbaustoffen

Stefan DOLLHOPF^{1*}, Ingo WEIDLICH¹,

¹HafenCity Universität Hamburg, Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. stefan.dollhopf@hcu-hamburg.de.

Keywords

Ersatzbaustoffe, Fernwärme, Kreislaufwirtschaft, Tiefbau, Rohrstatik, Wärmeverluste

Abstract

Moderne Fernwärmesysteme spielen eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der deutschen Wärmeversorgung. Daher ist ein signifikanter Ausbau der Fernwärmenetze erforderlich, der derzeit durch gezielte Fördermaßnahmen vorangetrieben wird. Jedoch sind der Bau und die Erweiterung von Wärmenetzen mit einem hohen Verbrauch natürlicher Ressourcen und negativen Umwelteinwirkungen verbunden. Dieser Umstand macht es erforderlich, nachhaltige Lösungen für den Fernwärmeleitungsbau zu identifizieren. Eine vielversprechende Option hierfür ist der vermehrte Einsatz von Recyclingbaustoffen. Kürzlich wurde die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) eingeführt, um den Einsatz von sogenannten Ersatzbaustoffen zu fördern. Hierunter fallen auch Recyclingbaustoffe. Die EBV kategorisiert Baustoffe nach Herkunft, technische Einbau-Qualität und Umweltverträglichkeit, gibt beispielhafte Anwendungen vor und definiert Anwendungsgrenzen. Der Einsatz von Ersatzbaustoffen bei der Erdverlegung von Fernwärmeleitungen stellt jedoch einen speziellen Fall dar, da Fernwärmerohre durch die thermische Beanspruchung wechselnden Spannungs-Dehnungs-Zuständen ausgesetzt sind, welche zu Rohrverschiebungen und folglich zu einem zyklischen Interaktionsverhalten zwischen Rohrleitung und Bettungsmaterial führen. Deshalb wird in der statischen Auslegung besonderes Augenmerk auf die Rohr-Boden Interaktion gelegt und beim Bau ist eine hohe Qualität der technischen Ausführung erforderlich um eine lange Nutzungsdauer der Infrastruktur zu gewährleisten. Bettungsmaterialien von Fernwärmerohren unterliegen deshalb speziellen Anforderungen hinsichtlich der Korngrößenverteilung und der Kornform und es kommen in der Regel bewährte Baustoffe und Bauweisen zur Anwendung. Gleichwohl unterliegen Fernwärmesysteme einer Transformation hin zu geringeren Betriebstemperaturen und einer Dezentralisierung der Wärmeerzeugung. Unter anderem führt dies auch dazu, dass vermehrt Technologien, wie flexible Rohrsysteme und Rohre mit polymeren Mediumrohren verwendet werden. Diese Diversifizierung gibt den Anlass bestehende und bewährte Auslegungskriterien und Anforderungen an Bettungsmaterialien zu überprüfen.

Der Beitrag analysiert die aktuellen Anforderungen an Bettungsmaterialien, bietet einen Überblick über die Anwendung der Ersatzbaustoffverordnung für den Fernwärmeleitungsbau, gibt einen Ausblick auf zukünftige technische Lösungen und Konfigurationen für den Ausbau der Wärmenetze und untersucht das Potenzial für die Anwendung anhand baustoffspezifischer Eigenschaften.

Die Anwendung von Recyclingbaustoffen kann sich auf die Spannungs-Dehnungsverhältnisse auswirken und beeinflusst deshalb auch die Rohrstatik und die Trassierung. Der Einsatz von Recyclingbaustoffen hat nicht nur Einfluss auf die mechanische Beanspruchung der Rohr-Boden Interaktion, sondern es sollten auch weitere Kriterien berücksichtigt werden. Neben potenziellen ökologischen Vorteilen können sich auch die thermischen Eigenschaften der Recyclingbaustoffe auf die Netzverluste auswirken. Zusammenfassend haben Recyclingbaustoffe im Hinblick auf die Transformation der Wärmenetze ein gutes Potenzial für die Anwendung.

Konfigurationen und Potentialanalyse für Hochtemperatur-Wärmenetze				
	Kunststoffmantelrohre			
Mediumrohr	Stahl (P235GH)			Stahl (gewellt)
Auslegungstemperatur	bis 130°C			
Druckstufe	bis PN 25			
Kategorie	Transportleitung	Verteil- und Hausanschlussleitung		
Typ	Starres ERS	Starres ERS	Starres DRS	Flexibles ERS
Durchmesser	≥DN 300	≤ DN 300	≤ DN 200	≤ DN 100
Rohr-Boden-Interaktion	hoch (1)	hoch (1)	mittel (3)	nicht relevant (5)
Verhältnis Netzverluste zu transportierter Wärmemenge	gering (1)	mittel (3)	mittel (3)	mittel-Hoch (4)
Auswirkung auf ökologisches Potenzial (Menge Bettungsmaterial)	hoch (5)	mittel bis hoch (3)	mittel (3)	gering bis mittel (2)
Potentialeinschätzung	mittel (7)	mittel (7)	Mittel (9)	mittel bis hoch (11)

Fig. 1 Beispiel für die Potentialanalyse

Danksagung

Das dieser Studie zugrundeliegende Vorhaben aus dem Forschungsprojekt „EnEff: Wärme: UrbanTurn Wandlung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung“ wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages unter dem Förderkennzeichen 03EN3029F gefördert. Die Förderung wird von den Autoren dankbar anerkannt.

Notizfeld:

Monitoring von Infrarotheizung und Wärmepumpe in Niedrigenergie-Familienhäusern

Robert PUKNAT ^{1*}, Wilfried SCHMIDTKE¹, Raphael NIEPELT^{1,2}

¹Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH), Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

²Institut für Festkörperphysik, Leibniz Universität Hannover, Appelstraße 2, 31167 Hannover

*puknat@isfh.de

Keywords

Energiebilanzen; Energiemanagement; Energieversorgungskonzepte; Heizsystemoptimierung; Holzbau; Monitoring

Abstract

In einer Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) und der Firma Talis-Holz Häuser wird aktuell die Energieeffizienz von fünf Einfamilienhaus-Neubauten untersucht. Das Forschungsprojekt evaluiert zwei grundsätzliche Heiz- und Energieversorgungskonzepte: einerseits die Kombination aus Infrarot-(IR-)Scheibenheizungen, Photovoltaik (PV) und Energiespeichern und andererseits den Einsatz von Wärmepumpen (WP) in Kombination mit Fußbodenheizung. Im Fokus des Projekts steht die Messung von realen Energiebilanzen in bewohnten und wärmetechnisch hocheffizienten Neubauten. Dieses energetische Monitoring der Versuchsgebäude dient der Untersuchung der Praxisfunktionalität der Systeme und wird im Projekt durch Laborexperimente und Simulationen ergänzt.

Die zentrale Fragestellung ist, ob Plusenergiehäuser mit einfacher Heiztechnik, aber sehr guter Isolierung wirtschaftlicher und nachhaltiger sein könnten als Häuser mit aufwändigerer und effizienterer Heiztechnik. Die durch die Wahl der günstigeren Heiztechnik freiwerdenden Investitionen können im ersten Fall für eine größere PV-Anlage genutzt werden, was die Autarkiequote erhöht und den Return of Investment (ROI) beschleunigt. Die Verbindung von effizienter Gebäudedämmung und einfachen Heiztechnologien könnte unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit und Fachkräftemangel so besonders empfehlenswert sein. Die Kombination aus Simulationen, Laborexperimenten und Feldmessungen dient der Weiterentwicklung des Konzepts. Gebäudesimulationen in TRNSYS ermöglichen eine Bewertung der Übertragbarkeit auf eine Vielzahl von Gebäudegrundrissen und TGA-Konzepten sowie die Emulation einer validierten Hardware in the Loop (HiL)-Testumgebung. Alle verbauten Komponenten, darunter Wärmepumpen und Scheibenheizungen, wurden dafür im Labor genau vermessen, um die Simulationsmodelle zu parametrisieren. Die HiL-Umgebung wird für die Weiterentwicklung des Energiemanagement-Konzepts und der Ansteuerung von IR-Scheibenheizungen und WP genutzt. In Kooperation mit der Firma Wolf-Technik wird im Rahmen des Projektes zusätzlich ein Prototyp einer Kombi-WP mit erweiterten Steuermöglichkeiten für den Einsatz in Niedrigenergiehäusern entwickelt und vermessen.

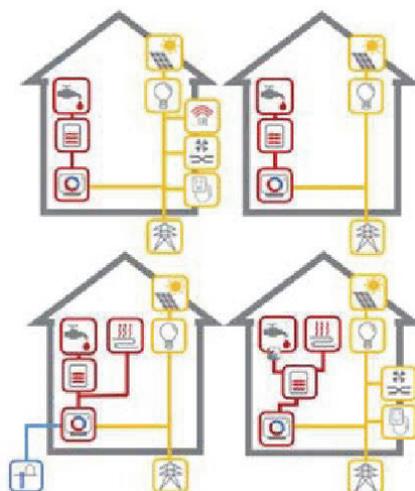


Fig. 1 Beispielhafte Systemkonfigurationen.

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Vorhaben „EnOB: Erneuerbare Energieversorgung für Familienhäuser - integriert & optimiert“, Kurzbezeichnung „EEFH-IO“, wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03EN1035A aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung. Wir danken der Firma Talis-Holzhäuser für ihre Unterstützung und Kooperation, der Firma Wolf-Technik für ihren Beitrag zur Entwicklung und Umsetzung der technischen Lösungen, sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Förderung unserer Forschungsarbeit. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt ausschließlich bei den Autoren.

Notizfeld:

Entwicklung eines Teststandes für Heizungsregler

Ina HERRMANN^{1*}, Moritz VERBECK¹

¹HAW Hamburg, Am Schleusengraben 24, 21029 Hamburg

*Korrespondierende Erstautorin. Ina.herrmann@haw-hamburg.de

Keywords

Effizienzsteigerung; Hardware-in-the-Loop; Regelungsoptimierung; Spitzenlastreduktion; Wärmeübergabestation

Abstract

Der Ausbau der Fernwärmeversorgung bei zeitgleichem Austausch der konventionellen Erzeugungsanlagen hin zu erneuerbare Erzeugungsanlagen liefert einen wichtigen Beitrag zum Einhalten der Klimaziele. Mit dem Zuwachs von Kundenanlagen müssen zukünftig auch die Fernwärmenetze entsprechend ausgebaut werden, wobei erneuerbare Spitzenlastabdeckung einen kritischen Faktor darstellt. Dabei spielt die Spitzenlastreduktion in Wärmenetzen eine wichtige Rolle, um den Einsatz von teuren und fossilen Spitzenlasterzeugern zu minimieren. Im Verbundvorhaben CTRL-Peaks forscht die HAW Hamburg deshalb gemeinsam mit den Hamburger Energiewerken (HENW) an dem Einfluss von kundenseitigen Heizungsreglern auf Lastspitzen. Da die Vorlauftemperatur der Verbraucher durch die Regler in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt wird, können beispielsweise durch einen plötzlichen Abfall der Außentemperatur Lastspitzen entstehen. In CTRL-Peaks wird untersucht, durch welche regelungstechnischen Anpassungen der kundenseitig gesteuerten Wärmeübergabestationen eine Spitzenlastreduktion ermöglicht werden kann. Um gängige Heizungsregler und deren regelungstechnische Anpassungen testen zu können, wurde im Rahmen des Projektes ein Teststand für Heizungsregler entwickelt (vgl. Abbildung 1). Basierend auf einer Analyse der bestehenden Heizungsregler im Wärmenetz der HENW wurden vier verschiedene, häufig verbaute Heizungsregler für den Teststand ausgewählt. Motorpotentiometer im Teststand ermöglichen die Vorgabe einer Außentemperatur als Eingangssignal für die Regler. Sie orientieren sich an gängigen Widerstandssensoren zur Temperaturmessung. Die Ausgangssignale der Heizungsregler (z.B. Stellsignale) werden durch den Teststand gemessen und visualisiert. Des Weiteren kann der Teststand mit der HAW-eigenen Simulationsumgebung Jarvis gekoppelt werden. Dadurch kann die Reaktion der Heizungsregler auf unterschiedliche simulierte Szenarien im Wärmenetz betrachtet werden. Die Ausgangs- und Eingangssignale zwischen Simulation und Teststand werden hierfür über Modbus TCP in Echtzeit übertragen. In CTRL-Peaks wird der Teststand einerseits genutzt, um das Verhalten der Heizungsregler bei einem plötzlichen Außentemperaturabfall zu analysieren und andererseits, um eine Box zur Dämpfung von Lastspitzen zu testen und zu optimieren, bevor sie für Feldtests genutzt wird. Der Teststand bietet über das Forschungsprojekt hinaus Möglichkeiten zur systematischen Untersuchung von Heizungsreglern und ggfs. zwischengeschalteter Komponenten, die so im Feld nicht möglich wären. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Spitzenlasten und Rücklauftemperaturen liefern.



Fig. 1 Teststand für Heizungsregler am Technologiezentrum Energie-Campus

Danksagung

Dank geht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung des Verbundvorhaben: EnEff:Wärme: CTRL Peaks – Spitzenlastreduktion im Fernwärmesystem Hamburg durch Anpassung der kundenseitigen Regelung mit dem Förderkennzeichen 03EN3064A.

Notizfeld:

Erdbeckenwärmespeicher in Deutschland

Stefan MARETZKI^{1*}, Ole NIENABER¹

¹Ramboll Deutschland GmbH, Jürgen-Töpfer-Str. 48, 22763 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. stefan.maretzki@ramboll.com

Keywords

Wärmenetze, Saisonaler Wärmespeicher, Pit Thermal Energy Storage, Wärmespeicherung, Kommunale Wärmeplanung, Transformationsplanung, Wärmewende

Abstract

Bereits seit nahezu zwei Jahrzehnten werden Erdbeckenwärmespeicher (engl.: Pit Thermal Energy Storages, PTES) in Dänemark erfolgreich für eine nachhaltige Wärmeversorgung in Nah- und Fernwärmenetzen in Kombination mit Freiflächen-Solarthermieanlagen eingesetzt. Die saisonalen Speicher ermöglichen dabei eine Verlagerung der vorrangig in den Sommermonaten gewonnenen solaren Wärmeenergie in die Heizperiode der kalten Wintermonate. Auch hierzulande rücken Wärmespeichertechnologien verstärkt in den Fokus von Versorgern und Wärmenetzbetreibern, welche innerhalb vergleichsweise kurzer Zeiträume auf Grund der gesetzlichen Vorgaben die Dekarbonisierung ihrer Wärmeversorgung vorantreiben müssen. Die systemische Einbindung wird im Zuge der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung und von Transformationsplänen sowohl für Bestandsinfrastrukturen als auch für neue Wärmenetze eine relevante Rolle spielen. Neben der solaren Wärmeerzeugung werden dabei auch alternative Wärmequellen in Betracht gezogen. Mit der 2023 vollbrachten Fertigstellung des ersten großskaligen Erdbeckenwärmespeichers in Meldorf (Kreis Dithmarschen, Schleswig-Holstein) ist ein erster wegweisender Schritt in diese Richtung erfolgt. Weitere Projekte befinden sich derzeit in der Planung oder Ausführung. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die bereits umgesetzten Projekte in Dänemark sowie in Meldorf und geht auf die dabei gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse ein. Darüber hinaus wird anhand von Fallbeispielen aufgezeigt, unter welchen Randbedingungen die Einbindung eines saisonalen Wärmespeichers sinnvoll ist und anhand welcher Parameter eine optimierte Auslegung erfolgen kann. Dabei werden sowohl systemische Voraussetzungen wie eine notwendige Erzeuger- und Abnehmerstruktur, als auch standortspezifische Faktoren, die unter anderem die Effizienz eines PTES beeinflussen können, beleuchtet. Um Erdbeckenwärmespeicher zu einer zukunfts- und konkurrenzfähigen Technologie weiterentwickeln und die Speicherkapazitäten hierzulande spürbar ausbauen zu können, werden abschließend ausgewählte Aspekte aus Bau und Betrieb näher beleuchtet, um das zweifellos vorhandene Potenzial noch besser nutzen und PTES zu einer entscheidenden Komponente der Wärmewende etablieren zu können. Dabei richtet sich der Blick nicht ausschließlich auf planerische Herausforderungen, sondern auch auf Fragestellungen, zu denen die Wissenschaft ihren Beitrag leisten kann.



Fig. 1 Erdbeckenwärmespeicher im Bau.

Notizfeld:

Strategische Entscheidungsunterstützung in der Regionalen Wärmeplanung

Moritz ELBESHAUSEN^{1*}, Karl-Kiên CAO², Jan BUSCHMANN², Marvin SCHNABEL¹, Thomas VOGT², Robert STEINBERGER-WILCKENS², Sascha KOCH¹

¹Jade Hochschule, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG), Ofener Straße 16/19, 26121 Oldenburg

²Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) - Institut für Vernetzte Energiesysteme, Carl-von-Ossietzky-Straße 15, 26129 Oldenburg

*Korrespondierender Erstautor: moritz.elbeshausen@jade-hs.de

Keywords

Energieplanung, Wärmeplanung, Energiewende, Sektorenkopplung, Regionale Strategische Energieplanung (ReStEP), Renewable Energy Mix (REMIX)

Abstract

Die Energiewende erfordert einen regionalen Ausbau von erneuerbaren Energien. Im zukünftigen klimaneutralen Energiesystem wird hierzu eine Vielzahl an Standorten für die Bereitstellung dieser Energie erforderlich. Diese werden benötigt, um sowohl Strom als auch Wärme und Treibstoffe für die verschiedenen Säulen des Energiesystems zu gewinnen. Die Planung entsprechender Anlagen zur Erzeugung, Verteilung und Nutzung erneuerbarer Energien ist mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden, wie der Berücksichtigung vielfältiger rechtlicher Rahmenbedingungen, sektorenübergreifender Synergieeffekte und der Interessen verschiedener regionaler und überregionaler Akteure (Wietschel et al. 2019). Darüber hinaus sind sektorenübergreifende Betriebskonzepte und Handlungsempfehlungen erforderlich, um den Akteuren eine gesamtheitliche strategische Entscheidungsunterstützung zu liefern.

Lokale Akteure benötigen ein Modell zur Bestimmung des Potenzials für regionale emissionsfreie Wärme- und Stromerzeugung, um datengestützte Entscheidungen zum zukünftigen Energiesystem treffen zu können und die Klimaschutzziele zu erreichen (Schnabel et al. 2024). Dazu wird ein Modell entwickelt und mit lokalen Einschränkungen und Anforderungen, wie zum Beispiel dem Wärmebedarf von Gebäuden oder der benötigten Kapazität für Energiespeicherung, parametrisiert. Grundlage für die Modellierung ist das Modellierungsframework REMIX, das Potenziale für emissionsarme Energieträgerbereitstellung in einer Region bestimmt (DLR 2024). Dessen Ergebnisdaten werden zusammen mit Analysemethoden zur geodatenbasierten Energieplanung und vorhandenen Geodaten zu Gebäuden kombiniert und in Form von Dashboards als interaktives Cockpit visuell aufbereitet (siehe Abb.1). Akteure haben somit die Möglichkeit, die modellierten Szenarien individuell anzupassen, um eigene Erkenntnisse für die zukünftige Entwicklung der Region zu generieren. Damit liefert das Cockpit wertvolle Entscheidungsunterstützung z. B. in der Wärmeplanung für die gezieltere Beauftragung von Machbarkeitsstudien. Auf diese Weise können Maßnahmen, die zum Erreichen der Klimaneutralität beitragen, regional besser geplant und lokal umgesetzt werden (Mauthner et al. 2018). Als exemplarischer Anwendungsfall wird das Modell im Landkreis Wesermarsch evaluiert, da dieser ein hohes Potenzial für die Erzeugung erneuerbaren Stroms und leicht zugängliche Energieinfrastruktur (Onshore-Windparks und vorhandene Druckluftenergiespeicher-Kraftwerke) aufweist. Das Ziel ist es, Aussagen über technisch und wirtschaftlich geeignete regionale Standorte für z. B. Elektrolyseure oder Speicheranlagen zu ermöglichen (Elbeshausen et al. 2023). Unter Einbeziehung von Zusammenhängen wie z. B. der lokalen Nachfrage nach Wärme, Strom, Gasen und Treibstoffen soll, durch die Kombination verschiedener Ansätze im Kontext der geodatenbasierten Energieplanung, ein positiver Beitrag zur Energiewende geleistet werden.

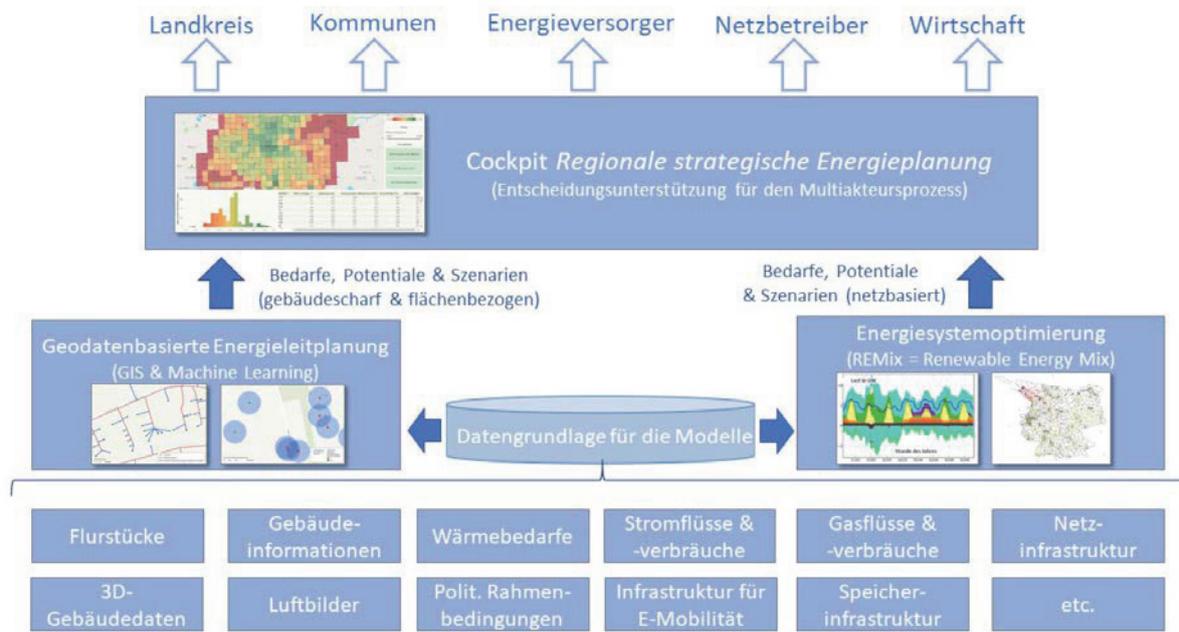


Abb. 1. Zusammenführung von geodatenbasierter Energieleitplanung und Energiesystemoptimierung in einem Cockpit für die strategische Entscheidungsunterstützung

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) für die Förderung der Arbeiten im Projekt Regionale Strategische Energieplanung (ReStEP), welches im Rahmen der zusätzlichen Förderung von Wissenschaft und Technik in Forschung und Lehre aus Mitteln des Programms Spitzenforschung für Niedersachsen (vormals Nieders. Vorab) finanziert wird.

Literaturverzeichnis

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) (2024): What is REMix?, <https://dlr-ve.gitlab.io/esy/remix/framework/dev/about/introduction.html#about-introduction>
- Elbeshausen, M.; Koch, S.; Cao, K.; Steinberger-Wilckens, R.; Buschmann, J. (2023): Energieversorgung regional und strategisch planen. Wissen hoch N – Wissen aus Hochschulen in Niedersachsen, doi: <https://doi.org/10.60479/XY-NE-2C19>
- Mauthner, Franz & Leusbrock, Ingo & Nageler, Peter & Heimrath, Richard & Schardinger, Ingrid & Biberacher, Markus. (2018). Räumliche Energieplanung in Städten und Kommunen. 2018. 44-48.
- Schnabel, M.; Elbeshausen, M.; Erdmann, S.; Koch, S. (2024): Participatory Processes in Geodata-Based Thermal Energy Planning. Innovations and challenges of the energy transition in smart city districts, doi: 10.1515/9783110777567
- Wietschel, Martin et al. (2019): Integration erneuerbarer Energien durch Sektorkopplung: Analyse zu technischen Sektorkopplungsoptionen, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, Umweltbundesamt (Hrsg.), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-12_cc_03-2019_sektrokopplung.pdf

Notizfeld:

Initiale Eignungsbereichsermittlung für Wärmeversorgungsoptionen mittels GIS-Analyse

Timmy SCHWARZ^{1*}, Marvin SCHNABEL², Yannick GERLING¹, Moritz ELBESHAUSEN²

¹Hochschule Bremen, Fakultät 2, Abt. Bau und Umwelt, Neustadtwall 30, 28199 Bremen

²Jade Hochschule Oldenburg, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG), Ofener Straße 16/19, 26121 Oldenburg

*Korrespondierender Erstautor: timmy.schwarz@hs-bremen.de

Keywords

Geodatenbasierte Wärmeleitplanung ; Geoinformationssysteme ; Wärmelinienindichte ; Wärmeplanung ; Wärmewende

Abstract

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung, bestehend u. a. aus Bestands- und Potenzialanalyse, stellt Kommunen und die beteiligten Akteure zum Teil vor große Herausforderungen, wie z. B. die Identifikation von Vorranggebieten für die im Wärmeplanungsgesetz geforderten Maßnahmen. Der vorgestellte Ansatz mittels ArcGIS Pro Workflow (vgl. Knies et al., 2024) kann hierbei eine erste Orientierungshilfe darstellen: Mit in der Regel vorliegenden Geodaten (Gemeindegrenzen, Wärmeverbrauchs- oder -bedarfsdaten, Straßennetz sowie Baublöcken bzw. weiteren räumlichen Betrachtungsebenen) lassen sich mit dem anpassbaren Modell erste Übersichtsergebnisse erzeugen. Die hierbei erstellte räumliche Visualisierung von Eignungsbereichen für unterschiedliche Wärmeversorgungsoptionen von der Fernwärme, über (kalte) Nahwärmenetze bis hin zur Einzelversorgung liefert schnell und intuitiv erfassbar einen räumlichen Überblick der bedarfsseitigen Abschätzung zu Wärmeversorgungsoptionen und kann darüber hinaus auch mit Blick auf erwartbare Reduktionsszenarien (fortschreitende Gebäudesanierungen mit einhergehend geringerem Wärmebedarf) angepasst werden. Der Ansatz zeichnet sich neben der einfachen Anwendbarkeit für eine oder mehrere Kommunen zudem durch folgende Eigenschaften aus: Erstens berücksichtigt er sog. Nachbarschaftseffekte, welche bei einer einfachen Aggregation von Wärmebedarfen ansonsten außer Acht gelassen würden. Dies betrifft ebenso die Wärmelinienindichte, welche sich explizit unter Berücksichtigung direkt benachbarter Gebiete auf die Eignung für bestimmte Versorgungsoptionen auswirkt. Durch die zugrundeliegende Fuzzy Logik (Knies, 2023, S. 8–10) entstehen dadurch gezielt unscharfe Bereiche, die in diesem Ansatz als indifferente Gebiete ausgegeben werden (s. a. Fig. 1). Da die aus dem Modell erzeugbaren Ergebnisse keine Detailplanung vorwegnehmen sollen, sondern zur Unterstützung der strategischen Planung dienen, bleiben in Übergangsbereichen bewusst offene Entscheidungsspielräume vorhanden. Diese weisen so auf genau jene Gebiete hin, die z. B. aufgrund ihrer Lage und damit verbundener Nachbarschaft in eben diesem Kontext bei der Detailplanung besonders beachtet werden müssen. Um den Akteuren neben statisch erzeugten Ergebnissen des beschriebenen Workflows weitere interaktive Entscheidungsunterstützung zu bieten, wurde am Beispiel der Städte Oldenburg und Bremen an weitergehenden Konzepten und WebGIS-Anwendungen gearbeitet (vgl. Schnabel et al., 2023 und Gerling & Schwarz, 2024). Diese ermöglichen eine dynamische Anzeige von Parametern zur Einstellung und das Visualisieren verschiedener Filteroptionen bzw. den Vergleich unterschiedlicher Szenarien. Insgesamt wird dadurch das Ziel erreicht, entsprechend des Open Science Ansatzes schnelle und transparente Überblicke erzeugen zu können. Es ist geplant, dass in Kooperation mit weiteren Hochschulen hierzu eine Umsetzung mittels QGIS sowie die Validierung der Ergebnisse auf Baublockebene fortgeführt und in vorhandene Lösungen integriert wird.

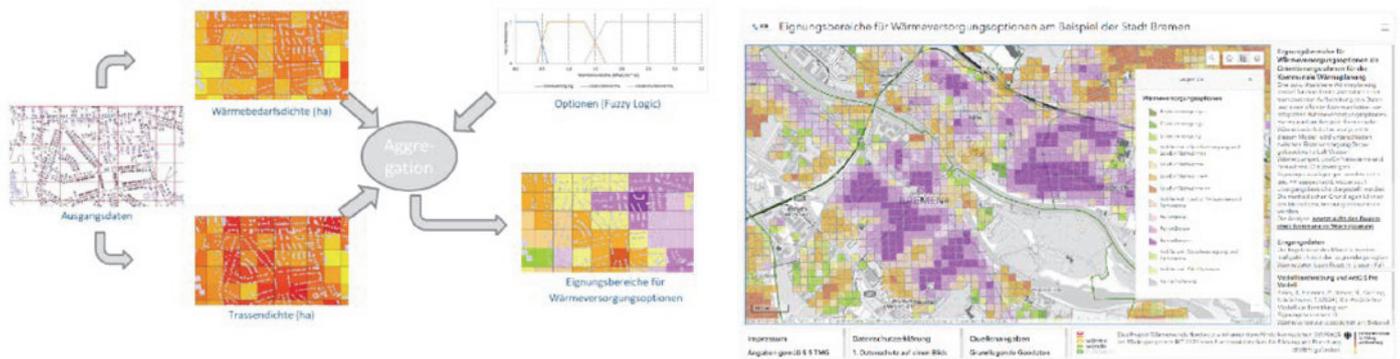


Fig. 1 Ermittlung der Eignungsbereiche für Wärmeversorgungsoptionen (Knies, 2023, S. 9) und beispielhafte Ergebniserzeugung in einem Dashboard.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim BMBF für die Förderung des Projektes WärmewendeNordwest - Digitalisierung zur Umsetzung von Wärmewende- und Mehrwertanwendungen für Gebäude, Campus, Quartiere und Kommunen im Nordwesten - Arbeitspakete: Potentiale für eine stadtweite und quartiers-bezogene Transformation der Wärmeversorgung sowie Bildungsformate für nachhaltige Entwicklung (Förderkennzeichen: 03SF0624H) und Strategische Energie- und Wärmeplanung (Förderkennzeichen: 03SF0624J).

Literaturverzeichnis

- Gerling, Y. & Schwarz, T. (2024). Dashboard-Anwendung zur Eignungsbereichsdarstellung von Wärmeversorgungsoptionen. In 3R Fachzeitschrift für sichere und effiziente Rohrleitungssysteme (03 2024, S. 50–53). (Erstveröffentlichung 31.03.2024)
- Knies, J. (2023). Modellentwicklung für die kommunale Wärmeplanung. <https://doi.org/10.26092/elib/2086>
- Knies, J., Heinrich, P., Steyer, N., Gerling, Y. & Schwarz, T. (2024). Ein ArcGIS-Pro-Modell zur Ermittlung von Eignungsbereichen für Wärmeversorgungsoptionen am Beispiel der Stadt Bremen. <https://doi.org/10.26092/elib/2640>
- Schnabel, M., Elbeshausen, M., Niemeyer, M., Fincken, M., Raß, B. & Koch, S. (2023). Entscheidungsorientierte Aufbereitung von Potentialen zur Nutzung von Wärmepumpen im Kontext der geodatenbasierten Wärmeleitplanung: Versorgung mit Wärme und Kälte im Quartier und kommunale Wärmeplanung. <https://doi.org/10.48547/202310-021>

Notizfeld:

Geodatenbasierte Ermittlung von Strategieoptionen für die Wärmeleitplanung

Marvin SCHNABEL^{1*}, Moritz ELBESHAUSEN¹, Mareike FINCKEN¹, Sascha KOCH¹

¹Jade Hochschule Oldenburg, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG), Ofener Straße 16/19, 26121 Oldenburg

* Korrespondierender Erstautor: marvin.schnabel@jade-hs.de

Keywords

Wärmewendestrategie; Eignungsbereiche; Geodatenanalyse; Wärmewende

Abstract

Die Wärmeleitplanung ist ein strategischer Prozess zur Planung der Transformation der Wärmeversorgung. Das Ziel der Wärmeleitplanung ist dabei eine klimaneutrale und wirtschaftliche Wärmeversorgung (Riechel & Walter, 2022). In der Wärmeleitplanung muss eine Transformationsstrategie für die Wärmeversorgung in einem Betrachtungsgebiet, das in der Regel eine gesamte Kommune umfasst, abgeleitet werden. Die Konzepte für die zukünftige Wärmeversorgung, die gefunden werden müssen, müssen dabei an die lokalen Rahmenbedingungen angepasst sein (Kienzlen & Peters, 2021). Kommunen kommt eine zentrale Rolle im Prozess der Wärmeleitplanung zu und wirken steuernd und koordinierend (Kienzlen & Peters, 2021; Kluge et al., 2023; Riechel & Walter, 2022). Unter den Wärmeversorgungstechnologien, die für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung geeignet sind, sind dezentrale Versorgungsoptionen wie zum Beispiel Wärmepumpen und die zentrale Wärmeversorgung durch Wärmenetze (Engelmann et al., 2021). Im Prozess der Wärmeleitplanung werden in einem Betrachtungsgebiet für verschiedene Wärmeversorgungsoptionen Eignungsbereiche ermittelt. Die Ermittlung von Eignungsgebieten kann auf der Grundlage der Ergebnisse der Bestandsanalyse, die den Anfang der Wärmeleitplanung bildet und in der unter anderem bestehende Wärmebedarfe räumlich verortet ermittelt werden, durchgeführt werden (Knies, 2023). Dafür können geodatenbasiert Kennzahlen für verschiedene Wärmeversorgungsoptionen ermittelt werden (Erdmann et al., 2021; Schnabel et al., 2023).

In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie aus den Ergebnissen einer Bestandsanalyse geodatenbasiert bedarfsseitige Eignungsgebiete für verschiedene Wärmeversorgungsoptionen abgeleitet werden können. Dafür wird eine räumliche Identifikation von Eignungsgebieten nach (Knies et al., 2024) auf Grundlage von gebäudescharfen Wärmebedarfen durchgeführt. Anschließend werden die auf Rasterebene ermittelten Zwischenergebnisse auf die Straßenzugesebenen heruntergebrochen, um die Ergebnisse auf einer infrastrukturellen Ebene darzustellen. Darauf aufbauend können Strategieoptionen für die Transformation der Wärmeversorgung einer Kommune abgeleitet werden. Hierbei werden auf der Grundlage der bedarfsseitig ermittelten Eignungsgebiete erste Abschätzungen getroffen, in welchen Bereichen eines Betrachtungsgebiets zentrale Wärmeversorgungsoptionen zum Einsatz kommen könnten. Dabei können verschiedene Optionen dargestellt werden. Hierbei kann aufgezeigt werden, wo Eignungsgebiete für Wärmenetze ggf. zu Wärmenetzclustern zusammengefasst werden können. Die ermittelten Bereiche können in der Potentialanalyse, in der Potentiale für die Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien ermittelt werden, vertieft betrachtet werden, was Voraussetzung für eine konkrete Umsetzung einer Maßnahme ist. Am Beispiel einer Kommune wird aufgezeigt, wie Eignungsgebiete bedarfsseitig ermittelt werden können, um frühzeitig nächste Planungsschritte einleiten zu können. So kann beispielweise näher untersucht werden, ob die Möglichkeit eines stadtweiten Wärmenetzes weiter betrachtet werden soll und wo konkret nach Wärmeerzeugungspotentialen gesucht werden soll.

Danksagung

Die Autor_innen bedanken sich beim BMBF für die Förderung des Projektes WärmewendeNordwest - Digitalisierung zur Umsetzung von Wärmewende- und Mehrwertanwendungen für Gebäude, Campus, Quartiere und Kommunen im Nordwesten (Förderkennzeichen: 03SF0624J).

Literaturverzeichnis

- Engelmann, P., Köhler, B., Meyer, R., Dengler, J., Herkel, S., Kießling, L., Quast, A., Jessica, B., Bär, C., Sterchele, P., Heilig, J., Bürger, V., Braungardt, S., Hesse, T., Sandrock, M., Maaß, C. & Strodel, N. (2021). Systemische Herausforderung der Wärmewende. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-26_cc_18-2021_waermewende.pdf
- Erdmann, S., Belkot, T., Friebe, F., Gravenhorst, T. & Koch, S. (2021). GIS-Analysen für eine kleinräumige multikriterielle Wärmeleitplanung. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 2021(7), 226–238. <https://doi.org/10.14627/537707024>
- Kienzlen, V. & Peters, M. (2021). Kommunale Wärmeplanung als Beitrag zur systematischen Erschließung von Klimaschutz im Wärmemarkt. In U. Sahling (Hrsg.), *Kommunaler Klimaschutz in Deutschland am Beispiel der Region Hannover - Think global - act local* (1. Auflage 2021, S. 215–225). Springer Berlin; Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62022-9_47
- Kluge, C., Bourgault, J. & Borghardt, S. (2023). Forschungsbericht. Empirische Untersuchungen zur Anwendungspraxis der kommunalen Wärmeplanung. https://adelphi.de/system/files/document/2-BMWK-KoWaP-FKz03EI5214B-Forschungsbericht_0.pdf
- Knies, J. (2023). Modellentwicklung für die kommunale Wärmeplanung. <https://doi.org/10.26092/elib/2086>
- Knies, J., Heinrich, P., Steyer, N., Gerling, Y. E. & Schwarz, T. (2024). Ein ArcGIS-Pro-Modell zur Ermittlung von Eignungsbereichen für Wärmeversorgungsoptionen am Beispiel der Stadt Bremen. <https://doi.org/10.26092/elib/2640>
- Riechel, R. & Walter, J. (2022). Kurzgutachten Kommunale Wärmeplanung. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kurgutachten-kommunale-waermeplanung>
- Schnabel, M., Elbeshausen, M., Niemeyer, M., Fincken, M., Raß, B. & Koch, S. (2023). Entscheidungsorientierte Aufbereitung von Potentialen zur Nutzung von Wärmepumpen im Kontext der geodatenbasierten Wärmeleitplanung. <https://doi.org/10.48547/202310-021>

Notizfeld:

Ein Geoinformationssystem mit gebäudescharfen Daten für die kommunale Wärmeplanung einer Großstadt

Maik GÜNTHER ^{1*}, Daniel ZINSMEISTER ¹

¹ Stadtwerke München GmbH, Emmy-Noether-Str. 2, 80992 München
*Korrespondierender Erstautor. guenther.maik@swm.de

Keywords

Datenschutz, Data Science, Hemmnisse, Modell München, Quartiere, Wärmeplanungsgesetz, Wärmewende

Abstract

Eine funktionierende Wärmewende ist die Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende als Ganzes. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung das Ziel gesetzt, bis 2045 ausschließlich erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme im Wärmesektor zu nutzen. Hierfür wurde u. a. das Wärmeplanungsgesetz geschaffen, in dem die Erstellung kommunaler Wärmepläne geregelt ist. Grundsätzlich muss eine kommunale Wärmeplanung (kWP) im Kern als Data Science Projekt verstanden werden, bei dem u. a. besondere Anforderungen an den Datenschutz (z. B. bei gemessenen Verbräuchen für Einfamilienhäuser) bestehen. So haben die Stadtwerke München mit dem Modell München ein gebäudescharfes Geoinformationssystem erstellt, welches die Belange des Datenschutzes berücksichtigt und im Rahmen eines Nutzungsvertrages vom Referat für Klima- und Umweltschutz der Landeshauptstadt München für die kWP und die anschließende Quartiersarbeit genutzt wird. Dabei bildet das Modell München die datentechnische Grundlage der kWP und kann in all ihren Phasen eingesetzt werden – beispielhaft ist ein Tableau-Dashboard zur Bestandsanalyse in Abbildung 1 dargestellt. Neben Verfahren zur Anonymisierung ermöglicht die Kopplung des Modell München mit dem Multiagentensystem Invert/EE-Lab von e-think energy research die gebäudescharfe Bestimmung aller Endenergiebedarfe auf Basis technischer Gebäudemerkmale.



Fig. 1 Tableau-Dashboard beim Modell München für die Bestandsanalyse.

Die Ergebnisse wurden mittels statistischer Größen an gemessenen Verbräuchen kalibriert. Dadurch können zudem verlässliche Zukunftsszenarien hinsichtlich der Sanierungsrate und -tiefe sowie bzgl. der Wahl von Systemen zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung berechnet werden. Im Modell München sind auch regional aufgelösten Versorgungs- und Sanierungspotenziale enthalten. Hierdurch ist es u. a. möglich, Anfragen von Bürgerinnen und Bürgern hinsichtlich der Eignung und Verfügbarkeit von Fernwärme oder lokalen Wärmenetzen, aber auch bzgl. dezentraler Lösungen wie Luft- oder Grundwasser-Wärmepumpen sehr detailliert zu beantworten.

Notizfeld:

Temperaturkataster zur Analyse der Realisierbarkeit des NT-Ready-Standards im Wohngebäudebestand

Abdulraheem SALAYMEH^{1,3,*}, Tanja MEHRING², Felix KLEFF², Irene PETERS³, Erik BERTRAM², Sebastian FÖSTE², Stefan HOLLER¹

¹HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Fak. Ressourcenmanagement, Büsingenweg 1A, 37077 Göttingen und

²Fak. Management, Soziale Arbeit, Bauen Kunst, Billerbeck 2, 37603 Holzminden

³HafenCity Universität Hamburg, Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. abdulraheem.salaymeh@hawk.de.

Keywords

Modernisierung; NT-Readiness; Open Data; Temperaturkataster.

Akronyme – Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG); Niedertemperatur-Ready (NT-Ready); Technischen Mindestanforderungen (TMA).

Abstract

In der Praxis ist längst nicht jedes Gebäude für die Integration erneuerbarer Energien vorbereitet. Oft sind es die hohen erforderlichen Temperaturen im Heizungssystem, die den Wechsel blockieren. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) schreibt in den Technischen Mindestanforderungen (TMA) an die Anlagentechnik eines Effizienzhauses den Standard Niedertemperatur-Ready (NT-ready) vor. Laut dem ifeu Institut sind Gebäude „NT-ready, wenn Maßnahmen der Wärmedämmung, Heizkreisoptimierung oder effizienten Warmwasserbereitung soweit vollzogen sind, dass mit einer maximalen Heizwasser-Vorlauftemperatur von 55°C die von den Raumnutzern geforderte Raumtemperatur gewährleistet ist“ [1]. Die NT-Readiness soll eine eindeutige Aussage darüber sein, dass ein Gebäude den Mindeststandard erreicht hat, ab dem erneuerbare Wärme in der Regel sinnvoll ist. Darauf aufbauend stellt sich die Frage, inwieweit der aktuelle Gebäudebestand dem NT-Ready-Standard entspricht und durch welche baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen lässt sich dieser Standard zukünftig realisieren.

In diesem Artikel untersuchen wir die Wärmeverbrauchsstruktur im niedersächsischen Wohngebäudebestand ausgehend von 51.342.617 Gebäudedaten der deutschen Gebäude- und Wohnungszählung. Informationen über Gebäudetypologien und bestehende Heizsysteme werden hierbei mit Kennwerten über Wärmebedarf, Systemtemperatur und Sanierung korreliert, um den Ist-Zustand sowie die möglichen Entwicklungen der Gebäude-Energieeffizienz einzuschätzen. In fünf unterschiedlichen Energieeffizienz-Stadien erfolgt mittels der sogenannten Heizkörpergleichung die Einschätzung der minimal erforderlichen Vorlauftemperatur für berechnete Heizkörperleistungen. Auf Basis der ermittelten Vorlauftemperaturen lässt sich der Gebäudebestand auf NT-Readiness prüfen. Für Gebäude die als „NICHT NT-Ready“ identifiziert werden, erarbeiten wir entsprechende Maßnahmenpakete der baulichen und anlagentechnischen Modernisierung, die anschließend räumlich hochaufgelöst dem Gebäudebestand zugewiesen werden.

Unsere ersten Ergebnisse für Niedersachsen ergaben, dass zurzeit etwa 15% der niedersächsischen Wohngebäude bereit für eine Niedertemperatur-Wärmeversorgung von $\leq 55^\circ\text{C}$ sind oder durch wenige gezielte Maßnahmen der Wärmedämmung u./o. Verbesserung der Heizverteilung NT-Ready werden. Entwickeln sich die Sanierungsraten bis zum Jahr 2045 weiterhin wie in der Vergangenheit, erhöht sich dieser Anteil auf 65%. Werden alle Gebäude nach dem GEG Standard vollständig saniert (alle Bauteile), kann von einem Niedertemperatur-Ready Anteil am Wohngebäudebestand von 78% ausgegangen werden. Erfolgen zukünftige Gebäudesanierungen bis zum Jahr 2045 nach dem Passivhaus-Standard, lässt sich dieser Anteil auf 96% erhöhen. Durch eine vollständige Sanierung nach dem Passivhaus-Standard erreicht jedes Haus die Niedertemperatur-Ready Bedingungen.

Schließlich schlagen wir die Definition eines sogenannten Temperaturkatasters als Indikator über die minimal erforderlichen Vorlauftemperaturen und dementsprechend die passenden Heizungssysteme im Gebäudebestand vor. Die kartogra-

fische Abbildung der Temperaturkataster ermöglicht in Zusammenspiel mit Wärmekatastern die Zuweisung von energetischen Maßnahmenpaketen der Gebäudetechnik und der Gebäudehülle sowie passenden Wärmeversorgungskonzepten (z. B. dezentrale Wärmepumpensysteme, Niedertemperatur-Wärmenetze, kalte Wärmenetze) räumlich hochaufgelöst und in zeitlicher Rangfolge [2].

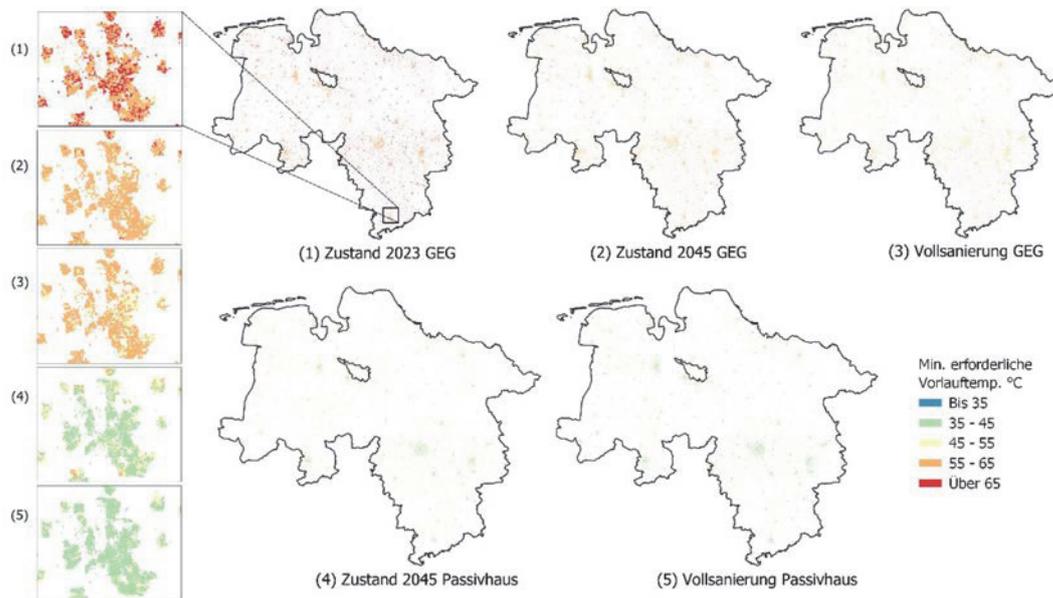


Fig. 1 Temperaturkataster des niedersächsischen Wohngebäudebestands für die Energieeffizienz-Zustände (1 – 5); Göttingen im Quadrat exemplarisch hervorgehoben.

Danksagung

Diese Studie wird im Rahmen des Forschungsprojekts „Transformationsstrategien für Wohngebäude- und quartiere mit modellbasierten Wärme- und Temperaturkatastern (TraWoKat)“ (Kennzeichen ZN4155) aus Mitteln des Programms „zukunft.niedersachsen“ unterstützt. Großer Dank gilt den Fördermittelgebern sowie den kooperierenden Wirtschaftspartnern.

Literaturverzeichnis

- [1] Mellwig, P., Pehnt, M. & Lempik, J. (2021). Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich (ifeu, Hrsg.). Heidelberg: VDPM. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Publikationen/Biomasse/Landwirtschaft/_ifeu_2021__Energieeffizienz_als_T%C3%BCr%C3%B6ffner_f%C3%BCr_erneuerbare_Energien_im_Geb%C3%A4udebereich_Endbericht.pdf
- [2] Salaymeh, A., Mehring, T., Kleff, F., Peters, I., Bertram, E., Föste, S. et al. Temperaturkataster zur Analyse der Realisierbarkeit des NT-Ready Standards im Wohngebäudebestand. In (7. RET.Con, S. 183–191). Zugriff am 21.02.2024. Verfügbar unter: https://www.hs-nordhausen.de/fileadmin/Dateien/Veranstaltungen/RETCon_2024_Tagungsband.pdf

Notizfeld:

Techno-economic analysis of utilization of waste heat from a data center combined with a borehole thermal energy storage

Dmitry ROMANOV^{1*}, Stefan HOLLER¹

¹HAWK Hildesheim/Holzminde/Göttingen University of Applied Sciences and Arts, Faculty of Resource Management, Rudolf-Diesel-Straße 12, 37075, Göttingen, Germany

*Corresponding author. dmitry.romanov2@hawk.de.

Keywords

excess heat, feasibility study, ground source heat pump, levelized cost of heat (LCOH), pygfunction, seasonal heat storage, synergy

Abstract

Seasonal heat storages are being often applied for enhancing waste heat utilization solutions and to tackle the mismatch between the heat demand and waste heat generation. Although data centers generate waste heat nearly uniformly during the year, the application of borehole thermal energy storages should also be considered. In such case, the ground-coupled systems can additionally offer cooling capacities for data centers in summer. This work concerns the research question of how to utilize excess heat from a data center and store it in summer in a borehole thermal energy storage in the most efficient way exemplified by the case study of the Göttingen University campus. Simulations were conducted with the help of a python model based on pygfunction package allowing for the evaluation of thermal response factors (g-functions) of geothermal borehole fields. The cooling demand of the data center and the heating demand of the neighboring research facilities were considered synergetically, whereby comparison of several scenarios was carried out: business as usual, utilization of waste heat, utilization of waste heat complemented by the seasonal heat storage. Moreover, different district heating network temperatures were taken into account. The results of the simulations and the sensitivity analysis show under which conditions the introduction of borehole thermal energy storage into the system is feasible. The results of the work may guide other researchers, engineers and system developers during the decision-making process and can be transferred to similar case studies.

Literature

- Cimmino, M., & Cook, J. C. (2022). pygfunction 2.2: New features and improvements in accuracy and computational efficiency. Research Conference Proceedings, IGSHPA Annual Conference, 45–52.
- Durga, S., Beckers, K. F., Taam, M., Horowitz, F., Cathles, L. M., & Tester, J. W. (2021). Techno-economic analysis of decarbonizing building heating in Upstate New York using seasonal borehole thermal energy storage. *Energy and Buildings*, 241, 110890. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2021.110890>
- VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes. Unterirdische Thermische Energiespeicher (p. 42). (2001).

Notizfeld:

Abstracts- Vortragsblock II

Vorträge - Simulationstools I

Optimierung der Integration erneuerbarer Energien in Fernwärmesysteme: Einsatz neuer Simulations- und Optimierungsmodelle zur Überwindung thermo-hydraulischer Engpässe.....	40
Development of Design Tools for Electrified District Heating Networks with Long-term Thermal Energy Storage charged with Wind Energy	42
Enhancing Urban Energy Efficiency through Waste Heat Recovery: Insights from the MEMPHIS 2.0 Project	44
Open-Source Web Dashboard zur Simulation, Analyse und Bewertung von Wärmepumpen	46
Jarvis – Ein verteilter Simulator für hoch aufgelöste Systeme des Energiesektors	48
Innovative Methodology for Profiling Foam Density: Non-Destructive X-ray Microscopy (XRM) Approach	50

Vorträge - Gebäudetechnik und Quartiere

Entwicklung einer Dampfstrahlwärmepumpe zur Trinkwarmwasser-bereitung und dezentralen Rücklaufauskühlung in Wärmenetzen	52
Untersuchung des Einflusses von Durchfluss-Trinkwassererwärmern auf die Effizienz von regenerativen Wärmepumpenanlagen in der Simulationsumgebung TRNSYS.....	54
Nutzung oberflächennaher Grundwasserleiter für Quartierswärme	56
Gebäudebetrieboptimierung mit einer BIM-basierten Heizlastberechnung für Bestandsgebäude	58
Effiziente, erneuerbare und netzdienliche Quartiersversorgung durch Wärmepumpen...	60

Optimierung der Integration erneuerbarer Energien in Fernwärmesysteme: Einsatz neuer Simulations- und Optimierungsmodelle zur Überwindung thermo-hydraulischer Engpässe

Johannes PELDA^{1*}, Stefan HOLLER¹

¹HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Rudolf-Diesel-Str. 12, 37073 Göttingen

*Korrespondierender Erstautor. johannes.pelda@hawk.de

Keywords

dezentrale Wärmequellen; Fernwärmesystem; Optimierung; Simulation; Thermohydraulik; Transformation; 4. Generation;

Abstract

Eine Herausforderung der effizienten Integration erneuerbarer Energien in bestehende Fernwärmesysteme ist das Absenken der Betriebstemperaturen, die damit verbundene Verringerung der Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf und die daraus entstehenden thermo-hydraulischen Engpässe im Fernwärmenetz. Die Frage, in welchem Ausmaß dezentrale Wärmequellen dazu beitragen können, diese Engpässe zu mindern, und welche zusätzlichen Schritte seitens des Netzes unternommen werden müssen, um die vereinbarte Druckdifferenz an den Wärmeabnehmern zu sichern, soll durch den Einsatz neuer Simulations- und Optimierungsmodelle geklärt werden.

Aufgrund des nicht-konvexen Lösungsraumes thermo-hydraulischer Modelle sind deren Optimierungen sehr zeitaufwendig. Deshalb wird das betrachtete Fernwärmenetz in Teilnetze zerlegt. Die Teilnetze werden separat für verschiedene Betriebszustände simuliert. Mit den Ergebnissen werden Regressionsfunktionen gebildet, die im Optimierungsschritt die Teilnetze akkumuliert abbilden, wodurch sich die Anzahl der Variablen und die Zeit der Berechnung verringert. Die Optimierung identifiziert Standorte für maximal fünf zusätzliche Wärmequellen, die die Netzhydraulik am stärksten verbessern. Mit einem zweiten Optimierungsschritt werden dem Netz Druckpumpen hinzugefügt, bis alle Wärmesenken mit dem vereinbarten Differenzdruck versorgt sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass bis zu zwei zusätzliche Wärmequellen die Netzhydraulik deutlich verbessern, der Effekt nimmt mit weiteren Wärmequellen ab. Hinzugefügte Wärmequellen liegen meist in der Mitte eines Clusters von Wärmesenken. Mit weiteren Druckpumpen ist es möglich die vorgegebene Druckdifferenz an den restlichen Wärmesenke zu gewährleisten und gleichzeitig den maximal erlaubten Druck im Netz einzuhalten.

Mit den Ergebnissen können Standorte für zusätzliche Einspeisewerke anhand ihres Effekts auf die Netzhydraulik priorisiert werden. Eine Gegenüberstellung mit Karten, die erneuerbare Wärmequellen oder Abwärmequellen darstellen, identifiziert optimale Ausgangspunkte für die Neukonzeption der Wärmeversorgung eines bestehenden Fernwärmesystems.

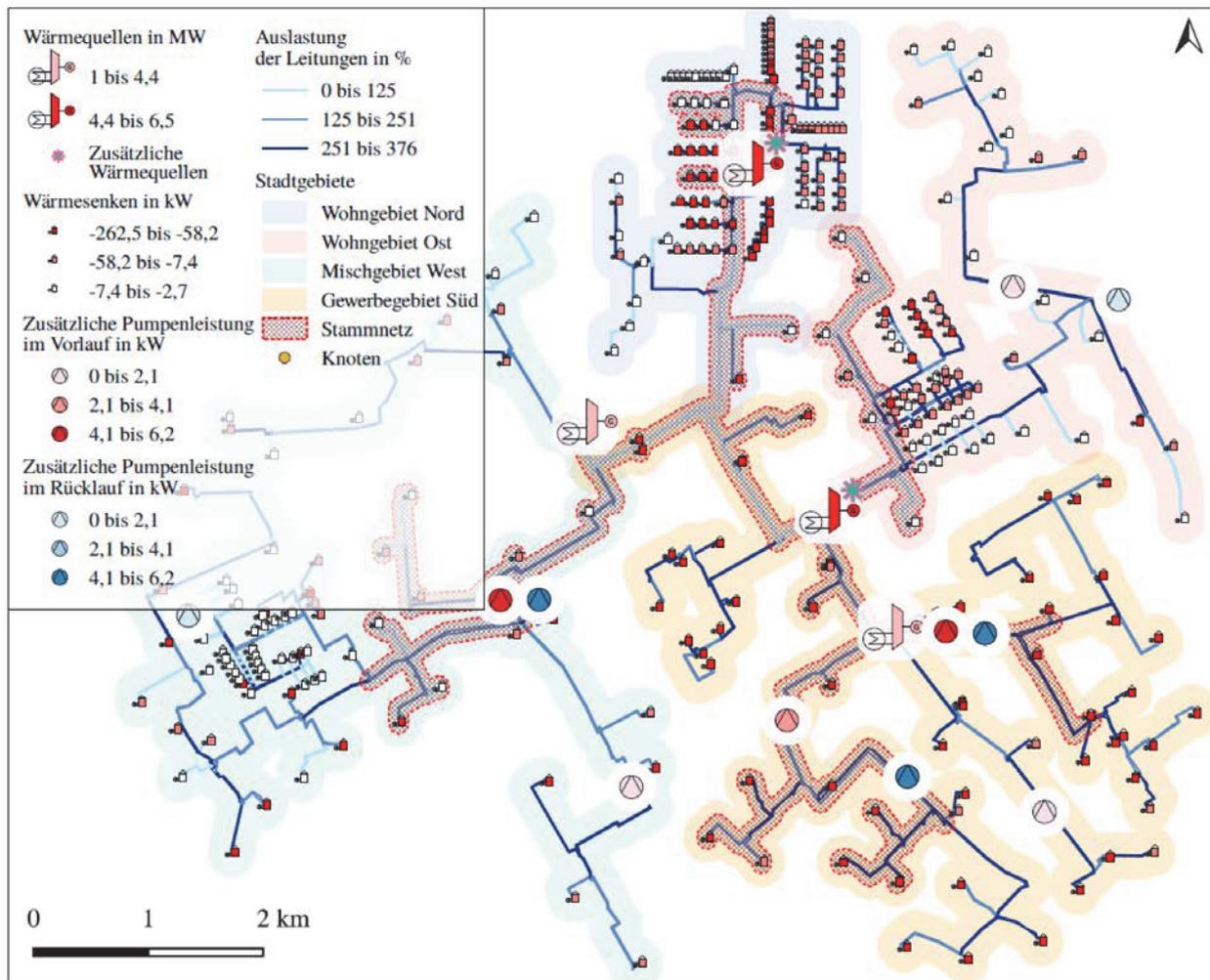


Abbildung 1: Fernwärmenetzkarte mit optimal platzierten dezentralen Wärmequellen und Druckpumpen, die eine Vollversorgung bei Absenken des ΔT von 80 K auf 20 K durch Einhalten der Druckdifferenz an allen Wärmesenken ermöglichen.

Notizfeld:

Development of Design Tools for Electrified District Heating Networks with Large-scale Thermal Energy Storage charged with Wind Energy

Daniel FRIEDRICH^{1*}, Thibaut DESGUERS²

^{1,2}School of Engineering, Institute for Energy Systems, The University of Edinburgh, United Kingdom

*Corresponding author. d.friedrich@ed.ac.uk

Keywords

Borehole thermal energy storage (BTES); short-cycles; system integration; whole system modelling;

Abstract

To reach net zero it is crucial to achieve the complete decarbonisation of heat and to significantly increase renewable electricity generation. While Large-scale Thermal Energy Storage (LTES) systems have huge potential to provide benefits for both the district heating customers as well as the wider energy system, it is not trivial to achieve these benefits due to the complex interactions between different systems and stakeholders [1]. Current designs and modelling tools are developed for conventional operation of LTES systems, i.e. charge in the summer and discharge in the winter. It is an open question how these system could be operated more flexibly and what impact this would have on the performance. This contribution presents modelling tools and their application to develop case study designs of flexible electrified DHN with Borehole Thermal Energy Storage (BTES) systems charged with otherwise curtailed wind energy.

BTES systems are usually used for seasonal energy storage from solar thermal arrays but integrating them with otherwise curtailed wind energy results in multiple shorter charge/discharge cycles throughout a year. A detailed numerical analysis of the BTES performance for different charge/discharge cycles shows that shorter cycles lead to increased recovery factors, energy density and storage capacity. For example, recovery factors which are around 50% for seasonal operation, can be increased to around 85% for cycle durations of several days to a couple of weeks. An analytical model is developed based on the physical processes plus a correction factor for the cycle length to account for temperature gradients and reduced heat conduction distances. This model shows excellent agreement with the numerical result for cycle durations between a few days and a year. The analytical model will be used in the future to link DHN with BTES systems to the wider energy system.

An example DHN with BTES system achieves high efficiencies (up to 200% due to high efficiency of heat pumps and short cycles), curtailed wind fractions above 40%, and operating costs and emissions significantly lower than for gas-reliant systems [2]. However, the results also show a trade-off between efficiency and grid services which requires careful market and incentive design to benefit both consumers and grid operators. The results show that BTES systems can provide flexibility services to the wider energy systems with high recovery factors and large storage capacities.

Acknowledgement

This work was funded by the INTEGRATE project (EP- SRC grant number EP/T023112/1).

Literature

- [1] A.F. Lyden, C.S. Brown, I. Kolo, G. Falcone, D. Friedrich, Seasonal thermal energy storage in smart energy systems: District-level applications and modelling approaches, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 167 (2022).
- [2] T. Desguers, D. Friedrich, Design of a high-temperature, power-constrained electrified district heating network with

thermal storage and curtailed wind integration, Sustainable Energy Technologies and Assessments 67 (2024) 103815.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.103815>.

Notizfeld:

Enhancing Urban Energy Efficiency through Waste Heat Recovery: Insights from the MEMPHIS 2.0 Project

Stefan HOLLER^{1*}, Johannes PELDA¹, Stefan REUTER², Marco COZZINI³, Ernst GEBETS-ROITHER-GERINGER², Abdulraheem SALAYMEH¹, Rosanna PARADISO³

¹HAWK University of Applied Sciences and Arts Hildesheim/Holzminden/Göttingen, Rudolf-Diesel-Straße 12, 37075, Göttingen, Germany

²AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 6, 1210, Vienna, Austria

³EURAC Research, Institute for Renewable Energy, Viale Druso 1, 39100 Bolzano, Italy

*Corresponding author. stefan.holler@hawk.de

Keywords

Decarbonization, district heating, heat pumps, renewable energy, techno-economic evaluation, waste heat recovery.

Abstract

In the context of limiting global warming, the decarbonisation of the energy supply through the use of renewable energy and improved energy efficiency is crucial. It is also essential to exploit synergies between energy systems and waste heat sources. The transformation of district heating from surplus fossil fuel heat to renewable sources such as solar thermal and geothermal energy, as well as waste heat from industrial processes and sewers, is particularly important. Research shows that renewable energy systems such as solar and geothermal, together with combined heat and power technologies, can provide a stable heat supply all year round. District heating systems are inherently suited to utilising waste or surplus heat, so the inclusion of waste heat from industrial processes or sewers is a logical progression. However, the use of low-grade waste heat faces challenges, including the identification of waste heat sources, the variability of heat demand, and the financial barriers posed by high initial costs and low heat sales revenues.

The IEA DHC project MEMPHIS 2.0 addresses these barriers by increasing the usability of waste heat sources and promoting synergies between heat sources and demand. MEMPHIS 2.0 introduced a mathematical model to improve the mapping of wastewater flows, enabling more effective waste heat recovery from sewers. The analysis showed that by using heat pumps to extract heat from wastewater within the city, significantly more heat could be recovered and reused. A comprehensive economic analysis highlighted that heat pump operating hours, electricity prices and investment costs are critical to the viability of waste heat systems. In addition, the project emphasised the importance of adapting to rising electricity prices to maintain economic viability. The research also explored the qualitative and quantitative impact of decarbonisation on the availability of waste heat from the industrial sector, with a particular focus on data centers and electrolyzers as promising sources of waste heat.

The free WebGIS application Waste Heat Explorer incorporates the achievements of the project, providing a platform for visualising waste heat sources and supporting the techno-economic assessment of heat recovery projects. This tool, together with newly developed methodologies for rapid techno-economic assessments, facilitates preliminary energy planning and highlights the potential of waste heat in future energy systems. The findings highlight the need for policy measures to improve the automation and accessibility of waste heat recovery data collection, pointing the way to a more sustainable and efficient energy future.

Acknowledgement

This project has been independently funded by the International Energy Agency Technology Collaboration Programme on District Heating and Cooling including Combined Heat and Power (IEA DHC Annex III).

Literature

- Pelda, J., Reuter, S., Cozzini, M., Gebetsroither-Geringer, E., Salaymeh, A., Paradiso, R., & Holler, S. (2023). Advanced algorithm for spatial identification, evaluation of temporal availability and economic assessment of waste heat sources and their local representation. IEA DHC/CHP Report. <https://www.iea-dhc.org>
- Gebetsroither-Geringer, E. (2023). Waste Heat Explorer. AIT. <http://cities.ait.ac.at/uilab/udb/home/memphis/>

Notizfeld:

Open-Source Web Dashboard zur Simulation, Analyse und Bewertung von Wärmepumpen

Malte FRITZ^{1*}, Jonas FREIßMANN¹, Ilja TUSCHY¹

¹Zentrum für Nachhaltige Energiesysteme (ZNES) Flensburg, Europa-Universität/Hochschule Flensburg, Kanzleistr. 91-93, 24943 Flensburg

*Korrespondierender Erstautor. malte.fritz@hs-flensburg.de

Keywords

Power-to-Heat; Streamlit; Thermal Engineering Systems in Python (TESPy); Wärmeversorgung, Wissenschaftskommunikation

Abstract

Die für die Eindämmung des Klimawandels nötigen Transformationsprozesse erzeugen gesamtgesellschaftliche Spannungsfelder, welche unter anderem durch Teilhabe an deren Gestaltung und eine anforderungsgerechte Wissenschaftskommunikation abgemildert werden können. Wie in den Ingenieurwissenschaften üblich, wird auch in der Konzeption, Planung und Auslegung von Wärmeversorgungsanlagen spezialisierte Simulationssoftware eingesetzt, um bei der Entscheidungsfindung auf technischer, aber auch ökonomischer und ökologischer Ebene Unterstützung zu leisten.

In dem Kontext der Energiewende ist die Sektorenkopplung von herausragender Bedeutung, insbesondere in immer häufiger auftretenden Zeiten von Überschuss regenerativ erzeugter Elektrizität. Für die Kopplung zwischen dem Wärme- und Stromsektor werden häufig die als Schlüsseltechnologie identifizierten Wärmepumpen eingesetzt. Für die konkrete Einbindung sind jedoch eine Vielzahl von Faktoren, wie vorhandene Wärmequellen und -senken sowie geeignete Schaltungstopologien und anforderungsgerechte Kältemittel, zu bedenken. Um das Spektrum dieser Randbedingungen realitätsnah abbilden und verschiedenste Konzepte miteinander vergleichen zu können, erweisen sich Softwaretools als unverzichtbare Instrumente in der Gestaltung einer zukunftsweisenden Wärmeversorgung. Viele Wärmepumpenhersteller stellen proprietäre Simulationstools bereit, um ihre Produkte beurteilen zu können. Diese Software eignet sich aber weniger für eine allgemeine Konzeptionierung und erfordert meist ein breites technologisches Vorwissen.

Um die Einstiegshürde für fachfremde Interessengruppen abzusenken, wird ein mit dem Pythonframework Streamlit entwickeltes Open-Source Web Dashboard zur Simulation, Analyse und Bewertung von Wärmepumpenmodellen vorgestellt. Damit lassen sich eine Vielzahl komplexer thermodynamischer Anlagenmodelle über eine einfache Oberfläche steuern, ohne Fachkenntnisse über Modellbildung und numerische Methoden vorauszusetzen. Dies beinhaltet sowohl die Auslegung von Wärmepumpen, als auch die Simulation ihres stationären Teillastbetriebs. Die zugrundeliegenden Wärmepumpenmodelle wurden mithilfe des ebenfalls quelloffenen und frei verfügbaren Softwaretools TESPy (Thermal Engineering Systems in Python) erstellt, welches eine Sammlung verschiedenster prozesstechnischer Komponenten bereitstellt, welche beliebig kombiniert und parametrisiert werden können. Die Ergebnisse der Simulationen geben schließlich Aufschluss über das prinzipielle Verhalten, den COP, Zustandsgrößen und Kosten der einzelnen Komponenten sowie Gesamtinvestitionskosten der betrachteten Wärmepumpe. Damit ermöglicht das Dashboard die Zugänglichkeit zu komplexen Fragestellungen, die regelmäßig in der Konzeption und Planung von Wärmepumpen aufkommen. Um die Funktionalität des Dashboards zu demonstrieren, werden exemplarisch verschiedene Wärmepumpenmodelle simuliert, analysiert und einander gegenübergestellt.

Zusammenfassend kann das vorgestellte Dashboard aufgrund des niederschweligen Zugangs zur Teilhabe an der Transformation des Energiesystems beitragen. Dabei bietet es dennoch eine Vielzahl praxisrelevanter Funktionen und kann somit einen Wissenstransfer in die breitere Gesellschaft ermöglichen. Das Dashboard sowie die zugrundeliegenden Wärmepumpenmodelle sind jedoch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Der quelloffene Ansatz soll vielmehr zur kon-

tinuierlichen Weiterentwicklung durch Anwender anregen.

Notizfeld:

Jarvis – Ein verteilter Simulator für hoch aufgelöste Systeme des Energiesektors

Paul KERNSTOCK^{1*}, Jan TROSDORFF¹

¹HAW Hamburg, CC4E, Am Schleusengraben 24, 21029 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. paul.kernstock@haw-hamburg.de

Keywords

Software, Simulation, Modellierung, Digitaler Zwilling, Open Source

Abstract

Im Rahmen der Energiewende wird zu Erforschung, Planung und dem Betrieb von erneuerbaren Energieinfrastrukturen die detaillierte Modellierung von technischen Systemen benötigt – bis hin zum digitalen Zwilling. Die Berechnung und Simulation von hoch aufgelösten Modellen erfordert in der Regel große Rechenkapazitäten, die das Leistungsvermögen von vorhandener Hardware oft übersteigen. In vielen Fällen von verbreiteter Software können vorhandene Kapazitäten wiederum nicht vollständig genutzt werden. Weiterhin erfordert die gekoppelte Simulation von technischen Modellen mit realen Anlagen oder die Co-Simulation mit weiteren Softwarelösungen eine hohe Effizienz oder auch die Echtzeitfähigkeit der Berechnung.

Das Software-Projekt Jarvis an der HAW Hamburg ist ein performantes, webbasiertes Werkzeug für die detaillierte Modellierung sowie zeitlich hoch aufgelöste verteilte Simulation von technischen Systemen auf hochperformanten Rechenclustern. Die Architektur des Simulators berechnet dabei ereignisbasiert quasistationäre diskrete Zustände des Modells in einem verteilten System auf einer beliebig großen Anzahl an Rechenknoten und Prozessoren. Dadurch muss unzureichende Simulationsperformanz nicht mehr durch die Reduktion des Detailgrades ausgeglichen, sondern kann durch die Wahl ausreichender Rechenressourcen gelöst werden.

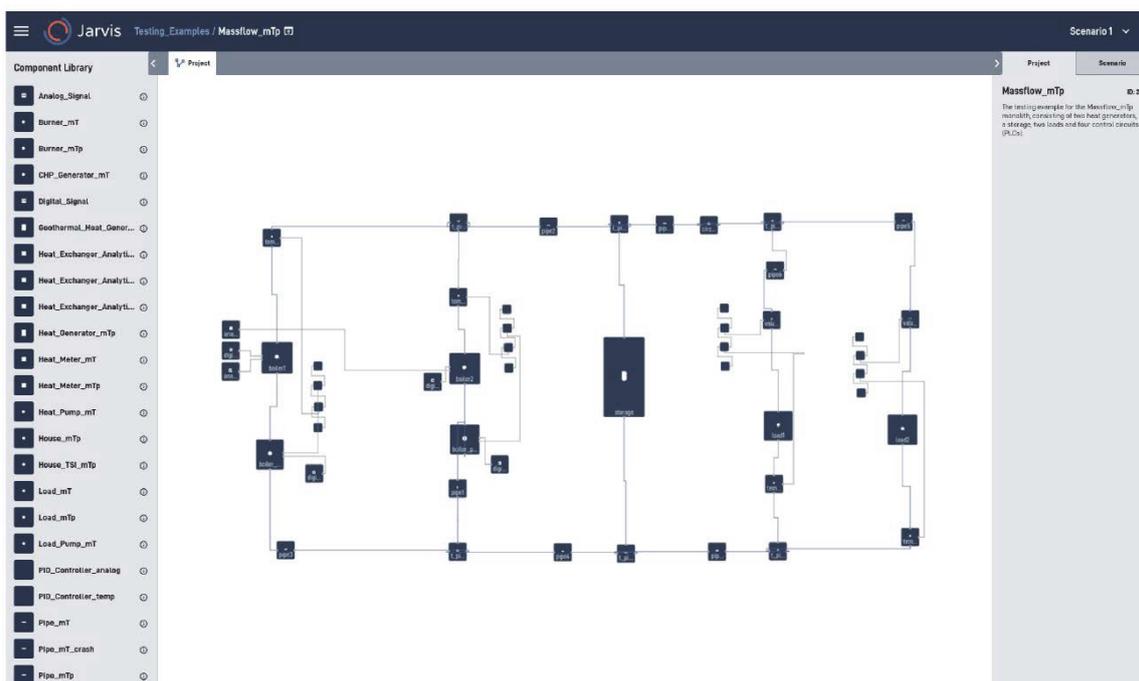


Fig. 1 Die Oberfläche der Projektmodellierung in Jarvis

Das Projekt befindet sich in einem intensiven Entwicklungsstadium und wird von der HAW Hamburg als Open Source Software veröffentlicht. Es soll eine wissenschaftliche Community aufgebaut werden, die mit Beiträgen zum Projekt die Weiterentwicklung unterstützen kann.

Es wird das Konzept des Werkzeugs vorgestellt, der aktuelle Stand der Entwicklung mit bisher entwickelten Funktionalitäten sowie der web-basierten Benutzeroberfläche und Schnittstellen für Modelle und Daten. Im Rahmen der Forschung und Entwicklung am CC4E ist hierfür eine Modellbibliothek für thermo-hydraulische Komponenten und Anlagen der Wärmeversorgung und Wärmenetze entstanden. Weiterhin wird die aktuelle Roadmap mit Prioritäten für die zukünftige Entwicklung des Projekts vorgestellt.

Notizfeld:

Innovative Methodology for Profiling Foam Density: Non-Destructive X-ray Microscopy (XRM) Approach

Pakdad POURBOZORGI LANGROUDI ^{1*}, Ingo WEIDLICH ¹

¹HafenCity Universität (HCU), Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg, Germany

*Corresponding author. pakdad.langroudi@hcu-hamburg.de

Keywords

Computer vision; Data normalization; Distribution function; Rigid polyurethane foam; Distribution function; X-Ray scan;

Abstract

Pre-Insulated bonded pipes in district heating system are a very robust assembly which is designed to be in operation for a minimum of 30 years. The service life of such pipes heavily relies on the properties of the polyurethane foam layer. Of course, various operational and implementation parameters are also playing a role in longevity of the service life of a pipe, studying of the foam is the key parameter for life-time prediction. The pipe manufacturers must follow the standard to keep the foam density at a minimum of 55 kg/m³ according to EN 253. However, due to the partial pressure created by expansion of the foam during the foaming process, the density distribution is not constant along the cross section of the pipe and it varies from the interface with the steel medium pipe to the high-density polyethylene, which is known as the casing layer. Having the distribution function of the foam paves the way to normalize the acquired data for further analysis of the foam in different spectroscopy fields such as Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) or Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy. Calculating the distribution function using conventional methods can be both time-consuming and imprecise. These traditional approaches include Liquid Displacement, Gas Pycnometry, and the Cut and Weigh Method. Therefore, a new methodology has been developed to analyze foam density distribution function based on the Nanoscale X-ray Microscopy of the entire specimen and computer vision techniques. This method analyzes the foam density distribution at 25 μm intervals along the foam profile to ensure continuity and accuracy.

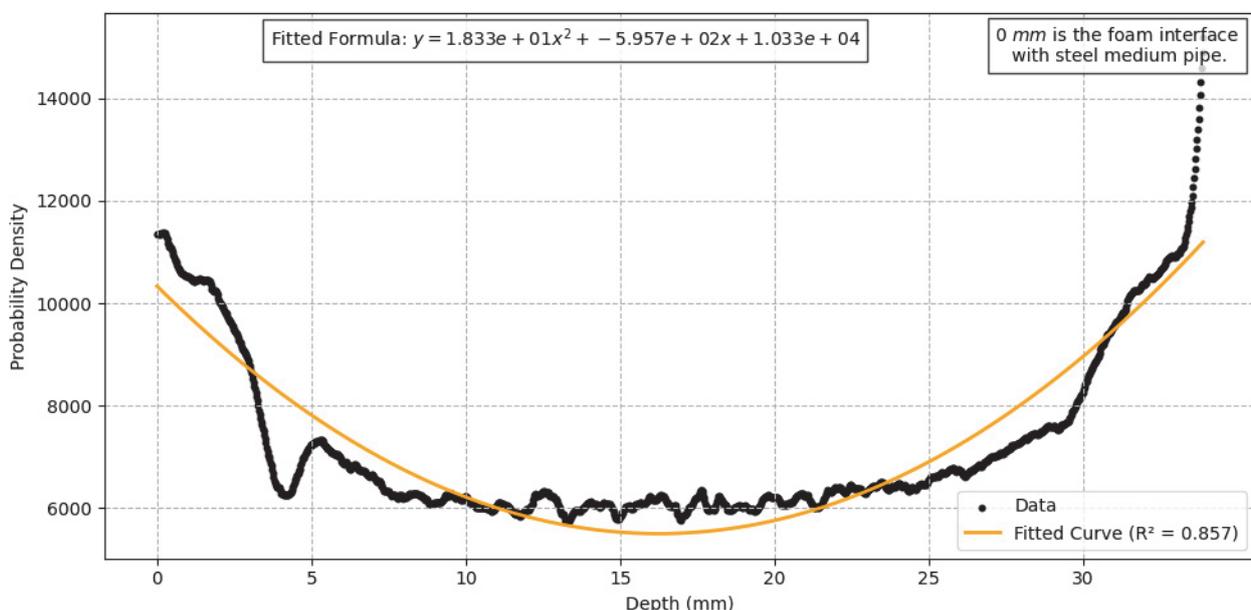


Fig. 1 Profile distribution function obtained from X-ray scanning of a polyurethane foam sample.

Acknowledgement

The authors acknowledge the financial support by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action of Germany in the project SAM-FW (project number 03EN3078B).

Notizfeld:

Entwicklung einer Dampfstrahlwärmepumpe zur Trinkwarmwasserbereitung und dezentralen Rücklaufauskühlung in Wärmenetzen

Ömer KACMAZ^{1*}, Jim ARMBRUSTER¹, Marlies WIEGAND¹, Oliver OPEL²

¹FH Westküste, Markt 18 25746 Heide

², FH Westküste, Fritz-Thiedemann-Ring 20 25746 Heide,

*Korrespondierender Erstautor. Kacmaz@fh-westkueste.de.

Keywords

Dampfstrahlpumpe; Fernwärmenetzrücklauf; Legionellenprävention; Rücklaufauskühlung; Strahlverdichter; Umweltfreundliche Kältemittel; Warmwasserbereitung;

Abstract

Bestehende Wärmenetze stehen oft vor dem Problem, dass die Absenkung der Netztemperatur durch die begrenzte übertragbare Leistung limitiert ist. Dies führt dazu, dass bei sehr niedrigen Außentemperaturen Vorlauftemperaturen von über 100°C benötigt werden, obwohl niedrigere Temperaturen für die Abnehmer ausreichen würden. Niedrigere Rücklauftemperaturen sind für die Effizienz des Netzes entscheidend, werden aber durch verschiedene Faktoren wie Legionellenprävention und technische Anforderungen erschwert (Buse et al., 2012). Eine mögliche Lösung für dieses Dilemma ist der Einsatz einer thermisch angetriebenen Dampfstrahl-Wärmepumpe anstelle einer Absorptionswärmepumpe (Kacmaz et al., 2023). Ähnlich wie die Absorptionskältemaschinen, die mit Wärme kühlen, kann auch dieses System, die Dampfstrahl-Wärmepumpe, diese Kühlaufgabe übernehmen. Diese Technologie ermöglicht es, hohe Temperaturen für Trinkwasser (und Heizung) bereitzustellen, ohne die Rücklauftemperaturen im Netz zu erhöhen. Eine kürzlich durchgeführte Simulation zeigt, dass diese Dampfstrahl-Wärmepumpe die gewünschten Temperaturen von über 50°C erreichen kann (siehe Abb 1). Dabei wird ein natürliches Kältemittel, Isobutan (R600a), verwendet, um möglichen zukünftigen Vorschriften über fluorierte Kohlenwasserstoffe und per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen gerecht zu werden. Da diese Systeme in Innenräumen installiert werden, ist der Brandschutz wie die Raumgröße ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung und Umsetzung dieser Technologie.

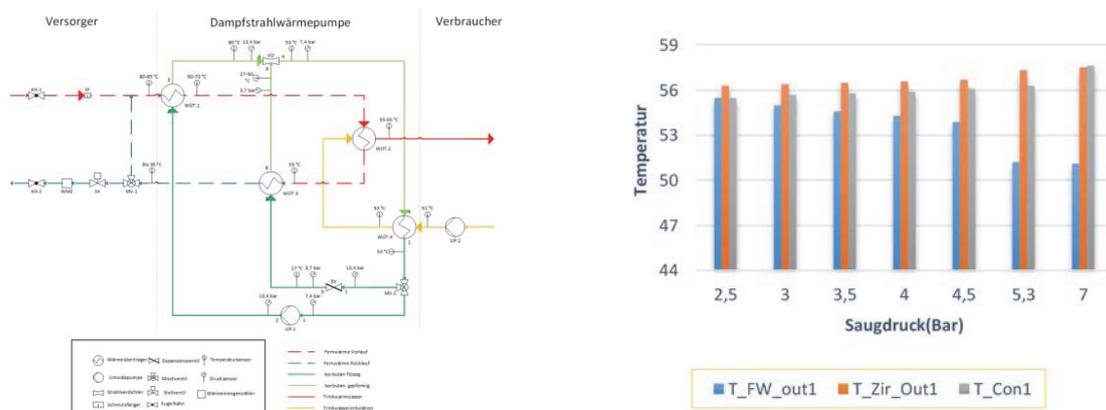


Abbildung 1: Systemschema der zu entwickelnden Strahlpumpe(links), Temperaturänderung der Fernwärme bei unterschiedlichen Saugdrücken (rechts)

Danksagung

Dieses Projekt wird mit Mitteln des BMWK über das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) unter dem Förderkennzeichen KK5309302MP1 gefördert.

Literaturverzeichnis

- Buse, H. Y., Schoen, M. E. & Ashbolt, N. J. (2012). Legionellae in engineered systems and use of quantitative microbial risk assessment to predict exposure. *Water research*, 46(4), 921–933. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.022>
- Kacmaz, Ö., Wiegand, M. & Opel, O. (2023). Entwicklung einer thermisch über einen Strahlverdichter angetriebenen Zirkulationserwärmungswärmepumpe zur gebäudeseitigen Rücklaufauskühlung. 1. Konferenz zur Norddeutschen Wärmeforschung.

Notizfeld:

Untersuchung des Einflusses von Durchfluss-Trinkwassererwärmern auf die Effizienz von regenerativen Wärmezentralen in der Simulationsumgebung TRNSYS

Jonathan WALTER^{1*}, Jonas KEULER¹, Christoph BÜTTNER¹, Peter PÄRISCH¹

¹Institut für Solarenergieforschung Hameln, Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

*Korrespondierender Erstautor. j.walter@isfh.de

Keywords

Zentrale Trinkwassererwärmung, Frischwasserstation, erneuerbare Energien

Abstract

Durch die Modernisierung des Gebäudebestandes sinkt das Vorlauftemperaturniveau. Damit rückt die Trinkwassererwärmung und das dafür erforderliche Temperaturniveau stärker in den Fokus. Dieses stellt insbesondere bei größeren Anlagen eine Herausforderung an die Einhaltung der hygienischen Anforderungen dar. Der Einsatz von zentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern (DTE) ermöglicht den Einsatz von Pufferspeichern. Bei Pufferspeichern sind keine hygienischen Anforderungen zu beachten, daher ist eine stärkere Temperatschichtung als bei Trinkwasserspeichern zulässig. Dies führt zu energetischen Vorteilen, da durch die Schaffung einer kalten Vorwärmzone der Wirkungsgrad von temperaturempfindlichen Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen- und Solarthermieanlagen erhöht werden kann.

Im Projekt TA-DTE-XL wird daher der Einfluss von DTE auf die Effizienz von Wärmezentralen untersucht, welche ein Mehrfamilienhaus mit Trinkwarmwasser versorgen. Damit gelten sie als Großanlagen und müssen die entsprechenden Vorschriften einhalten. Die Ergebnisse werden mit einem Referenzsystem verglichen. In der Studie werden verschiedene DTE-Stationskonzepte untersucht. Über den UA-Faktor können unterschiedlich leistungsfähige Wärmeübertrager bzw. Stationskonzepte simuliert werden. Außerdem wird der Einfluss einer Rücklaufverteilung über ein Ventil mit variabler Stellzeit analysiert. Dabei wird auch der Einfluss der Zirkulations- und der Zapf-Last untersucht. Darüber hinaus wird für jeden Variationsfall eine Minimierung für die Solltemperatur durchgeführt, da sie einen hohen Einfluss auf den effizienten Betrieb von Wärmepumpenanlagen hat. Die Ergebnisse werden bezüglich ihrer CO₂-Emissionen während des Betriebs und der Energiekosten analysiert. Zur Einordnung werden diese mit einem Referenzsystem, bestehend aus Gaskessel und Trinkwarmwasserspeicher, verglichen.

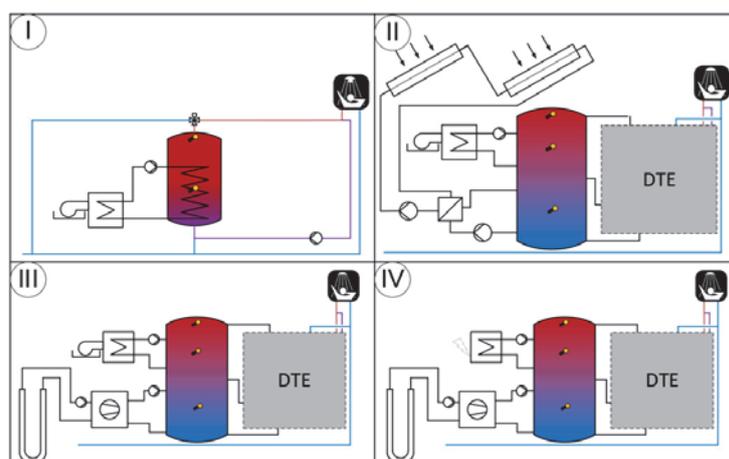


Fig. 1: Abbildung der vier Systeme: I Referenzsystem; II Solarthermie- und Gaskessel- System; III Wärmepumpen- und Gaskessel- System; IV Wärmepumpen und Elektro- Durchlauferhitzer- System.

Danksagung

Diese Arbeiten werden mit Mitteln des Landes Niedersachsen und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (Förderkennzeichen 03EN1025) und ist ein Verbundprojekt mit der Firma Viega GmbH & Co. KG.

Notizfeld:

Nutzung oberflächennaher Grundwasserleiter für Quartierswärme

Paul MEYER^{1*}, Kai-Justin, RADMANN², Mirco BEISHEIM³

^{1,2} CONSULAQUA Hamburg, Ausschläger Elbdeich 2, 20539 Hamburg

³ KEGA eG, Stresemannstr. 374 B, 22761 Hamburg

*Paul.Meyer@consulaqua.de

Keywords

Demonstrationsanlage; Grundwassermodell; Wärmespeicher; Wasser-Wasser-Wärmepumpe; Wirtschaftlichkeit

Abstract

Das KulturEnergieBunkerAltonaProjekt (KEBAP) plant im Hamburger Bezirk Altona in einem ehemaligen Schutzbunker den Aufbau einer Energiezentrale für die Quartierswärmeversorgung. Mit Hilfe eines numerischen Grundwasserströmungs- und Wärmetransportmodells wurden in einer Machbarkeitsstudie verschiedene Betriebsvarianten modelliert, um mittels Wasser-Wasser-Anlage einen Teil des Wärmebedarfs für das Quartier bereitstellen zu können. Durch Modellrechnungen wurden die hydraulischen und thermischen Auswirkungen des Betriebs einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit 650 kW thermischer Leistung auf den Untergrund berechnet und die theoretischen Herstellungskosten (spezifische Kosten) für die Erzeugung der Wärme- bzw. Kälteenergie abgeschätzt. Die Planung und der Betrieb einer solchen Demonstrations-Anlage erfolgt in dieser Form erstmalig in Deutschland,

Für den Betrieb der Wasser-Wasser-Anlage sind zwei Brunnen, ein Entnahmebrunnen und ein Infiltrationsbrunnen, vorgesehen. Der relevante Grundwasserleiter für die Nutzung der geothermischen Energie sind die Oberen Braunkohle-sande (OBKS) in einer Tiefe von ungefähr 150 m unter Gelände. Es wurde ein Grundwasserströmungs- und Wärmetransportmodells aufgebaut, welches den Nutzhorizont OBKS detailliert abbildet. Zusätzlich wurde auch der die OBKS nach oben abgrenzende Glimmerton in das Modell implementiert. So können sowohl der konvektive Wärmetransport mit der Grundwasserströmung als auch der sich teils vertikal ausbreitende konduktive Wärmetransport bei den Modellberechnungen berücksichtigt werden. Mit dem Grundwassermodell wurden insgesamt 8 Betriebsvarianten berechnet. Sechs der Varianten sehen ausschließlich einen Wärmebedarf vor mit einer Betriebspause in den Sommermonaten von 90 Tagen. Bei den zwei weiteren Varianten wird mit einer Regeneration des Förderbrunnens in den Sommermonaten gerechnet. Die Energieherstellungskosten wurden auf Grundlage der Modellergebnisse berechnet. Anhand der modellierten Varianten wurde der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Auswertungsergebnisse untersucht: Variation der Förder- bzw. Einleitrate, Variation der Einleittemperatur, Regenerierung des Systems in den Sommermonaten, Variation der Regenerierungsrate, Temperaturunterschied zwischen Entnahme- und Einleittemperatur.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass möglichst hohe Fördermengen in Verbindung mit niedrigen Einleittemperaturen (hohe Temperaturdifferenzen) und zusätzlicher Regeneration des abgekühlten Grundwassers im Sommer besonders günstig für die Wirtschaftlichkeit des Projektes sind. Die Simulationen haben über die Sommer Regeneration hinaus ein großes Potential für die Nutzung des Grundwasserleiters als saisonaler Speicher ergeben, was angesichts der knappen räumlichen Ressourcen mitten in einer Großstadt einen wertvollen Nutzungspfad für die Dekarbonisierung von Bestandsquartieren aufzeigt.

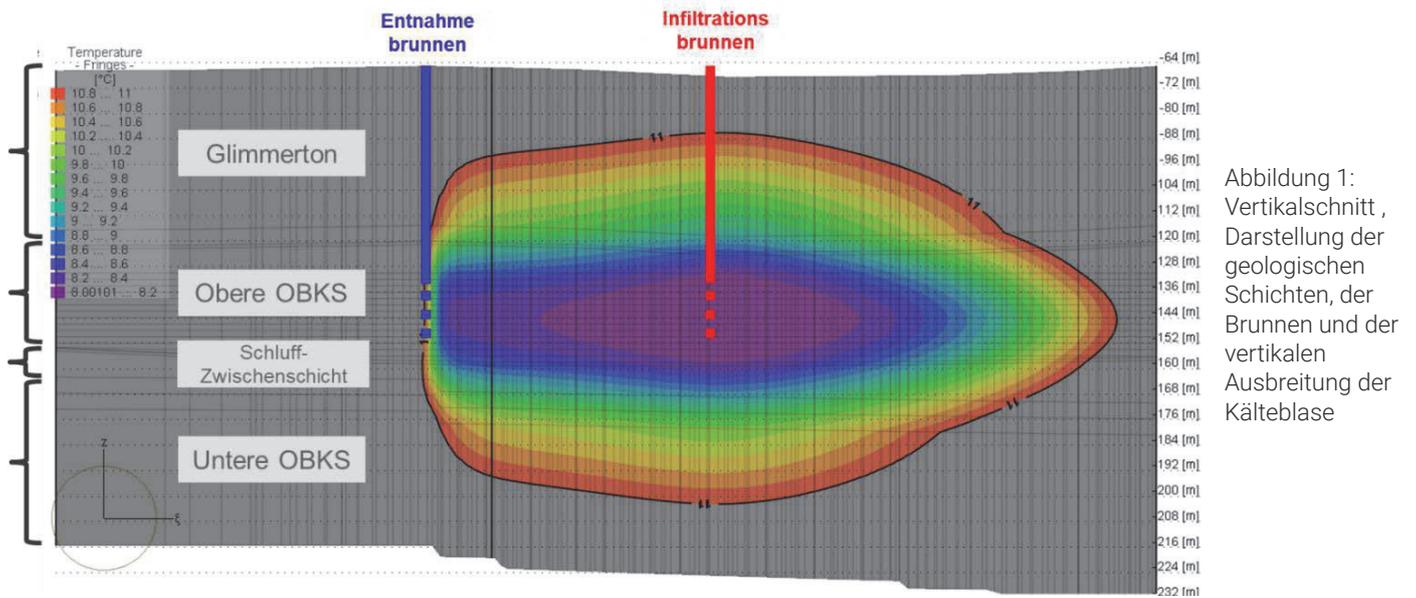


Abbildung 1: Vertikalschnitt, Darstellung der geologischen Schichten, der Brunnen und der vertikalen Ausbreitung der Kälteblase

Danksagung

Das Forschungsprojekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Förderaufrufs Klimaneutrale Wärme und Kälte durch das Förderformat der sogenannten Mikroprojekte gefördert.

Notizfeld:

Gebäudebetriebsoptimierung mit einer BIM-basierten Heizlastberechnung für Bestandsgebäude

Malte MYRAU ^{1*}, Moritz FLUCH ¹, Christian BLATT ¹, Sebastian FIEDLER ¹

¹ Technische Hochschule Lübeck, Fachbereich Bauwesen, Fachgruppe Nachhaltiges Planen, Bauen und Betreiben, Mönkhofer Weg 239 23562 Lübeck, Deutschland

*Korrespondierender Erstautor. malte.myrau@gmail.com

Keywords

Auslegung der thermischen Anschlussleistung, TGA-Planung, Wärmenetze, Building Information Modeling (BIM), Digitalisierung

Abstract

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Normheizlast eines Bestandsgebäudes anhand der DIN EN 12831 über die vorhandenen Schnittstellen der Planungs- und Simulationstools Solar-Computer, mh-Software und IDA ICE mit Abschätzungsberechnungen anhand von Literaturdaten zu quantifizieren. Für ein Erreichen eines klimaneutralen Gebäudebestandes muss dieser umfassend energetisch ertüchtigt werden. Weiterhin müssen perspektivisch kalte Wärmenetze mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Hierfür sind niedrige Vorlauftemperaturen der Heizsysteme empfehlenswert und damit eine Modernisierung des Gebäudebestandes, woraus eine verminderte Heizlast (Anschlussleistung) resultiert. Bei Neubauten kann hierfür im Planungsprozess die Heizlastberechnung raumweise nach der DIN EN 12831, bei entsprechender Informationslage, bereits mit Hilfe von Building Information Modeling (BIM) durchgeführt werden. Im Rahmen des "open big BIM"-Ansatzes wurden verschiedene Programmschnittstellen zu professionellen Planungsinstrumenten erprobt und die Ergebnisse verglichen (van Treeck et al., 2016). Bei Bestandsgebäuden ist die Informationslage hinsichtlich der Baukonstruktion häufig herausfordernder. Im Rahmen des Projektes "Digitale Infrastruktur für einen nachhaltigen Gebäudebetrieb" (DING) der Technischen Hochschule Lübeck wurden digitale Gebäudemodelle in der proprietären closed BIM Software Autodesk Revit entwickelt und für thermische Analysen optimiert (Myrau et al., 2023) (Fiedler et al., 2022). Untersuchungsgegenstand war das Gebäude 14 der TH Lübeck, welches 1970 erbaut und 2014 energetisch saniert wurde. Es besitzt eine Modell-Nettogeschossfläche von 4664 m². Da die Berechnung auf einem definierten Vorgehen nach genannter Norm basiert, nämlich der Summierung der Heizlasten aller Räume eines Gebäudes, wurde mit ähnlichen Ergebnissen gerechnet. Bei den untersuchten Schnittstellen handelte es sich um das Energiemodell von Revit (Schnittstelle zu Solar-Computer), gbXML (mh-Software) und IFC (Industry Foundation Classes, IDA ICE). Der Literaturerwartungswert nach der Baualtersklasse wurde mit ungefähr 40 W m⁻² (ca. 187 kW) angenommen (Anderer, 2022). Die überschlägig berechnete Heizlast des Gebäudes fiel mit ca. 160 kW (ca. 34 W • m⁻²) im Vergleich am geringsten aus (Pistohl et al., 2016). Die Berechnungsergebnisse von Solar-Computer betragen ca. 169 kW (ca. 37 W • m⁻²), mh-Software berechnete ca. 218 kW (ca. 47 W • m⁻²) und IDA ICE berechnete ca. 219 kW (55 W • m⁻²). Alle Ergebnisse sind in Fig. 1 dargestellt. Während mh-Software und IDA ICE vergleichbare Ergebnisse liefern, fiel die Heizlast bei Solar-Computer um bis zu 22 Prozent geringer aus. Zwischen allen drei Planungstools gab es zudem Unterschiede bei den beiden Summanden der Heizlast, den Transmissionswärmeverlusten und Lüftungswärmeverlusten. Die entwickelten Workflows waren zudem unterschiedlich komplex. Auf Basis der Ergebnisse dieser Untersuchung bietet es sich an, die Heizlastberechnung im Planungsprozess mit mehr als einem Programm zu validieren. Dies kann zu einer Ermittlung von präziseren Anschlussleistungen für Bestandsgebäude bei der Planung von Wärmenetzen führen, perspektivisch die Energieeffizienz steigern und die Planung somit erleichtern.

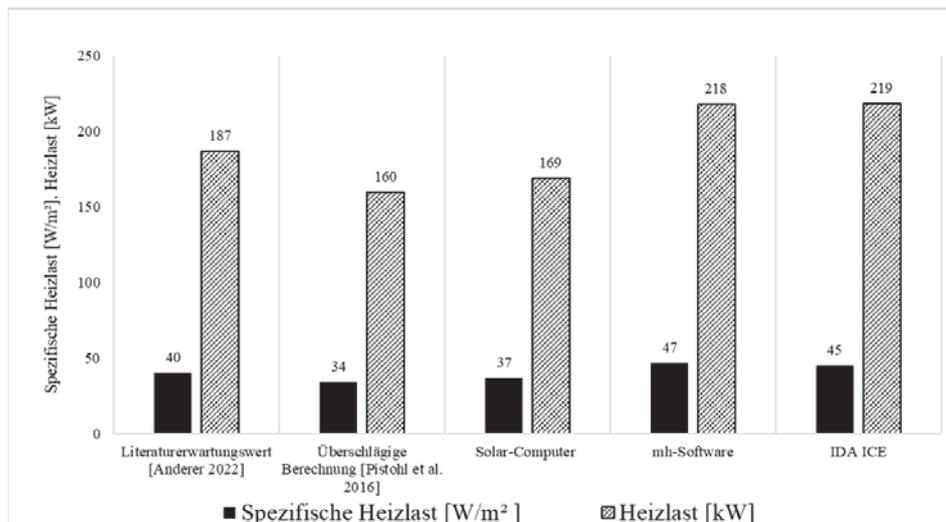


Fig. 1 Ermittelte spezifische Heizlasten [W m⁻²] und Heizlasten [kW].

Literaturverzeichnis

- DIN EN 12831-1:2017-09, Energetische Bewertung von Gebäuden_- Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast_- Teil_1: Raumheizlast, Modul M3-3; Deutsche Fassung EN_12831-1:2017. Beuth Verlag GmbH.
- Anderer, R. (2022). Tabellenbuch SHK für die Erstausbildung (1. Auflage). Westermann.
- Fiedler, S., Sharmak, W. & Myrau, M [M.]. (2022). Digitale Infrastruktur für einen nachhaltigen Gebäudebetrieb (DING). In D. Walberg (Hrsg.), Mitteilungsblatt / Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel: Nr. 261 = Heft 1 (2022). Nachhaltigkeit im Bauwesen: 683. Baugespräch (S. 26–27). Arbeitsgemein-schaft für zeitgemäßes Bauen e.V.
- Lützkendorf, T., Jarmer, T., Frank, P.-G., Westermann, M. & Wilezich, N. (2022). Mitteilungsblatt / Arbeitsge-meinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel: Nr. 261 = Heft 1 (2022). Nachhaltigkeit im Bauwesen: 683. Baugespräch (D. Walberg, Hg.). Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.
- Myrau, M, Fiedler, S. & Sharmak, W. (2023). Betriebliche Effizienz in Bestandsgebäuden mit Hilfe von digitalen Zwillingen: Infrastrukturvorbereitungen und Herausforderungen. <https://doi.org/10.48547/202310-023>
- Pistohl, W., Rechenauer, C. & Scheuerer, B. (2016). Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispielen2 (9., überarbeitete Auflage). Werner; Bundesanzeiger Verlag.
- van Treeck, C., Elixmann, R., Rudat, K., Hiller, S., Herkel, S. & Berger, M. (2016). Gebäude.Technik.Digital: Building Information Modeling. VDI-Buch. Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52825-9>

Notizfeld:

Effiziente, erneuerbare und netzdienliche Quartiersversorgung durch Wärmepumpen

Jonas HOPPE^{1*}, Raphael NIEPELT^{1,2}

¹Institut für Solarenergieforschung Hameln, Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

²Institut für Festkörperphysik, Leibniz Universität Hannover, Appelstraße 2, 31167 Hannover

*hoppe@isfh.de

Keywords

Monitoring, Simulation, Open-Source, Wärmepumpenquartiere, Wärmewende

Abstract

Wärmepumpen gelten als Schlüsseltechnologie, um effizient und nahezu klimaneutral Wärme bereitzustellen, sowohl in Neubauten als auch im Bestand. Werden viele Wärmepumpen in einem Quartier betrieben, hat dies Auswirkungen auf das elektrische und - sofern vorhanden - thermische Netz. Es kommt zu Wechselwirkungen, sodass es erforderlich sein kann, Betriebsstrategien anzupassen. Weiter werden Wärmepumpenanlagen häufig nicht optimal ausgelegt oder betrieben, sodass nicht alle Effizienzpotentiale einer Anlage ausgeschöpft werden. Das Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) begleitet in einem aktuellen Forschungsprojekt wissenschaftlich mehrere Quartiere bei der Umsetzung der Wärmewende. Hierbei reicht die Spanne an Objekten von Neubaugebieten mit Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpen und kaltem Nahwärmenetz, bis hin zu Bestandsgebäuden mit bivalenten Heizungssystemen. Für eine Bewertung der Betriebsweise und (Anlagen-) Effizienz werden die Gebäude und Systeme mit einem cloudbasierten Energiemonitoringsystem ausgestattet. Messtechnisch werden in den Haushalten Volumenstromzähler im Trinkwarmwasser, Wärmemengenzähler, Stromzähler und Temperatursensoren eingesetzt. Auf Quartiersebene werden an ausgewählten Stellen Volumenstrom- und Wärmemengenzähler im Nahwärmenetz und Strom- bzw. Energiezähler im Ortsnetztransformator genutzt. Die Daten werden in minütlicher Auflösung über einen Datenlogger an den Datenserver gesendet. Ein datenbasierter Algorithmus analysiert die eingehenden Messdaten und gibt dem Anlagenbetreiber und Handwerker Handlungsempfehlungen für einen optimierten Betrieb der Anlage. Über die Analyse der Einzelgebäude soll auf das Quartiersverhalten und mögliche Effizienzpotentiale geschlossen werden, um das Quartier netzdienlich betreiben zu können. Dabei stehen die Stabilität auf Ortsnetzebene bei einer hohen Durchdringung mit Wärmepumpen sowie die Nutzung von lokal oder regional erzeugter Erneuerbarer Energie im Mittelpunkt der Betrachtungen. Gleichzeitig werden im Projekt Simulationsmodelle entwickelt, um sowohl auf Gebäude- als auch auf Quartiersebene Effizienzpotentiale zu erkennen, zu analysieren und zu optimieren. Der Fokus liegt auf der Entwicklung und Bewertung von neuen Betriebsstrategien und potentielle Quartierslösungen hinsichtlich Lastverschiebung, Einbindung von bestehenden EE-Anlagen und Wärmenetzen. Daraus ergeben sich auch neue Geschäftsfelder für Energieversorger. Es werden auf Gebäudeebene detaillierte Komponentenmodelle zusammengefügt und zu einem Quartier auf elektrischer und thermischer Ebene gekoppelt. Mithilfe von systematischen Simulationen soll ein Tool zur Bewertung von Gebäuden hinsichtlich der Tauglichkeit von Wärmepumpensystemen entwickelt werden. Die Simulationen erfolgen mit einer Open-Source Bibliothek, um möglichst transparent und öffentlichkeitsnah Aussagen treffen zu können. In unserem Beitrag geben wir einen detaillierten Einblick in die untersuchten Quartiere und Gebäudecluster und das verwendete Monitoringkonzept. Wir stellen erste Auswertungen aus Feld- und Simulationsdaten vor sowie einen Überblick zum aktuellen Stand des Projekts.

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Vorhaben „EnEff:Stadt: Effiziente Wärmepumpenquartiere: Effizienter, erneuerbarer und netzdienlicher Betrieb von Wärmepumpenquartieren“, Kurzbezeichnung „WQeff“, wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03EN3070A aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt ausschließlich bei den Autoren.

Notizfeld:

Abstracts- Vortragsblock III

Vorträge - Effizienzsteigerung und Potenziale

Wärme im Wandel: Eine systemische Literaturanalyse des institutionellen Designs der Wärmewende im Kontext der materiellen Bedingungen	64
Effizienzsteigerung von Photovoltaik-Modulen durch Kombination mit Solarthermie-Modulen	66
Identifikation und Einflussbewertung von Fehlern in Übergabestationen auf Endnutzerebene in Wärmenetzen	68
Thermal Influence of District Heating Pipelines on District Cooling Pipelines Buried in the Ground	70
Praxisbericht Bürgerhaus in Meiendorf - Effizienzsteigerung in einem öffentlichen Gebäude mit Wärmepumpe und Innendämmung.....	72

Vorträge - Großanlagen für EE-Wärme

Technische Potenzialanalyse des Einsatzes von Flusswärmepumpen in Wärmenetzen.....	74
Flusswasser-Großwärmepumpen.....	76
Modulare Datenworkflows für die Energiesystemoptimierung zur Integration von Geothermie in urbanen Räumen	78
Erfolgsfaktoren und Herausforderungen bei der Entwicklung mitteltiefer Geothermieprojekte	80
Simulationsstudie zu temperaturbegrenzenden Kollektoren in solarthermischen Großanlagen.....	82

Wärme im Wandel: Eine systemische Literaturanalyse des institutionellen Designs der Wärmewende im Kontext der materiellen Bedingungen

Katharina PREHN, M.Sc.^{1,2*}

¹FH Westküste, Institut für die Transformation des Energiesystems, Markt 18, 25746 Heide

²Europa-Universität Flensburg, Internationales Institut für Management und ökonomische Bildung (IIM), Munketoft 3b, 24937 Flensburg

*prehn@fh-westkueste.de

Keywords

erneuerbare Wärmeversorgung ; sozial gerechte Wärmewende , institutionelles Design

Abstract

Im Jahr 2023 verfehlt Deutschland zum vierten Mal in Folge seine Klimaziele im Gebäudesektor. Zwar konnten die Emissionen im Vergleich zu 2022 um 3 Mio. t CO₂ reduziert werden, allerdings ist dieser Rückgang nicht auf eine erfolgreiche Klimapolitik zurückzuführen, sondern vielmehr auf Einsparungen der Haushalte als Reaktion auf die Energiekrise und milde Temperaturen (Agora Energiewende, 2024). Es ist daher anzunehmen, dass die Veränderungen im Heizverhalten nicht von Dauer sein werden, insbesondere wenn die Gaspreise wieder sinken. Dabei belastet die Energiekrise Einkommensgruppen unterschiedlich stark. Untere Einkommensgruppen werden überproportional durch die hohen Energiepreise belastet und sind infolgedessen durch Energiearmut bedroht, wohingegen höhere Einkommensgruppen diese besser ausgleichen können und gleichzeitig von effizienteren Technologien und Gebäuden profitieren (Grimm et al., 2023).

Die Notwendigkeit, eine sozial gerechte Energieversorgung bereitzustellen, führt nicht zwangsläufig zu einer Beschleunigung der Wärmewende. Stattdessen sehen wir im Zuge der Diskussionen um das Gebäudeenergiegesetz steigende Absatzzahlen fossiler Heizsysteme und Investitionen in fossile Infrastrukturen, die zuvor als umstritten galten (Agora Energiewende, 2024; Brauers, 2022). Der Schock, den das Energiesystem erlitten hat, führt somit nicht unmittelbar zu einer Destabilisierung des fossilen Regimes. Vielmehr verdeutlichen diese Beispiele die Komplexität des sozio-technischen Systems Wärme, in dem die Transformation umgesetzt werden muss, und unterstreichen gleichzeitig ihre Dringlichkeit.

Hinsichtlich der ökonomisch-technischen Umsetzbarkeit der Wärmewende besteht dabei ein breiter Konsens (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021; Sensfuß & Maurer, 2022). Ziel der Analyse ist es zu verstehen, welche Rolle Institutionen bei der Realisation der Wärmewende spielen, um diese zu beschleunigen. Institutionen bestimmen die soziale Gestalt unseres Lebens (Hodgson, 2006). Dabei gibt es eine wechselseitige Beziehung zwischen dem institutionellen Design, der materiellen Welt und den Normen, die in sie eingeschrieben sind (Andrews-Speed, 2016). Um die Rolle von Institutionen in der Wärmewende besser zu verstehen, wurde ihre Gestaltung anhand einzelner EU-Länder im Kontext der materiellen und sozio-ökonomischen Bedingungen analysiert. Dazu wurde eine systemische Literaturanalyse nach den PRISMA-Richtlinien (Page et al., 2021) durchgeführt. Um die institutionell-materiellen Bedingungen zu identifizieren, die zur Ko-Evolution der sozio-technischen, techno-ökonomischen und politischen Systeme führen, wurde das theoretische Framework von Cherp et al. (2018) verwendet und durch Ostroms Ansatz zur Institutionenanalyse erweitert (Ostrom, 2005).

Auf der Grundlage verschiedener Kennzahlen wurden Dänemark, Schweden, Finnland und die Niederlande als Referenzländer ausgewählt, um die institutionelle Gestaltung des Übergangs zu erneuerbarer Wärme zu untersuchen. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Verständnis der Wärmewende als dezentraler Bottom-up-Prozess essentiell ist, um die beteiligten Akteure mit den notwendigen Kapazitäten auszustatten und ihre Handlungsfähigkeit zu sichern. Darüber hinaus ist es notwendig, über die Konzeptualisierung von Haushalten als Nutzer von Technologien, Energieverbraucher oder Wärmelasten hinauszugehen und ihre soziale Realität im Hinblick auf ihre Bedürfnisse und Werte besser zu verstehen.

Danksagung

Die Studie konnte dank Fördermitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Projekts Westküste100 durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende. (2024). Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2024. https://www.agoraenergiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-35_DE_JAW23/A-EW_317_JAW23_WEB.pdf
- Andrews-Speed, P. (2016). Applying institutional theory to the low-carbon energy transition. *Energy Research & Social Science*, 13, 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.011>
- Brauers, H. (2022). Natural gas as a barrier to sustainability transitions? A systematic mapping of the risks and challenges. *Energy Research & Social Science*, 89, 102538. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102538>
- Cherp, A., Vinichenko, V., Jewell, J., Brutschin, E., & Sovacool, B. (2018). Integrating techno-economic, socio-technical and political perspectives on national energy transitions: A meta-theoretical framework. *Energy Research & Social Science*, 37, 175–190. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.015>
- Grimm, V., Gross, C., Marxsen, T., & Schwarz, M. (2023). Folgen der Energiekrise: Wie viel Haushalte für Heizung/Warmwasser und Strom zahlen (Veröffentlichungen des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen). Sachverständigenrat für Verbraucherfragen.
- Hodgson, G. M. (2006). What Are Institutions? *Journal of Economic Issues*, 40(1), 1–25. <https://doi.org/10.1080/00213624.2006.11506879>
- Ostrom, E. (2005). Doing Institutional Analysis Digging Deeper Than Markets and Hierarchies. In C. Menard & M. M. Shirley (Hrsg.), *Handbook of New Institutional Economics* (S. 819–848). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/0-387-25092-1_31
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*, 88, 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906>
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (2021). Klimaneutrales Deutschland 2045.
- Sensfuß, F., & Maurer, C. (2022). Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland

Notizfeld:

Effizienzsteigerung von Photovoltaik-Modulen durch Kombination mit Solarthermie-Modulen

Prof. Dr.-Ing. Thorsten VÖLKER*, Nils DAUM, Marius HUNTKE

Institution, Hochschule Bremen, Neustadtswall 30, 28199 Bremen
*Korrespondierender Erstautor. thorsten.voelker@hs-bremen.de

Keywords

Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpe, Effizienz, Sonnenenergie, PVT-Module

Abstract

Die Erzeugung elektrischer Energie in Photovoltaik-Modulen ist ein wichtiger Bestandteil des Strommixes in Deutschland. Der elektrische Wirkungsgrad von am Markt erhältlichen Modulen beträgt zurzeit unter 25% aber kann durch die gleichzeitige Nutzung der Wärme aus demselben Modul gesteigert werden.

In diesem Paper werden Solar-Module untersucht, die eine Kombination aus Photovoltaik-Modulen zur Stromerzeugung und Solarthermie-Modulen zur Gewinnung von Wärme darstellen. Diese Module werden Photovoltaik-Thermie-Module (PVT-Module) genannt. Sie bestehen aus den Photovoltaik-Zellen auf der Vorderseite und einem Thermie-Modul auf der Rückseite (siehe Fig. 1).

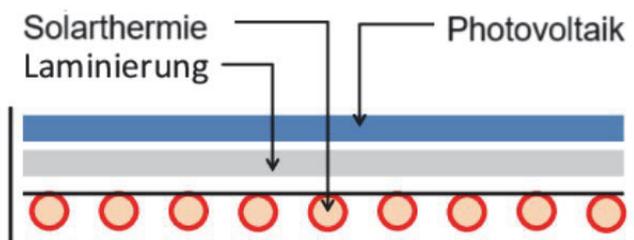


Fig. 1 Aufbau eines kombinierten Photovoltaik – Solarthermie Moduls (PVT-Modul)

Im dem Photovoltaik-Teil wird elektrische Energie erzeugt, die direkt genutzt, gespeichert oder ins Netz eingespeist werden kann. Mit dem thermischen Teil der Module wird Wärme gewonnen, die z.B. für Heizzwecke oder Warmwassererzeugung genutzt werden kann. Durch die Nutzung der Wärme wird das Photovoltaik-Modul gekühlt und der elektrische Wirkungsgrad des Photovoltaik-Teils steigt. Die Temperatur der PV-Module erreicht bei Sonneneinstrahlung schnell Werte von über 75°C. Wenn es gelingt, die Temperatur der Module auf 25°C herunter zu kühlen, erhöht sich der Ertrag an elektrischer Energie der Photovoltaikmodule um bis zu 50%.

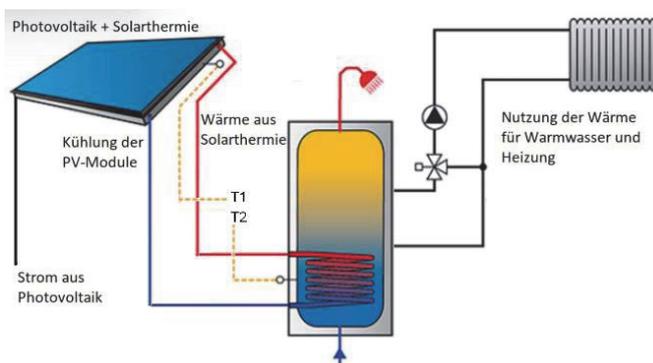


Fig. 2 Kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung mit gesteigerter Energieeffizienz

Die Ergebnisse wurden anhand mehrerer Messungen mit unterschiedlichen Modulen verifiziert. Die elektrische Energie wird über einen Wechselrichter ins Netz eingespeist und gemessen. Die thermische Energie wird über einen Wärmemengenmesser gemessen. Außerdem wird die Modul-Temperatur direkt und mit einer Wärmebildkamera ermittelt.

Danksagung

Die Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des Projektes „Café Sand goes green“ durch die Freie Hansestadt Bremen gefördert. Dafür möchte ich der Freien Hansestadt Bremen und der Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa danken.

Notizfeld:

Identifikation und Einflussbewertung von Fehlern in Übergabestationen auf Endnutzerebene in Wärmenetzen

Samanta Weber^{1*}, Michael Fischlschweiger², Dirk Volta³, Ulf Rieck-Blankenburg⁴

^{1,2}Technische Universität Clausthal, Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, Agricolastr. 4, 38678 Clausthal-Zellerfeld

³Hochschule Flensburg, Fachbereich Energie und Life Science, Kanzleistraße 91-93, 24943 Flensburg

⁴Stadtwerke-Flensburg, Geschäftsbereich Netze, Batteriestraße 48, 24937 Flensburg

*Korrespondierender Erstautor. samanta.weber@tu-clausthal.de.

Keywords

Effizienz in Wärmenetze; Fehlermanagement; k-means clustering; thermische Energiesysteme

Abstract

Eine essentielle Voraussetzung für den effizienten Betrieb von Wärmenetzen ist eine fehlerreduzierte Wärmeverteilung. Dennoch bilden Wärmeübergabestationen auf Endnutzerebene eine wesentliche Fehlerquelle (Buffa et al., 2021), (Gadd & Werner, 2014), (Månsson et al., 2019). Einzelne Nutzer können einen substantiellen Einfluss auf das Gesamtsystem nehmen (Calikus et al., 2019). Fehler in Wärmeübergabestationen beeinflussen den Nutzerkomfort (Bahlawan et al., 2022) und bedingen die Notwendigkeit entweder den Volumenstrom oder die Vorlauftemperatur der Station zu erhöhen (Månsson et al., 2018). Insgesamt steigt dadurch das Temperaturniveau des Wärmenetzes. Studien zeigen, dass bis zur Hälfte der notwendigen Temperaturabsenkung, um die Transformation zur 4. Generation von Wärmenetzen zu erreichen, durch effektives Fehlermanagement erzielt werden kann (Gadd & Werner, 2015). Daher sind praktisch umsetzbare Ansätze zur Fehleridentifikation nötig, die sich mit beschränktem Aufwand auf andere Wärmenetze übertragen lassen. Diese Studie identifiziert häufig auftretende Fehler in Wärmeübergabestationen mithilfe von k-means Clustering auf Basis von Daten für die Vor- und Rücklauftemperatur in stündlicher Auflösung der Modellregion in Tarp, Schleswig-Holstein. In der Modellregion sind dies vorwiegend überhöhte Rücklauftemperaturen, Bypass-Verhalten und Wärmerückspeisung durch fehlerhafte Speicherregelung. Die häufigsten Ursachen sind defekte motorische Ventile und verstellte, fehlerhafte

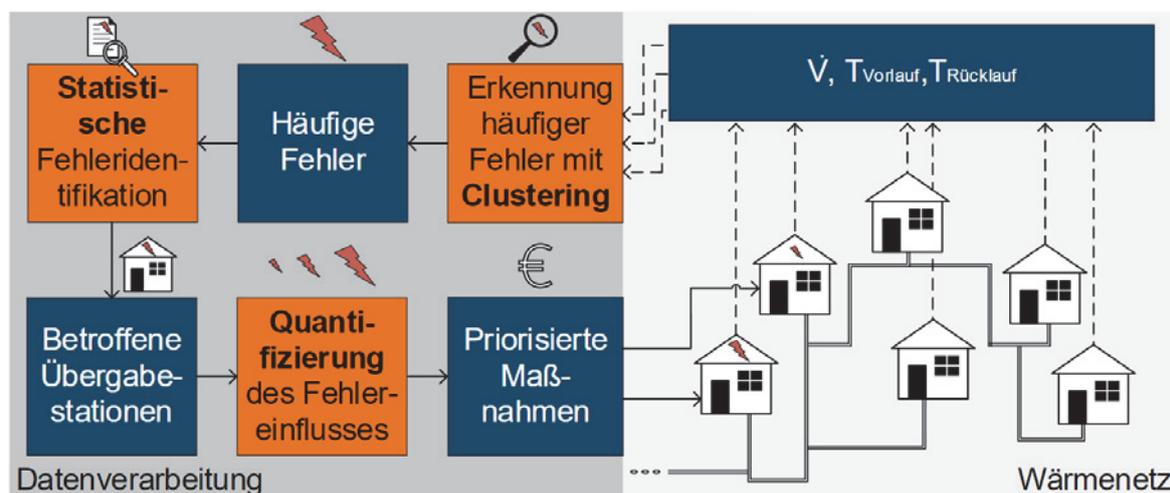


Fig. 1 Schematischer Ablauf der Fehleridentifikation und -einflussbewertung in Wärmenetzen.

oder nicht vorhandene Rücklauftemperaturbegrenzer. Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden statistische Verfahren genutzt, um diejenigen Übergabestationen zu identifizieren, die mit den genannten Fehlern behaftet sind. Durch die zusätzliche Kombination mit dem gemessenen Volumenstrom lässt sich die Einflussstärke des Fehlers auf das Gesamtsystem quantifizieren, wodurch eine Priorisierung von Abhilfemaßnahmen im Kontext begrenzter Ressourcen des Wärmenetzbetreibenden möglich wird. Die Ergebnisse zeigen, dass durch regelmäßige Analyse neu entstehende Fehler detektiert werden können. Der statistische Ansatz ist ohne nennenswerte Anpassungen auf andere Wärmenetze übertragbar und benötigt einen sehr geringen Aufwand zur Datenvorbereitung. Die Studie trägt zur Steigerung des Nutzerkomforts, Reduzierung der Kosten der Wärmeverteilung, Erhöhung der regenerativen Einspeisung und insgesamt zu einem effizienteren Betrieb von Wärmenetzen bei.

Danksagung

Diese Studie wurde unterstützt durch die Stadtwerke Flensburg GmbH und die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH), Fördernummern 8/12-57 und 14/12-34.

Literaturverzeichnis

- Buffa, S., Fouladfar, M.H., Franchini, G., Lozano Gabarre, I., & Andrés Chicote, M. (2021). Advanced Control and Fault Detection Strategies for District Heating and Cooling Systems—A Review. *Appl. Sci.* 11, 455.
<https://doi.org/10.3390/app11010455>
- Gadd, H., & Werner, S. (2014). Achieving low return temperatures from district heating substations. *Applied Energy* 136, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.022>
- Månsson, S., Johansson Kallioniemi, P.-O., Thern, M., Van Oevelen, T., & Sernhed, K. (2019). Faults in district heating customer installations and ways to approach them: Experiences from Swedish utilities. *Energy* 180, 163-174.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.220>
- Calikus, E., Nowaczyk, S., Sant'Anna, A., Gadd, H., & Werner, S. (2019). A data-driven approach for discovering heat load patterns in district heating. *Applied Energy* 252, 113409. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113409>
- Bahlawan, H., Ferraro, N., Gambarotta, A., Losi, E., Manservigi, L., Morini, M., Saletti, C., Spina, P. R., & Venturini, M. (2022). Detection and identification of faults in a District Heating Network. *Energy Conversion and Management* 266, 115837. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115837>
- Månsson, S., Johansson Kallioniemi, P.-O., Sernhed, K., & Thern, M. (2018). A machine learning approach to fault detection in district heating substations. *Energy Procedia* 149, 226-235. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.08.187>
- Gadd, H., & Werner, S. (2015). Fault detection in district heating substations. *Applied Energy* 157, 51-59.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.07.061>

Notizfeld:

Thermal Influence of District Heating Pipelines on District Cooling Pipelines Buried in the Ground

Aaron WIELAND¹, Ingo WEIDLICH¹

¹HafenCity University Hamburg (HCU), Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg, Germany

*Corresponding author. aaron.wieland@hcu-hamburg.de

Keywords

District heating, District cooling, Thermal influence, Equivalent mesh current method

Abstract

In recent years, the focus on achieving climate targets has led to the expansion of district heating and cooling networks. This trend means that many metropolitan areas now have an increased volume of pipeline infrastructure buried in the ground. In some cases, the network structures are so densely built that district heating and cooling pipelines are installed in ultimate proximity or run in parallel to each other. While these pipelines are thermally insulated, many studies have shown they have a thermal influence on the surrounding soil. However, this study analyses the influence of district heating pipelines beyond the soil and investigates the thermal influence on nearby district cooling pipes. Therefore, a steady-state heat loss model is employed based on the equivalent mesh current method. The model is validated using measured soil temperatures at predefined locations around the pipes. The measurement took place from 2019 to 2022 at a site in Munich, Germany where two district heating pipes of DN 250 and two district cooling pipes of DN 500 (not insulated) were installed above each other. Initial evaluations show that the district heating pipelines have little influence on the district cooling ones in the section under consideration.

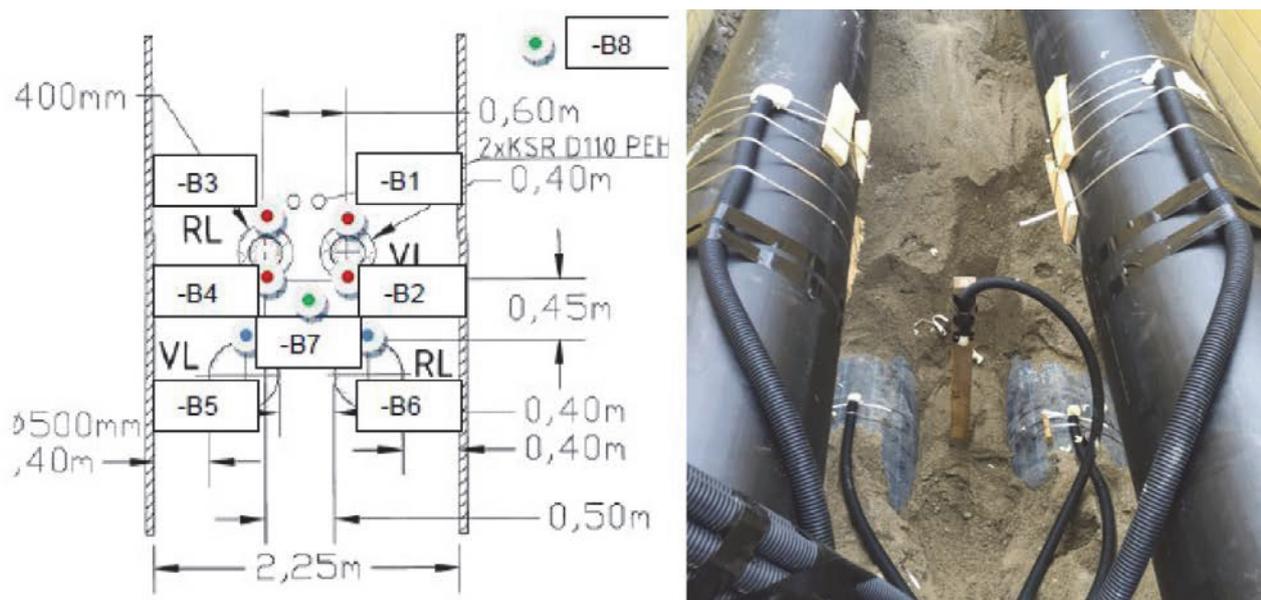


Fig. 1 Measurement setup (Copyright SWM)

Acknowledgement

This work is a result of cooperative discussions of the HafenCity University and the Public Utilities Munich (SWM, contact: Dr.-Ing. Patrick Krystallas) in the research project En-Eff: Netzregelung (03EN3076B). The project is nationally funded under the EnEff: Program by Germany's Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. The funding is gratefully acknowledged by the authors.

Notizfeld:

Praxisbericht Bürgerhaus in Meiendorf - Effizienzsteigerung in einem öffentlichen Gebäude mit Wärmepumpe und Innendämmung

Felix Doucet¹

¹EnHH GmbH – Energieberatung Hamburg

Abstract

Der kommunale Gebäudekomplex der Gemeinde Wandsbek in der Saseler Str. 21 in Hamburg beherbergt den u. A. mit Kultur- und Jugendarbeit betrauten „Bürgerhaus in Meiendorf e.V.“ (BiM) und einen Kindergarten. Das Gebäude wurde bis in die 70er als Schule genutzt und ist in vier Bauabschnitten (1885, 1920, 1930, 1960) errichtet worden. Anhand einer Bauunterlagenanalyse, vor Ort Begutachtung und Ist-Zustandsanalyse wurden Effizienzmaßnahmen entwickelt. Darauf basierend wurde ein Gesamt-Konzept und Maßnahmenkatalog entwickelt, mit dem das Objekt den förderfähigen Energie-Standard „Effizienzgebäude 70 - EE-Klasse“ erreicht, indem die einzelnen Maßnahmen zusammengeführt werden. Folgende Sanierungsmaßnahmen wurden umgesetzt:

- Dämmung der Außenwände ohne Veränderung der Gebäude-Ansicht,
- Dämmung der oberen Geschossdecke (Altbau 1885),
- Dämmung der Flachdächer (Bau von 1930 und 1960),
- Austausch der Kunststofffenster,
- Ertüchtigung der Fenster mit historischem Holzrahmen (Austausch der Verglasung),
- Abdichtung und Dämmung unterer Gebäudeabschluss (kein Keller),
- Installation einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung,
- Installation einer zentralen Luft-Wasser Wärmepumpe mit Pufferspeicher und
- Installation einer Photovoltaik (PV)-Anlage.

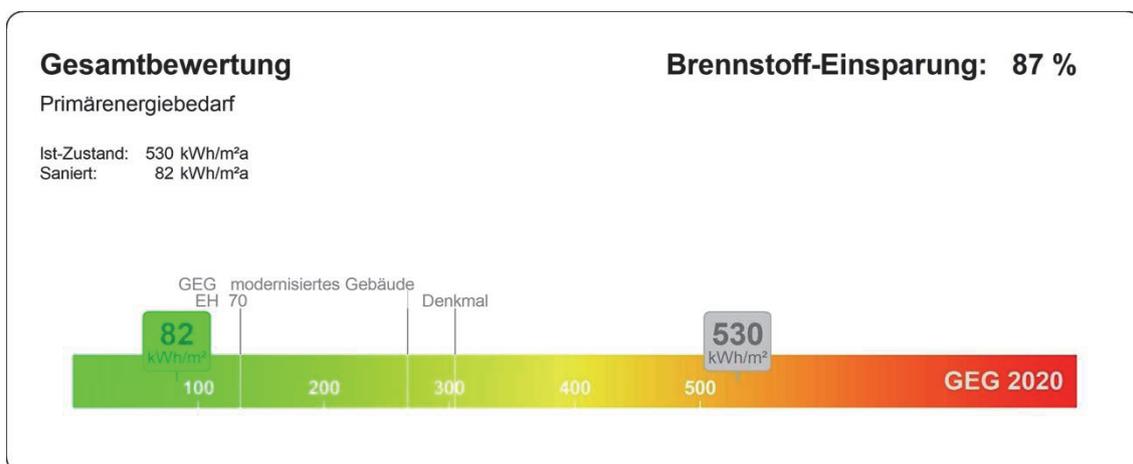


Bild 1: Überblick Gebäudekomplex energetische Gesamtbewertung nach DIN V 18599 vor und nach Sanierung

Durch eine Kombination aus Innendämmung und Kerndämmung der Luftschicht in den Wänden wird das anspruchsvolle Niveau „Effizienzgebäude 70 – EE-Klasse“ erreicht, ohne dass die Gebäude-Ansicht verändert wird. Bild 1 visualisiert den Vergleich des Primärenergiebedarfs vor der Sanierung („Ist-Zustand“) und „Saniert“. Dank der Reduktion der Wärmeverluste auf der einen Seite und der Nutzung der Energiequellen Abwärme, Umweltwärme und PV-Strom kann der Bezug von Brennstoff in kWh (vorher: Erdgas und Strom, nachher: nur Strom) um 87 % reduziert werden.

In enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde Wandsbek und weiteren Planern (u.a. Projektsteuerung, Architekturbüro, TGA-Planer) wurde das Konzept erfolgreich umgesetzt.

Im Rahmen der Konferenz wird die Konzeptionierung, Planung und Umsetzung der Sanierung im Gebäudekomplex vorgestellt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Notizfeld:

Technische Potenzialanalyse des Einsatzes von Flusswärmepumpen in Wärmenetzen

Michael Vieth^{1*}, Arne Speerforck¹

¹ Technische Universität Hamburg, Institut für Technische Thermodynamik (M-21), Denickestr. 17 (Gebäude-L), D-21073 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. michael.vieth@tuhh.de

Keywords

Hochtemperatur; Kältemittel; Parameter variation; Simulation

Abstract

Ein erheblicher Teil der Wärmeversorgung in deutschen Ballungsräumen wird durch Fernwärmenetze bereitgestellt (Pelda, Holler, & Urban, 2021). Für das Ziel Deutschlands, bis 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen (Deutscher Bundestag, 2021), muss unter anderem diese Wärmeversorgung dekarbonisiert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist neben einer verstärkten Abwärmenutzung auch die Elektrifizierung der Wärmeerzeuger ein vielversprechender Ansatz. Der Einsatz von Großwärmepumpen ist eine effiziente Möglichkeit dazu. Dieser Forschungsbeitrag betrachtet technische Potenziale einer Wärmepumpe für die Wärmebereitstellung in ein Wärmenetz und vergleicht dazu mithilfe eines Modells 4 Wärmepumpenkonfigurationen und 6 Kältemittel.

In dem betrachteten Szenario nutzt die Wärmepumpe Flusswasser als Wärmequelle und ein Wärmenetz als Wärmesenke. Weil üblicherweise sowohl die Flusswasser- als auch die Vorlauftemperaturen im Wärmenetz jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, werden Szenarien betrachtet in denen das Flusswasser eine Temperatur von 5 °C oder 10 °C und das Wärmenetz eine Vorlauftemperatur von 100 °C, 110 °C, 120 °C oder 130 °C hat.

Es werden 4 verschiedene Wärmepumpenkonfigurationen modelliert und simuliert. Dazu gehört ein Referenzmodell, das neben dem üblichen Verdichter, einer Drossel und zwei Wärmeübertragern einen internen Wärmeübertrager besitzt. Zusätzlich gibt es ein Modell mit mehreren Flash-Tanks, ein Modell mit einem Flash-Tank sowie einem internen Wärmeübertrager und ein Modell mit einem Economizer sowie einem internen Wärmeübertrager. Für die Modellierung und Simulation wurde das Programm MATLAB © verwendet.

Ein für die beschriebenen Randbedingungen bislang häufig eingesetztes Kältemittel ist R245FA (Arpagaus, Bless, Uhlmann, Schiffmann, & Bertsch, 2018). Durch strengere Umweltauflagen wird dieses Kältemittel in der Zukunft jedoch nicht weiter einsetzbar sein (EU Parlament, 2014) sodass Alternativen gefunden werden müssen. Aus diesem Grund werden die 4 Wärmepumpenkonfigurationen mit dem Referenzkältemittel R245fa und Alternativkältemitteln mit niedrigem GWP simuliert. Bei den Alternativkältemitteln handelt es sich um die synthetischen Kältemittel R1224yd(Z), R1233zd(E) und R1234ze(Z) sowie die natürlichen Kältemittel R600 (n-Butan) und R601a (Isopentan).

Danksagung

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des Norddeutschen Reallabors (Teilvorhaben 8.2) entstanden und wurde durch Mittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unter dem Förderkennzeichen 03EWR00702 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Literaturverzeichnis

- Arpagaus, C., Bless, F., Uhlmann, M., Schiffmann, J., & Bertsch, S. S. (1. Juni 2018). High temperature heat pumps: Market overview, state of the art, research status, refrigerants, and application potentials. *Energy*, S. 985-1010. doi:https://doi.

org/10.1016/j.energy.2018.03.166

- Deutscher Bundestag. (18. August 2021). Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Berlin, Deutschland. Abgerufen am 12. April 2024 von <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>
- EU Parlament. (16. April 2014). VERORDNUNG (EU) Nr. 517/2014 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006. Abgerufen am 12. April 2024 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517>
- Pelda, J., Holler, S., & Urban, P. (2021, October 15). District heating atlas - Analysis of the German district heating sector. Energy, 233. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121018>

Notizfeld:

Flusswasser-Großwärmepumpen

Darius Bonk ^{1*}, Jim Lukas Armbruster¹, Marlies Wiegand¹, Oliver Opel ¹

¹Fachhochschule Westküste (Institut für die Transformation des Energiesystems), Markt 18, 25746 Heide

*Korrespondierender Erstautor. bonk@fh-westkueste.de.

Keywords

Defossilisierung; OEMOF (Open Energy Modelling Framework); Transformationspläne; Umweltwärmequelle; Wärmefahne; Wärmekonzept

Abstract

Innerhalb der kommunalen Wärmeplanung in Deutschland führt der Wärmenetzneu- und -ausbau mit Großwärmepumpen (GWP) zur Verdrängung von dezentralen Wärmeenergieanlagen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Der Defossilisierungscharakter von GWP erhöht sich stetig mit dem jährlich steigenden EE-Anteil der Netzlast im Stromnetz. GWP mit einer thermischen Leistung von mehreren Megawatt nutzen als Umweltwärmequelle in der Regel Gewässer oder Geothermie. Flusswasser ist aufgrund der verhältnismäßig hohen Temperaturen über das Jahr eine sinnvolle Alternative zu Geothermie. Flusswasser ist häufig kostengünstiger in der Erschließung der Umweltwärmequelle, steht allerdings nur wenigen Kommunen in Schleswig-Holstein zur Verfügung. Dennoch haben fließende Gewässer gegenüber ruhenden Gewässern den Vorteil, dass das ausgekühlte Wasser in Richtung der Strömung verteilt wird und eine rasche Durchmischung erfährt. Die als Wärmefahne bekannte Temperaturdifferenz, um welche die Temperatur eines Flusses maximal erhöht oder verringert werden darf, beträgt häufig 2 K und gilt als Rahmenbedingung für die Erschließung von Flusswasser als Umweltwärmequelle. Wird beispielsweise die Eider als Umweltwärmequelle genutzt ist es mit einer Temperaturdifferenz von 1 K und einem mittleren Abfluss von 1,73 m³/s möglich, dieser eine Wärmeleistung von 7,3 MW zu entziehen. Die Berechnung der Wärmefahne zeigt, dass die Temperaturdifferenz durch die Strömungsgeschwindigkeit der Eider nach einigen Metern kaum noch relevant ist (vgl. Fig. 1). Mithilfe der Simulationssoftware „Open Energy Modelling Framework“ (OEMOF) wird eine Auslegung hinsichtlich der thermischen Leistung von GWP unter wirtschaftlichen Aspekten ermöglicht, um den Wärmebedarf von Kommunen abzudecken. Von dieser optimierten Startposition werden weitere Schritte für ein dekarbonisiertes und nachhaltiges Wärmekonzept untersucht.

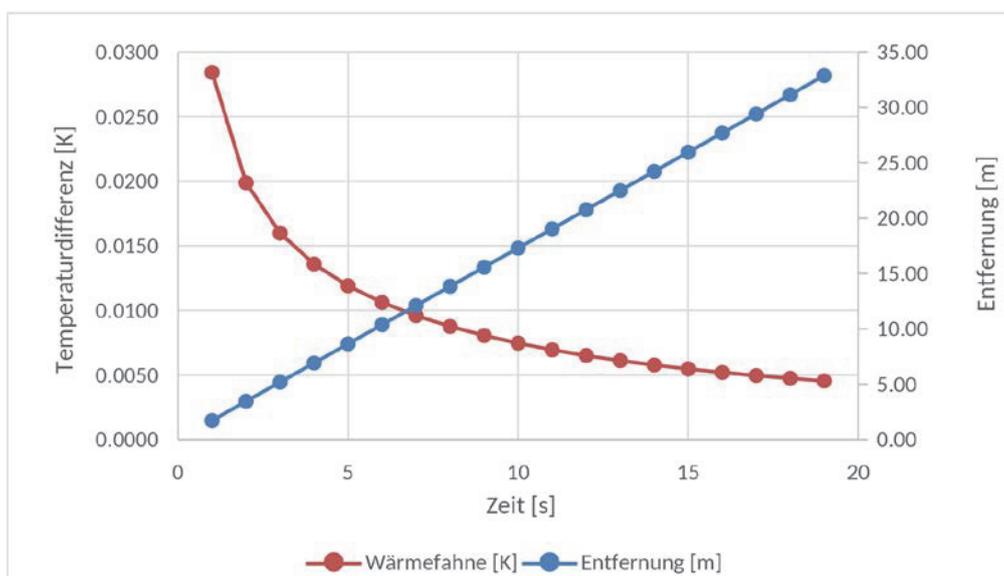


Fig. 1 Zurückgelegte Entfernung und Reduzierung der Wärmefahne über die Zeit in der Eider.

Danksagung

Dieses Projekt wird mit Mitteln des Ministeriums für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein über das Programm HWT Energie und Klimaschutz der Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH gefördert.

Notizfeld:

Modulare Datenworkflows für die Energiesystemoptimierung zur Integration von Geothermie in urbanen Räumen

Francesco WITTE^{1*}, Wided MEDJROUBI¹, Johannes HALLER², Alexandra DECKER², Abullqasim SHAKERI³, Christof BEYER³, Elisa LÖSCHNER³, Sebastian BAUER³

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für vernetzte Energiesysteme, 26121 Oldenburg

²IREES GmbH, Durlacher Allee 77, 76131 Karlsruhe

³Institut für Geowissenschaften, Ludewig-Meyn-Str. 10, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24118 Kiel

*Korrespondierender Erstautor. francesco.witte@dlr.de

Keywords

Geothermie, Abwärme, GIS, urbane Energiesysteme, Systemoptimierung, Planungstool

Abstract

Urbane Räume spielen in der Transformation des Energiesystems hin zu einer CO₂-emissionsfreien Versorgung eine zentrale Rolle, da ein überwiegender Anteil des Wärme- und des Strombedarfes in Deutschland in diesen Räumen anfällt. Darüber hinaus gibt es ein großes Potential für Symbiosen, z. B. mittels der Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen oder Industriebetrieben für die Versorgung von Wohnhäusern mit Heizwärme. Erzeugungsseitig liegt gleichzeitig jedoch ein geringes Platzangebot vor, sodass die lokale Erzeugung der Energie aus erneuerbaren Energiequellen eine planerische Herausforderung darstellen kann. Dennoch bestehen z. B. durch eine Nutzung von Dachflächen für die Stromerzeugung aus PV-Anlagen oder von oberflächennaher Geothermie in der Wärmeversorgung erhebliche Potentiale der lokalen Energieerzeugung. Diese können insbesondere vor dem Hintergrund der fortschreitenden Elektrifizierung der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen eine wichtige Rolle zur Entlastung der elektrischen Netze spielen. Auch Flexibilitätsoptionen in Form von Batterie- oder Wärmespeichern sind hier zu berücksichtigen. Oft wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zudem ein Fokus auf Eignungsgebiete für Fernwärme und Wärmepumpen gelegt und potenzielle Nahwärmelösungen nur auf sehr grober Ebene betrachtet.

Um den Planungsprozess von Nahwärmelösungen auf Quartiersebene zu verbessern, wird im Verbundvorhaben LOCAL ein Planungstool entwickelt, das die Rolle der unterschiedlichen Energieversorgungstechnologien und Flexibilitätsoptionen aus der Perspektive des Gesamtsystems bewertet. Zu diesem Zweck wird auf Basis offener Daten ein Workflow entwickelt, der zunächst georeferenziert den Energiebedarf in Strom- und Wärmesektor abschätzt und Potentiale für die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen ermittelt. Für den Energiebedarf werden die Gebäude unterschiedlichen Gebäudeklassen zugeordnet. Darüber hinaus beeinflusst der Sanierungszustand der Gebäude den tatsächlichen Energiebedarf.



Abb. 1: Beispielhafter Datenworkflow für die Kategorisierung von Gebäuden in Oldenburg Wechloy.

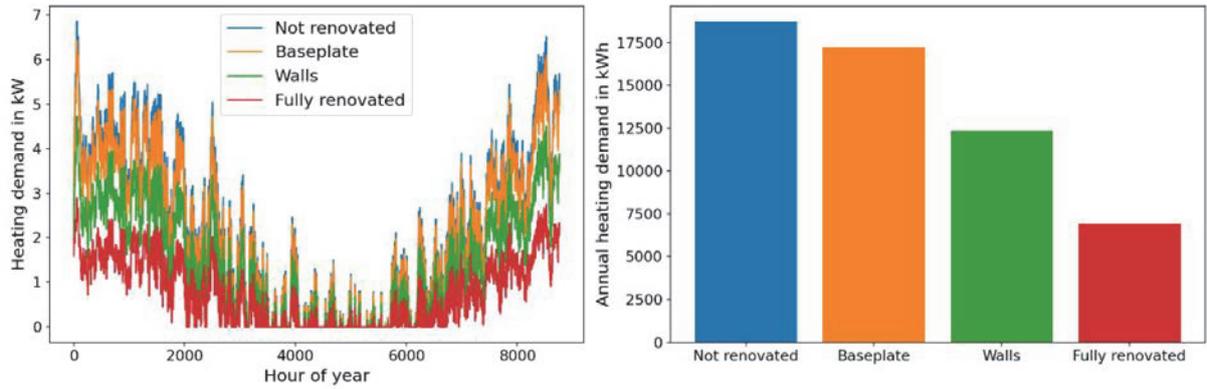


Abb. 2: Wärmebedarfsprofile für Wohnhäuser in Abhängigkeit vom Sanierungszustand (links) und Jahresbedarf.

Zur geothermischen Potentialbestimmung werden Geodaten u. A. zu Bebauung, Landnutzung, thermischen Untergrundeigenschaften und Restriktionen für geothermische Anlagen berücksichtigt. In erster Version ist damit die Abschätzung des räumlich optimierten potentiellen Beitrags von Erdwärmesonden zur Wärmeversorgung auf unterschiedlichen räumlichen Skalen vom gesamten Stadtgebiet über Quartiere bis hin zu einzelnen Flurstücken möglich.



Abb. 3: Beispielhafter Datenworkflow für die Abschätzung des Geothermiekpotentials: Restriktionszonen (links) in einem Quartier (Mitte), und auf Grundstücksebene unter der Berücksichtigung von Abstandsregeln (rechts).

Anschließend werden mit Hilfe eines Optimierungsmodells der stündliche Anlageneinsatz und Speicherbetrieb zur Bereitstellung des Energiebedarfs modelliert. Ein Fokus liegt dabei insbesondere in der Verbesserung der Modellierung der Geothermie in Energiesystemmodellen. Aufbauend auf der Systemmodellierung können in einem Pareto-Ansatz unterschiedliche gesamtsystemische Ziele bewertet werden: z. B. Minimierung der Systemkosten, Minimierung der CO2-Emissionen oder Minimierung des Bezugs elektrischer Energie aus höheren Spannungsebenen. Die Erstellung von Transformations-szenarien erlaubt es den Modellierern, den Einfluss z. B. von unterschiedlichen Sanierungspfaden, ordnungsrechtlichen oder förderpolitischen Maßnahmen und Preissignalen auf den Wärmebedarf in Bestandsgebäuden, oder von Temperaturänderungen auf das Nahwärmesystem zu analysieren. In einem ersten Schritt werden auf der Konferenz das Konzept des Planungstools und eine beispielhafte Anwendung vorgestellt.

Danksagung

LOCAL ist ein Verbundvorhaben aus dem DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme, der IREES GmbH und der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Das Projekt LOCAL wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (FKZ: 03EI1073 A-C).

Notizfeld:

Erfolgsfaktoren und Herausforderungen bei der Entwicklung mitteltiefer Geothermieprojekte

Lars HOLSTENKAMP^{1*}, Tidian BAERENS², Dieter BEHRENDT¹, Stefanie KRUG³, Evelin PECHAN³, Julika WEIß²

¹ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung gGmbH, Wichernstraße 34, Eingang B, 21335 Lüneburg

²Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (gemeinnützig) (IÖW), Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin

³Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, 30655 Hannover

*Korrespondierender Erstautor. lars.holstenkamp@ecolog-institut.de.

Keywords

Fündigkeitsrisiko; hydrothermale Geothermie; Risikoverteilung; Wärmeplanung.

Abstract

Die mitteltiefe Geothermie nutzt Heißwasservorkommen in ca. 400 bis ca. 2.000 m Tiefe, die üblicherweise über Dubletten erschlossen werden, zur Einspeisung in ein Wärmenetz oder für die Versorgung eines großen Objektes (z. B. Gebäudekomplex, Industriebetrieb). Sie bietet insbesondere im Norddeutschen Becken, im Oberrheingraben und im Molassebecken ein großes Potenzial für die netzgebundene Wärmeversorgung. Während sie im Münchener Raum schon relativ gut entwickelt ist, gerät sie auch im Norddeutschen Becken zunehmend in den Blick, z. B. in Hamburg und Potsdam. Basierend auf einer Auswertung alter Machbarkeitsstudien für das Norddeutsche Becken, einer systematischen Literaturanalyse und Experteninterviews werden die wesentlichen Erfolgs- und Hemmnisfaktoren bei der Umsetzung mitteltiefer Geothermievorhaben herausgearbeitet. Zu Letzteren zählen insbesondere die lange Dauer und die hohen Unsicherheiten bei der Projektentwicklung bis zur Probebohrung (Fündigkeitsrisiko; Witter et al., 2019), die hohen Anfangsinvestitionen, die die Risikotragfähigkeit vieler kleinerer und mittelgroßer kommunaler Akteure übersteigen, und die noch nicht vollständig erschlossene Wertschöpfungskette, um solche Risiken adäquat zu verteilen.



Abb. 1 Bohrturm (© BGR).

Danksagung

Die Arbeiten sind Teil des Forschungsprojektes „Warm-Up“, das vom Bundesministerium für Energie und Klimaschutz (BMWK) unter den Kennzeichen 03EE4049A-D gefördert wird.

Literaturverzeichnis

-Witter, J. B., Trainor-Guitton, W. J., & Siler, D. L. (2019). Uncertainty and risk evaluation during the exploration stage of geothermal development: A review. *Geothermics*, 78, 233-242.

Notizfeld:

Simulationsstudie zu temperaturbegrenzenden Kollektoren in solarthermischen Großanlagen

Julian JENSEN*, Bert SCHIEBLER, Maik KIRCHNER, Federico GIOVANNETTI

Institut für Solarenergieforschung Hameln, Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

*Korrespondierender Erstautor. jensen@isfh.de

Keywords

Solarthermische Großanlage ; Stagnation ; Fernwärme ; TRNSYS

Abstract

Solarthermische Großanlagen bieten eine effiziente Möglichkeit, den erneuerbaren Anteil an der Nah- und Fernwärmeversorgung zu erhöhen. Sie weisen jedoch im Allgemeinen das Problem der Stagnation auf, wenn im Stillstand der Anlage bei gleichzeitig hoher solarer Einstrahlung das Wärmeträgermedium in der Anlage überhitzt und verdampft. Die dadurch entstehenden hohen Temperaturen und Drücke müssen bei der Planung und Ausführung jeder Anlage berücksichtigt werden. Der Stagnationszustand ist auch bei Großanlagen relevant, wie eine Bestandsanalyse im Forschungsprojekt „HP-BIG“ gezeigt hat (Schiebler,2023).

Durch den Einsatz von temperaturbegrenzenden Wärmerohrkollektoren kann die Überhitzung zuverlässig und eigensicher vermieden werden. Dafür werden weder zusätzliche Komponenten, noch externe oder zusätzliche Hilfseinrichtungen benötigt. Durch die verminderte thermische und hydraulische Belastung der Anlage ergeben sich Kosteneinsparpotentiale hinsichtlich der Komponentenauswahl und der Anlagenhydraulik.

Der Beitrag präsentiert Ergebnisse von Systemsimulationen solarthermischer Großanlagen für die Einspeisung in Wärmenetze mit der Simulationsumgebung TRNSYS. Das gewählte Systemkonzept orientiert sich an einer repräsentativen Großanlage mit einer Bruttokollektorfläche von 3000 m².

Parameterstudien werden u.a. zu den Einflüssen von Kollektorparametern, Speichergößen und Lastprofilen durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt der Simulationen liegt auf dem Vergleich zwischen der Hydraulik nach aktuellem Marktstandard (direkt-durchströmt) und der aus dem Einsatz von temperaturbegrenzenden Wärmerohrkollektoren resultierenden Hydraulik. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass im direkten Vergleich die Wärmerohr-Systemhydraulik einen Minderertrag von ca. -8% erzielt. Der Minderertrag ist dabei jedoch nicht auf die Temperaturbegrenzung zurückzuführen, sondern auf die abweichenden Kollektorparameter der Wärmerohrkollektoren. Die Temperaturbegrenzung selbst beeinflusst den Systemertrag lediglich mit -1%. Die maximale Kollektortemperatur kann durch die Wärmerohrkollektoren in allen System- und Betriebszuständen von maximal 250 °C auf 125 °C reduziert bzw. begrenzt werden. Dampfbildung kann somit im Stagnationsfall vermieden werden. Die Abschätzung der daraus resultierenden Vorteile, z. B. bei Investitions- und Wärmegestehungskosten, ist Bestandteil der aktuellen Arbeiten im Forschungsprojekt.

Danksagung

Das dieser Veröffentlichung zu Grunde liegende Vorhaben „Senkung des Wärmepreises bei solarthermischen Großanlagen mit Heatpipe-Vakuumröhrenkollektoren“ (HP-BIG, FKZ 03EN6011A-C) wird mit Mitteln des Landes Niedersachsen und des BMWK aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung.

Literaturverzeichnis

-Schiebler, B. (2023). Solarthermische Großanlagen in Wärmenetzen - Eine Analyse von Machbarkeitsstudien und bereits realisierten Projekten [Konferenz Langfassung]. 33. Symposium „Solarthermie und innovative Wärmesysteme 09.-11. Mai 2023.

Notizfeld:

Abstracts- Vortragsblock IV

Vorträge - Simulationstools II

Automated district heating network model generation based on open street map and heat cadastre data	86
Dynamische Simulation großer Wärmenetze unter Berücksichtigung von thermischen Trägheitseffekten	88
Entwicklung eines Mehrfamilienhaus-Emulators für die Prüfung von Wohnungsstationen	90
Definition typischer sanierter niedersächsischer Wohngebäude als Basis für die dynamische Gebäudesimulation	92
Berücksichtigung von Temperatur und Massestrom in Linearen Optimierungsmodellen	94

Vorträge - Wasserstoff und Wärme

Der Rechtsrahmen für den direkten Wasserstoffeinsatz in der Gebäudebeheizung ...	96
Wasserstoff in der Wärmeplanung – Ein Überblick über den Rechtsrahmen des Bundes und der Länder	97
Die Rolle von Wasserstoff in der Schleswig-Holsteinischen kommunalen Wärmeplanung	98
Flexibilität bei der Elektrolyse – eine breit verfügbare Ressource?	100
Forschungsprojekt Hymenspiel: Konzeptvorstellung zur lokalen Energieversorgung mit Wasserstoff.....	101

Automated district heating network model generation based on open street map and heat cadastre data

Jonathan VIETH^{1*}, Arne SPEERFORCK¹

¹Hamburg University of Technology, Institute of Engineering Thermodynamics, Denickestr. 17, 21073 Hamburg, Germany

*Corresponding author. jonathan.vieth@tuhh.de.

Keywords

Simulation of district heating networks, district heating network routing problems, graph theory, optimization

Abstract

The European Union has set itself the goal of being climate-neutral by 2050 (European Union, 2021). Therefore, the heating sector is facing the challenge of transitioning to a climate-neutral heat supply. In many European countries district heating networks (DHNs) play a vital role in supplying customers with heat (Boldrini et al., 2022). In order to support the transition to climate-neutral heat supply, automated planning processes for DHNs are helpful. This paper presents a tool that generates a model of a DHN based on open street map and heat cadastre data. The open street map data is used to find the optimal topology of the DHN and the length of the supply and return pipes, as shown in Fig. 1. The heat cadastre data, based on the implementation in Dochev et al. (2020), contains the location of the houses and the maximum required heating power and is available for the city of Hamburg, Germany. The maximum required heating power is used to calculate the required mass flow in each pipe. Since pipe sizing is from a technical point of view a trade-off between heat losses and required pumping power, the pipe diameters are dimensioned based on a target pressure loss (TPL) (Pirouti et al., 2013). The output of the automated planning process is a model of the optimal DHN supplying all houses in the selected area, which can be simulated, for example, in Dymola using the TransiEnt library (Andresen et al., 2015). This work shows that DHNs can be dimensioned automatically in a robust way. However, a heat cadastre is required to locate the houses and to calculate the pipe diameters.

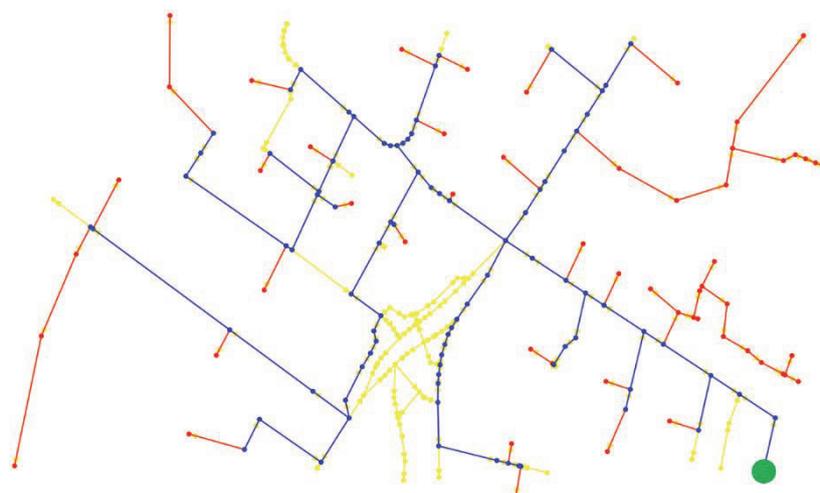


Fig. 1 Finding the optimal DHN topology for an area of interest located in Hamburg, Germany: Possible pipe connections based on open street map data in blue and yellow, house locations represented by red dots, shortest connection of the houses to the street data represented by red lines. The supply node is colored in green. The optimal DHN topology in order to connect all houses with the supply node is represented by the blue and red lines.

Acknowledgement

This research project is supported by the German federal ministry of economic affairs and climate action (BMWK) under the agreement no. 03EWR00702. The authors would like to thank the industrial project partners Gasnetz Hamburg GmbH, Stromnetz Hamburg GmbH and Hamburger Energiewerke GmbH for their support and insight in the processes and challenges in grid operation and planning.

Literature

- Andresen, L., Dubucq, P., Peniche Garcia, R., Ackermann, G., Kather, A., Schmitz, G. (2015). Status of the TransiEnt Library: Transient Simulation of Coupled Energy Networks with High Share of Renewable Energy. Proceedings of the 11th International Modelica Conference. <https://doi.org/10.3384/ecp15118695>
- Boldrini, A., Jiménez Navarro, J.P., Crijns-Graus, W.H.J., van den Broek, M.A. (2022). The role of district heating systems to provide balancing services in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111853>
- Dochev, I., Seller, H., Peters, I. (2020). Assigning Energetic Archetypes to a Digital Cadastre and Estimating Building Heat Demand. An Example from Hamburg, Germany. *Environmental and Climate Technologies*, 24(1) 233-253. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0014>
- European Union. (2021). Framework for achieving climate neutrality and amending Regulations. (Official Journal of the European Union L 243). The European Parliament and the Council of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>
- Pirouti, M., Bagdanavicius, A., Ekanayake, J., Wu, J., Jenkins, N. (2013). Energy consumption and economic analyses of a district heating network. *Energy*, 57 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.065>

Notizfeld:

Dynamische Simulation großer Wärmenetze unter Berücksichtigung von thermischen Trägheitseffekten

Jan WESTPHAL^{1*}, Arne SPEERFORCK¹

¹Technische Universität Hamburg, Institut für Technische Thermodynamik, Denickestraße 17, 21073 Hamburg

*Korrespondierender Erstautor. j.westphal@tuhh.de

Keywords

Modelica, dynamische Simulation, Wärmenetze, thermische Trägheiten

Abstract

Durch die Defossilisierung des Wärmesektors haben Wärmenetze als energieeffiziente Möglichkeit zur Bereitstellung von Wärme an Bedeutung gewonnen (Engelmann et al., 2021). Neben der Umstellung der Wärmeerzeuger von fossilen auf erneuerbare Energien ist die Betriebsoptimierung zur Umsetzung der Wärmewende von großer Bedeutung. Die effiziente Einbindung erneuerbarer Wärmeerzeuger oder Abwärmequellen ist von verschiedenen Faktoren wie der Vor- und Rücklauftemperatur sowie dem Standort im Wärmenetz abhängig. Zudem sind unvermeidbare Abwärme und erneuerbare Energien häufig volatil in Wärmeleistung und Temperatur, was die Einbindung in ein Wärmenetz erschwert. Auch die Minimierung von Wärmeverlusten, benötigter Pumpleistung oder Spitzenlastzeugung sind in den Fokus gerückt. Demzufolge werden Simulationswerkzeuge benötigt, die in der Lage sind, den Betrieb von Wärmenetzen realistisch zu simulieren. Bisher sind Simulationen von größeren Wärmenetzen häufig stationär oder es werden Aggregationsmethoden angewendet, um die Effizienz der Simulation zu verbessern. Dynamische Simulationen sind meistens auf eine kleinere Anzahl von Verbrauchern beschränkt.

In diesem Beitrag wird ein Modellierungskonzept vorgestellt, das geeignet ist, dynamische Simulationen von großen Wärmenetzen mit mehreren tausend Verbrauchern durchzuführen. Durch dieses Simulationsmodell können zum einen die Wärme-, Temperatur- oder Druckverluste eines Wärmenetzes ermittelt werden. Zum anderen können dynamische Effekte wie thermische Trägheiten des Rohrleitungssystems oder der Wärmespeicher berücksichtigt werden. Die Nutzung solcher Trägheiten trägt dazu bei, die Wärmeerzeugung von der Last zu entkoppeln und somit die Spitzenlastzeugung in einem Wärmenetz zu reduzieren.

Das Simulationsmodell ist im Modellierungsstandard Modelica geschrieben und basiert auf einem akasalen differenzialalgebraischen Gleichungssystem. Die wesentlichen Gleichungen sind hierbei die Bilanzgleichungen von Masse, Energie und Impuls. Bei der Simulation von größeren, vermaschten Netzwerken treten nichtlineare, implizite Gleichungssysteme auf, die eine Lösung des Modells erschweren. Diese nichtlinearen Gleichungssysteme entstehen insbesondere durch die quadratische Abhängigkeit des Druckverlusts vom Massenstrom. Durch das strategische Verwenden von Massenstromzuständen im Modell können diese nichtlinearen Gleichungssysteme aufgelöst werden, was zu einer besseren Lösbarkeit des Modells führt (Zimmer, 2020). Außerdem sind in den Modellen konstante Stoffwerte angenommen worden, um die Anzahl von Gleichungen zu reduzieren. Da die Trägheitseffekte von Massen- und Impulsbilanz für die energetische Beurteilung von Wärmenetzen nur von geringer Bedeutung sind, sind diese in den verwendeten Modellen als stationär angenommen worden. Beim Testen der Simulationsmodelle hat sich herausgestellt, dass das vorgestellte Modellierungskonzept gut geeignet ist, um größere Wärmenetze zu simulieren.

Danksagung

Dieses Projekt wird gefördert durch das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Verbundprojekts „EffiziEntEE – Effiziente Einbindung hoher Anteile Erneuerbarer Energien in technisch-wirtschaftlich integrierte Energiesysteme“ (Förderkennung: 03EI1050A).

Literaturverzeichnis

- Engelmann, P., Köhler, B. & Meyer, R. et al. (2021): Systemische Herausforderungen der Wärmewende. Hg. v. Umweltbundesamt. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Öko-Institut, Hamburg Institut. Freiburg/Hamburg. Online verfügbar auf <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/systemische-herausforderung-der-waermewende>, letzter Zugriff 15.04.2024.
- Zimmer, D. (2020): Robust object-oriented formulation of directed thermofluid stream networks. In: Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems 26 (3), S. 204–233. DOI: 10.1080/13873954.2020.1757726.

Notizfeld:

Entwicklung eines Mehrfamilienhaus-Emulators für die Prüfung von Wohnungsstationen

Karina ALBRECHT^{1*}, Sven-Yannik SCHUBA¹, Peter PÄRISCH¹

¹Institut für Solarenergieforschung Hameln, Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

*Korrespondierender Erstautor. albrecht@isfh.de.

Keywords

Dezentrale Trinkwassererwärmung; Hardware-in-the-Loop (HIL); Komponententest; Prüfprozedur; Systemtest

Abstract

Um die Effizienz von Wärmepumpensystemen in Mehrfamilienhäusern zu erhöhen und so die Wärmewende im Gebäudesektor voranzutreiben, muss das Temperaturniveau der Wärmezentralen in Gebäuden gesenkt werden. Diese Temperaturen werden durch die verbesserte Gebäudehülle zunehmend von der Trinkwarmwasserbereitung bestimmt. Bisher ist die Temperatur von Speicher-Trinkwassererwärmern in herkömmlichen Systemen aus hygienischen Gründen auf 60 °C festgelegt. Durch den Einsatz von dezentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern (DTE), auch Wohnungsstation (WoSta) genannt, kann das Temperaturniveau um über 10 K gesenkt werden. Die bedarfsgerechte Erwärmung in der Wohnung mit kurzen Leitungswegen (unter 3 l) ermöglicht den Verzicht auf eine Zirkulationsleitung.

Ziel des Forschungsprojektes WoSta 4.0 ist es, elektronisch geregelte, digital vernetzbare (=smarte) Wohnungsstationen zu entwickeln und die Effizienz des Wärmeversorgungssystems zu steigern. Der für Labortests aufgebaute Prüfstand (Fig. 1) besteht im Wesentlichen aus einem Wohnungsemulator und einem Restgebäudeemulator. Damit können Wohnungsstationen als Komponente geprüft werden und zusätzlich das Verhalten im System betrachtet werden. Der Restgebäudeemulator kann die Wärmelast eines Gebäudes mit 7 Wohneinheiten abbilden, dessen Einfluss auf den Betrieb der zu prüfenden Wohnungsstation untersucht wird. Es wird angestrebt, die Systemtests auch simulationsgestützt im Hardware-in-the-Loop-Verfahren durchzuführen. Dabei werden verschiedene Sollwerte aus einer TRNSYS-Simulation an die Prüfsoftware übermittelt, welche die Istwerte wieder an das Simulationsprogramm zurückgibt. Es können verschiedene Systemkonfigurationen mit Fußbodenheizung oder Radiatoren emuliert werden. Auch der Sommer-Betrieb mit Warmhaltefunktion kann betrachtet werden. Bei den Prüfungen werden unter anderem die Energieeffizienz, die Leistung und der Komfort einer Wohnungsstation untersucht. Eine Prüfprozedur mit geeigneten Zapf- und Heizprofilen wird zu diesem Zweck entwickelt und erste Ergebnisse werden vorgestellt.



Fig. 1 Mehrfamilienhaus-Emulator.

Danksagung

Dieses Vorhaben in Zusammenarbeit mit Oventrop GmbH & Co. KG sowie PEWO Energietechnik GmbH wird mit Mitteln des Landes Niedersachsen und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (Förderkennzeichen 03EN1061A).

Notizfeld:

Definition typischer sanierter niedersächsischer Wohngebäude als Basis für die dynamische Gebäudesimulation

Niedersächsisches Einfamilienhaus (Archetyp I)

Tanja Mehring^{1*}, Felix Kleff¹, Abdulraheem Salaymeh², Erik Bertram¹, Sebastian Föste¹, Stefan Holler²

¹Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminden/Göttingen,

¹Billerbeck 2, 37603 Holzminden und ² Rudolf-Diesel-Straße 12, 37075 Göttingen

*Korrespondierender Erstautor: tanja.mehring@hawk.de

Keywords

dynamische Gebäudesimulation; Energetische Gebäudesanierung; Niedersächsischer Wohngebäudebestand; Wärmeversorgung; Niedersächsischer Archetyp Einfamilienhaus

Abstract

Die Definition von Referenzhausmodellen ist eine etablierte wissenschaftliche Methode, um Energieversorgungssysteme zu entwickeln, zu vergleichen, Komponenten im Gebäudeenergiesystem zu bewerten und Sanierungsstrategien für Bestandsgebäude zu entwickeln (bspw. Dott et al., 2013; Loga, 2012). Typischerweise werden dafür Referenzhäuser definiert, die repräsentativ für ganze Regionen, wie z. B. Mitteleuropa sind und verschiedene Dämmstandards (z. B. saniert/unsaniert) aufweisen. Dabei erfolgt die Definition der Gebäude in der Regel auf Basis aktueller Bauvorschriften kombiniert mit eigenen Einschätzungen. Die Gebäudemodelle sind allgemein repräsentativ, lassen allerdings entsprechend kaum regionsspezifische Aussagen zu. Im Gegensatz dazu wird die Referenzhausmethode auf den niedersächsischen Gebäudebestand angewandt und Gebäude definiert, die die geltenden niedersächsischen Sanierungsziele für den Gebäudebestand miteinbeziehen. So erlaubt das Gebäudemodell regionsspezifische Erkenntnisse anhand der Energieversorgungssysteme zu gewinnen.

In diesem Artikel werden diese „regionsspezifischen Referenzhäuser“ als „Archetypen“ bezeichnet. Diese repräsentieren als digitale Gebäudemodelle den Niedersächsischen Wohngebäudebestand. Für die Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), Zweifamilienhaus (ZFH), Reihenhaus (RH) und großes Mehrfamilienhaus (GMFH) wird jeweils ein Archetyp als Repräsentant definiert. Basierend auf Schwerpunkt-Analysen der Gebäude- und Wohnungszählung "Zensus 2011" (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2018) ergeben sich die vorherrschenden Baualtersklassen, die aus der Deutschen Wohngebäudetypologie (Loga et al., 2015) hervorgehen, sowie die entsprechenden durchschnittlichen Wohnflächen der Archetypen (siehe Abbildung 1). Mithilfe der genannten Wohngebäudetypologie lässt sich anschließend die Bauform über die dominante Baualtersklasse ableiten.

Für die entwickelten Gebäude werden drei in der Baupraxis etablierte energetische Standards als zukünftiger Sanierungszustand ausgewählt. Das Minimum bilden die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ab. Der mittlere Standard ist der Effizienzhaus 55-Standard (EH 55), der vom niedersächsischen Sanierungsleitfaden (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH, 2022) empfohlen wird. Das Maximum stellt der Passivhaus-Standard (PH) in dieser Studie dar. In vollständig saniertem Zustand soll der jeweilige Archetyp den Klimaschutzzielen für den Gebäudesektor genügen und folglich das Zielszenario für 2040, eines klimaneutralen Gebäudebestands, abbilden (vgl. NKlimaG, 2023).

Ergebnis der Arbeit ist die Untersuchung, inwieweit die Archetypen in Bezug auf die spezifischen Heizlasten und Energiebedarfe von der Gebäudetypologie des IWU abweichen. Ferner sollen typische Werte des sanierten, klimaneutralen Gebäudebestands u. a. für Energiebedarfe abgeleitet werden. Als Outputs gehen für jeden Archetyp ein digitales Gebäudemodell IFC-Format sowie eine Dokumentation hervor. Damit wird eine vielseitige Weiterverwendung in Berechnungs- und Simulationstools für die Sanierung von Gebäuden und Anlagen ermöglicht. Zudem ist die angewandte Methodik zur Analyse des Niedersächsischen Wohngebäudebestands auf andere Regionen übertragbar.

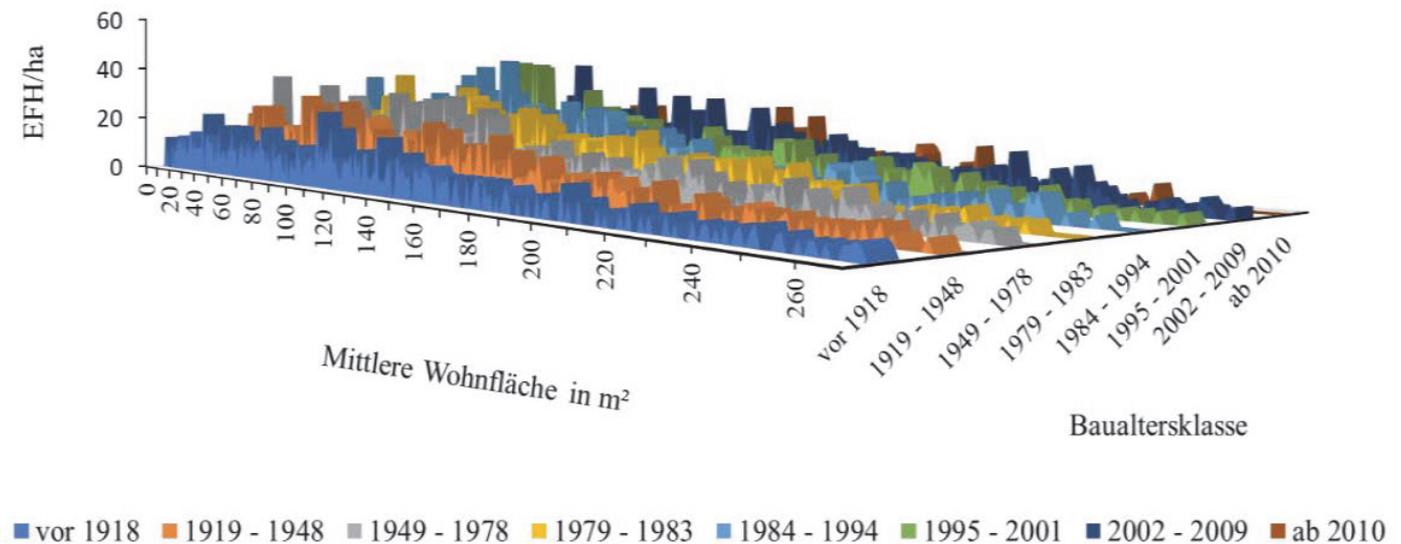


Abbildung 1: Die Häufigkeit freistehender Einfamilienhäuser in Niedersachsen pro Hektar nach Baualtersklasse und Wohnfläche ist auf Datenbasis des Zensus 2011 dargestellt.

Danksagung

Diese Studie wird im Rahmen des Forschungsprojekts „Transformationsstrategien für Wohngebäude- und quartiere mit modellbasierten Wärme- und Temperaturkatastern (TraWoKat)“ (Kennzeichen ZN4155) aus Mitteln des Programms „zukunft.niedersachsen“ unterstützt. Großer Dank gilt den Fördermittelgebern sowie den kooperierenden Wirtschaftspartnern.

Literaturverzeichnis

- § 3 NKlimaG, Niedersächsische Klimaziele, Hinwirkungsverpflichtung, Vorbildfunktion, Berücksichtigungsgebot (2023).
- Dott, R., Haller, M. Y., Ruschenburg, J., Ochs, F., & Bony, J. (2013). A technical report of subtask C Report C1 Part B. International Energy Agency.
- Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH (Hrsg.). (2022). Energetische Sanierung—Ein Praxisleitfaden zur Gebäudehülle. Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH.
- Loga, T. (2012). Gebäudetypologien europäischer Länder – Schema für die energetische Bewertung nationaler Gebäudebestände. Bauphysik, 34(2), 78–83.
- Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., Born, R., & Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.). (2015). Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (2., erw. Aufl). IWU.

Notizfeld:

Berücksichtigung von Temperatur und Massestrom in Linearen Optimierungsmodellen

Patrik SCHÖNFELDT^{1*}, Geert PETRIN¹, Sunke SCHLÜTERS¹

¹DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme, Carl-von-Ossietzky-Straße 1, 26129 Oldenburg

*Korrespondierender Erstautor. patrik.schoenfeldt@dlr.de.

Keywords

Energiesystemoptimierung; Mathematische Modelle; Mixed Integer Linear Programming (MILP); Solarthermie.

Abstract

Lineare Programmierung ist ein leistungsfähiges Instrument zur Einsatzplanung und Optimierung von Leistungsflüssen in Energieversorgungssystemen. Bei der Anwendung auf thermische Systeme stößt sie jedoch auf eine erhebliche Einschränkung: Dort hängt die Leistung sowohl vom Massestrom als auch von der Temperatur ab. Daher müssen beide Größen gleichzeitig optimiert werden, was zu einem quadratischen Problem führt. Um dieses Problem zu lösen, kann eine der beiden Größen diskretisiert werden.

Dieser Beitrag stellt Methoden sowie Möglichkeiten zu ihrer Kombination vor. Hierzu beschreiben wir entsprechende mathematische Modelle für Wärmepumpen, solarthermische Kollektoren und Wärmespeicher und vergleichen Resultate und Geschwindigkeit der Berechnung anhand eines Beispielsystems aus den genannten Komponenten (siehe Abb. 1). Darüber hinaus stellen wir eine direkt nutzbare Referenzimplementierung vor. Diese setzt auf das „Open Energy Modelling Framework“ (oemof) auf und gliedert sich in die Python-Bibliothek „Model Template for Renewable Energy Systems“ (MTRESS) ein.

Die Ergebnisse der Fallstudie zeigen, dass das Modell in der Lage ist, entsprechend der Rahmenbedingungen verschiedene Betriebsstrategien abzubilden. So wird der kalte Speicher bei ausreichendem Wärmeangebot im Sommer auf bis zu 15 °C erwärmt, um den Wirkungsgrad der Wärmepumpe zu erhöhen. Die Solarthermie wird überwiegend genutzt, um den warmen Speicher zu laden. Im Winter hingegen befindet sich die Temperatur des kalten Speichers meist nur knapp über dem Gefrierpunkt, da so die höchsten Wärmeüberträge aus Geothermie und Solarthermie - nun überwiegend für den kalten Speicher genutzt - erzielt werden.

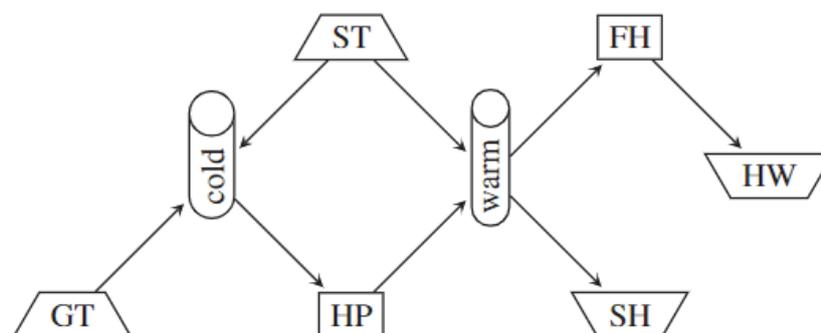


Abb. 1 Energiesystem, bestehend aus Geothermie (GT) und Solarthermie (ST) als Wärmequellen, Wärmeverbrauchen für Heißwasser (HW) und Raumwärme (SH), einem kalten (cold) sowie einem warmen Wärmespeicher (warm), und einer Wärmepumpe (HP) sowie einem Durchlauferhitzer (FH) zur Anhebung der Temperatur.

Danksagung

Diese Arbeit wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter der Zuwendungsnummer 03SF0624L gefördert.

Notizfeld:

Der Rechtsrahmen für den direkten Wasserstoffeinsatz in der Gebäudebeheizung

Sina FREITAG, LL.B., M.Sc.*

FH Westküste, Institut für die Transformation des Energiesystems, Markt 18, 25746 Heide

*Freitag@fh-westkueste.de

Keywords

Gebäude beheizung; Gebäudeenergiegesetz; „H2-Ready“ - Heizkessel; Regulatorik ; Wasserstoff

Abstract

Im Rahmen der 1. Konferenz zur Norddeutschen Wärmeforschung wurden die zum damaligen Zeitpunkt auf Entwurfsebene bekannten regulatorischen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor vorgestellt. Hierbei handelte es sich um die Entwürfe zum Gebäudeenergiegesetz.

Im Teilprojekt SYSTOGEN100 (Wasserstoffleitprojekt H2Giga des Bundesministeriums für Bildung und Forschung) soll in realen Feldtestumgebungen in Schleswig-Holstein die Orchestrierung von Energiesystemen mit Elektrolyseuren erprobt werden. Hierbei findet auch der Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudebeheizung Berücksichtigung. Entsprechend werden auch die mit der Wahl eines „H2-Ready“- Heizkessels einhergehenden regulatorischen Vorgaben zur Erfüllung der Erneuerbare-Energien- Nutzungspflicht (EE-Nutzungspflicht) betrachtet. Die finalen Regelungsinhalte des novellierten Gebäudeenergiegesetzes vom 16.10.2023 umfassen eine von den Entwurfsfassungen deutlich abweichende Ausgestaltung der Vorgaben zur Erfüllung der EE-Nutzungspflicht anhand der Erfüllungsvariante Wasserstoff. Neben einigen Entschärfungen führen die seither neu eingebrachten Schnittstellen zwischen dem Gebäudeenergiegesetz und dem Wärmeplanungsgesetz an anderen Stellen zu zahlreichen Hürden. Dies zeigt sich bereits bei der Frage nach der Möglichkeit, Wasserstoff als Erfüllungsoption für die EE- Nutzungspflicht wählen zu können.

Der Vortrag soll die zwei wesentlichen regulatorischen Voraussetzungen für den Einsatz von Wasserstoff zur Erfüllung der EE-Nutzungspflicht vorstellen und darauf aufbauend die praktische Bedeutung des Wasserstoffeinsatzes zur Gebäudebeheizung ableiten. Die Herleitung der Sinnhaftigkeit dieser Regelungen sowie die Frage, inwieweit sich die einzuhaltenden Fristen für die Wärmeplanung auf den Wasserstoffeinsatz in der Gebäudebeheizung auswirken, sind integraler Bestandteil des Vortrags. Neben dem Erfordernis der Wasserstoffnetzausbaugebietsausweisung stehen dabei die durch die Bundesnetzagentur zu definierenden Inhalte der Wasserstofffahrpläne der Gasverteilnetzbetreiber im Vordergrund. Der Vortrag ermöglicht einen Überblick über die Regelungslandschaft für den direkten Wasserstoffeinsatz in der Gebäudebeheizung.

Danksagung

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 03HY115F gefördert.

Notizfeld:

Wasserstoff in der Wärmeplanung – Ein Überblick über den Rechtsrahmen des Bundes und der Länder

Ilka HOFFMANN

FH Westküste, Institut für die Transformation des Energiesystems, Markt 18, 25746 Heide
Hoffmann@fh-westkueste.de, +49 (0) 481 123769-52

Keywords

Wasserstoff, Wärmeplanung, Rechtsrahmen Bund und Länder, Wasserstoffnetz(aus)gebiete

Abstract

Zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors soll unter anderem Wasserstoff eingesetzt werden. Dementsprechend ist im (Bundes-) Wärmeplanungsgesetz (WPG) vorgesehen, dass Wasserstoff bei der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden muss und die Länder entsprechende Vorgaben zur Wärmeplanung verankern. Besonderheiten gelten für „Vorreiterländer“, wie Baden- Württemberg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen, die bereits eine verpflichtende Wärmeplanung eingeführt haben.

Da Wasserstoff zukünftig vor allem in Norddeutschland erzeugt werden wird, stellt sich insbesondere für norddeutsche Kommunen die Frage, welche gesetzlichen Vorgaben in der Wärmeplanung für Wasserstoff gelten und wie sie am besten umgesetzt werden können.

Dabei geht es vor allem um die Wasserstoff-Infrastruktur, die Nutzung und Umnutzung von Gasnetzen sowie das Wasserstoff-Kernnetz. Aber auch um die Planung von Wärmenetzen, sofern der Wasserstoff durch Elektrolyse erzeugt wird und die dabei entstehende Abwärme in ein Wärmenetz eingespeist werden soll. Thema ist auch, ob und inwieweit ein direkter Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudebeheizung einzubeziehen ist.

Der Vortrag soll einen Überblick über die wasserstoffrelevanten bundes- und landesgesetzlichen Vorschriften zur Wärmeplanung geben und die zu erwartenden Auswirkungen auf die praktische Umsetzung thematisieren. Ein Schwerpunkt soll dabei auf der Verzahnung von WPG und Gebäudeenergiegesetz (GEG), insbesondere den Übergangsvorschriften und der Ausweisung als Wasserstoffnetzausbaugbiet liegen.

Danksagung

Der Vortrag ist im Rahmen des vom Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur Schleswig-Holstein (MBWFK) geförderten Förderprogramms „H2Fonds – Zeit für Wasserstoff“ entstanden.

Notizfeld:

Die Rolle von Wasserstoff in der Schleswig-Holsteinischen kommunalen Wärmeplanung

Dr. Marina Blohm^{1*}, Dr. Isabell Braunger¹, Josephine Semb^{1,2}

¹Europa-Universität Flensburg, Flensburg, Deutschland

²Reiner Lemoine Stiftung, Berlin, Deutschland

*Korrespondierende Erstautorin: marina.blohm@uni-flensburg.de

Keywords

Dekarbonisierung; Grüner Wasserstoff; Kommunale Wärmeplanung; Wärmeversorgung, Wärmewende

Abstract

Grüner Wasserstoff wird für die Dekarbonisierung von schwer zu elektrifizierenden Anwendungen zur Erreichung von Klimaneutralität gebraucht. Die Dekarbonisierung der kommunalen Wärmeversorgung gehört, laut Konsens verschiedener wissenschaftlicher Studien, nicht dazu. Dem entgegen steht der öffentliche Diskurs rund um die Erstellung des Heizungsgesetzes in 2023, in welchem die Nutzung von grünem Wasserstoff als zukünftiger Energieträger im Rahmen der Technologieoffenheit von politischer Seite vermehrt genannt wurde. Dieser Artikel analysiert, ob die Diskrepanz zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und öffentlichem Diskurs ebenfalls für die kommunale Wärmeplanung in Schleswig-Holstein besteht und welche Rolle Wasserstoff in der geplanten Wärmeversorgung in Schleswig-Holstein spielt.

Die vorläufigen Erkenntnisse basieren auf 12 Interviews und zusätzlichen Recherchen, welche mit Stadtwerken, kommunalen Entscheidungsträger*innen (z.B. Klimaschutzmanager*innen), Planungsbüros und weiteren in der Wärmeplanung involvierten Akteuren in Schleswig-Holstein geführt wurden. Die Interviews wurden zwischen Februar und Juni 2024 geführt und Wissen über die Transformation der Wärmeversorgung in 16 größeren Schleswig-Holsteinischen Kommunen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gesammelt (siehe Fig.1). Zusätzlich wurden erste Ergebnisse im April 2024 auf dem Symposium zur kommunalen Wärmeplanung des Forschungsnetzwerks Energiesystemanalyse präsentiert, um die Erkenntnisse aus Schleswig-Holstein einerseits mit anderen Erfahrungen in Deutschland zu vergleichen und andererseits einzelne Aspekte mit Akteuren aus der Wissenschaft und Wirtschaft zu diskutieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Wasserstoff nur eine kleine Rolle in der kommunalen Wärmeplanung in Schleswig-Holstein einnimmt und nach ersten Erkenntnissen lediglich vier Stadtwerke den Einsatz von grünem Wasserstoff zur Bereitstellung von klimaneutraler Fernwärme näher prüfen. Eingesetzt werden soll grüner Wasserstoff aber meist nur zur Deckung der Spitzenlast, also als letzte technologische Option nach der Umstellung der Wärmeversorgung auf andere klimafreundliche Technologien, wie beispielsweise Großwärmepumpen oder Geothermie. Der Wunsch nach dem Einsatz von Wasserstoff in der Wärmeversorgung durch die breite Bevölkerung ist bisher nur an eine kommunale Vertreterin herangetragen worden. Aber auch wenn die Erstellung der kommunalen Wärmepläne eine Involvierung der breiten Öffentlichkeit vorschreibt, werden Bürger*innen-Dialoge meist erst ab der Präsentation von konkreten Maßnahmen durchgeführt. Viele Kommunen beziehen die Bevölkerung nicht frühzeitig mit ein, um Verunsicherungen und falsche Erwartungen an die Ergebnisse der kommunalen Wärmepläne zu vermeiden.

Einerseits bestätigen die gewonnenen Erkenntnisse den wissenschaftlichen Konsens, dass Wasserstoff in der Wärmeversorgung zukünftig gar nicht oder nur in Ausnahmen (z.B. Deckung der Spitzenlast) eingesetzt wird. Andererseits wurde signalisiert, dass die Erstellung der kommunalen Wärmepläne bis Ende 2024 lediglich die erste Runde der Wärmeplanung darstellt und derzeit viele Unsicherheiten für den Einsatz von Wasserstoff (z.B. Kosten und Infrastruktur) bestehen, weshalb die Planungen in den kommenden Jahren auch in Bezug auf die Nutzung von Wasserstoff angepasst werden könnten.

Diskussionen mit verschiedenen Akteuren im Rahmen eines Symposiums zur kommunalen Wärmeplanung haben gezeigt, dass der Wunsch nach der Nutzung von Wasserstoff in anderen Regionen Deutschlands durchaus vorhanden ist.

Der Austausch von involvierten Akteuren sollte also deutschlandweit gefördert werden, um Erkenntnisse auszutauschen und die breite Bevölkerung möglichst gut informieren zu können. Außerdem sollten die Kommunen verstärkt in den Dialog mit Bürger*innen gehen, um Sorgen und Ängste in Bezug auf die zukünftige Wärmeversorgung zu berücksichtigen.

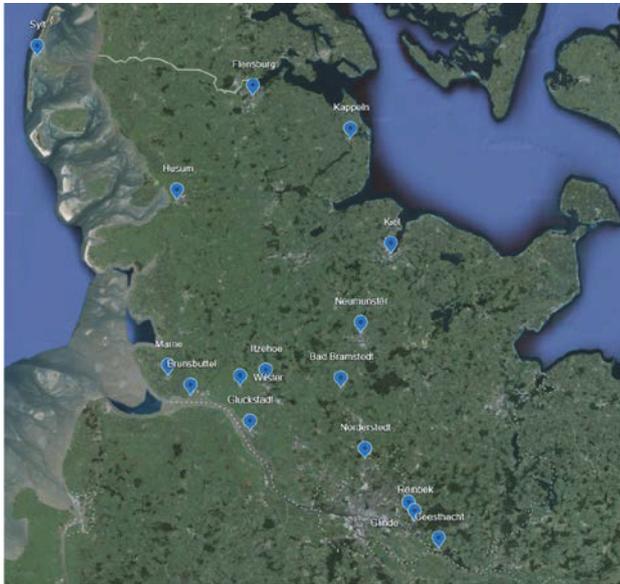


Fig. 1: Die 16 untersuchten Kommunen in Schleswig-Holstein.

Danksagung

Wir danken hiermit herzlichst der Gesellschaft für Energie- und Klimaschutz Schleswig-Holstein, welche die Förderung für dieses Projekt stellt, und Ilka Hoffmann von der Fachhochschule Westküste für ihre Unterstützung in der Durchführung unseres gemeinsamen Workshops.

Notizfeld:

Flexibilität bei der Elektrolyse – eine breit verfügbare Ressource?

Schiller, Frank¹, Prehn, Katharina¹

¹FH Westküste, ITE, Markt 18, 25746 Heide

*Korrespondierender Erstautor. schiller@fh-westkueste.de

Keywords

Elektrolyse, Rückverstromung, Abwärme, Netzdienlichkeit, Systemdienlichkeit

Abstract

Die Studie untersucht den Aspekt der Flexibilisierung bei den bundesweit geplanten Projekten der Wasserstoffproduktion und stellt diese den definitorischen Unschärfen der netz- und systemdienlichen Betriebsweise von Elektrolyseuren gegenüber.

In der Studie werden 88 Fälle hinsichtlich des flexiblen Einsatzes von Elektrolyseuren mengentheoretisch (Duşa, 2022) untersucht, um Faktoren und Faktorenkonstellationen zu identifizieren, die einen flexiblen Einsatz von Elektrolyseuren prinzipiell begünstigen oder erschweren.

Als Faktoren wurden dazu Größe des Elektrolyseurs, Elektrolyseursart, angebundene Gas- und Wärmeinfrastruktur, Beimischung von H₂, sowie Sektorkopplung hinsichtlich Industrie- und Transporteinbindung sowie die Wärmenutzung im Gebäudebereich betrachtet. Zudem wurden Flexibilität und Rückverstromung selbst unabhängig voneinander aufgenommen und auch als getrennte Ergebnisse mittels des R-Pakets QCA analysiert.

Es zeigt sich, dass Flexibilität deutlich häufiger über eine Rückverstromung bereitgestellt wird und die flexible Fahrweise von Elektrolyseuren demgegenüber weit weniger häufig zu finden ist. Wärme wird zwar häufiger in Projekten mit Rückverstromung genutzt; sie findet sich allerdings auch in Projekten der flexiblen Elektrolysefahrweise. Weitere korrespondierende Bedingungen bzw. Bedingungskonfigurationen werden vorgestellt.

Danksagung

Die Studie konnte Dank der Campus-Fördermittel des Landes Schleswig-Holstein und der Westküste100-Projektfördermittel des BMWK durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

-Duşa, A., 2022. QCA with R. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75668-4>

Notizfeld:

Forschungsprojekt Hymenspiel: Konzeptvorstellung zur lokalen Energieversorgung mit Wasserstoff

Petrit VUTHI^{1*}, Julian PUTZKE ¹, Carsten SCHÜTTE ¹

¹Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E) der HAW Hamburg, Steindamm 96-98, 20099 Hamburg
 *Korrespondierender Erstautor. petrit.vuthi@haw-hamburg.de

Keywords

Auslegungsoptimierung, Brennstoffzelle, Elektrolyse, Energiespeicher, Erneuerbare Energien, Wasserstoff, Wärmeversorgung

Abstract

Im Rahmen des Programms FH-Impuls des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wird das X-Energieprojekt „Hymenspiel“ gefördert. Ziel des Hymenspiel-Projekts ist es, ein neuartiges und integratives Energieversorgungskonzept für ein Viertel in Hamburg-Bergedorf zu entwickeln, zu bauen und zu untersuchen. Es geht darum, den Bedarf an thermischer und elektrischer Energie durch einen neuen Anlagenverbund zu decken, der aus einem Elektrolyseur mit Wasserstoffspeicher und einer Rückverstromung mit Brennstoffzelle besteht.

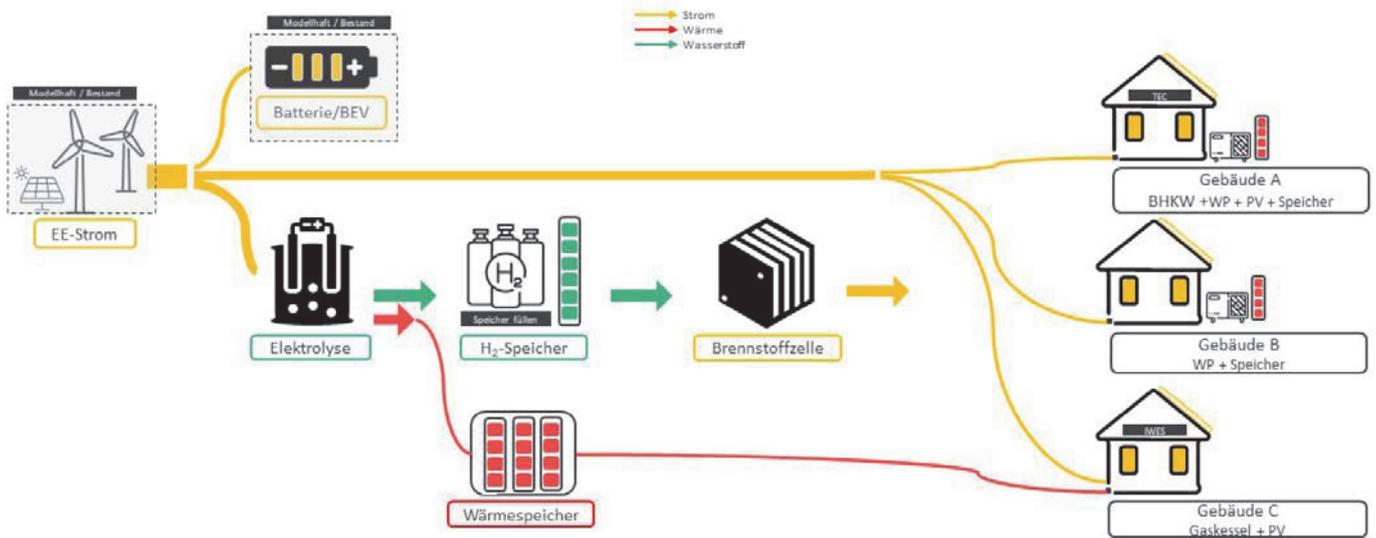


Fig. 1 Überblick der Anlagenkomponenten zur Energieversorgung am Standort.

Dieses Konzept zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass es die Zeiträume, in denen weder Wind weht noch Sonne scheint, überbrücken kann. Dazu wird der nicht genutzte, überschüssige EE-Strom verwendet, Wasserstoff mittels Elektrolyse herzustellen. Der Wasserstoff kann dann bei fehlendem EE-Strom über die Brennstoffzelle rückverstromt werden. Es soll zudem untersucht werden, ob die Abwärme der Komponenten die Wärmeversorgung gewährleisten kann. Das Technologiezentrum Energie-Campus Hamburg (TEC) des Competence Centrums für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E) der HAW Hamburg und das benachbarte Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (Fraunhofer IWES) gehören zu den Gebäuden, die im Versorgungsgebiet liegen. Jedes Gebäude verfügt über eine individuelle Wär-

meversorgung und steht nicht in Verbindung miteinander. Die Koppelung zur Wärmeversorgung der beiden Gebäude ist das Ziel des neuen Anlagenverbunds. Elektrofahrzeuge, Wärmepumpe (WP), Blockheizkraftwerke (BHKW), Wärmepumpe (WP) und Spitzenlastkessel sowie thermische und elektrische Speicher sind aufgrund der vorhandenen Technologien der beiden Gebäude verfügbar. Eine PV-Dachanlage am TEC und der Forschungswindpark Hamburg-Curslack der HAW befinden sich nebenan. Außerdem ist beabsichtigt, dass der geplante Bau des „Demonstrationszentrums für Sektorenkopplung“ (DZS) technisch vorbereitet, modellhaft simuliert und gegebenenfalls technisch getestet wird (sofern in der Projektlaufzeit möglich).

Im Rahmen der Konferenz möchten wir die Konzeptionierung, Planung und mögliche Inbetriebnahme des Anlagenverbunds im geplanten Quartier vorstellen.

Danksagung

Wir sind dem Fördermittelgeber des Bundesministeriums für Bildung und Forschung dankbar, dass er uns durch die Förderlinie FH-Impuls unterstützt. Wir danken auch dem Managementteam des Gesamtprojekts X-Energy, zu dem auch das Projekt Hymenspiel gehört.

Notizfeld:

"Wir sehen uns 2025 in Bremen."

10.-11.09.2025

Bildnachweise für das Cover:

Foto von Ingo Weidlich, Mit-Herausgeber.

Karte © Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Geoportal Hamburg. Abgerufen von: <https://geoportal-hamburg.de/geo-online/>. Verwendung gemäß Lizenzbedingungen. Zugriff am 15.08.2024.

September 2024
Hamburg

