

Fachkonferenz

Reader

Energetische Biomassenutzung

24. NOV 2020
ONLINE



**FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE**



Gemeinsame Fachkonferenz der BMWi-Forschungsnetzwerke Bioenergie und Energiewendebauen

Digitalisieren • Sektoren koppeln • Flexibilisieren

Systemische Integration der Bioenergie & weiterer erneuerbarer Energien in Gebäuden und Quartieren

www.bioenergie-events.de

Reader

Energetische Biomassenutzung

24. NOV 2020
ONLINE

GEMEINSAME FACHKONFERENZ

BMWi-Forschungsnetzwerke Bioenergie und Energiewendebauen

DIGITALISIEREN SEKTOREN KOPPELN FLEXIBILISIEREN

Systemische Integration der Bioenergie und weiterer erneuerbarer Energien in Gebäuden und Quartieren



**Energetische
Biomassenutzung**

www.energetische-biomassenutzung.de



**FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE**

www.forschungsnetzwerke-energie.de

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekträger



Begleitvorhaben



Wolfgang Langen

Editorial

Einführende Worte zur Konferenz

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die Energiewende ist eine gewaltige Herausforderung – schließlich soll die Energieversorgung der Zukunft gleichzeitig verlässlich, klimaverträglich, bezahlbar und effizient sein.

Mit der EEG-Novelle 2021 setzt die Bundesregierung ein klares Zukunftssignal für mehr Klimaschutz und mehr erneuerbare Energien. Es soll gesetzlich das Ziel verankert werden, die Treibhausneutralität des in Deutschland erzeugten und verbrauchten Stroms noch vor dem Jahr 2050 zu erreichen. Bis 2030 sollen sich 65% des deutschen Strommixes aus erneuerbaren Energien speisen. Das Erreichen dieser Ziele ist insbesondere vor dem Hintergrund der weiteren Elektrifizierung verschiedenster Verbrauchssektoren notwendig. Beispiele für diesen Elektrifizierungsprozess unseres Energiesystems sind die Ausweitung der Elektromobilität, der Einsatz von Wärmepumpen zur Gebäudeheizung oder die Bereitstellung chemischer Energieträger wie Wasserstoff und daraus hergestellte Gase bzw. synthetische Kraftstoffe auf Basis der Elektrolyse. Um die ambitionierten energiepolitischen Ziele zu erreichen, ist ein erfolgreicher Wandel der Energieversorgung auch im Gebäude- und Quartiersbereich unverzichtbar. Schließlich entfallen derzeit 36% des Endenergieverbrauchs und etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen auf diesen Sektor. Daher ist die Forschung zu energiesparenden Gebäuden, integrativen Energiekonzepten sowie innovativen und gleichzeitig wirtschaftlichen Versorgungsstrukturen besonders wichtig für eine erfolgreiche Energiewende. Für die Ablösung alter und klimabelastender Technologien sind neue Lösungen und Konzepte erforderlich. Die systemische Integration von Bioenergie im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Energien ist und bleibt hierbei bedeutend, da Biomasse durch ihre praktische Anwendbarkeit eine besondere Passgenauigkeit für die Anforderungen in Gebäuden und Quartieren aufweist. Biomasse ist die mit Abstand größte erneuerbare Wärmequelle. Sie ist zuverlässig, bezahlbar und bei Verwendung nachhaltig gewonnener Brennstoffe und moderner Technik umweltschonend. Um die ambitionierten Ziele einer klimaneutralen Energieversorgung zu erreichen, bedarf es aber auch hier neuer und kluger Technologiekonzepte.

Die oben genannten Herausforderungen, aber auch Chancen schlagen sich im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung nieder. Technologien zur Umsetzung der Energiewende müssen erforscht, auf ihre Verlässlichkeit erprobt und breitenwirksam in die Praxis überführt werden. In den letzten beiden Jahren hat das BMWi den Bereich der energetischen Biomassenutzung mit über 15 Millionen Euro unterstützt. In den Bereich Gebäude und Quartiere fließen insgesamt 22 Millionen Euro für die Erforschung innovativer und effizienter Ideen im 7. Energieforschungsprogramm. Mit Blick auf die durch die Energiewende hervorgerufene Erneuerung und Verbesserung des deutschen Energiesystems geht es darum, die Vorteile aller klimaschonenden Energiequellen zu nutzen. Bioenergie ist dabei Teil der Lösung.

Die Sektorenkopplung, die Flexibilisierung der Energieerzeugung und die Digitalisierung eröffnen im Energie- und Gebäudesektor viele neue Handlungsfelder. Ganz in diesem Sinne veranstalten die beiden Forschungsnetzwerke Energiewendebauen und Bioenergie des Bundesministeriums

für Wirtschaft und Energie nun erstmalig eine gemeinsame Fachkonferenz unter dem verbindenden Motto »DIGITALISIEREN – SEKTOREN KOPPELN – FLEXIBILISIEREN«. Keynotes aus Politik und Praxis, zahlreiche Fachvorträge zu Forschung und Anwendung, spannende Diskussionen und Posterpräsentationen veranschaulichen die Herausforderungen und Möglichkeiten eines intelligenten Zusammenspiels der erneuerbaren Energien – insbesondere der Bioenergie – für die Strom- und Wärmewende in unseren Städten.

Der vorliegende Tagungsband stellt Ihnen eine Sammlung energieeffizienter Technologien und intelligenter Konzepte für eine nachhaltige, verlässliche und bezahlbare Energieversorgung mit einem Fokus auf die Vorteile der Bioenergienutzung in unseren Kommunen und Gemeinden vor. Ich danke allen Beteiligten, die mit ihrer Arbeit und ihren Beiträgen die erste gemeinsame Veranstaltung der beiden BMWi-Forschungsnetzwerke Energiewendebauen und Bioenergie zu einer Plattform des Austauschs von Expertise und Ideen haben werden lassen.

Ihr Dr. Wolfgang Langen

Dr. Wolfgang Langen

Leiter des Referats IIC6
Energieforschung – Projektförderung und
Internationales des Bundesministeriums
für Wirtschaft und Energie



INHALT

4 *Wolfgang Langen*
Editorial

14 PROGRAMM

15 ONLINE ZUGÄNGE

16 KEYNOTES

16 *Katja Neumann*
Forschen für die Energiewende: Bioenergie und erneuerbare
Gebäudeenergieversorgung

17 *Berit Müller*
Wissenschaftliche Begleitforschung des Forschungsnetzwerks Energiewendebauen:
Gemeinsam Forschen – Wissen vernetzen

18 *Volker Lenz*
Begleitvorhaben Forschungsnetzwerk Bioenergie

19 *Julia Masurkewitz-Möller*
Aus der Praxis: Digitalisierung in der Stadt Oldenburg

20 FACHFOREN

23 *Peter Remmen, Lars Nolting, Sebastian Schwarz, Antonello Monti, Aaron Praktiknjo, Dirk Müller*
TransUrban.NRW: Digitale Quartiersenergiesysteme

26 *Katrin Stolle, Wiebke Harms*
MethQuest | TrafoKommunE: Dekarbonisierung, Dezentralisierung, Digitalisierung –
Chancen und Herausforderungen für regionale Energieversorger

28 *Dietrich Schmidt, Holger Dittmer, Thorsten Grage, Frank Hosenfelder, Heiko Huther*
Smart Heat: Digitalisierung von Wärmeversorgungsstrukturen in einem virtuellen
Wärmeleistungswerk

30 *Daniel Büchner, Oliver Mercker, Kerstin Wurdinger*
OptDienE: Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten

32 *Robin Zeh*
KNW-Opt: Kalte Nahwärme für Siedlungen und Quartiere

34 *Andreas Reinholz, Clemens Felsmann, Karin Rühling*
Wärmeversorgung aus einem Rücklauf-Niedertemperaturnetz mit Einbindung
von regenerativen Energien

36 *Vicky Albert-Seifried, Gerhard Stryi-Hipp*
Entwicklung eines Positive Energy Districts European Network im Rahmen der
europäischen COST Action

38 *Gerhard Stryi-Hipp, Bettina Dech-Pschorn*
Sektorkopplung und Bauleitplanung - Erfahrungen aus dem Reallabor EnStadt:Pfaff

40 *Martin Wittmaier, Sebastian Wolff, Marco Wöltje, Uwe von Barga, Tobias Metzner, Sabine Müller,
Thomas Vögele, Sajjad Khan, Martin Kautz, Jens Jannasch, Michael Metzger, Christian Wiezorek*
Integration von Bioenergie und anderen erneuerbaren Energien in Konzepte zur
Decarbonisierung komplexer Energieversorgungsstrukturen am Beispiel des
Quartiers »Überseehafen« in Bremerhaven

42 *Sonja Witkowski, Joachim Krassowski, Andreas Overhage*
Quartiersentwicklung auf Basis von Nahwärmeinseln mit flexiblen KWK-Systemen
und Teilsanierung (QUENTIN)

44 *Sabine Ott, Kai Schäfer, Ralf Schramedei*
Dezentrale Einbindung solarer Wärme in das städtische Wärmenetzsystem der
Stadtwerke Düsseldorf AG – erste Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Vorhaben
SWD.SOL2

46 *Anja Bartsch, Heike Gebhardt, Daniel Büchner, Felix Panitz, Peter Stange*
Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen

49 FORSCHUNGS NETZWERKE

50 Forschungsnetzwerk Energiewendebauen

51 Forschungsnetzwerk Bioenergie

52 WORKSHOPS

54 Workshops Digitalisieren, Flexibilisieren und Technologien kombinieren

56 POSTER PRÄSENTATIONEN

- Manuel Kausche, Martin Helm, Manuel Riepl
- 59 **Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage**
- Jens Schneider, Nadine Pannicke, Henryk Haufe, Jens Birger, Nicolai Zwosta, Matthias Mattiza, Christoph Gerhards
- 62 **BiWiBi – Projekt: Nachhaltige Kombination von bifacialen Solarmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt**
- Wolfram Dietz, Robert Sing, Gerhard Schmid, Erwin Karg
- 64 **Strom- und Wärmenetze koppeln, Energie zwischenspeichern – das Projekt Energiezukunft Fuchstal**
- Kerstin Wurdinger, Daniela Pomsel, Volker Lenz, Nora Szarka
- 66 **Unterstützung des Entscheidungsprozesses von Stakeholdern für ein erneuerbares Heizungssystem durch digitale Technologien**
- Daniel Franke, Daniel Kretz, Mandy Mager, Tim Neumann, Sven Leonhardt, Tobias Teich
- 70 **Intelligente Energieversorgung im Reallabor in Zwickau Marienthal – Informations- und Kommunikationsinfrastruktur zu Realisierung eines CO₂ neutralen Quartiers**
- Matthias Schickanz, Clemens Felsmann, Sven Paulick, Karin Rühling, Maren Voß, Alfred Kappenstein
- 72 **BBFly - Transformation von Bestandswärmenetzen**
- Johannes Elfner, Franz Josef Ziegler
- 74 **Steigerung der Speicherkapazität und Flexibilität von dezentralen KWK-Anlagen in Wohngebäuden durch Einsatz von LowEx-Technologie**
- Steffi Theurich, Christian Schraube, Daniel Büchner
- 78 **Bedarfsgerechte Regelung von kleinen, biomassebefeuerten BHKWs**
- Kevin Hoffstadt, Mirjam Schöttler, Anette Anthrakidis, Sebastian Steininger, Simone Krafft, Markus Dahmen, Ulf Herrmann, Isabel Kuperjans
- 80 **SmartBioFlex – ein neuartiger, ganzheitlicher Ansatz zur flexiblen Methanisierung**
- Dieter Schillingmann
- 82 **100% regenerative Energie: Erzeugung Strompreismanagement, Kraftnetz**

84 POSTER AUSSTELLUNG

- Mohammad Aleysa
- 86 **Gestufte Verbrennung mit Abgasrückführung und integrierter Abgasreinigung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen zur thermischen Verwertung von biogenen und Restbrennstoffen (GVAGR-System)**

- Mohammad Aleysa
- 88 **Intelligentes Verbrennungs- und Energiemanagementsystem für eine effiziente und schadstoffarme Bereitstellung und Nutzung von Wärme aus Biomasseheizkesseln (VEMS)**
- Christian Behm, Avichal Malhotra, Maximilian Schildt, Sebastian Weck-Ponten, Jérôme Frisch, Christoph van Treeck
- 89 **Anforderungen an ein Schema zur Ergänzung der Energy ADE um Anlagen- und Gebäudetechnik**
- Chris Eicke, Daniel Schirmer, Andreas Daum, Lars Baumann
- 91 **Management regionaler Stromnetzstabilität**
- Jonas Gottschald, Marius Reich, Mario Adam, Rüdiger Leibauer
- 92 **Selbstlernende Betriebsoptimierung einer hybriden Nahwärmeversorgung**
- John Grunewald, Volker Stockinger, Robin Zeh, Hans Petzold, Hauke Hirsch
- 94 **Simulation des hygrothermischen Verhaltens des Erdreichs bei Wärmeentzug durch Bodenwärmetauscher**
- Philipp Janßen, Ina Herrmann, Carlos Álvarez-Bel
- 96 **Eine Simulationsstudie zum Lastglättungspotenzial wärmenetzintegrierter Gebäude als Anwendungsbeispiel für einen Zustandsschätzer**
- Martin Knorr, Stephan Wiemann, Sebastian Kraemer, Joachim Seifert
- 98 **National 5G Energy Hub – Einführung zukunfts-trächtiger Kommunikationsstrukturen in der Energietechnik**
- Jürgen Oischinger, Martin Meiller, Philipp Danz, Andreas Schröder
- 100 **Verbundvorhaben DigitalFire: Optimierung von Datenerfassung und Steuerungstechnik für Biomassefeuerungen**
- Jan Richarz, Sarah Henn, Xuchao Ying, Laura Maier, Tanja Osterhage, Dirk Müller
- 103 **Szenarioanalyse des Nutzungsstroms in Nur-Strom-Nichtwohngebäuden für die Auslegungsoptimierung von thermischen und elektrischen Speichersystemen**
- Christopher Ripp, Johannes Oltmanns, Mario Beykirch, Florian Steinke
- 106 **Multi-modales Echtzeit Energiemonitoring als Basis eines digitalen Zwillings des Energiesystems des Campus Lichtwiese der TU Darmstadt**
- Michael Stolze
- 109 **TransUrban.NRW – Digitale Quartiersenergiesysteme**
- Dietrich Schmidt, Anna Kallert
- 112 **Digitalisierung der Fernwärme**

- 114 *Shengjuan Wang, Nikolai Körber, Julia Straub, Diana Hehenberger-Risse, Sascha Hauke, Alexander Wallis*
Digitale Energienutzung zur Erhöhung der Energieeffizienz durch interaktive Vernetzung
- 118 *Thomas Bernard, Ulrich Leibfried, Simon Stürtz*
dynOpt-En - Energiemanager zur angebots- und bedarfsgerechten Zuschaltung von Energieträgern
- 120 *Andreas Bott, Alexander Matei, Florian Steinke, Stefan Ulbrich*
Methodenbaukasten für Flexible Wärmenetze der Zukunft
- 122 *Sebastian Grimm, Heiko Huther, Dominikus Bücken*
Wärmenetze im energetischen Monitoring – Nemo
- 125 *Tobias Härtel, Mario Reichel*
Beitrag zur Umsetzung der Digitalisierung in der Wärmeversorgung
- 128 *Anna Kallert, Robert Egelkamp, Ulrich Bader, Dietmar Münnich, Lisa Staudacher, Hannes Doderer*
Konzipierung eines multivalenten Wärmenetzes zur Dekarbonisierung von Bestandsgebäuden in Moosburg an der Isar
- 129 *Nina Kicherer, Fabian Bischke, Philipp Janßen*
Smart Pro HeaT: Betriebsoptimierung eines Wärmenetzes durch integrierte Regelung der Sekundärseite
- 131 *Jens Knissel, Marius Ehlert*
Intracting zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen
- 134 *Mario König, Ingo Hartmann*
Flexibilisierung des Brennstoffeinsatzes für die Nahwärmeversorgung durch adaptive Emissionsminderungsmaßnahmen
- 136 *Roland Krippner, Boris Bott, Wolfram Stefan, Mario Franz, Herbert Sinnesbichler, Almuth Schade*
EnOB: GreenFaBS (02/2019 – 01/2021)
- 138 *Sebastian Kutzner, Florian Heberle, Dieter Brüggemann*
Zeitabhängiges Simulationsmodell zur thermo-ökonomischen Analyse von Niedertemperatur-Wärmenetzen
- 140 *Peter Lorenzen, Carlos Álvarez Bel*
Anforderungen erneuerbarer Wärmetechnologien an systemische Ansätze zur Transformation von Wärmenetzen
- 142 *Laura Maier, Sarah Henn, Tobias Otto, Larissa Kühn, Tanja Osterhage, Philipp Mehrfeld, Dirk Müller*
Neue Geschäftsmodelle für innovative Energiemanagementsysteme in Nichtwohngebäude-Quartieren: Regulatorische Herausforderungen und Chancen

- 144 *Nicole Meinus, Robert Heyer, Dirk Benndorf, Udo Reichl*
Integrated Cycles for Urban Biomass (ICU)
- 145 *Tobias Ohrdes, Elisabeth Schneider, Michael Knoop*
Wind-Solar-Wärmepumpenquartier
- 146 *David Sauerwein, Niall Fitzgerald*
Temperaturabsenkungs- und Flexibilisierungspotenziale am Beispiel des Architekturgebäudes auf dem Campus Lichtwiese
- 148 *Manuel Utz, Arne Surmann, Stefan P. M. Chantrel*
Blockchainbasierte Anreiztokens für dezentrales Energiemanagement im Quartier
- 150 *Georg Wagener-Lohse*
Effektiver Klimaschutz über Wärmenetze mit Erneuerbarer Energie
- 152 *Steffen Wehkamp, Jorge Marx-Gómez, Pavel W. Kusch*
Comparison of valuation methods for investments in flexible decentralised energy systems
- 155 *Uwe Welteke-Fabricius, Janis Matthes*
Strom aus Biogas – abschalten oder flexibilisieren? Über makroökonomische Effekte der Flexibilitätsprämie
- 160 *Christoph Bahret*
Die Kostensenkungspotenziale sektorintegrierender Quartierskonzepte
- 162 *Katharina Bär, Abdessamad Saidi, Christoph Hackl, Wilfried Zörner*
Gegenüberstellende Bewertung unterschiedlicher Optimierungsstrategien zur Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger
- 164 *Michael Barton, Christian Schweigler*
Wärmepumpe mit integriertem Latentwärmespeicher für die flexible Gebäudeheizung
- 166 *Katja Biek, Klaus Probst*
Thermische Aktivierung der Gebäudehülle zur Grundtemperierung eines Altbaus
- 168 *Mathias Ehrenwirth, Christoph Trinkl, Tobias Schrag*
Betriebserfahrungen, Optimierung und Sektorkopplungspotenzial eines temperaturvariablen Wärmenetzes am Beispiel Dollnstein
- 171 *M. Norbert Fisch*
Klimaquartier – neue Weststadt Esslingen
- 172 *Jan Grundmann, Britt Schumacher, Bernd Nordzieke*
Holzbasierendes Biomethan aus der Vergärung für die Wärmewende

- Tina Hermann, Dominik Glöckner, Marco Bauer, Christian Schweigler*
174 **Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe**
- Ulf Herrmann, Sören Dittmann-Gabriel, Rabea Dluhosch, Martin May, Björn Beeh, Matthias Hänel, Sven Meyer, Till Doerbeck, Daniel Högemann, Johannes Schrüfer, Wilfried Schmitz*
176 **multiTESS – der flexible Energiespeicher**
- Robert Hild*
179 **Feuerstätten als Ergänzung zu Wärmepumpen – ein innovativer Ansatz zu kostengünstiger und sicherer Wärmeversorgung**
- Christian Hotz, Praseeth Prabhakaran, Wolfgang Köppel, Frank Graf*
180 **Dynamische Energiesystemmodellierung von Quartieren**
- Samir Kharboutli, Sebastian Flemming, Peter Bretschneider*
182 **Entwicklung einer Methodik zur Identifikation von Synergieeffekten**
- Sebastian Kießling, Lucie Töpfer*
184 **ClinX – dezentrales KWK-System mit Mikrogasturbine zur Verwertung heterogener Holzreste**
- Martin Kohl, Jens Frank*
187 **Abhängigkeiten zwischen nachhaltigen Mobilitätskonzepten und Energiekonzepten. Voraussetzungen für eine wirksame Sektorenkopplung**
- Nils Körber, Philipp Schönberger*
189 **Modellbasierte Ermittlung von Effizienzpotenzialen in der optimierten Ausgestaltung der Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Quartieren**
- Steffen Lauterbach, Jakob Hahn, Werner Jensch, Volker Stockinger*
192 **Sektorenkopplung und Nutzung von Synergien im Pilotquartier – Simulation eines innovativen Energiekonzepts in +EQ-Net**
- Philipp Lorber, Eckhard Kraft, Matthias Dworak*
194 **Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie**
- Manuel Lämmle, Stefan Hess, Reinhard Jank*
196 **Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach: Energiekonzept und Umsetzung**
- Gabriel Naumann, Matthias Gaderer*
199 **Ökobilanzielle und ökonomische Analyse von Wärmebereitstellungstechnologien für Gebäude**
- Florian Noll, Dorothea Ludwig*
200 **Entwicklung eines erweiterten kommunalen Wärmekatasters als kollaboratives Planungs- und Kommunikationsinstrument**

- Björn Ohlsen, Volker Stockinger, Julia Jürgensen, Thorsten Bock*
202 **Verbundvorhaben ErdEis II**
- Manfred Sauf*
204 **Herstellung eines regionalen Qualitätsbiobrennstoffs**
- Marion Schomaker, Tobias Weide, Christof Wetter, Elmar Brüggling*
206 **Vorbehandlung von Reststoffen für den Einsatz in Biogasanlagen**
- Bettina Steiniger, Christian Hubert, Christian Schaum*
208 **Flexible Speicherung von Wärme in Faulbehältern – steht der Wärmespeicher bereits auf Abwasserbehandlungsanlagen?**
- Alexander Studniorz, Daniel Wolf, Stefan Brandt, Martin Kriegel, George Tsatsaronis, Nadir Abdessemed*
210 **FlexEhome – das netzdienliche Solarhaus mit thermischer und elektrischer Vollversorgung**
- Thomas Schliermann, André Herrmann, Ingo Hartmann, Wolfgang Wiest, Jörg Ho, Frederik Köster, Georg Zimmermann*
212 **Einsatz von aschereichen Reststoffen in einem Vergaser-BHKW**
- Yizhuo Zhang, Tanja Osterhage, Sarah Henn, Tobias Beckhölter, Tobias Blacha, Dirk Müller, Christian Behm, Jérôme Frisch*
213 **SmartQuart - Blaupause für eine dezentrale Energie- und Wärmewende auf Quartiersebene**
- 216 **Impressum**
- 217 **Organisationsteam**



Digitalisierung



Flexibilisierung



Technologien kombinieren

LEGENDE

AGENDA

PROGRAMM

09:00 – 11:00 Uhr

BLOCK A

KEYNOTES

MODERATION

Malte Kreuzfeldt, taz

Energiewendebauen und Bioenergie am Start / Was dahinter steckt...

15´ Begrüßung + Einführung Ablauf

4 à 15´ Keynotes aus dem BMWi, dem BMWi-Forschungsnetzwerk Energiewendebauen, dem BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie und aus der Praxis

30´ Gemeinsame Diskussions- und Fragerunde (Chat)

5´ Verleihung Poster-Award

5´ Weiterer Ablauf und Wechsel in die Fachforen

11:00 – 11:30 Uhr

PAUSE & AUSTAUSCH

Weiterer Austausch mit den Keynotes im virtuellen Pausenraum

11:30 – 12:45 Uhr

BLOCK B

FACHFOREN I

12:45 – 13:30 Uhr

MITTAGSPAUSE

13:30 – 15:00 Uhr

BLOCK B

FACHFOREN II

15:00 – 15:15 Uhr

NACHMITTAGSPAUSE & AUSTAUSCH

15:15 – 16:45 Uhr

BLOCK C

WORKSHOPS

16:45 – 17:00 Uhr

KURZE PAUSE

17:00 – 17:45 Uhr

BLOCK D

POSTERPRÄSENTATIONEN

ONLINE ZUGÄNGE

PLATTFORM
ePOSTER TOOLKONFERENZPLATTFORM IM APP/PLAY STORE
FK BIOE EWB

APP

Die App ist kostenfrei
und bis 8 Monate nach der Konferenz zugänglich.

<https://app.fk-bioe-ewb.smart-abstract.com>

POSTER AUSSTELLUNG

ePOSTER TOOL

<https://fk-bioe-ewb.smart-abstract.com/eposter>

KONFERENZREADER

READER

<https://www.energetische-biomassenutzung.de/publikationen/tagungsreader>

<https://www.bioenergie-events.de/konferenzmaterial/-presse>

Hinweis zur Benutzung: Der Konferenzreader hat Lesezeichen, so dass Sie mit einem Klick
in den jeweiligen Inhaltsverzeichnissen zu den einzelnen Beiträgen springen können.
Um zum Inhaltsverzeichnis zurückzuspringen, können Sie auf die linke obere Seitenzahl klicken.

READER HINWEIS

Sie können auch direkt folgenden QR-Code scannen
und werden zur Plattform weitergeleitet.

QR Code



Mit dem Smartphone sind nicht alle Live-Funktionen
der Konferenz am 24.11.2020 im vollem Umfang zugänglich.

Wir empfehlen daher für den Konferenztag einen festen Rechner,
Laptop oder Tablet zu nutzen. Nach der Konferenz ist die Funktionalität der App
mit einem Smartphone im vollen Umfang möglich.

Block A
9:15 – 10:15 Uhr

KEYNOTES

AUS DEN VERSCHIEDENEN FORSCHUNGSBEREICHEN:

Forschen für die Energiewende: Bioenergie und erneuerbare Gebäudeenergieversorgung

Katja Neumann, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

BMWi-Forschungsnetzwerk Energiewendebauen EWB

Berit Müller, DGS - Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Landesverband Berlin Brandenburg e.V.

BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie BioE

Volker Lenz, Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

aus der Praxis »Digitalisierung der Stadt Oldenburg«

Julia Masurkewitz-Möller, Stabsstellenleiterin Digitalisierung der Stadt Oldenburg

Moderation **Malte Kreutzfeldt, taz**

IM ANSCHLUSS:
GEMEINSAME DISKUSSIONS- UND FRAGERUNDE (CHAT)

Keynote

Katja Neumann

Block A
9:15 – 9:30 Uhr

Forschen für die Energiewende: Bioenergie und erneuerbare Gebäudeenergieversorgung



MinR Katja Neumann

Leiterin der Unterabteilung II C Wärme und Effizienz in Gebäuden, Forschung im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Wissenschaftliche Begleitforschung des Forschungsnetzwerks Energiewendebauen: Gemeinsam Forschen – Wissen vernetzen

Berit Müller

Keynote

Block A

9:30 – 9:45 Uhr

Neue wissenschaftliche Begleitforschung des Forschungsnetzwerks Energiewendebauen

Zur Unterstützung der Vernetzung aller vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekte im Forschungsbereich Energie in Gebäuden und Quartieren ist zum 01.10.2020 die Wissenschaftliche Begleitforschung Energiewendebauen mit interdisziplinär aufgestellten Forschungsteams in vier unterschiedlichen Modulen gestartet: Monitoring, Dokumentation, Vernetzung und Wissenstransfer (1); Gebäude (2); Quartiere (3) und Digitalisierung (4).

Verantwortlich für **Modul 1** ist die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Landesverband Berlin Brandenburg, das Institut für ZukunftsEnergie und Stoffstromsysteme und die Universität Bochum. **Modul 2** wird von der RWTH Aachen und den Fraunhofer Instituten für Bauphysik sowie für System- und Innovationsforschung bearbeitet. Das Fraunhofer Umsicht ist mit dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung und der RWTH Aachen für **Modul 3** zuständig. Das **Modul 4** wird von der TU Berlin zusammen mit der Universität der Künste Berlin und dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung bearbeitet.

Die Wissenschaftliche Begleitforschung wird Tools und Unterstützungsstrukturen bereitstellen und wo notwendig entwickeln, um zentrale Daten und Ergebnisse der im Netzwerk versammelten Projekte zusammenzuführen und unkompliziert zugänglich zu machen. So soll eine Gesamtsystematik für das Themenfeld durch die interdisziplinäre Gesamtschau aller Projekte entwickelt werden.

Teamstruktur und Verantwortliche

Zielsetzung

Berit Müller
DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Landesverband Berlin Brandenburg e.V.

Bevor Berit Müller 2018 die Geschäftsführung des Landesverbands Berlin Brandenburg der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) übernahm, leitete sie das Team Transformation von Energiesystemen am Reiner Lemoine Institut (RLI). In der Vergangenheit lag ihr Fokus auf den verschiedenen Erneuerbaren Technologien, u.a. arbeitete sie als Qualitätsmanagerin in der Biogasbranche, leitete des »Berliner NetzwerkE« und erstellte Energieanalysen für Nichtwohngebäude. Von 1995 bis

2006 leitete sie praktische und theoretische Seminare im Bereich EE, Umwelt und Gesellschaft an der Technischen Universität Berlin. Danach war sie nebenberuflich in Lehraufträgen im Bereich des nachhaltigen Bauens und der Energieeffizienz an der ENSAM und ESTP in Frankreich sowie an der HTW Berlin tätig.

Als Gründungsmitglied der open energy modelling initiative (openmod-Initiative) sowie als Sprecherin der Transparenzgruppe des Forschungsnetzwerks für Energiesystemanalysen setzt sie sich für die Förderung der Transparenz in der Forschung und in allen Entscheidungsschritten im Prozess der Energiewende ein.



Keynote

Volker Lenz

Block A

9:45 - 10:00 Uhr

Begleitvorhaben Forschungsnetzwerk Bioenergie

Energiewende findet in Deutschland bisher vor allem im Strombereich statt. Auch mit einer umfassenden Wasserstoffstrategie und vielen Optionen der Sektorkopplung müssen wir die Wärmewende jetzt voranbringen. Dabei gilt es stets Effizienzmaßnahmen und den Umstieg auf erneuerbare Energien vorteilhaft zu kombinieren und gemeinsam zu betrachten. Energetische Sanierung findet statt – wenn auch gerade oft mit zu geringen Raten und zu niedrigen Ambitionsniveaus. Bioenergie ist der bisher größte erneuerbare Energieträger im Wärmebereich, muss aber zukünftig aufgrund begrenzter Potenziale viel zielgerichteter und systemdienlicher eingesetzt werden (SmartBioenergy). Insofern ergeben sich viele gemeinsame Herausforderungen für beide Netzwerke, um das komplexe Thema der Energiewende den Menschen einfacher und verständlicher nahe zu bringen und nachhaltige, ökonomisch akzeptable und für den Einzelnen umsetzbare Lösungen anzubieten. Anwendungsorientierte Forschung zu vernetzen und gemeinsam die Wärmewende zu gestalten ist ein zentrales Anliegen dieser Veranstaltung und hierzu werden in meinem Vortrag aus Sicht der Biomasse die Grundlagen und der Stand dargestellt.

Seit 2009 unterstützt das Begleitvorhaben am DBFZ dabei insbesondere die Zusammenführung des wissenschaftlichen Outputs der Teilnehmenden im Förderbereichs »Energetische Nutzung« bzw. des BMWi-Forschungsnetzwerks Bioenergie. Diese Ergebnisse werden für verschiedene Akteursgruppen, vor allem aus Politik, Forschung und Praxis zielgruppengerecht in verschiedenen Formaten aufbereitet und transferiert. Nach über 10 Jahren wissenschaftlicher Transferbegleitung wurden 10 Fachkonferenzen und diverse Workshops organisiert. Die Ergebnisse wurden zudem in einer eigenen Schriftenreihe mit bisher über 20 Bände und 8 Fokusheften zu verschiedenen Schwerpunktthemen (Biogas, Festbrennstoffe, Hydrothermale Prozesse, Bioenergie-technologien etc.) zusammengefasst und herausgegeben. Ferner koordiniert das Begleitvorhaben projektübergreifende Arbeitsgruppen im Prozess zur Harmonisierung von Methoden und des politischen Diskurses. Auf Basis intensiver Diskussionen mit den Teilnehmenden wurden seitdem verschiedene Methodensammlungen in Deutsch und Englisch (weiter)entwickelt, gemeinsame Stellungnahmen, sowie FuE-Empfehlungen verfasst.

Das Netzwerk umfasst bis dato über 660 Mitgliedern aus 180 Verbundprojekten aus klein- und mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, sowie weiteren Interessierten Experten.

In Zukunft ist geplant, die Vernetzung der Mitglieder der verschiedenen BMWi-Forschungsnetzwerke Energie auszubauen, um den übergreifenden Austausch und den Transfer von der Forschung in die Anwendung noch weiter zu befördern.



Dr.-Ing. Volker Lenz
Bereichsleiter Thermo-chemische
Konversion

volker.lenz@dbfz.de
0341-2434450

DBFZ Deutsches Biomasseforschungs-
zentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Julia Masurkewitz-Möller

Keynote

Aus der Praxis:

Block A

10:00 - 10:15 Uhr

Digitalisierung in der Stadt Oldenburg

Auf rund vier Hektar entsteht auf einer Konversionsfläche in Oldenburg ein zukunftsweisendes Wohnquartier »Helleheide« für Menschen jeden Alters und jeder Einkommensgruppe. Mit einer klimafreundlichen Energieversorgung und mit viel Raum für eine lebendige Nachbarschaft. Ganz entscheidend ist jedoch, dass diese Planungen nicht nur in der Theorie funktionieren. Sie müssen sich im Alltag bewähren, indem sie einerseits aus technischer Sicht funktionieren, andererseits bedarf es aber vor allem ihrer Überprüfung und Anwendung im realen Leben.

Es geht darum, die Vorstellungen, Erwartungen und die Haltung möglicher zukünftiger Bewohnerinnen und Bewohner kennenzulernen und zu erfahren, wie groß ihre Bereitschaft für eine bewusst umweltfreundliche, technologisch unterstützte Lebensführung ist. Weitere Themen, die bei einem möglichst klimafreundlichen Wohnquartier mitgedacht werden sollten, sind die Bereiche Mobilität und Verkehr, Versorgung und Infrastruktur, inklusive der Wege für Information und Kommunikation innerhalb des Quartiers. In dem Vortrag werden Ihnen die Erfolge und die Hindernisse von der Idee über die Planung bis hin zur Umsetzung vorgestellt.

Julia Masurkewitz-Möller
Stabsstellenleiterin Digitalisierung
der Stadt Oldenburg

julia.masurkewitz-moeller@stadt-oldenburg.de
0441 235-3624

Stadt Oldenburg.
Stabsstelle Digitalisierung
Markt 1, 26122 Oldenburg



BLOCK B

zwei parallele Vorträge

FACHFOREN



DIGITALISIEREN

FORUM I

11:30 – 12:45 Uhr

TRANSURBAN.NRW

TransUrban.NRW-Digitale Quartiersenergiesysteme

Peter Premmen, RWTH Aachen, E.ON Energie-forschungszentrum

METHQUEST / TRAFOKOMMUNE

Dekarbonisierung, Dezentralisierung, Digitalisierung – Chancen & Herausforderungen für regionale Energieversorger

Katrin Stolle, Dr. Wiebke Harms, Stadtwerke Karlsruhe GmbH

11:30 – 12:45 Uhr

SMART HEAT

Digitalisierung von Wärmeversorgungsstrukturen in einem virtuellen Wärmekraftwerk

Dr. Dietrich Schmidt, Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE)

11:30 – 12:45 Uhr

30 min

FREIE DISKUSSION + UMFRAGE (CHAT)



FLEXIBILISIEREN

FORUM I

11:30 – 12:45 Uhr

OptDienE

Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten

Daniel Büchner, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

KNW-OPT

Kalte Nahwärme für Siedlungen und Quartiere

Robin Zeh, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

11:30 – 12:45 Uhr

WÄRMEVERSORGUNG

aus einem Rücklauf-Niedertemperaturnetz mit Einbindung von regenerativen Energien

Andreas Reinholz, BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreiber-Gesellschaft mbH Berlin

11:30 – 12:45 Uhr

30 min

FREIE DISKUSSION + UMFRAGE (CHAT)

FACHFOREN

BLOCK B

zwei parallele Vorträge

TECHNOLOGIEN KOMBINIEREN



FORUM II

13:30 – 13:45 Uhr

COST

Entwicklung eines Positive Energy Districts European Network im Rahmen der europäischen COST Action

Dr. Vicky Albert-Seifried, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

ENSTADT: PFAFF

Sektorkopplung und Bauleitplanung - Erfahrungen aus dem Reallabor

Gerhard Stryi-Hipp, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

13:45 – 14:00 Uhr

ÜBERSEEHAFEN

Integration von Bioenergie und anderen erneuerbaren Energien in Konzepte zur Dekarbonisierung komplexer Energieversorgungsstrukturen am Bsp. des Quartiers »Überseehafen« in Bremerhaven

Prof. Dr. Martin Wittmaier, Hochschule Bremen GmbH

14:00 – 14:15 Uhr

FREIE DISKUSSION + UMFRAGE (CHAT)

30 min

FLEXIBILISIEREN



FORUM II

13:30 – 13:45 Uhr

QUENTIN

Quartiersentwicklung auf Basis von Nahwärmeinseln mit flexiblen KWK-Systemen und Teilsanierung

Sonja Witkowski und Joachim Krassowski, Fraunhofer-Institut UMSICHT

SWD.SOL2

Dezentrale Einbindung solarer Wärme in das städtische Wärmenetzsystem der Stadtwerke Düsseldorf AG

Sabine Ott, Solites - Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

13:45 – 14:00 Uhr

SmartBioGrid

Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen

Anja Bartsch, Hochschule Ansbach Biomasse Institut

14:00 – 14:15 Uhr

FREIE DISKUSSION + UMFRAGE (CHAT)

30 min

CHAIRS

FACHFOREN I & II

11:30 - 12:45 Uhr

DIGITALISIEREN Forum I

CHAIR

Dr.-Ing. Volker Lenz,
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

11:30 - 12:45 Uhr

FLEXIBILISIEREN Forum I

CHAIR

Carsten Beier,
Fraunhofer Umsicht Oberhausen

13:30 - 15:00 Uhr

TECHNOLOGIEN KOBINIEREN Forum II

CHAIR

Dr. Frank Graf,
DVGW-Forschungsstelle am EBI

13:30 - 15:00 Uhr

FLEXIBILISIEREN Forum II

CHAIR

Carsten Beier,
Fraunhofer Umsicht Oberhausen

Peter Remmen, Lars Nolting, Sebastian Schwarz, Antonello Monti, Aaron Praktiknjo, Dirk Müller

TransUrban.NRW:

Digitale Quartiersenergiesysteme

Forum Beitrag
Forum I
11:30 - 11:45 Uhr
**Hintergrund
Ziele**

Im Reallaborprojekt *TransUrban.NRW* werden vier Quartiersenergiesysteme geplant und in Betrieb genommen, deren Gemeinsamkeit ein Wärmenetz der 5. Generation ist. Wärmenetze der 5. Generation werden auf sehr niedrigem Temperaturniveau betrieben und gleichzeitig für die Wärme- und Kältebereitstellung eingesetzt. Sie ermöglichen so eine effiziente Verschiebung von thermischer Energie zwischen Gebäuden unter Ausnutzung von Kompensations- und Synergieeffekten. Wärmenetze der 5. Generation bewirken demnach eine starke Elektrifizierung der Energieversorgung, deshalb ist es sowohl in Planung als auch Betrieb unabdingbar eine starke Sektorenkopplung zu berücksichtigen. Für Wärmenetze der 5. Generation und deren Quartiersenergiesystem sind daher statische Betriebsannahmen in der Planung und im Betrieb nicht mehr ausreichend, wodurch neue, dynamische Verfahren an Bedeutung gewinnen. Dieser Beitrag stellt neue numerische Verfahren (Optimierung und dynamische Simulation) vor, um die Planung und den Betrieb von Wärmenetzen der 5. Generation zu unterstützen und geht auf die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für Stadtwerke und Quartiersgesellschaften als zukünftige Betreiber ganzheitlicher Energieversorgungsplattformen ein. Zudem wird die Skalierbarkeit der entwickelten Quartiersenergiesysteme unter Berücksichtigung von Rückkopplungseffekten auf Makroebene (d.h. Energiesystem Deutschland) sowie geeigneter regulatorischer Rahmenbedingungen untersucht. Die Arbeiten werden von Instituten der RWTH Aachen aus den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftswissenschaften durchgeführt.

TransUrban.NRW verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz zur Planung und Optimierung der Quartiersenergiesysteme, welcher neben den thermischen Systemkomponenten auch die Sektoren Strom und Elektromobilität berücksichtigt. Zu diesem Zweck bildet ein digitaler Zwilling die komplexen physikalischen und systemischen Sachverhalte und Zusammenhänge innerhalb der Quartiersenergiesysteme möglichst realitätsnah ab. Dies ermöglicht eine integrale Betrachtung der Quartiere unter Verwendung unterschiedlicher Zielfunktionen wie z. B. Kosten- oder CO₂-Minimierung in der frühen Projektphase und bildet somit die Voraussetzung für einen ressourcenschonenden und wirtschaftlichen Betrieb der Quartiersenergiesystemlösungen. Dazu werden zwei wesentliche Methoden eingesetzt und weiterentwickelt, zum einen mathematische Optimierung sowie dynamische Simulation. In der frühen Planungsphase werden mathematische Optimierungsmodelle genutzt um Auslegungsentscheidungen zu unterstützen. Anders als bei klassischen Auslegungsmethoden wird bei dieser Methodik der Betrieb des Energiesystems, d.h. insbesondere die Fahrweise jeder Anlage, zeitlich diskretisiert (z. B. 8760 h im Jahr) abgebildet. Innerhalb der Optimierungsrechnung werden dann in einem Berechnungsschritt die optimale Auswahl an Technologien und eine optimale Dimensionierung der gewählten Anlagen ermittelt. Die Anlagen werden so ausgewählt und dimensioniert, dass für eine gesamtheitliche Betrachtung aller Betriebspunkte minimale Kosten und minimale CO₂-Emissionen erzielt werden. Dynamische Simulationsmodelle bieten im Vergleich zu mathematischen Optimierungsmodellen den Vorteil, dass sie die thermo-hydraulischen Vorgänge und die Dynamik der Wärmenetze detailliert abbilden. Simulationsmodelle bieten die Möglichkeit, dynamische Effekte wie die Umkehr der Strömungsrichtung (durch einen Wechsel des vorherrschenden Bedarfs), die Speicherfähigkeit des Netzes sowie die Kopplung zwischen Netz und umliegenden Boden zu berücksichtigen. Simulationsmodelle werden genutzt, um Betriebsparameter und deren Einfluss auf die Systemeffizienz zu untersuchen. Insbesondere die Berücksichtigung der dezentralen Wärmepumpen, Kältemaschinen sowie weiterer Komponenten (beispielsweise industrieller Abwärmequellen) ►

Forschungsschwerpunkte

und die sich daraus ergebenden Temperatur und Druckverhältnisse stellt einen wichtigen Anwendungsfall dar. Eine bedeutende Innovation in TransUrban.NRW ist die Kopplung der mathematischen Optimierungsmodelle mit den dynamischen Simulationsmodellen sowie den Messdaten aus den realen Quartieren. So entsteht ein digitaler Zwilling des gesamten Quartiersenergiesystems. Der digitale Zwilling stellt eine flexible Lösung dar, groß angelegte Systembewertungen und Skalierbarkeitsanalysen durchzuführen bevor sie in der Praxis erprobt werden und er ist ein zentrales Element für die Analyse/Beurteilung der zugrundeliegenden Betriebsstrategien. Innerhalb TransUrban.NRW umfassen die Betriebsstrategien sowohl konventionellen Methoden als auch innovative Verfahren wie Modell-Prädiktive-Regelungen (MPC) und agentenbasierte Anwendungen. Die unterschiedlichen Betriebsweisen sollen in TransUrban.NRW mit Hilfe des digitalen Zwillings erprobt, bewertet und dann in die Praxis bis hin zur Marktreife überführt werden.

Neben der technischen Ausgestaltung der Energiesysteme der 5. Generation soll auch die wirtschaftlichste Betriebsweise identifiziert werden. Zu diesem Zweck werden zunächst relevante Eingangsgrößen und deren Sensitivitäten für eine Berücksichtigung ökonomischer Randbedingungen in den Simulations- und Optimierungstools untersucht. Darüber hinaus werden zum einen auf Mikroebene Geschäftsmodelle systematisch entwickelt und bewertet, die für jede der vier Quartierslösungen einen selbsttragenden und wirtschaftlich nachhaltigen Betrieb ermöglichen und die örtlichen Akteure sowie die bestehende Infrastruktur adäquat in Betracht ziehen. Zum anderen wird der Frage nachgegangen, inwiefern die Systemwirkungsgrade der bestehenden Fernwärmenetze gesteigert werden können und sich den Betreibern neue Möglichkeiten für lohnende Geschäftsmodelle öffnen.

Auf der Mikroebene wird durch die Einbindung von Quartiersentwicklern die Nachfrageseite der Geschäftsmodelle beleuchtet, wodurch die Nutzerakzeptanz bereits bei der Entwicklung gewährleistet und die wirtschaftliche Nachhaltigkeit der neuen Geschäftsmodelle erhöht werden. Auf der Makroebene werden systemische Rückkopplungen analysiert, die die Skalierbarkeit der untersuchten Energiesysteme der 5. Generation und der damit zusammenhängenden Geschäftsmodelle beeinflussen. Hier wird untersucht, in welchem Maß der positive Effekt von Energiesystemen der 5. Generation auf Quartiersebene auf das gesamte Energiesystem Deutschlands übertragbar ist (d.h. Bewertung des volkswirtschaftlichen Nutzens der Sektorenkopplung durch energieoptimierte Quartiere). Auch hier werden die Auswirkungen aus der Perspektive unterschiedlicher systemischer Akteure bewertet und bestehende Infrastruktur in die konzeptionelle Bewertung miteinbezogen. Dabei wird sowohl bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen auf Mikroebene als auch bei der Analyse auf Systemebene untersucht, zu welchem Grad die Profitabilität potentieller Geschäftsmodelle sowie die systemischen Rückkopplungen von den regulatorischen Rahmenbedingungen abhängen.

Hierbei wird unter anderem der Vorschlag einer Reduktion der EEG Umlage auf Wärmepumpenstrom für vorrangige Grünstromnutzung geprüft und mit Alternativvarianten (z. B.: Vergütung auf Basis von CO₂-Reduktion) verglichen. Der Variantenvergleich auf Basis umfassender Kosten-Nutzen-Analysen führt zur Erarbeitung von konkreten Handlungsempfehlungen zur Anpassung des regulatorischen Kontextes.

Keywords

Integrale Simulation,
Auslegungsoptimierung,
Betrieboptimierung,
Regulatorik,
Geschäftsmodelle



Digitalisierung

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

- Planung und Aufsetzen des Monitoringsystems in den beteiligten Quartieren
- Implementierung und Umsetzung der energiesystemischen Optimierung je Quartier
- Sektorenübergreifende Simulationsmodelle für energieoptimierte Quartiere
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und regulatorisches Lernen

Geplante Ergebnisse

- Wandel der Betreiberrolle: Transformation bestehender »fossiler« Wärmeversorgungsinfrastruktur in Plattformen für eine CO₂-freie Wärmeversorgung
- Schrittweise Substitution der fossilen Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien und lokale Abwärme zur Dekarbonisierung von Städten
- Unterstützung des technischen, wirtschaftlichen und sozialen Strukturwandels in Kooperation mit den relevanten Akteuren in den Kohlerevieren Nordrhein-Westfalens
- Sektorenkopplung zwischen den Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität
- Entwicklung von Geschäftsmodellen unter Anwendung eines regulatorischen Lernens für Energiesysteme der 5. Generation
- Demonstration von Energiesystemen der 5. Generation in vier realen Quartieren in Nordrhein-Westfalen mit Leuchtturmcharakter

Peter Remmen¹ (Hauptautor*in),
Lars Nolting², Sebastian Schwarz³,
Antonello Monti³, Aaron Praktikjnjo²,
Dirk Müller¹

premmen@eonerc.rwth-aachen.de
RWTH Aachen University
E.ON Energieforschungszentrum
Mathieustraße 10
52074 Aachen

¹ Lehrstuhl für Gebäude-
und Raumklimatechnik

² Juniorprofessur für
Energieressourcen-
und Innovationsökonomik

³ Institute for Automation of
Complex Power Systems



Forum Beitrag

Katrin Stolle, Wiebke Harms

Forum I

11:45 – 12:00 Uhr

MethQuest | TrafoKommunE: Dekarbonisierung, Dezentralisierung, Digitalisierung – Chancen und Herausforderungen für regionale Energieversorger

Hintergrund

Als regionaler Energieversorger beliefern die Stadtwerke Karlsruhe (SWK) sowohl Privathaushalte als auch Gewerbe und Industrie mit Strom, Gas, Wasser, Wärme und Kälte. Versorgungssicherheit und gesellschaftliche Verantwortung in der Region sind dabei wesentliche Grundlage für die Geschäftsmodelle der Stadtwerke. Zunehmend bestimmen jedoch die Herausforderungen der Energiewende das Handeln der SWK. Wichtige Faktoren sind dabei die Dekarbonisierung und Dezentralisierung der Energieversorgung auf regionaler und lokaler Ebene sowie die Digitalisierung wesentlicher Prozesse bei der Erzeugung und Verteilung der Energie.

Die kontinuierliche Erweiterung der Fernwärmeversorgung sowie der Ausbau der PV-Energie sind Investitionen in den Klimaschutz vor Ort. Aber auch Forschung und Entwicklung fördern Innovationen. Die Stadtwerke Karlsruhe und ihre Netzgesellschaft haben deshalb mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und dem Deutschen Verband des Gas- und Wasserfaches (DVGW) eine Forschungspartnerschaft etabliert. Hier werden Forschung, Entwicklung und Anwendung vereint und von den drei starken Partnern Lösungsansätze für die Umsetzung der Energiewende entwickelt.

Forschungsschwerpunkte

Das Großprojekt **MethQuest** hat zum Ziel, einerseits Technologien für die Erzeugung und den Einsatz methanbasierter Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen weiterzuentwickeln und andererseits die Synergien zwischen Verkehr und Energieversorgung zu optimieren (Sektorenkopplung). Grundlegende Aspekte sind dabei Versorgungssicherheit, CO₂-Vermeidung und Wirtschaftlichkeit. Im Teilprojekt MethGrid fungiert das Gewerbe- und Industriequartier Rheinhafen Karlsruhe als Reallabor, für den das Zusammenspiel der Technologien simulativ nach oben genannten Aspekten mit unterschiedlichen Zukunftsszenarien untersucht wird. Von den Stadtwerken Karlsruhe erhobene Realdaten zu Energieflüssen und Lastkurven bilden eine der Grundlagen für die Modellierungen. Die erhaltenen Zukunftsmodelle werden anschließend auf Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit geprüft.

Im Rahmen des Verbundvorhabens **TrafoKommunE** werden die zukünftigen Versorgungsinfrastrukturen auf kommunaler Ebene konzeptioniert. Ziel ist es, Handlungsempfehlungen zur kostengünstigen und zeitlich umsetzbaren Ausgestaltung des kommunalen Energiesystems zu entwickeln. Zudem werden Möglichkeiten identifiziert, die Akteure und hier insbesondere die Stadtwerke in die Gestaltung der Energiewende einzubinden. Hierfür wird sowohl netz- als auch anwendungsseitig ein sektorenübergreifender Ansatz mit flankierenden sozialwissenschaftliche Untersuchungen gewählt. Damit sollen die zukünftigen Versorgungsaufgaben von kommunalen Energieversorgern in den Bereichen der Gas-, Wärme- und Stromversorgung sowie Mobilität und Digitalisierung unter Beachtung der Versorgungssicherheit und Akzeptanz von Bürgern und Marktpartnern bei vertretbaren Kosten gewährleistet werden.

Das Demo-Projekt **Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach** ist Teil des Projektverbunds »LowEx-Bestand«. Im Rahmen des Projekts wird ein komplexes Energieversorgungskonzept für ein Cluster aus fünf Mehrfamilien-Bestandsgebäuden mit insgesamt 175 Wohnungen realisiert. In das Energiekonzept sind zwei Wärmepumpen, Photovoltaik-Anlagen, photovoltaisch-thermische

Keywords

Regionale Energiewende,
Smarte Quartiere,
Geschäftsmodelle für
Energieversorger,
Forschungspartnerschaft



Digitalisierung

Kollektoren sowie ein Erdgas-Blockheizkraftwerk integriert. Das Energiemanagementsystem enthält eine auf künstlicher Intelligenz basierende Fehlererkennung. Ziele sind die Halbierung des Primärenergieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen sowie die Erprobung eines wirtschaftlichen Betreiberkonzeptes.

Im Verbundprojekt **FlexKälte** werden dezentrale Kälteanlagen einer großen Liegenschaft miteinander vernetzt, um so die gesamte thermische Kapazität der Liegenschaft durch intelligente Steuerung lastflexibel nutzen zu können. Es soll demonstriert werden, dass eine energieeffiziente und wirtschaftliche Betriebsführung von vernetzten Kälteanlagen möglich ist, ohne den Nutzerkomfort oder andere gegebene Rahmenbedingungen einzuschränken.

Alle vier Projekte werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziell gefördert.

Die regionalen Gegebenheiten Karlsruhes im sonnenreichen, aber windarmen Süden von Deutschland limitieren die Möglichkeiten zur Erzeugung erneuerbarer Energien vor Ort. Bei der Integration alternativer Energieträger wie EE-Methan in das Erdgasnetz oder der Implementierung innovativer Technologien wie Power-to-Gas in das lokale Energiesystem müssen Lösungen gefunden werden, die auch für regionale Energieversorger wirtschaftlich umsetzbar sind. Energieautarke Quartiere ohne den Einsatz fossiler Energiequellen sind im Raum Karlsruhe derzeit nicht ökonomisch realisierbar.

Die aktuellen politischen Rahmenbedingungen und regulatorischen Vorgaben hemmen die Entwicklung innovativer und klimafreundlicher Geschäftsmodelle für kleine und mittlere Energieversorgungsunternehmen. Für das Gelingen der Energiewende müssen die Bedingungen so angepasst werden, dass die Kopplung der Sektoren Strom, Gas, Wärme und Mobilität auf regionaler Ebene auch Chancen und Handlungsspielräume für regionale Energieversorger eröffnet.

Ergebnisse

Katrin Stolle, Dr. Wiebke Harms
Stadtwerke Karlsruhe GmbH
Daxlander Straße 72
76185 Karlsruhe

+49 (0)721 599 1045
katrin.stolle@stadtwerke-karlsruhe.de



Forum Beitrag

Dietrich Schmidt, Holger Dittmer, Thorsten Grage, Frank Hosenfelder, Heiko Huther

Forum I

12:00 – 12:15 Uhr

Inhalte

Smart Heat: Digitalisierung von Wärmeversorgungsstrukturen in einem virtuellen Wärmekraftwerk

Die Fernwärme ist eine der effizientesten Technologien für die Wärmeversorgung im urbanen Bereich. Zusätzlich können jedoch Potenziale für eine weitere Optimierung der Versorgungsaufgabe mit Hilfe von Digitalisierungsansätzen erschlossen werden. Gerade in der Energiewirtschaft gewinnt die Digitalisierung zunehmend an Bedeutung, wobei die neuen Möglichkeiten dieser Entwicklung bislang schwerpunktmäßig auf Seiten der elektrischen Versorgungssysteme diskutiert werden. Jedoch kann die Digitalisierung im Kontext der Wärmeversorgungsstrukturen durch neue Datenquellen und -ströme, die das Verhalten von Verbrauchern und Wärmeerzeugern besser einschätzbar machen, erschließen und so den Handlungsraum von Versorgern sowie Betreibern von Energieversorgungsstrukturen erweitern.

Die Versorger-Kunden-Beziehung ist klassisch im Wärmeversorgungsbereich vom All-Inclusive-Ansatz geprägt. Das heißt, es gilt ein einheitlicher Preis für eine sichere Versorgung – jederzeit. Dies erfordert unter anderem einen von der Wärmeabnahme abhängigen Einsatz von Kraftwerken und anderen Heizanlagen mit teuren Erzeugungsspitzen und -tälern. Gleichzeitig aber bestehen bei den Abnehmern Speicherpotentiale in Form von Pufferspeichern und Gebäudemassen, die nach dem Stand der Technik ohne Komfortverlust genutzt werden könnten, um Wärmebereitstellungszeiten für Heizung und Warmwasser zu verschieben und so Erzeugungsspitzen zu vermeiden. Weiterhin können durch ungünstige Geräteeinstellungen Massenströme ohne Wärmeabnahme, die sich in ungünstigen Rücklauftemperaturen im Wärmenetz auswirken, entstehen. Die Prognose der Wärmeabnahme erfolgt weitgehend über die Betriebsparameter bei der Wärmeerzeugung und unter Einbeziehung von Wetterprognosedaten. Beim Wärmebedarf handelt es sich jedoch um eine verhaltensabhängige Größe, so dass sie von tieferer Kenntnis des Wärmeabnahmeverhaltens profitieren kann. Daher werden die Potentiale der Digitalisierung in der Fernwärme untersucht und der Weg zu deren praktischer Erschließung bereitet. Die Digitalisierung offeriert neue Möglichkeiten in der Energiewirtschaft und damit auch in der Wärmeversorgung auf den Gebieten der Effizienzsteigerung, neuer Geschäftsmodelle und Kundenbindung.

Ziel des in der Präsentation vorgestellten Projekts ist es, die Potenziale und Möglichkeiten der Digitalisierung im Bereich der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Beispiel eines bestehenden Wärmenetzes einer deutschen Großstadt in der Praxis zu untersuchen und exemplarisch umzusetzen. Im Rahmen des Projekts wird deutlich, in welche Maßnahmen investiert werden kann, um erfolgsversprechende Chancen der Digitalisierung und angepasste Geschäftsmodelle in einem ersten Schritt in der Praxis durch Effizienzsteigerungen bei der Wärmeversorgung und durch das Aufgreifen neuer Versorger-Kunden-Beziehungen zu nutzen. Auf Basis der Betrachtung von Liegenschaften (Kindertagesstätte, Wohnhaus, Büro- und Geschäftshaus, Hotel, Wohn- und Geschäftshaus...) im betrachteten Versorgungsgebiet werden konkrete Anwendungsfälle erarbeitet und hinsichtlich ihres Optimierungspotenzials untersucht.

Damit bringt das Vorhaben durch die Nutzung der im Bereich virtueller Kraftwerke entwickelten Methodik zur Aktivierung von Wärreflexibilitäten ein technisches Konzept für eine systemische Integration dezentraler Wärmeabnehmer in die Kraftwerkseinsatzplanung sowie die Wärmebereitstellung für Endkunden hervor. Zweitens hat das Vorhaben ein Konzept zur Nutzung von Endkundendaten (Verbrauch im Sinne von zeitlich aufgelösten Leistungsanforderungen, Temperaturniveaus im Vor- und Rücklauf sowie Informationen zur Anlagenausstattung) hinsichtlich

Keywords

Digitalisierung im
Wärmebereitstellungs- und
Wärmeverbrauchssegment,
Flexibilisierung,
Lastglättung



Digitalisierung

Betriebsoptimierung zum Ergebnis und drittens wird mittels einer quantitativen Analyse die Wirtschaftlichkeit der umgesetzten Wärmebereitstellungsflexibilisierung gezeigt. Das Vorhaben hat somit den Proof-of-Concept zum Ziel und beleuchtet technische und wirtschaftliche Aspekte für die Möglichkeiten der Digitalisierung in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und zeigt die konkrete Umsetzbarkeit in der Praxis beispielhaft auf.

Die Übertragbarkeit der entwickelten Methodik wird dabei sowohl durch die systematische Analyse einer begrenzten Anzahl unterschiedlicher Beispielliegenschaften mit den jeweiligen Übergabe- und Speichersystemen, durch die umfassende Analyse der IKT-Technologien im Fernwärmesektor als auch durch die Aktivitäten im Hinblick auf Publikationen, Workshops und Öffentlichkeitsarbeit sichergestellt. Der Nutzen für weitere Versorger besteht dabei in der prototypischen Erprobung der Flexibilisierung von Endkundenanlagen und deren technischer und betriebswirtschaftlicher Bewertung.

Das vorgestellte Verbundvorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert, wofür sich die Autoren bedanken.

Dr. Dietrich Schmidt (Hauptautor*in)¹,
Holger Dittmer², Thorsten Grage³,
Frank Hosenfelder³, Dr. Heiko Huther³

dietrich.schmidt@iee.fraunhofer.de
+49 561 804 1871

¹ Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft
und Energiesystemtechnik (IEE)
Königstor 59, 34119 Kassel, Deutschland

² AGFW Projekt GmbH

³ enercity Netz GmbH



Forum Beitrag

Daniel Büchner, Oliver Mercker, Kerstin Wurdinger

Forum I

11:30 - 11:45 Uhr

Hintergrund
ZielOptDienE: Optionen zum netzdienlichen
Betrieb von Einzelraumfeuerstätten

Die Transformation der Energieversorgung im Zuge der Energiewende ist durch einige Megatrends gekennzeichnet:

- i** eine Dezentralisierung der Energiebereitstellung,
- ii** eine Digitalisierung aller Lebensbereiche,
- iii** eine dominierende Rolle von Solar- und Windenergie im Stromsektor und, damit einhergehend,
- iv** eine hohe Volatilität der Erzeugung und
- v** eine zunehmende Verschränkung der Energienutzungsbereiche: Strom, Wärme und Mobilität.

Die im deutschen Markt derzeit installierten Einzelraumfeuerungen (ERF) haben zusammen eine thermische Kapazität von mindestens 80 bis 90 GW_{th}. Würde ein Teil dieser Feuerungen mit Wassertasche ausgestattet als multivalente Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen betrieben und dabei zumindest teilweise systemdienlich eingesetzt werden, könnten sie Strombedarfsspitzen von bis zu 30 GW_{el} vermeiden. Bei einer wachsenden Bedeutung von Wärmepumpen und Elektromobilität könnte der zeitlich gesteuerte Einsatz von Biomasse-ERF unserer Hypothese nach zu einer maßgeblichen Entlastung des Stromnetzes durch eine temporäre Reduzierung des Leistungsbedarfs seitens der Verbraucher beitragen. Die Strombereitstellungskapazitäten in Hochlastzeiträumen mit geringer Stromeinspeisung aus Windkraft und PV-Anlagen bei gleichzeitig niedrigen Außentemperaturen erfordern dann einen geringeren Einsatz von gesicherter Kraftwerksleistung (insbesondere Gaskraftwerke), Demand Side Management, Speichern und Stromimporte [1].

Zielstellung

Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (FKZ 03KB138) geförderten Projektes »OptDienE« ist es, das Potenzial der Biomasse-ERF zur Vermeidung von Strombedarfsspitzen durch Wärmepumpen und Gasnachfragespitzen durch Gasfeuerungen für den Status Quo sowie die Stützjahre 2030 und 2050 zu ermitteln. Dazu sollen vielversprechende ERF-Hybridsysteme, z. B. bestehend aus Wärmepumpen sowie Gasthermen untersucht sowie die technische Machbarkeit von Instrumenten zur Aktivierung der AnlagenbetreiberInnen aufgezeigt und politische Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Forschungsschwerpunkte

Das Projekt »OptDienE« gliedert sich in den Forschungsschwerpunkt »Intelligente Biomasseheiztechnologien« des DBFZ ein und liefert Antworten zur zukünftigen Rolle der Bioenergie in einem klimaneutralen Energiesystem.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Im ersten Schritt wurden repräsentative Gebäudetypen und Heizkonzepte für den Status Quo und die Stützjahre 2030 sowie 2050 definiert und in TRNSYS modelliert. Insgesamt wurden zwei Einfamilienhäuser und ein Mehrfamilienhaus mit unterschiedlichen energetischen Standards und Grundrissen für die detaillierte Modellierung ausgewählt. Dafür wurden sowohl der aktuelle Gebäudebestand mit Sanierungszyklen als auch die zukünftig relevanten Gebäudetypen berücksichtigt, die bei aktuellen Rahmenbedingungen und Entwicklung der energetischen Sanierung für 2030 und 2050 mengenmäßig am wahrscheinlichsten erscheinen.



Flexibilisierung

Für die untersuchten Einzelraumfeuerstätten wurden verschiedene Nutzungs- und Betriebskonzepte berücksichtigt. Sie unterscheiden sich einerseits hinsichtlich der Möglichkeiten, regelmäßig bzw. automatisiert ERF einzusetzen. Andererseits werden verschiedene biomassebasierte Brennstoffe berücksichtigt (Pellets, Scheitholz mit hohem/weniger hohem Heizwert). Im weiteren Verlauf des Projektes soll der Einfluss des Betriebs der Einzelraumfeuerstätten auf den Aufstellraum und die Energiebilanz des Gebäudes anhand einer detaillierten Simulation in TRNSYS untersucht und analysiert werden.

Die Bewertung des erzielbaren Effekts erfolgt anhand verschiedener Kennzahlen, wie z. B. bei Einsatz einer Wärmepumpe anhand des Stromverbrauchs, der Netzdienlichkeit und der Jahresarbeitszahl sowie auf Basis der Wärmegestehungskosten und des Primärenergieverbrauchs. Die Bewertung erfolgt dabei sowohl bezogen auf das einzelne Versorgungsobjekt als auch hochgerechnet auf das nationale Energiesystem.

Für die Ableitung des möglichen Einflusses auf das Energiesystem werden darüber hinaus unter anderem noch Fragestellungen zur Mobilisierung von OfenbesitzerInnen, der Identifizierung von geeigneten Anwendungsfällen sowie der praktischen Umsetzung (z. B. durch Implementierung einer Betriebssperre für die Wärmepumpe beim Betrieb der ERF und adäquater Wärmebereitstellung durch die ERF oder Einsatz geeigneter Regler für multivalent teilparallelen Betrieb der vorhandenen Wärmeerzeuger) diskutiert und bewertet.

In der Präsentation wird der aktuelle Stand der Projektbearbeitung mit den folgenden Schwerpunkten präsentiert:

- die wesentlichen Eigenschaften der verwendeten Gebäudetypen und Heizkonzepte
- die ersten Ergebnisse der Modellierung und Simulation ausgewählter Versorgungskonzepte
- derzeit noch überschlägige bzw. grobe Aussagen, inwieweit die Ergebnisse unsere Hypothese untermauern

[1] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR (DENA): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Berlin, Juli 2018.

Keywords

Erneuerbare Energien,
Netzdienlichkeit,
Einzelraumfeuerstätten,
Hybridsysteme,
Gebäudesimulation

Weitere
Informationen

Referenzen

Daniel Büchner (Hauptautor*in)¹,
Kerstin Wurdinger¹, Oliver Mercker²

daniel.buechner@dbfz.de
0341-2434 543

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungs-
zentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

² Institut für Solarenergieforschung
GmbH Hameln (ISFH)
Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal



Forum Beitrag

Robin Zeh

Forum I

11:45 – 12:00 Uhr

Hintergrund
Ziel

KNW-Opt: Kalte Nahwärme für Siedlungen und Quartiere

In Bad Nauheim entsteht derzeit das größte Kalte Nahwärmenetz (KNW-Netz) in Verbindung mit oberflächennahester Geothermie in Deutschland. Dieses Projekt kann ohne Zweifel als Meilenstein der erneuerbaren Energieversorgung von Neubaugebieten bezeichnet werden. In dem Projekt werden schon heute die Klimaschutzziele von 2050 realisiert.

In dem 17 ha großen Neubaugebiet entstehen bis Ende 2020 ca. 400 Wohneinheiten verteilt auf etwa 180 Wohngebäuden. Zur Wärmeversorgung dient ein mehr als 6km langes aktives KNW-Netz, welches aus einer doppellagigen oberflächennahen Großkollektoranlage gespeist wird. Diese besteht aus zwei horizontalen Erdkollektorschichten mit jeweils ca. 11.200 m² Fläche unter einer landwirtschaftlich genutzten Ackerfläche. Die Erdarbeiten für die Kollektoranlage erfolgten im Jahr 2019 und machten 35.000 m³ Erdaushub notwendig. Insgesamt wird durch das geothermische System zusammen mit dem KNW-Netz pro Jahr etwa 2,3 GWh Quellenwärme bereitgestellt.

Forschungsschwerpunkte

Im Mai 2020 startete das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Forschungsvorhaben »KNW-Opt« (FKZ: 03EN3020B), welches die Umsetzungsbegleitung, Analyse und Optimierung des Pilotprojektes adressiert. Das Konsortium besteht aus der Stadtwerke Bad Nauheim GmbH, den drei wissenschaftlichen Partnern Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Technische Universität Dresden sowie den beiden Start-Up der Energieforschung Enisyst GmbH und Consolinno ENERGY GmbH. Im Fokus stehen neben der Erforschung der geothermischen Systeme durch ein Monitoring die Analyse des Erdreichs, die rechnergestützte Optimierung des Gesamtsystems sowie die Netzdienlichkeits- und Wirtschaftlichkeitsoptimierung in Abhängigkeit der zeitaktuellen Strombörsen. Als wichtige Bausteine der wissenschaftlichen Tätigkeiten werden der Aufbau der messtechnischen Erfassung auf wissenschaftlichem Niveau, die systematische Inbetriebnahme, die wissenschaftliche Untersuchung der Erzeugung und der Verteilung, bodenkundliche Begutachtungen sowie die Optimierung des Gesamtsystems gesehen.

Maßnahmen

Das wissenschaftliche Monitoring, das im Jahr 2021 in Betrieb genommen werden soll, ermöglicht zahlreiche Untersuchungen des Gesamtsystems. Das Zusammenspiel der beiden Lagen der Großkollektoranlage kann genauestens abgebildet und untersucht werden. Ebenfalls dient die Messtechnik im Kalten Nahwärmenetz der Untersuchung der Verteilung der Energieströme im Gesamtsystem und des Einflusses der Steuerung der Wärmepumpen im Quartier.

Mithilfe der bodenkundlichen Untersuchungen und der Messdaten kann die Simulationssoftware »Delphin« der Technischen Universität Dresden hinsichtlich des Einsatzes für Großkollektoranlagen und KNW-Netze weiter kalibriert, validiert und optimiert werden. Dies ermöglicht zukünftig die simulative Nachbildung solcher Großkollektorsysteme mit Kaltem Nahwärmenetz. Variantenstudien werden durchgeführt, um verschiedene Betriebszustände zu ermitteln und zu testen. Daraus lässt sich der optimale Betriebszustand ermitteln, anschließend am realen Projekt einstellen und mit den Messdaten fortlaufend abgleichen. Durch die Glasfaser-Vernetzung im Quartier werden die Messdaten und Stellgrößen fortlaufend erfasst und in eine zentrale Datenbank übertragen. Durch diverse Sicherheitsmechanismen im Datenmanagement werden Messdatenausfälle minimiert.

Keywords

Großkollektor,
Kalte Nahwärme,
oberflächennaheste
Geothermie,
Quartierskonzept



Flexibilisierung

Die Messdaten dienen neben dem Abgleich der Simulationssoftware und der thermischen Optimierung des Gesamtsystems zudem der wirtschaftlichen Optimierung. Durch eine Schnittstelle zur Strombörse werden Netzpumpen und Wärmepumpen preisoptimiert gesteuert. Das bedeutet, dass die Pufferspeicher der Wohngebäude bei günstigen Strompreisen geladen werden. Ebenso wird die Regeneration der Kollektoranlage durch die Netzpumpe abhängig vom zeitaktuellen Strompreis gesteuert.

Die aus dem bis 30.04.2024 laufenden Forschungsvorhaben »KNW-Opt« resultierenden Ergebnisse sind in mehrerlei Hinsicht interessant. Simulationssoftware wird mit realen Messdaten »trainiert« und zur Berechnung von Kalter Nahwärme optimiert. Es entsteht ein Handlungsleitfaden für den Einbau eines hydrogeologischen und pedologischen Monitorings solcher Großkollektoranlagen. Ebenfalls entsteht ein Auslegungswerkzeug für Großkollektoranlagen und ein Auslegungswerkzeug für Kalte Nahwärmenetze, um die Technologie zu verbreiten.

Weitere
Informationen

Abb. 1 (links): Großkollektorfeld beim Einbau (Quelle: Steinhäuser GmbH)

Abb. 2 (rechts): Schematische Darstellung des Baugebietes mit Kollektorfeld (Quelle: Stadtwerke Bad Nauheim GmbH)

ZEH, R.; OHLSEN, B.; STOCKINGER, V. (2019): Kalte Nahwärmenetze und oberflächennaheste Geothermie im urbanen Raum. In: bbr 09-2019 (34), pp. 52-56.

ZEH, R.; STOCKINGER, V. (2018). Kalte Nahwärme - Wärme- und Kälteversorgung der Zukunft für Quartiere. In: Ingenieur Spiegel, 2018(1), pp. 24-26.

Robin Zeh (Hauptautor*in)¹,
Prof. Dr.-Ing. Volker Stockinger²,
Hendrik Faust³

robin.zeh@th-nuernberg.de
+49 911 5880 1848

¹ Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm, Institut für Energie
und Gebäude (ieg)

² Technische Hochschule Nürnberg Georg
Simon Ohm

³ Stadtwerke Bad Nauheim GmbH



Forum Beitrag

Andreas Reinholz, Clemens Felsmann, Karin Rühling

Forum I

12:00 – 12:15 Uhr

Wärmeversorgung aus einem Rücklauf-Niedertemperaturnetz mit Einbindung von regenerativen Energien

Inhalte

Im Rahmen des Forschungsvorhabens »Wärmeverbundnetz Wohnen am Campus« hat die BTB die Möglichkeit der Fernwärmeversorgung eines Niedrigenergie-Wohngebietes (kompletter Neubau) mit heterogenen Investoren- und damit auch Entscheidungsstrukturen untersucht. Das Wohngebiet »Wohnen am Campus« hatte einen niedrigeren Wärmebedarf als im Allgemeinen für Fernwärmeversorgung notwendig erachtet wird und vor Allem musste sich das Konzept ohne Fernwärmesatzung im Wärmemarkt gegen viele unterschiedliche Ideen der jeweiligen Investoren durchsetzen.

Um diese Hemmnisse zu überwinden, sollten die Ideen und Energiekonzepte der Bauherren und Nutzer bezüglich eigenerzeugter regenerativer Energie aufgenommen werden und die Möglichkeiten der Überschusseinspeisung in das Wärmeverbundnetz Wohnen am Campus genutzt werden. Lösung war der Aufbau eines Niedertemperaturnetzes mit Anbindung an den Rücklauf des vorgelagerten Fernwärmenetzes. Das niedrige Vorlauftemperaturniveau ermöglicht die Einspeisung lokaler Überschüsse aus eigenerzeugter regenerativer Energie mithilfe von dafür eigens konzipierten Hausstationen und somit die Nutzungsgrade der regenerativen Energien zu verbessern und fossile Primärenergie einzusparen.

Die beispielhaft umgesetzte dezentrale Einspeisung von regenerativer Überschusswärme aus solarthermischen Anlagen in die Wärmeverteilung sowie die dazugehörige Netzoptimierung im Projektgebiet wurden im Rahmen eines Monitorings messtechnisch begleitet. **Es werden im Beitrag die Ergebnisse des Monitorings sowie die Erfahrungen aus der Projektumsetzung präsentiert.** Das Projekt ist abgeschlossen, der Schlussbericht liegt vor.

Die Verbindung der Fernwärmeversorgung aus dem Rücklauf mit der Einspeisung regenerativer Energie ins Netz über bi-direktionale Hausstationen – einer sogenannten HANEST – ist der neue und innovative Ansatz dieses Projektes. Aus Abbildung 1 ist die konkrete bauliche Umsetzung der Solaranlage auf einem der Gebäude ersichtlich.

Abb. 1: Solarkollektoren einschließlich Anbindeleitungen auf dem Dach (Fotos: Julia Raab)



Die Auswertung kumulierter Werte für Solarerträge (Q_{Sol}), Wärmebedarfe der Abnehmer (Q_{Abn}) sowie für Fernwärmebezug (Q_{FWB}) bzw. Fernwärmeeinspeisung (Q_{FWE}) führt zu den in Abbildung 2 dargestellten Kurvenverläufen. Der jährlich nutzbare solare Ertrag aus der Solaranlage ist aufgrund baulicher Unzulänglichkeiten relativ gering.

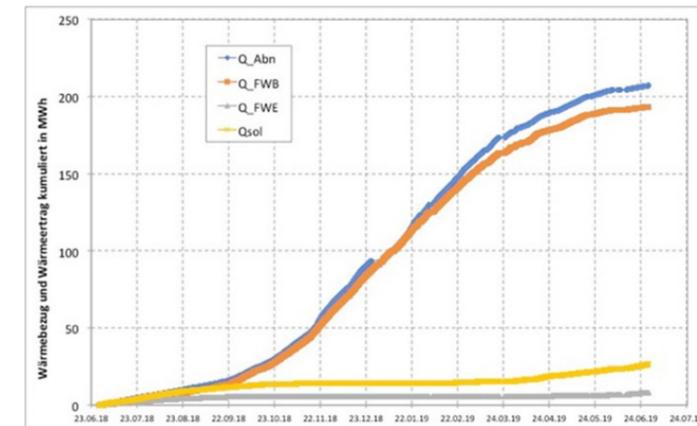


Flexibilisierung

Keywords

Solarthermie,
dezentral,
Einspeisung,
Niedertemperatur,
Regelung

Abb. 2: Kumulierte Wärmeerträge und -bezüge 2018/19 (Quelle: TU Dresden)



Die Ergebnisse des Projektes sind auf vergleichbare kleinteilige Gebiete mit niedrigen Wärmebedarfsdichten, in denen die Fernwärme unter den derzeitigen wirtschaftlichen und technischen Randbedingungen noch nicht zum Einsatz kommt und daher die umweltschonenden Effekte der Kraft-Wärme-Kopplung noch nicht wirksam werden, übertragbar. Die Erkenntnisse zur dezentralen Einspeisung lassen sich auch unabhängig von der Art der Wärmequelle in anderen Projekten mit verteilten Wärmequellen vielfältig nutzen in der Hoffnung, dass die Erschließung solcher kleinteiligen Gebiete unter Berücksichtigung von Fernwärme und dezentraler regenerativer Energieeinspeisung wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll wird.

REINHOLZ, A.; FELSMANN, C. (2020): »Wohnen am Campus« in Berlin-Adlershof Wärmeversorgung aus einem Rücklauf-Niedertemperaturnetz mit Einbindung von regenerativen Energien. Schlussbericht zu den Vorhaben O3ET1155A und O3ET1155B.

Referenzen

Clemens Felsmann¹, Karin Rühling¹,
Andreas Reinholz²

clemens.felsmann@tu-dresden.de
0351 463 32145

¹ Technische Universität Dresden,
01062 Dresden, Deutschland

² BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und
Betreiber-gesellschaft mbH Berlin



Forum Beitrag

Vicky Albert-Seifried, Gerhard Stryi-Hipp

Forum II

13:30 - 13:45 Uhr

Entwicklung eines Positive Energy Districts European Network im Rahmen der europäischen COST Action

Inhalte

Der Klimawandel stellt alle Städte und Gemeinden vor große Herausforderungen. Die von der Staatengemeinschaft im Dezember 2015 in Paris beschlossene Klimavereinbarung, den weltweiten Temperaturanstieg deutlich unter 2 Grad und möglichst auf 1,5 Grad zu begrenzen, erfordert die Klimaneutralität noch vor dem Jahr 2050. Dieses äußerst ambitionierte Ziel kann von Deutschland und den anderen Staaten nur erreicht werden, wenn es auch in den Städten und Gemeinden erreicht wird, denn sie sind für 70% der Klimagasemissionen verantwortlich.

Als eine wichtige Maßnahme zur Entwicklung von klimaneutralen Städten hat sich die europäische Union in der Action 3.2 des Strategic Energy Technology Plan das Ziel gesetzt, 100 »Positive Energy Districts« bis zum Jahr 2025 in Europa umzusetzen (1).

Für den Begriff »Positive Energy Districts« (PED) gibt es bislang noch keine deutsche Übersetzung. Der Begriff »Plusenergiequartier« ist hier irreführend, weil darunter typischerweise verstanden wird, dass das Quartier mehr Energie lokal erzeugt als verbraucht. Dies ist physikalisch jedoch nur bei einer relativ geringen Energiebedarfsdichte, d.h. bei hocheffizienten Gebäuden mit einer geringen Zahl von Stockwerken und großen Dachflächen möglich. Typische Quartiere in mittleren und Großstädten können dieses Kriterium nicht einhalten. Im Gegensatz dazu geht es bei PEDs darum, dass Quartiere entsprechend ihrer baulichen Struktur und Dichte eine hohe Effizienz aufweisen, einen möglichst hohen Anteil des lokalen erneuerbaren Energien-Potenzials nutzen und einen Energieversorgungsmix basierend auf erneuerbaren Energien aus lokalen Quellen (vornehmlich Solarenergie) und regionalen Quellen (vornehmlich Wind und Biomasse) aufweisen, der eine sichere Versorgung über das ganze Jahr ermöglicht. Darüber hinaus sollte ein solches Quartier ein smartes Energiesystem mit Sektorkopplung, Speichern und einem intelligenten Energiemanagement haben, denn dann können die Quartiere eine positive Rolle für andere Quartiere und das Gesamtenergiesystem spielen und dieses möglichst wenig belasten oder sogar durch Bereitstellung von Flexibilitäten entlasten.

Die Entwicklung von PEDs ist noch Gegenstand der Forschung. Deshalb hat sich auf Initiative EERA Joint Program Smart Cities ein Konsortium von Forschungsinstitutionen und Kommunen aus 18 Ländern zusammengefunden und unter der Leitung des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE eine COST Action zur Entwicklung eines »Positive Energy Districts European Network« beantragt. Die COST Action wurde im Frühjahr 2020 unter der Nummer CA19126 bewilligt und die Teilnahme von Deutschland und weiteren 23 Ländern bestätigt (2). Im europäischen Verbund werden in den kommenden 4 Jahren u.a. eine Übersicht über PED-Projekte erstellt, eine wissenschaftlich fundierte Definition entwickelt, Hemmnisse bei der Implementierung von PEDs untersucht, Leitfäden erarbeitet, Werkzeuge zur Planung, dem Betrieb und dem Monitoring von PEDs evaluiert, Labors und wissenschaftliche Einrichtungen im Bereich PEDs untersucht und das Konzept der PEDs in Informationsmaterialien, Schulungsprogrammen und Konferenzen verbreitet. Deutschland kann hierbei reichhaltige Erfahrungen durch Forschungs- und Reallabor-Projekte im Quartiersbereich einbringen.

Die Arbeiten im Rahmen der europäischen COST Action werden ergänzt durch den global arbeitenden Annex 83 zu Positive Energy Districts der International Energy Agency, der sich auch im Jahr 2020 gebildet hat und der von Deutschland ebenso unterstützt wird (3).



Technologien kombinieren

In dem Beitrag werden die Struktur und Arbeitsweise der COST Action sowie die geplanten Arbeitsschritte vorgestellt.

[1] EUROPEAN COMMISSION (2018): SET-Plan Action No 3.2 Implementation Plan, Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment, and replication of Positive Energy Districts, Brüssel, Juni 2018, URL: https://setis.ec.europa.eu/system/files/setplan_smartcities_implementationplan.pdf (Stand 30.05.2020).

[2] EUROPEAN COOPERATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY COST (2020): CA19126 - Positive Energy Districts European Network. URL: <https://www.cost.eu/cost-action/positive-energy-districts-european-network> (Stand 30.05.2020).

[3] IEA EBC: Annex 83 - Positive Energy Districts. URL: <https://annex83.iea-ebc.org/about> (Stand 30.05.2020).

<https://www.cost.eu/cost-action/positive-energy-districts-european-network>
<https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>
<https://annex83.iea-ebc.org/about>

Referenzen

Weitere Informationen

Keywords

PED

Dr. Vicky Albert-Seifried (Hauptautor*in),
Gerhard Stryi-Hipp

vicky.bo.ki.albert-seifried@ise.fraunhofer.de
0761 4588 5283

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg,
Deutschland



Forum Beitrag

Gerhard Stryi-Hipp, Bettina Dech-Pschorn

Forum II

13:45 – 14:00 Uhr

Sektorkopplung und Bauleitplanung - Erfahrungen aus dem Reallabor EnStadt:Pfaff

Inhalte

Die Stadt Kaiserslautern plant auf dem innenstadtnahen Gelände der ehemaligen Nähmaschinenfabrik Pfaff ein klimaneutrales Quartier für Gewerbe, Technologie und Wohnen. Die Quartiersentwicklung wird als Leuchtturmvorhaben vom Bundeswirtschafts- und dem Bundesforschungsministerium im Projekt EnStadt:Pfaff gefördert. Die Wissenschaftspartner haben gemeinsam mit der Stadt ein innovatives Energie- und Mobilitätskonzept sowie ein ganzheitliches Leitbild für das Pfaff-Areal entwickelt, mit dem die Klimaneutralität erreicht werden soll. Die verschiedenen Ergebnisse der Energie- und Mobilitätskonzeptentwicklung wurden in den parallel stattfindenden Prozess der Bauleitplanung eingespeist. Hierzu wurden mit den Stadtplaner_innen Gespräche geführt und Stellungnahmen im Rahmen der Bürgerbeteiligung in zwei Offenlegungsphasen eingebracht.

Zweifellos wird das beste Ergebnis für ein klimaneutrales und zukunftsweisendes Quartier dann erreicht, wenn die Energie- und Mobilitätsplanung, die Bauleitplanung und die Erschließungsplanung parallel verlaufen und frühzeitig eine enge Abstimmung erfolgt. Die Notwendigkeit hierzu wurde u.a. in einem Projekt der Internationalen Energieagentur untersucht und Empfehlungen für eine koordinierte Planung erarbeitet (1). Allerdings erhöht die zusätzliche Kommunikation den Aufwand für alle Beteiligten, was die Kosten erhöhen, Prozesse verlangsamen und damit die Effizienz senken kann. Deshalb ist es wichtig, zu identifizieren zu welchem Zeitpunkt welche Beiträge der Quartiersenergie- und -mobilitätsplanung sinnvollerweise in die Bauleitplanung einzubringen sind.

Im Reallabor-Projekt EnStadt:Pfaff wurde nach zweieinhalb Jahren Projektlaufzeit der Bebauungsplan für das Pfaff-Areal verabschiedet. Parallel zur Entwicklung des Bebauungsplans konnten im Rahmen des Projektes ein Energie- und Mobilitätskonzept erarbeitet und die Ergebnisse in die Prozesse der Bauleit- und Erschließungsplanung eingebracht werden. Wie diese Prozesse verliefen, welche Herausforderungen es dabei gab und welche Aspekte der Energie- und Mobilitätsplanung tatsächlich eine Relevanz für die Bauleitplanung haben, wurde untersucht. Ein bedeutendes Ergebnis ist, dass der Stadtrat im Bebauungsplan eine Verpflichtung zur Installation von Solaranlagen auf allen Neubauten beschlossen hat (2). Da die Starkregenereignisse durch den Klimawandel kontinuierlich zunehmen, ist auch die Installation von Gründächern als Retentionsflächen zur Pufferung der Niederschläge vorgesehen. Weiter wurden die Integration von Solarfassaden in die Gebäude und die Lokalisierung der Energiezentrale, der Trafohäuschen und der E-Mobil-Ladesäulen in den Bebauungsplan mit aufgenommen. Das Mobilitätskonzept sieht ein autoarmes Quartier vor, das durch verkehrsberuhigte Zonen, verringerte Stellplätze und Mobilitätsstationen zur Unterstützung von Multimodalen Verkehrslösungen erreicht werden soll. Diese Beispiele zeigen die Bedeutung der integrierten Planung, die nicht nur die Klimaneutralität, sondern auch eine erhöhte Klimawandelresilienz und ein Quartier mit hoher Lebens- und Arbeitsqualität zum Ziel hat. In dem Beitrag werden die Erfahrungen aus dem Reallabor-Projekt EnStadt:Pfaff vorgestellt und Empfehlungen für eine integrierte Quartiersplanung gegeben.

Referenzen

[1] STRASSER, H. et.al. (2018): **Implementation of Energy Strategies in Communities (Annex 63) Volume 5: Recommendations.** International Energy Agency, **Energy in Buildings and Communities Programme, Oktober 2018.**



Technologien kombinieren

[2] STADT KAISERSLAUTERN (2020): **EnStadt:Pfaff: Innovatives Energie- und Mobilitätskonzept mit bundesweiter Strahlkraft, Rat beschließt Bebauungsplan mit Maßnahmen für nachhaltiges Wohnen und Arbeiten im neuen Pfaff-Quartier**, URL: https://www.kaiserslautern.de/buerger_rathaus_politik/medienportal/pressemitteilungen/057464/index.html.de (Stand 30.05.2020).

<https://pfaff-reallabor.de/prozesse/bauleitplanung/>

Weitere Informationen

Gerhard Stryi-Hipp¹, Bettina Dech-Pschorn²

gerhard.stryi-hipp@ise.fraunhofer.de

Tel. 0761 4588 5686

b.dech-pschorn@kaiserslautern.de

Tel. 0631 365 1151

¹ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg

² Stadt Kaiserslautern

Rathaus Nord/ Lauterstraße 2, 67657 Kaiserslautern



Keywords

Bauleitplanung,
Sektorkopplung,
Klimaneutralität,
Energiesystem-
optimierung,
Reallabor

Forum Beitrag

Forum II

14:00 – 14:15 Uhr

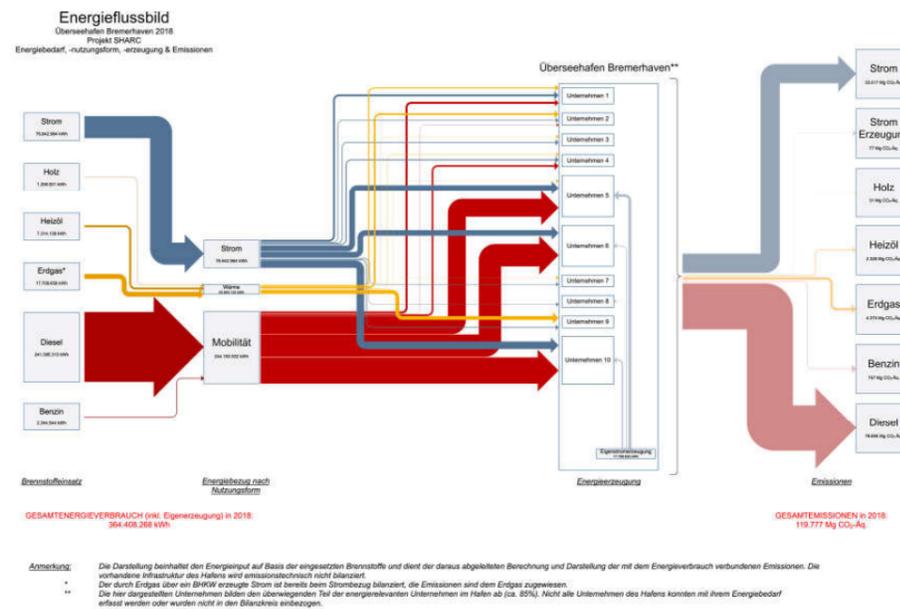
Martin Wittmaier, Sebastian Wolff, Marco Wöltje, Uwe von Bargaen, Tobias Metzner, Sabine Müller, Thomas Vögele, Sajjad Khan, Martin Kautz, Jens Jannasch, Michael Metzger, Christian Wiezorek

Integration von Bioenergie und anderen erneuerbaren Energien in Konzepte zur Decarbonisierung komplexer Energieversorgungsstrukturen am Beispiel des Quartiers »Überseehafen« in Bremerhaven

Inhalte

Zur Abmilderung des Klimawandels müssen klimaschädliche Emissionen in allen Lebensbereichen reduziert werden. Während sich dies im Einzelfall mitunter einfach, z. B. durch den Einkauf und die bilanzielle Nutzung von regenerativem Strom erreichen lässt, ist die effiziente Decarbonisierung großer, komplexer Quartiere, wie dem Überseehafen in Bremerhaven, höchst anspruchsvoll. Neben Strom werden hier zusätzlich die Energieträger Holz, Heizöl, Erdgas, Diesel und Benzin von verschiedenen, unabhängigen Akteuren für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt. Der klima- und ressourceneffiziente Ersatz dieser Energieträger durch regenerative Quellen erfordert eine Vielzahl technischer und organisatorischer Modifikationen. Die Effizienz der systemisch ineinandergreifenden Prozesse im Hafen muss dabei erhalten bleiben, ökonomische Aspekte, die Versorgungssicherheit und die speziellen Bedürfnisse der einzelnen Unternehmen, die im Hafen tätig sind, sind zu berücksichtigen.

Abb. 1: Energieverbrauch einzelner Akteure im Überseehafen und daraus resultierende klimarelevante Emissionen (inkl. Vorketten).



Prof. Dr. Martin Wittmaier

¹ Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft
an der Hochschule Bremen GmbH
Neustadtswall 30, 28199 Bremen

Tel.: 0421-5905-2311,
Mobil: 0171-3040008,
Fax: 0421-5905-2380
Mail: wittmaier@hs-bremen.de
www.IEKrW.de



Technologien kombinieren

Um die Decarbonisierung des Überseehafens voranzutreiben, forschen die o. g. Institutionen unter Federführung der bremenports GmbH & Co. KG, gemeinsam mit den Unterauftragnehmern BLG Logistics und Eurogate, im Verbundvorhaben »SHARC« (www.sharc-project.de) an nachhaltigen Konzepten zur Decarbonisierung des Überseehafens. Im Rahmen des Vorhabens wurden zunächst die Energieverbräuche der einzelnen Akteure im Überseehafen analysiert und die damit verbundenen CO₂-Emissionen bilanziert (siehe Abb. 1). Möglichkeiten der Substitution von Primärenergieträgern durch regenerative Energien und die Vernetzung der verschiedenen energiewirtschaftlichen Bereiche wurden untersucht. Neben dem Einsatz von bilanziell aus dem Netz bezogener regenerativer Energie werden auch Konzepte erarbeitet, welche lokal und regional erzeugte, regenerative Energie berücksichtigen. Um aus der Vielzahl der Möglichkeiten zur Substitution von Primärenergieträgern und der Kopplung der energiewirtschaftlichen und energietechnischen Prozesse integrative Konzepte zur Decarbonisierung des Überseehafens zu entwickeln, wurde der Hafen mit Hilfe von IT-Werkzeugen der TU Berlin und von Siemens modelliert.

Mit Hilfe der Modellierungswerkzeuge wurden Zukunftsszenarien für die Zeithorizonte 2025 und 2030 entwickelt und unter Berücksichtigung von ökonomischen, ökologischen, organisatorischen und technischen Aspekten Vorzugsvarianten entwickelt. Am Ende des Vorhabens werden Empfehlungen zur Umsetzung von Maßnahmen zur Decarbonisierung des Überseehafens erarbeitet. In dem Konferenzbeitrag wird das Verbundvorhaben SHARC vorgestellt und ein Überblick zu den Möglichkeiten zur Decarbonisierung des Überseehafenquartiers gegeben.

Keywords

Sektorkopplung,
Decarbonisierung,
Hafenquartier,
Wasserstoff,
Bioenergie

Martin Wittmaier¹ (Hauptautor*in),
Sebastian Wolff¹ (Hauptautor*in),
Marco Wöltje¹ (Hauptautor*in),
Uwe von Bargaen², Tobias Metzner²,
Sabine Müller², Thomas Vögele³,
Sajjad Khan⁴, Martin Kautz⁴,
Jens Jannasch⁴, Michael Metzger⁴,
Christian Wiezorek⁵

¹ Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft
an der Hochschule Bremen GmbH
² bremenports GmbH & Co. KG
(Projektkoordinator)
³ Deutsches Forschungszentrum für
Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH
⁴ Siemens AG
⁵ Technische Universität Berlin

Forum Beitrag

Sonja Witkowski, Joachim Krassowski, Andreas Overhage



Flexibilisierung

Forschungsschwerpunkte
Projektziele

Referenzen

Forum II

13:30 - 13:45 Uhr

Quartiersentwicklung auf Basis von Nahwärmeinseln mit flexiblen KWK-Systemen und Teilsanierung (QUENTIN)

Hintergrund
Problemstellung

Im Jahr 2017 entfielen 3.115 PJ Endenergie im Gebäudebereich, die zu 14,4% durch erneuerbare Energien gedeckt wurden [AGEB 2019]. Dieser Verbrauch entspricht ca. 34% des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland [AGEB 2019]. Entsprechend der hohen Relevanz des Gebäudebereichs für die Energiewende fordert das Energiekonzept der Bundesregierung einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2050. Da die Energie in Gebäuden zu etwa 78% in Form von Raumwärme benötigt wird [AGEB 2019], sind Sanierungsmaßnahmen ein wichtiges Instrument zur Reduzierung des Endenergiebedarfs in diesem Bereich. Es ist allerdings zu beobachten, dass die dafür zuständige Energieeinsparverordnung bei der Sanierung des Gebäudebestandes nicht im erforderlichen Maße greift. Derzeit wird lediglich eine Sanierungsrate von etwa 1% erreicht [dena 2019]. Die erforderliche Rate von 2% ab 2020 wird daher unterschritten. Es resultiert ein Entwicklungsbedarf für effiziente, wirtschaftliche und kurzfristig umsetzbare energetische Konzepte, die den Sanierungsstau überbrücken, die geforderten Primärenergieeinsparungen unterstützen und den weiteren Ausbau von erneuerbaren Energien fördern.

Forschungsgrundlage

Eine hohe Energieeffizienz von Gebäuden ist der maßgebliche Schlüssel zur Erreichung der Klimaziele in diesem Bereich. Diese wird allerdings nicht nur durch Sanierungen erzielt, sondern auch durch die Wahl der Erzeugungstechnologien und Versorgungsstrukturen sowie deren optimale Dimensionierung und Betriebsweise. Dabei wird bislang wenig im Gebäudeverbund, d.h. in Form von Quartieren, gedacht. Aus diesem Grund ist das Verbundvorhaben »Quartiersentwicklung auf Basis von Nahwärmeinseln mit flexiblen KWK-Systemen und Teilsanierung« (QUENTIN) entstanden, welches vom BMWi im Forschungsschwerpunkt EnEff:Stadt gefördert wird. Innerhalb dieses Projekts entwickeln und bauen das Fraunhofer-Institut UMSICHT mit der Energieversorgung Oberhausen AG, der Osterfelder und der Sterkrader Wohnungsbaugenossenschaft sowie der Oberhausener Gebäudemanagement GmbH flexible Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK)-Wärmeinseln in Bestandsquartieren im Oberhausener Stadtteil Tackenberg. Das Konzept zur Wärmeversorgung von insgesamt vier separaten Quartieren sieht flexible, adaptive Technikzentralen vor, die Wärmenetze mit zentralen sowie dezentralen thermischen Pufferspeichern versorgen (siehe Abbildung 1).

Keywords

KWK-Nahwärmeinseln,
Adaptive Energiezentralen,
Dezentrale thermische Speicher,
Optimierte Auslegung
und Betriebsweise,
Sanierungsstrategien

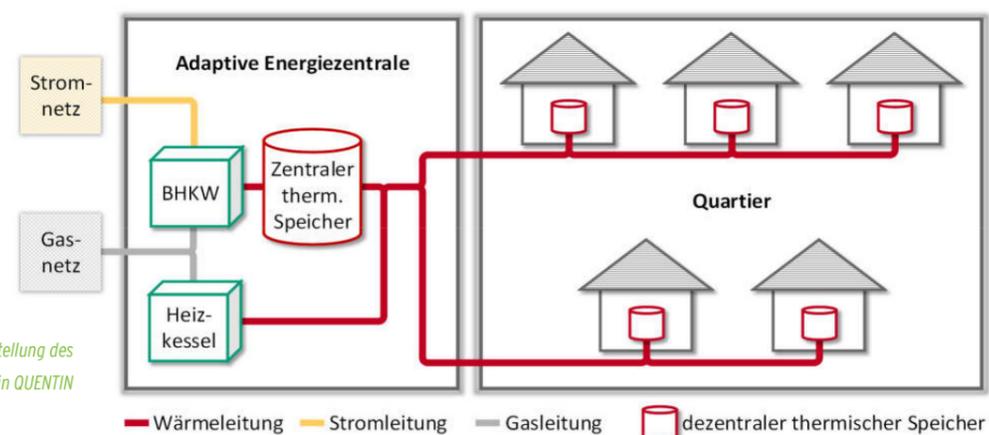


Abb. 1: Schematische Darstellung des Wärmeversorgungskonzepts in QUENTIN

- Optimierung der Dimensionierung und des Betriebs der Nahwärmeinseln im regulatorischen Kontext mit dem Ziel der Steigerung von Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit
- Ermittlung der Vor- und Nachteile von Wärmespeicherkonzepten und Entwicklung eines Speichermanagements
- Erarbeitung von wirtschaftlich tragfähigen Sanierungsstrategien für die an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude
- Erstellung eines Übertragungskonzeptes für weitere Quartiere
- Erarbeitung von Entwicklungsszenarien der Quartiere und Bestimmung von Adaptionsschritten des Energiekonzepts an zukünftige Rahmenbedingungen und Wärmebedarfe sowie die mögliche Integration von Photovoltaik, Solarthermie und E-Mobilität

Das Projekt QUENTIN ist im November 2019 gestartet und läuft bis Oktober 2023. In der Präsentation wird das relevante Quartierskonzept detaillierter erläutert und die bisherigen Projektergebnisse vorgestellt.

[AGEB 2019] **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) (11/2019):** **Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland, Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken.**

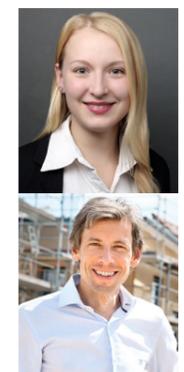
[dena 2019] **Deutsche Energie-Agentur (dena) (10/2019):** **dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019, Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.**

Sonja Witkowski (Hauptautor*in, Vortragende)¹,
Joachim Krassowski (Hauptautor*in)¹,
Andreas Overhage²

sonja.witkowski@umsicht.fraunhofer.de
0208 8598 1737
joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de
0208 8598 1162
a.overhage@evo-energie.de
0208 8352298

¹ Fraunhofer-Institut UMSICHT
Osterfelder Straße 3, 46047 Oberhausen,
Deutschland

² Energieversorgung Oberhausen AG
Danziger Straße 31, 46045 Oberhausen,
Deutschland



Forum Beitrag

Sabine Ott, Kai Schäfer, Ralf Schramedei



Flexibilisierung

Forum II

13:45 – 14:00 Uhr

Dezentrale Einbindung solarer Wärme in das städtische Wärmenetzsystem der Stadtwerke Düsseldorf AG – erste Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Vorhaben SWD.SOL2

Hintergrund

Die Einbindung von solarer Wärme in Wärmenetze stellt eine vielversprechende Möglichkeit zur Dekarbonisierung von neu entstehenden sowie existierenden Wärmenetzen dar. Häufig sind es Flächenengpässe, welche die Umsetzung großer Solarthermieanlagen erschweren. Dies gilt insbesondere für den urbanen Raum. Nur selten stehen in städtischen Wärmenetzsystemen geeignete Freiflächen für die Errichtung einer Solarthermieanlage am Standort der bisherigen Wärmezeugung zur Verfügung. Eine Lösung den Flächenengpass zu umgehen, stellt die dezentrale Installation und Einbindung von Solarthermieanlagen dar. Bei diesem Ansatz wird die Solarthermieanlage an einem geeigneten Ort im Versorgungsgebiet des Wärmenetzsystems errichtet (z.B. Dach einer Messehalle) und die solare Wärme am Ort der Erzeugung dezentral in das Wärmenetz eingespeist.

Bezüglich der dezentralen Einbindung von solarer Wärme in Wärmenetzsysteme existieren noch zahlreiche ungeklärte technische und organisatorische Fragestellungen. Entsprechend stehen viele Betreiber von Wärmenetzsystemen dem Thema zurückhaltend gegenüber. Um erste Schritte bei der praktischen Aufarbeitung der zu klärenden Fragestellungen gehen zu können, wurde im Fernwärmesystem der Stadtwerke Düsseldorf AG eine Pilotanlage im Realmaßstab errichtet. Die Pilotanlage besteht aus einer Einspeisestation und einem Kollektorfeld mit 232 m²_{Brutto}. Installiert wurde die Pilotanlage in bzw. auf einem mit Fernwärme versorgten Mehrfamiliengebäude. Der eingereichte Vortrag stellt die Pilotanlage vor und fasst die ersten Erkenntnisse aus dem bisher erfolgten Versuchsbetrieb zusammen.

Forschungsschwerpunkte

Die im Vortrag präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen der Forschungsvorhaben SWD.SOL (abgeschlossen) und SWD.SOL2 (Vorhabenbeginn: Juli 2019) erarbeitet. Das Verbundvorhaben SWD.SOL2 wird durch die drei Projektpartner Stadtwerke Düsseldorf AG, Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf und Solites bearbeitet. Gegenstand des Vorhabens ist die technische Machbarkeit der dezentralen Einspeisung von solarer Wärme zu untersuchen. Hierfür werden mit einer Pilotanlage unterschiedliche hydraulische Lösungsansätze von Einspeisestationen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen erprobt (z.B. gleiche Position im Wärmenetzsystem) und im Anschluss vergleichend bewertet.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Als erster wesentlicher Schritt hin zur praktischen Erprobung der dezentralen Einspeisung von solarer Wärme wurde eine Pilotanlage entwickelt und realisiert. Hierbei mussten sowohl technische Herausforderungen gelöst (z.B. hydraulischer Aufbau der Pilotanlage) als auch organisatorische Hemmnisse überwunden werden (z.B. Eigentümer der Pilotanlage ist nicht Eigentümer des Installationsorts). Im Einspeisekreis der errichteten Pilotanlage wurden vier unterschiedliche hydraulische Lösungen umgesetzt. Diese hydraulischen Lösungen können sowohl separat als auch in mehreren Kombinationen getestet werden. Abbildung 1 zeigt den Technikraum der Pilotanlage.



Keywords

Solarthermie, Fernwärme,
Dezentrale Einbindung,
Wärmewende

Abb. 1: Technikraum der
Pilotanlage in Düsseldorf

Nach erfolgreicher Realisierung der Pilotanlage konnte mit der Erarbeitung von Regelstrategien für die in der Pilotanlage umgesetzten hydraulischen Lösungsansätze begonnen werden. Unterstützt werden diese Arbeiten durch begleitende Simulationen. Die bisher erlangten Ergebnisse konzentrieren sich auf eine der vier hydraulischen Lösungen im Einspeisekreis. Für diese eine Lösung können bereits positive Einspeiseresultate messtechnisch aufgezeigt sowie Empfehlungen abgeleitet werden.

Der Vortrag konzentriert sich auf die Vorstellung der Pilotanlage und die bisher erlangten Betriebserfahrungen. In diesem Zusammenhang werden sowohl die Ergebnisse ausgewählter Messzeiträume präsentiert sowie abgeleitete Empfehlungen hinsichtlich des Einspeisebetriebs vorgestellt. Zusätzlich wird auf die Erfahrungen aus der Umsetzungsphase eingegangen.

Ergebnisse

Sabine Ott¹, Dr.-Ing. Kai Schäfer¹
(Hauptautor*innen); Dr. Ralf Schramedei²

ott@solites.de
0711 673 2000 35

¹Solites – Steinbeis Forschungsinstitut
für solare und zukunftsfähige
thermische Energiesysteme
Meitnerstraße 8, 70563 Stuttgart

²Dr. Ralf Schramedei
Stadtwerke Düsseldorf AG
Höherweg 100, 40233 Düsseldorf



Forum Beitrag

Anja Bartsch, Heike Gebhardt, Daniel Büchner, Felix Panitz, Peter Stange



Flexibilisierung

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Ergebnisse

Keywords

Wärmenetze,
Erneuerbare Energien,
Netztransformation,
dezentrale Wärmeversorgung

Forum II Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen

14:00 – 14:15 Uhr

Hintergrund

Im Jahr 2015 entfielen laut BMUB1 ca. 38,5 % aller in Deutschland emittierten Treibhausgase auf den Sektor der Energiewirtschaft und sind demnach der Bereitstellung von Strom und Wärme geschuldet. Weiterhin stellte das BMUB fest, dass 50 % der in diesem Jahr genutzten Endenergie der Wärmeversorgung dienten. Zum Erreichen der Klimaschutzziele bis 2030 und 2050 wird daher neben dem Stromsektor auch der Sektor der Wärmeversorgung einen Wandel von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern vollziehen müssen. Da gemäß Aussage des Umweltbundesamtes etwa ein Zehntel der im Jahr 2016 in Deutschland für Wärmezwecke verbrauchten Endenergie mittels Fernwärme gedeckt wurde, betrifft der Wandel innerhalb des Wärmesektors neben dezentralen Versorgungsanlagen auch Nah- und Fernwärmenetze.

Wärmenetze können dabei einen erheblichen Beitrag zur Emissionsminderung leisten, da sowohl die Möglichkeit der räumlichen Trennung von Wärmequelle und Wärmesenken als auch - durch die Nutzung zentraler Wärmespeicher - des zeitlichen Ausgleichs zwischen Wärmeangebot und Wärmebedarf besteht. Somit wird der Einsatz von volatilen, regenerativen Wärmequellen erleichtert. Darüber hinaus bietet der Prozess der Dekarbonisierung von Wärmenetzen die Möglichkeit zur nachträglichen Effizienzsteigerung, zur Senkung der Wärmeverluste sowie zur dezentralen Einspeisung von Wärme. Allerdings sind die möglichen Optionen und die Wirtschaftlichkeit verschiedener Varianten stark von der jeweiligen Netz- und Abnehmerstruktur sowie der Verfügbarkeit von Flächen und unterschiedlichen Wärmequellen abhängig. Es gibt daher keine universelle Netztransmutationsstrategie für alle Bestandsnetze.

Zielstellung

Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (FKZ O3KB159) geförderten Projektes »SmartBioGrid« ist es, die Transformation von fossil betriebenen hin zu mit erneuerbarer Energie versorgten Wärmenetzen zu untersuchen, um so die Rolle der Bioenergie in zukünftigen Wärmeversorgungsstrukturen herauszuarbeiten. Die Entwicklung eines kostenfreien Optimierungstools für die Unterstützung bei der Bewertung und der Auswahl geeigneter Transformationsstrategien ist dabei ein zentraler Aspekt des Vorhabens. Das Programm soll auf Basis der Nutzervorgaben die optimale Erzeugerstruktur sowie die bestmögliche Betriebsstrategie für ausgewählte Zeitbereiche ermitteln. Die Entwicklung der Software wird durch eine umfassende Analyse des erforderlichen Pre- und Postprocessing flankiert. Dadurch sollen dem Anwender detaillierte Hilfestellungen sowohl für die vorbereitenden Analysen der möglichen technischen und rechtlichen Anpassungen als auch für die abschließende Bewertung der Ergebnisse gegeben werden. Die hierfür entwickelten Hilfsmittel und Programme werden allen Anwendern nach Projektabschluss kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Forschungsschwerpunkte

Der Schwerpunkt des Projektes SmartBioGrid ist die Entwicklung eines kostenfrei verfügbaren Programms für die rechnergestützte Unterstützung der Ermittlung optimaler Transformationsprozesse zur Gewährleistung eines langfristigen, kosteneffizienten und ressourcenschonenden Betriebes von Wärmenetzen. Aus juristischer Sicht liegt der Schwerpunkt auf der rechtlichen Ausgestaltung dezentraler und ggf. automatisierter Wärmeerzeugungskonzepte.

Das Projekt SmartBioGrid gliedert sich darüber hinaus in den Forschungsschwerpunkt »Intelligente Biomasseheiztechnologien« des DBFZ ein und liefert Antworten zur zukünftigen Rolle der Bioenergie in einem klimaneutralen Energiesystem.

Am Beispiel ausgewählter Wärmenetze wird die zukünftige Rolle der Bioenergie in einer volatilen und flexiblen Wärmeerzeugung untersucht. Damit liefert das Projekt SmartBioGrid Antworten auf konzeptionelle Fragestellungen und trägt zur Lösung der kurz- und mittelfristigen Herausforderungen bestehender Wärmenetze bei. Mit der Berücksichtigung (i) einer Vielzahl verfügbarer erneuerbarer Energiequellen, (ii) innovativer Auslegungs- und Betriebskonzepte, (iii) geltender rechtlicher Randbedingungen und (iv) zukünftiger Abnehmerstrukturen leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag dabei, bestehende Wärmenetze effektiv und aufwandseffizient auf den Wegfall fossiler Wärmeerzeuger vorzubereiten.

Die technischen Herausforderungen bei der Umrüstung bestehender Wärmenetze werden anhand verschiedener Netzvarianten untersucht. Mittels detaillierter Netzsimulationen werden dabei verschiedene Anlagen- und Betriebskonzepte hinsichtlich der technischen und ökonomischen Eignung untersucht. Dabei liegt der Fokus der Untersuchung auf möglichen Änderungen, wie z.B. Bildung von Sekundärnetzen, Nutzung dezentraler Einspeisepunkte, Änderungen der Netztemperatur sowie der Eignung von fester Biomasse als steuerbare Option. Auf Basis der Untersuchungen werden die Auswirkungen zukünftiger Änderungen, z.B. der Abnehmerstruktur oder des Wärmebedarfs der Anschlussnehmer, untersucht.

Zusätzlich erfolgt eine rechtliche Bewertung der untersuchten Anlagen- und Betriebskonzepte. Das gilt insbesondere für Konzepte, (i) bei denen (Ab-)Wärme Dritter in das Netz eingespeist werden soll, (ii) bei denen der Anschlussnehmer selbst Wärme in das Netz einspeisen darf, (iii) die angeschlossene Objekte als passive Speicher berücksichtigen, (iv) bei denen zeitlich hoch aufgelöste Verbrauchsdaten erfasst werden oder (v) bei denen der Netzbetreiber darüber hinausgehende Zugriffsmöglichkeiten auf die angeschlossenen Heizungssysteme besitzt.

Basierend auf diesen Betrachtungen wird eine Variantenmatrix möglicher Transformationskonzepte generiert, welche Grundlage der softwaregestützten Auslegungsoptimierung ist. In diesem Kontext wird das freie Optimierungstool FreeOpt um zahlreiche Funktionalitäten erweitert. Dies umfasst unter anderem die auf zeitaufgelöster Einsatzoptimierung basierende Auslegung des bestmöglichen Transformationskonzepts, die Einbeziehung unsicherer Randbedingungen sowie die Betrachtung verschiedener Optimierungsziele, wie beispielsweise Wärmegestehungskosten, Betriebskosten, Primärenergiebedarf und THG – Emissionen.

In der Präsentation wird der aktuelle Stand der Projektbearbeitung mit den folgenden Schwerpunkten präsentiert:

- Darstellung der wesentlichen genutzten Daten, Modelle, Szenarien und Bewertungsansätze
- Vorstellung der Methodik für die Erstellung der Variantenmatrix im Rahmen des Preprocessing
- Anforderungen an die kombinierte Auslegungs- und Betriebsoptimierung mit unsicheren Randbedingungen
- Übersicht relevanter rechtlicher Fragestellungen und Vorgaben

Forum Beitrag

Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen

Referenzen

Salb C et al. (2017): Klimaschutz in Zahlen - Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin.

Umweltbundesamt (2018): Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>, zuletzt geprüft am 16.01.2019.



Heike Gebhardt¹ (Hauptautor*in)
Daniel Büchner¹, Anja Bartsch²,
Felix Panitz³, Peter Stange³

heike.gebhardt@dbfz.de
0341-2434 547

¹ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH,
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

² Biomasse Institut, Hochschule Ansbach,
Residenzstraße 8, 91522 Ansbach

³ Technische Universität Dresden,
Institut für Energietechnik,
Helmholtzstraße 14, 01069 Dresden

FORSCHUNGS NETZWERKE

Bioenergie

Energiewendebauen



**FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE**



Forschungsnetzwerke

Forschungsnetzwerk Energiewendebauen

Willkommen im Forschungsnetzwerk Energiewendebauen

Im Folgenden finden Sie einen Überblick über die wichtigsten Informationen und Links zum Forschungsschwerpunkt Energiewendebauen:

Das Fachportal des Förderbereichs »Energiewendebauen« bietet aktuelle Informationen rund um Aktivitäten in der Forschungsinitiative Energiewendebauen sowie zur wissenschaftlichen Begleitforschung:

www.projektinfos.energiewendebauen.de/

Registrieren Sie sich im Forschungsnetzwerk und vernetzen Sie sich mit Expertinnen und Experten des Förderbereichs

www.forschungsnetzwerke-energie.de/energiewendebauen

Publikationen und Stellungnahmen:

www.projektinfos.energiewendebauen.de/publikationen/

Neuste Publikation:

Messleitfaden für Demonstrationsvorhaben im Bereich »Energie in Gebäuden und Quartieren«:

www.projektinfos.energiewendebauen.de/fileadmin/user_upload/Messleitfaden_Update_2020_V2.pdf



Forschungsnetzwerk
Energiewendebauen

ENERGIEWENDEBAUEN

FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE

Start 2014
10 AG's

> 950 Netzwerketeiligte
ca. 450 Forschende
ca. 50 Verbandsmitglieder
> 850 laufende Projekte

Nächste Veranstaltungen:

■ **Digitaler Energieforschungskongress**

Alles ist Energie

02.-03.12.2020 | online

■ **Workshop Data NWG**

28.04.2021 | Berlin



Forschungsnetzwerk Bioenergie



BIOENERGIE

FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE

Willkommen im Forschungsnetzwerk Bioenergie

Im Folgenden finden Sie einen Überblick über die wichtigsten Informationen und Links zum Forschungsnetzwerk Bioenergie:

Webseite Förderbereich »Energetische Biomassenutzung«:

www.energetische-biomassenutzung.de

Registrieren Sie sich im Forschungsnetzwerk Bioenergie und erhalten Sie immer die aktuellsten News:

www.forschungsnetzwerke-energie.de/bioenergie

Publikationen und Stellungnahmen:

www.energetische-biomassenutzung.de/publikationen

Vernetzung und Austausch in den Arbeitsgruppen:

www.energetische-biomassenutzung.de/arbeitsgruppen-methoden

■ Neuste Publikation:

Fokusheft Systemlösungen im Wärmesektor. 52 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärme

■ Nächste Veranstaltungen:

FLEXIBLE BIOENERGIE: 2 WORKSHOPS EIN FOKUS

01.-02.12.2020 | online



Projektideen einreichen
bis zum 01.03.2021, 14 Uhr

■ Internationale Fachkonferenz
V. CMP Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes
23.-24.03.2021 | online

www.bioenergie-events.de/cmp

Zahlen und Fakten:

Das Forschungsnetzwerk Bioenergie



BLOCK C

WORKSHOPS

15:15 - 16:45 Uhr

BLOCK C

3 PARALLELE WORKSHOPS

Die Workshops dienen dem direkten Austausch zu den Konferenzthemen Digitalisieren, Flexibilisieren und Technologien kombinieren. In einzelnen Workshopräumen haben die Teilnehmenden aus den BMWi-Forschungsnetzwerken Bioenergie und Energiewendebauen die Möglichkeit, sich kennenzulernen, gemeinsame Schnittstellen und Synergien zu entdecken und zu diskutieren. Die Diskussion soll zunächst zu einem gemeinsamen Verständnis über die Themen und Anwendungsbereiche führen. Aufbauend darauf werden die größten Entwicklungschancen und Herausforderungen diskutiert.

Im Rahmen der Diskussionsrunden können die Teilnehmenden im Meeting Raum miteinander interagieren.

Die Ergebnisse werden dokumentiert und in Form eines Resümee-papiers auf der virtuellen Konferenzplattform zur Verfügung gestellt.

Wie weiter?

Die Ergebnisse werden genutzt, um:

- Themen für künftige (online) Workshops zu setzen
- künftige Forschungsbedarfe in die Bewertung von Projektideen im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms durch das PtJ aufzunehmen
- Notwendigkeit der Themen im Rahmen von Erfolgsgeschichten zu stärken

Nutzen Sie die neuen Kontakte auch nach der Konferenz, vernetzen Sie sich, tauschen Sie sich aus und initiieren Sie neue Kooperationen.

FLEXIBILISIEREN

WAS?



WOHIN?



TECHNOLOGIEN KOMBINIEREN

DIGITALISIEREN

WIE?

Moderationen

**WORKSHOP
DIGITALISIEREN:**

Prof. Dr.-Ing. Rita Streblov
Professur für digitale Vernetzung von Gebäuden,
Energieversorgungsanlagen und Nutzenden,
Einstein Center Digital Future, Technische Universität Berlin,
Fakultät III, Institut für Energietechnik

**WORKSHOP
FLEXIBILISIEREN:**

Martin Dotzauer,
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

**WORKSHOP
TECHNOLOGIEN KOMBINIEREN:**

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wiest,
Fachhochschule Südwestfalen,
Fachgebiet Thermische Energietechnik

Workshop

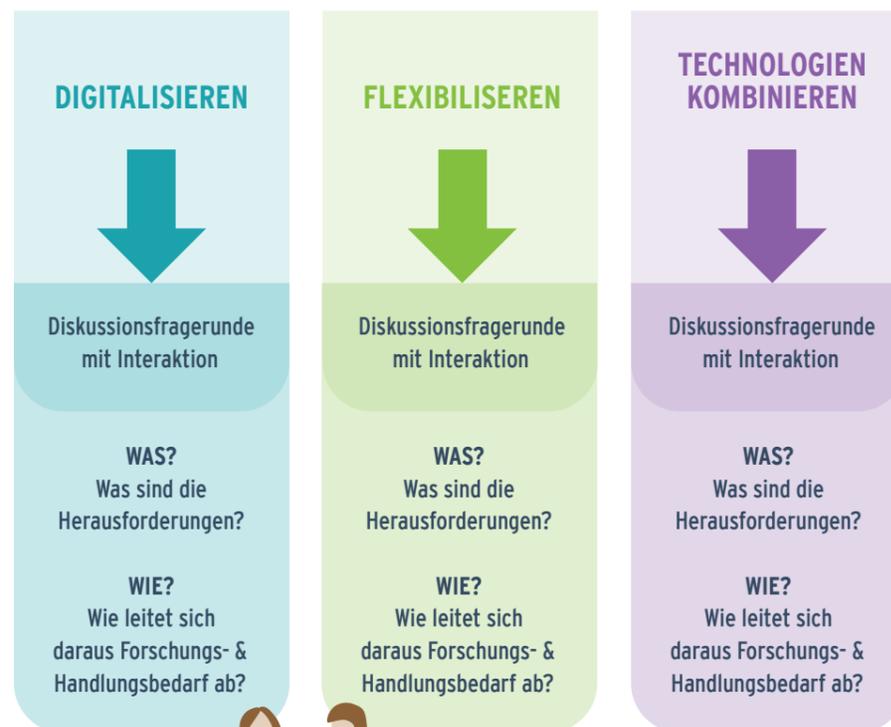
15:15 - 16:45 Uhr Workshops Digitalisieren, Flexibilisieren und Technologien kombinieren

Ablauf Begrüßung und Einführung

Vorstellung der Teilnehmenden

Direkter Einstieg in die Diskussion: **Wo? Wo sehen Sie Optionen für Digitalisierung im Kontext Energiewendebauen und Bioenergie (Anwendungsbereiche, Begriffsverständnis)**

Aufteilung der Teilnehmenden auf drei separate Meeting Räume mit separater Moderation.



DIGITALISIEREN

FLEXIBILISIEREN

TECHNOLOGIEN KOMBINIEREN



Grafik: Joshua Rübisch, rawpixel.com/freepik.com

Block D
17:00 - 17:45 Uhr

POSTER PRÄSENTATIONEN



TECHNOLOGIEN KOMBINIEREN

3 min BIOMASSEWÄRMEPUMPEN- UND KÄLTEANLAGE

Manuel Kausche, ZAE Bayern

3 min BiWiBi

NACHHALTIGE KOMBINATION VON BIFACIALEN SOLARMODULEN, WINDENERGIE UND BIOMASSE BEI GLEICHZEITIGER LANDWIRTSCHAFTLICHER FLÄCHENNUTZUNG UND STEIGERUNG DER ARTENVIELFALT

Dr. Christoph Gerhards, Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW

3 min ENERGIEZUKUNFT FUCHSTAL

STROM- UND WÄRMENETZE KOPPELN, ENERGIE ZWISCHENSPEICHERN

Dr. Wolfram Dietz, bifa Umweltinstitut GmbH



DIGITALISIEREN

3 min OBEN UNTERSTÜTZUNG DES ENTSCHEIDUNGSPROZESSES VON STAKEHOLDERN FÜR EIN ERNEUERBARES HEIZUNGSSYSTEM DURCH DIGITALE TECHNOLOGIEN

Kerstin Wurdinger, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

3 min ZED INTELLIGENTE ENERGIEVERSORGUNG IM REALLABOR IN ZWICKAU MARIENTHAL – INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSINFRASTRUKTUR ZU REALISIERUNG EINES CO2 NEUTRALEN QUARTIERS

Daniel Franke, Westsächsische Hochschule Zwickau

FLEXIBILISIEREN



3 min BBFLY TRANSFORMATION VON BESTANDSWÄRMENETZEN

Dr. Matthias Schickanz, Stadtwerken Böblingen

3 min LOWEX STEIGERUNG DER SPEICHERKAPAZITÄT UND FLEXIBILITÄT VON DEZENTRALEN KWK-ANLAGEN IN WOHNGBÄUDEN DURCH EINSATZ VON LOWEX-TECHNOLOGIE

Johannes Elfner, Hochschule für angewandte Wissenschaften München

3 min SNUKR BEDARFSGERECHTE REGELUNG VON KLEINEN, BIOMASSEBEFEUERTEN BHKWS

Dr.-Ing. Steffi Theurich, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

3 min SMARTBIOFLEX EIN NEUARTIGER, GANZHEITLICHER ANSATZ ZUR FLEXIBLEN METHANISIERUNG

Kevin Hoffstadt, Fachhochschule Aachen

3 min DAS REGENIS BIOSYNERGIEKRAFTWERK MIT GRÜNER ENERGIEVERNETZUNG EFFEKTIVER BIOGAS & STROM ERZEUGEN

Dr. Dieter Schillingmann, Regenis

DISKUSSION UND LIVE CHAT

bis 18:00 Uhr

ePoster Modul

VIRTUELLE POSTERAUSSTELLUNG VOR UND NACH DER KONFERENZ ONLINE

<https://fk-bioe-ewb.smart-abstract.com/eposter/>

MODERATION

PRÄSENTATIONEN

FORUM I Chair

17:00 - 17:45 Uhr

Dr.-Ing. Tanja Osterhage

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für
Gebäude- und Raumklimatechnik;
Aachen

tosterhage@eonerc.rwth-aachen.de

TECHNOLOGIEN KOBINIEREN

DIGITALISIEREN

FORUM II Chair

17:00 - 17:45 Uhr

Prof. Dr.-Ing. Daniela Thraen

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH,
UFZ - Umweltforschungszentrum,
Universität Leipzig;
Leipzig

daniela.thraen@dbfz.de

FLEXIBILISIEREN

Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Einführung

Keywords

zweistufige LiBr-
Absorptionswärmepumpe,
klimaneutrales Heizen
und Kühlen,
mit holzartiger Biomasse
gefeuerter Desorber

Manuel Kausche, Martin Helm, Manuel Riepl

Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage

Kälte, Wärme und Brauchwarmwasser in Wohnquartieren, Industriebetrieben oder öffentlichen Verwaltungsgebäuden müssen vorrangig mit nachhaltigen Energiequellen versorgt werden, um den Effekt des Klimawandels so schnell wie möglich zu verringern. Es ist dabei besonders wichtig, dass der Ersatz fossiler Energieträger durch kostengünstige erneuerbare Alternativen mit einer hohen Versorgungssicherheit einhergeht.

Aktuelle Einflüsse und Einschränkungen auf die weltweiten Lieferketten zeigen zudem auf, wie wichtig regional verfügbare und speicherbare Energiequellen und deren Wertschöpfungsketten sind. Die Deckung des Wärme- und Kältebedarfs für Gebäudeklimatisierung, macht etwa ein Drittel des gesamten Energiebedarfes aus. Um Treibhausgasemissionen zu vermeiden, werden heutzutage vorrangig Geothermie, Sonne, Biomasse oder durch Wärmepumpen aufgewertete Umgebungswärme eingesetzt. Der Energiequellenmix ist dabei nach wie vor unausgeglichen und wird wohl erst nach einer langanhaltenden Übergangsphase ein ausgeglichenes Niveau erreichen. So deckte beispielsweise im Jahr 2016 die holzartige Biomasse 10,7 % des gesamten Wärmebedarfs in Deutschland [1] und ist damit nach wie vor die bei weitem dominierende Energiequelle für erneuerbares Heizen. Es gibt für diese Ressource sicherlich noch Entwicklungs- und Erschließungsperspektiven, das Potential der Biomasse ist jedoch auch begrenzt und in manchen Anwendungsfeldern und Ländern beinahe ausgeschöpft.

Um diesem aktuellen und zukünftig bestehendem, eher steigenden Bedarf an effizient bereitgestellter Wärme und Kälte aus Biomasse nachzukommen, hat das ZAE Bayern ein neuartiges, flexibles, mit Biomasse gefeuertes Heiz- und Kühlsystem (bioSHC-System) erarbeitet. Ein grundlegendes »Proof-of-Concept« wurde bereits in einem deutsch-finnischen SET-Plan Forschungsprojekt erfolgreich durchgeführt [2]. Das ZAE Bayern setzt die Entwicklung derzeit in Kooperation mit dem Biomasse-Kesselhersteller HDG Bavaria und der Unterstützung des BMWi fort.

Das nun hier vorgestellte Konzept wurde in einem Funktionsmuster umgesetzt. Die Einbindung in einen speziell ausgelegten Laborteststand erlaubt eine präzise, realitätsnahe Vermessung und eine wissenschaftlich fundierte Bewertung. Dieses bioSHC-System wurde als ökonomisch relevante Heizeinheit mit einer thermischen Nennleistung von etwa 100 kW entwickelt. Der integrierte thermische Wärmepumpenprozess verdoppelt die Effizienz im Vergleich zu herkömmlichen Heizkesseln, sodass damit bis zu 50 % der Emissionen reduziert werden können. Zudem wird die Belastung des Stromnetzes, verglichen mit konventionellen elektrischen Wärmepumpen, stark verringert. Aufgrund des geringen Strombedarfs ist das System nahezu unabhängig von volatiler Energiebereitstellung von erneuerbaren Stromerzeugern wie Wind oder Photovoltaik. Zielsetzung des Projektes war es, eine Anlage zu entwickeln, welche mit den üblichen Fertigungsschritten von Biomassekesselherstellern produziert werden kann. Dies erlaubt zukünftig eine kostengünstige Herstellung und damit die Erschließung zahlreicher Anwendungen in Wohn- und Betriebsgebäuden, insbesondere im Hinblick auf den weltweit wachsenden Kühlbedarf.

Das entwickelte System besteht aus drei Subsystemen – ein direkt mit Biomasse gefeuerter Hochtemperaturdesorber, der Lithiumbromid/Wasser-Absorptionswärmepumpe selbst und ein vorgefertigtes Hydraulikrack. Dies garantiert einen schnellen, fehlerrobusten Anschluss sowie die vereinfachte Integration in die Gebäude samt Leittechnik. Die Komponenten sind speziell

Systemkonzept

Poster Präsentation

Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage



Technologien kombinieren

aufeinander abgestimmt, wobei der Hochtemperaturdesorber (HTD) die innovative Antriebseinheit der Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage darstellt. Die darin stattfindende Verbrennung von Holzhackschnitzeln oder Pellets treibt direkt den thermischen Verdichter des Wärmepumpenprozesses an. Dabei regeneriert das verwendete natürliche Kältemittel Wasser bei höheren Temperaturen als bei konventionellen einstufigen Anlagen. Diese höheren Temperaturen bei der Desorption und die zweistufige Anlagenkonfiguration erlauben eine grundsätzlich energiesparende Betriebsweise, welche sich durch entweder sehr hohe Effizienz oder besonders hohen Temperaturhub auszeichnet. Zudem ist die Einkopplung weiterer externer Antriebswärmequellen möglich, beispielsweise Solarthermie oder Fernwärme. Im Heizbetrieb ist eine Niedertemperaturwärmequelle nötig, etwa Erdwärmesonden, Abwärme oder Grundwasser. Im Kühlbetrieb muss die Abwärme beispielsweise über einen trockenen Rückkühler an die Umgebung abgegeben werden können. Ökologisch und ökonomisch gesehen ist dieses System am besten für Abnehmer geeignet, die Wärme UND Kälte gleichzeitig benötigen. Die gewählten Auslegungstemperaturen eignen sich dabei besonders für Neubauten, genügen jedoch auch den Anforderungen von älteren bzw. Bestandsgebäuden.

Betriebskennzahlen

Das vorgestellte innovative bioSHC-System kann in den drei verschiedenen Modi »hocheffizientes Heizen«, »biomassebefeuerter Kühlen« und »hoher Temperaturhub« betrieben werden, wobei gleichzeitiges Heizen und Kühlen präferiert werden sollte um eine optimale Leistungsfähigkeit und Brennstoffausnutzung zu erzielen. In Tabelle 1 sind die Kennzahlen für den Nennbetrieb des Systems, welche aus Simulationen im Auslegungs- und Konstruktionsprozess resultieren, dargestellt.

Tab. 1:
Kennzahlen des
bioSHC-Systems

Kennzahl	Abkürzung und/oder Gleichung	Einheit	Modus: Höchste Effizienz & Kälte durch Biomasseverbrennung	Modus: Höchster Temperaturhub
Kaltwasser	$T_{\text{Kälte}}$ (Vorlauf Rücklauf)	°C	4 8	4 8
Heißwasser	$T_{\text{Wärme}}$ (Vorlauf Rücklauf)	°C	41 31	90 70 ^(b)
Temperaturhub	$T_{\text{diff}} = T_{\text{Wärme Vorlauf}} - T_{\text{Kälte Vorlauf}}$	K	37	86
Nennleistung	$\dot{Q}_{\text{Wärme}} \dot{Q}_{\text{Kälte}}$	kW	111 62+	66 16
COP ^(b)	$\frac{\dot{Q}_{\text{Wärme}} \cdot \dot{Q}_{\text{O}_2^{-1}} \dot{Q}_{\text{Kälte}} \cdot \dot{Q}_{\text{O}_2^{-1}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$	-	2.22 1.23	1.31 0.3
„Kesselwirkungsgrad“ ^(c)	$\frac{\dot{Q}_{\text{Wärme}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$ $\frac{\dot{Q}_{\text{Kälte}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$	%	199	118
		%	110	27

^(a) max. 85 °C machbar

^(b) Coefficient of Performance

^(c) Referenz unterer Heizwert (Hu)

Messdaten

Das bioSHC-System wurde in Betrieb gesetzt, der erste Testbetrieb steht unmittelbar bevor. Daher werden neue und vielversprechende Messdaten ab Ende Juni 2020 zur Verfügung stehen.

Fazit und Ausblick

Das vorgestellte, direkt mit Biomasse befeuerte Wärmepumpensystem verdoppelt den Wirkungsgrad bei der Wärmebereitstellung im Vergleich zu konventionellen mit holzartigem Brennstoff betriebenen Kesseln. Die flexible Prozessführung erlaubt ein Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsweisen, sodass mit einer Anlage hohe Effizienz bei Heizen und Kühlen oder besonders hohe Temperaturhübe möglich sind. Besonders hervorzuheben ist, dass mit diesem System Energie aus Biomasse in einem Verhältnis von 1,1 in Kälte umgewandelt werden kann.

Die Kombination aus Biomasseverbrennung und Wärmepumpentechnologie eröffnet weitere Anwendungsfelder, beispielsweise die verbesserte Energieausbeute durch Rauchgaskondensation. Laut Hermann [3] ermöglicht das Abkühlen des Rauchgases eines holzhackschnitzelbefeuerter Desorbers auf 25 °C eine beachtliche Reduktion des Bedarfs für die Umweltwärmequelle. Für das bioSHC-System beläuft sich diese Wärmequelleneinsparung durch die Nutzung der sensiblen und latenten Wärme bei Rauchgasabkühlung auf 18% im Hocheffizienzmodus und bis zu 70% für hohe Temperaturhübe.

PELKMANS, L., (2018): Germany – 2018 update, Bioenergy policies and status implementation, Country Reports. IEA Bioenergy: 09 2018, p. 8.

SIPILÄ, K., REDA, F., PASONEN, R., LÖF, A., VIOT, M., PISCHOW, K., HELM, M., MÖCKL, M., MENHART, F. KAUSCHE, M., OSGYAN, P., STREIB, G., (2017): Solar heating and cooling in Northern and Central Europe, VTT Technology 287. ISBN 978-951-38-8510-6. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finland, pp. 69 - 77.

HERMANN, T., GEIER-PIPPIG, J., SCHWEIGLER, C. (2019): Sorption heat pump for flue gas condensation of biomass-fired boilers. 25th IIR International Congress of Refrigeration, Montréal.

Referenzen

Manuel Kausche (Hauptautor*in),
Martin Helm, Manuel Riepl

ZAE Bayern
Walther-Meißner-Strasse 6
85748 Garching, Deutschland

manuel.kausche@zae-bayern.de
+49 89 329442 90



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Jens Schneider, Nadine Pannicke, Henryk Haufe, Jens Birger, Nicolai Zwosta, Matthias Mattiza, Christoph Gerhards

BiWiBi – Projekt: Nachhaltige Kombination von bifacialen Solarmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt



Technologien kombinieren

Hintergrund

Das Projekt Nachhaltige Kombination von **bifacialen Solarmodulen**, **Windenergie** und **Biomasse** bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt, kurz: BiWiBi adressiert verschiedene, aktuelle, gesellschaftliche Herausforderungen gleichzeitig; (i) marktwirtschaftliche Geschäftsmodelle für erneuerbare Energien, (ii) Flächenkonkurrenz zwischen Energie- und Nahrungsmittelerzeugung, (iii) Artensterben insbesondere von Bestäubern. Durch eine gemeinsame Nutzung und eine energetische Bewirtschaftung von Blühstreifen entsteht ein neues Konzept der Flächennutzung im ländlichen Raum. Ziel des einjährigen, öffentlich geförderten Projekts ist die Zusammenstellung und Beantwortung interdisziplinärer Fragen rund um das Konzept.

Forschungsschwerpunkte

Das BiWiBi-Projekt wird vom BMWi im Rahmen des ersten interdisziplinären Forschungsauftrags des 7. Energieforschungsprogramms gefördert. Es werden rechtliche und förderrechtliche, wirtschaftliche, ökologische, landwirtschaftliche und Akzeptanz-Fragestellungen beantwortet.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Bei der gleichzeitigen Flächennutzung sind rechtliche und förderrechtliche Rahmenbedingungen aus energiewirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Kontexten zu berücksichtigen. Die Verbindung von erneuerbaren Energien aus Photovoltaik, Wind und Biomasse ermöglicht Synergien und Direktvermarktungsoptionen, die neue Geschäftsmodelle für Energiewirte eröffnen. Synergien für die Landwirtschaft zwischen Blühstreifen mit senkrecht stehenden Solaranlagen werden untersucht. Zur Förderung der Artenvielfalt mit Blühstreifen werden Konzepte zur konventionellen und ökologischen Landwirtschaft in Kombination mit den Solarsystemen betrachtet und nachhaltig bewertet. Der Einfluss verschiedener Konzepte auf die Akzeptanz der Anlagen (Windkraft, Solarenergie, Biomasse) wird untersucht.

Ergebnisse

Zum Konferenztermin wird die Hälfte der Projektlaufzeit vorüber sein, das Konzept selbst und die ersten Ergebnisse können vorgestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt sind die rechtlichen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen zusammengestellt. Ein Modell für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Photovoltaik, Wind und Biomasse in Direktvermarktung ist erstellt und Optionen für mögliche Geschäftsmodelle wurden diskutiert. Zur Beurteilung der integrativen Landnutzungskonzepte wird ein Wissensnetzwerk (LivingLab) gegründet. Herausforderungen durch den Klimawandel wie Trockenheit und Winderosion können durch Verlängerung der Taubildung durch morgendlichen Schattenwurf und Windschutz durch die Module selbst gelindert werden. Die Erwartungen der Landwirte hinsichtlich der ökologischen Effekte der Landnutzungskonzepte sind erfasst. Erste Erkenntnisse bzgl. Akzeptanzfaktoren für erneuerbare Energien vor dem Hintergrund von Innovations- und Verhaltensökonomie wurden ermittelt. Das BiWiBi Konzept adressiert eine Vielzahl wichtiger aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen gemeinsam synergetisch und nicht im Widerspruch zueinander. Neben den im Projekt benannten Forschungsinhalten gibt es noch viele weitere Anknüpfungspunkte (Digitalisierung der Landwirtschaft, Biodiversität, Bioökonomie...) für die Erweiterung des Konzepts und für die nachhaltige Anwendung.

Keywords

Erneuerbare Energie,
Landwirtschaft, Ökologie,
Akzeptanz, Bioökonomie,
Strukturwandel

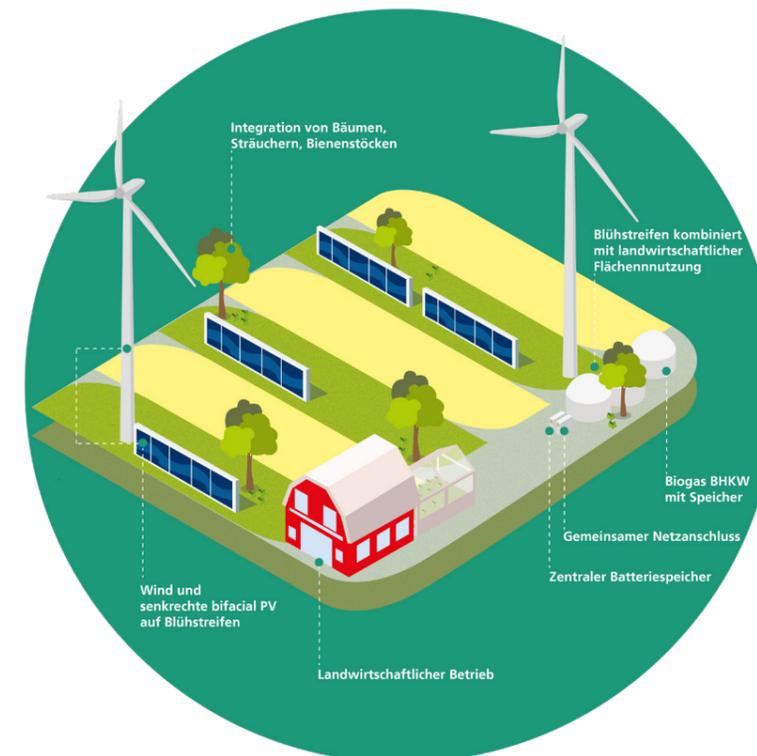


Abb. 1: Schematische Darstellung des Konzepts von vertikalen, bifacialen Solaranlagen mit Windenergie und Blühstreifen in der Landwirtschaft

Prof. Dr. Jens Schneider¹ (Hauptautor*in),
Nadine Pannicke², Henryk Haufe³, Jens
Birger⁴, Nicolai Zwosta⁵, Matthias Mattiza⁶,
Dr. Christoph Gerhards⁷

jens.schneider@imw.fraunhofer.de
0345 131886-132

¹ Fraunhofer-Zentrum für Internationales
Management und Wissensökonomie IMW
Außenstelle Halle (Saale)
Friedemann-Bach-Platz 6, 06108 Halle,

² Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung Leipzig (UFZ)

³ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH Leipzig (DBFZ)

⁴ Stiftung Kulturlandschaft
Sachsen-Anhalt, Wanzleben

⁵ Next2Sun Berlin

⁶ Terrawatt Leipzig

⁷ Center for Economics of Materials CEM,
Fraunhofer-Zentrum für Internationales
Management und Wissensökonomie IMW



© Robert Weinhold/HTWK Leipzig

Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Hintergrund

Wolfram Dietz, Robert Sing, Gerhard Schmid, Erwin Karg

Strom- und Wärmenetze koppeln, Energie zwischenspeichern – das Projekt Energiezukunft Fuchstal

Die bayerische Gemeinde Fuchstal mit ihren knapp 4.000 Einwohnern nimmt seit vielen Jahren eine Vorreiterrolle bei den Themen Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Klima- und Umweltschutz ein. Auf dem Gemeindegebiet existieren u.a. Photovoltaikanlagen, ein Wasserkraftwerk, vier moderne Bürger-Windenergieanlagen, eine Biogasanlage und ein innovatives Fernwärmenetz. Das Wärmenetz wächst kontinuierlich. Die Versorgung mit Wärme zum Heizen und zur Warmwasserbereitung ist ökologisch und nachhaltig, da das Wärmenetz fast ausschließlich von erneuerbaren Energien gespeist wird. Die im Sinne des Klimaschutzes zu begrüßenden Neuanschlüsse ans Wärmenetz führen in Summe zu einem steigenden Wärmebedarf, den das Netz bereitstellen muss. Dies ist der Ausgangspunkt für das vorgestellte Projekt »Energiezukunft Fuchstal«. Ein weiterer Ausgangspunkt sind Energieverluste, die bisher aus Abschaltungen der Windenergieanlagen bei negativen Börsen-Strompreisen resultieren.

Projektziel und -inhalte

Um den steigenden Wärmebedarf im Wärmenetz zu decken, setzt das Projekt, anstatt zusätzliche Wärmeerzeugungsanlagen zu errichten, auf einen Energieeffizienz-Ansatz über Speicher: Biogasanlagen-Wärme, die bei warmem Wetter nicht vollständig abgenommen werden kann, wird in einen zentralen 5000 m³-Wärmespeicher geführt. Mit diesem können Lastspitzen und Bedarfsschwankungen im Wärmenetz ausgeglichen werden. Zudem kommt die Option zum Tragen, Windstrom in Zeitfenstern mit mehrstündigen negativen Börsen-Strompreisen zur klimafreundlichen Wärmebereitstellung und Stromspeicherung zu nutzen. Hierzu werden eine Kabeltrasse von den Windenergieanlagen zur Heizzentrale, eine 5 MW starke Power-to-Heat-Anlage und ein Stromspeicher mit einer Leistung von 5 MW realisiert. Der Betrieb aller Komponenten wird über intelligente Leittechnik aufeinander abgestimmt und wirtschaftlich optimiert. Ein direkter Vertrieb der Wärme und des Stroms, welche vor Ort regenerativ erzeugt werden, steigert die lokale Wertschöpfung. Der Projektansatz liefert in Summe einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz.

Die Gemeinde realisiert das Sektorkopplungsprojekt zusammen mit dem Ingenieurbüro Sing und dem bifa Umweltinstitut. Start war im Herbst 2018. Das dreijährige Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Abb. 1: Kabelverlegung zwischen Windenergieanlagen und Heizzentrale (Ingenieurbüro Sing)



Keywords

Sektorenkopplung,
Wärmespeicher,
Stromspeicher,
Power-to-Heat,
kommunales Energiekonzept



Technologien kombinieren

Im Beitrag werden das Konzept, technische Entscheidungen und der Stand der Umsetzung vorgestellt. Berichtet wird über Erfahrungen in der Planung und Realisierung. Ein Ausblick auf die zukünftige Weiterentwicklung des Projektkonzepts wird gegeben.

Ergebnisse



Abb. 2: Windenergieanlagen in der Gemeinde Fuchstal (Gemeinde Fuchstal)

Dr. Wolfram Dietz¹ (Hauptautor*in),
Robert Sing², Gerhard Schmid³,
Erwin Karg³

wdietz@bifa.de
0821 7000-167

¹ bifa Umweltinstitut GmbH,
Am Mittleren Moos 46,
86167 Augsburg

² Ingenieurbüro Sing GmbH
Erneuerbare Energien
Ehrenpreisstraße 2,
86899 Landsberg am Lech

³ Gemeinde Fuchstal,
Bahnhofstraße 1, 86925 Fuchstal,
(Erwin Karg 1. Bürgermeister)



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Kerstin Wurdinger, Daniela Pomsel, Volker Lenz, Nora Szarka

Unterstützung des Entscheidungsprozesses von Stakeholdern für ein erneuerbares Heizungssystem durch digitale Technologien

Hintergrund

Die Wärmewende stagniert in Deutschland seit einigen Jahren. Ein Vergleich zeigt das starke Beharrungsvermögen der Nutzung von Ölheizungen im Sektor der Wärmeversorgung: im Jahr 2018 wurden 62.000 Ölheizungen neuinstalliert gegenüber 15.200 Pelletkesseln [1], die als erneuerbare Ersatzoption für Ölheizungen gelten (kein Anschluss an öffentliches Gasnetz nötig, Belieferung eines hausinternen Lagers erfolgt von Extern). Selbst 2019 beträgt – bei nur leicht gewachsenem Wärmemarkt – die Differenz zwischen verkauften Öl- und Biomassekesseln noch knapp 30.000 Geräte [2]. Wird heute ein neuer Ölkessel installiert, so ist im Rahmen der technischen Lebensdauer von Ölheizungen damit zu rechnen, dass er bis mindestens 2040 in Betrieb [3] und damit als fossiler Brennstoffverbraucher und CO₂-Emittent im Energiesystem von Deutschland verbleibt.

Forschungsschwerpunkte

Vor diesem Hintergrund und einem gesamtgesellschaftlichen Interesse der Menschheit (Kyoto, Paris), eine weitere Erderwärmung durch massive Reduktion des anthropogenen CO₂-Ausstoßes bis 2050 zu begrenzen, untersucht das Projekt OBEN in einem vom BMWi geförderten Projekt bestehende Hemmnisse für kurzfristig einbaubare biomassebasierte Heizungsoptionen in Deutschland. Es sollen hochpriorisierte Lösungsoptionen entlang der gesamten Umsetzungskette diskutiert und bewertet werden. Beim Umsetzen einer Lösungsoption sollen digitale Werkzeuge zum Einsatz kommen, die einen substantiellen Mehrwert bei der Gestaltung einer Win-Win-Situation zwischen den Interessen von individuellen Heizungseigentümern und der Gesellschaft schaffen können.

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Im Projekt OBEN wird dazu eine Vielzahl an Hemmnissen identifiziert (durch internationale Literaturrecherche, interdisziplinäre Workshops, Nutzerinterviews auf Verbrauchermesse) und in Themenbereiche geclustert, die bei einem kurz- oder langfristig notwendigen Ersatz einer Ölheizung die Entscheidung des Heizungseigentümers für eine erneuerbare Heizung behindern oder unmöglich machen. Für jedes Cluster, das einem Lebensbereich/Problembereich bei der Auswahl einer Heizung/Fragenkatalog des Heizungseigentümers entspricht (politische, menschliche, ökonomische, technische und Umwelt-Hemmnisse), werden identifizierte Hemmnisse aufgelistet und sowohl mit Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen als auch mit Stakeholdern des Austauschprozesses einer Heizung priorisiert und mögliche Lösungsoptionen zusammengestellt. Die Lösung soll durch den Einsatz digitaler Technologien dazu beitragen, dass sich Eigentümer einer Ölheizung beim Austausch ihrer Heizung für eine erneuerbare Alternative entscheiden und danach einen problemlosen Wechsel auf die gewählte Ölalternative erleben.

Ergebnisse

Eines der im Verlauf des Projektes identifizierten und als sehr hoch priorisierten Hemmnisse ist dabei ein Informations- bzw. Wissensdefizit von Stakeholdern entlang der gesamten Prozesskette eines Heizungsaustauschs [4]. Insbesondere bei Nutzern der Heizung in Ein- und Zweifamilienhäusern (die in vielen Fällen auch die Eigentümer und damit die Entscheider sind) stellt sich der Prozess der Recherche von verlässlichen und umfassenden Daten und Informationen zu diesem komplexen Themengebiet sowie des Aufbaus einer eigenen Wissensrepräsentanz im Zuge der Meinungsbildung als zeitintensiv dar. Das wird ebenso deutlich im Fall der Installateure bei der Gewinnung von Erfahrungswissen als Grundlage von Handlungskompetenz. Der zeitliche



Digitalisierung

Keywords

Wärmewende,
Ölersatz,
Heizungsaustausch,
Entscheidungsprozess,
Digitalisierungslösung

Spielraum, der für einen Entscheider ab dem Zeitpunkt existiert, ab dem er sich mit seinem Heizungssystem zu beschäftigen beginnt, hängt natürlich davon ab, wie dringend sich der Ersatz der Heizung erforderlich macht. Aber auch bei einem geplanten Heizungsaustausch ist das kritische Zeitfenster nicht unbegrenzt lange offen. Ist die Zeit zu knapp, um sich (a) im Rahmen seiner eigenen Problemlösungskompetenz ausreichend mit neuen, alternativen Lösungsmöglichkeiten beim (vorhersehbaren) Ausfall einer alten Heizungsanlage auseinandersetzen zu können, fehlen (b) passgenaue Denkpartner oder (c) Informationen, die als Puzzleteile zeitaufwendig mit vorhandenem individuellen Wissen, eigenen Wünschen und Wertesystemen verknüpft werden müssen, greifen zwangsläufig Heuristiken bei der komplexen Entscheidungsfindung. Entscheider setzen dann eher auf Lösungen, die sich in der Vergangenheit zur Sicherstellung des Bedarfs einer Heizungsanlage zur sicheren Wärmeversorgung als erfolgreich erwiesen haben und sind weniger in der Lage, neue bzw. geänderte Rahmenbedingungen in die Problemlösung einzubeziehen.

Das Projektteam von OBEN diskutiert nachfolgend in einem Arbeitspaket die inhaltlichen Anforderungen, die erfüllt sein müssen, um die Zeitspanne des »Windows of Opportunity« zu nutzen, indem dem Entscheidungsträger automatisierte Unterstützung für rechentechnisch aufwendige Aufgaben und maßgeschneidert aufbereitete Sachinformationen im Stile eines Expertensystems oder ähnlich einer Business Intelligence-Lösung bereitgestellt werden kann. In Frage kommen dafür z. B. digitale Literaturverwaltung und thematische Ontologien. Zusätzlich muss sowohl die Charakterisierung der Zielgruppe als auch die mit ihr verbundene erfolgsversprechende Art von Kommunikationskanal und –stil beim Konzept für einen Use Case bedacht werden, um die Anforderungen für ein adäquates Nutzerinterface definieren zu können. Denkbar ist hier beispielsweise die Implementierung eines Reflexionsblogs oder interaktive Komponenten, mit denen der Entscheider Zwischenergebnisse für sich aufbereiten und »verdauen« kann.

Die Digitalisierung des Entscheidungsprozesses für eine erneuerbare Heizungsanlage bietet aus unserer Sicht die Chance, einen maßgeblichen Beitrag zur Veränderung eines ansonsten unveränderlich ablaufenden Entscheidungsprozesses zu leisten. Sie bezieht den individuellen Entscheider in den Prozess der Gestaltung der Wärmewende ein: als Partner mit eigenen Bedürfnissen in einem Interaktionsprozess mit einem Computer, der sowohl als Spiegel für den Entscheider als auch als Stellvertreter der Gesellschaft fungiert. Die kurz-, mittel- und langfristigen Bedürfnisse des Entscheiders können durch diskriminierungsfreien und bedarfsorientierten Zugang zu Wissen und Kalkulations-Ressourcen ebenso angemessen berücksichtigt werden wie die langfristigen Bedürfnisse der Gesellschaft als Gesamtheit (Klimaschutz, um zu überleben). Unter Nutzung von für ihn nachvollziehbaren Informationen kann der Heizungseigentümer bewusst und unter Berücksichtigung einer Vielzahl an Parametern die für ihn beste Entscheidung treffen, mit der er langfristig zufrieden ist. Hat sich ein Heizungseigentümer bewusst für eine erneuerbare Heizung entschieden, kann er damit zum Multiplikator in seinem sozialen Umfeld werden. Hat ein Heizungseigentümer durch Nutzung des digitalen Werkzeugs eine andere Entscheidung getroffen und war zufrieden mit den Empfehlungen der Applikation aus systemischer Sicht, kann damit ein Werkzeug Akzeptanz erlangen, das in der Lage ist, eine gesellschaftliche Auseinandersetzung mit der Wärmewende zu triggern, bei der das Thema Klimaschutz für

Poster Präsentation

Unterstützung des Entscheidungsprozesses von Stakeholdern für ein erneuerbares Heizungssystem durch digitale Technologien

jeden einzelnen Heizungseigentümer erreichbar gemacht werden kann und für Stakeholder transparent. Diese Annahme soll durch die Umsetzung der Digitalisierungslösung im weiteren Verlauf des Projektes OBEN verifiziert werden.

Referenzen

[1] DEUTSCHES PELLETTINSTITUT GmbH (DEPI): Zubau von Pelletfeuerungen in Deutschland 2010-2019, inkl. Prognose 2020, 27.02.2020.

[2] ARCHmatic – Alfons Oebbeke: Heizungsmarkt legte 2019 nur schwach zu, aber neue Förderung hat Potential für 10% Wachstum. Baulinks.de, 24.02.2020.

[3] BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT e. V. (BDEW): »Wie heizt Deutschland?« (2019) Studie zum Heizungsmarkt September 2019.

[4] GARCÍA, L.; SCHMIDT-BAUM, T.; HAUFE, H.; SZARKA, N.: Ergebnisdarstellung der Hemmnis- sowie Treiberanalyse und bisherige Marktintegrationskonzepte. DBFZ-internes Dokument, Mai 2020.



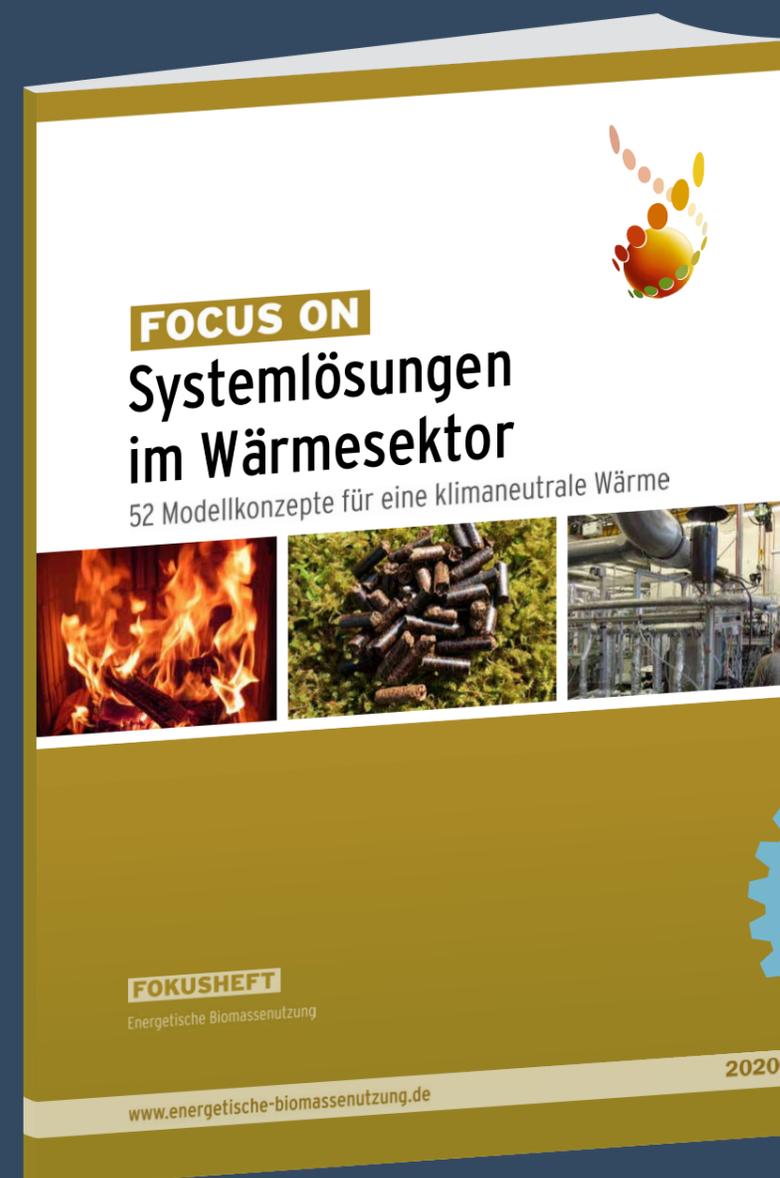
Kerstin Wurdinger (Hauptautor*in),
Daniela Pomsel, Volker Lenz,
Nora Szarka

kerstin.wurdinger@dbfz.de
0341 2434 531

DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH,
Torgauer Straße 116,
04347 Leipzig, Deutschland

AUF DEM WEG IN EINE NACHHALTIGE WÄRMEVERSORGUNG

DIGITALISIEREN – SEKTOREN KOPPELN – FLEXIBILISIEREN



Aktuelle Publikation:

Fokusheft BioplanW

Lenz, V.; Thrän, D.; Pfeiffer, D. (Hrsg.) (2020): Focus on: Systemlösungen im Wärmesektor. 52 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärme. Fokusheft Energetische Biomassenutzung, Leipzig – ISSN (Online): 2701-1860.

52 Versorgungsszenarien für die Wärmebereitstellung aus Biomasse und anderen erneuerbaren Energien

- Trends der Wärmenutzung
- Vielfalt im Wärmemarkt
- Technologie-Steckbriefe
- Sektorenübergreifend vom Einfamilienhaus bis zu Industrieanlagen

DOWNLOAD
HIER



Ansprechpersonen:
DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Prof. Dr. Daniela Thrän – Projektleiterin
Telefon: +49 (0)341 2434-435
E-Mail: daniela.thraen@dbfz.de

Dr. Nora Szarka –
Direkte Ansprechpartnerin
Telefon: +49 (0)341 2434-489
E-Mail: nora.szarka@dbfz.de

<https://www.energetische-biomassenutzung.de/publikationen/fokusheft/fh-bioplanw>

Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Daniel Franke, Daniel Kretz, Mandy Mager, Tim Neumann, Sven Leonhardt, Tobias Teich

Intelligente Energieversorgung im Reallabor in Zwickau Marienthal – Informations- und Kommunikationsinfrastruktur zu Realisierung eines CO₂ neutralen Quartiers

Inhalte

Beim Bau neuer Wohnquartiere ist die Planung der Versorgungs- und Erzeugungsstrukturen elektrischer und thermischer Energie, sowie die Installation notwendiger Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen heute ein wichtiger Bestandteil auf dem Weg zur Umsetzung zukünftiger Klimaziele. Doch damit Städte und Kommunen die Ziele der EEG-Richtlinie erfüllen können, muss sich die Energieversorgung auch in Bestandsquartieren wandeln. Mit der Installation von fluktuierend einspeisenden, dezentralen regenerativen Energieerzeugern, wie zum Beispiel Photovoltaikanlagen oder dem Bau von Wärmespeichern im Bestand wird auch hier die Versorgungs- sowie Erzeugungsstruktur zunehmend heterogen und stellt deswegen auch wachsende Ansprüche an die Informationstechnologie.

Zur effizienten und sinnvollen Verteilung der erzeugten oder beschafften Energiemengen ist zukünftig ein leistungsfähiges Informationsmanagement auf Grundlage weitreichend gesicherter Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) unter Gewährleistung der Anforderungen von Datenschutz und Datensicherheit in den Bestandsquartieren nötig.

Im Rahmen des Projekts »ZED – Zwickauer Energiewende Demonstrieren« wird eine entsprechende IKT-Struktur und ein Informationsmanagement vom Verbraucher bis zum Erzeuger zur Verteilung, Steuerung und zum Monitoring im Quartier Zwickau Marienthal umgesetzt, Ziel dabei ist die Gewährleistung einer klimaneutralen Energieversorgung im Untersuchungsgebiet und die Entwicklung und Demonstration geeigneter Lösungsansätze für gleichartige Projekte andersorts.

Innerhalb der IKT müssen verschiedene Serviceplattformen in einem VPN realisiert werden, wobei der Zugang zu den einzelnen Plattformen nutzerabhängig und rollenbasiert gewährleistet sein muss. Mögliche und notwendige Serviceplattformen in zukünftigen Versorgungsnetzwerken sind zum Beispiel Virtuelle Märkte, Vorhersageservices, Optimierungsserver, Middleware Services oder Kommunikationsserver.

Eines der Kernelemente ist hierbei der Einsatz speziell dafür entwickelter Mikrorechner. Die softwareseitige Grundlage dieser Rechner ist eine eigens erstellte Linux Distribution auf der Basis des Open Source Yocto Projektes. Für die Entwicklung spezifischer Anwendungen kommt ein selbst entwickeltes Framework auf Basis von OSGi zum Einsatz, welches es ermöglicht, auf dynamische Entwicklungen mithilfe modularisierter Komponenten einzugehen. Dieses Konzept ermöglicht u.a. die Integration und informationstechnische Kopplung von Sensoren und Aktoren verschiedenster Hersteller durch die Unterstützung zahlreicher proprietärer und standardisierter Kommunikationsprotokolle, wobei jederzeit Erweiterungsfähigkeit gewährleistet ist. Darüber hinaus ermöglicht das System die direkte Verbindung verschiedener Kommunikationskanäle und Bussysteme.

Die Informationsübertragung und Kommunikation innerhalb der Gebäude erfolgt mittels gesicherter, lokaler Netzwerkverbindung. In Gebäuden, in denen dies nicht möglich ist, wird die Vernetzung durch ein Meshnetzwerk realisiert.



Digitalisierung

Keywords

Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, Intelligente Energieversorgung, Informations- und Kommunikationstechnologie

Aktorik und Sensorik zur Sammlung von Verbrauchs- und Verhaltensmustern der Bewohner sind innerhalb einzelner Wohneinheiten über standardisierte Funkprotokolle verbunden. Zwischen einzelnen Gebäuden erfolgt die Übertragung mit Hilfe von Drahtlosverbindungen hoher Reichweite.

Der Aufbau einer weitreichenden Informations- und Kommunikationsinfrastruktur sowie eines umfassenden, effizienten Informationsmanagements im Bestandsquartier erfolgt unter Beachtung der Aspekte Datensicherheit, Datenschutz und Wirtschaftlichkeit. Im Projekt »ZED – Zwickauer Energiewende Demonstrieren« wurden bisher konzeptionell und prototypisch im Rahmen von Simulationen und teilweise bereits in der realen Welt erste Komponenten installiert und getestet. Die vollständige Installation sowie anschließende Testreihen im Quartier sind für 2021 geplant.

Daniel Franke¹ (Hauptautor*in),
Daniel Kretz¹, Mandy Mager¹,
Tim Neumann¹, Sven Leonhardt²,
Prof. Dr. Tobias Teich¹

daniel.franke@fh-zwickau.de
0375 536 2326

¹ Westsächsische Hochschule Zwickau,
Kornmarkt 1, 08056 Zwickau,
Deutschland

² Stadt Zwickau
Hauptmarkt 1, 08056 Zwickau,
Deutschland



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Matthias Schick Tanz, Clemens Felsmann, Sven Paulick, Karin Rühling, Maren Voß, Alfred Kappenstein

BBFly - Transformation von Bestandswärmenetzen

Inhalte

In Böblingen wurden seit 1963 mehrere Teilnetze für die Fernwärmeversorgung verlegt. Die Versorgungsgebiete sind durch eine teilweise unsanierte Bausubstanz und einer eher geringen Wärmelastdichte geprägt. Aus den ca. 50 km langen Wärmenetzen werden gegenwärtig insgesamt ca. 1.800 Kunden mit einer kumulierten Anschlussleistung von ca. 75 MW beliefert. Die Wärmenetze wurde bis Ende 2012 durch Stadtwerke als Eigenbetrieb der Stadtverwaltung Böblingen betrieben. Der Wunsch zur Neuordnung der energiewirtschaftlichen Aufgaben führte zur Gründung der Stadtwerke Böblingen GmbH & Co. KG. In dieses Unternehmen wurden die sanierungsbedürftigen Netze eingebracht.

Die Analyse der übernommenen Fernwärmeversorgungssysteme hat ergeben, dass der historische Investitionsrückstand signifikant ist. Neben der starken Überalterung stellen auch die sehr hohen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen (125/80 °C) eine große Herausforderung im technischen Betrieb und bei den Unterhaltungskosten dar. Der kritische bauliche Erhaltungszustand der Wärmeverteilnetze in Böblingen, die im Wesentlichen von Drittanbietern bereitgestellte Wärme sowie der durch kundenseitige bauphysikalische und anlagentechnische Maßnahmen veränderte Wärmeabsatz üben einen nicht zu vernachlässigenden Handlungsdruck auf den Betreiber der Wärmeversorgung aus.

Ein langfristig angelegtes gemeinsames Forschungsvorhaben der Stadtwerke Böblingen und der TU Dresden stellt sich deshalb als wesentliches Ziel (ungeachtet des im Bereich der öffentlichen Wärmeversorgung auf Grundlage der geltenden Wärmeabgabebesatzung in Böblingen bestehenden Anschluss- und Benutzungszwanges) die Konkurrenzfähigkeit der Fern- und Nahwärme in Böblingen langfristig zu erhalten. Dazu sollen im Rahmen eines ganzheitlichen, zukunftsfähigen Konzeptes die Wärmeversorgung unter Einbeziehung der Gebäudekomponenten über innovative Technologien modernisiert und der Betrieb optimiert werden, um so die Energieeffizienz und Flexibilität in der Wärmeversorgung zu steigern. Hierzu sind ggf. auch neue Optionen der Wärmebereitstellung zu integrieren.

Die im Rahmen einer sogenannten Transformationsstrategie als umsetzungswert angesehenen Maßnahmen sind:

- **Einsatz Erneuerbarer Energiequellen**

Im Zuge der Wärmewende wird der Wechsel von fossilen Ressourcen zu regional verfügbaren klimafreundlichen, emissionsarmen und erneuerbaren Energieträgern erwartet. Die leitungsgebundenen Wärmesysteme können hierbei einen wesentlichen Beitrag leisten, um gerade im innerstädtischen Bereich bezahlbare Wärme aus erneuerbaren Energien sowie aus alternativen hocheffizienten Kraftwerken bereit zu stellen. Auch wenn das innerstädtische Netz bereits heute, begründet durch die vorwiegende Wärmeerzeugung durch die Müllverbrennung des Zweckverbandes im Restmüllheizkraftwerk RBB Böblingen, über einen mit der Stromgutschriftmethode zertifizierten Primärenergiefaktor von 0,0 verfügt, werden die übrigen Teilnetze mit Wärme aus fossiler KWK versorgt. Die Wärmewende, die Einführung der nationalen CO₂-Bepreisung sowie die mittelfristige Wirkung des GEG befördern jedoch Investitionsentscheidungen in erneuerbare Energien. Deshalb werden in verschiedenen Varianten Abwasser-Wärmepumpen, Solarthermie, Kombinationen von Photovoltaik und Wärmepumpen sowie der Einsatz von Biomasse betrachtet.

Keywords

Wärmenetze,
Simulation,
Hausstation,
LoRaWAN,
Flexibilisierung,
Transformation



Flexibilisierung

- **Einsatzoptimierung**

Die Stadtwerke Böblingen beschaffen sich neue Software für Betriebsoptimierung und Einsatzplanung. Die Möglichkeiten der innovativen und projektdienlichen Betriebsführung sind noch zu prüfen.

- **Hausstationen**

Die Wärmenutzer sind Eigentümer der Hausstationen. Diese sind teilweise jahrzehntelang ohne Wartung in Betrieb und befinden sich in der Regel, wie auch das Netz, am Ende der technischen Lebensdauer. In einem ersten Schritt erfolgt die Umrüstung der Wärmemessung an den Stationen auf fernauslesbare digitale Zähler. Dies wird zum Anlass genommen, weiterführende Ansätze zur Digitalisierung in Böblingen umzusetzen. Der Einsatz intelligenter Hausstationen (iHAST) als aktives Bindeglied zwischen Wärmekunden und dem Wärmenetz soll zukünftig niedrige Systemtemperaturen sowie einen flexibilisierten Betrieb des Wärmenetzes ermöglichen helfen.

Innerhalb des Projektes werden solche iHAST Teil eines systemoptimierenden Lastmanagements bei den Wärmeabnehmern. So werden die aus Zählerfernauslesung und Smart Meter abgeleiteten Möglichkeiten der Nutzerinteraktion erprobt. Möglichkeiten, Akzeptanz und Effektivität von unterschiedlichen Verbraucherinformations- und Anreizmodellen werden vergleichend bewertet, um so geeignete Produkt und Preisstrategien, wie bspw. die Weiterentwicklung von TAB, AGB und Produktangeboten, abzuleiten, um die Kunden in den Transformationsprozess aktiv einzubinden und zur Reduzierung des Energieverbrauchs anzuregen.

- **Wärmenetz**

Es wird die Sinnhaftigkeit partieller Vorlauf-Temperatur Absenkung von Teilnetzen und die Rücklauf-Anbindung von Kunden untersucht. Empfehlungen zur Einrichtung und Unterhaltung eines intelligenten Mess- und Monitoringkonzeptes zur Detektion des Netzzustands sind bereits abgeleitet und befinden sich in der Umsetzung. Mit Hilfe eines digitalen Abbilds des Wärmenetzes bzw. von ausgewählten Teilnetzen werden gegenwärtig verschiedene Szenarien des flexiblen Netzbetriebes analysiert. Das Simulationsmodell wird fortschreibend weiterentwickelt und mittels Messdaten validiert.

Im Beitrag werden vorgestellt und diskutiert:

- Aussagen zur Bürgerbeteiligung und der Kommunikation des Transformationsprozesses
- Ergebnisse der Voruntersuchungen zum Einsatz Regenerativer Energien
- Messkonzepte und erste Messdaten für Hausstationen und ausgewählte Netzpunkte
- Konzepte für intelligente Hausstationen
- Aktuelle Ergebnisse der detaillierten Netzsimulation

Dr. Matthias Schick Tanz¹, Clemens Felsmann²,
Sven Paulick², Karin Rühling², Maren Voß²,
Alfred Kappenstein¹
clemens.felsmann@tu-dresden.de
0351 463 32145

¹ Stadtwerke Böblingen
² Technische Universität Dresden,
01062 Dresden, Deutschland

Poster Präsentation

Johannes Elfner, Franz Josef Ziegler

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Steigerung der Speicherkapazität und Flexibilität von dezentralen KWK-Anlagen in Wohngebäuden durch Einsatz von LowEx-Technologie

Inhalte

Eine Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudesektor ist unausweichlich, um die vereinbarten Klimaziele zu erreichen. Der Gebäudebestand verbraucht 20% bis 40% der in Industriestaaten benötigten Primärenergie. Einen Großteil davon macht der Bedarf für Heizwärme, Trinkwassererwärmung (TWE), Lüftung und Kühlung aus. Der Bedarf an Heizwärme konnte in Deutschland in den vergangenen Jahren stetig reduziert werden. Der Wärmebedarf der TWE ist aufgrund der Nutzerabhängigkeit jedoch nahezu konstant geblieben. In modernen Wohngebäuden beträgt deren Anteil am Gesamtwärmebedarf daher in der Regel deutlich über 50%.

Dennoch unterliegt die Effizienz von TWE-Anlagen keinerlei Regulierung. Optimierungsmaßnahmen werden nicht angewandt. Unterschiedliche Temperaturniveaus werden in TWE-Speichern unkontrolliert vermischt. Lastspitzen werden nur geringfügig geglättet. Die Folgen sind die Vernichtung von Exergie und hohe Rücklauftemperaturen von über 55°C. Wärmenetze können dadurch weniger Energie transportieren, Wärmeerzeuger werden ineffizient betrieben. Da die Rücklauftemperatur maßgeblich für erreichbare Speicherkapazitäten und Flexibilität ist, ist ein flexibler Betrieb der Wärmeerzeuger, insbesondere von KWK-Anlagen, nicht möglich.

In dieser Veröffentlichung wird eine TWE-Anlage vorgestellt, die durch gezielte Erhaltung der unterschiedlichen Temperaturniveaus niedrige Rücklauftemperaturen von unter 20°C erreicht. Dadurch könnten Wärmeerzeuger effizient betrieben werden. Eine umfängliche Brennwertnutzung wird möglich. Weiterhin steigt die Speicherkapazität erheblich. Eine Lastglättung und Lastverschiebung wird möglich. Die TWE-Anlage wird in fünf Pilotobjekten in der Wohnungswirtschaft eingesetzt. Hier wird eine Anlage mit BHKW vorgestellt. Durch die niedrigen Rücklauftemperaturen kann die thermische Effizienz um 9,9% gesteigert werden. Die hohen Speicherkapazitäten ermöglichen hohe Flexibilität. Ununterbrochene Laufzeiten im Sommer von 9h werden erreicht. Daraufhin kann das BHKW 10h bis 11h abgeschaltet bleiben. Dennoch ist das BHKW ausreichend groß dimensioniert, um neben der TWE auch 59% des Heizwärmebedarfs zu decken.

Kurzvorstellung des Feldtests

Der hier vorgestellte Feldtest der LowEx-TWE-Anlage ist in einem Wohngebäude mit 45 Wohneinheiten und 4450 m² in München installiert. Das Gebäude stammt aus dem Baujahr 1982. Eine Dämmung der Außenhülle oder der Verteilleitungen war nicht Teil des Feldtests. Abbildung 1 zeigt ein reduziertes Funktionsschema der im Feldtest verwendeten Anlagentechnik.

Das BHKW hat eine nominelle thermische und elektrische Leistung von 38,7 kW bzw. 20 kW. Der Pufferspeicher (TES) hat ein Volumen von 7,1 m³. Dem BHKW ist ein Abgas-Wärmeübertrager nachgeschaltet, der aus einem separaten Rücklauf aus dem TES gespeist wird. Dadurch steht immer genug kaltes Wasser zur umfänglichen Kondensation zur Verfügung. Das Abgas kann im Mittel auf 39°C abgekühlt werden. Die erreichte thermische Effizienz bzgl. des Heizwerts beträgt 73,2%, die Gesamteffizienz 105,9%. Gegenüber dem Datenblatt ist dies eine Steigerung von 9,9%. Die resultierende thermische Leistung inklusive Kondensation ist 45,6 kW.

Die durchschnittliche tägliche Wärmeleistung der TWE liegt bei 9,2 kW, die der Zirkulation bei 10,1 kW. Die eingangs erwähnte Erhaltung unterschiedlicher Temperaturniveaus wird durch eine separate Erwärmung von Zirkulation und TWE erreicht. Die Heizung mit einem Heizwärmebedarf

Keywords

Flexibilität,
Gebäudeenergiesysteme,
Kraft-Wärme-Kopplung,
Thermische Speicher,
Rücklaufoptimierung



Flexibilisierung

von 46 kWh/(m²a) wird ebenfalls aus dem TES gespeist, solange dieser die benötigte Temperatur zur Verfügung stellen kann. Im Jahresmittel deckt das BHKW 100% der TWE und Zirkulation und 59,2% der Heizwärme. Die restliche Wärme stellt ein Gas-Brennwertkessel bereit.

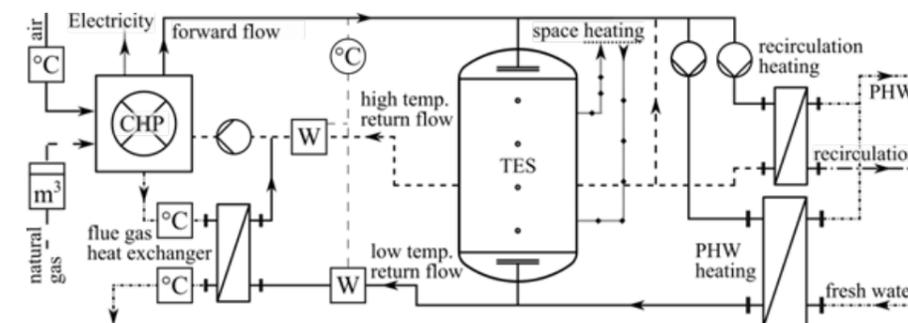


Abb. 1: Reduziertes Funktionsschema des Feldtests mit BHKW, Speicher und TWE-Anlage

Dezentrale KWK-Anlagen müssen zukünftig eine ausreichende Flexibilität aufweisen, um die Integration fluktuierender erneuerbarer Energie zu ermöglichen [2]. Viel Aufwand wurde bereits in die Optimierung von Flexibilität durch Simulation und Optimierung investiert. Jedoch existieren keine praktischen Ansätze oder Umsetzungen [3]. Mittels der hier vorgestellten TWE-Anlage kann die Speicherkapazität durch die niedrigen Rücklauftemperaturen so weit gesteigert werden, dass das BHKW im Sommer bei voller Last 9h am Stück auf läuft, bevor der TES geladen ist. Im Anschluss kann das BHKW zwischen 9h und 12h abgeschaltet bleiben, bevor der Speicher geladen werden muss. Der Temperaturverlauf des TES ist für drei repräsentative Tage in Abbildung 2 dargestellt. Scharfe Temperaturgradienten und große gleichförmige Temperaturschichten, beides Zeichen für eine gute Schichtung, sind zu erkennen. Temperaturen unter 20°C sind in weiß dargestellt. Weiterhin sind die gemessenen zeitlichen Flexibilitäten τ eingetragen. Weitere Details können in [4] gefunden werden.

Flexibilität des Feldtests

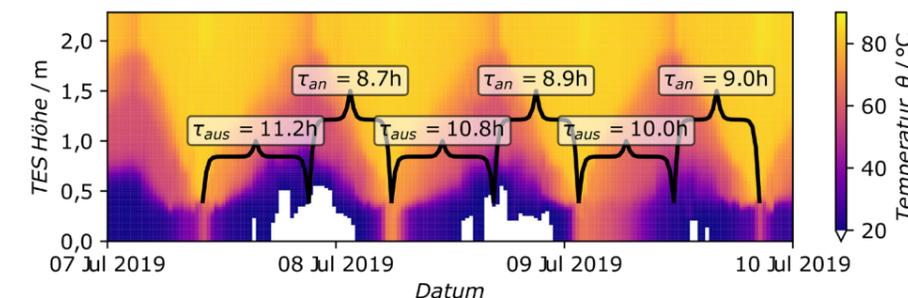


Abb. 2: Temperaturgradient und Temperaturverlauf im Speicher, zeitliche Flexibilität über drei Ladezyklen

Poster Präsentation

Steigerung der Speicherkapazität und Flexibilität von dezentralen KWK-Anlagen in Wohngebäuden durch Einsatz von LowEx-Technologie

Ergebnisse

- Absenkung der Rücklauftemperatur von über 55 °C auf unter 20 °C
- Steigerung der Effizienz um 9,9% durch Brennwertnutzung mittels niedriger Rücklauftemperaturen
- Hohe zeitliche Flexibilität von ca. 9h angeschaltetem BHKW und 11h ausgeschaltetem BHKW
- Eine Umsetzung von Mieterstrommodellen oder eines netzdienlichen Betriebs wird möglich

Referenzen

HIRTH, L. (2016): The benefits of flexibility: The value of wind energy with hydropower. In: Applied Energy. 181, pp. 210-223.

STRECKIENE, G. ET AL. (2009): Feasibility of CHP-plants with thermal stores in the German spot market. In: Applied Energy. 86 (11), pp. 2308-2316.

ELFNER, J.; ZEISBERGER, J.; ZIEGLER, F.J. (2020): Improving thermal energy storage capacity and flexibility of residential energy systems by return flow optimization: A field test. In: Proc. of the 33rd ECOS Conference, Osaka, Japan.



Johannes Elfner (Hauptautor*in),
Franz Josef Ziegler

johannes.elfner@hm.edu
089 1265 4363

Hochschule München, Fakultät 05
CENERGIE – Forschungsinstitut
für energieeffiziente Gebäude
und Quartiere
Lothstraße 34, 80335 München

INVITATION

V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes

TOPICS OF THE CONFERENCE

Modelling and Control

Sensor Development and Application

Process Monitoring and Efficiency Evaluation

Microbiological Monitoring

New Processes and Technologies – AD+

Emission Control

LATEST
DEVELOPMENTS
BEST PRACTICES
NETWORKING
EXHIBITION

MARCH 23 – 24
2021 ONLINE

www.bioenergie-events.de/cmp



Funded by



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Our partners



Supporting partner



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Hintergrund
und Zielstellung

Steffi Theurich, Christian Schraube, Daniel Büchner

Bedarfsgerechte Regelung von kleinen,
biomassebefeueren BHKWs

Auf Basis des aktuell diskutierten Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sollen Ölheizungen ab dem Jahr 2026 weitestgehend verboten und alte Gas- oder Ölheizkessel nicht länger als 30 Jahre betrieben werden [1, §72]. Nicht zuletzt spielt daher die Deckung des Wärme- und Kältebedarfs von Gebäuden mittels erneuerbarer Energien eine immer größere Rolle. Biomassebasierte Technologien bieten aufgrund der stetigen Verfügbarkeit und der Möglichkeit eines bedarfsorientierten Einsatzes die Möglichkeit, die hohe Volatilität von Wind- und Solarenergie zumindest teilweise zu kompensieren. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) ermöglichen darüber hinaus aufgrund der gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung in Kombination mit einem Pufferspeicher ein dezentrales Erzeugungs- und Lastmanagement. Durch den optimierten Betrieb von KWK-Anlagen und einem aktiven Wärmespeichermanagement lassen sich dabei sogar Mehrerlöse generieren [2].

Vor diesem Hintergrund soll im SNUKR-Projekt (SNUKR – Steigerung des Nutzens von kleinen, biomassebefeueren BHKWs durch bedarfsgerechte Regelung) ein Regler für kleine biomassebasierte KWK-Anlagen entwickelt und demonstriert werden. Beispielhaft für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung wird ein multivalentes Referenzsystem basierend auf einer stromerzeugenden Pelletheizung mit einem integrierten Stirlingmotor untersucht [3]. Neben dem BHKW ist eine solarthermische Anlage vorhanden.

Verschiedene modellprädiktive Regelstrategien sollen zum einen für den Betreiber einen maximalen Nutzen durch die Erhöhung der Stromproduktion für den Eigenverbrauch und zum anderen einen Anlagenbetrieb mit der höchsten Netzdienlichkeit ermöglichen. Weitere Aspekte wie die Reduzierung der Start-Stopp-Vorgänge, die Gewährleistung einer hohen Datensicherheit sowie eine kostengünstig und dezentrale einsetzbare Lösung des Reglers werden ebenfalls berücksichtigt.

Methodik und
Vorgehensweise

Wie in Abbildung 1 in blau dargestellt, besteht der in LabView programmierte Regler einerseits aus der Reglerplattform, welche alle Schnittstellenfunktionen bereitstellt, und andererseits aus den Regelalgorithmen, die im SNUKR-Reglermodul integriert sind. Für die Validierung des Reglers sollen mit Hilfe des Echtzeitsimulators OP4510 der Firma Opal-RT umfangreiche Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationen durchgeführt werden, die auf realen, im Projekt erfassten Daten basieren. Dafür wird in Simulink das multivalente Heizsystem simuliert, für den Referenzstandort bei ÖkoFEN in Mickhausen parametrisiert, kompiliert und auf den HIL-Simulator übertragen (Abbildung 1, grau). Die Datenauswertung erfolgt anschließend über den Bedienrechner des Simulators (grün dargestellt). Die KWK-Einheit wurde parallel dazu in einem Prüfstand getestet, um technische Einschränkungen hinsichtlich des Teillastverhaltens und der Effizienz sowie der Betriebsflexibilität zu ermitteln.

Ergebnisse
und Ausblick

Im Rahmen der Statuskonferenz sollen in erster Linie die Validierungsergebnisse dargestellt werden. Dafür werden die verschiedenen Regelungskonzepte mit Leistungskennzahlen des Heizsystems wie zum Beispiel jährliche Kosten für Wärme- und Stromerzeugung, Eigenverbrauchsanteil und Netzdienlichkeit bewertet. Es werden auch gerätespezifische Leistungskennzahlen wie beispielsweise Brennstoffeffizienz, Anzahl der Start-Stopp-Vorgänge, Volllaststunden des Kessels und die Wärmespeichereffizienz ermittelt. All dies gibt einen umfangreichen Überblick über den zu erwartenden Nutzen der intelligenten Regelung des multivalenten Heizsystems.



Flexibilisierung

Referenzen

[1] Gesetzentwurf der Bundesregierung, Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude. URL https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/G/gesetzentwurf-zur-vereinheitlichung-des-energieeinsparrechts-fuer-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff 27.05.2020).

[2] JUNGWIRTH, J. (2020): Mehrerlöse durch KWK-Optimierung mithilfe künstlicher Intelligenz. In: energie | wasser-praxis 4/2020. URL: https://www.vk-energie.de/wp-content/uploads/2020/04/ewp_0420_VK_Energie.pdf (Zugriff 26.05.2020).

[3] DIECK, S. (VORTRAG): ÖkoFEN – Strom und Wärme aus Pellets. URL: <https://www.solarzentrum-hamburg.de/site/wp-content/uploads/2017/06/Pelletkessel-mit-Stirlingmotor-von-%C3%96koFEN-1.pdf> (Zugriff 27.05.2020).

Keywords

Systemregler,
Multivalentes Heizsystem,
Kraft-Wärme-Kopplung,
Pelletkessel mit Stirling-Motor,
Hardware-in-the-Loop Simulation

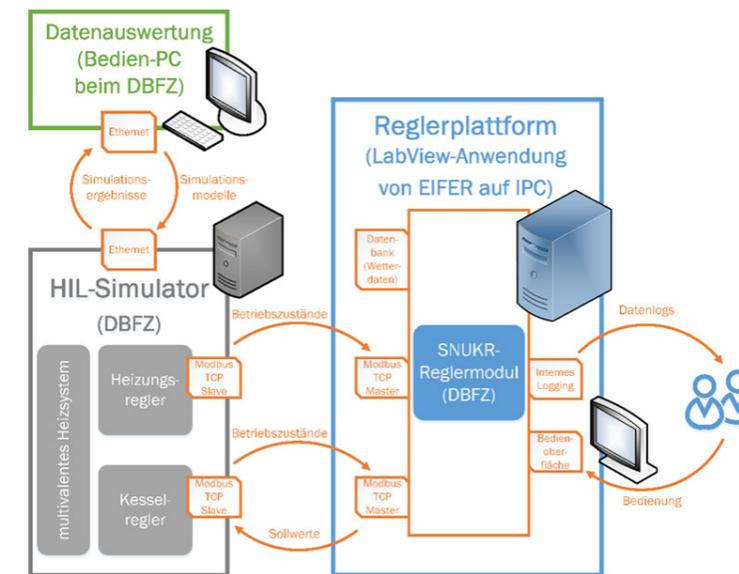


Abb. 1: Technische Umsetzung und Validierung des Systems und deren Regelung

Dr.-Ing. Steffi Theurich¹ (Hauptautor*in),
Christian Schraube², Daniel Büchner¹
steffi.theurich@dbfz.de
+49 (0)341 2434 360

² EIFER – Eifer Europäisches Institut
für Energieforschung EDF-KIT EWIV
Emmy Noether Straße 11,
76131 Karlsruhe

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Hintergrund

Kevin Hoffstadt, Mirjam Schöttler, Anette Anthrakidis, Sebastian Steininger, Simone Krafft, Markus Dahmen, Ulf Herrmann, Isabel Kuperjans

SmartBioFlex – ein neuartiger, ganzheitlicher Ansatz zur flexiblen Methanisierung

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Langfristig muss somit Strom nahezu vollständig aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Insbesondere Photovoltaik- und Windenergie sind mit wetterbedingten Schwankungen in der Stromerzeugung verbunden und vergrößern den Regelleistungsbedarf. Dieser wird zukünftig weder konventionell noch ausschließlich über Stromimporte und -exporte ausgeglichen werden können. Um negative und positive Regelleistung bereitstellen zu können, bedarf es deshalb neben anderen Maßnahmen des Einsatzes verschiedener Speichertechnologien. Elektrische Energie kann unter anderem elektrochemisch in Form von Lithium Ionen- oder Redox-Flow-Batterien, chemisch in Form von Wasserstoff oder Methan (Power-to-Gas) sowie thermisch oder mechanisch gespeichert werden. Durch Methanisierung können die Speicherkapazitäten des Erdgasnetzes genutzt werden. Das Methan kann chemisch durch den Sabatier-Prozess oder biologisch durch methanproduzierende Archaeen aus Wasserstoff und Kohlendioxid gebildet werden. Die biologische Methanisierung hat ggü. der chemischen Methanisierung zum Vorteil, dass die umzusetzenden Gase Verunreinigungen (z.B. H_2S) enthalten dürfen.

Daher wird die Entwicklung eines biologischen, flexiblen Methanisierungsprozesses angestrebt sowie die Erprobung einer neuartigen Reaktorbauform im Realbetrieb. Die Wirkung des Reaktors auf das übergeordnete sektorenggekoppelte Energiesystem und sein Stabilisierungspotenzial für das Stromnetz sollen beispielhaft für die Stadt Jülich an Hand von Netzsimulationen ermittelt werden. Potenziale hinsichtlich Übertragbarkeit auf andere Netzgebiete und Skalierbarkeit des Reaktors sollen abgeleitet werden.

Forschungsschwerpunkte

- Entwicklung und Erprobung eines Röhrenreaktors zur flexiblen Methanisierung
- Simulation der Beschickungsprofile und des flexiblen Reaktorbetriebs anhand von kommunalen Stromnetzdaten
- Mikrobiologische Analyse und Optimierung des Prozesses in Versuchsreaktoren

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Im Rahmen der Arbeit wird ein mäanderförmiger Röhrenreaktor zur flexiblen biologischen Methanproduktion entwickelt. Der Reaktor soll Regelleistung zur mittel- bis langfristigen Energiespeicherung bereitstellen können. Dazu werden verschiedene Betriebsszenarien während des Projektes entworfen und getestet. Ein erstes Reaktorkonzept ist in Abbildung 1 dargestellt.

Der Reaktor soll durch die mäanderförmige Bauweise eine verlängerte Wegstrecke zur Umwandlung des eingesetzten Gasgemisches zu Methan ermöglichen. Die Ziele des Projektes sind erreicht, wenn ein Versuchsreaktor bei 20-40 °C mit einer gut charakterisierten Mikroorganismenkultur Gas mit Methankonzentrationen von über 80% produziert.

Alle relevanten Systemkomponenten des Reaktors werden modelliert, simuliert und mittels der Betriebsdaten aus den Laborversuchen validiert. Szenarien für zukünftige Last- und Erzeugungsprofile werden unter Berücksichtigung des Zubaus erneuerbarer Energien, der Sektorenkopplung und veränderter Energiebedarfe (z.B. verstärkte Nutzung von E-Mobilität) entwickelt, so dass sich zukünftige Betriebsszenarien für ausgewählte Netzgebiete simulieren lassen.

Keywords

Power-to-Gas,
Flexibilität,
Netzstabilität,
Energiespeicher,
Sektorkopplung



Flexibilisierung

Ergebnisse

- Mikrobiologischer Ansatz
- Methanumsatzrate Versuchsreaktoren
- Reaktordesign
- Stabilisierungs- und Flexibilisierungspotenzial für das Stromnetz

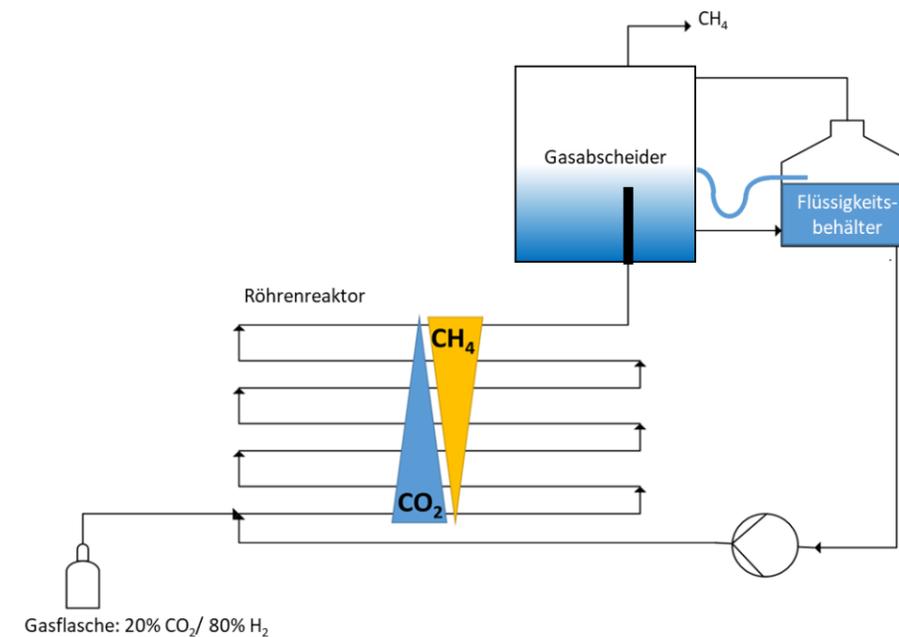


Abb. 1:
Mäanderförmiger Reaktor zur biologischen Methanisierung, Beschickung durch Gasflasche, Umwandlung von CO_2 und H_2 zu CH_4 im Röhrenreaktor, CH_4 und Wasserabtrennung im Gasabscheider über einen Siphon zum Flüssigkeitsbehälter



Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Förderung

Kevin Hoffstadt¹ (Hauptautor*in),
Mirjam Schöttler¹, Anette Anthrakidis¹,
Sebastian Steininger¹,
Simone Krafft¹, Markus Dahmen²,
Prof. Dr. Ulf Herrmann¹, Isabel Kuperjans¹
k.hoffstadt@fh-aachen.de
0241-6009-53079

¹ Fachhochschule Aachen
Heinrich-Mußmannstr. 1
52428 Jülich

² PlanET Biogastechnik GmbH
Up de Hacke 26
48691 Vreden



Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Inhalte
Hintergrund

Dieter Schillingmann

100 % regenerative Energie: Erzeugung
Strompreismanagement, Kraftnetz

Wir (Gesellschaft, Staat, EEG, Genossenschaften, Landwirte, Anlagenbauer, Entwickler, Verbraucher, Erzeuger usw.) haben in Deutschland – im Bereich der Energiewende – sehr gute Ergebnisse erzielt. Leider geht es derzeit so nicht wirklich weiter, obwohl eigentlich – nach dem Vorbild von Prof. Dr.-Ing. Ulrich von Weizsäcker – die weitere Ausgestaltung der Energiewende relativ klar ist.

Der wichtigste Baustein generell in der »Zukunft der Energie« ist der lokale Strommarkt. So lassen sich in Deutschland, zunächst rein auf »SOFTWAREBASIS« – ohne weiteres Hochfahren der eigentlichen regenerativen Kapazitäten an Biogas, Wind und Solar usw. – ca. 1.000 lokale »Energiecluster« installieren. Die Hardwarekosten zum Aufbau eines lokalen Energieclusters belaufen sich zunächst auf einen Server mit Internetanschluss und pro Stromanschluss/Verbraucher einen erweiterten Stromzähler. Der erweiterte Stromzähler zeichnet den jeweiligen Stromverbrauch des jeweiligen Kunden, zu dem entsprechend errechneten Strompreis, zu der jeweiligen Stunde für den jeweiligen Stromverbraucher auf. Diese ermittelten und kundenspezifischen Daten werden klassisch abgerechnet und nicht per Internet herausgegeben, sondern nur kundenintern zur Optimierung von Verbrauch, Kosten, Stromverhalten usw. verwendet. Nach dem Regenis-Konzept – Strompreis nach Angebot und Nachfrage – schwankt der Strompreis von Stunde zu Stunde, um einem Faktor von 0 bis zu 100 (0 - 1 €/kWh). Dadurch wird sich ein energiebewusstes Ein- und Verkaufsverhalten einstellen und es kommt endlich die – von Prof.-U. von Weizsäcker so oft zitierte – Energieeffizienz ans »Laufen«.

Der kostengünstige Schritt zur Einführung der »Energieeffizienz« würde den Stromverbrauch in Deutschland um bis zu 50 % sinken lassen, was wiederum zu einem extrem schnellen Voranschreiten der Energiewende führen würde (siehe Punkt 2 auf dem Poster: Regenis Stromsteuerung).

Gleichzeitig erfolgt hier die Verbindung zu den ca. 20.000 kommunalen, landwirtschaftlichen und gewerblichen Klär- und Biogasanlagen: Immer zu Strommangelzeiten würde das Biogas automatisch sehr werthaltig werden. Die Ineffizienz bestehender BGA-Anlagen – mit der im Durchschnitt mangelhaften Wärmeverwendung ähnlich wie bei Großkraftwerken – kann abgestellt werden. Das Biogas wird als Speichermedium sehr werthaltig und wichtig, denn immer wenn der Strompreis hoch ist, ist die direkte Stromerzeugung aus Wind- und PV-Anlagen gering und das zwischengespeicherte Gas im Schwarm-BHKWs wird als »Lückenfüller« verstromt (siehe Punkt 3 des Posters: Regenis Kraftnetz).

Der Fokus des »Regenis BSK BioSynergie-Kraftwerk« (siehe Punkt 1 des Posters: Regenis Energieerzeugung) liegt auf der synergetischen Vernetzung moderner, regenerativer Energieerzeugungsanlagen (Wind, Biogas, PV, usw.) vor Ort. Hier wird direkt Strom aus Wind und PV-Anlagen erzeugt und verkauft. Indirekt wird Strom über die Gasverstromung – des zu Strombilligzeiten zwischengespeicherten Gases – hergestellt und verkauft. Mehr und mehr wird – wenn das lokale Strompreismanagement tatsächlich eingeführt ist – die Elektrolyse in der Fläche wirtschaftlich betrieben. So wird aus zunehmendem Überschussstrom Wasserstoff generiert, der mehr und mehr dem Biogas beigemischt wird und somit auch sämtliche mobilen Antriebe durch kyrogen gespeichertes »Naturmischgas« bedienen kann. Prinzipiell kann die Umwandlung Strom in Gas und Gas in Strom ineinander überführt werden. Dies ist der REGENIS-Grundgedanke der noch fehlenden Energieeffizienz und Speicherung.



Flexibilisierung

Neben der erweiterten lokalen Energieerzeugung und dem lokalen Energieverbrauch bzw. -speicherung, sowie der aus der Preispolitik folgenden Effizienzsteigerung werden auch viele – aus heutiger Sicht falsch laufende – Prozesse umgestellt werden müssen. Dies bedeutet konkret:

- Korrektur des weltweiten Kohlenstoffkreislaufs: Die Sonne hat hinreichend Energie zur Verfügung. Wir Menschen müssen die Energie aber entsprechend nutzen, hin zu 100% regenerativer Energieerzeugung bei Steigerung der Energieeffizienz und Minderung der CO₂-Emissionen. Alle Fehler und »Reboundeffekte« aller Staaten, Gesellschaften, Menschen, Maschinen, Apparate usw. – beginnend beim persönlichen Energie- und Ressourcenverbrauch, über die Reduzierung der CO₂-Verursacherapparate, wie Dampfmaschine, über Verbrennungsmotoren, Ölheizungen bis zur Flugzeugturbine – müssen auf Dauer auf 100% regenerativ umgestellt werden.
- Nicht Mais und Gülle für die Biogaserzeugung fördern, sondern insbesondere biogene Reststoffe (Mist, Gülleinhaltsstoffe, Stroh, Bioabfälle usw. in BGA's): Biogasanlagen werden zu Gas- und Düngerproduktionsanlagen umgewandelt und das wirtschaftlich auch ohne EEG! Dadurch soll aus der klassischen Güllewirtschaft die Kreislaufwirtschaft für Biodünger entstehen. Somit entfällt das Problem »Stickstoff im Grundwasser« und der Stickstoff-Kreislauf wird mehr und mehr geschlossen, was dazu führt, dass das »CO₂-emittierende Haber Bosch Verfahren« abgestellt werden kann.
- Lösung des Phosphorproblems: Der P-Kreislauf soll geschlossen werden – aber nicht entsprechend der Empfehlungen der »Deutschen Phosphorplattform« durch die Verbrennung des Klärschlammes. Denn aus der Asche ist aufgrund des Vergasungsprozesses eine P-Gewinnung nach der Verbrennung wirtschaftlich nicht möglich. Hier bietet sich eine synergetische Lösung von Regenis Contreaktoren direkt auf den Kläranlagenstandorten zur Entwässerung, Trocknung und Entgasung an.
- Stickstoffemissionen in die Luft: Kläranlagen sollten in den nächsten 100 Jahren durch andere Input-, Betriebs-, und Outputkonzepte umgebaut werden. Weg von Nitrifizierung und Denitrifizierung dafür hin zur synergetischen Vernetzung von einzelnen Verfahrensketten vor Ort.

Es ist an der Zeit aus der Not eine Tugend zu machen, es lassen sich viele neue Arbeitsplätze in der Region schaffen. Den Kommunen und den Genossenschaften fällt eine besondere Aufgabe zu, denn die derzeitigen Kapitalgesellschaften sind offenbar wenig daran interessiert die notwendige »Ökologie« in Ihre »Ökonomie« einzukoppeln. Hier sollte die Gesellschaft eine eher langfristige und auch globale Strategie – pro Leben auf der Erde – fahren.

Dr.-Ing. D. Schillingmann

info@regenis.de
05431 907091,
0151 12870383

REW Regenis
Regenerative Energie
Wirtschaftssysteme GmbH
Finkenweg 3, 49610 Quakenbrück
www.regenis.de



DIGITALE

POSTER AUSSTELLUNG



Digitalisierung

- 86 *Mohammad Aleysa*
 Gestufte Verbrennung mit Abgasrückführung und integrierter Abgasreinigung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen zur thermischen Verwertung von biogenen und Restbrennstoffen (GVAGR-System)
- 88 *Mohammad Aleysa*
 Intelligentes Verbrennungs- und Energiemanagementsystem für eine effiziente und schadstoffarme Bereitstellung und Nutzung von Wärme aus Biomasseheizkesseln (VEMS)
- 89 *Christian Behm, Avichal Malhotra, Maximilian Schildt, Sebastian Weck-Ponten, Jérôme Frisch, Christoph van Treeck*
 Anforderungen an ein Schema zur Ergänzung der Energy ADE um Anlagen- und Gebäudetechnik
- 91 *Chris Eicke, Daniel Schirmer, Andreas Daum, Lars Baumann*
 Management regionaler Stromnetzstabilität
- 92 *Jonas Gottschald, Marius Reich, Mario Adam, Rüdiger Leibauer*
 Selbstlernende Betriebsoptimierung einer hybriden Nahwärmeversorgung
- 94 *John Grunewald, Volker Stockinger, Robin Zeh, Hans Petzold, Hauke Hirsch*
 Simulation des hygrothermischen Verhaltens des Erdreichs bei Wärmeentzug durch Bodenwärmetauscher
- 96 *Philipp Janßen, Ina Herrmann, Carlos Álvarez-Bel*
 Eine Simulationsstudie zum Lastglättungspotenzial wärmenetzintegrierter Gebäude als Anwendungsbeispiel für einen Zustandsschätzer
- 98 *Martin Knorr, Stephan Wiemann, Sebastian Kraemer, Joachim Seifert*
 National 5G Energy Hub – Einführung zukunftssträchtiger Kommunikationsstrukturen in der Energietechnik
- 100 *Jürgen Oischinger, Martin Meiller, Philipp Danz, Andreas Schröder*
 Verbundvorhaben DigitalFire: Optimierung von Datenerfassung und Steuerungstechnik für Biomassefeuerungen
- 103 *Jan Richarz, Sarah Henn, Xuchao Ying, Laura Maier, Tanja Osterhage, Dirk Müller*
 Szenarioanalyse des Nutzungsstroms in Nur-Strom-Nichtwohngebäuden für die Auslegungsoptimierung von thermischen und elektrischen Speichersystemen
- 106 *Christopher Ripp, Johannes Oltmanns, Mario Beykirch, Florian Steinke*
 Multi-modales Echtzeit Energiemonitoring als Basis eines digitalen Zwillings des Energiesystems des Campus Lichtwiese der TU Darmstadt

- 109 *Michael Stolze*
 TransUrban.NRW – Digitale Quartiersenergiesysteme

- 112 *Dietrich Schmidt, Anna Kallert*
 Digitalisierung der Fernwärme

- 114 *Shengjuan Wang, Nikolai Körber, Julia Straub, Diana Hehenberger-Risse, Sascha Hauke, Alexander Wallis*
 Digitale Energienutzung zur Erhöhung der Energieeffizienz durch interaktive Vernetzung

Poster

Mohammad Aleysa

AUSSTELLUNG

Gestufte Verbrennung mit Abgasrückführung und integrierter Abgasreinigung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen zur thermischen Verwertung von biogenen und Restbrennstoffen (GVAGR-System)

Hintergrund

Die thermische Verwertung der Biomasse in Heizkesseln stellt eine wichtige Methode dar, die für die Versorgung von Haushalten und vielen Gewerbebetrieben mit Wärme und Warmwasser zunehmend verwendet wird. Zur thermischen Verwertung der Biomasse kommen überwiegend Verbrennungstechnologien bzw. Biomasseheizkessel mit einer thermischen Leistung von bis zu 200 kW zum Einsatz, bei denen bisher eine Abgasreinigung zur Einhaltung der Emissionsanforderungen gemäß der 1. BImSchV sowie der Ökodesignrichtlinie notwendig ist. Gemäß dem Stand der Technik ist eine Abgasreinigung mit hohem technischem Aufwand und Kosten verbunden. Sollten keine entsprechenden Verbrennungstechnologien ohne zusätzliche Abgasreinigung entwickelt werden, wird die thermische Nutzung von vielen potentiellen biogenen Festbrennstoffen massiv in Kleinfeuerungsanlagentechniken eingeschränkt.

Forschungsschwerpunkte

Das GVAGR-Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung und Erprobung eines neuen Verbrennungssystems, das sogenannte GVAGR-System (zweistufige Verbrennung mit Abgasrückführung und einer integrierter Abgasreinigung) für automatisch beschickte Biomasseheizkessel mit einer thermischen Leistung bis 200 kW. Dieses innovative Verbrennungssystem ist insbesondere für die Verbrennung biogener Brennstoffe mit ungünstigen verbrennungstechnischen Eigenschaften bzw. Elementarzusammensetzungen (stickstoff-, schwefel- und chlorhaltige Brennstoffe) wie z. B. minderqualitative Hackschnitzel, Stroh, Gärreste und andere biogene Agrar-Brennstoffe geeignet. Mit dem GVAGR-System sollen die Emissionsanforderungen gemäß der 1. BImSchV sowie gemäß der Ökodesignrichtlinie unabhängig von dem eingesetzten Brennstoff und gegebenenfalls mit einer einfachen Abgasreinigung eingehalten werden. Der innovative Kern der angestrebten Entwicklung besteht darin, dass die relevantesten Betriebsparameter vor allem Sauerstoffgehalt und Temperatur sowie die Schürung des Brennstoffs im Glutbettbereich so gezielt kontrolliert werden, dass die Bildung von Schadstoffen gehemmt bzw. erschwert wird.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Die folgenden konkreten Maßnahmen wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts durchgeführt:

- Entwicklung eines Biomasseheizkessels auf Basis des GVAGR-Systems bestehend aus einer gestuften Verbrennung, Abgasrückführung und einer integrierter Zyklon-Brennkammer
- Erprobung der entwickelten Verbrennungstechnologie mit unterschiedlichen biogenen Brennstoffen. Ein besonderes Merkmal wird dabei auf die Minderung von Schadstoffen gelegt, welche in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt sowie der Temperatur im Glutbettbereich und zusätzlich von dem Schüreffekt gebildet werden können. Darunter zählen zahlreiche staub- (z. B. Metalloxide: CaO, Al₂O₃, SiO₂ und Schwermetalloxide) und gasförmige (NO_x, SO₂ usw.) Schadstoffemissionen.



Digitalisierung

Ergebnisse

- Auslegung, Konstruktion und Anfertigung eines Versuchsprototyps des GVAGR-Systems,
- Aufbau des Entwicklungsstands mit der Mess- und Datenerfassungstechnik,
- Entwicklung des Versuchsreglers mit dem Betriebsüberwachungssystem,
- Durchführung von konstruktiven Optimierungen an dem Versuchsprototyp (Abgasrückführung, Fördersystem zur Beschickung von biogenen Brennstoffen, Luftzufuhrsystem für die Einstellung bestimmter Sauerstoffkonzentrationen in der Primär- und Sekundärluft, Brennstoffanzündsystem usw.),
- Erstinbetriebnahme der Verbrennungsversuchsanlage auf einem Prüfstand nach DIN EN 304 und DIN EN 303-5 und Durchführung der ersten Verbrennungsversuche.

Dr.-Ing. Mohammad Aleysa

mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de
+49 711 970-3455Fraunhofer-Institut für
Bauphysik IBP,
Nobelstrasse 12,
70569 Stuttgart

Keywords

Abgasrückführung,
biogene Restbrennstoffnutzung,
Emissionsminderung

Poster

Mohammad Aleysa

AUSSTELLUNG

Intelligentes Verbrennungs- und Energiemanagementsystem für eine effiziente und schadstoffarme Bereitstellung und Nutzung von Wärme aus Biomasseheizkesseln (VEMS)

Hintergrund

Der Ausbau einer ökonomischen und ökologischen Energieversorgung stellt eine der höchsten Prioritäten der Energiewirtschaft dar. Nach Angaben des Umweltbundesamtes werden in Deutschland etwa 35 Prozent des Endenergieverbrauchs und 30 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen in Gebäuden verursacht. Aufgrund der Bestrebungen der Bundesregierung die CO₂-Emissionen und den Energiebedarf in Wohngebäuden zu senken, sollen zukünftig neue Maßnahmen zur Steigerung der Gebäudeeffizienz entwickelt werden. Im Allgemeinen lassen sich die Energie- und CO₂-Einsparziele im Gebäudebereich durch Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik erreichen. Zwar kann durch die Sanierung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik eine bedeutsame Effizienzsteigerung erzielt werden, jedoch können in den Gebäuden nicht nur während der Wärmeerzeugung, sondern auch bei der Wärmenutzung bzw. Wärmespeicherung hohe Wärmeverluste entstehen. Die Anwendung von neuen Verbrennungs- und Energiemanagementsystemen soll zu einer deutlichen Steigerung der Effizienz und somit Minderung des Energieverbrauchs führen.

Forschungsschwerpunkte

In diesem Forschungsprojekt wird ein intelligentes Verbrennungs- und Energiemanagementsystem (VEMS) für eine effiziente Bereitstellung und Nutzung von Wärme sowie smarte Integration von Biomasseheizkesseln in unterschiedlichen Gebäudetypen unter Berücksichtigung sonstiger erneuerbarer Energieerzeuger entwickelt. Das VEMS behandelt die Schnittstelle zwischen dem Energieerzeuger und dem Gebäude aus einer regelungstechnischen und hydraulischen Sicht, sodass die Wärme gemäß dem Bedarf und Verbrauch effizient und schadstoffarm produziert, gespeichert und anschließend effizient genutzt werden kann.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Das gesamte Forschungsprojekt ist in drei Meilensteine geteilt. Projektbegleitend wird zunächst eine Studie über die Anforderungen für den Einsatz von Verbrennungs- und Energiemanagementsystemen durchgeführt. Auf Basis der Ergebnisse aus dieser Studie wird eine effektive hydraulische und regelungstechnische Bindung für unterschiedliche Wärmebereitstellungssysteme entwickelt. Auf einem Prüfstand werden Simulationen von unterschiedlichen Betriebszuständen unter bekannten und reproduzierbaren Bedingungen und Dauererprobungen durchgeführt.

Ergebnisse

- Entwicklung einer Regelung für Biomasseheizkessel zur bedarfsgerechten Wärmebereitstellung,
- Erfolgreiche Simulationen von unterschiedlichen praxisrelevanten Betriebszuständen
- Entwicklung einer verfahrenstechnischen Grundlage für die intelligente Bindung von Energiebereitstellungssystemen in Gebäuden.

Keywords

Energiemanagementsystem,
Energiekopplung,
Biomassefeuerung

Dr.-Ing. Mohammad Aleysa

mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de
+49 711 970-3455

Fraunhofer-Institut für
Bauphysik IBP,
Nobelstrasse 12,
70569 Stuttgart

Poster

Christian Behm, Avichal Malhotra, Maximilian Schildt, Sebastian Weck-Ponten, Jérôme Frisch, Christoph van Treeck

AUSSTELLUNG

Anforderungen an ein Schema zur Ergänzung der Energy ADE um Anlagen- und Gebäudetechnik

Hintergrund

Für die dynamische Gebäudesimulation werden sowohl auf Gebäude- als auch auf Quartiersebene große Datenmengen benötigt. Diese benötigten Daten hängen maßgeblich von der Qualität, der Quantität und der Granularität der einzelnen Modelle und deren Parametern ab. Für die effiziente Speicherung, den Austausch und vor allem die Wiederverwendung der Informationen ist ein umfassendes Datenmanagementsystem unabdingbar. Darüber hinaus sollte das System die Zwischenspeicherung aller relevanten Daten auf Quartiersebene in Bezug auf einzelne Gebäude, Heiz- und Kühlsysteme sowie der Versorgungsnetze erleichtern. Existierende Datenbank-Managementsysteme für die Abbildung von 3D-Gebäudemodellen wie z.B. die Abbildung des CityGML-Schemas [1] in der 3D-CityDB [2] erlauben bereits das Speichern semantischer und topologischer Gebäudedaten. CityGML ist ein XML-basierter offener Standard zur Modellierung von virtuellen 3D-Gebäudedaten auf Quartiersebene. Diese Daten sind in fünf Levels of Detail (LoD) [1], [5] abbildbar, wobei LoD 0 einer Grundfläche und LoD 4 einer Abbildung des detaillierten Gebäudes inklusive Innenarchitektur entspricht. Die Energy Application Domain Extension (ADE) [3] ermöglicht die Abbildung von energiebezogenen Gebäudedaten und durch die Utility Network ADE [4] ist die Abbildung von Versorgungsnetzen gegeben. Jegliche Datenablage der Anlagen- und Gebäudetechnik fehlt jedoch in der Energy ADE 2.0.

Daher wollen die Autoren eine Struktur der verschiedenen Komponenten entwickeln, welche Energiesimulationen und -analysen auf Gebäude- und Quartiersebene ermöglicht. Für die Entwicklung eines umfassenden Datenbankmanagementsystems werden die Informationsbedarfe der verschiedenen Anlagen analysiert und die Parameter der einzelnen Komponenten strukturiert. Um eine Integration der Anlagen- und Gebäudetechnik in die Energy ADE 2.0 zu ermöglichen, müssen die fehlenden Modelle innerhalb des bestehenden Schemas identifiziert und dann induktiv die Anforderungen an die zu ergänzende Struktur ermittelt werden.

Zentraler Forschungsschwerpunkt ist die ganzheitliche Integration von Quartiersdaten in einer strukturell konsistenten und vernetzten Datenhaltung. Dabei soll eine Integration an das bestehende CityGML-Schema bzw. die Energy ADE ermöglicht werden.

Forschungsschwerpunkte

Basierend auf den Untersuchungen innerhalb der Energiesysteme des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Reallabors SmartQuart (FKZ 03EWR010B), das eine perspektivische Blaupause für die dezentrale Energiewende entwickeln wird, wird eine Analyse durchgeführt, welche Komponenten der Anlagen- und Gebäudetechnik mit welchem Detailgrad zusätzlich abgebildet werden sollen und wo die Bilanzgrenze gezogen wird. Die abzubildenden Komponenten werden systematisch strukturiert und in zusammenhängende Kategorien wie z.B. Energiequellen, -umwandlung und -übertragung eingeordnet. In einer eingehenden Analyse wird geprüft, welche dieser Komponenten bereits durch bestehende ADEs abgebildet werden können. Für die fehlenden Komponenten werden zentrale Anforderungen an eine zu erstellende modulare XML-Schema-Definition (XSD) aufgestellt, die die bestehenden Strukturen ergänzen und eine spätere Überführung in ein Datenbankmanagementsystem zur quartiersweiten Datenspeicherung erlauben. Zentrale Abhängigkeiten zwischen den Kategorien werden ermittelt, so dass im Anschluss an diese Arbeit ein Schema der Anlagen- und Gebäudetechnik in bestehende ADEs, vor allem die Energy ADE, eingebunden werden kann. ▶

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Poster

Anforderungen an ein Schema zur Ergänzung der Energy ADE mit einer Anlagen- und Gebäudetechnik

Ergebnisse

- Liste von Komponenten, die nicht durch die Energy ADE oder die Utility Networks ADE abgebildet werden können
- Entwicklung eines Anforderungskataloges für ein zu erstellendes Schema der bisher nicht abgebildeten Anlagen- und Gebäudetechnik
- Aufteilung der Komponenten in Kategorien wie z.B. Energiequellen, -umwandlung und -übertragung
- Methodik zur Entscheidung der abzubildenden Komponenten
- Klarheit über den Detaillierungsgrad der zu schematisierenden Daten
- Anwendungsszenarien einer solchen Strukturierung je nach Detailtiefe bzw. Bilanzgrenze

Referenzen

- [1] GRÖGER, G.; KOLBE, T.; NAGEL, C.; HÄFELE, K. (2012): »OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard« OGC.
- [2] YAO, Z.; NAGEL, C.; KUNDE, F.; HUDRA, G.; WILLKOMM, P.; DONAUBAUER, A.; ADOLPHI, T.; KOLBE, T. H. (2018): »3DCityDB - a 3D geodatabase solution for the management, analysis, and visualization of semantic 3D city models based on CityGML«, Open Geospatial Data, Software and Standards.
- [3] AGUGIARO, G.; BENNER, J.; CIPRIANO, P.; NOUVEL, R. (2018): »The Energy Application Domain Extension for CityGML: enhancing interoperability for urban energy simulations«, Open Geospatial Data, Software and Standards, 5 March 2018.
- [4] KUTZNER, T.; KOLBE, T. H. (2016): »Extending Semantic 3D City Models by Supply and Disposal Networks for Analysing the Urban Supply Situation«, in Lösungen für eine Welt im Wandel, Dreiländertagung der SGPF, DGPF und OVG, 36. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF.
- [5] MALHOTRA, A.; SHAMOVICH, M.; FRISCH, J.; TREECK, C. v. (2019): »Parametric Study of different Levels of Detail of CityGML and Energy ADE Information for Energy Performance Simulations«, in IBPSA Building Simulation, Rome, 2019.

Keywords

Dateninfrastruktur,
CityGML,
Energy ADE,
Anlagentechnik

Christian Behm (Hauptautor*in),
Avichal Malhotra, Maximilian Schildt,
Sebastian Weck-Ponten,
Dr.-Ing Jérôme Frisch,
Univ.-Prof Dr.-Ing. Christoph van Treeck
behm@e3d.rwth-aachen.de
0049 241 80 22066

E3D - Lehrstuhl für
Energieeffizientes Bauen
RWTH Aachen
Mathieustraße 30,
52074 Aachen,
Deutschland

Poster

Management regionaler Stromnetzstabilität

Chris Eicke, Daniel Schirmer, Andreas Daum, Lars Baumann

AUSSTELLUNG

Hintergrund
Ziel

Die finanzielle Förderung regenerativer Erzeugungsanlagen im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ist regelmäßig auf eine Laufzeit von 20 Jahren zzgl. des Inbetriebnahmejahres begrenzt. Mit Blick auf die Inbetriebnahmedaten der bestehenden Anlagenlandschaft in Deutschland stellt sich technologieübergreifend – insbesondere auch für den Biogas-Sektor – die Frage nach möglichen Nachfolgekonzepten, die sowohl etwaige Folgeprogramme, z. B. über EEG-Ausschreibungsmodelle, als auch förderunabhängige Erlösoptionen integrieren. Parallel zum absehbaren Ende der 20-jährigen Förderperiode vieler Anlagen befindet sich das Stromnetz in Deutschland in einem Wandel seiner grundsätzlichen Gestalt. Während mit der Zunahme regenerativer Erzeugungskapazitäten in den letzten etwa 15 Jahren insbesondere eine systeminhärente Dezentralisierung einherging, ist fortan auch eine zunehmende Digitalisierung festzustellen. Die Digitalisierung ist dabei geprägt durch eine Verknüpfung physischer Objekte mit virtuellen Repräsentationen und einem entsprechenden Informationsaustausch über das Internet (»Internet der Dinge«). Eine wesentliche Fragestellung bezieht sich auf die Gestaltung des Informationsaustauschs zwischen regionalen Stromproduzenten und abnehmern unter Integration regionaler Direktvermarktungsprozesse. Der Beitrag beschreibt die Entwicklung eines IT-Systems zur Realisierung eines regionalen Handelsmodells für Strom und Systemdienstleistungen.

Der Beitrag kann dem EFRE-geförderten Forschungsprojekt »MARESTO, Entwicklung eines regionalen Handelsmodells für Strom und Regelenergie auf Grundlage der Blockchain-Technologie« zugeordnet werden. Das Vorhaben mit einem Volumen von etwa EUR 233 tsd. wird im Förderzeitraum 01.10.2019 bis 30.09.2021 an der Hochschule Hannover unter Leitung von Prof. Dr. Andreas Daum durchgeführt. An der Hochschule Hannover ist es in der Forschungsgruppe inergi für Erneuerbare Energien (<http://www.inergi.de>) verortet. Als Praxispartner wirken Projektentwickler, Betreiber von regenerativen Erzeugungsanlagen sowie ein Netzbetreiber mit.

Es werden die aktuellen Erkenntnisse von drei Ergebnisbereichen zusammengefasst als Poster vorgestellt:

Prozessmodell: Der Ergebnisbereich Prozessmodell beschreibt die im IT-System zu etablierenden Geschäftsprozesse für einen digitalisierten, regionalen Stromhandel zwischen Produzenten und Abnehmern und beschreibt zudem Prozesse im Austausch mit dem Umsystem, z. B. im Kontext des Bilanzkreismanagements.

Informationsmodell: Während das Prozessmodell eine vorgehensorientierte Sichtweise einnimmt, werden im Informationsmodell die zur Implementierung der Prozesse in einem IT-System benötigten Daten sowie ihre Zusammenhänge dargestellt. Die Implementierung erfolgt unter Integration der Blockchain-Technologie.

Wirtschaftlichkeit & Controlling: Der Ergebnisbereich Wirtschaftlichkeit & Controlling beschäftigt sich mit den finanziellen Implikationen der Implementierung eines regionalen Stromhandelsmodells. Es wird erläutert, welche Transaktionen realisiert werden, welche Selbstkostenpreise und Vermarktungspreise realisierbar sind und welche Leistungen mit Systemen außerhalb der Region ausgetauscht werden. Insofern zeigt der Ergebnisbereich Wirtschaftlichkeit & Controlling insbesondere auch die finanziellen Perspektiven regenerativer Erzeugungsanlagen in zukünftigen Stromnetz-Architekturen auf.

Keywords

Energieautarkie,
Systemdienstleistungen,
Blockchain,
Handelsmodell

Forschungsschwerpunkte

Konkrete Aktivitäten
Ergebnisse

Chris Eicke, Daniel Schirmer,
Prof. Dr. Andreas Daum,
Prof. Dr. Lars Baumann

chris.eicke@hs-hannover.de
www.inergi.de

Hochschule Hannover
Fakultät IV – Wirtschaft und
Informatik, Abteilungen
Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsinformatik
Forschungsgruppe inergi für
Erneuerbare Energien
Ricklinger Stadtweg 120
30459 Hannover

Poster

Jonas Gottschald, Marius Reich, Mario Adam, Rüdiger Leibauer

AUSSTELLUNG

Selbstlernende Betriebsoptimierung einer hybriden Nahwärmeversorgung

Hintergrund

Die Wärmeversorgung der Zukunft wird sich ebenso wie die Stromversorgung durch einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien auszeichnen. Aufgrund der Fluktuation erneuerbarer Energien wegen wechselnder Wetterverhältnisse ist eine hohe Flexibilität gefragt, die im Forschungsprojekt BestHeatNet erprobt wird. Die Wärmeversorgung für das im Bau befindliche Quartier »Auf dem Zanger« in Kempen am Niederrhein mit rund 130 Wohneinheiten wird hierfür zum Reallabor. Solarthermie, PowerToHeat mit Elektrowärmepumpe mit Erdsonden und Elektroheizstab, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK), Spitzenlastkessel und Photovoltaik-Anlage mit Batterie produzieren zukünftig benötigte Wärme und Strom aus unterschiedlichen Energiequellen. Der Erneuerbaren Energien Anteil aus lokaler Produktion soll rund 30% betragen und ließe sich durch Bezug von Biogas und Ökostrom weiter steigern.

Der Vorteil des hybriden Systems mit Erdwärmepumpe und KWK-Modul ist die Koppelung des Strom- und Wärmemarktes und die damit verbundene zusätzliche Flexibilitätsoption für den Strommarkt (Strom verbrauchen oder produzieren). Ein Zusammenspiel dieser Wärmeerzeuger befähigt das Nahwärmesystem, Umweltschonung und Wirtschaftlichkeit in eine umfassende Betriebsoptimierung mit einzubeziehen. Die unterschiedlichen Wärmeerzeuger und Energiequellen eröffnen flexible Reaktionsmöglichkeiten auf sich verändernde energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen, z.B. Strommarktsituationen (hohe, niedrige, negative Strompreise) und andere äußere Einflüsse (Sonneneinstrahlung, Außentemperaturen, Wärmelast).

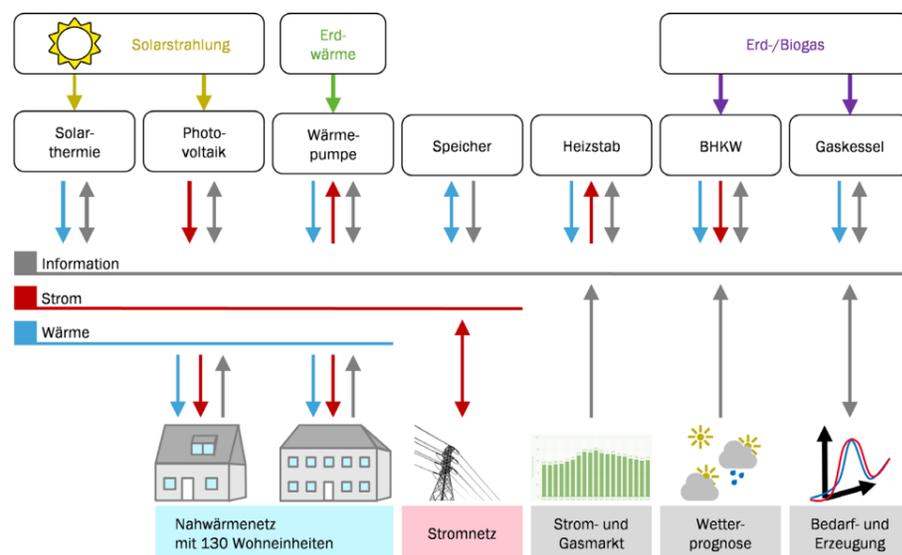


Abb. 1:

Übersichtsschema vom hybriden Nahwärmesystem (Hochschule Düsseldorf)

Forschungsschwerpunkte

Ein entsprechend komplexes Wärmeversorgungssystem benötigt zur Hebung der maximalen Kosten- und CO₂-Minderungspotentiale ein geeignetes Regel-/Steuerungssystem. Die Regel-/Steuerung wird so ausgestaltet, dass mittels Messwerten aus der Anlage und Kurzzeitprognosen für externe Größen wie Wetter, Strom- und Gaspreis sowie Wärmelast kontinuierlich nach ökologischen und ökonomischen Kriterien paretooptimierte Betriebsstrategien ermittelt und



Digitalisierung

ausgewählt werden. Da die Randbedingungen während der Lebensdauer des Systems kontinuierlichen Änderungen ausgesetzt sind, soll die Regelung dynamisch und selbstlernend sein, sowie gleichzeitig über ein Überwachungs- und Priorisierungssystem für den Betreiber verfügen. Selbstlernende Algorithmen können besonders gut durch nicht parametrische Metamodelle wie künstliche neuronale Netze oder Gaußprozess Regressionen abgebildet werden. Diese haben bei der Auswertung und Prognose einen deutlichen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber z.B. detaillierten Systemsimulationen. Die Schnelligkeit dieser Metamodelle begünstigt auch den Einsatz von sonst rechenintensiven Optimierungsalgorithmen zur Ermittlung der optimalen Betriebsstrategien.

Auf dem Poster wird das Wärmeversorgungskonzept und die Funktionsweise der innovativen Regel- und Steuerung erläutert sowie ein Einblick in den aktuellen Stand im Baugebiet gegeben. Die eingesetzten digitalen Werkzeuge zur Prognose und Optimierung sowie deren Performanz werden dargestellt und ein Überblick über die nächsten Tätigkeiten im Forschungsprojekt gegeben.

Ergebnisse

Keywords

Nahwärme,
Künstliche Intelligenz,
Flexibilität,
Optimierung,
Sektorkopplung

Jonas Gottschald¹ (Hauptautor*in),
Marius Reich¹, Prof. Dr.-Ing. Mario Adam¹,
Rüdiger Leibauer²

jonas.gottschald@hs-duesseldorf.de
0211 4351 3575

¹ Hochschule Düsseldorf,
Münsterstraße 156,
40476 Düsseldorf, Deutschland

² Stadtwerke Kempen GmbH

Poster

John Grunewald, Volker Stockinger, Robin Zeh, Hans Petzold, Hauke Hirsch

AUSSTELLUNG

Simulation des hygrothermischen Verhaltens des Erdreichs bei Wärmeentzug durch Bodenwärmetauscher

Hintergrund

Hinter den Begriffen »oberflächennahe Geothermie« und »Erdeisspeicher« steht die Entwicklung einer Technologie zur Nutzung der im Erdreich gespeicherten Umweltwärme. Die besonderen Vorteile dieser Technologie bestehen darin, dass die Wärme in den Schichten des Erdreichs entzogen wird, die sich klimabedingt auf natürliche Weise regenerieren können und dass die in der Phasenumwandlung freiwerdende Energie des Wassers aktiv mitgenutzt werden kann. Kostenintensive Tiefenbohrungen werden dadurch vermieden und die latent gespeicherte Wärme und Kälte lässt sich saisonal verschieben, d.h. ein im Winter aufgebautes Kältepotential kann im Sommer genutzt werden und umgekehrt.

Das Ziel dieses Beitrages besteht darin, wissenschaftliche Methoden der Bewertung des Betriebsverhaltens von Bodenwärmetauschern vorzustellen. Die numerische Simulation des hygrothermischen Verhaltens des Erdreichs liefert quantitative Aussagen über die Temperaturverhältnisse im Erdreich. Von besonderem Interesse ist die Bewertung des Einflusses der Eisbildung auf den Energieertrag und die Langzeitstabilität der Regeneration. Anhand der Erfahrungen und mehrjährigen Messdaten mit einer in Betrieb befindlichen Anlage werden die Simulationsergebnisse verifiziert.

Forschungsschwerpunkte

Zur wissenschaftlichen Simulation des Betriebsverhaltens von Bodenwärmetauschern gehört die Erstellung eines Bilanzmodells, welches geeignet parametrisiert werden muss. Dazu ist die Kenntnis der Klimadaten und Bodeneigenschaften, sowie der Auslegungs- und Betriebsparameter der Anlage notwendig. Die Qualität der Parametrisierung bestimmt neben der Modellqualität die Belastbarkeit der Ergebnisse. Daraus ergeben sich automatisch die Forschungsfragen nach der angemessenen Modellierungstiefe und Genauigkeit der Eingabedaten.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Mit dem numerischen Simulationsprogramm DELPHIN6, welches ganz allgemein dynamische Feuchte- und Wärmetransportprozesse in porösen Medien abbildet, werden real verbaute Kollektorfelder modelliert. Dazu wird das Erdreich im Einzugsbereich der Kollektorfelder bis in eine Tiefe von 15 m mit finiten Volumina vernetzt und die Temperatur-, Strahlungs- und Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes an der Oberkante des Erdreichs angesetzt. Die Lastkurven der zu versorgenden Gebäude werden als Wärmesenken im Einzugsbereich der Erdwärmekollektoren modelliert. Im Ergebnis steht die zeitliche Entwicklung der Temperatur-, Wassergehalts- und Eisgehaltsfelder des Erdreiches, die Aufschluss über das Betriebsverhalten der Anlage und die saisonale Regeneration des Erdreichs geben. Dieses bereits etablierte Verfahren wird nun schrittweise für die Modellierungen von Großkollektoranlagen und kalten Nahwärmenetzen erweitert und systematisch mit Messdaten aus realen Umsetzungsprojekten validiert.

Ergebnisse

Welche Ergebnisse werden im Vortrag konkret präsentiert?

Es kann gezeigt werden, dass ein geeignet parametrisiertes Simulationsmodell dieser Qualität das dynamische Verhalten oberflächennaher Geothermiesysteme sehr genau abbilden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse der Einflüsse und Wechselwirkungen im Erdreich dienen dem tieferen Verständnis, der Dimensionierung und Optimierung zukünftiger Systeme.

Was ist ihre Erfolgsgeschichte? Bzw. Was haben Sie gelernt?

Die Auswertung der Simulationsergebnisse liefert eine Fülle an Information, die an die normalerweise nicht oder nur mit großem messtechnischen Aufwand erreicht wird. Der messtechnische

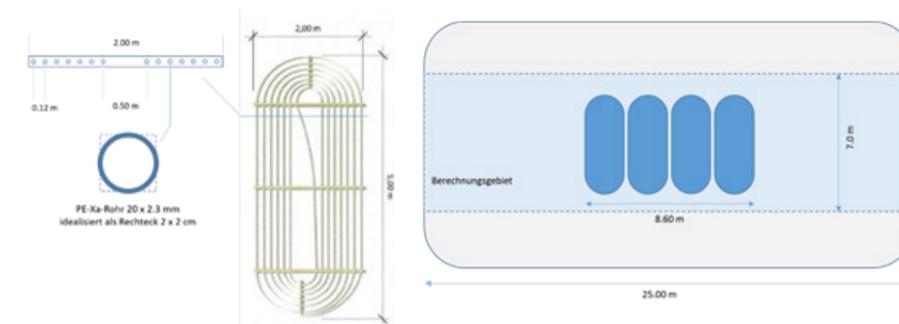


Digitalisierung

Abgleich mit dem Realsystem erhöht die Sicherheit und Belastbarkeit der Schlussfolgerungen. Ebenfalls konnten bereits erste Wechselwirkungen und Beeinflussungen innerhalb größerer Systeme abgeleitet werden, welche bisher in keiner Auslegungsnorm betrachtet werden und einer genaueren Untersuchung bedürfen.

[1] GRUNEWALD, J., STOCKINGER, V., WEISS, D., BLAICH, L., NICOLAI, A., & VAN TREECK, C. (2015). Neue Anforderungen an Planungswerkzeuge für Energie⊕-Siedlungen und-Quartiere. In Bauphysik-Kalender 2015.

[2] NICOLAI, A., & GRUNEWALD, J. (2011). Towards a semi-generic simulation framework for mass and energy transport in porous materials. Paper presented at the 9th Nordic Symposium on Building Physics, Tampere, Finland.



Referenzen

Weitere
Informationen

Abb. 1:
Schematische Abbildung eines
Erdwärmekollektors und
modelliertes Kollektorfeld

Prof. Dr.-Ing. John Grunewald¹
(Hauptautor*in),
Prof. Dr.-Ing. Volker Stockinger²,
Robin Zeh², Hans Petzold³,
Hauke Hirsch³

john.grunewald@tu-dresden.de
+49 (0)351 463-35259

¹ Lehrstuhl für Bauphysik,
Technische Universität Dresden, Bereich
Bau und Umwelt, Fakultät Architektur,
Institut für Bauklimatik,
Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

² Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

³ Institut für Bauklimatik,
Technische Universität Dresden

Keywords

Bodenwärmetauscher,
Hygrothermische Simulation,
regenerative Wärme,
oberflächennahe Geothermie,
Erdeisspeicher,
Kalte Nahwärmenetze

Poster

AUSSTELLUNG

Philipp Janßen, Ina Herrmann, Carlos Álvarez-Bel

Eine Simulationsstudie zum Lastglättungspotenzial wärmenetzintegrierter Gebäude als Anwendungsbeispiel für einen Zustandsschätzer

Hintergrund

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung kann bei den Entwicklungen zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung sowie zu einem zukünftigen, integrierten Energiesystem mit Sektorkopplung einen wesentlichen Beitrag leisten. Beide Themen profitieren von der Schaffung und Nutzung thermischer Flexibilitäten sowohl auf der Erzeuger- als auch der Verbraucherebene. Um diese jedoch umzusetzen müssen neue Technologien zur Wärmenetzüberwachung sowie zur Steuerung und Regelung zukünftiger Systeme entwickelt werden. Ein vielversprechender Ansatz ist die Nutzung der Zustandsschätzung mit dem Ziel, die Verfügbarkeit von Systeminformationen (Zuständen) sowohl qualitativ zu verbessern als auch quantitativ zu erhöhen. Vielfach eingesetzt in anderen Bereichen wie dem Stromsektor oder der Luftfahrt, ist die Nutzung der Zustandsschätzung im Bereich der Wärmenetze noch überschaubar. Es ergeben sich jedoch vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Klassische Themenfelder sind die Erhöhung der Messgenauigkeit durch Nutzung redundanter Ergebnisse, die Ableitung von messtechnisch nicht erfassten Systemzuständen, die Erkennung von Messfehlern oder die Identifikation eines fehlerhaften Systemverhaltens.

Der Beitrag stellt ein Konzept und erste Ergebnisse eines nichtlinearen Zustandsschätzers auf Basis der Zustandsvariablen Druck und Temperatur vor. Am Beispiel der Simulationsstudie zum Lastglättungspotenzial von wärmenetzintegrierten Gebäuden wird die Zustandsschätzung anhand eines Anwendungsfeldes beschrieben.

Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der nichtlinearen Zustandsschätzung zur Betriebsoptimierung zukünftiger Wärmenetze sowie in der Entwicklung neuartiger Regelungsszenarien für Wärmenetze mit systemintegrierten Gebäuden.

Der Beitrag beschreibt zunächst, exemplarisch für zukünftige Anwendungen, ein (1) kaskadiertes Regelungskonzept für integrierte Gebäude. Es wird aufgezeigt, wie die neu gewonnen, aktiven Komponenten (z.B. dezentrale Trinkwarmwasserspeicher) im Gesamtbetrieb gesteuert werden könnten. Das Konzept besteht auf der Grundidee der Bereitstellung kurzfristiger thermischer Flexibilität mit dem Ziel der Lastglättung oder der Kompensation von Prognoseabweichungen. Eine solche Regelung könnte zukünftig in einem smart »heat« market umgesetzt werden. In diesem Markt könnten Verbraucher thermische Flexibilität als eine Art Regelleistung anbieten. Aufbauend auf dieser Beschreibung wird abgeleitet, (2) welche Systeminformationen zur Umsetzung einer Steuerung für derartige Gebäude benötigt werden. Dieser Abschnitt beschreibt sowohl die Eingangsdaten für den Regler der Simulationsstudie als auch die Anforderungen an die Ergebnisse des Zustandsschätzers. Hierbei wird u.a. auf den Speicherfüllstand dezentraler Trinkwarmwasserspeicher, die thermische Flexibilität von Gebäuden sowie die benötigten Temperaturen eingegangen.

Folgend werden (3) die messtechnisch verfügbaren Systeminformationen betrachtet. Dieser Abschnitt zeigt an einem konkreten Beispielgebäude, wie die in (2) identifizierten, notwendigen Systeminformationen messtechnisch im realen Betrieb erfasst werden können. Es wird herausgestellt, welche Messdaten heute bereits in ausreichender Genauigkeit verfügbar sind und bei welchen es noch Entwicklungsbedarf gibt. Beispielsweise kann hier die Bestimmung eines Speicherfüllstandes mit einem oder zwei Temperatursensoren genannt werden, wie sie in [1] untersucht wurde.

Um bestehende Systeminformationen zusammenzuführen und fehlende zu kompensieren eignet sich die Zustandsschätzung. Auf Basis der Zustandsvariablen Druck und Temperatur wird ein (4) Konzept für einen Zustandsschätzer erläutert, wie er im zukünftigen Wärmenetz zum Einsatz kommen kann. Dabei wird die Methodik dieser Herangehensweise erläutert. Es werden erste Ergebnisse eines Berechnungsalgorithmus dargestellt und diskutiert.

Mit dem Zustandsschätzer können innovative Regelungskonzepte wie die (5) Simulationsstudie zum Lastglättungspotenzial auch im Realbetrieb umgesetzt werden. Die Simulationsstudie basiert auf Vorentwicklungen aus [2] und wird in einer eigenen, verteilten Simulationsumgebung durchgeführt. Das Wärmenetzmodell orientiert sich an einem realen, lokalen Wärmenetz, welches den Referenzfall darstellt. Die Flexibilisierung der Verbraucher berücksichtigt dabei die Aktivierung dezentraler Wärmespeicher in den Gebäuden sowie die Flexibilisierung der Gebäudemasse durch elektronische Thermostate. Ersteres verdoppelt das im bestehenden System vorhandene Speichervolumen. Die Simulationsstudie untersucht das Potential integrierter Gebäude im Hinblick auf eine Glättung der Last. Dabei bildet das heutige Lastverhalten mit passiven Gebäuden den Referenzfall. Weitere Szenarien, wie z.B. die Einhaltung einer Soll-Last eines gesamten Fernwärmestranges oder das dynamische Ausregeln von Lastschwankungen werden untersucht. Ziel dabei ist die Last so möglichst gleichmäßig zu verteilen.

Der Fokus des Beitrages liegt im Bereich der Zustandsschätzung. Die Darstellungen werden am Beispiel der integrierten Gebäude veranschaulicht. Es wird eine konkrete Vorgehensweise auf Basis der Zustandsvariablen Temperatur und Druck präsentiert. Dabei wird darauf eingegangen, warum die Zustandsschätzung ein geeignetes Verfahren sein kann, um bestehende messtechnische Redundanzen optimal auszunutzen bzw. fehlende Infrastruktur zu kompensieren. Weiterhin wird anhand eines Berechnungsalgorithmus aufgezeigt, welche Entwicklungsschritte notwendig sind, um die Zustandsschätzung für einen zukünftigen Systembetrieb weiterzuentwickeln. Der Beitrag zeigt am Beispiel der Simulationsstudie ein innovatives, zukünftiges Anwendungsfeld für integrierte Wärmenetze. Als Ergebnis werden konkret unterschiedliche Regelungsszenarien beschrieben, die anhand ihres Lastglättungspotenzials miteinander verglichen werden.

[1] KLEBANER, STANISLAW. (2019): *Zustandsschätzung in Wärmeversorgungssystemen. Masterarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Hamburg.*

[2] HERMANN, INA. (2019): *Smart Heat Grid Hamburg: Konzeption und Simulation einer zentralen Steuerung zum wärmenetzdienlichen Betrieb intelligenter Wärmeübergabestationen. Masterarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Hamburg.*

Der Beitrag ist Teil des Forschungsvorhabens Smart Pro Heat: Smart Prosumer Heating Technologies (FKZ: 03ET1598). Das Vorhaben beschäftigt sich mit der Potenzialanalyse, Konzeptionierung, Implementierung und Steuerung von wärmenetzintegrierten Gebäuden. Das Vorhaben umfasst sowohl einen Feldtest als auch Simulationsstudien und befindet sich im letzten Drittel der Laufzeit vom 01.09.2018 bis 31.03.2021.

Internetseite des Forschungsschwerpunktes Wärme der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg: www.haw-hamburg.de/cc4e/ueber-uns/kompetenzen/waerme/



Digitalisierung

Keywords

Wärmenetz,
Flexibilität,
Gebäudesteuerung,
Zustandsschätzung,
Simulation

Ergebnisse

Referenzen

Weitere Informationen

Forschungsschwerpunkte

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Philipp Janßen¹ (Hauptautor*in),
Ina Herrmann¹, Carlos Álvarez-Bel²

philipp.janssen@haw-hamburg.de
040 42875 5803
ina.herrmann@haw-hamburg.de
calvarez@die.upv.es

¹ Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Am Schleusenengraben 24,
21029 Hamburg

² Institut für Energietechnik
Polytechnische Universität Valencia
46022 València, Spanien

Poster

Martin Knorr, Stephan Wiemann, Sebastian Kraemer, Joachim Seifert

AUSSTELLUNG

National 5G Energy Hub – Einführung zukunftssträchtiger Kommunikationsstrukturen in der Energietechnik

Hintergrund

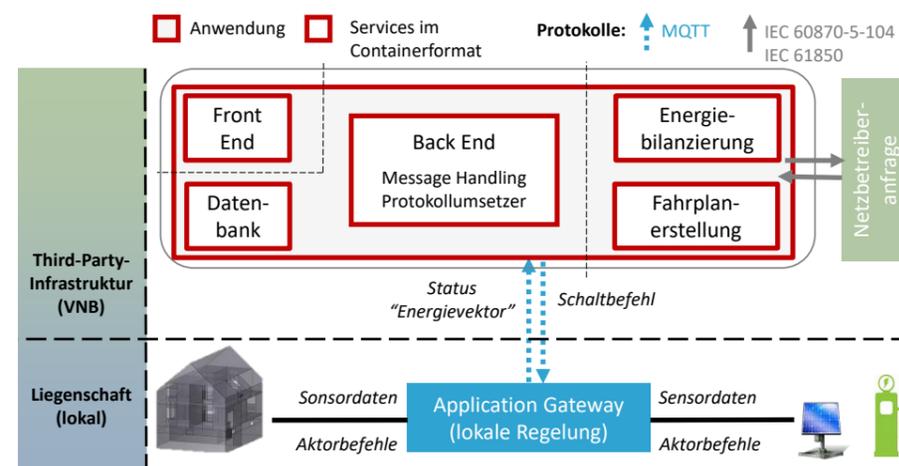
Getrieben durch die Energiewende und die damit einhergehende zunehmende Einbindung erneuerbarer Energien wird die zukünftige Struktur von Energieversorgungssystemen von kleineren, verteilt agierenden Erzeugungs-, Verteilungs- und Speichersystemen geprägt sein. Dieser systemische Transformationsprozess erfordert eine moderne Kommunikationsstruktur, die Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit und Datensicherheit gerecht werden muss und wirtschaftliche Aspekte, d.h. die kostengünstige Erschließung von Datenpunkten, berücksichtigt.

Bestehende Kommunikationssysteme für Energiesysteme sind maßgeblich durch kabelgebundene Datenübertragung und die Verwendung proprietärer Feldbussysteme geprägt und werden daher den oben genannten Anforderungen nur bedingt gerecht. Vor diesem Hintergrund wurde vom BMWi das Forschungsprojekt »National 5G Energy Hub« initiiert, welches die Konzeption einer modernen und systemneutralen Kommunikationsplattform für Energiesysteme unter maßgeblicher Verwendung von Funktechnologien zum Ziel hat. Hierbei nimmt die fünfte Generation des Mobilfunks »5G« eine wesentliche Rolle ein, da der Standard hohe Datentransferraten, geringe Latenz und hoher Resilienz gerecht wird.

Das Projekt ist in 3 Phasen aufgeteilt, wobei in der nahezu abgeschlossenen Phase I der Schwerpunkt auf der Entwicklung einer Open-Source-Softwareplattform lag, die eine Datenaufnahme, Datenübertragung sowie eine Datenverarbeitung auf Basis eines einheitlichen Datenmodells ermöglicht. Hierzu wurden Use Cases ausgewählt, die

- ein Gebäudemonitoring und eine cloudbasierte Reglerplattform,
- eine umfassende Reglerstruktur im Bereich des »Regionalen Virtuellen Kraftwerkes« und
- ein Schutzkonzept im elektrischen Niederspannungsnetz

Abb. 1:
Kommunikationsstruktur - Use Case
Regionales Virtuelles Kraftwerk



umfassen. Die Abb.1 zeigt exemplarisch die grundsätzliche Kommunikationsstruktur. Das Backend basiert auf Kernkomponenten von FIWARE¹. Es kann unabhängig von Feldbus-Protokollen und proprietären Lösungen ein allgemeiner Kommunikationszugang für energetische Anwendungen erreicht werden. Diese cloudbasierte Architektur passt physisch nicht mehr zur Topologie eines Verteilungsgebietes. Vielmehr sollte die Plattform so gestaltet werden, dass skalierbare Cloud-Anwendungen regional verantwortlich sein können - z. B. für Lastausgleich, interne Optimierung, nachgefragte Beiträge zu Zusatzdiensten oder weitere Dienste Dritter. In der Folge wurden Software-Module (als Dienste bezeichnet) für Kern- und individuelle Anwendungsfälle auf Basis der Containerisierungstechnologie von Docker entwickelt. Jedes einzelne Softwaremodul wird als Open-Source-Software öffentlich zugänglich gemacht und als Container bereitgestellt.

Im Poster werden die grundlegenden Arbeiten im Projekt präsentiert. Dies umfasst die adressierten »Use Cases«, die darauf aufbauende Systemarchitektur sowie die bisherigen softwaretechnischen und hardwaretechnischen Entwicklungen. Ein zur Veranschaulichung der Projektergebnisse entwickelter Demonstrator, welcher eine Interaktion mit der Plattform ermöglicht, wird kurz vorgestellt. Innerhalb des Posters wird ebenfalls auf die geplanten Arbeiten in den avisierten weiterführenden Projektphasen verwiesen.

Weiterführende Informationen zum Projekt können unter www.n5geh.de sowie www.github.com/n5geh eingesehen werden.

Dr. Martin Knorr¹ (Hauptautor*in),
Stephan Wiemann¹,
Sebastian Kraemer²,
Prof. Dr. Joachim Seifert¹

martin.knorr@tu-dresden.de
0351 463 35256

¹ TU Dresden
Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergietechnik
und Wärmeversorgung

² TU Dresden
Institut für Elektrische Energieversorgung
und Hochspannungstechnik
Professur für Elektroenergieversorgung

¹ FIWARE ist ein von der EU gefördertes Open-Source-Framework bzw. eine Open-Source-Plattform, die unabhängige und auf Mikrodiensten basierende Komponenten bereitstellt, die sowohl miteinander als auch mit Anwendungen von Drittanbietern kombiniert werden können, um intelligente Komplettlösungen zu ermöglichen.

Weitere Informationen

Keywords

Digitalisierung,
Energietechnik,
5G,
Fiware



Digitalisierung

Poster

Jürgen Oischinger, Martin Meiller, Philipp Danz, Andreas Schröder

AUSSTELLUNG

Verbundvorhaben DigitalFire: Optimierung von Datenerfassung und Steuerungstechnik für Biomassefeuerungen

Hintergrund Ziel

In Deutschland existieren zahlreiche Biomasse-Kesselanlagen und Biomasseheizkraftwerke. Für einen wirtschaftlichen Betrieb müssen diese Anlagen mehr und mehr in der Lage sein, auch Brennstoffe niedrigerer Qualität inklusive biogener Reststoffe verarbeiten zu können. Die meisten Systeme sind dazu zwar grundsätzlich im Stande und verfügen auch über entsprechende Programme für Einsatzstoffe wie Pellets, Hackschnitzel oder Späne. Bei variierenden Brennstoffen bzw. Brennstoffqualitäten kann es notwendig werden die Feuerungsparameter manuell anzupassen, was sich als sehr aufwändig gestalten kann und viel Erfahrung erfordert. Am Ende geht es darum, die Verbrennungsregelung so einzustellen, dass ein stabiler Verbrennungsprozess mit hoher Ausbrandqualität von Feststoff und Gasphase und damit ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird. Fehler bei der Einstellung der Feuerung führen zu höheren Emissionen und im schlimmsten Fall zu höherem Verschleiß mit Wartungsfolgen und Ausfallzeiten. Hier kommt die Digitaltechnik ins Spiel: Wenn es gelingt, durch Fortschritte in der Steuerungs- und Regelungstechnik niedrigere Brennstoffqualitäten bei gleichbleibender Leistung einzusetzen, stellt sich schnell ein ökonomischer Nutzen ein.

Das Projekt wird einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, Biomassefeuerungsanlagen, insbesondere im Bereich von 100 kW bis zu 20 MW Feuerungswärmeleistung, in folgenden Bereichen zu optimieren:

- Erhöhung der Brennstoffflexibilität,
- Erhöhung der Verfügbarkeit und Reduzierung von Ausfallzeiten,
- Reduzierung der Emissionen und
- Erhöhung der Effizienz.

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Um die geplanten Ziele zu erreichen, werden im Projekt zunächst verschiedene Sensoren, Soft-Sensoren und Datenerfassungssysteme installiert. Die darüber erzeugten Daten, z.B. zum Heizwert, der Brennstoffzusammensetzung und -qualität, Rosttemperatur und zum Anlagenzustand (siehe Abbildung 1) werden gesammelt, aufbereitet und visualisiert. Anschließend kommen Methoden des Machine Learning bzw. künstliche neuronale Netze zum Einsatz, um die Daten auszuwerten und nutzbar zu machen, z.B. für eine automatisierte Einstellung der optimalen Feuerungsparameter oder Warnungen vor kritischen Anlagenzuständen. Durch ein benutzerfreundliches Frontend – auch für mobile Endgeräte (z.B. eine App) – sollen diese Informationen dem Betreiber immer direkt zur Verfügung stehen.

Ergebnisse

- Das Projekt ist im September 2019 gestartet und wird bis 2022 abgeschlossen sein.
- Das Poster gibt eine Übersicht der geplanten Arbeiten und spiegelt den aktuellen Stand im Projekt wider.
- Es wird gezeigt wie die Datenerfassung, Speicherung und Auswertung erfolgt bzw. erfolgen soll.
- Die geplanten Sensoren werden vorgestellt.

Abbildung 2 zeigt wie vorhandene Daten bei DigitalFire erfasst, gespeichert, übertragen und ausgewertet werden. Die im Rahmen des Projekts im Technikum bei Fraunhofer UMSICHT in Sulzbach-Rosenberg ermittelten Daten bewegen sich auf der Prozess-, Feld-, Steuerung- und



Digitalisierung

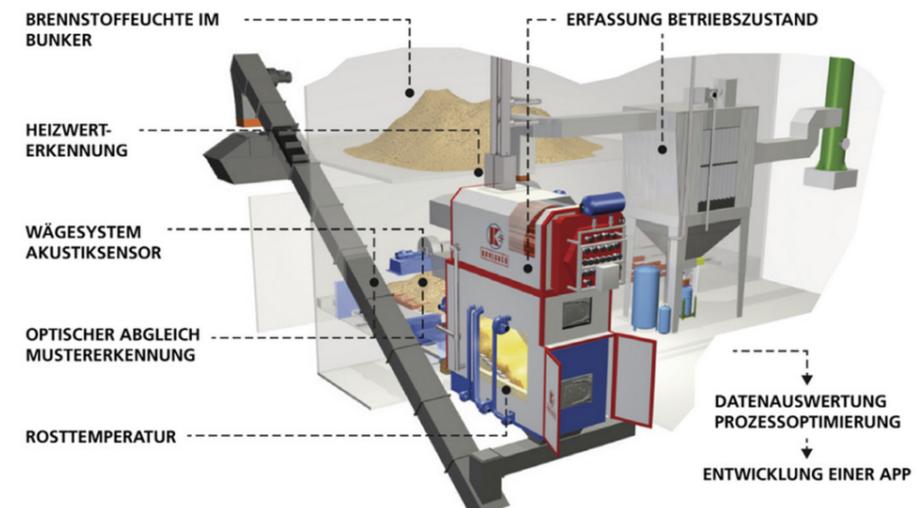


Abb. 1:
Entwicklung innovativer Sensorik für Biomassefeuerungen im Rahmen des Projekts DigitalFire
(Quelle: ©Kohlbach/Fraunhofer/Umsicht)

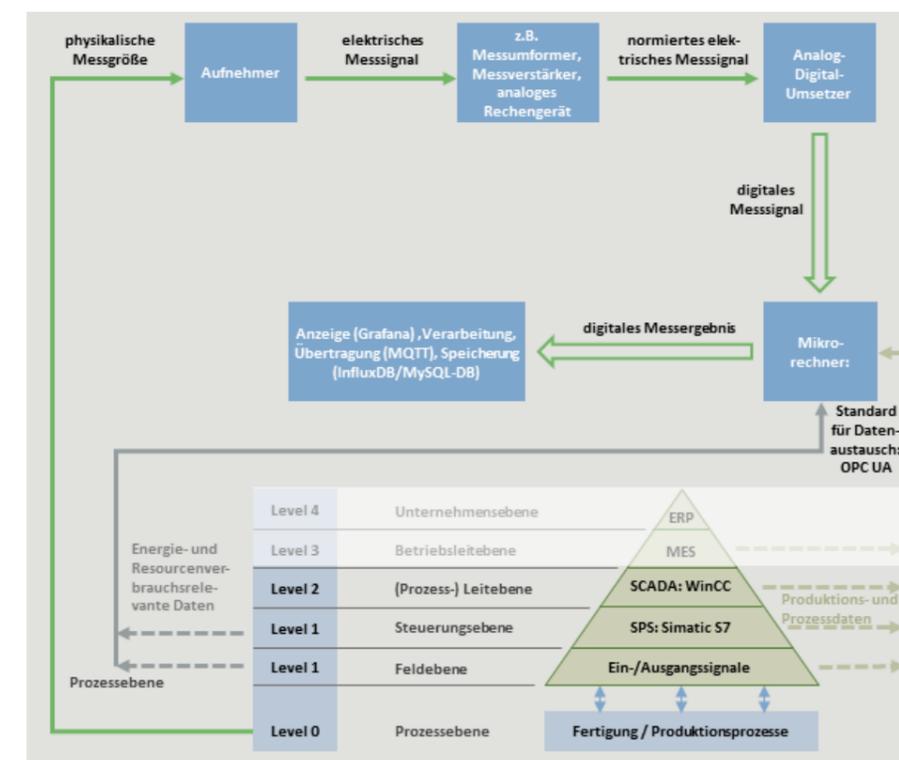


Abb. 2:
Nutzung vorhandener Daten im Projekt DigitalFire nach [1] (angepasst)

Poster

Verbundvorhaben DigitalFire: Optimierung von Datenerfassung und Steuerungstechnik für Biomassefeuerungen

Prozessleitebene. Es sind keine weiteren übergeordneten Ebenen vorhanden, wie sie etwa bei Produktionsprozessen üblich sind. Anschließend können die an den Mikrorechner übermittelten Daten visualisiert, gespeichert, verarbeitet und übertragen werden. Im Rahmen des Projekts wurde zunächst die zentrale SPS durch eine neuere SPS (Simatic S7-1500 der Firma Siemens) ersetzt. Die Erneuerung der SPS wurde notwendig, um einen Datenaustausch mit dem Standard »Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA)« zu gewährleisten. Dadurch können die gesammelten Daten aus der Feuerungsanlage Mawera FSR 440 an einen Mikrorechner, in Form eines gehärteten, industrietauglichen Kleincomputers mit ARM Prozessor übertragen werden. Vom Mikrorechner können die Daten mittels Netzwerkprotokoll »Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)« an die Datenbank bzw. die Datenbanken übertragen werden. Je nach Bedarf können die Daten in eine zeitbasierte DB (z.B. InfluxDB) oder eine relationale DB (z.B. MySQL) eingespielt werden und stehen für die weitere Datenaufbereitung und Datenverarbeitung zur Verfügung. Für die Anzeige der Daten wird das Programm Grafana genutzt.

Referenzen

[1] NEUGEBAUER, R.: **Handbuch ressourcenorientierte Produktion**. Hanser eLibrary. München: Hanser 2014.

Keywords

Digitalisierung,
Biomassefeuerung,
Brennstoffcharakterisierung,
Datenerfassung,
Sensorik

Jürgen Oischinger¹ (Hauptautor*in),
Martin Meiller¹, Philipp Danz²,
Andreas Schröder²

juergen.oischinger@umsicht.fraunhofer.de
+49 (0) 9661 8155-496

¹ Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT,
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
An der Maxhütte 1,
92237 Sulzbach-Rosenberg

² Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT,
Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen

Poster

AUSSTELLUNG

Szenarioanalyse des Nutzungsstroms in Nur-Strom-Nichtwohngebäuden für die Auslegungsoptimierung von thermischen und elektrischen Speichersystemen

Jan Richarz, Sarah Henn, Xuchao Ying, Laura Maier, Tanja Osterhage, Dirk Müller

Nichtwohngebäude (NWG) sind Wohngebäuden in ihrer Anzahl unterlegen, haben jedoch einen Anteil von 37% am Endenergieverbrauch des deutschen Gebäudebestands [1]. Zum ausgegebenen Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands im Jahr 2050 spielen sie daher eine Schlüsselrolle. Die Verwendung regenerativer Energieträger ist essenziell zur Einsparung von CO₂-Emissionen, unterliegt jedoch der volatilen Wärme- und Stromerzeugung von Wind- sowie Sonnenergiesystemen und damit einer Unsicherheit auf der Erzeugerseite.

Im Nichtwohnbereich ist zusätzlich die Verbraucherseite mit großen Unsicherheiten behaftet. Für viele Nutzungszonen innerhalb von NWG können Wärme-, Kälte- und Stromverbrauch nicht ausreichend genau vorhergesagt werden, was schließlich zu einem ineffizient betriebenen Gebäudeenergiesystem (GES) führen kann. Verstärkt wird dieser Effekt in Gewerbeimmobilien durch den Umstand, dass häufig erst nach Fertigstellung eines Gebäudes die Mieter bzw. Nutzer und somit die energetische Intensität der Nutzung feststehen. Des Weiteren werden während des Planungsprozesses meist statische Energiebedarfsberechnungen durchgeführt. Bereits bei der Betrachtung von Wohngebäuden, welche geringere Unsicherheiten auf der Verbraucherseite aufweisen als NWG, spiegeln diese Berechnungen jedoch nicht hinreichend genau den sich später einstellenden Verbrauch wider [2].

Thermische und elektrische Speicher bieten Potential den beschriebenen Unsicherheiten sowohl auf Erzeuger- als auch auf Verbraucherseite entgegenzuwirken und durch Lastverschiebungen die Effizienz des GES zu erhöhen. Allerdings existieren bislang keine ausreichenden normativen Auslegungsrichtlinien für alle in Gebäuden einsetzbaren Speicher. Durch die Untersuchung des Einflusses elektrischer Lasten auf die Speicherdimensionierung leisten die vorgestellten Arbeiten daher einen Beitrag zu folgenden Themen:

- Unsicherheitsanalyse der Verbraucherseite durch Szenariobetrachtung des Nutzungsstroms
- Dynamische Bedarfssimulation für Nichtwohngebäude unter Integration der Nutzungsstrom-Szenarios
- Anwendung mathematischer Optimierungsmethoden zur Speicherdimensionierung

Die vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem Forschungsprojekt FUBIC: All-Electricity für Technologiequartiere mit dem Förderkennzeichen 03ET1619B innerhalb der Förderinitiative EnEff:Stadt.

Die energetische Intensität der Nutzung eines Gebäudes kann innerhalb von Simulationsmodellen durch zeitliche Verläufe für den Nutzungsstrom und die internen Wärmelasten abgebildet werden. Im Gegensatz zum Gebäudestrom beinhaltet der Nutzungsstrom ausschließlich durch Gerätenutzung verursachten Strombedarf (z. B. Computer, Laborgeräte, Innenraumbeleuchtung). Die internen Lasten ergeben sich direkt aus diesem Strombedarf sowie der Personenabwärme. In dieser Arbeit wird mittels eines stochastischen bottom-up Modells auf Grundlage von Personenanwesenheits- und Geräteauslastungsprofilen aus der Schweizer Norm SIA 2024 [3] der ▶

Wissenschaftlicher Hintergrund und Ziele

Projekthintergrund

Aktivitäten

Poster

Szenarioanalyse des Nutzungsstroms in Nur-Strom-Nichtwohngebäuden für die Auslegungsoptimierung von thermischen und elektrischen Speichersystemen

Jahresverlauf des Nutzungsstroms und der internen Lasten für jede Nutzungszone eines NWG in stündlicher Auflösung berechnet. Einen repräsentativen Wochenverlauf für das Büro- und Laborgebäude FUBIC zeigt Abbildung 1. Im Rahmen einer Szenarioanalyse werden diese Zonenprofile in ihrer Intensität variiert, um die Einflüsse auf den thermischen und elektrischen Bedarf sowie die Konfiguration des GES zu untersuchen.

Für die Berechnung des thermischen Leistungsbedarfs der Szenarien wird ein Simulationsmodell verwendet, das auf Grundlage eines durch die open-source Software TEASER [4] generierten low-order Modells mit der Modelica-Bibliothek AixLib [5] entwickelt wird. Die Auslegung der Wärme-, Kälte- und Stromerzeuger erfolgt auf normativer Grundlage. Zur Ermittlung des Erzeugeranlagenbetriebs und Dimensionierung der thermischen und elektrischen Speicher wird ein mathematisches Optimierungsmodell entwickelt, welches die thermischen Leistungsbedarfe verwendet und die annualisierten Kosten des GES minimiert. Diese Kosten beinhalten sowohl die Investition für die Speicher als auch Energie- und Betriebskosten des gesamten GES.

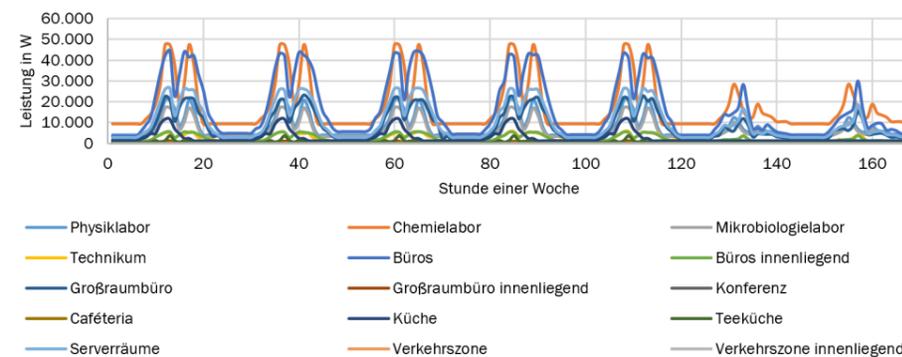


Abb. 1:

Modellierter repräsentativer Wochenverlauf des elektrischen Leistungsbedarfs durch Gerätenutzung im FUBIC (Quelle: eigene Darstellung)

Die beschriebene Prozesskette wird auf ein altes Militärkrankenhaus in Berlin angewendet, welches in das Büro- und Laborgebäude FUBIC transformiert wird. Das Konzept für dieses Gebäude sieht eine ausschließlich strombasierte Wärme- und Kälteversorgung vor, weshalb die Auswahl und Dimensionierung der Speicher erhöhte Relevanz hat. Mithilfe der beschriebenen Methode kann für das FUBIC die optimale Speicherkombination und -konfiguration aus thermischen Wärme- und Kältespeichern, Eisspeichern und Batteriespeichern ermittelt werden. Zukünftig soll eine Sensitivitätsanalyse zur Ermittlung weiterer Einflüsse auf den Energiebedarf und die Konfiguration des GES durchgeführt werden.

Ergebnisse

- Nutzungsstromprofile haben hohen Einfluss auf Verlauf und Maximum des Wärme-, Kälte- und Strombedarfs.
- Mathematische Optimierungsmethoden zeigen gute Möglichkeiten zur Entscheidungshilfe und Auslegung von Speichersystemen.
- Entscheidungen für verschiedene Speichertechnologien und Auslegung der Speicherkapazität und -leistung sind stark abhängig von Nutzungsstromprofilen in Hauptnutzungs-zonen und Serverräumen.



Digitalisierung

Referenzen

- [1] Deutsche Energie-Agentur (dena), dena-Gebäudereport 2019. Berlin, 2019.
- [2] ERHORN, H.: Bedarf - Verbrauch: Ein Reizthema ohne Ende oder die Chance für sachliche Energieberatung?, Gesundheits-Ingenieur. 5, pp. 233-40, 2007.
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Richtlinie 2024: Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik. SIA: Zürich, Schweiz, 2015.
- [4] REMMEN P., LAUSTER M., MANS M., FUCHS M., OSTERHAGE T., MÜLLER D., TEASER: an open tool for urban energy modelling of building stocks. Journal of Building Performance Simulation, pp. 84-98, 2018. <https://github.com/RWTH-EBC/TEASER>.
- [5] MÜLLER D., LAUSTER M., CONSTANTIN A., FUCHS M., REMMEN P., AixLib - An Open-Source Modelica Library within the IEA-EBC Annex 60 Framework. BauSIM 2016, pp. 3-9, September 2016. <http://www.iea-annex60.org/downloads/2016-bausim-aixlib.pdf>.

Keywords

Nichtwohngebäude,
Gebäudeenergiesystem,
Nutzungsstrom,
Szenarioanalyse,
mathemat. Optimierungsverfahren

Jan Richarz, M. Sc. (Hauptautor*in),
Sarah Henn, M. Sc., Xuchao Ying, M. Sc.,
Laura Maier, M. Sc.,
Dr.-Ing. Tanja Osterhage,
Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

RWTH Aachen
E.ON Energieforschungszentrum,
Lehrstuhl für Gebäude- und
Raumklimatechnik
Mathieustraße 10
52074 Aachen

JRicharz@eonerc.rwth-aachen.de
0241 80 49810



Poster

Christopher Ripp, Johannes Oltmanns, Mario Beykirch, Florian Steinke

AUSSTELLUNG

Multi-modales Echtzeit Energiemonitoring als Basis eines digitalen Zwillings des Energiesystems des Campus Lichtwiese der TU Darmstadt

Hintergrund

Die Energiewende erfordert besonders innerhalb von Quartieren höhere Flexibilität durch stärkere Sektorkopplung. Diese sektorgekoppelten Flexibilitäten lassen sich mittels Optimierungsmodellen erschließen. Dabei fordern diese Optimierungsmodelle, auch »digitale Zwillinge« genannt, eine qualitativ und quantitativ hochwertige Datenbasis, welche nur durch eine vollständige Digitalisierung des Energiemonitorings zu erreichen ist. Die erhobenen Daten dienen zum einen zur Modellkalibrierung, zum anderen zur Erstellung von Prognosen und zum Lernen von Betriebsparameter mit Hilfe von Machine Learning Methoden. Die resultierende Modellgüte korreliert in der Regel mit der vorliegenden Datenqualität und -quantität. Die Entwicklung und der Aufbau von zeitlich und räumlich hochauflösenden, sektorübergreifenden Energiemonitoringsystemen ist daher ein zentraler Aspekt einer erfolgreichen Energiewende in Quartieren.

Projektbeschreibung

Im Rahmen des interdisziplinären Projekts EnEff:Stadt Campus Lichtwiese wird an der TU Darmstadt ein digitales Abbild des Energiesystems des Campus Lichtwiese entwickelt. Mittels dieses digitalen Zwillings sollen kurzfristig der Betrieb und langfristig die Auslegung des Energiesystems optimiert werden, um die selbst gesteckten CO₂-Emissionsziele der TU Darmstadt für den Campus Lichtwiese zu minimalen Kosten realisieren zu können.

Im Teilprojekt »digitaler Zwilling« wird das dafür notwendige Energiemonitoring aufgebaut, das sowohl Erzeugung als auch Bedarf von Strom, Wärme und Kälte abdeckt. Die Installation der Messgeräte und Server-Hardware für eine zentrale Datenbanklösung findet aktuell statt. Dabei stellt das Projekt hohe Anforderung an Verfügbarkeit und zeitliche Auflösung, z.B. ist für das elektrische Energiemonitoring auf Niederspannungsebene eine Auflösung von einer Sekunde vorgesehen.

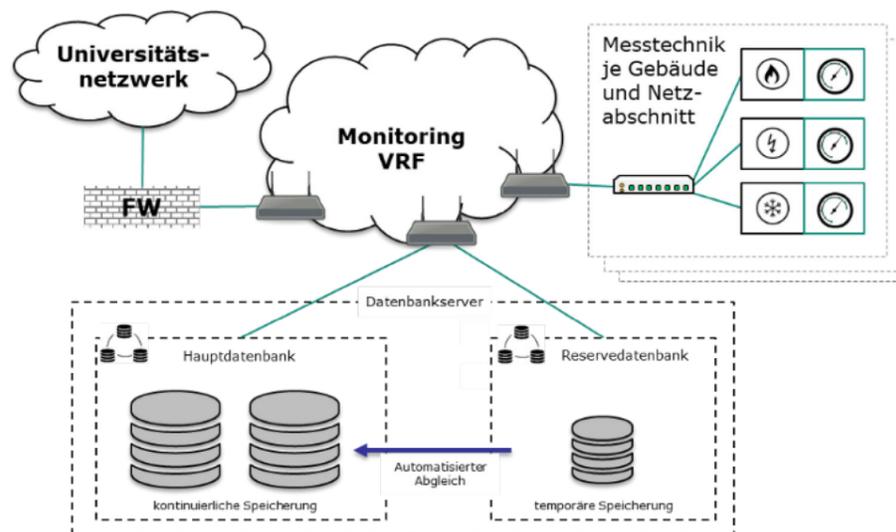


Abb. 1:

Netzwerktopologie des multi-modalen Energiemonitorings des EnEff:Stadt Campus Lichtwiese der TU Darmstadt (Quelle: eigene Darstellung)

Das Projekt setzt auf marktübliche Hardware/Messtechnik und erfüllt mittels eigener Softwareentwicklung die hohen Anforderungen an Qualität und Quantität. Das Monitoring verwendet Ethernet als Feldbus und ModbusTCP als Kommunikationsprotokoll. Neben neuen Messgeräten wird bereits vorhandene Messinfrastruktur eingebunden, ohne deren Primärnutzen zu stören. Für einen vorhandenen M-Bus Feldbus sollen sogenannte M-Bus Splitter eingesetzt werden, die parallele höher frequentierte Abfragen der bestehenden Messgeräte ermöglichen.

Im aktuellem Planungsstand umfasst das finale Energiemonitoring 39 Gebäude des Campus Lichtwiese. Es besteht aus 127 Messgeräten des elektrischen Energiemonitorings, 60 primärseitigen thermische Leistungsmessungen in den Übergabestationen des Wärme- und Kältenetzes, sowie 47 sekundärseitigen thermischen Leistungsmessgeräten innerhalb der Gebäude. Die zentrale Datenbank muss im finalen Stand pro Minute über 300.000 Messwerte verarbeiten. Um die sehr großen Anzahl an Daten speichern zu können, setzt das Projekt mit influxDB auf eine zeitreihenbasierte Datenbank und nutzt eine redundante Serverstruktur. Datensicherheit wird ebenfalls adressiert, indem die Messtechnik in einer eigenen VRF-Instanz (Virtual Routing and Forwarding), innerhalb des Universitätsnetzes mit nur einem Zugangspunkt, separiert ist, siehe Abbildung 1.

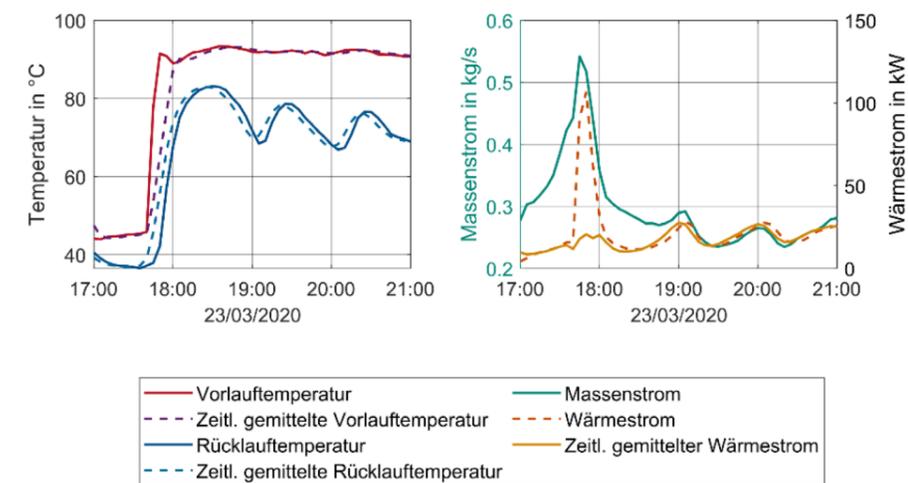


Abb. 2:

Zeitliche Mittelung der Temperaturdaten zum Ausgleich der Trägheit des Heizkreises im Werkstattgebäude des Fachbereichs Maschinenbau

Diese Arbeit untersucht insbesondere die Schwierigkeiten der Umsetzung eines räumlich und zeitlich hochauflösenden, sektorübergreifenden Energiemonitorings. Im ersten Schritt wird eine Echtzeitaggregation der Rohdaten auf Gebäudeebene realisiert, außerdem eine vollständige interaktive und intuitive Transparenz mit Hilfe einer Webplattform geschaffen, sowie erste Untersuchungen des Energiesystems mit Hilfe von hochauflösenden Energiedaten erfolgen. Speziell im Bereich der hochauflösenden Wärmedaten zeigt sich, dass es aufgrund der Trägheit des

Forschungsschwerpunkte

Poster

Multimodales Echtzeit Energiemonitoring als Basis eines digitale Zwillings des Energiesystems des Campus Lichtwiese der TU Darmstadt

hinter dem Messgerät liegenden Heizkreises zu einer Überschätzung von Leistungspeaks im Wärmebedarf kommen kann, wenn sich bei einer abrupten Änderung des Temperaturniveaus die Anpassung der Vorlauftemperatur erst mit Verzögerung auf die Rücklauftemperatur auswirkt. Ein Beispiel für dieses Phänomen zeigt Abbildung 2, die die Auswirkung einer abrupten Veränderung des Temperaturniveaus in einem Heizkreis im Werkstattgebäude des Fachbereichs Maschinenbau auf den Wärmestrom darstellt. Durch die zeitlich verzögerte Auswirkung der Änderung der Vorlauftemperatur auf die Rücklauftemperatur wird ein nur scheinbar vorhandener Peak im Wärmestrom gemessen, der durch einen ersten einfachen Ansatz, Mittelung der Temperaturdaten, eliminiert werden kann.

Ergebnisse

Im Poster werden folgende Inhalte behandelt:

- Vorstellung der Konzeption und des Umsetzungsstandes des Energiemonitorings des Forschungsprojektes EnEff Campus Lichtwiese II inkl. webbasiertem interaktivem Datenzugang
- Vorstellung der gebäudescharfen Aggregation der Messdaten in Echtzeit
- Erste Erkenntnisse zur Datenauswertung von zeitlich hochauflösenden Wärmedaten

Keywords

Energiemonitoring,
Sektorkopplung,
Echtzeitdaten,
Datenmanagement,
Optimierung

Christopher Ripp¹ (Hauptautor*in),
Johannes Oltmanns², Mario Beykirch¹,
Prof. Dr. Florian Steinke¹

christopher.ripp@tu-darmstadt.de
06151 16-21715

¹ Energy Informations & Systems
TU Darmstadt
Landgraf-Georg-Str. 4,
64283 Darmstadt

² Institut für Technische Thermodynamik
TU Darmstadt
Alarich-Weiss-Straße 10,
64287 Darmstadt

Poster

AUSSTELLUNG

TransUrban.NRW – Digitale Quartiersenergiesysteme

Michael Stolze

Im Reallaborprojekt TransUrban.NRW, gefördert durch das BMWi, werden vier Quartiersenergiesysteme geplant und in Betrieb genommen, deren Gemeinsamkeit ein Wärmenetz der 5. Generation ist. Wärmenetze der 5. Generation werden auf sehr niedrigem Temperaturniveau betrieben und gleichzeitig für die Wärme- und Kältebereitstellung eingesetzt. Durch den Einsatz eines gestuften Wärme- und Kältespeichersystems (Balancing Unit, Langzeitspeicher und dezentrale Speicherkomponenten), wird der zeitliche Versatz von Wärme und Kältenutzung im Quartier ausbalanciert. Sie ermöglichen so eine effiziente Verschiebung von thermischer Energie zwischen Gebäuden unter Ausnutzung von Kompensations- und Synergieeffekten. Wärmenetze der 5. Generation bewirken demnach eine Elektrifizierung der Wärme- und Kälteversorgung, deshalb ist es sowohl in Planung als auch Betrieb unabdingbar eine starke Sektorenkopplung zu berücksichtigen. Für Wärmenetze der 5. Generation und deren Quartiersenergiesystem sind daher statische Betriebsannahmen in der Planung und im Betrieb nicht mehr ausreichend, wodurch neue, dynamische Verfahren an Bedeutung gewinnen. Dieser Beitrag stellt erste praktische Erfahrungen aus der Planung und dem frühen Umsetzungsstadium dieser modernen Quartiere vor und geht auf die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für Stadtwerke und Quartiersgesellschaften als zukünftige Betreiber ganzheitlicher Energieversorgungsplattformen ein. Zudem wird die Skalierbarkeit der entwickelten Quartiersenergiesysteme unter Berücksichtigung von Rückkopplungseffekten auf Makroebene (i.e. Energiesystem Deutschland) sowie geeigneter regulatorischer Rahmenbedingungen untersucht. Die Arbeiten werden von der E.ON Energy Solutions GmbH und den Partnerunternehmen im Konsortium TransUrban NRW durchgeführt.

Die geplante Industriefläche der RAG Montan Immobilien (RMI) in NRW wurde 1993 stillgelegt, seitdem liegt die Fläche brach. Nun entsteht hier, im Gelsenkirchener Stadtteil Hassel unter der Arbeitsbezeichnung Kokerei Hassel das Projekt »Wohnen am Stadtteilpark«, auf einer Grundstücksgröße von ca. 40.000 m² das neue Wohnquartier Wohnen am Stadtteilpark. Der Fokus der Entwicklung liegt dabei auf Nachhaltigkeit und Nähe zum Bürger. Mit der Flächenentwicklung wird eine alte Industriefläche den Bürgern zurückgegeben und bezahlbarer Wohnraum geschaffen. Geplant sind ca. 20.000 m² BGF reine Wohnbebauung mit niedriger Siedlungsdichte

Das Energiekonzept sieht ein dynamisches Niedertemperaturnetz »ectogrid™« – ein Wärmenetz der 5. Generation, wie oben beschrieben – in der Ausprägung eines aktiven Geothermie-Netzes vor, welches die Neubauten mit Wärme und Kälte versorgt. Die Wärmeversorgung besteht aus dezentralen Wärmepumpen, die als Wärmequelle ein Geothermiefeld nutzen sowie einer Spitzenlastwärmeabdeckung die über eine zentrale Luft/Wasser Wärmepumpe erfolgt. Für möglichst niedrige Temperaturen in den Heizungsnetzen der Gebäude erfolgt die Wärmeübergabe in den Räumen über Flächenheizsysteme, die für eine Vorlauftemperatur von max. 35 °C ausgelegt sind. Für die Kühlung ist zwischen passiver und aktiver Kühlung zu unterscheiden. Bei der passiven Kühlung wird Wasser im Wärmeverteilersystem durch den Wärmeaustausch mit dem Erdreich abgekühlt. So strömt max. 18 °C kaltes Wasser durch die Heiz- bzw. Kühlkreise und entzieht den Wohnräumen die Wärme, die dann über einen Wärmetauscher in das Erdreich geleitet wird. Auf dem Gelände werden voraussichtlich 25 Bohrungen mit jeweils 100m Bohrtiefe in einem 20 m x 100 m großem Feld im Süden des Quartiers untergebracht. ▶

Hintergrund
ZieleKonkrete Aktivitäten/
Maßnahmen anhand eines
Beispielquartiers

Poster

TransUrban.NRW – Digitale Quartiersenergiesysteme

Dynamische Simulationsmodelle bieten im Vergleich zu mathematischen Optimierungsmodellen den Vorteil, dass sie die thermo-hydraulischen Vorgänge und die Dynamik der Wärmenetze detailliert abbilden. Simulationsmodelle bieten die Möglichkeit, dynamische Effekte wie die Umkehr der Strömungsrichtung (durch einen Wechsel des vorherrschenden Bedarfs), die Speicherfähigkeit des Netzes sowie die Kopplung zwischen Netz und umliegenden Boden zu berücksichtigen. Simulationsmodelle werden genutzt, um Betriebsparameter und deren Einfluss auf die Systemeffizienz zu untersuchen. Insbesondere die Berücksichtigung der dezentralen Wärmepumpen, und die sich daraus ergebenden Temperatur und Druckverhältnisse stellen einen wichtigen Anwendungsfall dar. So ist es möglich spezifisch kostenintensive Techniken wie die Geothermie durch die Optimierung auf übergreifende Speicher- und Lastgang- Optimierung und Regeneration zu Wettbewerb konformen Preisen anzubieten und gleichzeitig die künftigen Anforderungen an CO₂ Freiheit und Kühlungsanwendungen sicher zu stellen.

Handlungsschwerpunkte

- Entwicklung von Erfolgsfaktoren für die Erschließung von kleinen Wohnquartieren mit niedriger Siedlungsdichte für Energiesysteme 5. Generation.
- Ermittlung einer generalisierbaren Untergrenze der Quartiersgröße für die Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen 5. Generation
- Entwicklung von Geschäftsmodellen zum Angebot einer kostengünstigen zentralen Kälteversorgung durch Fernwärme-Betreiber und Stadtwerke und von Varianten der Prosumer-Integration, z. B.:
 - Primärenergielieferung für Optimierung der Eigenanlage des angesiedelten Energiebetriebs (Prosumer): Lieferung von Energie auf der Primärseite der Hausanschlussstation; Anlage wird betrieben durch den Prosumer.
 - Untersuchung der optimalen Anzahl von Kältekunden für den Anergie Netz-Betrieb im reinen Wohnquartier und Ableitung von Optimierungsvorteilen bezüglich Gleichzeitigkeitsfaktoren und Effizienz der Wärmepumpen
 - Untersuchung der Einbindung von Geothermie als erneuerbarer Eingangsenergiequelle
 - Untersuchung der direkten Nutzung des Kühlwerks als Wärmequelle
- Entwicklung von Erfolgsfaktoren zur Nachverdichtung von Fernwärmesystemen über Energiesysteme der 5. Generation. Hohe Relevanz für die Transformation des Fernwärmebetriebs hin zu einer Absenkung von Systemtemperaturen

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

- Planung und Aufsetzen des Monitoringsystems in den beteiligten Quartieren
- Implementierung und Umsetzung der energiesystemischen Optimierung je Quartier
- Sektorenübergreifende Simulationsmodelle für energieoptimierte Quartiere
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und regulatorisches Lernen

Ergebnisse

- Wandel der Betreiberrolle: Transformation bestehender »fossiler« Wärmeversorgungsinfrastruktur in Plattformen für eine CO₂-freie Wärmeversorgung
- Schrittweise Substitution der fossilen Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien und lokale Abwärme zur Dekarbonisierung von Städten
- Unterstützung des technischen, wirtschaftlichen und sozialen Strukturwandels in Kooperation mit den relevanten Akteuren in den Kohlerevieren Nordrhein-Westfalens



Digitalisierung

- Sektorenkopplung zwischen den Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität
- Entwicklung von Geschäftsmodellen unter Anwendung eines regulatorischen Lernens für Energiesysteme der 5. Generation
- Demonstration von Energiesystemen der 5. Generation in vier realen Quartieren in Nordrhein-Westfalen mit Leuchtturmcharakter

Keywords

Quartiere in der Praxis,
Wärmenetze der 5. Generation,
Sektorenkopplung,
Energie mehrfach verwenden,
Geschäftsmodelle,
Temperierung und passive
Kältenutzung

Dipl.-Ing. MBA Michael Stolze

michael.stolze@eon.com
+49 201/184-6898

E.ON Energy Solutions GmbH
Nachhaltige Städtelösungen |
Sustainable City Solutions
Brüsseler Platz 1
45131 Essen
www.eon.com

Poster

Dietrich Schmidt, Anna Kallert

AUSSTELLUNG

Digitalisierung der Fernwärme

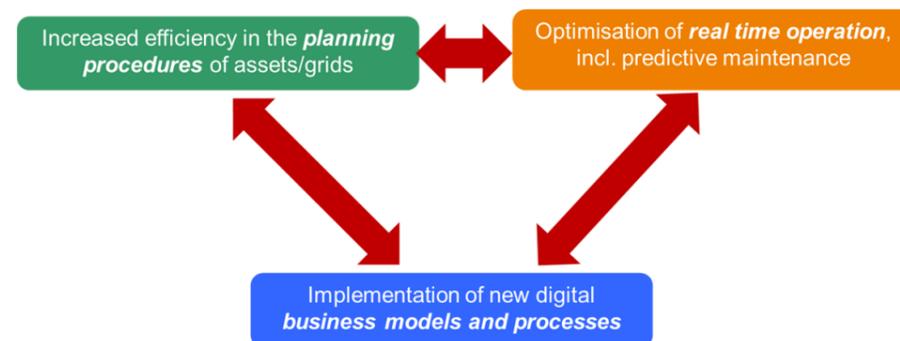
Hintergrund

Zur Betriebsoptimierung und Instandhaltung von thermischen Netzen unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit sowie der Energie-, Kosten- und Ressourceneffizienz findet in der Regel nur eine begrenzte Anzahl von Betriebsparametern Berücksichtigung (z.B. Regelung der Vorlauftemperaturen oder des hydraulischen Netzdrucks). Eine Einbeziehung detaillierter Informationen zur Versorgungsinfrastruktur (z.B. Eigenschaften der Energiebereitstellung sowie zeitlich hochaufgelöste Bedarfs- oder Lastprofile) erfolgt im klassischen Netzbetrieb in der Regel jedoch nicht. Doch insbesondere für eine Optimierung der Wärmebereitstellung und des Netzbetriebs sind Detailinformationen z.B. zu Bedarfs- und Flexibilitäts Optionen bei der Einspeisung volatiler Energiequellen unabdingbar. Basierend auf diesen Informationen können Betriebsführungsstrategien, aber auch Möglichkeiten zur vorausschauenden Instandhaltung der Netze oder von einzelnen Netzkomponenten abgeleitet werden. Diese Maßnahmen können wesentlich zur Steigerung der Kosten- und Ressourceneffizienz sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit beitragen (z.B. Vermeidung des Einsatzes eines Spitzenlastkessels, Berücksichtigung des Energiemarktes und frühzeitige Fehlererkennung). In diesem Kontext ermöglicht ein digitales Prozessmanagement durch die umfassende Implementierung von Informations- und Kommunikationstechnologien ein besseres Netzwerkmanagement sowie einen optimierten Betrieb und Wartung von Fernwärme- und Fernkältesystemen.

Forschungsschwerpunkte
Ergebnisse

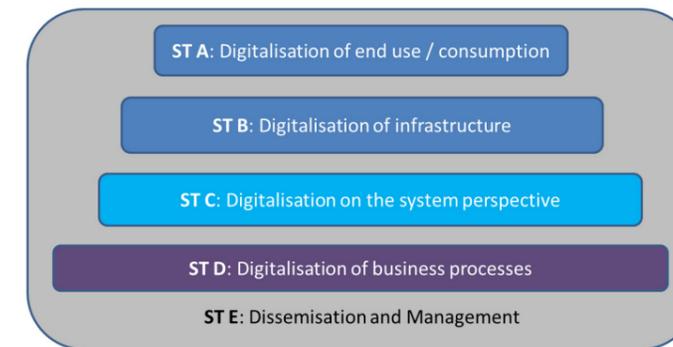
Vor dem zuvor beschriebenen Hintergrund ist es das Ziel des internationalen Kooperationsprojektes **IEA DHC Annex TS4** »Digitalisation of District Heating and Cooling - Optimised Operation and Maintenance of District Heating and Cooling Systems via Digital Process Management«, potenzielle Integrationsansätze digitaler Prozesse in Fernwärme- und Fernkältesystemen aufzuzeigen sowie die Relevanz der Digitalisierung der Fernwärme für einen optimierten Betrieb und Instandhaltung von thermischen Netzen durch digitales Prozessmanagement hervorzuheben. Weiterhin soll dargelegt werden, wie die Digitalisierung zu einer Steigerung der Intelligenz, Effizienz und Zuverlässigkeit in der Praxis der leitungsgebundenen Wärmeversorgung beitragen kann und wie so die effiziente Integration erneuerbarer Energien erhöht werden kann. Insbesondere in zukünftigen Energiesystemen kann die Digitalisierung der Fernwärme zur vollständig automatisierten Optimierung des Anlagen- und Netzbetriebs und gleichzeitig zur Stärkung des Endverbrauchers genutzt werden. In diesem Kontext ist es aber auch wichtig, neue Herausforderungen und Anforderungen an die Datensicherheit und den Datenschutz zu beachten sowie Fragen zum Dateneigentum zu beantworten.

Abb. 1:

Fokusbereiche innerhalb der
Bearbeitung des IEA DHC Annex TS4

Digitalisierung

Vor dem Hintergrund der definierten Ziele erfolgt die Erarbeitung der Ergebnisse in fünf Arbeitspaketen:

Abb. 2:
Strukturplan für die Bearbeitung
des IEA DHC Annex TS4

Neben den inhaltlichen Zielen besteht ein weiterer wesentlicher Bestandteil des internationalen Kooperationsprojektes in der Planung, Organisation und Durchführung von Industrieworkshops für Planer und Versorger im Rahmen von nationalen und internationalen Konferenzen in enger Kooperation mit Verbänden und den nationalen Verbundprojektpartnern. Durch die Workshops können die Inhalte des Kooperationsprojektes von der Fachwelt immer wieder aufgegriffen und diskutiert werden. Auf diese Weise erfolgt die Initiierung weiterer Entwicklungen und neuer nationaler Vorhaben im Kontext der »Digitalisierung der Fernwärme«.

Ziel der Präsentation ist die Vorstellung und Diskussion des Kooperationsprojektes, welches im Rahmen des IEA-Technologieprogramms Fernwärme und -kälte inklusive Kraft-Wärme-Kopplung (IEA DHC/CHP) durchgeführt wird. Bei der Umsetzung des Projektes sind aktuell Forschungsinstitutionen und Industriepartner aus insgesamt 12 Ländern beteiligt. Neben der Erarbeitung von Projektinhalten dient das Forschungsvorhaben als Plattform für den internationalen Erfahrung- und Wissensaustausch sowie der Vernetzung von Industrie und Forschung.

SCHMIDT, D. UND SCHMIDT, R.-R. (2018): Project Concept Digitalisation of District Heating: Optimised Operation and Maintenance of District Heating and Cooling Schemes via Digital Process Management. IEA DHC, 2018.

Informationen zum internationalen Kooperationsvorhaben IEA DHC Annex TS4 finden Sie unter: <https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2018-2024-annex-ts4/>

Tekn. Dr. Dietrich Schmidt (Hauptautor*in),
Dr.-Ing. Anna Kallert

dietrich.schmidt@iee.fraunhofer.de
+49 561 804 1871

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft
und Energiesystemtechnik (IEE)
Abteilung Strom-Wärme-Systeme
Königstor 59,
34119 Kassel, Deutschland

Referenzen

Weitere
Informationen

Keywords

Anlagen- und Netzbetrieb,
vorausschauende Wartung,
digitale Geschäftsmodelle,
internationale Kooperation



Poster

Shengjuan Wang, Nikolai Körber, Julia Straub, Diana Hehenberger-Risse, Sascha Hauke, Alexander Wallis

AUSSTELLUNG

Digitale Energienutzung zur Erhöhung der Energieeffizienz durch interaktive Vernetzung

Hintergrund

Die Verbesserung der Energieeffizienz ist einer der wichtigsten Indikatoren einer nachhaltigen Energieversorgung. Eine effiziente Nutzung der Primärenergie und der Aufbau eines Überwachungs- und Bewertungssystems können die Energie- und Umweltprobleme, die durch das rasante Wachstum des Energieverbrauchs verursacht werden, wirksam lindern und der Bundesregierung helfen, ihre Energie- und Klimaziele zu erreichen. Um die Aussagekraft des Bewertungssystems zu verbessern, ist es erforderlich, den aktuellen Energie- und Ressourcenverbrauch/-bedarf sowie das gleichzeitige Erzeugungs-/Ressourcenangebot, die Energieverteilung und das Zusammenspiel der Akteure genau zu verstehen.

Aktuell existiert eine Vielzahl an Einzelsoftwareanwendungen für Systemmodellierungen, Energie-, Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme sowie Geoinformationssysteme. Die verwendete Datengrundlage bezieht sich hier hauptsächlich auf einen Zeitraum in der Vergangenheit. Eine Gesamtvisualisierung von allen energierelevanten Bereichen ist i.d.R. nicht möglich. Die einzelnen Systeme sind nicht sektorenübergreifend zu einem Gesamtsystem verknüpft. Daher sind sie als Stadtplanungsinstrument für die Steuerung und Planung der Energie- und Ressourcenoptimierung häufig ungeeignet.

Studien haben gezeigt, dass trotz Bemühungen industrieller Energieeffizienzprogramme, Energiemanagementsysteme derzeit nur bedingt eingesetzt werden [1]. Energiemanagementsysteme werden von KMU derzeit nur selten eingeführt und umgesetzt, selbst in Ländern (wie z.B. Deutschland), in denen ein hohes Bewusstsein für Energieeffizienz und Energiemanagement vorherrscht [2].

Der Forschungsschwerpunkt der Arbeit ist die Entwicklung eines softwaregestützten Werkzeugs für Energiemanagementsysteme in Anlehnung an die Anforderungen der ISO 50001. Das erarbeitete Tool soll neben den klassischen Funktionen zur Erfassung von Verbräuchen und zur Ermittlung von Kennzahlen auch eine Möglichkeit zum Einbezug der Sektorenkopplung (z.B. Power-to-Heat) bieten. Um Unternehmen und Regionen ein anwenderfreundliches Werkzeug zur Verfügung zu stellen, die geforderte Energiewende umzusetzen, wird die Benutzerakzeptanz in dieser Arbeit als kritischer Erfolgsfaktor besonders berücksichtigt.

In diesem Vorhaben wird ein systematischer, datengesteuerter, faktenbasierter Prozess etabliert, der auf die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz der Akteure (Gemeinden, Gewerbe, Privathaushalte und Energieversorger) ausgerichtet ist. Um eine effektive und messbare Verbesserung der Energieeffizienz im Laufe der Zeit sicherzustellen und nachzuweisen, werden Mess- und Steuerungsgeräte in verschiedenen Gebäudetypen installiert. Mittels der Sammlung, Verarbeitung, Speicherung und Auswertung von Energie- und Ressourcendaten werden in Echtzeit der Energie- und Ressourcenbedarf sowie das Angebot mehrerer Gebäudekomplexe im Drei-Bäder-Eck in Niederbayern unter Berücksichtigung der Wetterprognosen zu einem ganzheitlichen System vernetzt.

Bei den ausgewählten Gebäudestrukturen sollen möglichst Bestandsgebäude und Neubauten, gewerbliche, öffentliche und private Liegenschaften mit mittleren und hohen Energieverbräuchen betrachtet werden, um einen möglichst repräsentativen Querschnitt darzustellen. Da hier sehr hohe Einsparpotenziale erreicht werden können, amortisieren sich Investitionen in Smart Meter sowie Steuerungstechnik kurzfristig. Weiterhin kommen auch Geoinformationssysteme zum Einsatz.

Um die geografisch verteilten Messstellen anschließend miteinander zu vernetzen, wird jede Liegenschaft mit einem Mikrocomputer ausgestattet, der relevante Sensorwerte periodisch abfragt, in ein einheitliches Datenformat bündelt und an eine skalierbare zentrale Verarbeitungsstelle (Cloud) weitergibt [3]. In der Cloud werden die gesammelten Daten anschließend unter Einsatz von Maschinellem Lernen zur Prognose und Identifikation von Einsparpotenzialen sowie Betriebsfehlern (Anomalien) überprüft und überwacht. Dadurch können vorhandene Energieerzeugungs- und Verteilungsstrukturen effizienter genutzt und entlastet werden.

Neben der technischen Umsetzung wird im Rahmen dieser Arbeit Wert auf ein hohes Maß an Software-Ergonomie gelegt. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es nur begrenzt wirksame Werkzeuge, um die energieintensiven Prozesse bei der Umsetzung des Energiemanagementsystems zu unterstützen. Diese Arbeit nimmt den Markt für Energiemanagementsoftware unter die Lupe und gibt einen Überblick über die relevantesten bestehenden und fehlenden Funktionen in Energiemanagementsoftware. Hierzu werden zwei Umfragen durchgeführt, um sowohl über die Situation auf der Anbieterseite als auch die Anforderungen und Hemmnisse auf der Kundenseite genauere Einblicke zu bekommen.

- Darstellung des aktuellen Stands der wirtschaftlichen und technischen Leistungen relevanter Software zur Umsetzung eines Energiemanagementsystems in Anlehnung an ISO 50001
- Übersicht über technische und wirtschaftliche Marktlücken/Verbesserungsmöglichkeiten der vorhandenen Energiemanagementsoftware und Trends der Digitalisierung der Energiewende
- Darstellung der technologieübergreifenden Kopplung von Einzelkomponenten (Strom-, Wärme-, Kühlbedarf und -überschuss) zur Entwicklung eines Gesamtsystems mittels Vernetzung mit Smart Meter und unter Einsatz von Maschinellem Lernen
- Übersicht über die für Sektorenkopplung notwendiger Geschäfts-/Betreibermodelle zur Umsetzung der Energiemanagementmethoden unter Berücksichtigung der Benutzerakzeptanz

[1] HIRZEL, S.; SONTAG, B.; ROHDE, C. (2011): *Betriebliches Energiemanagement in der industriellen Produktion*. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

[2] BFEE (2017): *Der Markt für Energiemanagement Systeme in kleinen und mittleren Unternehmen*. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.

[3] HUBER, F.; KÖRBER, N.; MOCK, M. (2019): *Selena: a Serverless Energy Management System*. In: *5th International Workshop on Serverless Computing*, Davis, CA, USA.

Shengjuan Wang (Hauptautor*in),
Nikolai Körber, Julia Straub,
Prof. Dr. Diana Hehenberger-Risse,
Prof. Dr. Sascha Hauke,
Alexander Wallis

shengjuan.wang@haw-landshut.de
+49 (0)871 - 506 656

Hochschule für angewandte
Wissenschaften Landshut,
Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut

Ergebnisse

Referenzen

Keywords

Energiemanagementsystem,
Sektorenkopplung,
Softwarelösung,
Maschinelles Lernen,
Benutzerakzeptanz

Forschungsschwerpunkte

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

DIGITALE

POSTER AUSSTELLUNG



Flexibilisierung

- 118 *Thomas Bernard, Ulrich Leibfried, Simon Stürtz*
dynOpt-En - Energiemanager zur angebots- und bedarfsgerechten Zuschaltung von Energieträgern
- 120 *Andreas Bott, Alexander Matei, Florian Steinke, Stefan Ulbrich*
Methodenbaukasten für Flexible Wärmenetze der Zukunft
- 122 *Sebastian Grimm, Heiko Huther, Dominikus Bücken*
Wärmenetze im energetischen Monitoring – Nemo
- 125 *Tobias Härtel, Mario Reichel*
Beitrag zur Umsetzung der Digitalisierung in der Wärmeversorgung
- 128 *Anna Kallert, Robert Egelkamp, Ulrich Bader, Dietmar Münnich, Lisa Staudacher, Hannes Doderer*
Konzipierung eines multivalenten Wärmenetzes zur Dekarbonisierung von Bestandsgebäuden in Moosburg an der Isar
- 129 *Nina Kicherer, Fabian Bischke, Philipp Janßen*
Smart Pro Heat: Betriebsoptimierung eines Wärmenetzes durch integrierte Regelung der Sekundärseite
- 131 *Jens Knissel, Marius Ehlert*
Intracting zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen
- 134 *Mario König, Ingo Hartmann*
Flexibilisierung des Brennstoffeinsatzes für die Nahwärmeversorgung durch adaptive Emissionsminderungsmaßnahmen
- 136 *Roland Krippner, Boris Bott, Wolfram Stefan, Mario Franz, Herbert Sinnesbichler, Almuth Schade*
EnOB: GreenFaBS (02/2019 – 01/2021)
- 138 *Sebastian Kutzner, Florian Heberle, Dieter Brüggemann*
Zeitabhängiges Simulationsmodell zur thermo-ökonomischen Analyse von Niedertemperatur-Wärmenetzen
- 140 *Peter Lorenzen, Carlos Álvarez Bel*
Anforderungen erneuerbarer Wärmetechnologien an systemische Ansätze zur Transformation von Wärmenetzen
- 142 *Laura Maier, Sarah Henn, Tobias Otto, Larissa Kühn, Tanja Osterhage, Philipp Mehrfeld, Dirk Müller*
Neue Geschäftsmodelle für innovative Energiemanagementsysteme in Nichtwohngebäude-Quartieren: Regulatorische Herausforderungen und Chancen
- 144 *Nicole Meinusch, Robert Heyer, Dirk Benndorf, Udo Reichl*
Integrated Cycles for Urban Biomass (ICU)
- 145 *Tobias Ohrdes, Elisabeth Schneider, Michael Knoop*
Wind-Solar-Wärmepumpenquartier
- 146 *David Sauerwein, Niall Fitzgerald*
Temperaturabsenkungs- und Flexibilisierungspotenziale am Beispiel des Architekturgebäudes auf dem Campus Lichtwiese
- 148 *Manuel Utz, Arne Surmann, Stefan P. M. Chantrel*
Blockchainbasierte Anreiztokens für dezentrales Energiemanagement im Quartier
- 150 *Georg Wagener-Lohse*
Effektiver Klimaschutz über Wärmenetze mit Erneuerbarer Energie
- 152 *Steffen Wehkamp, Jorge Marx-Gómez, Pavel W. Kusch*
Comparison of valuation methods for investments in flexible decentralised energy systems
- 155 *Uwe Welteke-Fabricius, Janis Matthes*
Strom aus Biogas – abschalten oder flexibilisieren? Über makroökonomische Effekte der Flexibilitätsprämie

Poster

Thomas Bernard, Ulrich Leibfried, Simon Stürtz

AUSSTELLUNG

dynOpt-En - Energiemanager zur angebots- und bedarfsgerechten Zuschaltung von Energieträgern

Hintergrund

Gemäß Pariser Klimaabkommen ist für Deutschland Klimaneutralität bis 2035 erforderlich [1]. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die maßgeblichen nationalen und europäischen Verordnungen zunehmend verschärft. Es werden erhöhte Anforderungen an die Gebäudehülle und Gebäudetechnik sowie ein wachsender Anteil erneuerbarer Energien gefordert. Die Tendenz geht daher deutlich zu Multierzeugeranlagen mit Integration regenerativer Energien. Da das Energieangebot regenerativer Energieträger nicht deckungsgleich zum Energiebedarf ist, entstehen zeitversetzt Mangel und Überschuss. Daher ist der Speicherung und dem dynamisch optimierten Einsatz unterschiedlicher Energieträger höchste Bedeutung beizumessen. Insbesondere für die Sektorkopplung zwischen Wärme und Strom ist das intelligente Ausbalancieren von Angebot und Bedarf eine wesentliche Voraussetzung.

Zielstellung

Im vom BMWi geförderten Projekt dynOpt-En (www.dynopt.de) wird daher ein Energiemanager realisiert, welcher per Prädiktions-Algorithmus die Wärmeerzeugung in Gebäuden und Quartieren auf Grundlage von hochauflösenden Zähler- und Sensordaten optimiert. Die Optimierungssoftware errechnet dafür aus den für die Energieabrechnung vorhandenen Zählerdaten in Kombination mit Wettervorhersagen und weiteren Sensordaten fortlaufend Prognosen (z.B. für die nächsten 36 Stunden). Diese werden genutzt, um verschiedene Wärmeerzeuger, wie zum Beispiel Gasthermen, Wärmepumpen, BHKWs, kombiniert mit PV- oder Solarwärme-Anlagen, optimiert nach Kosten oder CO₂-Emissionen in ihren Betriebszeiten aufeinander abzustimmen. Durch das konsequente Design des Energiemanagers als Onlineservice sind kaum Installationen vor Ort nötig. Alle Daten sind per Datenschnittstelle (Web-API) verfügbar.

Das Besondere am dynOpt-Energiemanager sind die Algorithmen für Prädiktion und Optimierung, die ohne aufwändige individuelle Programmierung und mit einer geringen Anzahl von Sensoren auskommen. Über ein Gateway werden die Daten der für die Verbrauchsabrechnung bereits vorhanden Zähler in 15-Minuten-Auflösung an den Energiemanager übergeben. Dafür können entweder neu entwickelt Gateways als Plug-and-Play-Lösung eingesetzt oder bereits installierte Datensammler und Steuerungen integriert werden. Über das Gateway können dann Energiequellen zeitlich optimiert geschaltet werden. Dabei wird nicht der vorhandene Regler der Wärmeerzeuger ersetzt, sondern lediglich über dafür vorgesehene Schnittstellen, wie zum Beispiel die SG-Ready-Schnittstelle einer Wärmepumpe, die Betriebsanforderung gesetzt. Gleiches gilt für BHKWs oder z. B. Gaskessel.

Erprobung des Energiemanagers

dynOpt-En ist v. a. für gewerbliche Objekte wie Mehrfamilienhäuser und Quartiere gedacht, bei denen mehrere Komponenten wie Wärmepumpe, PV-Anlage, Solarwärmanlage, Gaskessel oder BHKW gekoppelt miteinander betrieben werden. Weiterhin leistet dynOpt-En eine Überwachung des Energieverbrauchs und der Kosten und vergleicht die realen Werte mit für die jeweiligen Wetterbedingungen erwarteten. Auf diese Weise können zeitnah Fehlfunktionen erkannt und über eine übersichtliche Visualisierung signalisiert werden. Im Projekt wird aktuell die Funktionalität des Energiemanagers anhand von 3 Liegenschaften erprobt.

Ein wesentlicher Bestandteil des Energiemanagements ist ein ausreichend großer thermischer Speicher. Insbesondere für den Betrieb mit Wärmepumpen ist eine saubere Trennung zwischen einer Zone mit höheren Temperaturen für die Warmwasserbereitung und einer Zone mit tieferen



Flexibilisierung

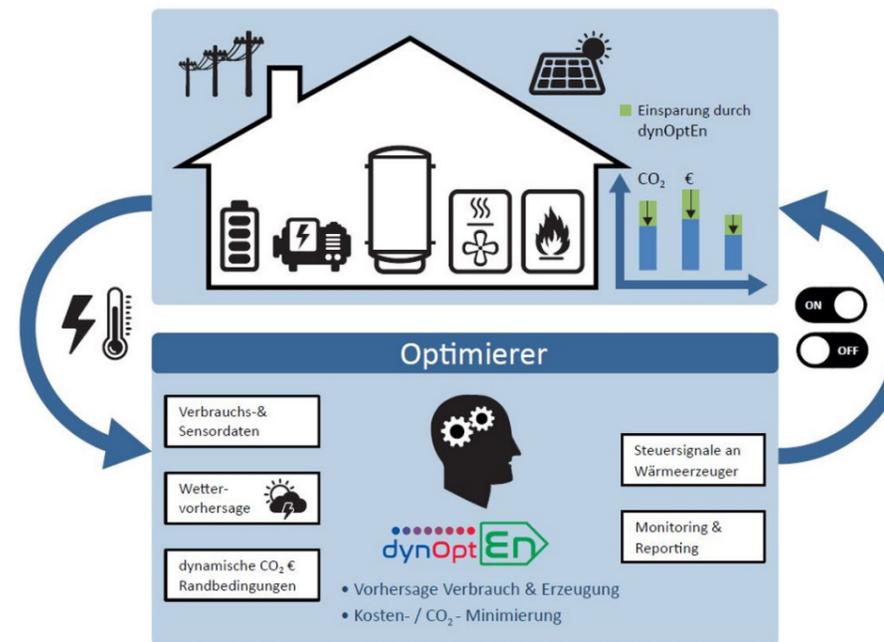


Abb. 1: Grundprinzip des dynOpt-Energiemanagers

Temperaturen für den Heizbetrieb nötig. Im Rahmen des Projekts wird der modulare turgängige Pufferspeicher UniSto, mit dem Speichervolumina von 3 – 11 m³ als vermischungsarmer Zweizonen-Speicher für hohe Volumenströme weiter entwickelt.

[1] Prof. Stefan Rahmstorf, Potsdam Institut, 2019, <https://scilogs.spektrum.de/klima-lounge/wie-viel-co2-kann-deutschland-noch-ausstossen/> (Stand 29.05.2020).

Referenzen

Dr. Thomas Bernard¹ (Hauptautor*in),
 Dr. Ulrich Leibfried², Simon Stürtz³
 thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de
 0721 6091 360

¹ Fraunhofer IOSB,
 Fraunhoferstr. 1, 76131 Karlsruhe

² Consolar Solare Energiesysteme GmbH
 Gewerbestraße 7, 79539 Lörrach

³ Comgy GmbH
 Köpenicker Straße 154A, 10997 Berlin

Keywords

Multi-Erzeuger-Anlagen,
 Kosten-/CO₂-Optimierung,
 selbstlernende Verbrauchsprädiktion,
 Online-Service

Poster

Andreas Bott, Alexander Matei, Florian Steinke, Stefan Ulbrich

AUSSTELLUNG

Methodenbaukasten für Flexible Wärmenetze der Zukunft

Hintergrund

Bei der Dekarbonisierung des Energiesektors stellt der Wärmesektor als größter Endenergieverbraucher ein entscheidendes Handlungsfeld dar. Da Biomasse nur begrenzt verfügbar ist, ist eine Elektrifizierung des Wärmesektors notwendig, um CO₂-Neutralität zu erreichen. Mit Groß-Wärmepumpen existiert hierfür eine bereits ausgereifte Technologie, die die Kopplung der Sektoren Wärme und Strom ermöglicht und zudem für den Stromsektor ein großes Flexibilitätspotenzial bietet. Wärme lässt sich vergleichsweise einfach und kostengünstig speichern. Sie kann folglich dann erzeugt und eingespeichert werden, wenn große Mengen Strom aus Wind- und Solarenergie zur Verfügung stehen. In Zeiten mit geringem Stromaufkommen aus erneuerbaren Quellen kann der Wärmebedarf aus den Speichern gedeckt werden.

Fernwärmenetze können eine zentrale Rolle bei der Erschließung dieses Flexibilitäts-Potenzials spielen. Durch die Vernetzung von Erzeugern, Speichern und flexiblen Verbrauchern wird ein flexibler Ausgleich zwischen den verschiedenen Technologien ermöglicht. Bislang werden Fernwärmenetze meist als reine Verteilnetze für Wärme aus einem oder wenigen Kraftwerken eingesetzt. In Zukunft wird der Betrieb flexibler und dezentraler erfolgen müssen. Eine analoge Entwicklung konnte in den letzten Jahren mit Smartgrids bereits im Stromsektor beobachtet werden.

Projektbeschreibung

Im Projekt EnEff:Wärme - MeFlexWärme sollen neue Methoden für den flexiblen Betrieb von Fernwärmenetzen entwickelt und erprobt werden. Neben dem Forschungsschwerpunkt »Netztransparenz im Fernwärmenetz«, welcher in diesem Beitrag im Vordergrund steht, umfasst das Projekt EnEff:Wärme - MeFlexWärme zudem die Schwerpunkte »Flexibilitätssteuerung im Fernwärmenetz« und »Grundlagen der Mathematischen Optimierung mit Wärmenetzgleichungen«.

Forschungsschwerpunkte

Eine wichtige Voraussetzung für den flexibleren Betrieb der Netze sowie die Einbindung dezentraler Erzeugung ist Netztransparenz. Unter Netztransparenz versteht man dabei eine möglichst genaue Kenntnis des Netzzustandes, welcher durch Temperatur, Druck und Massenstrom in den verschiedenen Netzelementen charakterisiert ist.

Ein Ziel des Projektes ist es, einen Zustandsschätzer zu entwickeln, welcher aus der Messung von Temperatur, Druck und Massenstrom, an wenigen Stellen im Netz, diese Größen für das gesamte Netz rekonstruiert. Eine erfolgskritische Fragestellung ist dabei, die richtige Verortung einer begrenzten Anzahl an Messgeräten. Wie ist eine minimale Anzahl an Messgeräten zu verteilen, so dass gerade ausreichend Information über den Zustand des Netzes verfügbar ist und die Modellgüte des Schätzers maximal wird.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Es wird die Positionierung einer zuvor festgelegten Anzahl an Sensoren im Fernwärmenetz optimiert. Hierzu wird ein Modell entwickelt, welches die Variablen Druck, Temperatur und Massenstrom in Abhängigkeit der eingespeisten und abgenommenen Wärmemengen berechnet, welche in der Praxis mit Unsicherheiten behaftet sind. Aufbauend auf diesem Modell wird die Sensitivität der Zustandsvariablen gegenüber Variationen in den abgenommenen Wärmemengen



Flexibilisierung

gen und Netzverlusten analysiert. Basierend auf diesen Sensitivitäten wird die Kovarianzmatrix der variierenden Abnahmen erstellt. Die optimale Sensorplatzierung minimiert ein Maß dieser Kovarianzmatrix. Dies ermöglicht eine Begrenzung der Ungenauigkeit des Modellergebnisses und verbessert die Zuverlässigkeit des Zustandsschätzers.

- Darstellung des Vorgehens zur Berechnung des Netzzustandes
- Vorstellung Vorgehen und Ergebnisse der optimalen Sensorplatzierung zur Zustandsschätzung

Ergebnisse

Andreas Bott¹ (Hauptautor*in),
Alexander Matei²,
Prof. Florian Steinke¹,
Prof. Stefan Ulbrich²

¹ Energy Informations & Systems
TU Darmstadt
Landgraf-Georg-Str. 4,
64283 Darmstadt

andreas.bott@tu-darmstadt.de
06151 16-21720

² Nichtlineare Optimierung
Dolivostraße 15,
64287 Darmstadt

Keywords

Fernwärme,
Netztransparenz,
Zustandsschätzung,
Sensorplatzierung

Poster

Sebastian Grimm, Heiko Huther, Dominikus Bücken

AUSSTELLUNG

Wärmenetze im energetischen Monitoring – Nemo

Hintergrund
Ziel

Wärmenetzen kommt bei der Energiewende eine zentrale Rolle zu [1, 2]. Sie bieten die Möglichkeit Verbraucher effizient und nachhaltig mit Energie zu versorgen und erschließen dabei Wärmepotenziale, die in dezentralen Einzelanlagen nicht genutzt werden können.

Der effiziente Betrieb von Wärmenetzen basiert auf einem komplexen Zusammenspiel unterschiedlicher Erzeuger mit verschiedenen Verbrauchern und erfordert eine professionelle Betriebsführung. Insbesondere in kleineren Netzen aber werden die Betriebszustände oft nur unzureichend überwacht, siehe auch [3]. Häufig werden lediglich zeitlich summierte bzw. gemittelte Werte erfasst, so dass Schwächen nur in Form von suboptimalen Jahreskennzahlen sichtbar werden, ohne die dahinterstehenden Optimierungspotenziale erkennen zu können. In Folge dessen sinkt die Wirtschaftlichkeit entsprechender Netze und wertvolles Potenzial zur Erreichung der Klimaziele und der Gestaltung der Wärmewende kann nicht erschlossen werden. Ziel des Verbundforschungsvorhabens ist die Entwicklung einer Methodik, die es Betreibern von Wärmenetzen ermöglicht, auch kleinere Netze kostengünstig und kontinuierlich energetisch zu überwachen, Optimierungspotenziale zu identifizieren und darauf aufbauende Maßnahmen zur Hebung dieser Potenziale abzuleiten.

Forschungsschwerpunkte

Die Prozesskette von Fernwärmesystemen lässt sich grob in die drei Teilsysteme Wärmeerzeugung, -verteilung, -verbrauch unterteilen, die aber in komplexer Weise voneinander abhängig sind. Wärmeerzeugungsanlagen sind heute, vor allem wenn sie wie KWK-Anlagen auch Strom produzieren, moderne und hochautomatisierte „Maschinen“ mit zentraler Überwachung, Steuerung und umfassendem Monitoring, deren Betrieb unter verschiedenen Zielstellungen optimiert wird. Historisch gewachsene Wärmeverteilnetze hingegen, die mindestens auf eine technische Lebensdauer von 30 Jahren ausgelegt und in Abhängigkeit ihrer Beanspruchung oft deutlich länger betrieben werden können, verfügen in der Regel über vergleichsweise wenige Sensoren, die ein umfassendes Monitoring ermöglichen. Im Bereich der Wärmeabnahme werden die Möglichkeiten zum Monitoring von Übergabestationen immer vielfältiger und beispielsweise durch die Vorgaben der Fernauslesbarkeit von Wärmemengenzählern (siehe Artikel 9 EED [4]) auch zunehmend digitaler. Mit dem übergeordneten Ziel Emissionen und Treibhausgase zu reduzieren, ist es erforderlich, das gesamte Fernwärmesystem zu berücksichtigen und die einzelnen Teilsysteme nicht als voneinander unabhängige Systeme zu optimieren. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass der aktuelle Zustand der Teilsysteme möglichst gut erfasst wird, um so auch die gegenseitige Beeinflussung abzubilden. Dieser Ansatz führt in der Praxis allerdings zu diversen Problemen: Durch zusätzliche Messtechnik entstehen zusätzliche Kosten, wobei nicht sichergestellt ist, dass alle erfassten Daten auch zur Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems beitragen. Darüber hinaus sind bei der Erfassung von Verbrauchsdaten (Kundendaten) datenschutzrechtliche Anforderungen zu erfüllen, was zu hohen Sicherheitsanforderungen und zusätzlichem Aufwand führt.

Effizientes Monitoring erfordert eine Abwägung zwischen Aufwand und den daraus resultierenden Ergebnissen und Möglichkeiten. In einem ersten Schritt wurden deshalb im Rahmen des Forschungsvorhabens Kennzahlen von Fernwärmesystemen zusammengestellt, um anschließend zu prüfen welcher Monitoring-Aufwand notwendig ist um diese zu erfassen. Im aktuell gültigen Regelwerk des AGFW (siehe FW 309 Teil 1-6 [5]) sind standardisierte Vorgehensweisen für die Ermittlung von Kennzahlen bezüglich der Energieeffizienz von Fernwärmesystemen enthalten. Diese Methoden haben jedoch hauptsächlich die Bestimmung von Jahreswerten nach

dem Stand der Technik im Fokus und zielen nicht direkt auf ein kontinuierliches Monitoring zur Identifikation von betrieblichen Optimierungspotenzialen ab. Im Gebäudesektor beispielsweise existieren hingegen Normen, Richtlinien und Leitfäden, die sich unter anderem auch mit der Rolle der Gebäudeautomation auseinandersetzen, [6–9].

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden 15 unterschiedliche Fernwärmesysteme einem Monitoring unterzogen. Besonders im Fokus stehen dabei die Fragen welche Kennzahlen sich durch bereits verfügbare Sensoren und Messwerte ermitteln lassen und welche Kennzahlen sich als besonders relevant bei der energetischen Bewertung des Zustands eines Fernwärmesystems erweisen. Aufbauend auf den existierenden Grundlagen und durch die ergänzenden Erfahrungen aus dem Monitoring der 15 Fernwärmesysteme sollen so Empfehlungen für Minimalanforderungen an ein energetisches Monitoring abgeleitet werden.

Der Blick in die Praxis zeigt, dass Unternehmen beim Thema Monitoring häufig vor vergleichbaren Herausforderungen stehen. In oftmals historisch gewachsene Strukturen werden Daten in verschiedenen Formaten an unterschiedlichen Stellen generiert und verwaltet, umfassende Analysen erfordern daher sehr viel Zeit (pre-processing) und für weiterführende Fragestellungen werden teils umfassendere Daten benötigt. Schnell wurde klar, dass die Vielzahl technischer Möglichkeiten Messwerte zu erfassen und zu übertragen ein möglichst flexibles Monitoring-Tool erfordert. Hierzu wird an der Technischen Hochschule Rosenheim das Programm MetricX entwickelt, welches hierfür die passende Grundlage bietet und in Zusammenarbeit mit AGFW und den an Nemo teilnehmenden Fernwärmeversorgungsunternehmen weiterentwickelt wird. Es gilt im Besonderen die Komplexität und Vielzahl an Möglichkeiten auf praxistaugliche und individuelle Anforderungen der Nutzer herunterzubrechen, sodass das Tool am Ende tatsächlich die Verantwortlichen unterschiedlicher Expertise und Zuständigkeiten unterstützt. Grundlage hierfür bildet ein im Projekt entwickelter Kennzahlenkatalog samt entsprechender Nomenklatur und möglichem Messkonzept. Zahlreiche Möglichkeiten und Herausforderungen der Fernwärme-Systeme im Kontext „Digitalisieren – Sektoren koppeln – Flexibilisieren“ wurden bereits identifiziert und sollen im weiteren Projektverlauf anhand konkreter Beispiele, vom komplexen Kennwert hin zu möglichen Darstellungsformen für potentielle Anwender, erprobt und bewertet werden.

[1] Hg. v. AGFW. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (2018): 40/40 Strategie. Unser Konzept für die Wärmewende Bielefeld, Markus; Koziol, Matthias; Ludwig, Christin; Rapp, Harald; Tenberg, Bernd; Vautz, Sarah; Wolf, Stefan. Frankfurt am Main.

[2] Hg. v. dena. Deutsche Energie-Agentur GmbH (2018): dena - Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050 Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen Bründlinger, Thomas; König, Julian Elizalde; Frank, Oliver; Gründig.

[3] Bücken, Dominikus; Jell, Peter; Botsch, Rafael (2018): Performance monitoring of rural district heating systems. 16th International Symposium on District Heating and Cooling DHC2018. Hamburg, Germany, 09.-12.09: Elsevier Ltd. (149).



Flexibilisierung

Aktivitäten
Maßnahmen

Referenzen

Poster

Wärmenetze im energetischen Monitoring - Nemo

[4] EED - Richtlinie zur Energieeffizienz No. 2005/27/EU vom 25.10.2012, geändert durch die Richtlinie 2018/2002 vom 1.12.2018.

[5] AGFW, Regelwerk Fernwärme, Frankfurt am Main: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., 2018.

[6] DIN V 18599:2018-09, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.

[7] VDI 6041:2017-07, Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen.

[8] AMEV 135:2017-08, Technisches Monitoring 2017 - Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung.

[9] Hg. v. Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN (2018): Messleitfaden. Messleitfaden für Demonstrationsvorhaben im Bereich „Energie in Gebäuden und Quartieren“. Update 06.01.2018. Dipl.-Ing. Heike Erhorn-Kluttig, Dipl.-Ing. Hans Erhorn, Dipl.-Ing. Johann Reiß, Dipl.-Ing. Herbert Sinnesbichler, Lev Kirnats, M.Sc., Dr.-Ing. Jérôme Frisch, Ben Krämer, M.Sc., Dipl.-Ing. Martin Möhlenkamp, zuletzt geprüft am 03.06.2020.

Tobias Härtel, Mario Reichel

Beitrag zur Umsetzung der Digitalisierung in der Wärmeversorgung

Poster

AUSSTELLUNG

Hintergrund Ziel

Nahezu alle Bereiche des Lebens und der Arbeitswelt befinden sich im Prozess der Digitalisierung. In diesem Zuge entsteht eine Vielzahl neuer Varianten, welche Betreibern und Nutzern technischer Anlagen ungeahnte Möglichkeiten der Verknüpfung und schlussendlich die Erschließung neuer Marktbereiche ermöglicht. Zur Erläuterung eine beispielhafte Tendenz, welche sich im Handel mehr und mehr durchsetzt: Durch einen Kunden werden neben permanent gehaltenen Angeboten auch Artikel gezielt von einem Onlineanbieter bezogen. Neben der Logistik im Transport ist für eine vollständige Funktionalität an dieser Stelle auch eine Informationslogistik erforderlich. Übertragen auf das Gebiet der Wärmeversorgung bedeutet dies, die kontinuierliche Förderung des Wärmeträgers durch eine diskrete Lieferung von Wärmepaketen zu substituieren. Dafür ist ein informationelles Netz auf ein bestehendes Leitungsnetz zum Transport des Wärmeträgers aufzusetzen, welches die Bedarfe meldet und die Auftragsabwicklung übernimmt [1]. Im Rahmen eines Forschungsprojektes [2] ist das Konzept einer bidirektionalen Wärmelieferung auf einem Zweileiternetz untersucht worden. Dieses Konzept wird als Thermal Smart Grid bezeichnet.

An der Realisierung dieser Herausforderung setzt die Entwicklung von Netzknotenstationen für ein intelligentes Nahwärmenetz an. Anfallende Solarwärmeenergie soll zwischen Gebäuden mit Wärmebedarf und Wärmeüberschuss eines Wohnquartiers ausgetauscht werden. Die Entwicklung und Erprobung einer Netzknotenstation erfolgte 2016 an der Westsächsischen Hochschule Zwickau. [3]

Dies ist ebenfalls erweitert denkbar in Kombinationen mit angrenzenden Gewerbe- und Industriebetrieben oder -gebieten, auch Fernwärme, Abwärme oder Kältequellen können eingebunden werden. Aufgrund seiner Struktur ist das neuartige System in der Lage ökologische wie ökonomische Einsparungen zu erzielen sowie einen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emission zu leisten. ►

Keywords

Digitalisierung in der Fernwärme, Kriterienkatalog, Monitoring

Sebastian Grimm M.Sc.¹ (Hauptautor*in),
Dr. Heiko Huther¹,
Prof. Dr. Dominikus Buecker²

s.grimm@agfw.de
h.huther@agfw.de
069 / 6304-200

¹ AGFW Projekt GmbH,
Stresemannallee 30,
60596 Frankfurt am Main

² Technische Hochschule Rosenheim
Institut für nachhaltige Energieversorgung
Hochschulstraße 1, 83024 Rosenheim
dominikus.buecker@th-rosenheim.de
08031/ 805 - 2652

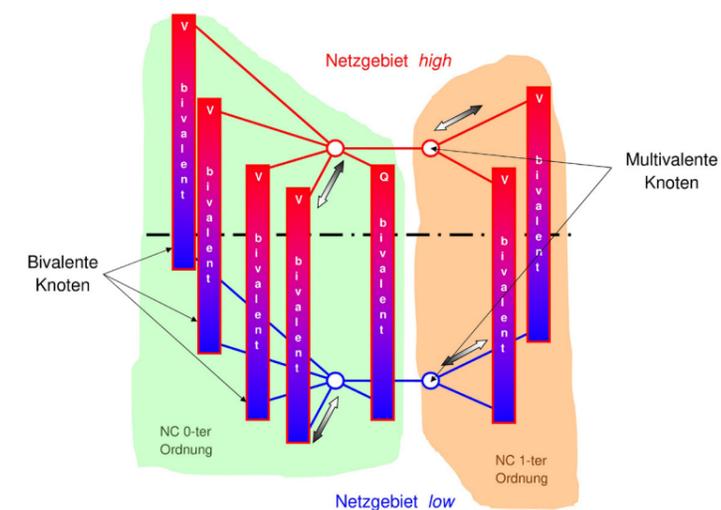


Abb. 1:
Netzstruktur eines
Thermal Smart Grid mit bivalenten
und multivalenten Knoten [2]

Poster

Beitrag zur Umsetzung der Digitalisierung in der Wärmeversorgung



Flexibilisierung

Forschungsschwerpunkte

Das Thermische Smart Grid besteht aus bivalenten und multivalenten Knoten (s. Abbildung 1). Bivalente Knoten (B-Knoten) entsprechen den Wärmequellen und -senken im Netz, diese emittieren oder beziehen bidirektional thermische Energie. Es besteht eine hydraulische Verbindung mit den multivalenten Knoten (M-Knoten) über ein Rohrnetz.

Unter den Quellen und Senken im jeweiligen Netzcluster (NC) bilden die M-Knoten eine direkte Verteileinheit der Medienströme bzw. eine indirekte Verteileinheit zum Austauschen von thermischer Energie zwischen unterschiedlichen Netzclustern. Das Thermische Smart Grid kann in ein Netzgebiet höherer Temperatur (»high«; energetische Umverteilung zwischen Wärmequellen und Wärmesenken) und in ein Netzgebiet niedriger Temperatur (»low«; energetische Umverteilung zwischen Kältequellen und Kältesenken) differenziert werden. Es besteht eine eindeutige Zuordnung eines M-Knotens aus dem Gebiet »low« zu einem M-Knoten aus dem Netzgebiet »high«, gemeinsam bilden sie eine Einheit.

Zur Realisierung und Nutzung eines sinnvollen und zielgerichteten Wärmetransports in einem Thermal Smart Grid ist eine Entwicklung und Etablierung einer entsprechenden intelligenten Steuerung und Regelung aller relevanten Energieströme für die entsprechenden Streckenbereiche nötig, ebenso eine passende Messwertaufnahme zur Ermittlung von Bedarfen und Angeboten. Schlussendlich ist ein Informations- sowie Kommunikationsnetzwerk zu etablieren, welches eine optimale Verteilstrategie von Wärmeströmen zur Gebäudeheizung und -kühlung erarbeitet und umsetzt. Darüber hinaus sollen betreiberorientiert mögliche anfallende Kosten und Vergütungen nach einem dynamischen Preiskonzept errechnet werden. [4]

Die Wärmeverteilung erfolgt Paketweise, Heiz- oder Kühlwasser wird nicht permanent gefördert, somit verringert sich der Energieverlust über das Erdreich. Ebenso wird durch die diskontinuierliche und sequentielle Betriebsweise der Hilfsenergieaufwand verringert.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Die Gegebenheiten des Thermal Smart Grids konnten in einigen Folgeprojekten [3] [5] erforscht und anhand zahlreicher Praxisversuche untersucht werden. Im Rahmen des aktuell laufenden Projekts »Zwickauer Energiewende demonstrieren (ZED)« mit örtlichen Energieversorgern und Wohnungsunternehmen konnte das System erstmals auf ein Quartier in Größenordnung eines Nahwärmenetzes skaliert werden. Innerhalb umfassender Berechnungen wurden verschiedene Betriebsszenarien zur Wärme- und Kälteversorgung simuliert, konkrete Betriebsweisen präzisiert sowie auf die entsprechenden Netze angepasst.

Ergebnisse

Im Beitrag werden Ausgangssituation und Ergebnisse der Modellierung eines Thermischen Smart Grids mit dezentralen Wärmespeichern und Pumpen zur bedarfsbezogenen Förderung von Wärmepaketten für ein Wohnquartier in Zwickau dargestellt. Untersucht wurde weiterhin das Zusammenspiel eines Thermischen Smart Grids mit einem konventionellen Wärmenetz. Mit dem Vergleich der Simulationsergebnisse unterschiedlicher Betriebsarten, können erhebliche Einsparungen an Leitungswärmeverlusten und Pumpenstrom nachgewiesen werden. Sie können klar dem digitalen Betriebskonzept des Thermischen Smart Grids zugeordnet werden.

Referenzen

[1] HOFFMANN, M. ; HÄRTEL, T.; SCHWIND, M.; THEIL, S. (2020): Steigerung von Energieeffizienz in der Wärmeversorgung von Wohnquartieren mit Thermal Smart Grids, Wiesbaden: Springer Spektrum.

[2] HOFFMANN, M.; EPPERLEIN, G.; KORNDÖRFER, S.; THEIL, S. (2014): Energieeffiziente Fernwärmeversorgung unter Nutzung der Wärme aus Grubenwässern und anderen natürlichen Wärmequellen. Abschlussbericht EnEff Wärme FKZ 0327481 A; Westsächsische Hochschule Zwickau, Zwickau, Sachsen.

[3] M. HOFFMANN, M., THEIL, S.; HÄSELBARTH, H.-C. (2006): Entwicklung von Netzknotenstationen für intelligente Nahwärmenetze, Abschlussbericht IEV 160222. Westsächsische Hochschule Zwickau, Institut für Energie und Verkehr, Zwickau, Sachsen.

[4] M. HOFFMANN, T. HÄRTEL, P. WERLER UND C. BLUMHAGEN, IEEE Smart World Congress, San Francisco, USA, 2017.

[5] TEICH, T. (2018): Demographic energy-balanced Framework for sustainable urban Environments. Westsächsische Hochschule Zwickau, Zwickau, 2018.

Tobias Härtel, M. Sc.,
Prof. Dr.-Ing. Mario Reichel

tobias.haertel@fh-zwickau.de
0375-536 3892

Westsächsische Hochschule Zwickau
Institut für Energie und Verkehr
PF 201037, 08012 Zwickau

Poster

Anna Kallert, Robert Egelkamp, Ulrich Bader, Dietmar Münnich, Lisa Staudacher, Hannes Doderer

AUSSTELLUNG Konzipierung eines multivalenten Wärmenetzes zur Dekarbonisierung von Bestandsgebäuden in Moosburg an der Isar

Inhalte

Für die Dekarbonisierung des Wärmesektors sind Wärmenetze aufgrund ihres Potenzials zur effizienten Erschließung von Erneuerbaren Energien und Abwärmequellen von höchster Relevanz [1,2]. Vor diesem Hintergrund wird in der Stadt Moosburg an der Isar die Transformation und der Ausbau eines bestehenden Wärmenetzes im Rahmen des »Wärmenetze 4.0«-Förderprogramms [3] des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geplant. Das innovative Konzept sieht dabei eine vollständig auf Erneuerbaren Energien und industrieller Abwärme basierende Wärmeversorgung vor. Insbesondere die Erschließung bisher ungenutzter Abwärme aus mechanischen und chemischen Industrieprozessen ermöglicht ein ökologisch und wirtschaftlich optimales Versorgungskonzept. In Abhängigkeit des Temperaturniveaus wird die Abwärme direkt oder über eine zwischengeschaltete Wärmepumpe in das Netz eingespeist, welche mit Strom aus Photovoltaik- oder BHKW-Anlagen betrieben wird. Darüber hinaus werden Solarthermie-Anlagen auf Dach- und Freiflächen in das Netz integriert und durch den Einsatz eines saisonalen Speichers hinsichtlich ihrer Effizienz optimiert. Mit Holzhackschnitzeln aus Alt- und Bruchholz betriebene BiomasseKessel decken einen Teil der Grundlast sowie Lastspitzen ab und gewährleisten die Versorgungssicherheit.

Die Realisierung dieses Versorgungskonzepts erfolgt in mehreren Stufen und sieht zunächst die Untersuchung der Potenziale sowie die Planung und Auslegung des Wärmenetzes und der Erzeugungsanlagen vor. Hierbei stehen insbesondere die Analyse von rechtlichen und regulatorischen Aspekten sowie die Bestimmung der wirtschaftlichen und energetischen Effizienz im Vordergrund. In weiteren Projektabschnitten erfolgt die Umsetzung des Wärmenetzes, das Monitoring der Energieströme sowie die fortlaufende Akquise neuer Kunden. Die Konzipierung und Umsetzung dieses multivalenten Wärmenetzes gilt somit als innovatives und zukunftsorientiertes Vorhaben im Sinne der Wärmewende.

Referenzen

[1] N. GERHARDT, F. SANDAU, S. BECKER, A. SCHOLZ, P. SCHUMACHER, D. SCHMIDT, **WÄRMWENDE 2030 (Februar 2017): Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Fraunhofer IWES/IBP.**

[2] N. GERHARDT, I. GANAL, M. JENTSCH, J. RODRIGUEZ, K. STROH, E.K. BUCHMANN: **(Februar 2019): Entwicklung der Gebäudewärme und Rückkopplung mit dem Energiesystem -95% THG-Klimaszenarien. Teilbericht Transformationspfade im Wärmesektor, Fraunhofer IEE.**

[3] **BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (HRSG.), (Januar 2020): Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 - Modul 1: Antragstellung und Verwendungsnachweis, verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waer-menetze/waermentetze_node.html.**

Keywords

Wärmenetze 4.0;
industrielle Abwärme;
Solarthermie;
saisonaler Speicher

Dr.-Ing. Anna Kallert¹ (Hauptautor*in),
Robert Egelkamp¹, Ulrich Bader²,
Dietmar Münnich³, Lisa Staudacher³, Han-
nes Doderer⁴

anna.kallert@iee.fraunhofer.de
+49 561 804 1876

¹ Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft
und Energiesystemtechnik IEE
Königstor 59, 34119 Kassel

²Bader Energie GmbH

³DME-Consult GmbH

⁴Institut für Klimaschutz,
Energie und Mobilität

Poster

Nina Kicherer, Fabian Bischke, Philipp Janßen

AUSSTELLUNG Smart Pro HeaT: Betriebsoptimierung eines Wärmenetzes durch integrierte Regelung der Sekundärseite

Hintergrund

Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz sind für die Wärmewende von zentraler Bedeutung. Dabei bieten Wärmenetze große Potentiale für eine effiziente und erneuerbare Wärmeversorgung in Städten oder Gebieten mit einer ähnlichen Wärmebedarfsdichte. Insbesondere durch die intelligente Steuerung von Gebäuden und deren Integration in ein intelligentes Wärmenetz können hier bisher ungenutzte Potentiale zur Flexibilitäts- und Effizienzsteigerung identifiziert und genutzt werden [1]. Durch eine geeignete Kommunikationsschnittstelle zwischen Wärmenetz- und Gebäudesteuerung können die Regelungseinrichtungen eines Gebäudes bei Bedarf auf Signale des Netzbetreibers reagieren. Der Netzbetreiber kann so die Flexibilität der sogenannten Sekundärseite nutzen, um beispielsweise im Netz auftretende Lastspitzen zu reduzieren oder die Verfügbarkeit von fluktuierenden erneuerbaren Energien auszugleichen [1,2].

Hier setzt das Forschungsprojekt Smart Prosumer Heating Technologies (Smart Pro HeaT) der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg an, das mit dem einzureichenden Poster vorgestellt wird. Ziel des Projekts ist es, dezentrale thermische Flexibilität in Gebäuden im Wärmenetz zu identifizieren, zu bewerten und durch geeignete Konzepte für einen wärmenetzdienlichen Betrieb nutzbar zu machen. Dabei soll bewertet werden, wie eine Erweiterung intelligenter Wärmenetze mit intelligenten Wärmeabnehmern die Gesamtsystemeffizienz, sowie der Anteil erneuerbarer Strom- und Wärmeezeugung erhöht werden kann.

Das Projekt Smart Pro HeaT ist Teil der Zweiten Deutsch-Finnischen Förderinitiative im Rahmen des European Strategic Energy Technology Plan (SET-PLAN) und wird im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Es deckt die Forschungsschwerpunkte »Energieoptimierung in Gebäuden und Quartieren«, »Dezentralisierung des Energiesystems und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmesektor« sowie »Smart Heat Grid Lösungen, inklusive thermischen Demand Side Management« ab. Dabei erfolgt eine ganzheitliche Systembetrachtung. Außerdem wird durch die Kooperation mit der finnischen Universität Aalto in Helsinki, Finnland der europäische Technologie- und Wissenstransfer gestärkt.

Neben der allgemeinen Projektvorstellung präsentiert das Poster Möglichkeiten zur technischen Umsetzung der entwickelten Konzepte. Dafür wird in einem Feldtest innerhalb des Projekts die entsprechende automatisierte Mess- und Steuerungstechnik in einem Gebäude im Hamburger Stadtteil Wilhelmsburg installiert. Das Gebäude vereint unterschiedliche Nutzungsarten durch Büro-, Seminar- und Veranstaltungsräume sowie einen Gastronomiebetrieb, sodass sich damit die Möglichkeit bietet, verschiedene Lastprofile zu berücksichtigen. Die Ausstattung des Gebäudes mit der benötigten Messtechnik beinhaltet unter anderem die Installation von elektronischen Heizkörperthermostaten. Außerdem wurden Regelungsmöglichkeiten im Bereich des Heizkreisverteilers realisiert, wodurch einzelne Heizungsstränge optimiert werden können.

Durch die installierte Mess- und Steuerungstechnik kann das Lastverschiebepotential des Gebäudes mit Messreihen nachgewiesen werden. Das Poster präsentiert dazu die Ergebnisse erster Messreihen, die zur Ermittlung der thermischen Trägheit des Gebäudes durchgeführt wurden. ▶

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Poster

Smart Pro HeaT: Betriebsoptimierung eines Wärmenetzes durch integrierte Regelung der Sekundärseite

Ergebnisse

- Ermittlung und Bewertung von Lastverschiebungspotenzialen in Gebäuden
- Optimierung der Warmwassererzeugung mit primärseitiger Anbindung
- Entwicklung einer gebäudeintegrierten Steuerung mit Wärmenetzschnittstelle
- Verschiebung der Eigentumsgrenze in der Wärmeübergabestation
- Herausforderungen bei der Umsetzung und Installation der Mess- und Regelungstechnik

Referenzen

[1] JUNKER, R.G.; AZAR, A. G.; LOPES, R. A.; LINDBERG, K. B.; REYNDERS, G.; RELAN, R.; MADSEN, H. (2018): Characterizing the energy flexibility of buildings and districts. In: *Applied Energy* Vol. 225, pp. 175-182.

[2] LORENZEN, P.; JANSSEN, P.; WINKEL, M.; KLOSE, D.; KERNSTOCK, P.; SCHRAGE, J.; SCHUBERT, F. (2018): Design of a Smart Thermal Grid in the Wilhelmsburg district of Hamburg: Challenges and Approaches. In: *Energy Procedia* 149 (2018), pp. 499-508.

Keywords

Wärmenetz,
Sekundärseite,
Flexibilität,
Gebäudesteuerung,
thermisches Demand
Side Management

Nina Kicherer¹ (Hauptautor*in),
Fabian Bischke¹, Philipp Janßen^{1,2}

nina.kicherer@haw-hamburg.de
+49 40 428 75 5814

¹ Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Am Schleusenegraben 24,
21029 Hamburg, Deutschland

² Universitat Politècnica de València
Camino de Vera S/N, 46022 Valencia,
Spanien

Poster

Intracting zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen

Jens Knissel, Marius Ehlert

AUSSTELLUNG

Inhalte

»Intracting« ist ein Finanzierungskonzept, bei dem die eingesparten Energiekosten nach energetischen Verbesserungen von Gebäuden oder Quartieren in neue Energiesparmaßnahmen reinvestiert werden. Das Forschungsprojekt »Intracting an Hochschulen (Akronym: IntrHo – FKZ: 03ET1323A)« untersucht die Umsetzung dieses Konzeptes an Hochschulen. Die Universität Kassel wendet Intracting seit 2017 erfolgreich in der eigenen Bauabteilung an.

Hintergrund Ziel

In Kommunen, Hochschulen aber auch größeren Unternehmen werden selbst hochwirtschaftliche Energiesparmaßnahmen am Gebäudebestand häufig nicht umgesetzt. Gründe sind nicht mangelnde Motivation oder fehlendes Wissen über wirtschaftliche Verbesserungsmaßnahmen, sondern das Fehlen von Personal und Geld. Ziel des Forschungsprojektes »Intracting an Hochschulen - IntrHo« ist es deswegen, ein Instrument zu implementieren, mit dem positive finanzielle und organisatorische Rahmenbedingungen für die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz geschaffen werden können. IntrHo fokussiert damit auf das Dilemma zwischen langfristigen Nachhaltigkeitszielen und den kurzfristigen Zwängen bei der Mittelvergabe. Es wird am Beispiel von Hochschulen analysiert und an der Universität Kassel eingeführt.

Das Grundprinzip des Intracting-Ansatzes ist in Abb. 1 für das Beispiel einer Hochschule dargestellt. Um Intracting zu nutzen, wird innerhalb der Organisation eine eigene (Intracting-)Kostenstelle geschaffen und mit einer Anschubfinanzierung ausgerüstet. Aus diesen Finanzmitteln werden erste Energiesparmaßnahmen umgesetzt. Die erzielten Energiekosteneinsparungen fließen auf die Intracting-Kostenstelle zurück. Mit den Rückflüssen werden zusätzliche Energiesparmaßnahmen umgesetzt und so weiter. Dieses System verstärkt sich selbst und nach einer Einführungsphase stehen den für die Gebäude verantwortlichen Organisationseinheiten ausreichend eigene Finanzmittel zur Verfügung, um kontinuierlich an der energetischen Verbesserung der Gebäude zu arbeiten. Mittelfristig kann aus der Intracting-Kostenstelle ein Beitrag zur Finanzierung der Gesamtorganisation geleistet werden.

Das Forschungsprojekt IntrHo wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Es startete im Oktober 2015 und wird im Mai 2021 abgeschlossen. Aus der wissenschaftlichen Bearbeitung, aber auch aus der praktischen Anwendung an der Universität Kassel gibt es Ergebnisse und Erfahrungen, von denen einige wichtige im Folgenden aufgeführt werden.

Ergebnisse

- Eine Umfrage unter Kommunen in Deutschland zeigte, dass Intracting mit Stand 09/2016 an 19 Kommunen genutzt wird. Aufbauend auf den Erfahrungen wurden von fünf Hochschulen Implementierungskonzepte erstellt. Es zeigte sich, dass Intracting an Hochschulen umgesetzt werden kann, wobei die Verantwortlichkeit der Bauunterhaltung sowie die eigenverantwortliche Verfügung über die bereitgestellten Mittel dabei notwendige Voraussetzungen sind.
- Für die konkrete Anwendung werden in Leitfäden Hinweise z.B. zum Aufbringen der Anschubfinanzierung oder zur Quantifizierung von Energiesparmaßnahmen gegeben.
- Es wurde ein Berechnungsprogramm erstellt, mit dem die zeitliche Entwicklung des Kontostands der Kostenstelle sowie die erzielte Reduktion des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen für variable Randbedingungen prognostiziert und visualisiert werden können. So kann das Potenzial des Intracting-Ansatzes z.B. der Hochschulleitung kommuniziert und das Implementierungskonzept optimiert werden (siehe Abb. 2). ▶

Poster

Intracting zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen



Flexibilisierung

Erfolgsgeschichten

- Nach dem Präsidiumsbeschluss von 2015 wurde ergänzend zu dem Forschungsprojekt IntrHo der Intracting-Ansatz an der Universität Kassel eingeführt und im Jahr 2017 mit der konkreten Arbeit begonnen. Bis Ende 2019 konnten zwei Vollzeitstellen geschaffen und 17 Maßnahmen umgesetzt werden. Die Höhe der jährlichen Rückflüsse auf die Kostenstelle aufgrund von aus der Intracting-Kostenstelle finanzierten Energieeffizienzmaßnahmen betrug Ende 2019 134.000 €/a. Dies entspricht einer jährlichen Energieeinsparung von 112 MWh bei der Wärme und 503 MWh beim Strom.
- Entscheidend für die erfolgreiche Einführung an der Universität Kassel war, dass sowohl die Hochschulleitung als auch die Leitung der Bauabteilung die Implementierung des Intracting-Ansatzes wünschten und aktiv unterstützten. So konnte auch die Einführung neuer Prozesse in der Verwaltung gelingen. Ebenso wichtig ist das kompetente und motivierte »Intracting-Personal« sowie die regelmäßige Abstimmung mit den Abteilungen der Verwaltung.
- Seit 2018 konnte mit Unterstützung der cdw-Stiftung aus Kassel die Installation von PV-Anlagen auf den Gebäuden der Universität Kassel in das Intracting-Modell integriert werden.
- Ergänzt werden die Intracting-Aktivitäten durch ein weiteres Forschungsprojekt »CampusKassel 2030«, das mit Start 2020 eine weitgehende CO₂-Reduktion am Campus Holländischer Platz der Universität Kassel zum Ziel hat. Ziel einer Phase 1 ist die Entwicklung von Konzepten zur Energieeffizienzsteigerung bei den bestehenden Gebäuden, den anstehenden Neubauten sowie beim Nahwärmenetz, aber auch die Integration erneuerbarer Energien. Die noch zu beantragende Phase 2 umfasst die Umsetzung der Konzepte.

Projektteilnehmer des Forschungsprojektes IntrHo

- Universität Kassel mit den Fachgebieten Technische Gebäudeausrüstung (Projektleitung), Bauphysik, Solar- und Anlagentechnik sowie Volkswirtschaftslehre - dezentrale Energiewirtschaft und mit der Abteilung V – Bau, Technik, Liegenschaften
- HIS-HE: Institut für Hochschulentwicklung e.V. - Hannover
- KEA: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH - Karlsruhe
- IWU: Institut Wohnen und Umwelt gGmbH – Darmstadt
- Universität Marburg, Universität Osnabrück, Universität Heidelberg, Fachhochschule Aachen

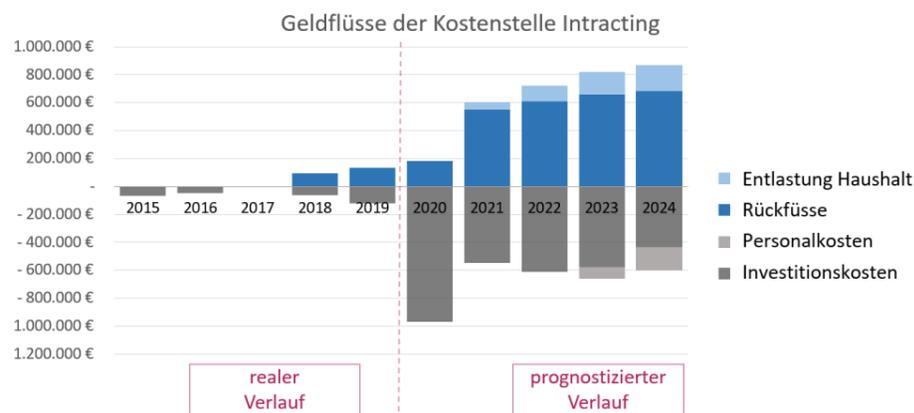


Abb. 1:

Beispiel für berechnetes Intracting-Szenario (eigene Darstellung)

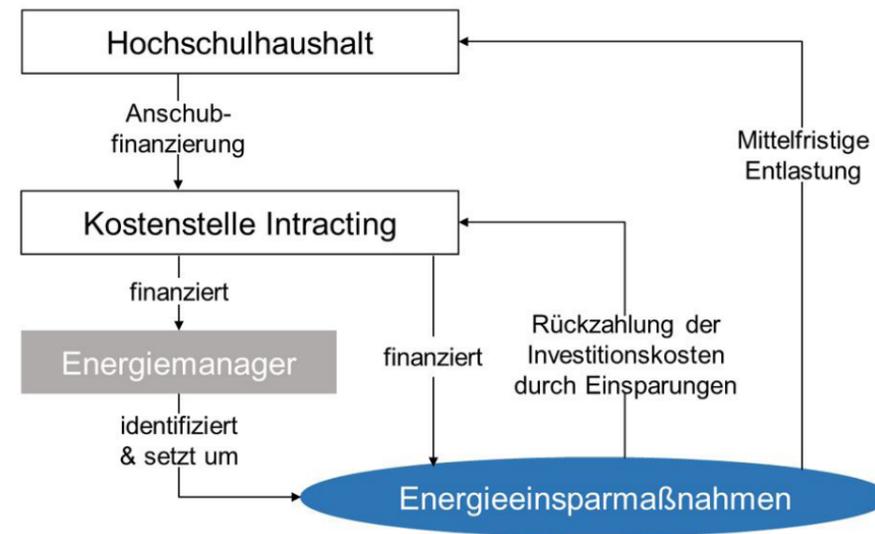


Abb. 2:

Prinzip des »Intracting«-Ansatzes (eigene Darstellung)

Keywords

Intracting, Hochschulen, Finanzierungsinstrument, Energieeffizienzmaßnahmen, CO₂-Minderung

Prof. Dr. Jens Knissel (Hauptautor*in),
M.Sc. Marius Ehlert
knissel@uni-kassel.de
0561 804-7463

Universität Kassel
Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung
Gottschalkstraße 28,
34127 Kassel, Deutschland

Poster

Mario König, Ingo Hartmann

AUSSTELLUNG

Flexibilisierung des Brennstoffeinsatzes für die Nahwärmeversorgung durch adaptive Emissionsminderungsmaßnahmen

Hintergrund

Die Nutzung von Biomasse als speicherbarer erneuerbarer Energieträger stellt einen wichtigen Bestandteil der Energiewende im Wärmesektor dar. Hierbei sollten jedoch vorrangig biogene Reststoffe eingesetzt werden, da Holz einen sehr wichtigen Rohstoff für die stoffliche Nutzung im Rahmen einer angestrebten Bioökonomie darstellt. Der Nachteil biogener Reststoffe gegenüber Holz besteht in dem höheren Anteil an »Verunreinigungen« welche bei der Verbrennung zu erhöhten Emissionen an Staub, NO_x , SO_2 und HCl führen. Geeignete Emissionsminderungsverfahren zur Gewährleistung der Einhaltung gesetzlicher Emissionsgrenzwerte sind bisher wirtschaftlich nur an Großanlagen im Kraftwerksbereich oder bei der Müllverbrennung einsetzbar. Daher ist ein wesentliches Ziel die Entwicklung von an dezentralen Biomasseanlagen wirtschaftlich einsetzbaren Emissionsminderungsmaßnahmen. Hierbei sollten je nach eingesetztem Brennstoff und auftretenden Schadstoffkonzentrationen spezifisch angepasste Maßnahmen eingesetzt werden. Daher muss es mit einer modular aufgebauten Emissionsminderung ermöglicht werden, alle Grenzwerte für verschiedene biogene Reststoffe sicher unterschreiten zu können.

Forschungsschwerpunkte

Schwerpunkte der Forschung sind die Kombination der Minderung von Staub und Stickoxiden sowie eine kombinierte Abscheidung saurer Schadgase wie HCl und SO_2 an einem Gewebefilter. Hierfür wurden entsprechende Module für die Dosierung von Reduktionsmittel und Precoatmaterial entwickelt sowie Untersuchungen zur Wirksamkeit eines katalytisch aktiven Gewebefilters (SCR-Filter) durchgeführt. Weiterhin wurden Systeme zum Monitoring und zur automatischen Steuerung der Module in Abhängigkeit des aktuellen Betriebszustandes entwickelt.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

- Aufbau und Betrieb einer Laboranlage zur Untersuchung von Precoating und SCR-Katalyse an Gewebefilter
- Untersuchungen an einer Technikumsanlage (100 kW) zur kombinierten Reduktion von Staub, Stickoxiden und sauren Schadgasen, Versuchsbetrieb mit verschiedenen Reststoffen zur Bestimmung der Anlagencharakteristik
- Aufbau und Betrieb einer Feldanlage (300 kW) zum Nachweis der dauerhaften Funktionstüchtigkeit des Verfahrens unter Praxisbedingungen, Dauerbetrieb über 2 Heizperioden
- Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Precoatmaterial und Reduktionsmittel
- Entwicklung eines Monitoringsystems für Stickoxide auf Basis einer NO_x -Sonde aus dem Automobilbereich

Ergebnisse

Emissionswerte in [mg/m^3 , 6 vol% O_2] für den Brennstoff Weizenstrohpellets an einer Praxisanlage

Konfiguration der Abgasreinigung	Staub	CO	NO_x	NH_3	SO_2	HCl
Referenz (Rohgas)	626	171	492	3	261	92
SCR-Filter (AdBlue-Eindüsung)	29	41	290	19	273	42
Gewebefilter mit Precoating	6	22	470	3	243	96
SCR-Filter mit Precoating	6	24	266	11	231	44



Flexibilisierung

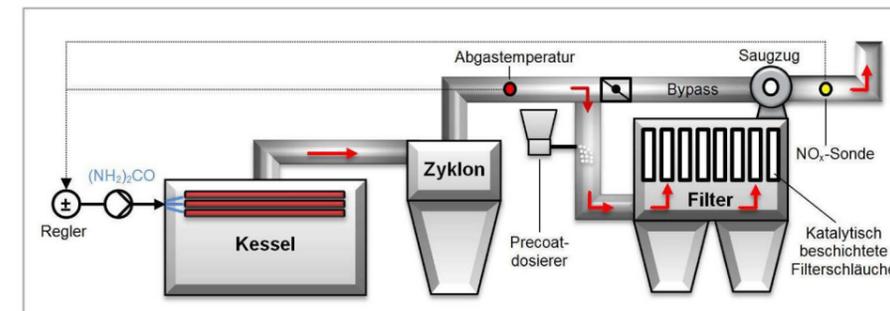


Abb. 1:
Verfahrensschema zur Reduktion der Emissionen aus der Verbrennung biogener Reststoffe

Mario König (Hauptautor*in),
Dr. rer. nat. Ingo Hartmann
mario.koenig@dbfz.de
0341 2434 569

DBFZ Deutsches
Biomasseforschungs-zentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig
Deutschland

Keywords

Biogene Reststoffe,
Emissionsminderung,
Staub,
 NO_x , SO_2 , HCl

Poster

Roland Krippner, Boris Bott, Wolfram Stefan, Mario Franz, Herbert Sinnesbichler, Almuth Schade

AUSSTELLUNG

EnOB: GreenFaBS (02/2019 – 01/2021)

Einsatz von Grünfassaden zur Reduzierung des Kühlenergiebedarfs fassadenintegrierter dezentraler Gebäudetechnik (Schul- und Verwaltungsgebäude)

Inhalte

Hintergrund: Umsetzung der Energiewende, Steigerung von Energieeffizienz und weitgehende Umstellung auf erneuerbare Energien sowie Strategien gegen Klimawandel/-krise. Das interdisziplinäre Verbundprojekt »EnOB: GreenFaBS« beschäftigt sich mit zwei Fassadentechnologien (Grünfassaden und Dezentrale Fassadenlüftung), die im Bereich energieeffizienter Gebäudekonditionierung bisher getrennt eingesetzt werden, und untersucht die Möglichkeiten, mittels vier verschiedener Begrünungssysteme (drei wandgebundene und ein bodengebundenes Herstellerprodukt) den Kühlenergiebedarf fassadenintegrierter dezentraler Lüftungseinheiten von Schul- und Verwaltungsbauten zu reduzieren.

In ersten Schritten wurden Lösungsstrategien für die Fassadenkombination erarbeitet. Dabei spielt neben den Zielvorgaben der Energieoptimierung, die ästhetische Wirkung der Grünfassaden auf Menschen, sowohl im Innenraum als auch im näheren Gebäudeumfeld, eine sehr wichtige Rolle. Die Arbeiten werden von computerbasierten Simulationen begleitet. Planung und Realisierung eines hochinstallierten Versuchstandes (Abbildung 1) sind mittlerweile abgeschlossen. Standort ist eine Freifläche auf dem Gelände des Technikums der Technischen Hochschule Nürnberg in Rednitzhembach.

Zur Zeit werden die Vorbereitungen an den »energetischen Zwillingssäulen« der Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchungen (VERU) des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (FhG IBP) in Holzkirchen durchgeführt, an dem im (Früh-)Sommer 2020 eine ausgewählte Fassadenkombination in einem zweiten Schritt detailliert und vergleichend (1 x mit Begrünung, 1 x ohne Begrünung) vermessen wird.

Zur Einschätzung von Erfolgsaussichten wurde im August 2015 von der Technischen Hochschule Nürnberg eine thermische energetische Gebäudesimulation, mittels der Computersoftware TRN-SYS 17.1, auf Basis von Erkenntnissen einer Literaturrecherche durchgeführt. Die Ergebnisse bestärken die Annahme, dass Fassadenbegrünungen den jährlichen Kühlenergiebedarf und die Kühlleistung von dezentralen Lüftungsgeräten erheblich reduzieren können. Durchgeführte aktuelle Simulationen bestätigen diese Effekte.

Am Versuchstand in Rednitzhembach sollen nun diese Potentiale in situ verifiziert werden. Da es sich um ein laufendes Forschungsprojekt handelt, können noch keine abschließenden Ergebnisse präsentiert werden. Allerdings lassen sich neben Erfahrungen zur Etablierung von Einrichtungen für experimentelle Studien im Bereich innovativer Fassadentechnologien erste Einschätzung zu dieser innovativen Fassadenkombination zur Diskussion stellen.

Referenzen

[1] **Fassadenladen - Hochtechnologie mit biogenen Werkstoffen - Ein universeller Baukasten als Neuinterpretation des Fensterladens / FabioW. (02/2016 – 07/2018). Förderkennzeichen: 22031012. Koordination und wissenschaftliche Begleitung: Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Fakultät Architektur. Abschlussbericht. Nürnberg, 08/2019. <https://biowerkstoffe.fnr.de/index.php?id=12906&fkz=22031012> <09.03.2020>.**



Flexibilisierung

[2] HERZOG, KRIPPNER, LANG: **Fassaden Atlas (April 2020): Kapitel »„Installierte“ Fassaden und »Begrünte Fassaden«.** Edition Detail, München. Institut für Internationale Architektur-Dokumentation; 3. Auflage, S. 322-327, 336-341.



Abb. 1:
Rednitzhembach, Technikum:
EnOB: GreenFaBS-Versuchstand.
Referenzbüro mit DFL (links) und Aufbau
mit Fassadenbegrünung und DFL (rechts)
(Quelle: Roland Krippner)

Prof. Dr. Roland Krippner¹ (Hauptautor*in),
Boris Bott¹, Prof. Dr. Wolfram Stefan²,
Mario Franz², Herbert Sinnesbichler³,
Almuth Schade³
roland.krippner@th-nuernberg.de
0911-5880-2133

² Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm
Institut für Energie und Gebäude – ieg
Postfach, 90121 Nürnberg
wolfram.stephan@th-nuernberg.de
0911-5880-1290

¹ Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm
Fakultät Architektur
Postfach, 90121 Nürnberg

³ Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Herbert.Sinnesbichler@ibp.fraunhofer.de
08024-643241

Keywords

Grünfassaden,
Dezentrale Fassadenlüftung (DFL),
Versuchsstand/Experimentelle
Studien

Poster

Sebastian Kutzner, Florian Heberle, Dieter Brüggemann

AUSSTELLUNG

Zeitabhängiges Simulationsmodell zur thermo-ökonomischen Analyse von Niedertemperatur-Wärmenetzen

Inhalte

Der Raumwärmesektor stellt mit rund 3% einen signifikanten Anteil am Endenergieverbrauch in Deutschland dar. In privaten Haushalten beträgt die Wärmebereitstellung sogar einen Anteil von rund zwei Drittel. Dabei ist auffällig, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger im Wärme- und Kältesektor jedoch nur sehr langsam zunimmt und zeitweise stagniert. Um die Ziele in der Energiewende und der damit notwendigen Wärmewende zu erreichen, ist eine Steigerung der erneuerbaren Technologien in den kommenden Jahren zwingend nötig. [1]

Die Entwicklung und Anwendung von effizienten Systemlösungen für Niedertemperatur-Wärmenetze unter Einbindung regenerativer Energieträger stellt einen vielversprechenden Ansatz zur nachhaltigen Umsetzung der Wärmebereitstellung in Quartieren und zivilen Wohngebieten dar. Niedertemperatur-Wärmenetze bieten aufgrund ihres Temperaturprofils das Potential, regenerative, aber bisher nur wenig genutzte Wärmequellen in die Versorgung zu integrieren. Die technischen Möglichkeiten sind vielfältig und reichen von unterschiedlichen Wärmequellen, wie Solarthermie, Erdwärmesonden oder Flachkollektoren bis hin zur Integration von thermischen Speichern oder Photovoltaik-Anlagen in das Quartierskonzept. Daraus ergeben sich schließlich vielschichtige Fragestellungen von der Auslegung bis hin zu innovativen Regelungsstrategien.

Forschungsschwerpunkte

Grundlage der hier vorgestellten Untersuchungen stellt ein Niedertemperatur-Wärmenetz dar, welches mittels oberflächennahen und -nahsten geothermischen Wärmequellen versorgt wird. Weiteres zentrales Bauelement bilden Wärmepumpen, welche die Raumwärme beim Endverbraucher bereitstellen. Als Abnehmer werden zivile Neubausiedlungen in den Fokus gestellt. Neben der klassischen Wärmebereitstellung soll im Rahmen dieser Arbeit unter technischen und energetischen Aspekten eine zusätzliche Kälteversorgung untersucht werden. Hierzu werden Erdsonden und Flachkollektoren als Energiequelle für das Wärmenetz herangezogen und im Hinblick auf Wärme- und Kälteversorgung untersucht. Übergeordnete Ziele stellen die Maximierung des Autarkiegrades von Wohnquartieren durch die intelligente Kopplung von Wärmenetz, Wärmepumpen und potentiellen Stromquellen sowie unterschiedliche Aspekte von Speicher- sowie Sonden- und Kollektormanagement dar.

Konkrete Aktivitäten

Basierend auf der Modellierungssprache Modelica wurde in der Systemumgebung Dymola [2] ein zeitabhängiges Simulationsmodell für ein Niedertemperatur-Wärmenetz entwickelt. Dieses orientiert sich an einem derzeit im Bau befindlichen Netz. Demnach wird ein realer Referenzfall mit den entsprechenden Randbedingungen abgebildet. Im Simulationsmodell werden sowohl die Energiequellen und Netzsegmente als auch die Abnehmer dynamisch und realitätsnah abgebildet. Diese Strukturen bilden den Ausgang für die thermodynamische und wirtschaftliche Analyse des betrachteten Systems. Hierbei werden im Besonderen die Temperaturen von Sonden, Kollektoren und Sole, die Temperaturspreizung sowie COP-Werte der dezentralen Wärmepumpen und Wärme- und Druckverluste im Netz als Bewertungskriterium herangezogen.

Ergebnisse

Das erstellte dynamische Simulationsmodell wird dazu genutzt, Untersuchungen und Bewertungen im Hinblick auf die effiziente Einbindung von Kühlmöglichkeiten in den Sommermonaten sowohl für Erdsonden als auch für Flachkollektoren anzustellen. Dies erfolgt zum einen anhand der Analyse der Temperaturprofile innerhalb der geothermischen Energiequelle und zum anderen

auf Basis der energetischen Bilanzierung des Gesamtsystems. Exemplarisch seien in diesem Zusammenhang in Abb. 1 die Soletemperaturen vor und nach einem Sondenfeld sowohl für den Übergangs- als auch den Winterzeitraum für je einen Typtag dargestellt.

Daraus werden erste konkrete Handlungsempfehlungen für zukünftige Niedertemperatur-Wärmenetze abgeleitet.

Weiterführende Untersuchungen binden auch ökonomische Aspekte in die Analyse mit ein. Zudem soll die Effizienz und Autarkie der Quartierlösung durch die Integration von Wetter- und Lastdaten der Abnehmer in eine modell-prädiktive Regelung gesteigert werden.

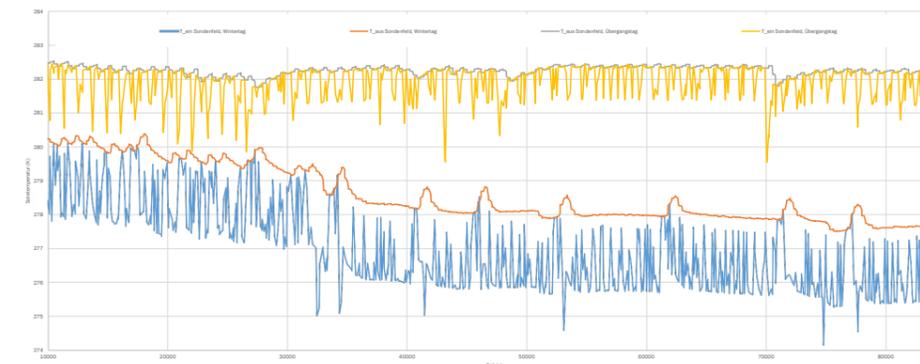


Abb. 1: Temperaturverläufe der Sole im Wärmenetz vor und nach Durchströmung des Sondenfeldes für zwei Typtage.

[1] UMWELTBUNDESAMT (2020): Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#warmeverbrauch-und-erzeugung-nach-sektoren> (Stand: 25.05.2020).

[2] DASSAULT SYSTEMS (2018): Dymola, Multi-Engineering-Modellierung und -Simulation auf Basis von Modelica und FMI. URL: <https://www.3ds.com/de/produkte-und-services/catia/produkte/dymola/> (Stand: 25.05.2020).

Die beschriebenen Untersuchungen erfolgten im Rahmen des EFRE-Projektes »Energieeffiziente Wärmebereitstellung – Initiative Oberfranken« (EWIO), einem Technologietransfer zwischen der Universität Bayreuth und oberfränkischen KMU. Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

Sebastian Kutzner¹ (Hauptautor*in),
Dr.-Ing. Florian Heberle,
Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann
sebastian.kutzner@uni-bayreuth.de
0921-55-7168

Universität Bayreuth
Zentrum für Energietechnik
Lehrstuhl für Technische
Thermodynamik und Transportprozesse
Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth

Flexibilisierung

Referenzen

Förderhinweis

Keywords

Niedertemperatur-Wärmenetze,
Wärmewende,
Geothermie,
Simulation,
Sektorkopplung

Poster

Peter Lorenzen, Carlos Álvarez Bel

AUSSTELLUNG

Anforderungen erneuerbarer Wärmetechnologien an systemische Ansätze zur Transformation von Wärmenetzen

Hintergrund

Nachdem der Stromsektor in den letzten Jahren einen Großteil der öffentlichen und wissenschaftlichen Aufmerksamkeit eingenommen hat, gerät seit kurzem auch der Bereich der Wärme zunehmend in den Fokus. Wärmenetze spielen für den urbanen Raum eine besonders wichtige Rolle, da sie eine effiziente und kostengünstige Wärmeversorgung ermöglichen. Bestehende Wärmenetze basieren meist auf fossiler Primärenergie und müssen daher in den nächsten Jahren transformiert werden. Die Entwicklung der Wärmenetze wird nach Lund et al. [1, 2] in vier Generationen eingeteilt. Vollständig erneuerbare Wärmenetze werden als die vierte Generation bezeichnet. Hier ist neben der Umstellung der Erzeugung auf erneuerbare Energiequellen auch das Absenken der Systemtemperaturen relevant. Durch die aktuelle Forschung sind bereits mögliche Zielsysteme bekannt. Es mangelt jedoch an systemischen Ansätzen, die die Transformation von Bestandsnetzen hin zur vierten Generation unterstützen.

Daher ist das Ziel dieses Beitrages, einen systematischen Ansatz aufzuzeigen, mit dem Wärmeerzeuger kategorisiert und ihre Anforderungen an die Wärmenetzinfrastruktur abgeleitet werden können. Ein besonderes Augenmerk wird auf den Einfluss der Wärmenetzvorlauftemperatur gelegt. Ziel ist, die Anforderungen an das Wärmenetz, Speicher und Kundenanschlüsse aufzuzeigen und einen systemischen Lösungsansatz für Ökologie, Ökonomie und Technik zu skizzieren.

Forschungsschwerpunkte

Die vorgestellten Ergebnisse sind Teil des Forschungsvorhabens »Smart Heat Grid Hamburg« [3], das durch das BMWi gefördert wird (03ET1458A). Der Beitrag präsentiert Ergebnisse der »Forschung für effiziente Wärme- und Kältenetze« mit dem Schwerpunkt »Einbindung erneuerbarer Erzeuger«, »intelligente Regelungs- und Messtechnik« sowie »Nahwärmenetze«. Die systemische Verzahnung der Ansätze aller Bereiche steht dabei im Vordergrund.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Im Rahmen des Beitrages wird ein Überblick über derzeitige Entwicklungen im Rahmen der Transformation von Wärmenetzen gegeben und der aktuelle Forschungsbedarf aufgezeigt.

Um die o.g. Anforderungen systematisch auszuarbeiten, wurde eine neue Methodik entwickelt, die in dem Beitrag präsentiert wird. Diese Methodik ermöglicht es, die Eigenschaften der Wärmeerzeuger in Bezug auf die notwendige Vorlauftemperatur und den Wärmebedarf aufzuzeigen und zu vergleichen. Die Methodik wird auf verschiedene Wärmeerzeugertypen angewandt. Hierzu gehören Geothermieanlagen, Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke, industrielle Abwärmenutzung sowie Brennkessel. Mittels dreidimensionaler Darstellungen kann der Einfluss von Vorlauftemperatur und Leistungsmodulation auf Primärenergiebilanzen, Betriebskosten und Emissionen dargestellt werden.

Durch diese Darstellungsform lassen sich die Anforderungen an Wärmetransport und -speicherung systematisch aufzeigen. Daraus wird weiterer Entwicklungsbedarf für die Wärmenetzgesamtstruktur abgeleitet und Empfehlungen für neue systemische Ansätze gegeben. Dies beinhaltet die zentrale und dezentrale Einbindung der Flexibilität von Erzeugung, Netz und Kundenseite in eine dynamische Betriebsführung mit heterogenen Vorlauftemperaturen. Darüber hinaus

muss auch der ökonomische Rahmen angepasst werden, um neue regenerative Wärmequellen einbinden zu können und somit auch neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Ein solcher Rahmen ist z.B. ein offenes Wärmenetz mit Wettbewerb auf der Erzeugerseite [4].

- Darstellung der Forschungslücke im Bereich der Transformation von Wärmenetzen
- Präsentation der neuen Methodik zum Aufzeigen der Anforderungen von zukünftigen Wärmeerzeugern
- Ergebnisse der Analysen ausgewählter Technologien mit einem Schwerpunkt auf den Einfluss der Vorlauftemperatur
- Darauf aufbauende Empfehlungen für neue, ökonomische Rahmenbedingungen (z.B. Smart Market) sowie damit verbundene neue Betriebsführungskonzepte
- Notwendigkeit der Verbesserung von Transparenz für Kosten und Emissionen verteilt auf Erzeugung, Speicherung und Transport

[1] LUND, H.; WERNER, S.; WILTSHIRE, R.; SVENDSEN, S.; THORSEN, J. E.; HVELPLUND, F.; MATHIESEN, B. V. (2014): 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. In: *Energy* 68, pp. 1-11.

[2] LUND, H.; ØSTERGAARD, P. A.; CHANG, M.; WERNER, S.; SVENDSEN, S.; SORKNÆS P.; THORSEN, J. E.; HVELPLUND, F.; MORTENSEN, B. O. G.; MATHIESEN, B. V.; BOJENSEN, C.; DUIC, N.; ZHANG, X.; MÖLLER, B. (2018): The status of 4th generation district heating: Research and results. In: *Energy* 164, pp. 147-159.

[3] LORENZEN, P.; JANßEN, P.; WINKEL, M.; KLOSE, D.; KERNSTOCK, P.; SCHRAGE, J. & SCHUBERT, F. (2018): Design of a Smart Thermal Grid in the Wilhelmsburg District of Hamburg: Challenges and Approaches. In: *Energy Procedia* 149, pp. 499-508.

[4] LORENZEN, P. (2019): A District Heating Market Mechanism - Markets as a Mature Concept for Modern District Heating Infrastructure. In: *Hot|Cool* 3/2019, pp. 22-24.

Peter Lorenzen^{1,2} (Hauptautor*in),
Prof. Dr. Carlos Álvarez Bel²

peter.lorenzen@haw-hamburg.de
+49 40 428 75 5810

¹ Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg,
Am Schleusengraben 24,
21029 Hamburg, Deutschland

² Universitat Politècnica de València
Camino de Vera S/N, 46022 Valencia,
Spanien



Flexibilisierung

Ergebnisse

Referenzen

Keywords

Wärmenetze,
Wärmewende,
Erneuerbare Wärmeerzeuger,
Anforderungsanalyse,
Transformation Wärmenetze

Poster

Laura Maier, Sarah Henn, Tobias Otto, Larissa Kühn, Tanja Osterhage, Philipp Mehrfeld, Dirk Müller

AUSSTELLUNG

Neue Geschäftsmodelle für innovative Energiemanagementsysteme in Nichtwohngebäude-Quartieren: Regulatorische Herausforderungen und Chancen

Hintergrund

Durch die heterogene Zusammensetzung von Energiebereitstellung und -verbrauchern in Quartieren ergeben sich Chancen zur Integration von erneuerbaren Energien sowie zur Reduktion der auf die Endverbraucher bezogenen Kapital- und Betriebskosten. Diese resultieren u.a. aus Skaleneffekten sowie der Möglichkeit zur Umsetzung einer zentralen Energieinfrastruktur. Im Rahmen solcher Quartierskonzepte existieren zahlreiche Stakeholder. Zu diesen gehören im Bereich der Nichtwohngebäude (NWG) u.a. die Energiesystembetreiber, die Energieversorgungsunternehmen (EVU), die Netzbetreiber sowie die letztendlichen Nutzer/-innen des Quartiers.

Ein viel diskutiertes Thema in der Wissenschaft ist die Integration lokaler Stromerzeugung sowie von zentralen Speichern in Quartiersenergiesysteme. Zu ersterem gehören u.a. die Stromerzeugung aus Wind und PV, aber auch Bioenergieerzeugnisse. Unter letzteres fallen sowohl thermische (bspw. Pufferspeicher) als auch elektrische (bspw. Batteriespeicher) und chemische Speicher (bspw. H₂-Speicher). Das Investitionsrisiko in solche Anlagen trägt in NWG-Quartierssystemen häufig der Quartiersbetreiber. Die damit verursachten Kapitalkosten müssen durch reduzierte Betriebskosten bzw. Einnahmen durch den Stromverkauf an die zukünftigen Nutzer/-innen erwirtschaftet werden.

Die Nutzer/-innen von NWG-Quartieren dürfen nach deutscher Gesetzgebung jedoch das EVU selbst wählen und müssen den lokal erzeugten und vermarkteten Strom des Quartiersbetreibers nicht annehmen. Zudem haben sie ein Anrecht auf die durch den Quartiersbetrieb entstehenden reduzierten Netzentgelte. Dies führt zu Unsicherheiten bei der Planung des Quartiersenergiesystems aus Betreibersicht.

Für den optimalen Betrieb der Quartiersenergiesysteme ist eine optimale Auslegung der Teilsysteme wichtig. Aus der Forschung ist bekannt, dass u.a. der zeitliche Verlauf sowie die Höhe des Strombedarfs einen großen Einfluss auf die optimalen Speichergrößen hat. Unter den derzeitigen Randbedingungen der oben beschriebenen Entscheidungsfreiheit ist der Gesamtstrombedarf, welcher tatsächlich zur Optimierung genutzt werden kann, nur schwierig abzuschätzen. Zudem beeinflussen die wirtschaftlichen Randbedingungen die optimale Dimensionierung und den Betrieb der Komponenten deutlich. So zeigen Studien, dass die optimalen Speichergrößen in Energiesystemen abhängig von der Stromtarifart (zeitvariante oder statische Strompreise) oder der Ermöglichung von Regelergievermarktung sind. Auch diese Randbedingungen sind mit Unsicherheit behaftet.

Forschungsschwerpunkte

- Optimale Speichergrößen und Betriebsweise von Quartierssystemen mittels gemischt-ganzzahliger linearer Optimierung und dynamischer Simulation
- Entwicklung von Quartiers-EMS unter Berücksichtigung aktueller und zukünftiger regulatorischer und wirtschaftlicher Randbedingungen

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

In diesem Beitrag soll beispielhaft an ausgewählten Technologien gezeigt werden, wo innovative EMS an regulatorische sowie wirtschaftliche Grenzen stoßen. Zur Demonstration dient ein ehemaliges Militärhospital in Berlin, welches zu einem nur-strombetriebenen NWG-Quartier mit dem Namen FUBIC (Freie Universität Berlin Business and Innovation Center) transformiert wird. In FUBIC soll durch eine zentrale PV-Anlage lokal Strom erzeugt werden. Ein Batteriespeicher sowie



Flexibilisierung

48 Elektroauto-Ladestationen sollen ebenfalls in das Quartiersenergiesystem integriert werden. Zunächst soll anhand von Optimierungsergebnissen gezeigt werden, inwieweit die wirtschaftlichen und regulatorischen Randbedingungen einen Einfluss auf die optimale Speichergröße haben.

Zudem wird für FUBIC innovatives EMS entwickelt, wobei eine modellprädiktive Regelung realisiert wird. Hierbei wird untersucht, welchen Einfluss die derzeit gültigen regulatorischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auf die optimale Betriebsstrategie sowie die Betriebskosten des untersuchten Systems haben. Darauf aufbauend wird abgeleitet, welche regulatorischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen günstig für das vorgestellte EMS wären. Hierbei wird u.a. diskutiert, inwieweit eine Kundenanlage in der derzeitigen Definition bereits Vorteile für innovative EMS schaffen kann.

Davon abgesehen werden für die folgenden Aspekte Potentiale aufgezeigt, welche sich aus der Betriebsoptimierung ergeben:

- Lokale Nutzung und Vermarktung von PV-Strom
- Integration der Batteriesysteme privater Elektroautos
- Regelleistungsbereitstellung und Spitzenlastmanagement durch die Batterie

Beim Vergleich der optimalen Auslegungsgrößen der in FUBIC eingesetzten Speicher wird deutlich, dass diese abhängig vom gewählten Strombedarfsbilanzraum sind. Fließt beispielsweise nur der Strombedarf der Wärme- und Kälteerzeugung und -bereitstellung sowie der Allgemeinstrombedarf in die Optimierung ein, so ergeben sich abweichende optimale Speichergrößen als bei Betrachtung des Gesamtbedarfs inkl. der Nutzerbedarfe (Beleuchtung, Geräte, etc.). Ebenso zeigt ein Vergleich der Optimierungsergebnisse unter der Randbedingung eines statischen mit einem zeitvarianten Strompreis, dass die optimalen Speichergrößen in beiden Varianten deutlich abweichen. Damit wird die eingangs beschriebene These am Beispiel von FUBIC quantifiziert. Darüber hinaus zeigt sich, dass eine Kundenanlage bereits viele Vorteile für Quartiersbetreiber und innovative EMS bietet, jedoch Verbesserungspotential besteht. Zudem wird deutlich, dass die hier gewonnenen Erkenntnisse auf andere NWG-Quartiere und strombasierte Technologien übertragen werden können. Allerdings sind die Erkenntnisse zur Kundenanlage nur eingeschränkt auf nicht-strombasierte Systeme übertragbar. Davon abgesehen haben Mietspeicherkonzepte aus forschungstechnischer Sicht großes Potential. Bedingung zur Ausnutzung dessen ist jedoch eine Anpassung der Rahmenbedingungen für Quartiersbetreiber.

Laura Maier (Hauptautor*in), Sarah Henn,
Tobias Otto, Larissa Kühn, Tanja Osterhage,
Philipp Mehrfeld, Dirk Müller

laura.maier@eonerc.rwth-aachen.de
0241 80 49795

RWTH Aachen,
E.ON Energieforschungszentrum,
Lehrstuhl für Gebäude- und
Raumklimatechnik,
Mathieustraße 10,
52074 Aachen, Deutschland

Ergebnisse

Keywords

Geschäftsmodelle,
Quartiersspeicher,
Regulatorische Rahmenbedingungen,
Optimale Speicherauslegung,
Integration lokaler Stromerzeugung,
Sektorenkopplung

Poster

Nicole Meinus, Robert Heyer, Dirk Benndorf, Udo Reichl

AUSSTELLUNG Integrated Cycles for Urban Biomass (ICU)

Inhalte

Eine der größten Herausforderungen für die Zukunft ist die globale Erderwärmung. Um dieser erfolgreich entgegen wirken zu können, ist es notwendig Konzepte für eine CO₂-neutrale Gesellschaft basierend auf nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen zu etablieren. Die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln, Strom und Wärme darf nicht mehr zur Freisetzung von fossilem CO₂ führen. Während der Anteil erneuerbarer Energiequellen für Strom und Wärme stetig steigt, fehlen derzeit CO₂-neutrale Konzepte für die Versorgung mit Lebensmitteln und Entsorgung bzw. Nutzung biogener Reststoffe.

Das Ziel unserer Arbeit ist es im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ein Konzept für die Zirkulation von Biomasse in Gebäuden zu evaluieren. Im Rahmen dieses Konzepts sollen biogene Reststoffe aus dem Haushalt in einem hausinternen, anaeroben Fermenter zu Biogas und Gärrest umgesetzt werden. Das Biogas kann zur Strom- und Wärmeenergie genutzt werden. Der Gärrest kann anschließend zu hochwertigem Dünger (z.B. mit Hilfe des Soiling-Verfahrens) veredelt und zur Produktion von Obst, Gemüse- und Zierpflanzen eingesetzt werden. Dafür können zum Beispiel Gärten auf Hausdächern angelegt werden oder Gewächshäuser mit hydroponischen Kulturen in die Gebäude integriert werden.

Forschungsschwerpunkte

- energetische und stoffliche Fragestellungen
- technische Fragen
- ökonomische Fragen
- hygienische Fragen
- pädagogische Fragestellungen

Konkrete Maßnahmen

Die Bilanzierung der zirkulierenden Biomasse im Gebäude soll mit Hilfe der Software Simba#Biogas berechnet werden [1]. Simba#Biogas verfügt über verschiedene Reaktormodelle wie das »Anaerobic Digestion Model No. 1« (adm1) und visualisiert die zu bilanzierenden Stoffströme mittels Sankey-Diagrammen. Unterschiedliche Quartierskonzepte, sowie die Flüsse der Stoffströme sollen am Ende verglichen und vorgestellt werden.

Ergebnisse

- Hervorheben der Vorteile des Konzepts für eine CO₂-neutrale Gesellschaft, wie geringere CO₂-Emissionen, niedrigere Transportkosten und Transportwege für biogene Reststoffe und Lebensmittel, regionaler Anbau von Lebensmitteln, Erzeugung von hauseigener Energie in Form von Strom und Wärme, sowie Minimierung der extern zugeführten Energie
- Vergleich mit einem konventionellen Gebäude-Konzept
- Kostenplan für den Bau eines CO₂-neutralen Quartiers
- Vorgehensweise für die Umsetzung eines Prototyps

Referenzen

[1] Simba#Biogas wird auf der Homepage der ifak unter <https://www.ifak.eu/de/produkte/simba-biogas> zur Verfügung gestellt (Stand 25.05.2020).

Nicole Meinus¹ (Hauptautor*in),
Robert Heyer¹, Dirk Benndorf^{1,2},
Udo Reichl^{1,2}

nicole.meinus@ovgu.de
0049 391 67 57069

¹ Otto von Guericke Universität
Magdeburg, Bioprozesstechnik
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

² Max Planck Institut für Dynamik
komplexer technischer Systeme
Magdeburg, Bioprozesstechnik,
Sandtorstraße 1, 39104 Magdeburg

Poster

Tobias Ohrdes, Elisabeth Schneider, Michael Knoop

AUSSTELLUNG Wind-Solar-Wärmepumpenquartier

Hintergrund

Wärmepumpen gelten als Schlüsseltechnologie für die Energiewende im Wärmebereich, da sie ein großes Potenzial zur Senkung der CO₂-Emission bieten. Dieses Potenzial kann nur ausgeschöpft werden, wenn der Strom für Wärmepumpen zeitgleich aus erneuerbaren Energien wie Strom aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen gedeckt wird. Bei Quartieren mit WP-Versorgung ist die Gleichzeitigkeit des Wärme- und Strombedarfs aller Gebäude, sowie der Deckungsanteil aus regionaler Wind- und Solarenergie von zentraler Bedeutung. Um Bedarf und Angebot in Übereinstimmung zu bringen, werden in diesem Beitrag die Potenziale koordinierter und dezentraler Betriebsstrategien für Wärmepumpen bewertet und Szenarien zur Quartiersversorgung aufgezeigt.

Die vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem »EnEff:Stadt Verbundvorhaben: Wind-Solar-Wärmepumpenquartier - Erneuerbar betriebene Wärmepumpen zur Minimierung des Primärenergiebedarfs«.

Im Rahmen des Projektes werden die Potenziale einer erneuerbaren Energieversorgung von Wärmepumpenquartieren untersucht. Hierzu wird ein Simulationsmodell entwickelt, das die Strom- und Wärmebedarfe im Quartier gebäudescharf abbildet und die Leistungsflüsse im elektrischen Verteilnetz dynamisch im Jahresverlauf bestimmt. Grundlage für das Modell bilden Messdaten aus zwei realen Wärmepumpenquartieren, an Hand derer es validiert wird. Es werden dezentrale und quartiersweit koordinierte Betriebsstrategien entwickelt und deren Potenziale zur Lastverschiebung und Reduktion des Primärenergiebedarfs bewertet.

Die Messergebnisse aus zwei Wärmepumpenquartieren zeigen, dass bereits heute eine zu hohen Anteilen erneuerbare Energieversorgung von Quartieren mit Wärmepumpen und PV-Anlagen möglich ist. In Szenarien-Studien zur Weiterentwicklung der Versorgungskonzepte und Betriebsstrategien werden weitere Potenziale aufgezeigt. So können bereits heute unter Verwendung handelsüblicher Speicher und Wärmepumpen durch die Nutzung von lokalem Photovoltaik- und Wind-Strom erneuerbare Deckungsanteile von nahe 90% erreicht werden (siehe Abb. 1).

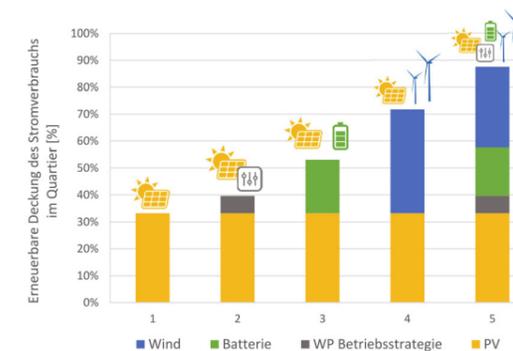


Abb. 1:
Erneuerbare Deckungsanteile des
Stromverbrauchs im Quartier für
verschiedene Szenarien. (Quelle: ISFH)

Tobias Ohrdes (Hauptautor*in),
Elisabeth Schneider, Michael Knoop

ohrdes@isfh.de
+49 (0) 5151-999-505
www.wpuq.de

Institut für
Solarenergieforschung Hameln
Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal

Keywords

Wärmepumpe,
erneuerbare Quartiersversorgung,
Betriebsstrategien,
intelligente Steuerung

Poster

David Sauerwein, Niall Fitzgerald

AUSSTELLUNG Temperaturabsenkungs- und Flexibilisierungspotenziale am Beispiel des Architekturgebäudes auf dem Campus Lichtwiese

Hintergrund

Eine erfolgreiche Wärmewende am Campus Lichtwiese der TU Darmstadt erfordert einerseits Effizienzmaßnahmen zur Reduzierung des Bedarfs und andererseits eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Im Kontext anvisierter absinkender Fernwärmeparameter (Fernwärme der 4. Generation) und der Notwendigkeit, zukünftig einen höheren regenerativen Anteil in der Wärmeversorgung auf einem niedrigen Temperaturniveau effizient in das Energieversorgungssystem einbinden zu können, ist die gebäudeseitige Absenkung von Systemtemperaturen zwingend erforderlich. Dies kann durch die Sanierung der Gebäudehüllen, oder auch durch eine Vergrößerung der Heizflächen erreicht werden. Am Beispiel des denkmalgeschützten Architekturkulturbauwerks wurden zwei verschiedene Flächenheizsysteme installiert, mit dem Ziel einer hohen Temperaturabsenkung auf der Verbraucherseite (siehe Abb. 1).

Die Flexibilisierung des Wärmebezugs ist die zweite Säule für eine bessere Systemintegration auf dem Campus Lichtwiese. Durch die Verschiebung von Wärmelasten können Lastspitzen verringert und der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Strom- und Wärmeerzeugung ausgebaut werden. In diesem Zusammenhang sollen unterschiedliche Regelungsstrategien zur Steigerung der Flexibilität des Wärmebezugs durch zyklisches Überheizen und Unterkühlen untersucht werden. Dieser thematisch übergreifende und systemorientierte Forschungsansatz soll eine sinnvollere Einbindung der Gebäude in das Energieversorgungssystem und alternative Sanierungsstrategien für den Gebäudebestand auf dem Campus Lichtwiese ermöglichen.

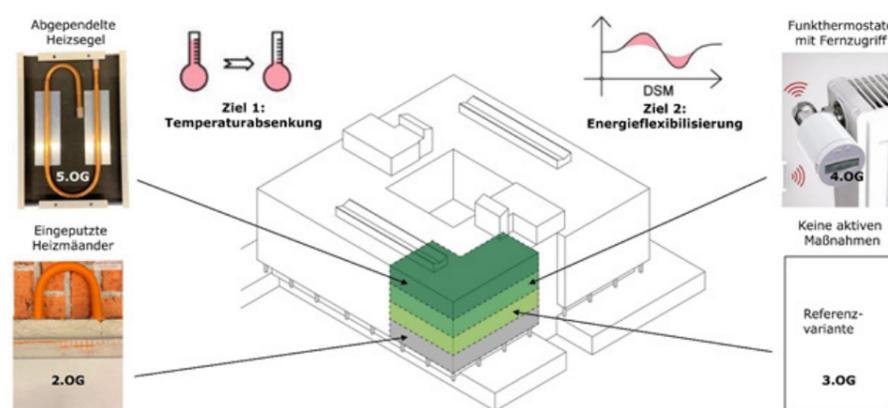


Abb. 1:

Umsetzungskonzept - Überblick und Verortung der baulichen Maßnahmen im Architekturgebäude

In zwei Instituten des Architekturgebäudes wurden jeweils unterschiedliche Niedertemperatur-Deckenheizsysteme installiert. Neben einem abgependelten Heizsegelsystem wurde ein deckenunterseitig eingeputztes Heizmäandersystem ausgeführt. Während das reaktionsschnelle Heizsegelsystem eine höhere konvektive Wärmeabgabe aufweist, weist das eingeputzte Heizsystem ein deutlich trägeres Regelverhalten auf, ermöglicht aber eine bessere Anregung der thermischen Gebäudespeichermasse (siehe Abb. 2). Der Zugriff auf die bestehenden Heizkörper erfolgt



Flexibilisierung



Abb. 2:
Integration der Niedertemperatur-Deckenheizsysteme in den Gebäudebestand

durch individuell steuerbare Thermostatköpfe. Ein umfangreiches Mess-, Steuer- und Regelsystem ermöglicht ein Monitoring sämtlicher energetischer Zustandsgrößen, einen individuellen Zugriff auf alle Aktoren und flexible Raumtemperatur-Sollwertvorgaben.

Im Fokus steht die Frage, in welcher Höhe sich CO₂-Emissionen durch das Zusammenspiel von Temperaturabsenkung und Flexibilisierung des Wärmebedarfs einsparen lassen. Ziel des Monitorings ist

- die Validierung der thermischen Simulationsmodelle,
- die Erlangung vertiefter Erkenntnisse über das dynamische Systemverhalten,
- die Quantifizierung der tatsächlich erreichbaren Vor- und Rücklaufabsenkung,
- die Quantifizierung der Energieflexibilität durch zyklisches Überheizen und Unterkühlen der Gebäudespeichermasse und
- die Bewertung und Überprüfung des thermischen Komforts bei Einsatz von Deckenheizsystemen im unsanierten Gebäudebestand.

Forschungsschwerpunkte

Keywords

Temperaturabsenkung, Niedertemperaturheizsysteme, Energieflexibilisierung, Gebäudebestand, Umsetzung Demonstrator, Monitoring

David Sauerwein, Niall Fitzgerald
sauerwein@enb.tu-darmstadt.de
fitzgerald@enb.tu-darmstadt.de
06151 1623458

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Architektur,
Fachgebiet Entwerfen und
nachhaltiges Bauen
El-Lissitzky-Str. 1, 64206 Darmstadt

Poster

Manuel Utz, Arne Surmann, Stefan P. M. Chantrel

AUSSTELLUNG Blockchainbasierte Anreiztokens für dezentrales Energiemanagement im Quartier

Hintergrund

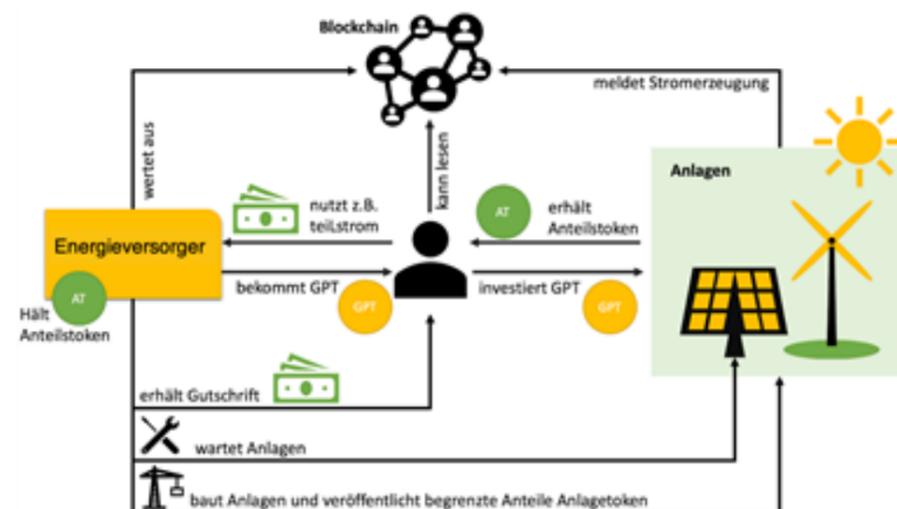
Im deutschen Energiesystem befinden sich mittlerweile mehr als 1,27 Millionen PV-Anlagen mit weniger als 20 kWp [1]. Zudem entwickelt sich die E-Mobilität. Unter den 47,7 Millionen PKWs zählen 136.617 mit Elektroantrieb und 102.175 als Plug-in-Hybrid [2]. Dem Energiesystem stehen zukünftig Millionen flexibler Lasten zur Verfügung. Steuerungssysteme der Zukunft müssen in der Lage sein, diese große Anzahl von dezentralen Anlagen welche innerhalb der untersten Netzebene angeschlossen sind, automatisiert zu koordinieren. Um diese Herausforderung zu adressieren streben wir eine Koordinierung auf Quartiersebene an. Doch in dieser untersten Netzebene besteht für die meisten Endverbraucher derzeit weder einen Anreiz noch die technischen Möglichkeiten, ihre eigenen Flexibilitäten in Funktion einer fluktuierenden Erzeugung zu steuern. Im Besten Fall optimieren einzelne Prosumer ihre Eigenversorgung. Eine kollektive Eigenverbrauchsoptimierung mit Nachbarn ist aktuell systemisch nicht möglich. Diese Herausforderungen adressieren wir im Leuchtturm Projekt Enstadt:Pfaff durch Einführung eines Anreiztokens.

Forschungsschwerpunkte

Aufbauend auf (Chantrel & Al. 2019 [3]) wurde das Zusammenspiel dezentraler Anlagen innerhalb eines offenen Systems der Teilhabe durch Abbildung und Einbeziehung der einzelnen Akteure eines lokalen Energiesystems untersucht. Neben dem Aufbau eines Demonstrators wurden Chancen aufgezeigt, welche dezentrale Agenten und die Blockchain-Technologie für die Gestaltung und Optimierung lokaler Energieversorgungsloösungen bieten.

Konkrete Maßnahmen

Im Leuchtturmprojekt Enstadt:Pfaff wurden die Konsensmechanismen der Blockchain-Technologie im Zusammenspiel mit klassischen formalen Stromlieferverträgen verwendet. Ausgangspunkt hierfür sind ein Energiemanagement welches eine automatisierte und dezentrale Koordinierung von Anlagen mittels Agenten implementiert, sowie »GrünePunktToken« (GPT), welche den Haushaltsbesitzer- bzw. Bewohnern seitens des Quartiers-Energieversorgers für jede verbrauchte Energieeinheit gutgeschrieben werden. Die dadurch erhaltenen Token können nun einerseits durch Senden auf andere Personen übertragen aber auch gegen Produkte und Dienstleistungen des Energieversorgers eingelöst werden. Vor dem Hintergrund des »klimaneutralen Quartiers« ist hier insbesondere der Eintausch der GPT gegen sog. »Anteilstoken« (AT) relevant. Die AT ent-



Flexibilisierung

sprechen einem prozentualen Anteil an der Ausgangsleistung einer Erneuerbaren Energieanlage. Die Quartiersbewohner können ihre erworbenen GPT gegen verschiedene AT eintauschen und sich somit ein eigenes CO₂-neutrales »Kraftwerk« aufbauen. Die Energiemengen aus den erworbenen Anlagenanteilen wird den Quartiers-Akteuren, entsprechend des Bezugszeitraums, auf der nächsten Stromrechnung gutgeschrieben. Der Bezugszeitraum bestimmt sich anhand der Haltedauer der Anlagen-Token und endet spätestens mit der Abschaltung einer Anlage. Der Wechselkurs zwischen GPT und AT berechnet sich über die Kosten für Anschaffung, Inbetriebnahme und Wartung, erwartete Energieertrag und Lebensdauer der Anlage. Für den Erwerb eines Anteils einer Anlage mit höherer Leistung und Lebensdauer benötigt ein Quartiers-Akteur also mehr GPT. Die Bezugsrechte sind auf andere Personen innerhalb des Quartiers durch Senden der AT übertragbar.

Es wurde eine Blockchain vollständig in das System gesetzlicher und regulatorischer Anforderungen im Bereich der Stromversorgung eingebettet. Allein Anforderungen aus der DSGVO sprechen heute gegen eine Nutzung der Blockchain-Technologie.

Die automatisierte Konsensfindung und Verrechnung von Stromlieferungen, schafft die Möglichkeit der Übersetzung dynamischer Netzanforderungen in ein Token System, mit dem für steuerbare Flexibilität ein Anreiz zum systemdienlichen Verhalten geschaffen werden kann. Hierdurch eröffnet sich ein Weg einer »weichen« Laststeuerung über geeignete Preismodelle.

Erste Testergebnisse des Energiemanagements sind vielversprechend. So konnte in einer Jahresimulation für ein Mehrfamilienhaus der Eigenverbrauch durch Verschiebung von Ladevorgängen und durch bidirektionales Laden von 29 % auf 48 % gesteigert werden.

Die vorgestellte Forschung wurde teilweise vom Bundesministerium für Bildung und Forschung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Leuchtturmprojekt EnStadt:Pfaff unter dem Förderkennzeichen O3SBE112F gefördert.

[1] NABE, C. (2019): PV-Anlagen und intelligente Messsysteme: Chancen und Herausforderungen für Anlagenbetreiber, 1st edn. Navigant a Guidehouse Company.

[2] KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (1. Januar 2020): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2020.

[3] CHANTREL, S. P.-M., SURMANN, A., KOHRS, R., UTZ, M., & ALBRECHT, S. (2019): Agenten- und Blockchainbasiertes Energiemanagementsystem für Mieterstromobjekte. ETG Kongress 2019. Esslingen am Neckar: VDE. ISBN 978-3-8007-4954-6 (S.465-470).

Manuel Utz¹ (Hauptautor*in),
Arne Surmann², Stefan P. M. Chantrel³

manuel.utz@hs-fresenius.de
arne.surmann@ise.fraunhofer.de
stefan.chantrel@ise.fraunhofer.de

¹ Hochschule Fresenius, Frankfurt a.M.
² Fraunhofer ISE, Freiburg, Deutschland
³ Fraunhofer ISE, Freiburg, Deutschland

Ergebnisse

Referenzen

Poster

Georg Wagener-Lohse

AUSSTELLUNG

Effektiver Klimaschutz über Wärmenetze mit Erneuerbarer Energie

Hintergrund

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien tritt seit Jahren auf der Stelle. Zu sehr sind Anbieter und Nutzer in einem System gefangen, das auf billigen, fossilen Energieträgern basiert und damit günstige Renditeoptionen oder Bezugspreise garantiert. Mit Blick auf über 40 Mio. Haushalte in Deutschland ist es deshalb eine kaum zu überwindende Hürde für die nötige Dynamik bei der Erfüllung des Klimaschutzgesetzes, wenn v.a. Einzelentscheidungen die Grundlage für den Wandel bilden sollen. Die Hälfte dieser Haushalte hat als Mieter auch gar keinen direkten Einfluss auf die Wahl ihres Energieträgers und damit eine eigene Entscheidungsmöglichkeit für Klimaschutz. 108 TWh Wärme (8,6% des Endenergiebedarfs für Wärme) werden in Deutschland jedoch bereits über Leitungsnetze als Prozess- oder Raumwärme geliefert und könnten durch Entscheidungen ihrer Anbieter zur Umsetzung der Paris-Ziele auf CO₂-arme Brennstoffe umgestellt werden.

Forschungsschwerpunkt

Ziel der gemeinsamen Untersuchungen von BEE, 8KU und AGFW waren daher eine Analyse der Veränderungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten, um die Ziele des Klimaschutzgesetzes erfüllen zu können. Sowohl die Wohnungswirtschaft, die für Klimaschutzentscheidungen für ihre Mieter zuständig ist, als auch die Anbieter leitungsgebundener Wärme stehen vor der Frage, wie sie die jetzt gesetzlich festgelegten Minderungsziele von 40% bzw. 50% bis 2030 erreichen wollen. Hinzu kam die Erarbeitung notwendiger neuer Rahmenbedingungen.

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Es wurden verfügbare Daten zusammengestellt und im speziellen die verdichteten Wohngebiete zur Grundlage gewählt, in denen die leitungsgebundene Wärme aktuell beheimatet ist. Da im Umfeld auch umfangreiche Bestände fossil versorgter Gebäude zu finden sind, wurden mögliche Synergieeffekte für den Klimaschutz bei Wärmeanbietern und Gebäudevermietern untersucht. Dann wurden zehn Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils klimaneutraler Wärme herausgearbeitet, die jetzt die Grundlage neuer Initiativen gegenüber der Politik sind.

Ergebnisse

Es besteht eine enge Verbindung der Interessenlagen von Gebäude- und Energiewirtschaft und auch eine wichtige Einflussmöglichkeit Klimagerechtigkeit für die unteren Einkommensgruppen zu sichern, die spezifisch deutlich weniger Emissionen für ihre Wohnungen erzeugen als Einfamilienhausbesitzer in den oberen Einkommensgruppen.

Der Immobilienwirtschaft steht allgemein zur Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen auch die Option der energetischen Sanierung zur Verfügung, die aber für die Wärmelieferanten Umsatzeinbußen nach sich ziehen würde. Auf der anderen Seite bestehen im Kontext vorhandener, wärmeversorgter Wohngebiete auch Optionen, noch fossil beheizte Gebäude in die Leitungsver-sorgung einzubeziehen und damit synergetisch nützlich Gemeinschaftsangebote zu schaffen. In drei Szenarien wurden diese Möglichkeiten untersucht. Allein die Umstellung von Kohle- auf Gasheizkraftwerke und die partielle Umstellung von Heizwerken auf Erneuerbare Energien kann die gesetzliche 50% THG-Senkung für die Wärmeanbieter nicht erfüllen. Höhere EE-Quoten sind dafür erforderlich. Auch eine Verpflichtungserfüllung allein durch Energieeinsparung wird die verpflichtende Senkung um 40% aufgrund der aktuellen geringen Sanierungsgeschwindigkeit bis 2030 nicht erreichen. Beide Akteure sitzen also in einem Boot und können gemeinsam die vorgegebenen Verpflichtungen erfüllen. Die Anbieter erneuerbarer Lösungen haben damit eine gute Voraussetzung, ihnen bei der Lösung ihrer Aufgabe gute Antriebe zu bieten, wenn sie noch



Flexibilisierung

stärker auf verbundene Lösungen setzen. Die Politik muss allerdings neue Rahmenbedingungen schaffen, um das technisch mögliche auch zur Umsetzung zu bringen. In Ballungsräumen mit aktuell 131 TWh Endenergieverbrauch kann dann mit bestehenden Wärmenetzen eine Minderung von 40 Mio. t. CO₂ pro Jahr erreicht werden.

[1] AGFW, BEE, 8KU HRSG (Mai 2020): Klimaschutz mit leitungsgebundener Wärme, Frankfurt a.Main.

[2] WAGENER-LOHSE, G.; MILLER, J.; DÜMPELMANN, M. (August 2019): Strategien zur Treibhausgasreduktion und zum systemrelevanten Ausbau der leitungsgebundenen Wärme und Kälte in Deutschland, Berlin, Frankfurt a.Main.

Referenzen

Keywords

Klimaschutzsektoren,
Wärmenetze,
Klimagerechtigkeit,
Rahmenbedingungen,
Quartierslösungen

Dr. Georg Wagener-Lohse
georg.wagener-lohse@fee-ev.de
0173 53 53 105

Fördergesellschaft Erneuerbare
Energien e.V.
EUREF Campus 16, Messelbau,
10829 Berlin

Poster

Steffen Wehkamp, Jorge Marx-Gómez, Pavel W. Kusch

AUSSTELLUNG

Comparison of valuation methods for investments in flexible decentralised energy systems

Background and Goal

The increasing use of renewable energy sources requires greater flexibility in the electricity sector. The decentralized nature of renewable energies is increasingly creating bottlenecks, as the electricity grid was initially designed for central supply. In the current market design of the EU, these bottlenecks hamper the use of electricity from renewable sources, which must be offset by congestion management.

The European Union recently presented a new regulation framework called the Clean Energy Package. This framework enables the new market role of an aggregator participating in market-based congestion management based on aggregated demand response flexibilities or generation flexibilities [1].

Current research shows that there is a need for research in the field of practical assessment methods that take into account the flexibility of energy systems. In particular, it was found that none of the existing approaches take into account different degrees of aggregated flexibility in the valuation of energy assets. If a market is subject to high price volatility, the classic Discounted-Cash-Flow method increases the cost of capital, which is used to discount the free cash flows. This reduces the value of the investment. Even if investments are capable of using the uncertainties of a market, e.g. due to flexible capacities of energy plants, the volatility of the market lowers the investment value in conventional valuation. When making investment decisions in energy plants, classical static power plants are thus preferred over flexible power plants. However, these are necessary because they counteract the volatility of renewable energies and serve as a flexibility option for stabilising the grid [2].

To address this research gap, this paper presents a comparison of different valuation methods: (a) the classic Discounted-Cash-Flow-method, (b) the research trend Real Option analysis, and (c) the the modern Discounted-Cash-Flow method.

Research Focus

In economics, valuation deals with the methodology for calculating the current value of investments. Typically, the valuations of options are compared before investment decisions are made in order to make the best possible choice. A comprehensive approach is the Discounted-Cash-Flow method (DCF). This method totals the future cash flows discounted to the valuation key date. It can be applied to companies, projects or individual properties to determine the net present value.

Real Option theory builds upon the valuation of financial options via the Black-and-Scholes formula. Options give the buyer the right to buy a share at a later date under certain conditions or to let it expire. Real Options theory acknowledges managerial flexibility to adjust investment projects in the light of an uncertain and changing environment. This flexibility refers to finding and incorporating Real Options into investment projects, or in other words, possible managerial actions that can reshape a project to adapt to changing conditions to maintain or enhance its profitability.



Flexibilisierung

The modern DCF extends the conventional DCF analysis by the possibility to deviate from the constant price patterns used in the conventional DCF model. This method is based on [5], which extends the conventional DCF approach by a Real Options value. [5] has price patterns based on future prices, as it is common in conventional DCF approaches. The modern DCF approach presented here uses price patterns based on spot markets. Thus, flexibility on both day-ahead and intraday markets is used as a basis for valuation.

The evaluation of the different valuation methods includes the criterion of applicability to different energy systems. Therefore different energy systems were considered: a) inflexible power plant b) flexible power plant c) flexible decentralized aggregated power plants. The data from the future and spot market for the period 2015 to 2019 are used as the basis for valuation. To take volatility into account, the monthly mean values of the standard deviation of the spot market prices for electricity are used. The market-side consideration is necessary for the earnings side due to the electricity prices. Depending on the energy system, different observation periods were taken into account. This serves to consider the different lifetimes of the investments.

In consensus with existing literature, it was found that conventional valuation methods are not suitable for the valuation of investment decisions of energy plants with flexibility options. Uncertainties, such as volatilities, are assessed here as a risk rather than an opportunity and reduce the value of the investment. Opposite results are obtained in the Real Option theory. As the risk or volatility increases, the probability of larger repayments increases, which consequently leads to the higher capital value of the investment. The flexibility to take this volatility into account is thus given a value. However, the elegance of the Real Options approach is negatively affected by its complexity.

In addition, an alternative method is presented which uses a new valuation basis in the DCF approach to take into account the value of flexibility. In modern DCF, the value of investments changes with the volatility of the spot markets depending on the flexibility of the energy system to be evaluated. Since the spot markets have changed significantly since [3], the presented approach is methodologically more appropriate to the current market situation. The significance of the methodology presented depends strongly on the assumptions made here. Since the respective investments utilize different valuation periods, the quality of the result depends on market conditions and forecasts.

An accurate evaluation of presented valuation methods will be an important area of future study. To make further statements about the methods, a plausibility check is necessary. This can be done e.g. by a detailed simulation of energy systems with an accurate market scenario. There is a need for investments in flexible energy plants and a spread of virtual power plants. This development would benefit from a methodology that adequately considers energy flexibility in the valuation. ►

Measurements

Results

Poster

Comparison of valuation methods for investments in flexible decentralised energy systems

References

- [1] MEEUS, L., NOUICER, A., (2011): The EU clean energy package, Technical Report, European University Institute.
- [2] WEHKAMP, S., SCHMELING, L., VORSPEL, L., RÖHLE, F. (2020): District Energy Systems: Challenges and New Tools for Planning and Evaluation. In: *Energies* (13) (InProceedings).
- [3] BLACK, F., SHOLES, M., (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities. In: *Journal of Political Economy* (81), pp. 637-645.
- [4] CESEÑA, E. M., MUTALE, J., & RIVAS-DÁVALOS, F. (2013): Real options theory applied to electricity generation projects: A review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (19) pp. 573-581.
- [5] FRAYER, J., ULUDERE, N.Z., (2001): What is it worth? Application of real options theory to the valuation of generation assets. In: *The Electricity Journal* (14), pp. 40-51.

Keywords

Flexibility Valuation,
Energy System Planning,
District Energy Systems,
Energy Aggregation

Steffen Wehkamp¹ (Hauptautor*in),
Prof. Dr. Jorge Marx-Gómez²,
Pavel W. Kusch³

steffen.wehkamp@offis.de
+49 441 9722-179

¹ OFFIS e.V., Escherweg 2,
26121 Oldenburg – Germany

² University of Oldenburg

³ 3Energie Consulting

Poster

AUSSTELLUNG

Uwe Welteke-Fabricius, Janis Matthes

Strom aus Biogas – abschalten oder flexibilisieren? Über makroökonomische Effekte der Flexibilitätsprämie

Was kostet die Transformation der Biogas-Bestandsanlagen wirklich?

Für den Klimaschutz und den Umstieg auf CO₂-arme erneuerbare Energien (EE) war und ist das Gesetz zum Vorrang der Erneuerbaren Energien (EEG) ein außerordentlich wirksames Instrument. Der eigene Erfolg des Gesetzes veränderte den Energiemarkt so rasch, dass stetige Weiterentwicklungen erforderlich sind. So wurde mit dem EEG 2012 begonnen, Biogasbetreiber zu Investitionen in eine flexible Betriebsweise anzureizen, damit Biogasstrom, statt im Grundlastbetrieb zukünftig am Markt orientiert, in den Versorgungslücken von Wind und Sonne eingespeist werden kann. Das erfordert größere Motoren, Generatoren und Transformatoren, in Gasspeicher und Wärmepuffer, die mit der Flexibilitätsprämie gefördert werden.

Gleichzeitig wurde wegen der Belastung der Stromkunden mit der EEG-Umlage die Förderung für Neuanlagen drastisch gemindert. Die Novellen des EEG 2014 – 2017 führten zu einem vollständigen Einbruch beim Zubau neuer Biogasanlagen. Bestandsanlagen werden durch die Höchstbemessungsleistung am weiteren Wachstum gehindert. Auch an der neuen Förderung des Umbaus der Biogas-Bestandsanlagen wollte der Gesetzgeber durch eine Deckelung sparen. So läuft im Jahr 2021 die Flexibilitätsprämie aus, bevor sie richtig wirksam wurde.

Doch der Blick auf die Kosten in der EEG-Umlage ist irreführend. Gegenstand des Beitrags ist eine ökonomische Betrachtung der volkswirtschaftlichen Effekte. Der überschlägige Ansatz zeigt ein gegenteiliges Ergebnis:

Die Förderung der Investitionen in die Flexibilisierung der Biogas-Bestandsanlagen belastet zwar einerseits die EEG-Umlage. Doch Einspareffekte an anderer Stelle sorgen für eine geringere Belastung der Stromkunden mit anderen Umlagen und zu sinkenden Erzeugungskosten, die auf die wettbewerblich ermittelte Marktprämie durchschlagen.

Per Saldo ist die Förderung der Flexibilisierung aus Sicht der EEG-Umlage eine sehr rentable Investition. Sie bietet Potenzial, das zur vollständigen Wettbewerbsfähigkeit von Strom und Wärme aus Biogas beitragen kann.

Darüber hinaus können flexibilisierte Biogasanlagen erhebliche Nutzen für die Energiewende haben, namentlich Versorgungssicherheit im Stromnetz, lokale Wärmeversorgung und Transformation zu einer vollständig regenerativen Energieversorgung. Schließlich kommt es zu positiven Effekten in Stoffströmen der Abfallwirtschaft und in landwirtschaftlichen Nährstoffmanagement und Anbausystemen.

Kosten-Nutzen-Rechnung mit komplexen Wechselwirkungen

In unserer Arbeit werden die wichtigsten Effekte zusammengetragen und qualitativ auf ihre ökonomischen Effekte untersucht. Es werden Ansätze zur monetären Bewertung vorgeschlagen. Auf deren Grundlage werden die spezifischen Wohlfahrtsgewinne abgeschätzt, um politische Entscheidungen begründen zu können. Im Weiteren werden Hinweise auf eine valide Quantifizierung gegeben, deren detailliertere Untersuchung empfohlen wird.

Die wesentlichen volkswirtschaftlichen Effekte der Flexibilisierung können am einfachsten unter dem Aspekt der Alternativkosten näherungsweise quantifiziert werden. Die bisherigen Ergebnisse werden im Beitrag präsentiert. ▶

Poster

Strom aus Biogas – abschalten oder flexibilisieren? Über makroökonomische Effekte der Flexibilitätsprämie



Flexibilisierung

Alternativkosten der gesicherten Leistung

Die Flexibilisierung einer Biogasanlage im bisherigen Dauerbetrieb bei gleichbleibender, nahezu stetiger Biogasmenge setzt voraus, dass die gleiche Strommenge in wesentlich kürzerer Zeit, also mit einem Vielfachen an Leistung erzeugt wird. Der Leistungszubau passt gut zu den Plänen, schon 2022 die restlichen knapp 10 GW Kernkraft, bis 2030 insgesamt Kohlekraftwerke mit 23 GW Leistung stillzulegen. Diese Leistung muss angesichts des wachsenden Anteils der Elektrizität am gesamten Energiesystem großenteils ersetzt werden.

Die ausreichende Verfügbarkeit von Biogas vorausgesetzt, ist jedes zusätzliche BHKW an flexiblen Biogasanlagen auch ein Zubau gesicherter Leistung. Damit sinkt der Bedarf anderer Kraftwerke und die Gesamtsumme der notwendigen Förderung. Erstaunlicherweise ist die Förderung für große Kraftwerke (> 50 MW) sogar höher als die Flexibilitätsprämie, sodass sich aus dieser eine unmittelbare Einsparung ergibt.

Kostensenkung durch weniger Einspeisemanagement und Redispatch

Mit der Flexibilisierung von Biogasanlagen wird die Stromerzeugung zeitlich verlagert: mehr Spitzenlast bedeutet weniger Einspeisung in den Schwachlastzeiten. Diese Zeiten geringer Residuallast entstehen durch hohe EE-Einspeisung, die häufig zeitgleich Engpässe im Stromnetz verursachen. Durch das Abschalten der Biogas-BHKW werden diese Engpässe marktgesteuert verringert, bevor sie entstehen können. Entschädigungspflichtige regulatorische Netzeingriffe werden eingespart. Diese Einsparungen durch die Flexibilisierung können berechnet werden.

Kostensenkung bei unvermeidbaren Netzeingriffen

Dennoch werden Netzeingriffe weiter nötig sein. Bei der Abregelung anderer EE-Anlagen geht der gesamte Stromerlös verloren. Und muss in Höhe der EEG-Vergütung finanziell erstattet werden. Bei flexiblen Biogasanlagen wird lediglich der Einspeisezeitraum zeitlich verschoben. Der erstattungspflichtige Verlust verringert sich auf die Differenz zwischen den geplanten Markterlösen und den etwas geringeren Erlösen im späteren Einspeisezeitraum.

Einsparungen beim Verteilnetz-Ausbau

Das Budget für den Ausbau des Verteilnetzes wird durch gezielte ruhende Dauereinspeiser entlastet. Wegen des stetigen Zubaus von erneuerbare-Energie-Anlagen muss das Netz stetig erweitert werden. Flexibilisierte Biogasanlagen speisen in Zeiten geringer EE-Belastung ein, ermöglichen also zusätzliche Wind- oder PV-Anlagen ohne Netzausbau. Sie ersparen also Netzausbaukosten in Höhe der vorherigen Dauerlast.

Fazit: Schon nach wenigen Jahren beginnt die Rückzahlung an den Stromkunden, sodass die ursprünglichen Mehrkosten der EEG-Umlage zurückgezahlt und anschließend sogar höchst attraktiv verzinst werden.

Nicht-monetäre Nutzen

Zusätzlich hat die Flexibilisierung schwer monetarisierbare Nutzeffekte, wie einen verstärkten Klimaschutz und die Entlastung des Agrarmarktes von Überschüssen und Förderbedarf sowie die Preisdämpfenden Effekte der gesteigerten Angebotsvielfalt im Technologiewettbewerb.

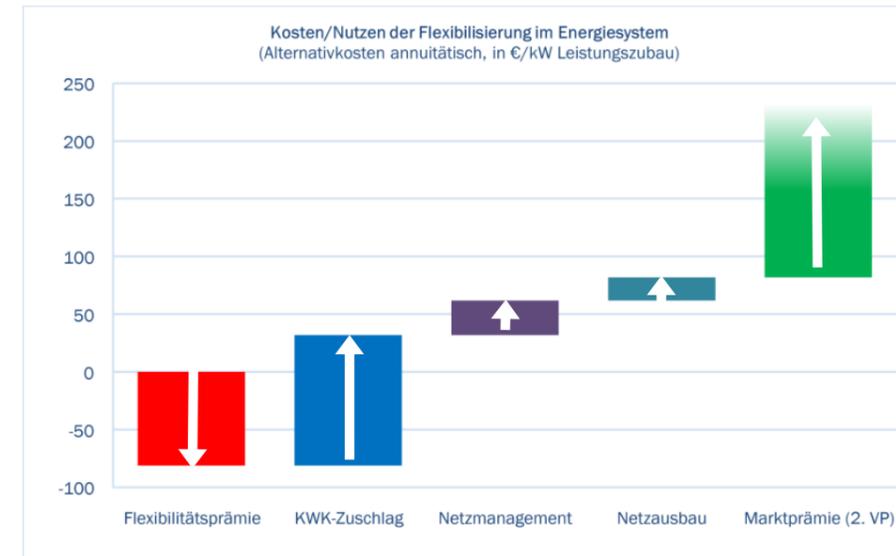


Abb. 1:
Ökonomie der Flexprämie:
Die Investition in die
Flexibilitätsprämie ↓
bewirkt mehrere bewertbare
Nutzen bzw. Einsparungen ↑

Schließlich ergeben sich immaterielle Effekte, wie die Resilienz der Stromversorgung durch feingranuläre Präsenz dezentraler Erzeugungseinrichtungen, durch die Vorbereitung des Energiesystems auf erwartbare Entwicklungslinien der Wasserstoffwirtschaft und die erweiterte Technologieoffenheit durch Bereitstellung von kostengünstigem konzentriertem CO₂ für die Methanisierung von elektrolytisch gewonnenem H₂.

Sinkende Marktprämie in der Ausschreibung von weiteren Förderperioden

Die Flexibilitätsprämie führt zur Investition, diese zu Modernisierungseffekten und höherer Effizienz. Das verbesserte betriebswirtschaftliche Ergebnis wird in das Ausschreibungsgebot eingepreist und fließt über gesenkte Marktprämie wieder an die Stromkunden zurück.

Uwe Welteke-Fabricius (Hauptautor*in),
Janis Matthes

uwf@kwk-flexpertern.net
jm@kwk-flexpertern.net
0561 88 32 96

Netzwerk Flexpertern
c/o meta-i.d.
Ökologische Innovation GmbH
Am Wasserturm 3,
34128 Kassel

Keywords

Biogas,
EEG-Umlage,
Flexibilisierung,
Marktintegration,
Versorgungssicherheit

DIGITALE

POSTER AUSSTELLUNG



Technologien kombinieren

160 *Christoph Bahret*
Die Kostensenkungspotenziale sektorintegrierender Quartierskonzepte

162 *Katharina Bär, Abdessamad Saidi, Christoph Hackl, Wilfried Zörner*
Gegenüberstellende Bewertung unterschiedlicher Optimierungsstrategien zur Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger

164 *Michael Barton, Christian Schweigler*
Wärmepumpe mit integriertem Latentwärmespeicher für die flexible Gebäudeheizung

166 *Katja Biek, Klaus Probst*
Thermische Aktivierung der Gebäudehülle zur Grundtemperierung eines Altbaus

168 *Mathias Ehrenwirth, Christoph Trinkl, Tobias Schrag*
Betriebserfahrungen, Optimierung und Sektorkopplungspotenzial eines temperaturvariablen Wärmenetzes am Beispiel Dollnstein

171 *M. Norbert Fisch*
Klimaquartier – neue Weststadt Esslingen

172 *Jan Grundmann, Britt Schumacher, Bernd Nordzieke*
Holzbasiertes Biomethan aus der Vergärung für die Wärmewende

174 *Tina Hermann, Dominik Glöckner, Marco Bauer, Christian Schweigler*
Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe

176 *Ulf Herrmann, Sören Dittmann-Gabriel, Rabea Dluhosch, Martin May, Björn Beeh, Matthias Hänel, Sven Meyer, Till Doerbeck, Daniel Högemann, Johannes Schrüfer, Wilfried Schmitz*
multiTESS – der flexible Energiespeicher

179 *Robert Hild*
Feuerstätten als Ergänzung zu Wärmepumpen – ein innovativer Ansatz zu kostengünstiger und sicherer Wärmeversorgung

180 *Christian Hotz, Praseeth Prabhakaran, Wolfgang Köppel, Frank Graf*
Dynamische Energiesystemmodellierung von Quartieren

182 *Samir Kharboutli, Sebastian Flemming, Peter Bretschneider*
Entwicklung einer Methodik zur Identifikation von Synergieeffekten

184 *Sebastian Kießling, Lucie Töpfer*
ClinX – dezentrales KWK-System mit Mikrogasturbine zur Verwertung heterogener Holzreste

187 *Martin Kohl, Jens Frank*
Abhängigkeiten zwischen nachhaltigen Mobilitätskonzepten und Energiekonzepten. Voraussetzungen für eine wirksame Sektorenkopplung

189 *Nils Körber, Philipp Schönberger*
Modellbasierte Ermittlung von Effizienzpotenzialen in der optimierten Ausgestaltung der Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Quartieren

192 *Steffen Lauterbach, Jakob Hahn, Werner Jensch, Volker Stockinger*
Sektorenkopplung und Nutzung von Synergien im Pilotquartier – Simulation eines innovativen Energiekonzepts in +EQ-Net

194 *Philipp Lorber, Eckhard Kraft, Matthias Dworak*
Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie

196 *Manuel Lämmle, Stefan Hess, Reinhard Jank*
Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach: Energiekonzept und Umsetzung

199 *Gabriel Naumann, Matthias Gaderer*
Ökobilanzielle und ökonomische Analyse von Wärmebereitstellungstechnologien für Gebäude

200 *Florian Noll, Dorothea Ludwig*
Entwicklung eines erweiterten kommunalen Wärmekatasters als kollaboratives Planungs- und Kommunikationsinstrument

202 *Björn Ohlsen, Volker Stockinger, Julia Jürgensen, Thorsten Bock*
Verbundvorhaben ErdEis II

204 *Manfred Sauf*
Herstellung eines regionalen Qualitätsbiobrennstoffs

206 *Marion Schomaker, Tobias Weide, Christof Wetter, Elmar Brüggling*
Vorbehandlung von Reststoffen für den Einsatz in Biogasanlagen

208 *Bettina Steiniger, Christian Hubert, Christian Schaum*
Flexible Speicherung von Wärme in Faulbehältern – steht der Wärmespeicher bereits auf Abwasserbehandlungsanlagen?

210 *Alexander Studniorz, Daniel Wolf, Stefan Brandt, Martin Kriegel, George Tsatsaronis, Nadir Abdessemed*
FlexEhome – das netzdienliche Solarhaus mit thermischer und elektrischer Vollversorgung

212 *Thomas Schliermann, André Herrmann, Ingo Hartmann, Wolfgang Wiest, Jörg Ho, Frederik Köster, Georg Zimmermann*
Einsatz von aschereichen Reststoffen in einem Vergaser-BHKW

213 *Yizhuo Zhang, Tanja Osterhage, Sarah Henn, Tobias Beckhölter, Tobias Blacha, Dirk Müller, Christian Behm, Jérôme Frisch*
SmartQuart – Blaupause für eine dezentrale Energie- und Wärmewende auf Quartiersebene

Poster

Christoph Bahret

AUSSTELLUNG Die Kostensenkungspotenziale sektorintegrierender Quartierskonzepte

Hintergrund

Die energetische Planung wird oftmals erst in einem späten Planungsstadium der Quartiers- und Stadtentwicklung berücksichtigt, wodurch innovative, klimaschonende und wirtschaftlich attraktive Optionen entweder nicht mehr umsetzbar sind oder gar nicht erst betrachtet werden. Ein Beispiel hierfür ist der Fokus von Heiztechnik, Energieeffizienzmaßnahmen und insbesondere erneuerbarer Energien wie Photovoltaik mitsamt Stromspeichern auf das Einzelgebäude ohne Berücksichtigung von Quartierspotenzialen.

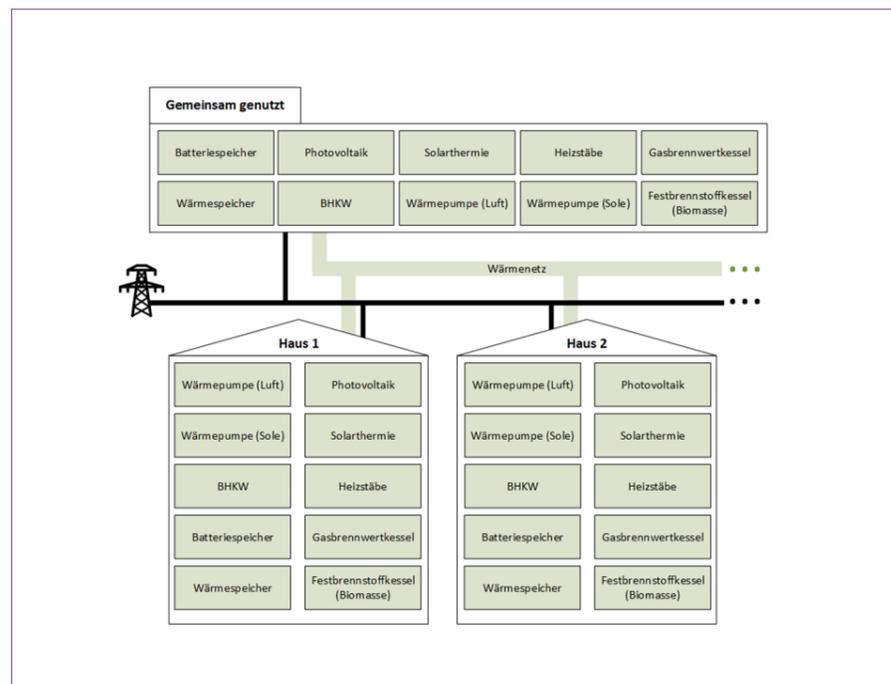


Abb. 1:
Schematische Darstellung
der Investitionsoptionen im
Optimierungsmodell QUOVADES.

Um einen integrativen Ansatz in der energetischen Planung zu ermöglichen, wurde das Werkzeug QUOVADES entwickelt. Basierend auf einem linearen Optimierungsmodell ermöglicht QUOVADES eine sektorintegrierende, energetische Planung für Einzelgebäude und Quartiere. Die Bedarfe mehrerer Gebäude aus mehreren Sektoren (z.B. Strom, Wärme, E-Mobilität) können dabei simultan berücksichtigt werden. Auf dieser Basis kann QUOVADES Lösungen zur integralen Bedarfsdeckung errechnen – und dabei größere Anlagen auf Quartierebene zur Nutzung von Skaleneffekten einbeziehen. Das Werkzeug ist sowohl für Neubaugebiete als auch für Bestandsquartiere einsetzbar, so können bei Bedarf zum Beispiel energetische Sanierungen in die Optimierung einbezogen werden. Mittels Szenarioanalyse können diverse Rahmenbedingungen miteinander verglichen werden, um so den Ergebnishorizont unter unterschiedlichen Randbedingungen wie z.B. Preisschwankungen abzubilden. Der Nutzung von Bioenergie kommt bei der Erstellung von energetischen Quartierskonzepten eine besondere Bedeutung zu, da sie neben solarer Wärme (z.B. durch Solarthermie) und Wärme aus regenerativ gewonnenem Strom (z.B. durch Wärmepumpen) oft die einzige Möglichkeit ist, um klimaneutral Wärme bereitzustellen.

Keywords

Optimierungsmodell,
Nahwärmenetze,
Sektorkopplung,
Quartierspeicher,
CO₂-Einsparung



Technologien kombinieren

- Das Ausschöpfen von Potenzialen, die sich durch eine gebäudeübergreifende, energetische Planung ergeben, kann zu erheblichen Senkungen der Kosten bei der Bereitstellung von Energie führen.
- Die Verfügbarkeit von Bioenergie ist ein wichtiger Faktor, der das Kostensenkungspotenzial von Quartierlösungen entscheidend mitbestimmt.
- Das Kostensenkungspotenzial ist von zahlreichen weiteren Faktoren abhängig, v.a. von der Siedlungs- / Nutzungsstruktur des betrachteten Areals (Wärmedichte) und vom Wert, der den Emissionen beigemessen wird (hoher Preis für Emissionen → hohes Kostensenkungspotenzial von Quartierskonzepten)
- Abbildung 2 zeigt anhand eines exemplarischen Quartiers, um wie viel Prozent die spezifischen, jährlichen Systemkosten für ein Neubaugebiet mit zehn Zweifamilienhäusern gesenkt werden können, wenn die Energieplanung für das gesamte Quartier (statt auf Gebäudeebene) durchgeführt wird. In drei unterschiedlichen Kurven ist dargestellt, wie sich die Verfügbarkeit von Bioenergie (am Beispiel von Biomethan und Holzhackschnitzel und ausgedrückt als Preiserhöhung) auf das errechnete Ergebnis auswirkt.

Ergebnisse

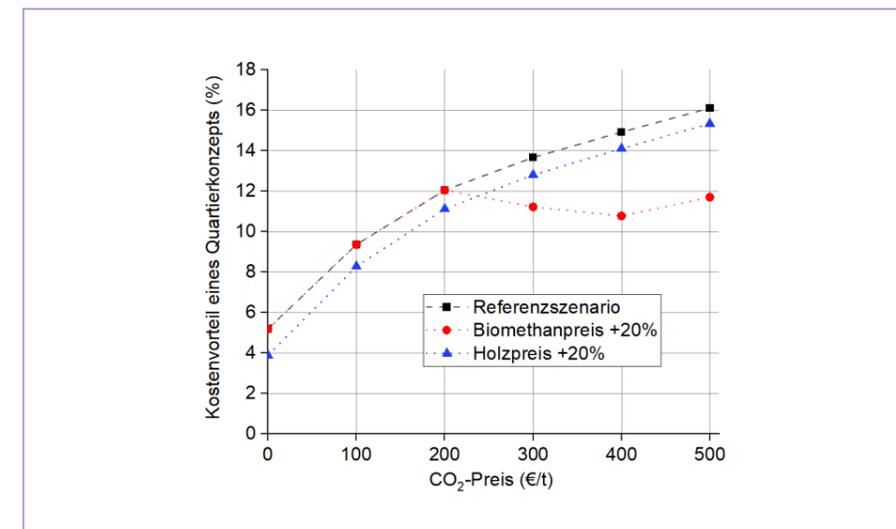


Abb. 2:
Einsparungen bei den
spezifischen, energiebedingten,
jährlichen Systemkosten durch
ein integrales Quartierskonzept.
Verglichen werden die
energiebedingten, jährlichen
Systemkosten eines Gebäudes
mit den spezifischen,
energiebedingten, jährlichen
Systemkosten von zehn
(identischen) Gebäuden
in drei unterschiedlichen
Preisszenarien.

EINIGE ZENTRALE ANNAHMEN:

- SIEDLUNGSTYP**
- 2 Haushalte (HH) pro Gebäude
 - 3 Personen pro HH
 - Strombedarf: 3.900 kWh/(a HH)
 - Wärmebedarf: 27.300 kWh/(a HH)
 - Wärmedichte 4,4 MWh/(a mTrasse)

PREISSTRUKTUR IM REFERENZSZENARIO

- Strompreis (HT) 29 ct/kWh
- Strompreis (NT) 23 ct/kWh
- Biomethanpreis 10 ct/kWh
- Holzhackschn.preis 3 ct/kWh
- Erdgaspreis 6,5 ct/kWh
- quartiersinterne Netzentgelte 3 ct/kWh
- Einspeisevergütung 0 ct/kWh
- Ø-Erlöse bei Stromeinspeisung 4 ct/kWh

Christoph Bahret
christoph.bahret@
ier.uni-stuttgart.de

IER Universität Stuttgart,
Heßbrühlstraße 49a,
70565 Stuttgart,
Deutschland

Poster

Katharina Bär, Abdessamad Saidi, Christoph Hackl, Wilfried Zörner

AUSSTELLUNG

Gegenüberstellende Bewertung unterschiedlicher Optimierungsstrategien zur Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger



Technologien kombinieren

Hintergrund Ziel

Bedingt durch die Installation von Stromerzeugern aus erneuerbaren Energien, wie Photovoltaik- (PV) und Windkraftanlagen, wird die Bereitstellung von Strom zunehmend dargebotsabhängig und die Einspeisung in das Stromnetz volatil. Vor diesem Hintergrund steht die Integration von Biogasanlagen als Systembaustein in intelligenten Energienetzen im Fokus des vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderte Vorhaben »NETFLEX«. Da die Wechselwirkung von flexibel betriebenen Biogasanlagen mit anderen fluktuierenden Stromerzeugern im sekundengenauen Zusammenspiel noch nicht im Detail untersucht ist, bietet die Entwicklung einer Steuerung für den optimierten Betrieb unter Berücksichtigung lokaler Verteilnetzanforderungen abhängig von Einstrahlungsvorhersagen großes Potenzial. Das übergeordnete Ziel des Forschungsprojekts besteht in der modellbasierten Analyse und Simulation innovativer Regelungsstrategien und Geschäftsmodellen sowie in der Entwicklung einer selbstlernenden Steuerung für Biogasanlagen zur Vermeidung kurzfristiger, tageszeitlich auftretender Netzüberlastung in ländlichen Verteilnetzen.

Forschungsschwerpunkte

Die Steuerung der Biogasanlage soll auf tageszeitlich schwankende PV-Einspeisung kurzfristig reagieren. Hierzu werden unter anderem laufend Wetter- bzw. Wolkenzugsprognosen aus Modellen und modernen Nowcasting-Verfahren sowie Stromeinspeiseprofile realer am Stromnetz angeschlossener PV-Anlagen zur optimierten Steuerung der Blockheizkraftwerke in den Steuerungsablauf integriert. Zusätzlich werden Regelungsstrategien zur optimierten Reaktion auf Anreize des EPEX SPOT- und Regelleistungsmarkts sowie des Regelleistungsmarktes und der am Netzverknüpfungspunkt vorliegenden Stromnetzsituation für Biogasanlagen erstellt. Darüber hinaus wird die simultane Versorgung von Wärmenetzen im Systemverbund untersucht. Eine Erprobung im Praxisbetrieb erfolgt durch die Installation der Steuerung an der Biogasanlage Zellerfeld (BGA Zellerfeld in Egling an der Paar). Ein umfassendes Monitoring der BGA Zellerfeld trägt dabei zur Validierung der Steuerung und Quantifizierung der Effizienz der Betriebsoptionen bei.

- Entwicklung von Optimierungsalgorithmen für die Steuerung einer Biogasanlage unter Berücksichtigung der Einspeiseprofile fluktuierender Stromerzeuger und Wärmebedarfsprofilen
- Implementierung der Steuerung zur automatisierten Fahrplangestaltung und zur Verringerung der Verteilnetzbelastung an einer realbetriebenen Biogasanlage
- Messdatenerfassung, Monitoring der optimierten Steuerung an der BGA Zellerfeld

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Nach einer Analyse des Potenzials einer an die regionale PV-Einspeisung angepassten flexiblen Stromerzeugung durch Biogasanlagen im deutschen Verteilnetz erfolgt eine Beschreibung des bestmöglichen Biogasanlagenbetriebs mittels unterschiedlicher Optimierungsstrategien und -horizonten. Weiterhin wird das im Zuge des Vorhabens entwickelte mathematische Modell der Systemkomponenten eines regionalen Stromverbundes mit einer Biogasanlage und fluktuierenden Stromerzeugern vorgestellt.

Ergebnisse

Keywords

Biogas,
Energiemanagementsystem,
Mathematische Optimierung,
Photovoltaik,
Verteilnetz

Katharina Bär¹ (Hauptautor*in),
Abdessamad Saidi¹, Christoph Hackl²,
Wilfried Zörner¹

Katharina.baer@thi.de
¹ Institut für neue Energie-Systeme,
Technische Hochschule Ingolstadt
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt,
Deutschland

² Forschungsinstitut für
Nachhaltige Energiesysteme,
Hochschule für angewandte
Wissenschaften München
Lothstraße 64, 80335 München,
Deutschland

Poster

Michael Barton, Christian Schweigler

AUSSTELLUNG

Wärmepumpe mit integriertem Latentwärmespeicher für die flexible Gebäudeheizung

Hintergrund

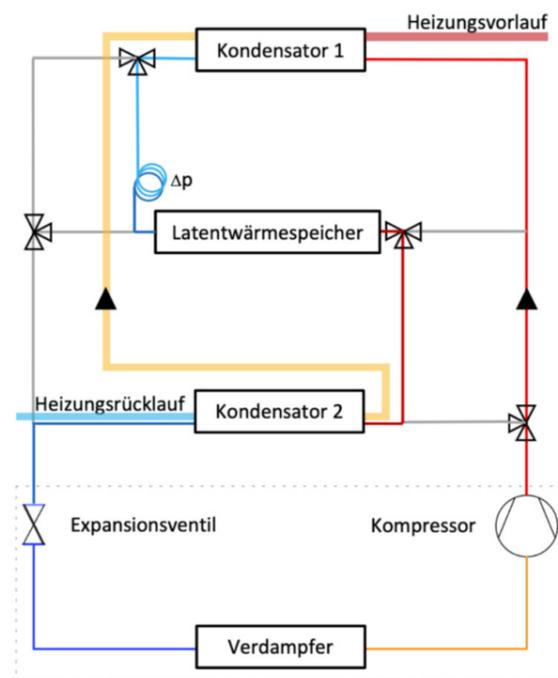
Bei Untersuchungen und Forschungsaktivitäten bezüglich der Energiewende in Deutschland liegt der Fokus stark auf der Elektrizitätsversorgung. Ohne weitreichende Änderungen im Bereich der Wärmeversorgung von Gebäuden, auch als »Wärmewende« bezeichnet, sind die ambitionierten Zielsetzungen von EU, Bund und Ländern hinsichtlich der Energiewende jedoch nicht zu erreichen. Besonders bei Neubauten werden vermehrt Wärmepumpen für die Gebäudeheizung eingesetzt, angetrieben mit elektrischer Energie. Damit entsteht die viel diskutierte Sektorkopplung von Wärme und Elektrizität. Um die starre Kopplung des Strombedarfs an den Wärmebedarf aufzuheben und höhere Flexibilität für die Energieversorgung zu erreichen, können Wärmespeicher eingesetzt werden. Dadurch wird das Angebot an volatiler, regenerativer Elektrizität und der Wärmebedarf in Gebäuden entkoppelt. Darüber hinaus kann die Wärmepumpe gezielt dann betrieben werden, wenn die Umweltbedingungen günstig sind und somit eine höhere Arbeitszahl erlauben.

Forschungsschwerpunkte

Ein zukunftssicheres Wärmeversorgungssystem muss neben den Fähigkeiten zur Sektorkopplung und zur Flexibilisierung auch eine hohe Effizienz aufweisen. Um einen Speicher in einem Wärmepumpensystem einzusetzen, muss jedoch nach aktuellem Stand der Technik beim Laden des Speichers im internen Wärmepumpenkreislauf ein höherer Kondensationsdruck des Kältemittels und damit eine höhere Temperatur im Vergleich zum Betrieb ohne Speicher bereitgestellt werden. Außerdem wird ein zusätzlicher Wärmeträgerkreislauf zur Aktivierung des Speichers benötigt. Durch die direkte Integration des Speichers in den Kältekreislauf der Wärmepumpe, den Einsatz eines zweiten Wärmeübertragers (Abb.1) und die Anwendung eines speziellen Betriebskonzepts wird dieser zusätzliche Temperaturhub vermieden und die Effizienz des Gesamtsystems erhöht.

Abb. 1:

Schema Wärmepumpenkreislauf mit integriertem Latentwärmespeicher



Technologien kombinieren

Die Entwicklung fußt auf einer Reihe von Vorversuchen an der Hochschule München, die sich mit der Integration von Latentwärmespeichern in Kältemittelkreisen beschäftigten. Die Funktion von Latentwärmespeichern beruht auf dem Wärmeumsatz beim Phasenwechsel des Speichermaterials. Dementsprechend erfolgt die Wärmespeicherung auf annähernd konstantem Temperaturniveau, so dass eine Verringerung der Arbeitszahl der Wärmepumpe vermieden wird, die sich bei Speicherung sensibler Wärme und entsprechendem Temperaturanstieg der Speicherfüllung ergäbe. Gerade bei Begrenzung des Temperaturintervalls für die Wärmespeicherung weisen Latentwärmespeicher zudem ein deutlich geringeres Volumen im Vergleich zu herkömmlichen Speichern auf. Geeignete Speicherkonstruktionen mit kältemittelbeaufschlagtem Wärmeübertrager werden in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner CABERO entwickelt und im Versuchsbetrieb charakterisiert.

Der Latentwärmespeicher wird auf der Hochdruckseite des Wärmepumpenkreislaufes integriert. Das Laden erfolgt mit der nominalen Kondensationstemperatur des Kältemittels, mit der auch der Heizkreis beaufschlagt wird. Beim Entladen wird der Speicher mit dem Kondensator und einem zweiten Wärmeübertrager (zweitem Kondensator) zu einer Kaskade in Serie geschaltet. Das Kältemittel wird zunächst im ersten Kondensator verflüssigt, anschließend im Latentwärmespeicher erneut verdampft und im zweiten Kondensator wieder verflüssigt. Die Verdampfung im Latentwärmespeicher und die nachfolgende Verflüssigung im zweiten Kondensator erfolgen bei geringfügig niedrigerem Druck und entsprechend niedrigerer Temperatur im Vergleich zum ersten Kondensator. Entsprechend der Staffelung der Temperaturniveaus wird der Heizungsrücklauf deshalb vom zweiten Kondensator zunächst vorgewärmt und anschließend vom ersten Kondensator auf die gewünschte Vorlauftemperatur gebracht. Die einzelnen Komponenten werden aktuell mit Hilfe eigens entwickelter Simulationsmodelle dimensioniert. Im nächsten Schritt wird eine kommerzielle, leistungsgeregelte Wärmepumpe mit einer entsprechend ausgelegten Latentwärmespeicher-Wärmeübertrager-Kaskade ausgerüstet. Nach der Charakterisierung des Betriebsverhaltens im Labor soll das System in einem Feldtest einem praktischen Dauertest unterzogen werden.

Die Dimensionierung und die technische Umsetzung des Wärmepumpenkreislaufs mit integrierter Latentwärmespeicher-Wärmeübertrager-Kaskade werden vorgestellt. Anhand von Modellrechnungen wird die Dimensionierung der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems abgeleitet und das dynamische Verhalten der Wärmepumpenheizgeräts mit integriertem Latentwärmespeicher beschrieben. Der Fokus liegt dabei auf der Aufteilung der Wärmeleistungen auf die beiden Kondensatoren und dem zeitlich variablen Beitrag des Latentwärmespeichers.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Ergebnisse

Keywords

Latentwärmespeicher,
Wärmepumpe,
Sektorkopplung,
Lastmanagement,
Wärmeversorgung

Michael Barton (Hauptautor*in),
Christian Schweigler

michael.barton@hm.edu
089 1265-4386

Hochschule München, Fakultät 05
CENERGIE – Forschungsinstitut
für energieeffiziente Gebäude
und Quartiere
Lothstraße 34, 80335 München

Poster

Katja Biek, Klaus Probst

AUSSTELLUNG

Thermische Aktivierung der Gebäudehülle zur Grundtemperierung eines Altbaus

Hintergrund Ziel

Zur Erreichung der klimapolitischen Ziele bezüglich der CO₂-Emissionen, wird in Deutschland ein besonderes Augenmerk auf den Gebäudebestand und dessen energieeffizienzsteigernde Modernisierung gerichtet. Dazu wird im Rahmen des Forschungsprojektes »EffTecSo-modIn« an modularen Instandsetzungsverfahren geforscht, die sozial verträglich realisierbar sind, »einfach« betrieben werden können und Primärenergie einsparen. Gerade in Gebäuden im Bestand ist es schwierig, den Primärenergiebedarf zu senken. Das liegt zum einen daran, dass eine Außen-dämmung oft nicht möglich ist und zum anderen daran, dass erneuerbare Energien schwer zu integrieren sind, da beispielsweise Wärmepumpen für eine möglichst effiziente Betriebsweise eine geringe Vorlauftemperaturen für das Wärmeübergabesystems liefern sollten und damit klassische Heizkörper ungeeignet sind. Die aktuellen langfristigen Wetterprognosen, wie die Testreferenzjahre des Deutschen Wetterdienstes, zeigen auf, dass die Sommer immer wärmer und die Winter immer milder werden. Somit rücken Kühlkonzepte immer weiter in den Vordergrund und ein angemessenes Downsizing der Heizungsanlage ist vertretbar. Bei der Energiebereitstellung mittels einer Wärmepumpe ist auch die Kühlung des Gebäudes im Sommer realisierbar.

Keywords

Thermische Bauteilaktivierung,
modulare Instandsetzung,
Bestandsschutz,
regenerative Energien,
Behaglichkeit

Im FuE-Vorhaben wird eine thermische Aktivierung der Gebäudehülle untersucht, die eine Grundtemperierung des Gebäudes auf geringem Temperaturniveau ermöglichen soll, was die Kompatibilität mit Umweltenergie fördert. Die Grundtemperierung soll eine einheitliche Mindesttemperatur der Außenhülle gewährleisten. Dadurch wird der Strahlungsanteil zur Deckung des menschlichen Wärmebedarfs im Raum erhöht und die Raumlufttemperatur kann gesenkt werden, wodurch der Endenergiebedarf gesenkt werden soll.

Durch die Grundtemperierung über die Gebäudehülle wird die bauliche Substanz unabhängig vom Lüftungsverhalten des Mieters geschützt. Die höheren Oberflächentemperaturen auf der Innenseite der Außenwände bieten dem Wasserdampf keine Möglichkeit zur Kondensation (Taupunktunterschreitungen im Mauerwerk bleiben aus). Individuelles zusätzliches Heizen soll die individuelle thermische Behaglichkeit der einzelnen Mieter gewährleisten.

Motivation der Idee sind unter anderem auch die immer stärker variierenden Nutzerprofile innerhalb eines Wohngebäudes. Längere Abwesenheiten eines Bewohners und damit ein Auskühlen der Wohnung kann zu Schäden im Gebäude und zu einem erhöhten Heizaufwand und damit auch zu höheren Heizkosten bei anderen Mietern, welche die Transmissionswärmeverluste zu den Nachbarwohnungen ausgleichen müssen, führen. Somit spielt die soziale Komponente dieses Heizsystems ebenfalls eine Rolle.

Forschungsschwerpunkte

Die geringsten Oberflächentemperaturen weisen die Außenluft berührenden Bauteile auf (Außenwand, Fenster). Die Temperierung der Außenwand hat dadurch einen merkbaren Einfluss auf die Behaglichkeit, vor allem in den Randzonen. Die Behaglichkeit wird mittels Messungen und Testpersonen in der Versuchswohnung beurteilt. Die Wände werden mit einer geringen Vorlauftemperatur beheizt, was für die Energieversorgung den Einsatz von Wärmepumpen und dadurch die Nutzung von Umweltwärme begünstigt, beziehungsweise effizient realisieren lässt. Von den 8760 Stunden, die ein Jahr hat, fällt die Temperatur in München (Deutschland) für rund nur 174 Stunden unter -5 °C (DWD 2017). Für das prognostizierte Testreferenzjahr 2045, welches als Referenz für den Zeitraum 2030 bis 2060 gilt, sind es sogar nur 36 Stunden. Das Vorhabenprojekt »EffTecSo-modIn« setzt genau an diesem Punkt an. Mit der Temperierung der Außenwand kann das Wohnhaus zu 98% (Tendenz steigend) der Zeit im Jahr bei niedrigen Vorlauftemperaturen mit Wärme versorgt werden und in den kälteren Stunden eine zusätzliche Heizung unterstützen.



Technologien kombinieren

Im Rahmen des FuE-Projektes »EffTecSo-modIn« wird die Umsetzbarkeit und die Effizienz einer thermischen Aktivierung der Gebäudehülle untersucht. Dabei werden unterschiedliche Ausführungsvariationen, Methoden und Verfahren entwickelt und evaluiert. Dazu werden Strömungssimulationen, welche die Wärmeabgabe der Außenwand genauer untersucht und energetische Gebäudesimulationen, die das gesamte Jahr und das gesamte Gebäude betrachten, durchgeführt. Der Forschungsgegenstand ist ein Wohnquartier der Postbaugenossenschaft München und Oberbayern eG. Für die durchzuführenden Messungen ist ein Reallabor in einem Wohngebäudekomplex eingerichtet worden. Dazu wurde das System in einem Raum einer Versuchswohnung appliziert, wodurch die tatsächlichen Endenergieeinsparungen gemessen und Auswirkungen auf die Behaglichkeit beurteilt werden können. Die Messwerte werden mit einem konventionell beheizten Raum verglichen und dienen ebenfalls der Validierung der Simulationsergebnisse. Die bauphysikalische Realisierbarkeit und die soziale Verträglichkeit sind weitere wichtige Untersuchungspunkte.

Das System eignet sich vor allem für Altbauten mit dicken Außenwänden (> 38 cm). Die bisherigen Messwerte eines Monats zeigen einen geringeren flächenspezifischen Endenergiebedarf bei dem Raum mit aktivierter Außenwand. Außerdem zeigen thermografische Untersuchungen, dass die Transmissionswärmeverluste eines Raumes mit einem klassisch an der Außenwand montierten Heizkörper höher zu sein scheinen als angenommen. Ursache dafür ist der hohe Temperaturgradient im Brüstungsbereich, in welchem der Heizkörper montiert ist. Bei einer standardisierten Berechnung der Heizlast wird von einer homogenen Raumlufttemperatur von 20 °C ausgegangen. Die Realität zeigt jedoch eine weitaus höhere Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwand hinter dem Heizkörper, was lokal zu hohen Transmissionswärmeverlusten führt. Weiterführende Feldversuche sind in der Heizperiode 2020/2021 vorgesehen, um die genauen Werte zu Endenergieverbräuchen zu erhalten.

Durch die thermische Aktivierung der Gebäudehülle könnte also ein System geschaffen werden, das ein modulares Instandsetzungsverfahren erlaubt, die Einbindung regenerativer Energieversorgung ermöglicht und die Behaglichkeit erhöht.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2017): Testreferenzjahre (TRY). URL: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/testreferenzjahre/testreferenzjahre.html> (Stand 29.05.2020).

DIN EN 12831 Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3; Deutsche Fassung EN 12831-1:2017.

www.efftecso-modin.de/

Prof. Katja Biek¹ (Hauptautor*in),
Klaus Probst², Ömer Bircan¹,
Angelika Lückert², Ruben Makris¹

biek@beuth-hochschule.de
+49 (0)30 4504-2535

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin
Luxemburger Str. 9, 13353 Berlin

² Fraunhofer IRB

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Ergebnisse

Referenzen

Weitere Informationen

Poster

Mathias Ehrenwirth, Christoph Trinkl, Tobias Schrag

AUSSTELLUNG

Betriebserfahrungen, Optimierung und Sektorkopplungspotenzial eines temperaturvariablen Wärmenetzes am Beispiel Dollnstein

Hintergrund

Wärmenetze (WN) ermöglichen eine energieeffiziente und emissionsarme Wärmeversorgung und stellen damit ein wichtiges Element eines rein auf erneuerbaren Energien basierenden bzw. CO₂-neutralen Gesamtenergiesystems dar [1,2]. Mögliche Ansätze zur Reduzierung der Netzverluste sind u.a. die Verwendung sog. »kalter« WN in Kombination mit dezentralen Wärmepumpen (WP), [3], die Einbindung dezentraler Wärmequellen (Solarthermie, Kachelöfen etc.) [4] und -speicher [5] sowie verschiedener zentraler Wärmeerzeuger (industrielle Abwärme, WP, Solarthermie, PV, Biomasse etc.) und -speicher (Wärme-, Kälte- und saisonale Speicher) [6].

Forschungsschwerpunkte

Untersuchtes Wärmenetz mit variablen Netztemperaturen sowie zentraler und dezentraler Wärme- und Strombereitstellung

Vor diesem Hintergrund erforscht das Institut für neue Energie-Systeme (InES) der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) im Rahmen des Projekts NATAR: Netze mit abgesenkter Temperatur als Anbieter von Regelleistung (FKZ: 03ET1425) gemeinsam mit der Ratiotherm Heizung + Solartechnik GmbH & Co. KG sowie der NATURSTROM AG, inwiefern WN im ländlichen Raum effizienter gestaltet und eine Kopplung des Strom- mit dem Wärmesektor ausgestaltet werden kann. Im Zentrum der Untersuchung steht dabei das 2014 in Betrieb genommene WN im Markt Dollnstein (Bayern). Die Kombination von zentralen und dezentralen Wärmeerzeugern (vgl. Abbildung 1) ermöglicht einen Betrieb mit variablen Netztemperaturen (Netzvorlauftemperatur in den Sommermonaten ca. 30 °C / Winter: ca. 75 °C) [7]. Mittels des zentralen Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie einer zentralen und mehreren dezentralen WP kann das System positive (BHKW) bzw. negative (WP) Regelleistung zur Verfügung stellen ist damit grundsätzlich in der Lage, das WN zielführend mit dem Stromsektor zu verknüpfen. Die Möglichkeit zur Sektorkopplung hängt neben den aktuellen Betriebs- und Speicherzuständen im WN und bei den Netzanschlussnehmern auch von den Parametern des Stromnetzes (Strompreis, Netzbelastung, Zusammensetzung/ Primärenergiefaktor des Netzstroms etc.) ab und erfordert deshalb eine angepasste Regelstrategie.

Im Rahmen des Beitrags sollen folgende zentrale Projektergebnisse vorgestellt werden:

- **Integration Solarthermie:** Der temperaturvariable Betrieb des WN ermöglicht eine vorteilhafte Einbindung solarthermischer Wärme während der Sommermonate. Auf Basis der bisherigen Betriebserfahrungen wird der Betrieb der Solaranlage (100 m²) und dessen Auswirkung auf das WN diskutiert und bewertet.
- **Optimierte Betriebsstrategie:** Über die Projektlaufzeit hinweg traten Probleme technischer und ökonomischer Natur beim Betrieb des WN auf. Die aufgetretenen Probleme werden vorgestellt und bewertet, gleichzeitig erfolgt eine Abschätzung, inwiefern sich das WN im Idealfall verhält.
- **Sektorkopplung:** Bedingt durch die (vergleichsweise geringe) Größe des WN ist das Potential zur Sektorkopplung im konkreten Fall beschränkt. Aus diesem Grund wird auf Basis der Erfahrungen und gewonnenen Erkenntnisse eine Skalierung des Konzepts auf größere WN untersucht und in Hinblick auf die Kopplung mit dem Stromnetz bewertet.

Keywords

Nahwärmenetz,
Sektorkopplung,
BHKW,
Wärmepumpe,
Solarthermie



Technologien kombinieren

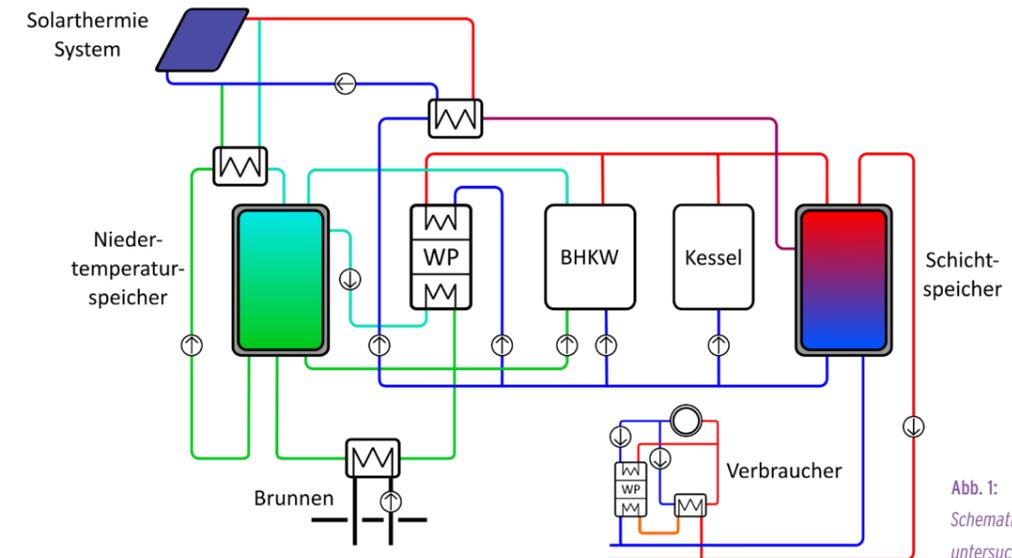


Abb. 1:
Schematische Darstellung des untersuchten Systems im Markt Dollnstein

- **Netzdienlichkeit/ Stromkosten:** Der Einfluss variabler Stromtarife und weiterer Parameter wie bspw. Steuern und Abgaben auf Wirtschaftlichkeit des WN und die daraus ggf. modifizierte Betriebsweise wird dargestellt und bewertet.

Darüber hinaus wird das für die Bewertung der o. g. Fragestellungen erstellte Simulationsmodell und dessen Validierung mit realen Messwerten vorgestellt.

[1] LUND, H.; MÖLLER, B.; MATHIESEN, B. V.; DYRELUND, A. (2010): The role of district heating in future renewable energy systems. In: *Energy* 35 (3), pp. 1381-1390. DOI: 10.1016/j.energy.2009.11.023.

[2] REZAIE, B.; ROSEN, M. A. (2012): District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements. In: *Applied Energy* 93, pp. 2-10. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.04.020.

[3] PELLEGRINI, M.; BIANCHINI, A. (2018): The Innovative Concept of Cold District Heating Networks: A Literature Review. In: *Energies* 11, 236. DOI: 10.3390/en11010236.

[4] BRAND, L.; CALVÉN, A.; ENGLUND, J.; LANDERSJÖ, H.; LAUENBURG, P., M.; BIANCHINI, A. (2014): Smart district heating networks - A simulation study of prosumers' impact on technical parameters in distribution networks. In: *Applied Energy* 129, pp. 39-48. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.04.079.

Referenzen

Poster

Betriebserfahrungen, Optimierung und Sektorkopplungspotential eines temperaturvariablen Wärmenetzes am Beispiel Dollnstein

[5] VERDA, V.; COLELLA, F. (2011): Primary energy savings through thermal storage in district heating networks. In: *Energy* 36, pp. 4278-4286. DOI: 10.1016/j.energy.2011.04.015.

[6] LUND, H.; WERNER, S.; WILTSHIRE, R.; SVENDSEN, S.; THORSEN, J. E.; HVELPLUND, F.; COLELLA, F.; MATHIESEN, B. V. (2014): 4th generation district heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. In: *Energy* 68, pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.

[7] RAMM, T.; HAMMERL, C.; KLÄRNER, M.; KRUCK, A.; SCHRAG, S. (2017): Energy storage and integrated energy approach for district heating systems. In: *Energy Procedia* 135, pp. 391-397. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.515.

Mathias Ehrenwirth (Hauptautor*in),
Dr. Christoph Trinkl,
Prof. Dr.-Ing. Tobias Schrag
mathias.ehrenwirth@thi.de
0841 9348 6840

Institut für neue Energie-Systeme (InES),
Technische Hochschule Ingolstadt (THI)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt,
Deutschland

Poster

AUSSTELLUNG

Inhalte

M. Norbert Fisch

Klimaquartier – neue Weststadt Esslingen

Auf dem ehemaligen Güterbahnhofsgelände der Stadt Esslingen am Neckar entsteht das erste »klimaneutrale Stadtquartier« Deutschlands. Auf einer Fläche von rd. 12 ha wächst seit 2017 die »Neue Weststadt«. Auf etwa 85.000 m² Bruttogrundfläche, 70 % Wohnraum, 30 % Gewerbeflächen, verteilt auf fünf Baublöcke entstehen rund 550 Wohnungen in denen bis Ende 2021 mehr als 750 Menschen leben werden.

Kernstück des technologisch innovativen klimaneutralen Stadtquartiers ist das energetische, ganzheitliche Versorgungskonzept, das Strom, Wärme, Kälte und Mobilität auf intelligente Weise koppelt. Herzstück der Energiezentrale ist ein Elektrolyseur (1 MW_{el}), der Ende 2020 in Betrieb gehen soll. Er nutzt den überschüssigen Solarstrom (nachrangig zur Eigenstromnutzung) von den Gebäudedächern und dem importierten Strom aus EE, um grünen Wasserstoff herzustellen. Es wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt. Die Nutzung des Wasserstoffs (max. 400 kg/Tag) erfolgt im Projekt durch Einspeisung ins Erdgasnetz, die Abfüllung und Transport des verdichteten Wasserstoffs zu Industriekunden sowie H₂-Tankstellen. Im Forschungsprojekt wird die Rückverstromung des grünen Wasserstoffs in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) erprobt, das in der Regel mit Bio-Methan betrieben wird.

Dass der Elektrolyseur mitten im Quartier und nicht auf der grünen Wiese steht, hat zwei große Vorteile: Die Transportwege für die Nutzung des Wasserstoffs sind verkürzt und die Abwärme (rd. 30 %) des Elektrolyseprozesses wird genutzt, um die benachbarten Gebäude über ein Nahwärmenetz mit Wärme (ca. 55 °C) zu versorgen. Der Nutzungsgrad von Elektrolyseuren, der bei etwa 60 % liegt, lässt sich so auf über 85 % steigern. Um dieses ausgeklügelte Konzept zu realisieren, wurde durch das Projektteam ein komplexes System aus Elektrolyse, H₂-Abfüllstation, BHKW, Stromspeicher und Photovoltaik-Anlagen fürs Quartier entwickelt, das sie über ein intelligentes digitales Energie-Management-System vernetzen. Für die technisch-wirtschaftliche Optimierung des komplexen Systems aus dezentralen Energieerzeugern, Energieverbrauchern und Energiespeichern sowie der Mobilität wurde das Quartiers-Simulationsprogramm »QUASI« entwickelt. Alleine das Genehmigungsverfahren für die Wasserstoff-Herstellung, die Wasserstoff-Leitungen zur Abfüllstation und die Abfüllstation sowie die regulatorischen Hemmnisse sind Erfahrungen, die für künftige Projekte genutzt werden können. Die Neue Weststadt ist somit eine Blaupause für einige der vom BMWi aufgelegten Reallabore.

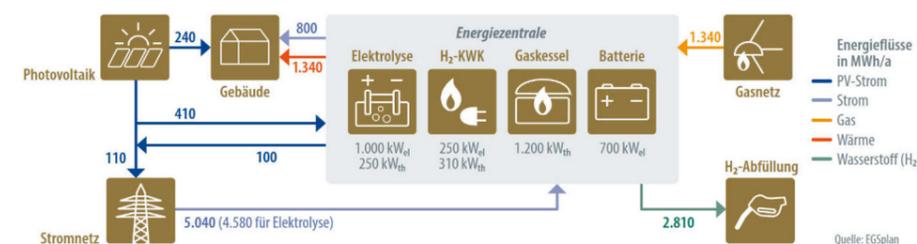


Abb. 1:
Sankey-Diagramm, Produktion von grünem Wasserstoff, Klimaquartier Neue Weststadt Esslingen
(Quelle: EGS-plan GmbH, Grafik: pv magazine group GmbH & Co. KG)

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Steinbeis-Innovationszentrum siz
energieplus

Gropiusplatz 10,
70563 Stuttgart
+49 711 99 007-5

Poster

Jan Grundmann, Britt Schumacher, Bernd Nordzieke

AUSSTELLUNG

Holzbasierendes Biomethan aus der Vergärung für die Wärmewende

Hintergrund

Die Wärmewende in Deutschland wird gegenwärtig zum weit überwiegenden Teil von Biomasse getragen. Trotzdem ist sie nach wie vor in der Kritik. Nur eine nachhaltige Gewinnung des Rohstoffs, der für die Energiewende unverzichtbar ist, kann die Akzeptanz für Biomasse verbessern. Holz aus dem Pappelanbau im Kurzumtrieb vom Acker wird dieser Forderung in jeder Hinsicht gerecht.

Der Einsatz von fester Biomasse als Quelle für die Wärmeversorgung besonders im Ballungsraum stößt jedoch schnell an seine Grenzen. Der hohe Platzbedarf für Brennstofflager und Feuerungsanlagen, sowie die notwendige Infrastruktur für die Lieferlogistik, stellt ein oft unüberwindliches Hindernis dar. Der Vorteil des fossilen Energieträgers Erdgas ist nicht zu übersehen: Er »kommt aus der Wand«, der Kessel ist nicht viel größer als ein Kühlschrank und er ist (fast) überall verfügbar, da die benötigte Infrastruktur seit Jahrzehnten existiert und erweitert wird.

Biomethan als »grünes Erdgas« ist bereits ein Ansatz, Biomasse über den Versorgungspfad des Erdgasnetzes für den Wärmemarkt zu erschließen. Der intensive Anbau von Silomais, als überwiegendem Rohstoff zur Gewinnung von Biomethan, ist jedoch einer der wesentlichen Gründe für das schlechte Image der Biomasse in Deutschland. So lag es nahe, darüber nachzudenken, das im Kurzumtrieb gewonnene Pappelholz nach einem entsprechenden Aufschluss der Lignozellulose für die Produktion von Biomethan zu nutzen.

Das Forschungsvorhaben soll untersuchen, ob die Gewinnung eines nachhaltigen Biomethanprodukts mit einem - jeweils spezifisch zu zertifizierenden - Primärenergiefaktor von deutlich unter 0,5 wirtschaftlich und verfahrenstechnisch machbar ist. Für den verbleibenden Gärrest laufen Untersuchungen als Torfersatz im Gartenbau. Durch diesen Verwertungsweg soll sowohl ein positiver Wertschöpfungsbeitrag erreicht werden als auch ein weiterer Beitrag zum Klimaschutz.

Ziele

Das Vorhaben soll die Möglichkeit eröffnen, Biogas- und Biomethananlagen, zum Beispiel nach Ablauf der EEG-Förderung, nachhaltig weiter betreiben zu können und in ein vernetztes Energiesystem zu integrieren. Zentrale Rolle spielt dabei die Bereitstellung eines biogenen Brennstoffs mit hoher Akzeptanz über das Erdgasnetz zur KWK-basierten regenerativen Wärmeversorgung, vorrangig im Gebäudebestand. Es kommen jedoch weitere Aspekte hinzu, wie eine stromnetzdienliche Integration von Grünstrom, zum Beispiel durch die direkte Nutzung am Standort der Biogasanlage. Hierzu kann aus »überschüssigem« Wind- und PV-Strom elektrolytisch gewonnener Wasserstoff zur biologischen Methanisierung des CO₂-Anteils im Biogas genutzt werden. Alternativ kann das bei der Biogasaufbereitung zu Biomethan gewonnene CO₂ für die katalytische Methanisierung von Wasserstoff zur Anwendung kommen (vgl. Abb.1).

Forschungsschwerpunkte

Die Schwerpunkte der Untersuchungen liegen:

- auf der Ermittlung des optimalen Aufschlusses des Pappelholzes, um die Zellulose für den anaerob-mikrobiellen Abbau bestmöglich zugänglich zu machen,
- in der Auswahl eines geeigneten Inokulum für eine hohe Methanausbeute,
- auf der Stabilität des Gärprozesses bzw. ggfs. notwendigen Zugaben von Co-Substraten, Nährstoffen und Mikronährstoffen sowie
- auf der Überprüfung der Eignung des verbleibenden Gärrestes als Torfersatz bzgl. Inhaltsstoffen, biologischer Stabilität bzw. Neigung zur N-Bindung.



Technologien kombinieren

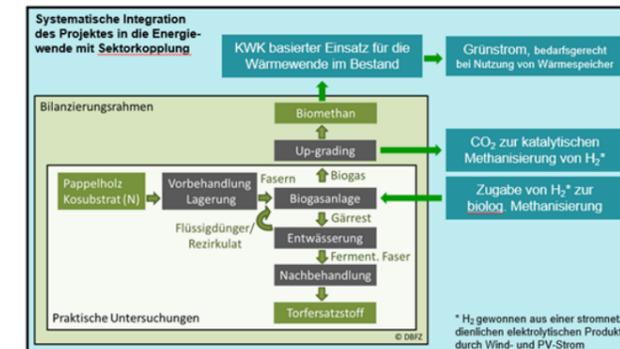


Abb. 1: Darstellung des Untersuchungs- und Bilanzrahmens sowie der Integration des Projektes in die Energiewende

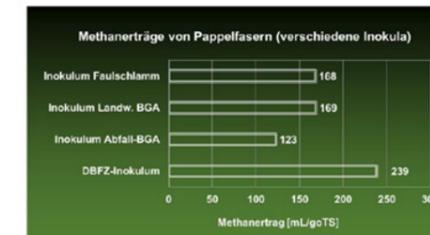


Abb. 2: Methanerträge von Pappelholzfaser

Erste Ergebnisse bestätigen eine zufriedenstellende Methanausbeute (vgl. Abb. 2). Ein stabiler Gärprozess wurde in weiteren Untersuchungen mit kontinuierlich betriebenen Rührkesselreaktoren erzielt bei vertretbarem Aufwand für den Aufschluss des Pappelholzes durch Extruder.

Die Eignung der vergorenen Pappelholzfaser als Torfersatz ist bezogen auf Faserqualität, Salz- und Nährstoffgehalt vielversprechend. Die verbleibende biologische Restaktivität der Faser und die damit verbundene Neigung zur Stickstoffimmobilisierung verlangt noch weitergehende Untersuchung zu einer längeren Verweilzeit im Gärprozess und/oder eine kurzen aeroben Nachbehandlung.

Das Forschungsprojekt PaplGas wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22038318 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Beitrags liegt bei den Autoren.

Ergebnisse

Finanzierung

Dr. Jan Grundmann¹ (Hauptautor*in),
Dr. Britt Schumacher², Bernd Nordzieke³

jan.grundmann@vattenfall.de
+49 40 2718 2280

britta.schumacher@dbfz.de
+49 341 2434 540

¹ Vattenfall Energy Solutions GmbH
Überseering 12
D-22297 Hamburg

² DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Str. 116
D-04347 Leipzig
www.dbfz.de

³ Klasmann-Deilmann GmbH
Georg-Klasmann-Straße 2-10
D-49744 Geeste
Tel.: +49 5937 31 239
bernd.nordzieke
@klasmann-deilmann.com
www.klasmann-deilmann.com

Poster

Tina Hermann, Dominik Glöckner, Marco Bauer, Christian Schweigler

AUSSTELLUNG

Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe

Hintergrund

Die energiepolitischen Ziele fordern neben dem Stromsektor auch für die zukünftige Wärmeversorgung die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Mit einem Anteil von 75 % an der erneuerbaren Wärmeversorgung ist der Energieträger Holz eine der wichtigsten Energiequellen. Förderprogramme unterstützen sowohl den Zubau neuer Heizkessel als auch Maßnahmen, die zur Effizienzsteigerung bestehender Anlagen beitragen. Durch eine Verbesserung der Abwärmenutzung aus dem Abgas können die Brennstoffausnutzungsgrade an bereits bestehenden Anlagen gesteigert werden. Potential für die verbesserte Abgaswärmenutzung findet man vor allem bei Heizkesseln im mittleren Leistungsbereich ab 50 kW, die in der Regel an Nahwärmenetze angebunden sind. Hohe Rücklauftemperaturen des Heiznetzes limitieren jedoch den Ausnutzungsgrad der im Rauchgas verfügbaren Wärme. Die Einbindung einer Wärmepumpe erlaubt tiefere Auskühlungstemperaturen des Abgases, die eine Abwärmenutzung unter Ausnutzung des Brennwerteffekts mit signifikanter Wirkungsgradsteigerung ermöglichen. Absorptionswärmepumpen kommen mit minimaler elektrischer Hilfsenergie aus und bieten die Möglichkeit allein auf Basis der vom Kessel erzeugten Wärme betrieben zu werden.

Forschungsschwerpunkte

An der Hochschule München werden die experimentellen Untersuchungen zur Wärme und Stoffübertragung der einzelnen Komponenten der Absorptionswärmepumpe durchgeführt. Diese werden unter den Gesichtspunkten eines minimalen Einsatzes an elektrischer Hilfsenergie und eines weitestgehend selbstregelnden Betriebs entworfen und in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner ‚SCHERDEL Energietechnik GmbH‘ gefertigt.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Aktuell wird die Wärmeübertragung im Verdampfer der Absorptionswärmepumpe experimentell untersucht, der speziell für den Betrieb mit minimaler Kältemittelaufgabemenge konzipiert wurde. Im Idealfall wird dabei das aufgegebene Kältemittel über die Länge des Wärmeübertragers vollständig verdampft und auf eine Pumpe verzichtet, die überschüssiges Kältemittel im Umlauf fördert. Es wurde eine Versuchsanlage aufgebaut, an der Wärmeübertrager-Rohre mit verschiedenen strukturierten Oberflächen hinsichtlich Benetzung und Wärmeübergang bei der Verdampfung im Niederdruckbereich untersucht werden. Eine weitere Versuchsanlage zu dem Betriebsverhalten des Desorbers der Absorptionswärmepumpe befindet sich derzeit in Planung. Der Umlauf der Lithiumbromid/Wasser-Lösung soll dabei rein thermisch nach dem Thermosiphon-Prinzip angetrieben werden.



Technologien kombinieren

Ergebnisse

In dem Beitrag werden Konzeption und Aufbau der Versuchsanlagen des Verdampfers und des Thermosiphon-Desorbers vorgestellt. Die experimentellen Untersuchungen des Verdampfers liefern hinsichtlich Wärmeübergang und Benetzung vielversprechende Ergebnisse für den Betrieb mit minimaler Kältemittelaufgabe. Außerdem wird anhand von Modellrechnungen gezeigt, wie sich Höhen und Druckniveaus auf den Lösungstransport zwischen Absorber und Austreiber auswirken. Auf Basis der Modellierung des Wärmeübergangs im Thermosiphon-Desorber wurde ein Wärmeübertrager konstruiert, der den strömungs- und wärmetechnischen Anforderungen des Kreislaufs der Absorptionswärmepumpe gerecht werden soll. Anhand experimenteller Untersuchungen lässt sich das Betriebsverhalten charakterisieren und für den geplanten Anwendungsfall bewerten.

Keywords

Absorption,
H₂O/LiBr,
Wärmepumpe,
Biomassekessel,
Rauchgaskondensation

Tina Hermann¹ (Hauptautor*in),
Dominik Glöckner², Marco Bauer²,
Christian Schweigler¹

tina.hermann@hm.edu
089 1265-4388

¹ Hochschule München, Fakultät 05
CENERGIE – Forschungsinstitut für
energieeffiziente Gebäude und Quartiere
Lothstraße 34, 80335 München

² SCHERDEL Energietechnik GmbH
Scherdelstraße 2,
95615 Marktredwitz

Poster

AUSSTELLUNG

Ulf Herrmann, Sören Dittmann-Gabriel, Rabea Dluhosch, Martin May, Björn Beeh, Matthias Hänel, Sven Meyer, Till Doerbeck, Daniel Högemann, Johannes Schrüfer, Wilfried Schmitz

multiTESS – der flexible Energiespeicher

Inhalte

Thermische Speicher: Ein Schlüssel zur Energiewende

Die Energiewende schafft neue Herausforderungen: Die nicht bedarfsgerechte und volatile Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, wie z. B. Photovoltaik und Windkraft, kann zu Stromüberschuss sowie Stromknappheit führen. Durch die zeitliche Entkopplung von Angebot und Nachfrage können Speicher dem entgegenwirken und so für die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit sorgen. Eine alleinige Stromwende ohne Wärmewende ist allerdings nicht ausreichend. Vielmehr ist die Verknüpfung von erneuerbarer Strom- und Wärmeerzeugung notwendig. Zur Realisierung dieser Sektorenkopplung bieten thermische Speicher eine Lösung an. Mithilfe von Hochtemperaturspeichern lässt sich neben der Wärmeabgabe auf unterschiedlichen Temperaturniveaus auch eine Rückverstromung durch verschiedene Wärmekraftmaschinen realisieren. Mit dem multifunktionalen thermischen Stromspeicher (kurz: multiTESS) entwickelt das Solar-Institut Jülich der FH Aachen nun gemeinsam mit seinen Partnern aus der Industrie in dem vom BMWi geförderten Projekt TESS 2.0 einen neuen Ansatz zur Kopplung der Strom- und Wärmenetze: Kern des neuen Konzeptes ist die Umwandlung von Strom in Wärme kombiniert mit einem Hochtemperatur-Wärmespeicher, wie er aus solarthermischen Kraftwerken wie dem Solarturm Jülich bekannt ist und am Solar-Institut Jülich seit Jahren weiterentwickelt wird.

Das multifunktionale Speicherkonzept multiTESS

multiTESS ist ein multifunktionales Power-to-Power&Heat-Konzept. Im Zentrum des Konzepts steht ein thermischer Speicher mit bis zu 1000 °C heißen keramischen Wabensteinen, welche mit Luft als Wärmeträgermedium be- und entladen werden. Die Multifunktionalität begründet sich in der flexiblen Wahl der Wärmequelle und -senke (vgl. Abbildung 1).

Als Wärmequelle dient industrielle Abwärme oder eine elektrische Heizung, die mit Überschussstrom aus erneuerbaren Energien betrieben werden kann. Die Wärmesenke kann je nach Bedarf ebenfalls flexibel gestaltet werden. Die Hochtemperaturwärme kann zur Stromerzeugung genutzt werden und mit einer Kaskadierung der Prozessführung ist es möglich, zudem Prozesswärme auf verschiedenen Temperaturniveaus zu entkoppeln. Durch diese Art der Kraft-Wärmekopplung können Energienutzungsgrade von mehr als 80 Prozent erreicht werden. Der multiTESS stellt damit die erste Power-to-Heat Technologie dar, die eine Kopplung des Strom- und des Wärmesektors in beide Richtungen erlaubt.

Darüber hinaus lässt sich der multiTESS kostengünstig mit einer zusätzlichen Feuerung kombinieren, sodass die Strom- und Wärmeversorgung selbst bei längeren Phasen ohne Solar- oder Windstromproduktion gewährleistet ist. Wird die Feuerung dabei mit einem regenerativen Brennstoff wie bspw. Biogas betrieben, entsteht mit dem multiTESS ein Speichersystem, das nahezu CO₂-neutral eine gesicherte Strom- und Wärmeversorgung auch während einer Dunkelflaute garantieren kann.

Die Multifunktionalität erlaubt eine flexible Einsatzmöglichkeit des Speichersystems, welches sich insbesondere für Standorte, an denen ein Fernwärmenetz oder sonstige größere Wärmeverbraucher vorhanden sind, eignet. So kann multiTESS sowohl im Quartiersbereich und der Industrie als auch in Heizkraftwerken integriert werden.



Technologien kombinieren

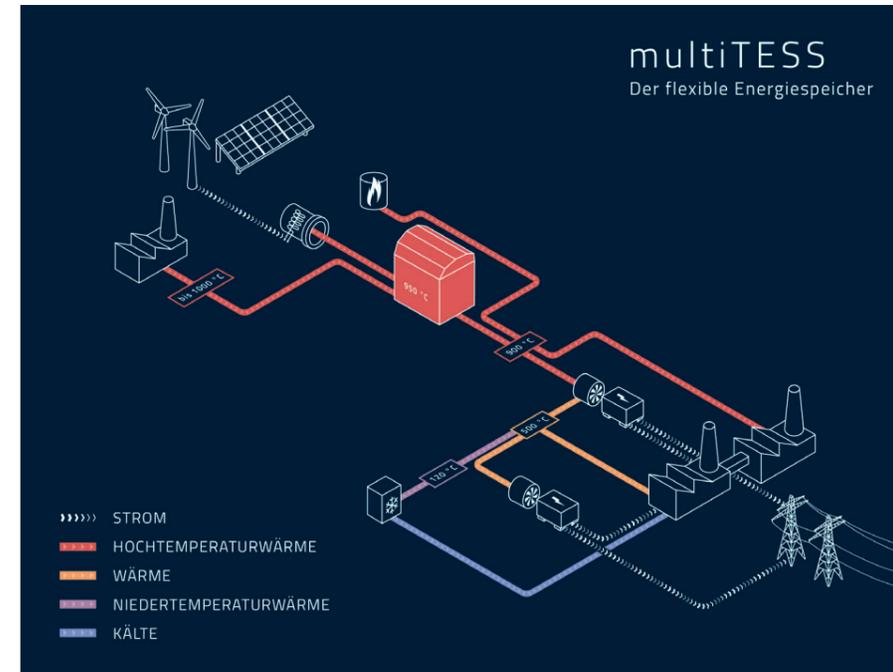


Abb. 1:
Speicherkonzept multiTESS mit flexiblen
Wärmequellen und Wärmenutzungs-
möglichkeiten (© Solar-Institut Jülich)

Projekt TESS 2.0: Realisierung von multiTESS

Im Projekt TESS 2.0 wird erstmals die Nutzungskette Power-to-Power&Heat des multiTESS-Konzepts in Form einer Pilotanlage abgebildet (vgl. Abbildung 2).

Im Fokus des Projekts TESS 2.0 stehen dabei die Erzeugung und Prozessführung von 1000 °C heißer Luft, die Speicherung der Hochtemperaturwärme sowie die Einbindung der Rückverstromung, welche als zweistufiger Prozess aus Stirlingmotor und ORC-Anlage vorgesehen ist. Für die Erzeugung der Hochtemperaturwärme hat der Projektpartner Otto Junker GmbH ein innovatives Heizungskonzept entwickelt, das deutlich über den Stand der Technik von 750 °C hinausgeht. Die Konzeptionierung sowie der Bau des ebenfalls neuartigen Keramikspeichers wurde durch Dürr Systems AG durchgeführt. Die Detailplanung des Anlagenkonzeptes wurde maßgeblich von der Kraftanlagen München GmbH realisiert. Das Solar-Institut Jülich ist Initiator des Projektes, fungiert als Projektkoordinator, ist verantwortlich für das Gesamtkonzept und führt nach Fertigstellung der Anlage die wissenschaftlichen Untersuchungen durch.

Die elektrische Heizung hat eine Leistung von ca. 360 kW_{el} und wurde bereits in einer eigens für den multiTESS errichteten Halle (vgl. Abbildung 3) auf dem Gelände des Brainergy Parks Jülich aufgebaut. Ebenso konnte der Aufbau des Speichers mit einer Speicherkapazität von rund 1400 kWh_{th} bereits abgeschlossen werden. Die Inbetriebnahme ist der vollständigen Pilotanlage ist für Anfang 2021 geplant.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Keywords

Hochtemperatur-Wärmespeicher,
Power-to-Heat,
KWK,
Carnot-Batterie,
thermischer Stromspeicher

Poster

multiTESS – Der flexible Energiespeicher

Während der Versuche soll das Betriebsverhalten der einzelnen Komponenten untersucht und deren Prozessführung im Gesamtsystem optimiert werden. Das Ziel des Projekts ist es, aus der Kombination der Einzelkomponenten ein innovatives und primärenergieeinsparendes Gesamtsystem zu realisieren.

Abb. 2:

Links: CAD-Modell der Versuchsanlage im Projekt TESS 2.0. Wärmespeicher (1), elektrische Heizung (2), Stirlingmotor (3) und ORC-Anlage (4)
(© Kraftanlagen München GmbH),

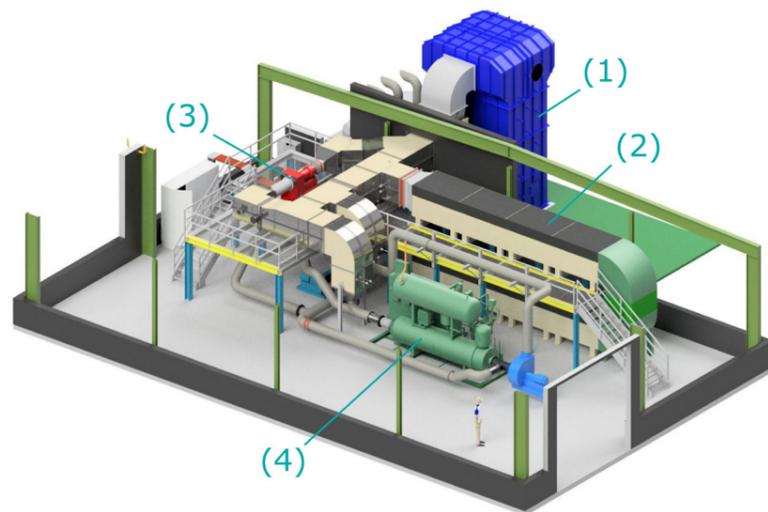


Abb. 3:

Halle der Versuchsanlage mit Wärmespeicher im Brainergy Park Jülich
(© Solar-Institut Jülich)



Prof. Dr. Ulf Herrmann¹ (Hauptautor*in),
Sören Dittmann-Gabriel¹,
Rabea Dluhosch¹, Martin May¹,
Björn Beeh², Matthias Hänel²,
Dr. Dr. Sven Meyer², Till Doerbeck³,
Daniel Högemann³, Johannes Schrüfer³,
Dr. Wilfried Schmitz⁴

ulf.herrmann@sij.fh-aachen.de

¹ Solar-Institut Jülich der FH Aachen,
Heinrich-Mußmann-Str. 5, 52428 Jülich

² Dürr Systems AG, Bietigheim-Bissingen

³ Kraftanlagen München GmbH, München

⁴ Otto Junker GmbH, Simmerath

Poster

AUSSTELLUNG

Feuerstätten als Ergänzung zu Wärmepumpen – ein innovativer Ansatz zu kostengünstiger und sicherer Wärmeversorgung

Robert Hild

Inhalte

Wärmepumpen werden im Gebäude-Neubau im stärker nachgefragt. Sie werden gerade in der laufenden Diskussion um CO₂-Vermeidung positiv wahrgenommen. Sie werden in den kommenden Jahren eine wichtige Technologie sein, um die CO₂-Reduktionsziele zu erreichen. Gerade wenn künftig neben dem Neubau auch zunehmend der Gebäudebestand mit dieser Technologie nachgerüstet werden soll, ist davon auszugehen, dass die Anzahl der jährlich installierten Wärmepumpen weiter ansteigen wird.

Verbaut werden zumeist Luft-Wasser-Wärmepumpen, deren Nennwärmeleistung zwischen 3 und 16 kW liegen. Dies zielt auf den Wärmebedarf von Einfamilienhäusern mit Wohnflächen von 150–250 m² ab, der mit einer Heizlast von 3–8 kW angesetzt wird.

Oft unberücksichtigt und unterschätzt werden die Bedarfsspitzen in modernen Bädern und dass bei hohen Minusgraden der Wärmebedarf steigt, aber gleichzeitig die Wärmeleistung der Wärmepumpe sinkt. In Wärmepumpenheizungen werden daher elektrische Heizstäbe verbaut, die dies ausgleichen. Neben erhöhten Kosten kann dies jedoch auch zu Risiken im Stromnetz führen, wenn gleichzeitig viele Anlagen auf Stromheizung schalten.

Hier bietet sich eine Feuerstätte als Ergänzung an. Ein (wasserführender) Kachel-, Kamin- oder Pelletofen kann an kalten Tagen nicht nur für gemütlich Wärme sorgen, sondern auch die Wärmepumpe entlasten, Spitzenlasten abfedern und so Kosten sparen und durch CO₂-neutrale Wärme auch die Umwelt schonen.

Konzeptionell werden solche Hybridheizungen als Systemlösung ausgeführt. Eine zentrale Steuerung regelt den Wärmefluss. Wärmeüberschüsse werden in einem Schichtladespeicher zur späteren Nutzung abgelegt. Dieser übernimmt die Funktion eines »Wärmeakkus«. Dies gilt auch für die Einbindung einer Fotovoltaikanlage. Solare Überschüsse lassen sich zum Betrieb der Wärmepumpe oder für den Heizstab nutzen. Die zentrale Steuerung entscheidet situationsbedingt über den effizientesten Weg dieses Wärmebeitrages. Mit einer (wasserführenden) Holzfeuerstätte, die in der kalten Jahreszeit geheizt wird, lässt sich der Strombedarf für den Wärmepumpenbetrieb um ca. ein Drittel senken.

Die Lebensdauer einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wird durch die extremen Betriebszustände mit Frosttagen mitbestimmt. Hier kann die Ofenheizung als Lebenszeitverlängerer fungieren.

Keywords

Wärmepumpe,
Feuerstätten,
Einzelraumfeuerungen,
Wärmeerzeugung

Robert Hild

hild@hki-online.de
069-25 626 81 05

HKI Industrieverband Haus-,
Heiz und Küchentechnik e.V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt / Main

Poster

Christian Hotz, Praseeth Prabhakaran, Wolfgang Köppel, Frank Graf

AUSSTELLUNG

Dynamische Energiesystemmodellierung von Quartieren

Hintergrund Ziele

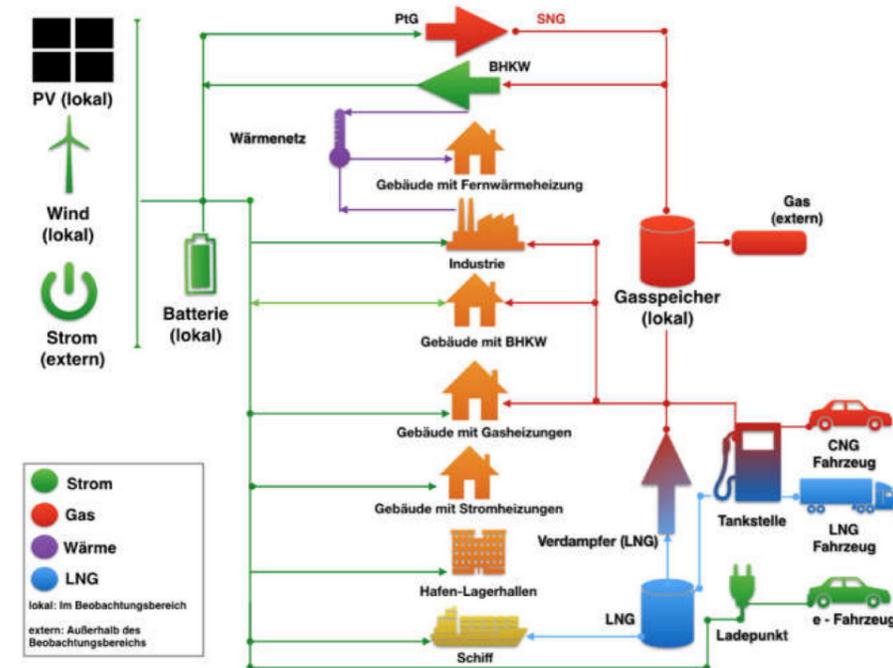
Zur Erreichung des 1,5 °C-Ziels muss eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 95 % im Vergleich zu 1990 erreicht werden. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen muss der gesamte Energiebedarf aus erneuerbaren Quellen stammen, um die nicht vermeidbaren Emissionen aus z.B. Landwirtschaft und Zementindustrie zu kompensieren. Dabei zeigt sich, dass sich Strom von einer Sekundärenergie zu einer Primärenergie wandelt. Trotz der fluktuierenden Erzeugung muss dennoch stets eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet sein. Dies bedeutet bei Betrachtung des Stromsektors als ein separiertes System, dass große Energiespeicher und ein enormer Ausbau der EE-Erzeugung inklusive des Ausbaus der Stromnetze erforderlich sind, um die lokalen und temporären Defizite auszugleichen. Für die Speicher werden dabei sowohl Kapazitäten für die Kurzzeitspeicherung als auch für saisonale Energiespeicherung benötigt. Dieser Herausforderung ist aus heutiger Sicht nur durch intelligente Energiesysteme und durch die Kopplung aller Sektoren zu begegnen. Wird EE-Strom im Überschuss produziert und durch Power-to-Gas in Form von synthetischem Methan oder Wasserstoff gespeichert, bietet die Gasinfrastruktur bereits heute ausreichend Speicherkapazität für das Energiesystem der Zukunft. Darüber hinaus kann durch Fern- und Nahwärmenetze eine weitere Flexibilisierung und Effizienzsteigerung innerhalb des Energiesystems erfolgen. Das Energiesystem ist dabei jedoch kein homogenes System, sondern besteht aus regionalen (z.B. Landkreise, Städte) bis sehr kleinzelligen Systemen (z.B. Quartiere) auf Verteilnetzebene, die wiederum durch überregionale Strukturen (z.B. Länder und Großindustrie) bis auf europäische Ebene gekoppelt sind. Durch dieses Aufbrechen der bisherigen Hierarchien wird die Steuerung des Energiesystems der Zukunft wesentlich komplexer. Durch die Kopplung der Sektoren werden zudem Systeme mit stark unterschiedlicher Dynamik verknüpft. Um die Versorgungssicherheit dennoch gewährleisten zu können, müssen die Sektorkopplungselemente wie zum Beispiel PtX und KWK-Anlagen ausreichend dimensioniert und durch intelligente Steuerungskonzepte aufeinander abgestimmt werden. Dennoch sind unterschiedliche Konzepte als Transformationspfade des Energiesystems denkbar, die sich in Art und Dimensionierung der eingesetzten Assets unterscheiden. Um gerade die regionalen oder lokalen Konzepte (z.B. Autarkie, Teilautarkie, netzdienlich, nicht netzdienlich) im Kontext mit den überregionalen Auswirkungen vergleichen zu können, müssen regionale/lokale Energiesysteme durch Modelle abgebildet werden und die unterschiedlichen Ansätze auf Basis von Energieeffizienz, THG-Emissionen, Betriebs- und Investitionskosten verglichen werden.

Methoden

Im Rahmen des durch das BMWi geförderte Verbundvorhabens MethQuest wurde im Projekt MethGrid das Energiesystem des Rheinhafens Karlsruhe als reales Quartier in der Modellierungssprache Modelica abgebildet. Dazu wurden Realdaten zu den verbauten Energienetzen, den Anliegern und deren Energiebedarf erhoben. Die Entwicklung des zukünftigen Energiebedarfs bis 2050 wurde anhand von verschiedenen Szenarien aus der Literatur abgeleitet. Die benötigten Wetterdaten zur Simulation der EE-Einspeisung (PV, Wind) wurden aus Wettermodellen aus dem Climate Data Centers des Deutschen Wetterdienstes extrahiert. Die Einbindung der Sektorkopplung in die vorliegende Energieinfrastruktur wurde durch ein Wärmenetz mit Wärmespeicher, einem Batteriespeicher, einem BHKW sowie einer Elektrolyse mit einer CO₂-Quelle und einer Methanisierung ergänzt. Dabei wurden die Entwicklung der eingesetzten Technologien durch Lernkurven abgeschätzt. Die betrachteten Konzepte (Autarkie, netzdienlich und nicht netzdienlich) mit und ohne Kopplung zum übergeordneten Energieverbund wurde durch Einsatz verschiedener Assets, deren Dimensionierung und unterschiedliche Regelungen/Steuerungen umgesetzt.



Technologien kombinieren



Keywords

Sektorkopplung, Energiesystemmodellierung, Modelica, Quartier, Power-to-Gas, Energiespeicher

Ergebnisse

Die realdatenbasierten Simulationen von heute bis zum Jahr 2050 erlauben eine detaillierte Bewertung von möglichen Transformationspfaden für die Ausgestaltung von Energiesystemen der Zukunft. Dabei können die Energieeffizienz, THG-Emissionen und zu erwartende Kosten, für die unterschiedlichen Konzepte vergleichend bewertet werden. Zusätzlich werden mögliche Auswirkungen von Steuerungskonzepten im System getestet sowie die Interaktion von Einzelkomponenten mit dem Gesamtenergiesystem untersucht. Damit kann die Bedeutung der Einzelkomponenten wie zum Beispiel Speicher oder Sektorkopplungselemente und deren Dynamik für das Gesamtsystem aufgezeigt werden. Außerdem können die Einzelkomponenten innerhalb des System bilanziert werden und somit mögliche Geschäftsmodelle für einzelne Akteure innerhalb des Energiesystems aufgezeigt werden. Abschließend können Aussagen über die Wirkung von Quartierslösungen auf die überregionalen Energiesysteme aufgezeigt werden.

Dipl.-Ing Christian Hotz,
Praseeth Prabhakaran M.Sc.,
Dipl.-Ing. Wolfgang Köppel,
Dr.-Ing. Frank Graf
hotz@dvgw-ebi.de
0721-608 - 41224

DVGW Forschungsstelle am
Engler-Bunte Institut,
Engler-Bunte Ring 1, 76131
Karlsruhe, Deutschland

Poster

Samir Kharboutli, Sebastian Flemming, Peter Bretschneider

AUSSTELLUNG

Entwicklung einer Methodik zur Identifikation von Synergieeffekten

Hintergrund

Der fortschreitende Klimawandel und die steigenden Energiekosten erfordern auf kommunaler Ebene ein Umdenken. Insbesondere auf den Gebieten der energetischen Sanierung, der Wärmeversorgung und bei der Einbindung Erneuerbarer Energien, die bisher zumeist in der Verantwortung des Einzelnen lagen, ist ein neues Herangehen notwendig. Für die Ermittlung von Energiebedarfen, dem Ausweisen von Synergiepotentialen und der Empfehlung von Maßnahmen zur Verbesserung des energetischen Zustands war innerhalb des ländlichen Raumes die Gesamtgemeinde als Zielgröße und bisheriger Betrachtungsraum anzusehen. Durch vorangegangene Untersuchungen und Gespräche mit kommunalen Vertretern hat sich jedoch gezeigt, dass ein großes Interesse daran besteht, die Ergebnisse auch innerhalb von intra- und interkommunalen Systemen auszuwerten. Dabei ist insbesondere die Interoperabilität der Energiesektoren und die damit einhergehenden Möglichkeiten der cross-sektoralen Energienutzung mit zu berücksichtigen.

Ziel dieses Beitrags ist es die unterschiedlichen Arten an Synergieeffekten (interkommunal, intrakommunal, cross-sektoral) zu definieren und eine Methodik zur Identifikation und Quantifizierung dieser Synergieeffekte vorzustellen.

Forschungsschwerpunkte

Einige der in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem am Fraunhofer IOSB-AST etablierten Forschungsschwerpunkten der »cross-sektoralen Energiesysteme« sowie »Transformation im ländlichen Raum«.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Um ein einheitliches Verständnis der unterschiedlichen Ausprägungen an Synergieeffekten zu erhalten, werden diese zunächst definiert. Bei interkommunaler Zusammenarbeit handelt es sich laut dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur um alle Formen der Zusammenarbeit zwischen kommunalen Gebietskörperschaften (Städte, Gemeinden, Gemeindeverbände, Landkreise), bei denen zwei oder mehr Partner bei gleichen Kompetenzen freiwillig zusammenarbeiten, um Belange von gemeinsamem Interesse wahrzunehmen, die eine regionale Bedeutung haben. Dies setzt ein Mindestmaß an Übereinstimmung im Hinblick auf die als Problemstellung wahrgenommenen Sachverhalte sowie eine Verständigung auf gemeinsame Ziele voraus. Eine solche Übereinkunft beinhaltet allerdings nicht notwendigerweise irgendeine Form der Formalisierung oder Schaffung von Verbindlichkeiten.

Neben interkommunalen Synergieeffekten spielen vor allem im ländlichen Raum auch intrakommunale Synergien eine große Rolle. Viele Gemeinden bestehen aus mehreren einzelnen Ortsteilen, die bis lang oftmals nicht im Einzelnen detailliert betrachtet werden, sondern jeweils in einer Gesamtgemeinde aufgehen. Für eine gezielte Umsetzung von Energieeffizienz-Maßnahmen kann es jedoch beispielsweise sinnvoll sein, einzelne Ortsteile für eine Maßnahme zu präferieren, da hier der zu erzielende Energieeinspareffekt gegenüber anderen Ortsteilen am größten ist und die zugehörige Investition eine größtmögliche Wirkung erzielen lässt. Die intrakommunale Synergie spielt vor allem dann eine wichtige Rolle, wenn einzelne Gemeinden durch Gebietsreformen zu größeren Gemeinden zusammengeschlossen wurden bzw. werden sollen. Des Weiteren ist neben der interkommunalen Synergie die Interoperabilität der Energiesektoren und die damit verbundenen Möglichkeiten der cross-sektoralen Energienutzung zu betrachten, um die Energiewende auch abseits des Stromsektors insbesondere im Wärme- und Verkehrssektor voranzubringen. Unter dem Begriff der cross-sektoralen Energienutzung, bzw. Sektorenkopplung,



Technologien kombinieren

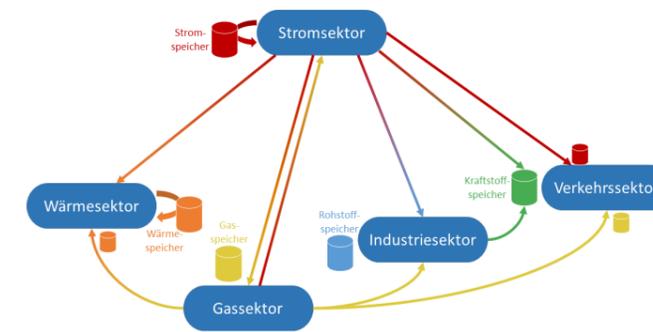


Abb. 1:
Darstellung Sektorenkopplung
und Energiespeicher
(nach [STERNER])

wird die Verknüpfung der Bereiche Strom, Wärme, Gas, Verkehr und Industrie verstanden. Diese Kopplung der Sektoren soll in Abbildung 1 dargestellt werden.

Um die benannten Synergieeffekte im praktischen Kontext darzustellen, werden zunächst Beispiele für intra- und interkommunale Zusammenarbeit in ausgewählten Modellkommunen gesammelt, gegenübergestellt und analysiert. Zusätzlich werden Kennzahlen zur Messung intra- und interkommunaler sowie cross-sektoraler Synergieeffekte skizziert, wobei der Schwerpunkt auf der verwendeten Methodik liegt. Ziel ist die Entwicklung einer Methodik, die die Abbildung inter-/intra-kommunaler und intersektoraler Zusammenhänge anhand verschiedener Technologieoptionen erlaubt.

Nachfolgende Ergebnisse sollen im Rahmen des Beitrags präsentiert werden:

- Definition inter- und intrakommunaler sowie cross-sektoraler Synergieeffekte
- Beispiele für Synergieeffekte in ausgewählten Modellkommunen
- Ansatz zur Quantifizierung von Synergieeffekten durch den dezentralen Ausbau Erneuerbarer Energien

STERNER, M. (2016): Bedeutung und Notwendigkeit von sektorenkoppelnden Speichern für die Energiewende, Berlin, BMWi.

KHARBOUTLI, S.; FLEMMING, S.; BRETSCHNEIDER, P. (2018): Tiefenbohrung Sektorenkopplung, wissenschaftliche begleitforschung Energiewendebauen; ISBN: 978-3-942789-96-7.

DAHLBECK, E.; FLÖGEL, F.; LANGGUTH, F.; SCHLIETER, D. (2017): Interkommunale Kooperation. URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/MORO/Forschungsfelder/2015/Lebendige-Regionen/kurzexpertise-interkommunale-kooperation.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Stand 18.05.2020).

Samir Kharboutli (Hauptautor*in),
Sebastian Flemming,
Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider

samir.kharboutli@iosb-ast.fraunhofer.de
03677/461 191
Fraunhofer IOSB-AST
Am Vogelherd 90, 98693 Ilmenau

Ergebnisse

Referenzen

Keywords

Sektorenkopplung,
Synergieeffekte,
interkommunal,
intrakommunal,
cross-sektoral

Poster

Sebastian Kießling, Lucie Töpfer

AUSSTELLUNG

ClinX – dezentrales KWK-System mit Mikrogasturbine zur Verwertung heterogener Holzreste

Hintergrund Ziele

Gebäude und Quartiere spielen bei der Energiewende eine zentrale Rolle, denn sie bieten enorme Potenziale, den Energiebedarf mit erneuerbaren Energien zu decken. In Deutschland sind Wohn- und Nichtwohngebäude für etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen verantwortlich (dena, 2019). Wärme macht rund 80 % des Gebäudeenergieverbrauchs aus (dena, 2019); diese wird allerdings immer noch zu 86 % aus fossilen Energieträgern erzeugt (BMW, 2019).

Für eine erfolgreiche Wärmewende ist es notwendig, mehr erneuerbare Energien sektorenübergreifend einzusetzen. Feste Biomasse, die als Reststoff in Industrie, Forstwirtschaft und Landschaftspflege anfällt, enthält versteckte Energiereserven. Industrielles Verschnittholz wird häufig in Kesselanlagen verbrannt, meist jedoch lediglich zur Wärmeerzeugung. Waldrestholz, das aufgrund seiner Eigenschaften nicht stofflich verwendet werden kann, eignet sich optimal als preiswerter Brennstoff. Insbesondere das Waldsterben der letzten Jahre bietet Anlass, jetzt Konzepte zu entwickeln, die eine ökonomische und ökologische Forstwirtschaft durch neue Vermarktungsmöglichkeiten unterstützen und gleichzeitig eine zukunftsfähige Energieversorgung ermöglichen.

Eine ressourceneffiziente Nutzung der Biomasse erfordert die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme, was besonders im dezentralen Leistungsbereich eine große technische Herausforderung darstellt. Genau für dieses Anwendungsfeld wurde durch die *Professor Dr. Berg & Kießling GmbH (B+K)* eine innovative KWK-Anlage mit extern befeuerter Mikrogasturbine entwickelt, wie sie vorher nicht am Markt verfügbar war. Die Nutzung diverser holziger Reststoffe zur gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion in Anlagen unter 1 MW_{el} ermöglicht damit neue Versorgungskonzepte für klimaneutrale Gebäude und Quartiere.

Ziel des Posters ist es, den innovativen Technologieansatz des dezentralen KWK-Systems mit extern befeuerter Mikrogasturbine sowie dessen Funktionsweise vorzustellen. Das Poster soll dem Netzwerk Bioenergie sowie Energiewendebauern Einblicke in ein hochinnovatives Konzept



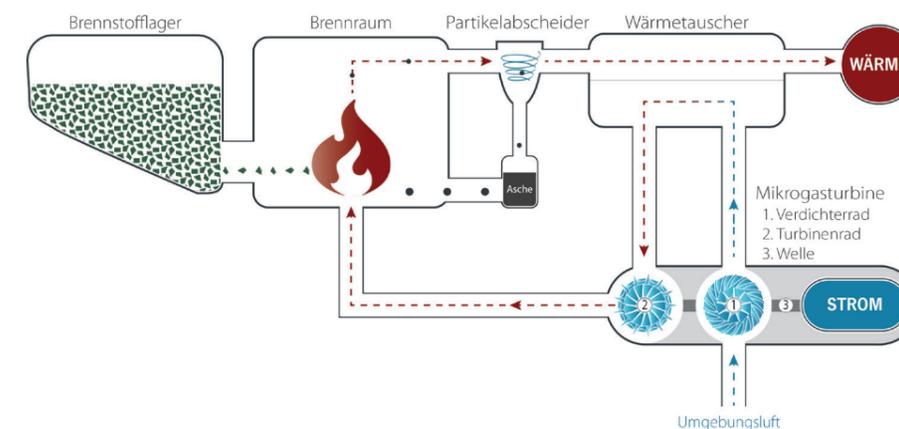
Technologien kombinieren

zur energetischen Biomassenutzung vermitteln und Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschungs- und Demonstrationsvorhaben bieten.

Anlagensystem ClinX

Das Besondere an ClinX ist, dass das System selbst Holzreste mit hohem Ast- und Rindenanteil und hohem Feuchtigkeitsgehalt im dezentralen Leistungsbereich in nachhaltigen Strom und grüne Wärme umwandelt. Die Anlage wurde für zwei Leistungsgrößen ausgelegt, entweder als 50 kW_{el} Variante mit bis zu ≈ 150 kW_{th}, oder als Variante mit 150 kW_{el} und bis zu ≈ 400 kW_{th}.

Die Anlage ist für ein breites Brennstoffspektrum konzipiert. Verwertet werden jene Reststoffe, die sehr durchmischt und für die meisten marktüblichen KWK-Systeme nicht nutzbar sind. Zur Wandlung dieser Reststoffe in Wärme und Strom kombiniert ClinX einen klassischen Verbrennungsprozess mit einer extern befeuerter Mikrogasturbine. Zwei Gasströme, einerseits das heiße Rauchgas aus dem Verbrennungssystem und andererseits die verdichtete Umgebungsluft, sind durch einen Wärmeüberträger voneinander abgegrenzt, sodass keine Rauchgaspartikel in den Luftstrom der Mikrogasturbine gelangen. Dies ermöglicht in Kombination mit einer innovativen Luftlager-Technologie einen wartungsarmen Betrieb, hohe Wirkungsgrade und eine lange Lebenszeit der Turbine.



Die nutzbare Abwärme wird für nachgeschaltete Heiz-, Warmwasser- oder Kühlprozesse zur Verfügung gestellt; der Strom wird entweder direkt im angeschlossenen Quartier genutzt oder ins Stromnetz eingespeist. ClinX kann sowohl mit Netzanschluss als auch netzunabhängig betrieben werden. Die Kombination mehrerer Einzelanlagen im Verbundsystem ist problemlos möglich. So lassen sich Projekte auf die Anforderungen des jeweiligen Quartiers skalieren.

Das ClinX-System am Standort Cottbus läuft mit über 10.000 Betriebsstunden und liefert wertvolle Daten zur kontinuierlichen Optimierung und Weiterentwicklung. Kundenprojekte werden seit Anfang 2020 im industriellen Bereich erfolgreich umgesetzt. Auf dieser Basis werden nun strategische Partnerschaften für weitere Demonstrationsprojekte in neuen Marktsegmenten, bspw. der Quartiersentwicklung, gesucht.

Konkrete Maßnahmen Aktivitäten

Poster

ClinX - Dezentrales KWK-System mit Mikrogasturbine zur Verwertung heterogener Holzreste

Ergebnisse

- Gesamtkonzept eines dezentralen KWK-Systems mit extern befeuerter Mikrogasturbine
- Nachweis der Wirtschaftlichkeit
- Darlegung der Energieeffizienz und Klimafreundlichkeit der Anlage

Referenzen

[1] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR (dena, 2019): dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019 »Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand«.

[2] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi, 2019): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklungen im Jahr 2018.

Weitere Informationen

Weiterführende Informationen finden Sie auf unserer Webseite unter www.bergundkiessling.com

Sebastian Kießling (Hauptautor*in),
Lucie Töpfer
service@bergundkiessling.com
0355-8695 9890

Professor Dr. Berg & Kießling GmbH
Burger Chaussee 25
03044 Cottbus

Poster

AUSSTELLUNG

Abhängigkeiten zwischen nachhaltigen Mobilitätskonzepten und Energiekonzepten.

Voraussetzungen für eine wirksame Sektorenkopplung

Martin Kohl, Jens Frank

Das EnStadt:Pfaff-Projekt hat das Ziel, die Transformation einer 20 ha großen Industrie-Konversion in ein nachhaltiges Quartier zu unterstützen, indem Forschungs- und Praxispartner gemeinsam innovative Konzepte für das Jahr 2029 entwickeln und diese im Quartier erproben. Die Projektpartner bringen verschiedene Sichtweisen und Kompetenzen mit. Alle verbindet dabei die gemeinsame Vision, eine nachhaltige, lebenswerte und zukunftsorientierte Wohn- und Arbeitsumgebung zu realisieren. Durch Schaffung eines **autoarmen** Quartiers mit einem hohen Anteil an Elektromobilität soll in Verbindung mit der Maximierung der Solarenergie (**Solarpflicht – Photovoltaik – Gründächer**) aktiv eine Sektorenkopplung im Quartier entstehen.

Ein Projektschwerpunkt liegt auf dem Bestreben, ein möglichst nachhaltiges autoarmes Quartier zu schaffen.

Ein nachhaltiges autoarmes Quartier leistet wichtige Beiträge

- Zur Sektorenkopplung
- Zur Senkung des Energiebedarfes für Mobilität
- Zum Klimaschutz durch vermiedene MIV-Wege
- Zur hohen Lebens- und Aufenthaltsqualität im Quartier

Durch die Verringerung des Energiebedarfes und der Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität sind Voraussetzungen geschaffen, die Potenziale der Sektorenkopplung mittels PV-Stromerzeugung in Verknüpfung zur Elektromobilität zu heben. Hierfür wurde für das Quartier ein Energiekonzept u.a. mit den Schwerpunkten regeneratives Niedertemperatur-Wärmenetz, PV-Gründächer mit Retention und ein Mobilitätskonzept mit den Schwerpunkten Alternativangebote an Mobilitätsstationen, Förderung der Elektromobilität und innovative Finanzierungsansätze formuliert.

Ein zentrales Ergebnis im Bereich Mobilität des Projektes ist die Stellplatzsatzung, die die Maßnahmen für das autoarme Quartier, die Schaffung alternativer Mobilitätsinfrastrukturen und die Anreize zur Elektromobilität vereint. Die Besonderheit der Stellplatzsatzung liegt darin, dass sie kommunale Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten für die Infrastruktur klimafreundlicher Mobilitätsformen schafft. Hierfür hält die Satzung zwei Instrumente bereit: Eine Ablöseverpflichtung durch Stellplatzeinschränkung und das Tool »Bauen für nachhaltige Mobilität« (BNM). Mit der Ablöseverpflichtung wird die Nichtherstellung von Pkw-Stellplätzen durch eine Geldzahlung der Bauherren abgelöst. Mit diesen von der Kommune zweckgebunden Einnahmen werden u.a. die Mobilitätsstationen (inkl. Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum) finanziert. Das BNM ermöglicht eine weitere Stellplatzreduzierung auf freiwilliger Basis, wenn im Gegenzug Infrastrukturen für nachhaltige Mobilität (z.B. PKW-Ladeinfrastruktur im privaten Bereich, Fahrradstellplätze, Reparaturstationen, etc.) hergestellt werden. Dabei sind die Kosten der BNM-Maßnahmen niedriger, als die Baukosten der sonst herzustellenden Stellplätzen. So werden mit den Baukosten nicht nur die klassischen Stellplatzbedarfe für Pkw und Fahrrad finanziert, sondern durch die Ablösezahlung auch indirekt die Infrastruktur für alternative Mobilitätsangebote und Ladeinfrastruktur. Der Fördermechanismus des BNM sieht finanzielle Anreize bis zu einer 30 % Ladeinfrastrukturquote für Stellplätze vor. ▶

Hintergrund Ziel

Forschungsschwerpunkte

Ergebnisse

Poster

Abhängigkeiten zwischen nachhaltigen Mobilitätskonzepten und Energiekonzepten. Voraussetzungen für eine wirksame Sektorenkopplung

Ein zentrales Ergebnis im Bereich Energie ist die Verabschiedung des höchsten politischen Gremiums zur Einführung einer Solarpflicht im Quartier in Kombination mit einem Gründach. Neben der Steigerung an Biodiversität und Anpassung an den Klimawandel (Retention, Luftqualität, Kühleffekte, etc.), wird somit ein maximaler Ausbau an Photovoltaik gewährleistet. Hierdurch wird eine Sektorenkopplung im Strombereich (u.a. Großbatterie, öffentliche Beleuchtung), im Wärmebereich (u.a. Warmwasser-Wärmepumpen) und auch für die angestrebten Mobilitätsziele erreicht.

Ein innovativer Ansatz zur Sektorenkopplung wird wie folgt erzielt: Durch die Verpflichtung zum Ausbau der Solarenergie und dem attraktiven Anreiz E-Mobilität und -infrastruktur zu realisieren, wurden erstmals zwei regulatorische Ansätze auf kommunaler Ebene beschlossen und kombiniert sowie zukünftig im Reallabor umgesetzt, wissenschaftlich begleitet und gemonitort.

Keywords

Sektorenkopplung,
Autoarmes Quartier,
Stellplatzsatzung,
Elektromobilität,
Photovoltaik

Martin Kohl (Hauptautor*in),
Jens Frank (Hauptautor*in)

m.kohl@umwelt-campus.de
+049 (0) 6782 17 – 1982
j.frank@umwelt-campus.de
+049 (0) 6782 17 – 2644

Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement,
Postfach 1380, 55761 Birkenfeld,
Deutschland

Poster

AUSSTELLUNG

Modellbasierte Ermittlung von Effizienzpotenzialen in der optimierten Ausgestaltung der Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Quartieren

Nils Körber, Philipp Schönberger

Für das Gelingen der Energiewende ist die weitgehende Dekarbonisierung des Gebäudesektors ein Schlüsselbaustein. Damit dies möglichst wirkungsvoll und kosteneffizient erreicht werden kann, gilt es auf der Ebene von Gebäuden und Quartieren die Integration der erneuerbaren Energien und die Senkung des Energiebedarfs sinnvoll zu verbinden. In diesem Bezug wird die Verknüpfung der Strom- und Wärmeversorgung im Sinne der Sektorenkopplung als ein vielversprechender Ansatz für die Gestaltung effizienter Energieversorgungssysteme gesehen. Aus diesen Überlegungen resultieren mehrere zusammenhängende Fragestellungen:

- Wie sieht die wirtschaftlich und ökologisch optimale Ausgestaltung der Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Quartieren aus?
- Welche Effizienzpotenziale ergeben sich in der optimierten Ausgestaltung der Quartiers-Energieversorgung?
- Welchen Beitrag leistet die Sektorenkopplung in der Dekarbonisierung des Gebäudesektors?

Ziel der Präsentation ist es diese Fragestellungen anhand exemplarischer Untersuchungen in mehreren realen Quartieren zu beantworten. Durch die Eingliederung der Modellquartiere in eine systematische Siedlungstopologie können die resultierenden Energiekonzepte als Blaupausen dienen.

Die präsentierten Forschungsergebnisse sind erste Resultate des vom BMWi geförderten Projektes EnEff:Stadt Q-SWOP (FKZ: 03ET1587). Wesentliche Forschungsschwerpunkte sind hierbei energieeffiziente Gebäude und Quartiere, sowie die Entwicklung von innovativen, modellbasierten Planungsmethoden.

Aufgrund der Klimadebatte wird die Notwendigkeit einer Energiesystemtransformation in allen Bereichen sichtbar. Im Gebäudesektor sind sowohl auf Wärme- als auch Stromseite vielfältige Effizienzpotenziale vorhanden, die einen möglichst wirkungsvollen und kosteneffizienten Gestaltungsprozess fördern können. Technisch kann das Effizienzpotenzial auf Gebäudeebene durch den Einsatz effizienter und erneuerbarer Energiewandlungsanlagen (z.B. Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen, Biomasseheizungen, Energiespeicher, etc.), sowie durch die Senkung des Wärmeverbrauchs in Form unterschiedlichster Sanierungsmaßnahmen (Wand, Dach, Fenster, Keller) erschlossen werden. Gebäudeübergreifend lassen sich darüber hinaus insbesondere Wärmenetzlösungen umsetzen, die die Restriktionen der Einzelgebäude, wie z.B. den begrenzten Platzbedarf für Heizungsanlagen oder das vorhandene Potenzial für erneuerbare Wärmequellen, kompensieren und damit weiteres Effizienzpotenzial bieten können. Die insgesamt vorhandenen technischen Möglichkeiten zeigen, dass Veränderungen sowohl im Wärme- als auch im Stromsektor integral bzw. sektorenkoppelnd, sowie im Sinne des Quartiersansatzes zusätzlich gebäudeübergreifend gedacht werden sollten.

Mit einem computergestützten Planungsverfahren wird im Rahmen des Projektes Q-SWOP die integrale Planung von Energiekonzepten für ausgewählte Modellquartiere unterstützt. Auf Basis detaillierter Bestandsaufnahmen in den Quartieren können mithilfe der verschiedenen

Hintergrund Ziel

Forschungsschwerpunkte

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Poster

Modellbasierte Ermittlung von Effizienzpotenzialen in der optimierten Ausgestaltung der Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Quartieren



Technologien kombinieren

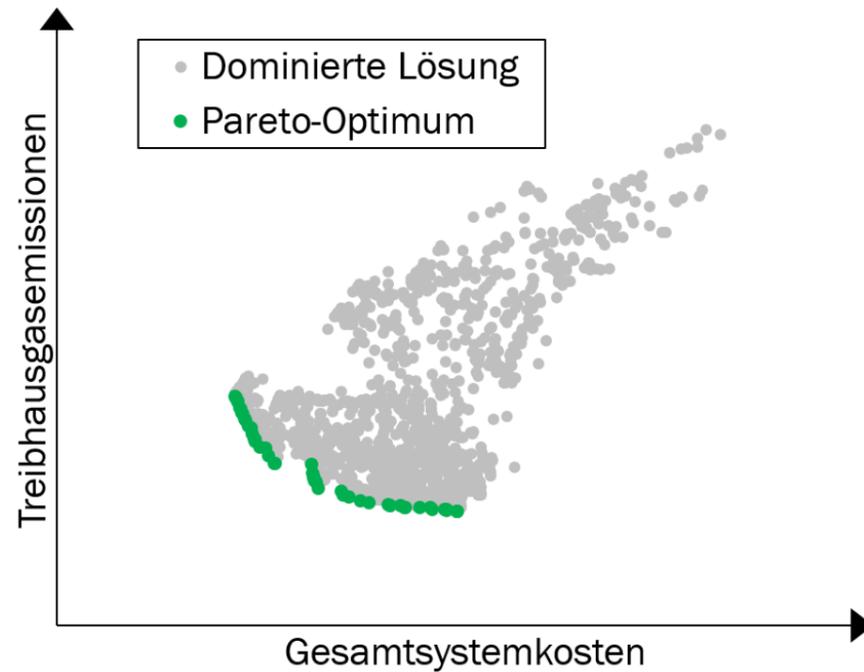


Abb. 1:
Qualitatives Ergebnis des computer-
gestützten Planungsverfahrens zur
ökonomisch und ökologisch optimalen
Ausgestaltung der Strom- und
Wärmeversorgung von Quartier

Werkzeuge und Methoden sogenannte »Quartiers-Masterpläne« ausgearbeitet werden. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur eine einzige Konzeptlösung anbieten, sondern das Effizienzpotential unterschiedlicher Energiekonzepte hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Optima in Form einer pareto-effizienten Lösungsschar quantifizieren. In der unten abgebildeten Grafik ist solch ein übergeordnetes Ergebnis in seiner qualitativen Form dargestellt.

Abgetragen ist die Kosten-Nutzen-Abwägung des Zielkonfliktes einer Minimierung der Gesamtsystemkosten als ökonomischer Faktor, sowie der Minimierung der Treibhausgasemissionen basierend auf einer Stoffstrombilanzierung (engl.: Life Cycle Assessment) als ökologisches Kriterium. Jeder der dominierten Lösungsvorschläge (grüne Punkte) beinhaltet einen gebäudescharfen Investitions- und Ausbauplan aus dem Portfolio der bereits dargestellten technischen Möglichkeiten. So können hieraus jeweils sowohl quartiersweite als auch gebäudescharfe Aussagen abgeleitet werden.

Auf dieser Basis lassen sich anhand exemplarischer Ergebnisse zu mehreren der im Projektkontext betrachteten Modellquartiere die formulierten Forschungsfragen beantworten. Eine Analyse zu den Ausgestaltungsformen der Energieversorgung erfolgt hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Kennwerte, aber auch der energetischen und technischen Auswirkungen und Implikationen.

Die Ergebnisse zeigen unter anderem, dass der Einsatz von Wärmepumpen nur unter bestimmten technischen Bedingungen eine wirtschaftliche und ökologische Heizoption darstellt. Szenarien-Rechnungen durch Variation der exogenen Rahmenbedingungen, z.B. hinsichtlich der Entwicklung der CO₂-Abgabe in den Nicht-ETS-Sektoren, lassen weiterhin erkennen, dass Biomasseheizungen zunehmend wirtschaftlicher werden und damit auch ökologische Bestrebungen befördern können. Nahwärmenetzlösungen, die auf Biomasse setzen, können darüber hinaus sinnvolle Ergänzung der lokalen Infrastruktur sein. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass das Gesamtpotenzial der Biomasse für die Energieversorgung in ganz Deutschland begrenzt ist.

Website Q-SWOP Projektüberblick:
<https://e-eff.de/q-swop>

Ergebnisse

Weitere
Informationen

Keywords

Energetische Quartierskonzepte,
Sektorenkopplung,
Energieeffizienz,
Integration erneuerbarer Energien

Nils Körber M.Sc (Hauptautor*in)¹,
Dr. Philipp Schönberger²

n.koerber@iaew.rwth-aachen.de
0241 80 93051

¹ Institut für elektrische Anlagen
und Netze, Digitalisierung und
Energiewirtschaft (IAEW)
An der RWTH Aachen
Schinkelstraße 6, 52072 Aachen

² Energy Effizienz GmbH
Gaußstraße 29a, 68623 Lampertheim

Poster

Steffen Lauterbach, Jakob Hahn, Werner Jensch, Volker Stockinger

AUSSTELLUNG

Sektorenkopplung und Nutzung von Synergien im Pilotquartier – Simulation eines innovativen Energiekonzepts in +EQ-Net

Hintergrund

Der Gebäudebereich hat einen großen Einfluss darauf, ob Deutschland seine energiepolitischen Ziele im Zusammenhang mit dem Klimaschutz und der Energiewende erreichen kann. Werden nur die privaten Haushalte betrachtet, so verursachen diese ca. 21% des heutigen Primär- und Endenergieverbrauchs in Deutschland. Deshalb stellt sich die Frage, wie zukünftig der Betrieb von Gebäuden und darüber hinaus insbesondere von vernetzten Quartieren gestaltet werden kann, ohne die bestehende Versorgungsnetzinfrastruktur mehr als unbedingt notwendig ausbauen zu müssen. Ansätze dafür sind die verstärkte Nutzung lokaler, erneuerbarer Energien, die Sektorenkopplung und die Erschließung von möglichen Synergieeffekten.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens »+EQ-Net – Netzneutrales Energie⁺-Quartier am Karl-Lederer-Platz in Geretsried« wurde ein Energiekonzept mit geeigneter Regelungsstrategie für das Pilotquartier »pulsG« entwickelt. In diesem Quartier sind ein Vollsortimenter-Supermarkt, sieben Gewerbeeinheiten und 66 Wohneinheiten untergebracht. Das Quartier ist folglich sehr gut geeignet, um aufzuzeigen, wie durch den Ansatz der Sektorenkopplung und der Nutzung von Synergieeffekten durch die verschiedenen Gebäudenutzungen zukünftig der energieeffiziente und netzdienliche Betrieb von Quartieren gestaltet werden kann.

Forschungsschwerpunkte

Ziel des Forschungsvorhabens »+EQ-Net« ist das Erreichen maximaler Eigendeckungs- und Eigennutzungsgrade, um die Deckung des elektrischen Energiebedarfs von »pulsG« möglichst netzdienlich zu gestalten. Ein innovatives Energiekonzept erlaubt die Verbindung der vorhandenen Sektoren und die Nutzung von Synergien innerhalb des Quartiers. Um den fluktuierenden und unsicheren Randbedingungen im Energiekonzept gerecht zu werden, wurde weiterhin eine neuartige saisonale Regelungsstrategie entwickelt.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

In »+EQ-Net« werden die Planung, Realisierung und der Betrieb von »pulsG« wissenschaftlich begleitet. Das entwickelte Energiekonzept ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Zur Energieversorgung des Quartiers stehen eine PV-Anlage, zwei BHKW, drei Wärmepumpen, ein Erdkollektor, welcher unter der Bodenplatte des Quartiers verbaut wurde, Kältemaschinen und jeweils ein thermischer und elektrischer Energiespeicher zur Verfügung. Wie anhand der Energieflüsse erkennbar ist, sind die Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Gas miteinander gekoppelt. Synergieeffekte ergeben sich durch die Nutzung der Abwärme der Kältemaschinen, welche zur Kühlung der Waren des Vollsortimenters benötigt werden, zur Deckung des Wärmebedarfs im restlichen Quartier. Weiterhin wird eine Vergleichmäßigung des Bedarfsverlaufs durch zeitlich versetzte Hauptnutzungszeiten der verschiedenen Nutzungseinheiten im Quartier ermöglicht. Dadurch wird auch tagsüber, wenn die Wohneinheiten kaum genutzt werden, aufgrund der Gewerbeeinheiten und dem Vollsortimenter von einem hohen Energiebedarf ausgegangen. Dies führt zu einer effizienten und gleichmäßigeren Auslastung der installierten Energieerzeugungsanlagen und hohen Eigennutzungs- sowie Eigendeckungsgraden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens ist weiterhin ein Simulationsmodell des Energiesystems in MATLAB/Simulink entwickelt worden, um die saisonale Regelungsstrategie zu testen und verschiedene Varianten analysieren und bewerten zu können. Durch ein umfassendes technisches Monitoring aller Energieströme und weiterer Parameter (z.B. Temperaturen) im Quartier kann eine Validierung des Simulationsmodells hinsichtlich der Korrektheit der angenommenen



Technologien kombinieren

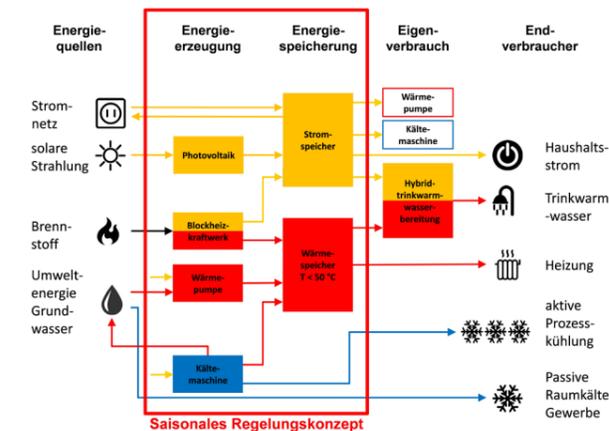


Abb. 1:
Energiekonzept für +EQ-Net
(Hochschule München, CENERGIE)

Lastprofile und Randbedingungen durchgeführt werden. Die Ergebnisse sollen zur Betriebsoptimierung des Quartiers und für zukünftige, vernetzte Quartiere zur zielgerichteten Planung eingesetzt werden.

- Darstellung, Entwicklung und Analyse des entwickelten Energiekonzepts sowie des Simulationsmodells der saisonalen Regelung zur Nutzung von Synergieeffekten im Quartier
- Ergebnisse einer ersten Validierung des Simulationsmodells anhand realer Messdaten aus dem Quartier, insbesondere der angenommenen Randbedingungen und Lastprofile

Ergebnisse

HAHN, J.; JENSCH, W.; STOCKINGER, V. (2017): Saisonale Regelung netzdienlicher Quartiere. In: Ingenieurspiegel: Fachmagazin für Ingenieure. 1/2017, pp. 31-33.

STOCKINGER, V.; LEKEL, S.; HAHN, J.; JENSCH, W. (2016): Netzdienliche elektrische Versorgung von Quartieren. In: Ingenieurspiegel: Fachmagazin für Ingenieure. 1/2016, pp. 46-49.

Referenzen

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Förderung des Projekts: »+EQ-Net – Netzneutrales Energie-Plus-Quartier am Karl-Lederer-Platz in Geretsried«

Projektpartner: Hochschule München (FKZ: 03ET1299A), Technische Universität Dresden (FKZ: 03ET1299B), EREA-Project GmbH & Co. KG (FKZ: 03ET1299C)

Förderung

Steffen Lauterbach¹ (Hauptautor*in),
Jakob Hahn¹, Prof. Dr. Werner Jensch¹,
Prof. Dr. Volker Stockinger²

steffen.lauterbach@hm.edu
089 1265 4364

¹ Hochschule München, Fakultät 05
CENERGIE – Forschungsinstitut für
energieeffiziente Gebäude und Quartiere
Lothstraße 34, 80335 München

² Technische Hochschule Nürnberg Georg
Simon Ohm

Keywords

Sektorenkopplung,
Synergieeffekte,
Energiekonzept,
Simulationsmodell,
Netzdienlichkeit

Poster

Philipp Lorber, Eckhard Kraft, Matthias Dworrak

AUSSTELLUNG

Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie

Hintergrund Problemstellung

Die bei der Stromerzeugung von Biogasanlagen anfallende Wärme wird bisher nicht überall sinnvoll eingesetzt. Die Speicherung der Abwärme kann dabei maßgeblich für ein Wärmenutzungskonzept bei einem flexiblen Anlagenbetrieb sein. Konventionelle Speichertechnologien, in Form groß dimensionierter Erdbecken oder aber kostenintensiv errichteter voluminöser Speicher, sind derzeit unvereinbar mit einem ökonomischen wie auch ökologischen Betrieb. Eine effizientere Gestaltung der Wärmenutzung kann durch die saisonale Speicherung von Überschusswärme in den Sommermonaten in einem oberflächengeothermischen Sondenfeld umgesetzt werden. Diese saisonal gespeicherte Wärme deckt den erhöhten Wärmebedarf in den Wintermonaten zusätzlich mit ab. Weiterhin sind die Vorteile einer Kopplung von Geothermie mit Biomasse nicht nur ein Indikator für die Aufrechterhaltung bestehender Systeme. Es handelt sich um am Markt einzeln etablierte Systeme mit einschätzbarem Risikoprofil und erprobtem Langzeitverhalten.

Neben der Herausforderung zur Nutzung von Wärmeüberschüssen, ist die Qualität der Gärreste von Biogasanlagen in den letzten Jahren stets im Mittelpunkt diverser Diskussionen. In diesen Gärresten spielen neben den wohlbekanntesten und gern verwendeten Makronährstoffen wie Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Schwefel (S) auch xenobiotische Mikroschadstoffe wie Pestizide und Veterinärpharmaka eine immer größer werdende Rolle. Zudem stehen neben sogenannten synthetischen und umweltfremden Detergenzien auch vermehrt umwelthygienische Aspekte wie Phytopathogenität und Antibiotikaresistenz im Fokus von Forschung, Gesellschaft und Politik. Durch Forschungsarbeiten wurde erneut belegt, dass Gärrückstände aus Biogasanlagen gute Dünger und Humusbildner sind. Diese können jedoch auch eine Vielzahl von Schadstoffen enthalten. Es ist notwendig, nicht nur auf ein quantitatives Stoffstrom- und Ressourcenmanagement abzielen, sondern auch qualitative und zukünftig zertifizierbare Konversionsprodukte und -prozesse, bereitzustellen um die Etablierung einer nachhaltigen aber vor allem wirtschaftlich vertretbaren Landwirtschaft in Europa zu unterstützen.

Die Bauhaus-Universität Weimar wird im Rahmen des Bio2Geo-Projekts durch die Errichtung eines Demonstrators einen Teil der überschüssigen Wärme zur thermischen Gärproduktkonditionierung einsetzen, um so nicht nur eine innovative Form der Speicherung, sondern vor allem eine zukunftsweisende Form der Biomassekonversion zu demonstrieren.

Zielsetzung Vorgehensweise

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines integrativen Hybridkraftwerks als Versorgungsoption für definierte Abnehmerstrukturen. Hierbei wird die bislang zumeist ungenutzte Wärme bestehender Biomasseanlagen in innovativer sowie besonders effizienter Weise bereitgestellt, verwertet und in ein explizit ausgelegtes Geothermiefeld zwischengespeichert. Die vier singular erprobten und großtechnisch am Markt etablierten regenerativen Energieerzeugungssysteme – Photovoltaik, Windkraft, Biomasse und Geothermie – können so miteinander harmonieren, dass die Energie- und Wärmewende in Deutschland umgesetzt wird. Mit einer neuen Konzipierung zur Verknüpfung von Bioenergie und Geothermie kann bereits mit bestehenden Biomasseanlagen sowohl die Wärmebereitstellung als auch eine Regulierung des Stromnetzes und die stoffliche Verwertung anfallender Restsubstrate realisiert werden.



Technologien kombinieren

Dadurch können überschüssige Wärmeanteile zur Gärrest-Konditionierung sowie zur saisonalen Speicherung effektiv eingesetzt werden, die ansonsten der Atmosphäre zugeführt würden. Im Rahmen eines Pilotprojektes werden die etablierten Einzelsysteme Biogas und Geothermie, bestehend aus einem Geothermiefeld und einer Biogasanlage, so miteinander kombiniert, dass erzeugte thermische Potentiale auf mehrere Weisen nutzbar gemacht werden. Für einen effizienten und zugleich ökonomischen Ablauf wird ein Anlagensimulationstool entwickelt.

Es handelt sich um ein Kooperationsprojekt zwischen den Forschungseinrichtungen IAB (Institut für angewandte Bauforschung Weimar), BUW (Bauhaus-Universität Weimar) und DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH) sowie den Unternehmen IPM (Ingenieurbüro Peter Müller GmbH), geotechnik heiligenstadt gmbh und Mörsdorfer Agrar GmbH.

Weitere Informationen

Philipp Lorber, M.Sc. (Hauptautor*in)¹,
Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kraft¹,
Matthias Dworrak M.Eng.²

philipp.lorber@uni-weimar.de
+49 (0)3643 58-4614

¹ Biotechnologie in der
Ressourcenwirtschaft
Bauhaus-Universität Weimar
Coudraystraße 7, 99423 Weimar

² IAB – Institut für Angewandte
Bauforschung Weimar gGmbH
Über der Nonnenwiese 1, 99428 Weimar

Keywords

Integratives Hybridkraftwerk,
Oberflächennahe Geothermie,
Erdwärmesondenfelder
Gärrestkonditionierung,
Biomassekonversion,
Kraft-Wärme-Kopplung

Poster

Manuel Lämmle, Stefan Hess, Reinhard Jank

AUSSTELLUNG

Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach: Energiekonzept und Umsetzung



Technologien kombinieren

Hintergrund

Eines der wichtigsten Probleme der Klimaschutz-Politik stellt die Dekarbonisierung von bestehenden Stadtquartieren dar, die keinen Zugang zu einem Fernwärme-Netz haben. Um dafür einen erfolgversprechenden Ansatz zu demonstrieren, wird ein Cluster von 5 Mehrfamilienhäusern (MFH) aus den 60er Jahren im Stadtteil Karlsruhe-Durlach so modernisiert werden, dass

- ein großer Schritt zur Erreichung der aktuellen Klimaschutz-Ziele im Gebäudesektor erreicht wird,
- dies auf kosteneffiziente Weise geschieht,
- und das Konzept auf vergleichbare Quartiere übertragbar ist.

Forschungsschwerpunkte

- Entwicklung eines wirtschaftlichen und energieeffizienten Quartiersenergiekonzepts mit Hilfe von Simulationsmodellen zur Systemoptimierung (Energie- und CO₂-Bilanz, Wirtschaftlichkeit)
- Integration von Wärmepumpen und Photovoltaik mit BHKWs durch innovative technische Ansätze und LowEx-Maßnahmen
- Entwicklung eines Energiemanagementsystems zur betrieblichen Optimierung und Fehlererkennung
- Monitoring über zwei Betriebsjahre mit technisch-wirtschaftlicher Evaluierung und Feedback an Betreiber, Planer und Hersteller.

Energiekonzept

Ein Cluster von 5 MFH der Volkswohnung Karlsruhe (Baujahr 1963, 175 Wohnungen, 11.600 m² beheizte Wohnfläche, Heizenergieverbrauch ca. 125 kWh_{th}/m², bzw. CO₂-Emission 70 kg CO₂/m² für Strom + Wärme im Ausgangszustand) soll durch bauliche Sanierung und Modernisierung des Energiesystems so verbessert werden, dass die Klimaschutzziele des Gebäudesektors (Reduzierung der CO₂-Emissionen um 80 %, also auf ca. 14 kg CO₂/m²) annähernd erreicht werden. Die bauliche Sanierung war bereits 1995 als erster Schritt durch die Volkswohnung erfolgt und hat durch Verbesserung der Hüllflächen eine Reduzierung des Heizenergieverbrauchs auf 54 kWh_{th}/m² ergeben.

Im vorliegenden Pilotprojekt soll durch eine Kombination von Effizienzmaßnahmen und erneuerbare Energietechnologien das o.g. CO₂-Ziel möglichst ohne Erhöhung der Warmmiete erreicht werden. Das Konzept umfasst die Errichtung von Erdgas-BHKW-Aggregaten (2x50 kW_{el}) zur Versorgung von drei Gebäuden über ein Nahwärmetz und die Versorgung von zwei Gebäuden mit Großwärmepumpen (je ca. 50 kW_{th}). Auf allen fünf Gebäuden werden Photovoltaik-Anlagen installiert (200 kW_p), die über ein Mini-Arealnetz vernetzt sind. Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung des Konzepts ist der Quartiersansatz, also die Vernetzung mehrerer Gebäude sowohl durch Austausch von Energie als auch einer übergreifenden Betriebsführung und Regelung. Dieses Energiesystem wird nach einem Contracting-Modell durch die gemeinsame Tochter der Volkswohnung und der Stadtwerke Karlsruhe (KES GmbH) errichtet und betrieben werden (Abbildung 1).

Für die Konzepterstellung des Energiesystems wurde das Quartier mit allen Erzeugern und Verbrauchern simuliert und das Versorgungskonzept so optimiert, dass die CO₂-Emissionen (Verbrauch von Erdgas und Netzstrom) minimiert und gleichzeitig die erforderliche Wirtschaftlichkeit erzielt wird. Dies wird unter anderem durch ein intelligentes Energiemanagement erreicht, wel-



Abb. 1:
Energiekonzept des Smarten Quartier
Durlach © Google Earth, Map data:
Google, GeoBasis-DE/BKG

ches die Wärmepumpen und den BHKW-Betrieb so steuert, dass die Wärmepumpen bevorzugt mit selbst erzeugtem PV- oder BHKW-Strom betrieben werden können. Zur Betriebsoptimierung werden neuartige Fehlererkennungsalgorithmen entwickelt und erprobt, die auf künstlicher Intelligenz basieren. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die intelligente Integration aller drei Technologien zu einer CO₂-Einsparung von über 77 % gegenüber dem Ausgangszustand von 1963 führt. Verglichen mit der CO₂-Emission nach der baulichen Sanierung in 1995 ermöglicht das neue Energiesystem eine Reduzierung um 52 %.

Die Umsetzung des Konzepts wird mit technischen Innovationen verknüpft, die für den Anwendungsfall (Mehrfamilien-Bestandsgebäude) von spezifischem Interesse sind:

- Einsatz unterschiedlicher Wärmequellen für die Wärmepumpen (Erdsonden in Kombination mit Außenluft-Wärmetauschern zur Ergänzung bzw. Regenerierung sowie PVT-Kollektoren). Diese sollen zusammen mit den frequenzgeregelten mehrstufigen WP-Verdichtern eine sehr gute Jahresarbeitszahl ermöglichen.
- Durch niedrig-investive LowEx-Maßnahmen, wie Austausch von knapp ausgelegten Heizkörpern, hydraulischen Abgleich, Hocheffizienz-Umwälzpumpen und eine genaue bedarfsabhängige Vorlauftemperatur-Regelung soll ein möglichst niedriges Betriebstemperatur-Niveau erreicht und damit Wärmeverluste minimiert und die Systemeffizienz optimiert werden.
- Einsatz einer Ultrafiltrations-Anlage zur Filterung von Legionellen, die TWW-Temperaturen von ca. 50 °C und damit eine deutliche Verbesserung der Leistungszahl bei der TWW-Erzeugung durch die Wärmepumpen ermöglichen sollen.
- Das in der Planungsphase entwickelte Simulationsmodell soll zur Betriebsoptimierung und Quartiersregelung weiter eingesetzt werden, um Fehler im Betrieb zu detektieren (Vergleich Soll/Ist), vorausschauend unter Nutzung von 24-Stunden-Wetter- und Verbrauchsprognosen zu regeln und das System insgesamt zu optimieren. ▶

Keywords

Simulationsmodelle,
Quartierskonzept,
Quartiers-Leittechnik,
Sektor-Kopplung Wärme/Strom,
Wärmepumpen

Poster

Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach: Energiekonzept und Umsetzung

- Ein umfassendes Monitoring-System soll von der Anlagenabnahme bis zum Betrieb und zur Auswertung des Verhaltens der Anlagenkomponenten eine umfassende Auswertung des Gesamtsystems und des Regelungssystems ermöglichen.

Die Anlagen werden ab Oktober 2020 Schritt für Schritt in Betrieb gehen. Das Gesamtsystem soll im Januar 2021 vollständig laufen.

Geplanter
Posterbeitrag

Im Posterbeitrag werden die Ergebnisse der Simulation des Energiesystems und der CO₂-Bilanzierung vorgestellt. Die energetische Bewertung wird durch eine umfassende Wirtschaftlichkeitsanalyse ergänzt, bei der auch Planungsdaten und realen Umsetzungskosten verglichen werden. Soweit bereits möglich, werden Schlussfolgerungen aus den Planungserfahrungen sowie der Anlagenerrichtung bzw. Inbetriebnahme vorgestellt.

Dr. Manuel Lämmle¹,
Dr. Stefan Hess², Dr. Reinhard Jank³

manuel.laemmle@ise.fraunhofer.de,
0761 4588 5744

¹ Fraunhofer ISE, Freiburg

² INATECH - Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg
stefan.hess@inatech.uni-freiburg.de

³ KEA Klimaschutz- und Energieagentur
Baden-Württemberg GmbH
reinhard.jank@outlook.de

Poster

AUSSTELLUNG

Ökobilanzielle und ökonomische Analyse von Wärmebereitstellungstechnologien für Gebäude

Gabriel Naumann, Matthias Gaderer

Die Emissionen von Heizungsanlagen im Gebäudesektor haben einen deutlichen Anteil an den anthropogenen Umweltbelastungen in Deutschland. Daher ist es wichtig, belastbare Informationen zu den Umweltauswirkungen verschiedener Heizungsanlagen zu ermitteln. Ziel des Projektes ist es, die Umweltauswirkungen von Heizungssystemen entlang des gesamten Produktlebenszyklus zu quantifizieren, eine ökonomische Bewertung durchzuführen und über eine dynamische Ökobilanzierung die Auswirkungen in der Zukunft zu prognostizieren. Daraus lässt sich das Heizungssystem mit den geringsten Umweltauswirkungen und niedrigsten Kosten identifizieren.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden zwei unterschiedliche Gebäude exemplarisch untersucht. Dafür werden die Heizungsanlagen und Kombinationen von Heizungsanlagen gebäudespezifisch unter Beachtung der Gesetzgebung ausgelegt und mit detaillierten Massen- und Energiebilanzen über ihren Lebenszyklus beschrieben. Mit Hilfe der Massen- und Energiebilanzen erfolgt sowohl die Berechnung der Ökobilanzen der verschiedenen Heizungssysteme, aufgeschlüsselt nach den Phasen im Produktlebenszyklus (Produktion, Nutzung, Entsorgung), als auch eine ökonomische Bewertung der Systeme. Die Ergebnisse der ökologischen und ökonomischen Untersuchungen werden im Rahmen einer Ökoeffizienzanalyse verwendet, um die Umweltauswirkungen mit den Kosten in Relation zu setzen.

Inhalte

Keywords

Ökobilanz,
Wärmebereitstellungstechnologien,
LCA,
Produktlebenszyklus,
Ökoeffizienzanalyse

Gabriel Naumann (Hauptautor*in),
Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer

gabriel.naumann@tum.de

Technische Universität München
Professur für Regenerative
Energiesysteme, Campus Straubing für
Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Schulgasse 16, 94315 Straubing,

Poster

Florian Noll, Dorothea Ludwig

AUSSTELLUNG

Entwicklung eines erweiterten kommunalen Wärmekatasters als kollaboratives Planungs- und Kommunikationsinstrument

Hintergrund Problemstellung

Die Erfordernisse der Wärmewende sind bekannt: Technologien, allen voran erneuerbare Energien, müssen unter Berücksichtigung des Strom- und Verkehrssektors effizient und intelligent eingesetzt werden [1]. Gleichzeitig muss die Sanierungsrate erhöht werden [2].

Die Herausforderung liegt dabei in der Vielfalt technischer Lösungsvarianten. Dies gilt besonders für den Bioenergiebereich [3], der derzeit 86 % der regenerativen Wärmenutzung abbildet [4]. Die unterschiedlichen technischen Möglichkeiten von der Einzel- über Kombilösungen bis hin zu dem Konzept der Smart City überfordern nicht nur private Hauseigentümer*innen, sondern zum Teil auch Berater*innen und Fachplaner*innen. Hinzu kommt die Menge an unterschiedlichen Akteur*innen, die an der Beratung, Planung und Umsetzung von Wärmeprojekten beteiligt sind [5]. Dies gilt insbesondere für die Umsetzung im Quartier, an der neben den Gebäudeeigentümer*innen mindestens der Energieversorger, die Wohnungswirtschaft, die Kommune, Handwerker*innen und die Bewohner*innen selbst beteiligt sind [6]. Zwar gibt es bundesweit Angebote, wie das KfW-Programm Energetische Stadtsanierung, welche die Entwicklung von energetischen Quartierskonzepten sowie die Zusammenarbeit der beteiligten Akteure fördern – und auch im Forschungsprogramm Energiewendebauen nimmt die Anzahl der Quartiersansätze zu – im kommunalen Kontext wirken sich die in einem in der Regel zufällig ausgewähltem Modellquartier beispielhaft umgesetzten Maßnahmen auf die Zielerreichung (z.B. klimaneutrale Wärmeversorgung) der Kommune letztendlich nur in geringem Maße aus [7].

Forschungsschwerpunkte

In der Praxis fehlt es an einer Systematik in der Wärmeplanung. Dies beginnt bei der Auswahl der Quartiere, um die Erkenntnisse später auf andere Quartiere übertragen zu können, und endet bei der Kooperation zwischen den an der Planung beteiligten Akteuren, die oftmals mehr zufällig (Stichwort Flurgespräche) und in den wenigsten Fällen institutionalisiert ist [7].

Die hier vorgestellte Arbeit untersucht die Schnittstellen zwischen den an der Wärmeplanung beteiligten Akteuren in der Stadt Essen und dem Landkreis Gießen und entwickelt gemeinsam mit ihnen ein Konzept, um die Zusammenarbeit im Bereich der Wärmeplanung und den mit der Wärmeinfrastrukturplanung direkt verknüpften Sektoren (v.a. Strom, aber auch andere Infrastrukturen, wie Glasfaserausbau) zu unterstützen.

Konkrete Aktivitäten Maßnahmen

Kern des Konzepts ist die Entwicklung eines erweiterten Wärmekatasters (Web-gestütztes Geoinformationssystem), das zur kommunalen Wärmeplanung eingesetzt werden kann und aufgrund seiner Funktionalitäten die Zusammenarbeit (Kollaboration) zwischen unterschiedlichen Fachabteilungen innerhalb und außerhalb der Kommune vereinfacht und institutionalisiert. Gleichzeitig sollen Möglichkeiten zur Sensibilisierung und damit zur Aktivierung der breiten Bevölkerung geschaffen werden (Best-Practice-Beispiele, Aktivitäten-Monitoring, Kontaktbörse etc.).

Das Poster stellt das gemeinsam mit den Akteuren aus den zwei Beispielgemeinden entwickelte Konzept mit seinen unterschiedlichen Bausteinen sowie die ersten Entwicklungsergebnisse vor. Im Fokus steht dabei die Vorgehensweise bei der Konzeptentwicklung sowie der Übersetzung in konkrete Anwendungsfälle (technische Use Cases) angesichts der datenschutzrechtlich gelten-



Technologien kombinieren

den Restriktionen. Zudem werden erste Erfahrungen im Umgang mit dem entwickelten System aus den beiden Beispielgemeinden vorgestellt und ein Ausblick auf die nächsten Entwicklungsschritte gegeben. Letzteres erfolgt mit Blick auf die in einigen Bundesländern bereits geführte Diskussion einer verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung.

[1] LENZ, V.; HOFFSCHMIDT, B.; MAYDELL, K. V.; SCHMIDT, D.; SAGER-KRAUß, C.; STRYI-HIPP, G.; RAU, B.; KASTNER, O.; SPECK, M.; NOLL, F. (2018): **Energieeffiziente Quartiere und Städte. In: Forschungsziele 2019. Gemeinsam forschen für die Energie der Zukunft. ForschungsVerbund Erneuerbare Energien, Berlin, Oktober 2018, pp. 43-44.**

[2] SCHLESINGER, M.; HOFER, P.; KEMMLER, A.; KIRCHNER, A.; KOZIEL, S.; LEY, A.; PIÉGSA, A.; SEEFELDT, F.; STRÄßBURG, S.; WEINERT, K.; LINDENBERGER, D.; KNAUT, A.; MALISCHEK, R.; NICK, S.; PANKE, T.; PAULUS, S.; TODE, C.; WAGNER, J. (2014): **Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Projekt Nr. 57/12 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin.**

[3] BAUR, F.; NOLL, F.; WERN, B.; VOGLER, C.; WEILER, K.; ARNOLD, K.; CARPANTIER, R.; PIETZNER, K.; SAMADI, S.; WANE, S.; HIEBEL, M.; DRESEN, B.; NÜHLEN, J. (2015): **Nachhaltige Integration von Bioenergiesystemen im Kontext der kommunalen Entscheidungsfindung. Abschlussbericht. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, Saarbrücken, Wuppertal, Oberhausen: IZES gGmbH, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik.**

[4] WERN, B.; LENZ, V.; SPERBER, E.; SAADAT, A.; SCHMIDT, D.; ENGELMANN, P.; HERING, D.; XHONNEUX, A.; GIOVANETTI, F.; SCHMIDT, F.; JORDAN, M.; STRUNZ, S.; EBERT, H.-P. (2020): **Wärmebereitstellung in Privathaushalten – Lösungen für eine CO₂-freie Energiebereitstellung. In: Energy Research for Future – Forschung für die Herausforderungen der Energiewende. Beiträge zur FVEE Jahrestagung 2019, ForschungsVerbund Erneuerbare Energien.**

[5] MAIER, M. (2016): **Die kommunale Wärmeplanung. Ein wichtiger Treiber der Wärmewende. Renew's Spezial, Nr. 79, November 2016, Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e.V.**

[6] ERHORN-KLUTTIG, H.; VENJAKOB, J.; WERN, B.; BINDER, J.; SPERBER, E.; STRYI-HIPP, G.; LENZ, V. (2015): **Wärmewende im Quartier. In: Forschung für die Energiewende. Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2015, ForschungsVerbund Erneuerbare Energien.**

[7] NOLL, F.; BECKER, D.; LUDWIG, D.; POLLMÜLLER, F.; ORTIZ, A. (2020): **Ergebnisse aus dem EnEff:Wärme-Verbundvorhaben DynamiKol, FKZ 03ET1620. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Saarbrücken, Hannover: IZES gGmbH, IP SYSCON GmbH, bislang unveröffentlicht.**

Referenzen

Florian Noll¹
(Hauptautor*in),
Dr. Dorothea Ludwig²

0681 844 972 48
noll@izes.de

¹ IZES gGmbH,
Altenkesseler Str. 17A,
66115 Saarbrücken,
Deutschland

² IP SYSCON GmbH

Keywords

Wärmeplanung,
Instrumentenentwicklung,
Wärmekataster,
Kollaboration,
dynamisch

Poster

Björn Ohlsen, Volker Stockinger, Julia Jürgensen, Thorsten Bock

AUSSTELLUNG

Verbundvorhaben ErdEis II



Technologien kombinieren

Hintergrund

Das Verbundvorhaben Erdeisspeicher und oberflächennahe Geothermie (ErdEis II, Förderkennzeichen O3ET1634A-E) wurde vom Projektträger Jülich (PTJ) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zum 01. März 2019 bewilligt und für drei Jahre mit den beantragten Fördergeldern ausgestattet. Das Vorhaben wird von den Schleswiger Stadtwerken in Zusammenarbeit mit der Energie PLUS Concept GmbH und den Forschungspartnern RWTH Aachen, TU Dresden und FAU Erlangen bearbeitet.

Das Ziel des Anschlussvorhaben ErdEis II besteht darin, mit der Realisierung eines neuartigen Erdeisspeichers in einem Pilotvorhaben die wirtschaftliche und technische Umsetzbarkeit dieser Technologie zu beweisen und somit einen Beitrag zur emissionsfreien, regenerativen Wärmeversorgung in Deutschland zu leisten.

Die sogenannten Erdeisspeicher sind in mehreren Lagen übereinander in das Erdreich eingebrachte Erdkollektoren, die als Wärmequelle für ein Kaltes Nahwärmenetz dienen. Das Besondere an ihnen ist die niedrige Temperatur in den Rohrleitungen des Erdwärmekollektors, durch die das umgebende Erdreich kontrolliert eingefroren wird. Während des Phasenwechsels wird von dem im Erdreich vorhandenen und in den Kapillaren gebundenen Wasser eine große Energiemenge bereitgestellt. Der Erdeisspeicher kann dadurch kleiner und somit wirtschaftlicher dimensioniert werden als herkömmliche Erdkollektoren. Durch den geringeren Flächenbedarf könnten Erdeisspeicher auch an Standorten wie im innerstädtischen Raum eingesetzt werden, die sonst keine ausreichende Versorgung mit oberflächennaher Geothermie ermöglichen. Ein großer Vorteil ist die Möglichkeit, Wärme und Kälte saisonal zu verschieben. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus kann dieser das ganze Jahr über als passive Kältequelle genutzt werden. Die in diesem Jahr umgesetzten Erdeisspeicher in ErdEis II dienen als Wärme- und Kältequelle für Wärmepumpen zur Versorgung der Gebäude in einem Neubauquartier in Schleswig. In dem Quartier entstehen auf etwa 50 Grundstücken Einfamilien- und Reihenhäuser sowie eine neue Feuerwache, die ebenfalls versorgt wird.

Forschungsschwerpunkte

Der Forschungsschwerpunkt liegt auf der großtechnischen Umsetzung eines Erdeisspeichers zur Wärme- und Kälteversorgung eines Quartiers in zwei Varianten, um unterschiedlichste Einsatzszenarien untersuchen zu können. Zusätzlich werden einlagige Großflächenkollektoranlagen verbaut, mit denen die Erdeisspeicher ebenfalls verglichen werden können. Hier spielt auch die Verteilung der Wärme/Kälte mit Hilfe eines Kalten Nahwärmenetzes aufgrund der komplexen hydraulischen Einbindung verschiedenster Quellen und Senken eine entscheidende Rolle.

Das im Rahmen des Forschungsvorhabens zu entwickelnde Werkzeug zur Planung und Auslegung des Erdeisspeichers ermöglicht die Übertragung der Ergebnisse auf andere Bauvorhaben und somit ein hohes Multiplikationspotential.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Um die Betriebsweise der Erdeisspeicher und der einlagigen Großkollektoranlagen vollumfänglich erfassen zu können, wird ein geothermisches Messfeld im Erdreich implementiert. Dies ermöglicht den Vergleich des Erdeisspeichers mit Geothermiefeldern aus anderen Forschungsprojekten. Zudem wird das Kalte Nahwärmenetz aufgrund der komplexen Hydraulik als erstes Kaltes Hybridnetz Deutschlands konzipiert. Unter einem Hybridnetz versteht sich in diesem Zusammenhang eine Kombination aus aktivem und passivem Netz. In Zeiten maximaler Wär-

meanforderung und damit verbunden max. Volumenstrom im System werden die Quellenpumpen in den einzelnen Wärmepumpen zur Überwindung des zu hohen Druckverlustes durch eine zentrale Umwälzpumpe unterstützt. In Zeiten geringerer Auslastung und somit reduziertem Volumenstrom/Druckverlust kann auf den Betrieb der zentralen Umwälzpumpe verzichtet werden (passiver Betrieb des Netzes).

- Allgemeine Projektvorstellung und Erläuterung des Erdeisspeichers
- Vorstellung des Hydraulikkonzepts des Hybridnetzes

ZEH, R.; OHLSEN, B.; STOCKINGER, V. (2019): Kalte Nahwärmenetze und oberflächennaheste Geothermie im urbanen Raum. In: bbr 09-2019 (34), pp. 52-56.

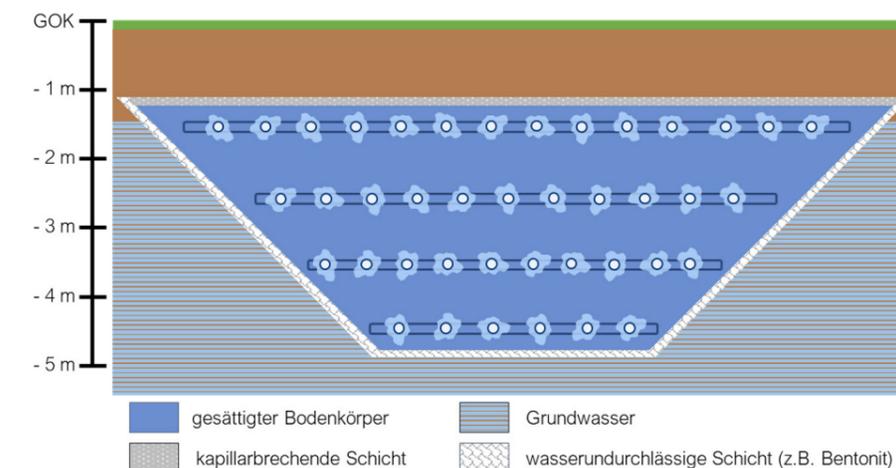


Abb. 1:
Konzept Erdeisspeicher
(Quelle: Energie PLUS Concept GmbH)

Ergebnisse

Referenzen

Keywords

Erdeisspeicher,
oberflächennaheste Geothermie,
Quartiere,
Kalte Nahwärme,
Sektorkopplung,
Saisonaler Wärme- und Kältespeicher,
Hybrid-System

Björn Ohlsen¹ (Hauptautor*in),
Prof. Dr.-Ing. Volker Stockinger^{1,2},
Julia Jürgensen³, Thorsten Bock³

b.ohlsen@energie-plus-concept.de
0911-235544-07

¹Energie PLUS Concept GmbH
Blumenstraße 1, 90402 Nürnberg

²Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

³Schleswiger Stadtwerke GmbH
ein Partner der Stadtwerke SH
GmbH & Co. KG
04621-801-482

j.juergensen@stadtwerke-sh.de
t.bock@stadtwerke-sh.de
Werkstraße 1, 24837 Schleswig

Poster

Manfred Sauf

AUSSTELLUNG

Herstellung eines regionalen Qualitätsbiobrennstoffs

Hintergrund

Ab dem Jahr 2050, so das erklärte Ziel der deutschen Bundesregierung, soll auch der Gebäudesektor klimaneutral mit Wärme versorgt werden. Ein Baustein in der Dekarbonisierungsstrategie kann dabei die thermische Nutzung nicht-holzartiger, biogener Rest- und Abfallstoffe sein. Diese Materialien fallen jährlich in erheblichen Mengen an und können dazu beitragen, kosteneffizient fossile Energieträger zu ersetzen und Treibhausgase zu senken. Es gibt allerdings technische und qualitative Ursachen dafür, warum diese Stoffe bisher vergleichsweise in geringem Umfang energetisch genutzt wurden, obwohl der Heizwert in der Regel nur geringfügig unter dem von Holz liegt. Bei der Verbrennung unbehandelten Materials können Probleme auftreten, insbesondere eine vermehrte Asche-, Korrosions- und Emissionsbildung.

Die in Kiel ansässige Firma Bi.En GmbH & Co. KG hat ein zweistufiges Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffs aus Halmgut entwickelt, das entscheidende Vorteile gegenüber dem Einsatz naturbelassener Materialien aufweist: Die Qualität des Brennstoffs hinsichtlich seines Gehalts an verbrennungs- und korrosionsrelevanten chemischen Inhaltsstoffen wird mit dem Wasch- und Konditionierungsprozess nachweislich verbessert. Es kann ein Brennstoff hergestellt werden, der die Anforderungen an biogene Festbrennstoffe, nicht-holzartige Pellets DIN EN ISO 17225-6 erfüllt.

Der Biobrennstoff (BtE®-Pellets) kann wiederum genutzt werden, um die Potentiale biogener Rest- und Abfallstoffe in einer Region zu erschließen und diese in Regionalkonzepten zur Wärmeversorgung einzusetzen. Der klimaneutrale Biobrennstoff wird in räumlicher Nähe zur Herstellung verwendet, zum Beispiel in Heizwerken von Wärmenetzen für Quartiere oder direkt zur Wärmeversorgung in Gebäuden.

Maßnahmen
Forschung und
Entwicklung

Die Firma Bi.En betreibt seit 2014 eine Versuchs- und Demonstrationsanlage auf dem Gelände der Abfallwirtschaft Rendsburg-Eckernförde GmbH in Schleswig-Holstein. Hier werden Anlagenkomponenten und Technologien für den BtE®-Prozess, wie zum Beispiel die Zerkleinerung, Entwässerung, Separierung und Trocknung biogener Materialien, kontinuierlich verbessert und weiterentwickelt. Dafür führt Bi.En unter anderem in Zusammenarbeit mit einer Universität Labor- und Feldtests mit den Zielen durch, die Rohstoffpalette zu erweitern und kritische Pflanzeninhaltsstoffe (vor allem Asche, Chlor, Stickstoff und Schwefel) in den Substraten zuverlässig zu reduzieren. So kann die Qualität der Pellets hinsichtlich ihrer emissionsarmen Verbrennung für verschiedenste Einsatzstoffe optimiert werden. Damit ist ein störungsfreier Betrieb der Heiz-



Technologien kombinieren

kessel möglich und die gesetzlichen Grenzwerte zum Ausstoß von umwelt- und klimarelevanten Schadstoffen im Rauchgas werden leichter erfüllt. Als Ausgangsmaterial findet Gras- und Grünschnitt, krautiger Wiesenschnitt oder Laub von kommunalen oder privaten Park- und Grünflächen, aber auch Material, welches bei der Landschaftspflege und der Pflege von Naturschutzflächen anfällt und einen Trockenmassegehalt unter 60 Prozent aufweist, Verwendung. Es besteht ein großes Potential diese Grüngutabfälle, welche vor allem von Abfallwirtschaftsunternehmen bereitgestellt werden, zukünftig in größerem Umfang als Brennstoff in der Wärmeerzeugung zu nutzen. Denkbar ist aber auch die Anwendung der Pellets als Vorprodukt in der Papierherstellung oder zur Gewinnung von Lignin und Cellulose.

Die kleinste Einheit einer BtE®-Anlage verarbeitet pro Jahr 10.000 Tonnen Frischmasse (ca. 3.000 Tonnen Trockenmasse) zu 2.500 Tonnen BtE®-Pellets mit einem Heizwert von circa 11 GWh. Der Brennstoff ist gut transport- und lagerfähig, soll aber nach Möglichkeit regional zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden, um Transportwege kurz zu halten. Mit dem Output einer BtE®3000-Anlage können zum Beispiel Nahwärmenetze sowie größere Wärmeabnehmer ganzjährig mit Heizenergie versorgt werden. Das BtE®-Verfahren ermöglicht die Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe in kleineren und mittleren Heizzentralen mit handelsüblicher Kesseltechnik.

Vorteile der BtE®-Pellets als Brennstoff:

- Erneuerbarer und CO₂-neutraler Festbrennstoff in DIN-Qualität
- Werthaltiges Produkt aus biogenen Rest- und Abfallstoffen
- Hohe Energiedichte zur Speicherung und bedarfsgerechter Einsatz in der Wärmeversorgung
- Einsatz in marktgängigen Heizkesseln
- Schonung der Ressourcen durch eine hohe Konversionseffizienz und Energieausbeute
- Verwertung biogener Ressourcen mit kurzen Wachstumsphasen (Kohlenstoffzyklus)

Regionalkonzept zur
Wärmeversorgung

Abb. 1 (links):
Wasch- und Konditionierungsstrecke
der Versuchs- und Demonstrationsanlage
der Firma Bi.En (Foto: Bi.En)

Abb. 2 (rechts):
BtE®-Pellets der Firma Bi.En aus
Landschaftspflegegras (Foto: Bi.En)

Dipl.-Ing. Manfred Sauf

info@bi-en.eu
0431 38960-206

Bi.En GmbH & Co. KG
(Bereichsleiter Bioenergie)
Sell Speicher, Wall 55
24103 Kiel

Poster

Marion Schomaker, Tobias Weide, Christof Wetter, Elmar Brüggling

AUSSTELLUNG

Vorbehandlung von Reststoffen für den Einsatz in Biogasanlagen

Hintergrund

Aufgrund der zeitlich begrenzten Förderung des Erneuerbare Energie Gesetzes (EEG) stehen viele Biogasanlagenbetreiber aktuell vor der Frage, wie sie ihre Anlage zukunftsfähig aufstellen und die Wirtschaftlichkeit der Anlage steigern können. Dabei spielt auch die Erweiterung des Substratmixes und die Einhaltung von Grenzwerten, in Bezug auf die eingesetzten Getreide- und Maismengen als Substrat, eine wichtige Rolle. Der vermehrte Einsatz von Reststoffen ist für beides eine Lösung. Reststoffe im Sinne von landwirtschaftlichen Nebenprodukten, sind oftmals günstige Substrate allerdings ohne Vorbehandlung nur schwer vergärbar. Daher bedarf es geeigneter Vorbehandlungsmethoden, die zum einen die Effektivität der Vergärung steigern und zugleich aus ökonomischer und ökologischer Sicht überzeugen.

Forschungsschwerpunkte

Die Entwicklung regionaler Vorbehandlungskonzepte zur nachhaltigen Reststoffnutzung in Biogasanlagen ist das Ziel des Projektes »BioReSt - Regionale Vorbehandlungskonzepte zur nachhaltigen Reststoffnutzung in Biogasanlagen«. Ausgehend von der Fragestellung wie und für welche Anwendungen die begrenzt verfügbaren biogenen Energieträger optimal eingesetzt werden können, zielt das Projekt darauf ab, die Potentiale von Rest- und Abfallstoffen zur Biogasproduktion effizienter zu nutzen. Mit Hilfe des Projektes sollen eine Erweiterung des Substrateinsatzspektrums für Bioenergieanlagen und die Steigerung der Ressourceneffizienz durch Verbesserung der Aufbereitungstechnologie erreicht werden. Anschließend an die Weiterentwicklung der Aufbereitungstechnologie erfolgt durch die enge Zusammenarbeit mit dem Wirtschaftspartner die Neu- und Weiterentwicklung von tragfähigen Geschäftsmodellen. Somit adressieren die Projektaktivitäten das strategische Ziel, die Systemdienlichkeit und die Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen zu verbessern.

Konkrete Aktivitäten

Die Recherche von Reststoffschwerpunkte zeigt deutlich regionale Unterschiede des Reststoffaufkommens. Zusätzlich wurden zu Beginn des Projektes eine umfassende Recherche verschiedener Vorbehandlungsmethoden durchgeführt. Auf diesen Erkenntnissen fußt der Versuchsplan für die Untersuchung der Vorbehandlung im Labormaßstab. Der Vergleich verschiedener Vorbehandlungskombinationen führt zur Methodenoptimierung. Das Ergebnis wird in den kontinuierlichen Maßstab transferiert mit dem Ziel Praxisversuche durchzuführen und somit insbesondere mit dem Projektpartner Agravis Raiffeisen AG (als eines der größten Unternehmen des Agrarhandels in Norddeutschland) Konzepte und Empfehlungen direkt in die Praxis zu überführen.

Ergebnisse

- Vergleich von verschiedenen Vorbehandlungsmethoden insbesondere auch deren Kombination mit dem Ziel der effizienten Vergärung von lignocellulosehaltigen Reststoffen im Labormaßstab
- Optimierung der Vorbehandlungskombinationen und Transfer in den kontinuierlichen Maßstab
- Erstellung substratspezifischer Vorbehandlungskonzepte unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und regionaler Aspekte
- Überblick der technischen Voraussetzung zur Anwendung des Vorbehandlungskonzeptes
- Wissenstransfer durch Veröffentlichungen und praktischer Umsetzung, so dass Anwender über die Erkenntnisse informiert werden und diese anwenden können



Technologien kombinieren

BAUMKÖTTER, D. (2019): Vorbehandlung lignocellulosehaltiger Substrate zur Steigerung des Biogasertrages. Dissertation. Universität Hohenheim.

<https://www.energetische-biomassennutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/biorest-625/>

Gefördert wird das Projekt durch die Bundesrepublik Deutschland
Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Referenzen

Weitere Informationen

Keywords

Bioenergie,
Prozessoptimierung,
Lignocellulose,
landwirtschaftliche Nebenprodukte

Marion Schomaker (Hauptautor*in),
Tobias Weide, Christof Wetter,
Elmar Brüggling

marion.schomaker@fh-muenster.de
02551/962565

FH Münster
Fachbereich Energie-Gebäude-Umwelt
Labor für Umwelt- und Abwassertechnik
Stegerwaldstraße 39,
48565 Steinfurt

Poster

Bettina Steiniger, Christian Hubert, Christian Schaum

AUSSTELLUNG

Flexible Speicherung von Wärme in Faulbehältern – steht der Wärmespeicher bereits auf Abwasserbehandlungsanlagen?

Hintergrund

Faulbehälter sind ein wesentlicher Bestandteil der Wärmeinfrastruktur auf kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen, da diese einerseits aufgrund der Temperierung der Faulbehälter, typischerweise auf 37 °C, als Wärmeverbraucher sowie andererseits durch die Verbrennung des methanhaltigen Faulgases in KWK-Anlagen indirekt als Wärmeerzeuger agieren. Grundsätzlich steht auf Kläranlagen ausreichend Wärme für die Deckung des jährlichen Wärmebedarfs zur Verfügung, jahreszeitlich bedingt wechseln sich jedoch Phasen mit Wärmeüberschüssen und -defiziten ab. Mit Faulbehältern existiert auf größeren Kläranlagen bereits ein Speichervolumen, das primär für die Stabilisierung der bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlämme dient. Zukünftig können Faulbehälter mit der Variation der Faulraumtemperatur einen wesentlichen Beitrag zur vollenergetischen Nutzung des Faulgases auf der Abwasserbehandlungsanlage leisten.

Die flexible Anpassung der Faulraumtemperatur ist jedoch in einem branchenspezifischen Regelwerk auf wöchentliche Temperaturänderungen kleiner als 2K sowie auf ein Temperaturmaximum von 42 °C limitiert (DWA-M 368, 2014). Letztlich gilt es insbesondere die Aktivität der beim anaeroben Abbau beteiligten Mikroorganismen und damit einhergehend die Produktion des methanhaltigen Faulgases aufrechtzuerhalten.

Ziel der durchgeführten Untersuchungen ist die Fragestellung, in welchem Umfang die Faulung als Wärmespeicher durch die flexible Anpassung der Faulraumtemperatur genutzt werden kann sowie mit welchen Auswirkungen durch diesen Betrieb zu rechnen ist.

Forschungsschwerpunkte

Die Ergebnisse entstammen aus Forschungsarbeiten an der Professur für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität der Bundeswehr München in den Schwerpunktbereichen »Zukünftige Klärschlammbehandlung, Co-Vergärung, Energiedienstleistung, Phosphorrückgewinnung« sowie »Klima- und Ressourcenschutz, Nutzung der im (Ab-)Wasser enthaltenen Ressourcen: Wasser, Energie, Phosphor, Metalle etc.«.

Konkrete Aktivitäten

Zur Evaluierung der Performance des anaeroben Abbaus bei Temperaturänderungen in Faulungen von 33 bis 53 °C wurden die Betriebsdaten zweier großtechnischer Abwasserbehandlungsanlagen mit 50.000 und 95.000 Einwohnerwerten umfänglich ausgewertet, vgl. auch Hubert et al. (2019).

In Ergänzung zu den großtechnischen Untersuchungen wurden weiterführende Versuche mit labor- und halbtechnischen Versuchsanlagen durchgeführt. Fokus der Versuche lag auf der Beschreibung des Abbauverhaltens bei den Temperaturen 37, 43, 47 und 53 °C. Im Wesentlichen wurden die Methanproduktion und -ausbeute, die Prozessstabilität und darüber hinaus auch die qualitative Bestimmung der Entwässerbarkeit des zu entsorgenden Faulschlammes sowie die Zusammensetzung des dabei anfallenden Prozesswassers analysiert. Basierend auf diesen Auswertungen wurden vereinfachte Wärmebilanzen für Modellabwasserbehandlungsanlagen nach Empfehlungen des MULNV (2018) ausgearbeitet. Wesentliche Einflussgröße ist hierbei die erzielbare Methanausbeute aus den Erkenntnissen aus der Großtechnik und den labor- und halbtechnischen Versuchen. Anhand dieser Aufstellungen wurden die Auswirkungen der ganzheitlichen Verwendung der thermischen Energie im Vergleich zum konventionellen Betrieb der Faulung mit einem konstanten, mesophilen Temperaturniveau abgeschätzt.



Technologien kombinieren

- Die vollenergetische Nutzung des Faulgases durch die Variation der Faulraumtemperatur im Bereich zwischen 33 bis 53 °C wird bereits auf zwei großtechnischen Abwasserbehandlungsanlagen erfolgreich betrieben. Unter Einhaltung der in den Regelwerken empfohlenen Temperaturänderungen ist ein stabiler Betrieb der Faulung auch bei Temperaturen höher als 42 °C möglich.
- Die durchgeführten Entwässerungsversuche im Labormaßstab zeigen ambivalente Tendenzen. Mit steigender Temperatur verlängert sich zwar die kapillare Fließzeit (CST-Test). Weitere Untersuchungen mit dem Zentrifugentest hingegen zeigen keine Verschlechterung der Entwässerbarkeit. Prinzipiell ist jedoch davon auszugehen, dass sich mit steigender Temperatur des Faulschlammes die Entwässerbarkeit verbessert. Für eine belastbare Aussage über den Einfluss auf die Entwässerbarkeit sind weitere Untersuchungen geplant.
- In den labor- und halbtechnischen Versuchen zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Faulraumtemperatur und Konzentration von Ammonium im Faulschlamm. Für die großtechnischen Untersuchungen ließ sich diese Tendenz jedoch nicht nachweisen, sodass hier weitere Untersuchungen geplant sind.
- Die aufgeführten Wärmebilanzen verdeutlichen den Zusammenhang zwischen Wärmebedarf und Wärmebereitstellung im Jahresverlauf insbesondere im Vergleich zum Betrieb bei konstanten, mesophilen Temperaturen. Der Wärmebedarf wird maßgeblich durch die Schlamm-aufheizung bestimmt, welcher sich entsprechend mit steigender Faulraumtemperatur erhöht. Gleichwohl können durch die Betriebsweise der Faulung als Wärmespeicher fossile Energieträger zur externen Beheizung der Faulbehälter eingespart werden.

Ergebnisse

WA-M 368 (2014): Biologische Stabilisierung von Klärschlamm. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA). Merkblatt DWA-M 368, Hennef.

HUBERT, C.; STEINIGER, B.; SCHAUM, C.; MICHEL, M.; SPALLEK, M. (2019): Variation of the digester temperature in the annual cycle - using the digester as heat storage. In: Water Practice and Technology. 14(2). pp. 471-481.

MULNV (2018): Energie in Abwasseranlagen: Handbuch NRW. Vollständiger überarbeitete Version Nr. 2. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV). Düsseldorf.

BAUMKÖTTER, D. (2019): Vorbehandlung lignocellulosehaltiger Substrate zur Steigerung des Biogasertrages. Dissertation. Universität Hohenheim.

Referenzen

Bettina Steiniger (Hauptautor*in),
Christian Hubert, Christian Schaum

bettina.steiniger@unibw.de
+49 89-6004 2474

Universität der Bundeswehr München,
Institut für Wasserwesen
www.unibw.de/wasserwesen/swa
Werner-Heisenberg-Weg 39,
85577 Neubiberg

Keywords

Wärmespeicher,
Flexibilisierung,
anaerober Abbau,
Klärschlammbehandlung

Poster

Alexander Studniorz, Daniel Wolf, Stefan Brandt, Martin Kriegel, George Tsatsaronis, Nadir Abdessemed

AUSSTELLUNG

FlexEhome – das netzdienliche Solarhaus mit thermischer und elektrischer Vollversorgung

Hintergrund

Immer mehr Wohngebäude in Deutschland sind mit Photovoltaik-Anlagen ausgestattet, die Strom zum Eigenverbrauch und zur Netzeinspeisung generieren. Einige dieser Gebäude speisen in der Jahresbilanz mehr Photovoltaik-Strom in das öffentliche Netz ein, als zur Eigenversorgung benötigt wird, wofür sich der Begriff Energieeffizienzhaus Plus (Plusenergiegebäude, Plusenergiehaus) etabliert hat. Doch wird durch diese rein bilanzielle Betrachtung außer Acht gelassen, dass die zentrale Herausforderung der Erneuerbare Energien – die saisonale Speicherung – nicht gelöst, sondern lediglich an das Stromnetz ausgelagert wird. Das Stromnetz verliert durch diese starre Erzeugerstruktur an Flexibilität, die zur Integration eines hohen Anteils volatiler Erneuerbarer Energien jedoch zwingend erforderlich ist. Daher wird neben der rein bilanziellen, eine zeitlich aufgelöste Betrachtung und Beeinflussung des Strombezugs- und -einspeiseprofil immer wichtiger.

Ziel des Projekts ist es ein Konzept zu erarbeiten und umzusetzen wie Wohngebäude mit Photovoltaikanlagen durch die Fähigkeit einer saisonalen Energiespeicherung vor Ort hochgradig netzdienlich werden können. Die Flexibilitätspotenziale, die dem übergeordneten Verteilnetz bereitgestellt werden können, sollen analysiert und quantifiziert werden.

Konkrete Aktivitäten
Maßnahmen

Zur Zielerreichung wird innerhalb des Forschungsprojekts FlexEhome im Sinne eines Leuchtturmvorhabens ein Einfamilienhaus entwickelt, baulich errichtet und vermessen, welches seinen Bedarf an Strom, Heizwärme und zur Brauchwassererwärmung zu jedem Zeitpunkt des Jahres selbstständig aus lokal genutzten Erneuerbaren Energien decken kann.

Ausgangspunkt hierfür ist ein kommerziell erhältliches System zur elektrischen Selbstversorgung von Eigenheimen, welches einen geschlossenen Wasserstoffkreislauf, bestehend aus Brennstoffzelle, Elektrolyseur und Wasserstoffspeicher, beinhaltet.

Innerhalb der ersten Projektphase werden mehrere Versorgungssystemvarianten zur Ausweitung der Selbstversorgung auf den thermischen Bereich simulativ untersucht. In der zweiten Projektphase wird das vielversprechendste Versorgungssystem real umgesetzt und vermessen. Weiterhin steht die integrierte, modellpraktische Regelung der gesamten Versorgungsstruktur mithilfe verschiedener Regelungsstrategien unter Einbeziehung von Netzsignalen im Entwicklungsfokus.

Ergebnisse

- Konzeptioneller Nachweis der energetischen Vollversorgung
- Nachweis der energetischen Vollversorgung am real errichteten Gebäude
- Analyse und Quantifizierung des Flexibilitätspotenzials
- Übertragbarkeit des Konzepts auf jeden Standort in Deutschland

Referenzen

[1] **BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT NATURSCHUTZ BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2016): »Wege zum Effizienzhaus Plus - Grundlagen und Beispiele für energieerzeugende Gebäude«.** https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/effizienzhaus-plus.pdf?__blob=publicationFile&v=6.

[2] **KALZ, D.; KLEIN, K. (2018): Netzdienliche Gebäude und Quartiere. In: Bine Themeninfo, S. 1-24, URL: http://www.bine.info/fileadmin/content/Presse/Themeninfos/Themen_0118/themen_0118_internetx_neu.pdf.**



Technologien kombinieren

[3] **KLEIN, K. ; KALZ, D.; HERKEL, S. (2014): Analyse und Vergleich netzbasierter Referenzgrößen und Definition einer Bewertungskennzahl. Bauphysik, Bd. 36, Nr. 2, S. 49-58.** <https://doi.org/10.1002/bapi.201410019>.

[4] **LANGHAUSEN, T.; SINSS, M. (2012): »Endbericht des Modellvorhabens Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität - Nutzung des Stromspeichersystems zur Stabilisierung des Stromnetzes Energiewirtschaftlichen Optimierung des Betriebes von Plusenergiehäusern durch Vernetzung zu einem virtuellen Kraftwerk«, Bingen.** https://www.forschungsinitiative.de/fileadmin/user_upload/Forschung/Effizienzhaus_Plus/Forschung/Begleitforschung_EP-mE/08_Endbericht_TSB_EnergiehausPlus_20140130.pdf.

[5] **RAZMARA, M.; MAASOUMY, M.; SHAHBAKHTI, M.; ROBINETT, R. D. (2015): Exergy-Based Model Predictive Control for Building HVAC Systems. American Control Conference (ACC), Chicago, IL, 2015, pp. 1677-1682.** <https://ieeexplore.ieee.org/document/7170974>.

[6] **SAYADI, S.; TSATSARONIS, G. (2018): EnOB/EnBop: Exergiebasierte Regelungsstrategien für die Heiz- und Raumluftechnik. Teilprojekt: Anwendung exergiebasierter Methoden zur Optimierung der Energiebereitstellung, Schlussbericht.** <https://doi.org/10.2314/GBV:1031235248>.

[7] **WINTER, S. (2018): Diskussionspapier Netzbetrieb 2.0. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin. URL: <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/diskussionspapier-netzbetrieb-20>.**

Alexander Studniorz, M.Sc.¹
(Hauptautor*in), Dr.-Ing. Daniel Wolf²,
Dr.-Ing. Stefan Brandt³,
Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel³,
Prof. Dr.-Ing. George Tsatsaronis⁴,
Nadir Abdessemed (Ph.D.)⁴

alex.studniorz@tu-berlin.de
030 314 23942

¹ Technische Universität Berlin,
Marchstraße 18, 10857 Berlin

² HPS Home Power Solutions GmbH,
Carl-Scheele-Straße 16, 12489 Berlin

³ Technische Universität Berlin,
Marchstraße 4, 10857 Berlin

⁴ Transsolar Energietechnik GmbH,
Curiestraße 2, 70563 Stuttgart

Keywords

Netzdienlichkeit, Wasserstoff-KWK,
saisonale Energiespeicher,
Modellprädiktive Regelung,
lokal genutzte Erneuerbare Energien

Poster

AUSSTELLUNG

Thomas Schliermann, André Herrmann, Ingo Hartmann, Wolfgang Wiest, Jörg Ho, Frederik Köster, Georg Zimmermann

Einsatz von aschereichen Reststoffen in einem Vergaser-BHKW

Innovative und flexible Lösungen der Energieversorgung in Quartieren, Betrieben und Gebäuden stellen ein wichtiges Forschungs- und Entwicklungsfeld dar. Relevante Lösungen für die Zukunft sollten Ressourcen schonend und in Bezug auf der Emission von Klimagasen möglichst neutral sein. Vielversprechende Technologieansätze sind hier im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung bei Einsatz von biogenen Brennstoffen zu finden. Bereits stärker etabliert sind hierbei KWK-Anlagen, die mit Holz betrieben werden. Um jedoch die Flexibilisierung deutlich zu erhöhen und außerdem ein bisher unzureichend genutztes Potential zu heben, ist der Einsatz von in großen Mengen anfallenden Agrarreststoffen wie z.B. Gärresten oder Reisspelzen ein zukunftsweisendes Anwendungsfeld. Beim Einsatz solcher Reststoffe in thermo-chemischen Konversionsanlagen ist zu beachten, dass technische Lösungen - bedingt durch den im Vergleich zu Holz - teilweise stark erhöhten Ascheanteil deutlich komplexere Anforderungen an die anzuwendende Technik und das Gesamtverfahren stellen. Fragestellungen wie z.B. Ascheerweichung, Verschlackung, Auskristallisation der Aschen oder erhöhte Emissionen müssen berücksichtigt werden. Andererseits kann im Idealfall bei entsprechenden Eigenschaften eine Aschenutzung als Wertstoff erfolgen. Dies ist z.B. bei Agrarreststoffen wie Reisspelzen mit hohem Silicium-Gehalt in Form von amorphem biogenem Silika möglich.

Für Holzhackschnitzel hat die Firma LiPRO Energy GmbH eine effiziente Holzvergaser-BHKW-Anlage auf den Markt gebracht. Im Projekt GASASH wird die Entwicklung einer brennstoff-flexiblen Vergaser-Anlage mit angeschlossenem BHKW für alternative Brennstoffe mit hohem Aschegehalt entwickelt. Die Entwicklung dieser Anlage umfasst alle Aspekte des Gesamtverfahrens. Aufgrund der hohen Ascheanteile der Reststoffe ist ein zentrales Ziel, die Anlage bezüglich der Konversionstemperaturen flexibel betreiben zu können - insbesondere für den jeweiligen Brennstoff charakteristische Temperaturen nicht zu überschreiten. Um diesen temperatur-flexiblen Betrieb zu ermöglichen, muss die Betriebsweise des Vergasers und Teile der Anlagenteile entsprechend ausgelegt und andere Konzepte als bei Betrieb mit Holz umgesetzt werden.

Im Beitrag sollen die Ergebnisse hinsichtlich der entwickelten Anlage und Betriebsweisen vorgestellt werden. Es werden Ergebnisse zum Vergaserkonzept, der Produktgasqualität, Eigenschaften der erhaltenen Aschen bzw. Koks also auch den BHKW-Emissionen und Maßnahmen zur Emissionsminderung berichtet.

Thomas Schliermann¹ (Hauptautor*in),
André Herrmann¹, Ingo Hartmann¹,
Wolfgang Wiest², Jörg Ho²,
Frederik Köster³, Georg Zimmermann³

thomas.schliermann@dbfz.de

¹ DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum gGmbH,
Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig,

² Fachhochschule Südwestfalen
Standort Meschede, Ingenieur- und
Wirtschaftswissenschaften
Jahnstraße 23,
59872 Meschede

³ LiPRO Energy GmbH & Co. KG,
Schottweg 31,
27798 Hude (Oldenburg)

Keywords

Vergasung,
Agrarreststoffe,
Aschenutzung, BHKW,
Emissionsminderung

Poster

AUSSTELLUNG

Yizhuo Zhang, Tanja Osterhage, Sarah Henn, Tobias Beckhölter, Tobias Blacha, Dirk Müller, Christian Behm, Jérôme Frisch

SmartQuart - Blaupause für eine dezentrale Energie- und Wärmewende auf Quartiersebene

Für eine erfolgreiche Energiewende hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, den Anteil von Erneuerbaren Energien (EE) bis 2030 auf 65 % zu erhöhen. In den Verteilnetzen sind über 95 % der EE-Anlagen angeschlossen. Damit sind Quartiere maßgeblicher Treiber der Energiewende. Die Energie-, Verkehrs- und Wärmewende im Quartiersmaßstab umzusetzen und Quartiere zu 100 % mit EE zu versorgen, ist heute bereits technisch möglich. Diese nachhaltigen Lösungen zur Begegnung des Klimawandels müssen sich jedoch gesamtsystemisch mit der Komplexität der Energieinfrastrukturen verschiedener Quartierstypologien befassen.

Im Rahmen des Beitrags werden wichtige Basisdaten, verschiedene Methoden und digitale Werkzeuge bei der Entwicklung einer modularen Blaupause für eine dezentrale Energie- und Wärmewende in Deutschland auf Quartiersebene vorgestellt. Am Beispiel von mehreren realen Quartieren wird jeweils eine Blaupause für die optimale Nutzung der grünen lokalen Quartiersenergie, für Sektorkopplung durch CO₂-freie Wasserstoffanwendungen und für skalierbare Energieversorgungskonzepte im dichten urbanen Raum erstellt.

Eines der zentralen Elemente in diesem Projekt ist die Untersuchung unter Realbedingungen. Hierfür werden drei reale Quartiere in Deutschland als Testräume für diverse technische Innovationen ausgewählt. Bei der Untersuchung werden neben den technischen Faktoren wie Energieeffizienz, Reduktion der CO₂-Emissionen und Netzdienlichkeit, auch die nicht-technischen Perspektiven wie Wirtschaftlichkeit, Bürgereinbindung und Datenschutz einbezogen.

Außerdem stehen die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit der Forschungsansätze im Mittelpunkt. Diesbezüglich werden die Quartiere so ausgewählt, dass mannigfaltige, aber auch für Deutschland repräsentative Quartiersstrukturen berücksichtigt werden. Hierbei handelt es sich um eine Neubauwohnsiedlung, ein ländliches Bestandsquartier aus Gebäuden mit gewerblicher und industrieller Nutzung und ein urbanes Gebiet mit hochverdichteter großstädtischer Struktur.

Darüber hinaus spielt die Diversität der Ansätze bei der Entwicklung einer Blaupause eine wichtige Rolle. Unter anderem geht es bei der Wohnsiedlung um eine energetisch optimierte Energieversorgung mit hohem EE-Anteil aus den Energieerzeugern vor Ort. Hierbei werden QEMS (Quartier-Energiemanagementsysteme) und intelligente Regelalgorithmen entwickelt und im Reallabor getestet. Das Ziel des ländlichen Quartiers ist die Integration des Wasserstoffes in die Energiesysteme der Sektoren Wärme, Strom, Mobilität und Industrie. Die Analyse der Rahmenbedingungen für sichere und wettbewerbsfähige Wasserstoff-Technologie auf Quartiersebene und der Einsatz von LOHC-Technologie (Liquid Organic Hydrogen Carrier) zur Wasserstoffspeicherung und -transport stehen im Fokus. Die Entwicklung von Demonstrator-Ansätzen für systemdienliche Sektorkopplung von dezentralen Anlagen (PV-Anlage, Elektrolyseur und Batterie) durch intelligente Quartierssteuerung ist einer der Schwerpunkte im urbanen Gebiet. Dazu werden Gebäude in Städten durch heterogene Nutzungen und damit verschiedene Bedarfsprofile geprägt. Die Synergie durch kompakte Betrachtung der heterogenen Gebäude bei der Auslegung von Energiesystemen werden durch neu entwickelte Indikatoren quantifiziert.

Als Ausgangsbasis für die Forschung werden IST-Analysen der Bestandsstrukturen mit verbundener Datenerhebung durchgeführt. Für Verarbeitung, Speicherung und weitere Nutzung der

Hintergrund

Forschungsschwerpunkte

Konkrete Maßnahmen

Poster

SmartQuart - Blaupause für eine dezentrale Energie- und Wärmewende auf Quartiersebene

Daten (Quartiers-, Gebäude-, Anlagentechnik-, und Nutzerdaten) wird ein Datenmanagementsystem (DMS) in einer universell verwendbaren Struktur mithilfe digitaler Methoden (z. B. BIM, CityGML, GIS) entwickelt. Um Basisdaten für die Konzeption der Energieversorgungs- und Monitoringsysteme bereitzustellen, werden Potenzial- und Risikoanalysen der anvisierten technischen Ansätze mithilfe des DMS durchgeführt. Darunter ist auch die Quantifizierung der Einsparpotenziale des Energieverbrauchs, CO₂-Emissionen und Lebenszykluskosten zu verstehen. Daneben werden die Einwirkungen von sozialen, räumlichen, rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen auf die Implementierung der Ansätze identifiziert. Für diese umfangreichen Analysen werden Simulationsmodelle (Komponenten-, Nutzer-, Gebäude-, Quartiers- und Netzmodelle) neu- sowie weiterentwickelt und in vorhandene, frei zugängliche Modellbibliotheken integriert. Schnittstellen zwischen dem DMS und den Simulationsmodellen werden erstellt. Ergebnisse aus den Simulationsmodellen bieten Ausgangsdaten in der Planungsphase. Diese können zum Beispiel thermohydraulische Netzsimulationen für die Rohrdimensionierung und dynamische Gebäudesimulationen für die Erstellung der Energiebedarfsprofile sein. Für die multikriterielle Optimierung der Quartiersenergiesysteme in der Auslegungs- und Betriebsphase werden Key Performance Indicators (KPIs) sowie die Zielfunktionen, die speziell auf den Forschungsschwerpunkten in jedem Quartier angepasst sind, definiert. Darauf basierend werden QEMS und intelligente Regelalgorithmen zur Flexibilitätsnutzung der dezentralen Anlagen entwickelt. Zur Validierung der vorher ermittelten Simulationsdaten wird für jedes Quartier ein Monitoringkonzept entwickelt. Validierte Simulationsmodelle der Energiesysteme gelten als digitale Zwillinge der realen Systeme und liefern Referenzwerte zur Evaluierung der Systemperformance. Anhand der identifizierten Performance-Gaps werden die Betriebsstrategien in einem interaktiven Prozess optimiert.

Ergebnisse

- Basisdaten für die technischen Ansätze in den Quartieren, insbesondere die Rahmenbedingungen für sichere und wettbewerbsfähige Wasserstoff-Technologie für Anwendung in ländlichen und hochverdichteten großstädtischen Gebieten
- Demonstrator vom Managementsystem der Quartiersdaten mit Schnittstellen zu verschiedenen Simulationsmodellen
- Übersicht von Simulationsmodellen mit diversen Verwendungsbereichen und Ergebnisse aus dynamischen Simulationen
- Demonstrator von KPIs für Quartiersenergiesysteme, QEMS und Betriebsstrategien für optimierte Steuerung dezentraler Anlagen auf Quartiersebene
- Demonstrator eines nutzerspezifischen Monitoringkonzeptes

Keywords

Reallabor,
grüne lokale Quartiersenergie,
wasserstoffbasiertes Microgrid,
netzdienliche Sektorkopplung,
skalierbare Energieversorgungs-
konzepte in Städten

Yizhuo Zhang (Hauptautor*in)¹,
Dr.-Ing. Tanja Osterhage¹, Sarah Henn¹,
Tobias Beckhölter¹, Tobias Blacha¹,
Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller¹, Christian Behm²,
Dr.-Ing. Jérôme Frisch²

yizhuo.zhang@eonerc.rwth-aachen.de
049 241 80 49806

¹ Lehrstuhl für Gebäude- und
Raumklimotechnik, RWTH Aachen
Mathieustraße 10,
52074 Aachen

² Lehrstuhl für Energieeffizientes
Bauen, RWTH Aachen

ePOSTER MODUL
HIER GEHT ES ZUR POSTERAUSSTELLUNG

<https://fk-bioe-ewb.smart-abstract.com/eposter/>

Impressum

- Herausgeber*in** Daniela Thrän, Diana Pfeiffer
- Kontakt** DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-554
Telefax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: diana.pfeiffer@dbfz.de
www.energetische-biomassenutzung.de
- Geschäftsführung** Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Administrativer Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. (FH) LL.M. Daniel Mayer
- Bildnachweise** Titel: Joshua Röbbisch
Grafiken und Icons: Joshua Röbbisch, weitere sind individuell ausgewiesen
- Bei jedem Beitrag sind die Autor*innen für die korrekte und rechtskonforme Verwendung ihrer Darstellungen und Bilder selbst verantwortlich.
- Layout, Satz** Joshua Röbbisch
- Förderung** Erstellt mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- ISSN (online) 2698-6809
ISBN 978-3-946629-62-7

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne die schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf anderen digitalen Datenträgern. © DBFZ 2020

Organisationsteam

Prof. Dr. Daniela Thrän

Projektleitung
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
E-Mail: Daniela.Thraen@dbfz.de
Telefon: +49 (0)341 2434 435

Diana Pfeiffer

Projektkoordination
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
E-Mail: Diana.Pfeiffer@dbfz.de
Telefon: +49 (0)341 2434 554

Anne Mesecke

Webseite & Neue Medien
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
E-Mail: Anne.Mesecke@dbfz.de
Telefon: +49 (0)341 2434 439

Bianca Stur

Presse & Informationsmaterial
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
E-Mail: Bianca.Stur@dbfz.de
Telefon: +49 (0)341 2434 582

Joshua Röbbisch

Satz & Layout & Grafiken
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
E-Mail: Joshua.Roebisch@dbfz.de
Telefon: +49 (0)341 2434 599

Lena Panning

Fachkoordinatorin
Projekträger Jülich
E-Mail: l.panning@fz-juelich.de
Telefon: +49 (0)30 20199 3132

Constanze Marambio

Fachkoordinatorin
Projekträger Jülich (ESN 3)
E-Mail: c.marambio@fz-juelich.de
Telefon: +49 (0)2461 61-2929



**FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE**



**Energetische
Biomassenutzung**

Gefördert durch



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PTJ
Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



www.bioenergie-events.de