



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. KONGRESS ENERGIEWENDEBAUEN

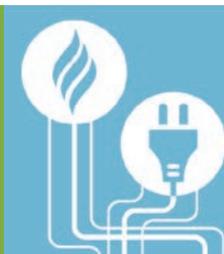
28.-29. Januar 2019 | digital - flexibel - vernetzt



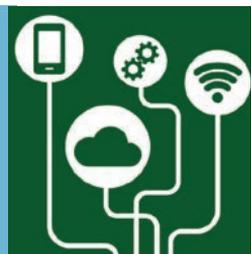
smart building



smart city



smart grid



smart technology

2. Kongress ENERGIEWENDEBAUEN

28.–29. Januar 2019 | Hauptstadtrepräsentanz der Deutschen Telekom, Berlin

Programm

Montag, 28. Januar 2019

- 10:00 Uhr Registrierung und Möglichkeit zum Ausstellungsrundgang
- 11:00 Uhr Begrüßung durch das BMWi | Thorsten Herdan
Einführung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung | Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller
- 11:30 Uhr Siemens-Innovationscampus in Berlin
Siemens AG | Vorstand Cedrik Neike
Dezentral und nachhaltig: Wie gelingt die Digitalisierung der Energiewelt?
E.ON SE | Vorstand Dr. Karsten Wildberger
Podiumsdiskussion
- 12:45 Uhr Mittagspause
- 14:15 Uhr Impulsvorträge: Digital – Flexibel – Vernetzt
TU Berlin | Prof. Dr. Tilman Santarius
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. | Dr. Christine Lemaitre
Fraunhofer FIT | Prof. Wolfgang Prinz, PhD
Podiumsdiskussion
- 15:45 Uhr Einführung in die Posterausstellung mit Wettbewerb
- 16:15 Uhr Kaffeepause
- 17:00 Uhr Session I: Smart Building
mit Podiumsdiskussion: Potentiale der Digitalisierung -
Wie können auch Nettoenergieeinsparungen realisiert werden?
(Moderation: Fraunhofer IBP | Hans Erhorn)
Energieeffizienzassistent für die dezentrale Energieerzeugung in Wohngebäuden
EZB Business School | Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus
Aktive solare Gebäudehülle zur dezentralen Energieerzeugung in Gebäuden
Fraunhofer ISE | Dr. Tilmann Kuhn
- 18:00 Uhr Ende des Kongressprogramms Tag 1
- 19:30 Uhr Empfang Abendveranstaltung
- 20:00 Uhr Begrüßung durch das BMWi | Ministerialdirigent Dr. Frank Heidrich

Dienstag, 29. Januar 2019

- 08:00 Uhr Registrierung und Möglichkeit zum Ausstellungsrundgang
- 09:00 Uhr Grußwort vom Parlamentarischen Staatssekretär für Wirtschaft und Energie
Thomas Bareiß
- 09:30 Uhr Zukunft der Energieforschung: Reallabore
(Moderation: RWTH Aachen | Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller)
Podiumsdiskussion unter BMWi Beteiligung
- 10:15 Uhr Pitches von ausgewählten Start-Ups
- 10:45 Uhr Kaffeepause
- 11:30 Uhr Session II: Smart City
mit Podiumsdiskussion: Gesamtheitliche Zielformulierung –
Was sind die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung?
(Moderation: Fraunhofer UMSICHT | Carsten Beier)
Optimierte Energieanalysen mittels 3D Simulation für urbane Energiesysteme
HFT Stuttgart | Prof. Dr. Ursula Eicker
Trinationale Kooperation zur Steigerung der Energieeffizienz auf Ebene von Städten
RWTH Aachen | Dr.-Ing. Rita Streblow
- 12:30 Uhr Mittagspause
- 14:00 Uhr Session III: Smart Grid
mit Podiumsdiskussion: Mitdenkend und selbstverwaltend –
Welche Rolle spielen systemische Ansätze für die Energiewende?
(Moderation: Fraunhofer IOSB-AST | Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider)
Wärmenetz der Zukunft – Showcase in Hamburg Wilhelmsburg,
Hamburg Energie | Peter Lorenzen
Hybrides Planungsverfahren für städtische Verteilnetze
Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH | Dr. Piet Hensel
- 15:00 Uhr Posterprämierung
- 15:30 Uhr Kaffeepause
- 16:15 Uhr Session IV: Smart Technology
mit Podiumsdiskussion: Digitaler Wandel –
Was sind die Schlüsseltechnologien der Energiewende?
(Moderation: RWTH Aachen | Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treeck)
Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme im Feldtest
TU Berlin | Stefan Petersen
Licht- und Solarmanagement mit aktiven und modellprädiktiv geregelten
Komponenten
TU Kaiserlautern | Prof. Dr.-Ing. Sabine Hoffmann
- 17:15 Uhr Verabschiedung durch das BMWi und die Wissenschaftliche Begleitforschung
- 17:30 Uhr Ende des Kongresses

Inhaltsverzeichnis

Grußwort

BMW	6
Projekträger Jülich	8
Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN	10

Keynote I

Siemens-Innovationscampus in Berlin Cedrik Neike	16
--	----

Keynote II

Dezentral und nachhaltig: Wie gelingt die Digitalisierung der Energiewelt? Dr. Karster Wilberger	18
--	----

Impulsvorträge

Digitalisierung und Nachhaltigkeit Prof. Dr. Tilman Santarius	24
Nachhaltiges Bauen: Worauf es wirklich ankommt Dr. Christine Lemaitre	26
Blockchain Prof. Wolfgang Prinz	28

Posterbeiträge

EnEff:Stadt Berlin Adlershof – Effiziente Wärmeoptimierung von Nichtwohngebäuden und Evaluierung der Effizienzmaßnahmen	36
HerzoBase. Energiespeicherhäuser – Ein energieflexibles Gebäude und Energiekonzept von morgen	38
EnStadt:Pfaff – Implementierung des Reallabors Pfaff Areal Kaiserslautern – Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere	40
SolaresBauen: OOM4ABDO: Objektorientiertes Monitoring als Grundlage für einen effizienteren Betrieb sowie kostengünstige Bestandsoptimierung durch Anwendung von Machine Learning Techniken	42

EnbA-M: Energienetz Berlin Adlershof – Monitoring und Optimierung	44
EnEff:Wärme – DYNEEF: Dynamische Fernwärme-Netzsimulation in der Kraftwerkseinsatzoptimierung	46
DITES4GRID, Thermische Speicher als verschiebbare Lasten in elektrischen Netzen (DiTES4Grid), Teilprojekt: Haushaltskühlschrank mit PCM	48
Callia – Offene Elektrizitätsmärkte mit direkter Interaktion zwischen Verteilnetzbetreibern zur Integration von Erneuerbaren Energien	50
EnOB: TaLed: Energie- und kosteneffiziente, fassadenintegrierte Tageslicht und LED Beleuchtung mittels mikrooptischer Baukomponenten	52
FMopt: Verfahren zur Ressourcenminimierung im technischen Gebäudebetrieb	54
EG2050: EMGIMO Neue Energieversorgungskonzepte für Mehr-Mieter-Gewerbeimmobilien	56
Session I: Smart Building	
GreenEnergyFirst: Energieeffizienzassistent für die dezentrale Energieerzeugung in Wohngebäuden Prof. Dr. Viktor Grinewitchus	60
Aktive solare Gebäudehülle zur dezentralen Energieerzeugung in Gebäuden Dr. Tilman Kuhn	66
Session II: Smart City	
Optimierte Energieanalysen mittels 3D Simulation für urbane Energiesysteme Prof. Dr. Ursula Eicker	74
Energiewende im Quartier: Living Lab Energy Campus im FZJ Dr.-Ing. Rita Streblow	82
Session III: Smart Grid	
Wärmenetze der Zukunft - Showcase in Hamburg Wilhelmsburg Peter Lorenzen	90
Hybrides Planungsverfahren für städtische Verteilnetze Dr. Piet Hensel	96

Session IV: Smart Technology

Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme im Feldtest Stefan Petersen	104
Licht- und Solarmanagement mit aktiven und modellprädiktiv geregelten Komponenten Prof. Dr.-Ing. Sabine Hoffmann	110
Impressum	112

Grüßwort Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Thorsten Herdan

Abteilungsleiter Energiepolitik – Wärme und Effizienz im
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Verlässlich, klimaverträglich, bezahlbar und effizient soll die Energieversorgung der Zukunft sein. Lösungen liegen in der sektorübergreifenden Energieforschung, der Integration innovativer Technologien sowie dem Zusammenspiel im System. Gebäude und Quartiere sollen flexibel und bedarfsgesteuert mit den Netzen interagieren. Sie spielen im Energiesystem von morgen als Verbraucher, Erzeuger, Speicher sowie als Energieverteiler eine zentrale Rolle. Die Strom-, Wärme- und Verkehrssektoren werden hierfür intelligent miteinander verknüpft. Bereits heute zeigen geförderte Projekte, wie mit verfügbaren, aber noch nicht am Markt etablierten Technologien und Konzepten Gebäude und Quartiere entstehen, die mit den energetischen Ansprüchen des Jahres 2050 kompatibel sind.

Die Energiewende können wir nicht ohne den Sektor Gebäude und Quartiere zum Erfolg führen. Denn mehr als ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen entfällt auf diesen Sektor. Energiesparende Gebäude, integrative Energiekonzepte sowie innovative und wirtschaftliche Versorgungsstrukturen für Quartiere tragen wesentlich zu einer erfolgreichen Energie- und Wärmewende in Deutschland bei. Ein Erfolg, der auch daran gemessen wird, inwieweit wir bis zur Jahrhundertmitte einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand erreichen und wie wir unsere selbst gesteckten nationalen Ziele und die Ziele der Europäischen Union bis zum Jahr 2030 erreichen werden.

Auf dem weiteren Weg hin zu einem ausschließlich auf erneuerbaren Energien beruhendem, energieeffizientem System leisten Sie mit Ihrer Forschung und Entwicklung einen wichtigen Beitrag. 2018 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hierfür rund 114 Millionen Euro für innovative Forschungsprojekte im Bereich energieoptimierte Gebäude und Quartiere neu bewilligt. Themen wie Digitalisierung, Flexibilisierung und die Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr gewinnen auch in der Energieforschung für Gebäude und Quartiere immer mehr an Bedeutung.

Für die Energiewende haben wir uns mit dem 7. Energieforschungsprogramm ambitionierte Ziele gesetzt. Die „Reallabore der Energiewende“ gehen als neue Programmsäule in die Energieforschung ein. Als Testräume für Innovation und Regulierung sollen Reallabore den Technologie- und Innovationstransfer beschleunigen: Projektpartner erproben hier in einem ganzheit-

lichen Ansatz neue Technologien und Geschäftsmodelle unter realen Bedingungen. Dabei werden kreative Startups eine wichtige Rolle spielen.

Damit Wohnraum bezahlbar bleibt, brauchen wir die besten denkbaren Lösungen. Neben den technischen und wirtschaftlichen Kriterien müssen sich diese auch an ihrer Umsetzbarkeit und ihrer Akzeptanz durch die Nutzerinnen und Nutzer messen lassen.

Der vorliegende Tagungsband zum zweiten Kongress der Forschungsinitiative Energiewendebauen stellt Ihnen energieeffiziente Technologien und intelligente Konzepte für eine klimaneutrale, wirtschaftliche und zukunftssichere Energieversorgung unserer Städte vor. Allen Beteiligten, die mit ihren Forschungsarbeiten und Beiträgen das Gelingen dieser Veranstaltung unterstützt haben, gilt mein ausdrücklicher Dank.

Ihr

Thorsten Herdan

Grußwort Projektträger Jülich



Dr. Stephanie Bauer

Leiterin des Projektträgers Jülich

[Quelle: Manuel Thomé]

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Projektträger Jülich (PtJ) ist bereits seit dem 1. Energieforschungsprogramm im Jahr 1977 für die Bundesregierung tätig. Er ist heute der größte Projektträger im Energiebereich in Deutschland. Mit seiner langjährigen Expertise im Forschungs- und Innovationsmanagement unterstützt er seine Auftraggeber in Bund und Ländern bei der Realisierung ihrer förderpolitischen Zielsetzungen. Er integriert dabei nationale und europäische Förderung – für einen wettbewerbsfähigen Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland in einem gemeinsamen europäischen Forschungsraum. In diesem Zusammenhang ist es für PtJ Freude und Ehre zugleich, den 2. Kongress Energiewendebauen gemeinsam mit seinen Partnern der Wissenschaftlichen Begleitforschung auszurichten.

Die Energiewende stellt eine der größten Aufgaben unserer Zeit dar. Für den Gebäudebereich strebt die Bundesregierung bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand an. Die Herausforderung ist groß: Derzeit entstehen noch rund 35 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland in Gebäuden, davon wiederum über 90 Prozent für die Bereitstellung von Wärme. Für die Praxis bedeutet dies, dass die Planungen und Ausführungen von Sanierungen und Neubauten bereits heute konsequent auf das energiepolitische Ziel einer weitgehenden Klimaneutralität im Jahr 2050 ausgerichtet werden müssen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, bedarf es wirtschaftlicher und verlässlicher Lösungen, die auch der Vielfalt des gebauten Bestandes Rechnung tragen. Zentrales Kriterium für eine erfolgreiche Energiewende ist es, marktgängige Konzepte zu entwickeln und umzusetzen.

Um technische Innovationen schnell in den Markt zu bringen, ist ein beschleunigter Ergebnistransfer von der Forschung in die Praxis erforderlich. Genau an dieser Schnittstelle setzt der 2. Kongress Energiewendebauen an. Er greift die zentralen Ziele des 7. Energieforschungsprogrammes auf, das die Bundesregierung im September 2018 beschlossen hat: Digitalisierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung in Städten und Gebäuden als wesentliche Elemente für eine erfolgreiche Energiewende.

Die Forschungsinitiative Energiewendebauen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie - im Jahr 2018 wurden im Bereich Gebäude und Quartiere 856 Vorhaben mit rund 72 Mio. Euro gefördert - unterstützt die Vernetzungsstrategie der Bundesregierung. Erste Ergebnisse zu Themen wie Smart Buildings, Smart City, Smart Grid und Smart Technologies, die der Forschungsinitiative entstammen, werden auf dem 2. Kongress Energiewendebauen in Vorträgen und zahlreichen Postern vorgestellt. Die nationalen sowie internationalen Akteure aus Praxis, Forschung und Politik setzen neue Impulse, damit innovative sektorenübergreifende Lösungen im Gebäude- und Quartiersbereich mittel- und langfristig zur Transformation der Energieversorgung beitragen.

Der Kongress steht im Kontext des Forschungsnetzwerkes Energiewendebauen; dieses macht es sich zur Aufgabe, Transparenz und Partizipation zu fördern und zu unterstützen, damit zukunftsweisende Lösungen im Gebäude- und Quartiersbereich schneller zur Anwendung kommen.

Ich wünsche dem Kongress viel Erfolg und Ihnen allen spannende Diskussionen und Erkenntnisse,

Mit besten Grüßen

Dr. Stephanie Bauer

Grußwort Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN



Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

Konsortialleiter der Wissenschaftlichen Begleitforschung

Unterstützung für die Energiewende in Deutschland

Um neue Wege für die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung zu gehen und gleichzeitig wirtschaftliche Perspektiven für eine energieeffiziente Zukunft zu schaffen, ist die Einführung von neuen Konzepten, Technologien und Systemlösungen zur Unterstützung der ambitionierten klimapolitischen Zielsetzungen bis 2050 notwendig. Die Energiewende verlangt einen wesentlichen Teil der Energieversorgung Deutschlands auf erneuerbare Energien umzustellen, das heißt, fossile Brennstoffe werden nur noch in einem geringen Umfang eingesetzt und die Energieeffizienz muss in allen Sektoren deutlich gesteigert werden. Das Ziel dieser Anstrengungen ist die Bereitstellung einer umweltverträglichen und wirtschaftlichen Energieversorgung, die allen Anforderungen des Klimaschutzes genügt. Einen wesentlichen Anteil zur Umsetzung der Energiewende leistet die in den letzten Jahren vorangetriebene Sektorenkopplung, da mit diesem Ansatz Vorteile aus verschiedenen Energieträger- und Anwendungsgebieten kombiniert werden können.

Zur Unterstützung der Vernetzung aller vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekte im Forschungsbereich „Energie in Gebäuden und Quartieren“ wurde am 01. Januar 2016 die Wissenschaftliche Begleitforschung (BF) als interdisziplinär aufgestelltes Forschungsteam ins Leben gerufen. Die BF, deren Team sich aus den Fachbereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Maschinenbau und Sozialwissenschaften zusammensetzt, hat sich die Aufgabe gestellt, Aktivitäten aus unterschiedlichen Projekten auszuwerten und zu vernetzen. Ein besonderer Fokus liegt auf den Themen Sektorenkopplung, Tools, regenerative Energien in Wärmenetzen und Auswirkung des Ordnungsrechts. Als Wissenschaftliche Begleitforschung streben wir danach, die Bündelung von Ergebnissen und Erkenntnissen aus allen zugeordneten Forschungsvorhaben voranzutreiben und die Ergebnisse verfügbar zu machen.

Aufgaben der Wissenschaftlichen Begleitforschung

Gemeinsam besser Forschen! Das ist der Grundgedanke der Wissenschaftlichen Begleitfor-

schung. Zusammen mit den Zuwendungsempfängern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Forschungsbereich Energie in Gebäuden und Quartieren möchten wir:

- Projektübergreifende Ergebnisse analysieren und verbreiten,
- Wissens- und Ergebnisaustausch zwischen einzelnen Forschungsvorhaben fördern,
- Synergien entdecken und aufzeigen,
- Forschungsbedarf für neue Aktivitäten identifizieren,
- zukünftige Trends erkennen und diskutieren.

Die Wissenschaftliche Begleitforschung untersucht alle Förderaktivitäten des BMWi im Bereich „Energie in Gebäuden und Quartieren“. Damit leistet die BF einen Beitrag, die Ergebnisse dieses Forschungsbereichs sichtbarer zu machen und Erkenntnisse in der Öffentlichkeit zu transportieren.

Bausteine der BF

Das Konzept der Begleitforschung basiert auf vier Bausteinen. Mit diesen vier Ansätzen möchten wir als BF alle Zuwendungsempfänger unterstützen, die an uns Wissenschaftler gestellten Aufgaben kompetent zu lösen.

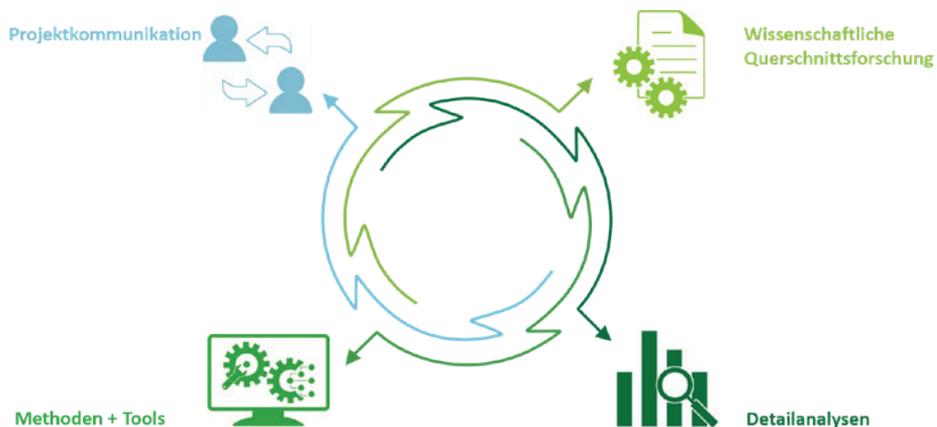


Abbildung 1: Bausteine der BF [Quelle: Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEUWENDEBAUEN]

Wissenschaftliche Querschnittsforschung

Die Querschnittsforschung der Begleitforschungen verfolgt das Ziel, anhand einer zielgruppenorientierten Auswertung von Forschungsvorhaben die Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse zu verstärken. Im Rahmen der Querschnittsanalysen werden Leitfäden für das Monitoring und die Datenaufnahme sowie Datenkennzeichnungen und Trendanalysen erstellt und über die EWB-Homepage der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Detailanalysen

Anhand von „Tiefenbohrungen“ werden Detailanalysen zu unterschiedlichen Themen erstellt und veröffentlicht. Diese Detailanalysen befassen sich unter anderem mit Wärmepumpenanwendungen, der Sektorenkopplung, Partizipation sowie der Integration erneuerbarer Energien in Wärmenetze. Auch hier wird versucht, die Sichtbarkeit von Forschungsergebnissen durch eine neue, zielgruppenorientierte Querschnittsforschungsmethodik zu erhöhen.

Methoden und Tools

Eines der zentralen und interaktiven Elemente in der Forschungskommunikation ist die neue, innerhalb der BF entwickelte, Projektlandkarte. Sie ist als interaktive Webseite eine einfach zu nutzende Schnittstelle zu unterschiedlichen Datenbanken und erlaubt einen schnellen Zugriff auf alle relevanten Projektinformationen. Das Tool bietet eine Übersicht über alle Forschungsprojekte und stellt alle allgemeinen Projektinformationen zur Verfügung. Durch die Auswahl unterschiedlicher Filterfunktionen ist eine gezielte Suche nach spezifischen Kriterien und Fragestellungen möglich, so dass jeder Nutzer mit diesem Tool selbstständig Recherchen durchführen kann.

Auch die zusätzlichen, durch Fragebögen erhobenen Informationen, fließen in die Projektlandkarte ein. Mit Hilfe von drei abgeschlossenen Befragungsphasen konnte eine Kategorisierung von Schwerpunktthemen sowie eine Sichtbarmachung von Entwicklungstrends erreicht werden. Dadurch wird eine Vernetzung der Themen durch Verschlagwortung möglich und zusätzliche Informationen können zu den einzelnen Projekten direkt auf der Projektlandkarte bereitgestellt werden.

Projektkommunikation

Die Wissenschaftliche Begleitforschung verfolgt das Ziel einer zielgruppenorientierten Verbreitung von Erkenntnissen in die Fachöffentlichkeit. Neben der Organisation wissenschaftlicher Veranstaltungen, wie ein alle zwei Jahre stattfindender Kongress, regelmäßig angebotene Workshops und Projektleitertreffen, werden Positionspapiere zu sämtlichen Veröffentlichungen der Wissenschaftlichen Begleitforschung verfasst und auf der EWB-Homepage bereitgestellt. Die Veranstaltungen und die Projektkommunikation forciert den Erfahrungsaustausch und dient der Identifizierung von Forschungsbedarfen.

Gerne unterstützen wir – als Wissenschaftliche Begleitforschung – Ihr Forschungsvorhaben, indem wir aus neuen Erkenntnissen Ihres Projektes mit Ihnen gemeinsam neue Forschungsbedarfe und -fragestellungen erarbeiten. Um darüber hinaus die Verzahnung zwischen den einzelnen Projekten und Förderinitiativen zu forcieren sowie Ergebnisse breitenwirksam in die Praxis zu transportieren, würden wir uns daher über Ihren Input zu Projekt-Neuigkeiten, aber auch über Anregungen zu relevanten Diskussionsthemen und Untersuchungszielen freuen.

Kontakt:

Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

E-Mail: begleitforschung@eonerc.rwth-aachen.de

Homepage: <https://projektinfos.energiwendebauen.de/publikationen/>



2. Kongress ENERGIEWENDEBAUEN
digital - flexibel - vernetzt
28. - 29. Januar 2019 | Berlin

2. Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

KEYNOTE I

Siemens-Innovationscampus in Berlin

Cedrik Neike | Vorstand Siemens AG

KEYNOTE II

Dezentral und nachhaltig: Wie gelingt die Digitalisierung der Energiewelt?

Dr. Karsten Wildberger | Vorstand E.ON SE

Keynote I: Siemens-Innovationscampus in Berlin



Cedrik Neike
Siemens AG | Vorstand

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Tobias Beckhölter und Amely Gundlach)

Cedrik Neike beginnt seine Präsentation „Siemensstadt 2.0 – Ein Kiez der Zukunft“ mit der Feststellung, dass Menschen im Durchschnitt ca. 90 % ihrer Zeit in Gebäuden verbringen. Deswegen gelte es, den Aufenthalt in Gebäuden so angenehm wie möglich zu gestalten.

Um in diesem wichtigen Bereich Forschung und Entwicklung voranzutreiben, innovative Lösungen weiterzuentwickeln und in der Realität zu testen, werde Siemens den Standort Siemensstadt in Berlin zu einem Innovationscampus umbauen.

Berlin vs. Singapur

Zunächst seien für dieses Großprojekt zwei Standorte diskutiert worden: Berlin und Singapur. Vieles habe für Singapur gesprochen, eine Stadt mit der doppelten Wirtschaftskraft von Berlin. In Berlin sei es schwierig, Baugenehmigungen zu erhalten, insbesondere da viele Gebäude in Siemensstadt unter Denkmalschutz stehen. Da Berlin gleichzeitig aber viel kreatives Potential und viele Start-Ups biete und der Standort als Gründungsort außerdem eine besondere Bedeutung für das Unternehmen habe, habe man sich trotzdem für den Bau eines Innovationscampus in Berlin-Siemensstadt entschieden.

Die Bedeutung von Städten für die Energiewende

Das Bevölkerungswachstum in Kombination mit der steigenden Urbanisierung bedeute, dass ein wesentlicher Teil der weltweiten CO₂-Emissionen in Städten emittiert werde. Auf Gebäude falle dabei ca. 40 % des elektrischen Energieverbrauchs, 30 % davon seien vermeidbar. Daraus folge, dass Städte die Orte seien, an denen gehandelt werden müsse. Hier gelte es unterschiedliche Systeme zusammenzuführen: Gebäude, Energieerzeugung und Verteilung müssten vernetzt werden. Siemens sei ein kompetenter und erfahrener Anbieter von Infrastrukturlösungen. Dies zeigten aktuelle Projektbeispiele, wie „Aspern: Die Seestadt Wiens“, der neue

Siemens Campus in Zug oder die EXPO 2020 in Dubai. Hierbei handelt es sich allerdings um Neubauvorhaben. Mit dem Projekt „neue Siemensstadt“ wagt Siemens als eines der ersten Unternehmen eine umfassende Systemzusammenführung in einem existierenden Quartier mit bestehender Infrastruktur. Siemensstadt werde ein Reallabor, in dem gezeigt werden soll, wie ein hundertjähriges Quartier mit in die Zukunft genommen werden könne. Siemens wolle hier einen Ort schaffen, an dem Menschen arbeiten, lernen und wohnen. Es solle auch bezahlbarer Wohnraum geschaffen werden. Insbesondere aber solle ein Innovationscampus entstehen, an dem Start-Ups, etablierte Unternehmen und Forschungseinrichtungen gemeinsam neue Technologien entwickeln und vermarkten.

Herr Neike schließt seinen Vortrag mit einem Appell an die Zuhörenden: Für die erfolgreiche Umsetzung des Großprojekts „neue Siemensstadt“ brauche das Unternehmen Unterstützung. Siemens wolle sich für neue Konzepte und Kooperationen öffnen und suche noch Projektpartner und Mitarbeiter (m/w/d).

Keynote II: Dezentral und nachhaltig: Wie gelingt die Digitalisierung der Energiewelt?



Dr. Karsten Wildberger
E.ON SE | Vorstand

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Sebastian Remy und Jan Richarz)

Herr Dr. Wildberger beginnt seinen Vortrag „Dezentral und digital: wie gelingt die Digitalisierung der Energiewelt?“ mit der Nennung der Aspekte, die E.ON zu einem digitalen Unternehmen werden lassen: Begeisterung für Veränderungen und der Einsatz neuer Technologien. Es muss Verständnis dafür entstehen, was Digitalisierung leisten kann und wo ihre Grenzen sind. Daran anschließend darf die Umsetzung nicht überkompliziert gestaltet werden, sondern sollte dem Motto „Einfach machen“ folgen.

In der Vergangenheit seien Veränderungen der Energieversorgungsstrukturen immer die Grundlage des gesellschaftlichen Fortschritts gewesen. Sie haben sich vom vor-industriellen Modell über ein zentrales, lineares zu einem dezentralen, vernetzten Modell entwickelt. Für die Zukunft bedeute dies, dass die Energiewelt demokratisiert wird, also die Energie zurück in die Hände der Kunden gegeben wird. Die drei zentralen Treiber hierbei sind Dezentralität, Dekarbonisierung und Digitalisierung. Das neue System bietet so nun auch Teilnahmemöglichkeiten für Privatpersonen, z. B. durch eigene PV-Anlagen. Der Durchdringungsgrad von Digitalisierung ist allerdings branchenabhängig. Der Energiesektor stelle hier auf Grund seiner Systematik zum Teil andere Anforderungen an die Digitalisierung als z. B. der Banken- oder Handelssektor.

Zentrale Bausteine einer digitalisierten Energiewelt

Dr. Wildberger nennt die aus seiner Sicht zentralen Bausteine der digitalisierten Energiewelt und dazugehörige Beispiele.

Intelligente Energiemanagement-Systeme für Privathaushalte (Home Energy Management Systeme = HEMS) sollen zukünftig so essentiell werden, wie die Gebäudeheizung und darüber hinaus neue Kundenerlebnisse schaffen.

KI-basierte (künstliche Intelligenz) Wartung von Stromnetzen wird dazu beitragen, die Effizienz in Wartungsprozessen zu erhöhen und dadurch unnötige Instandsetzung oder Austausch von Leitungen zu minimieren.

Die intelligente Steuerung von Energie-Assets führt zu deutlich höheren Verfügbarkeiten, Prozessstabilitäten und schnelleren Reaktionszeiten. Eine hohe Anzahl verbauter Sensoren in Verbindung mit KI-Algorithmen machen so eine frühzeitige Störungsanalyse und -vermeidung möglich.

Künstliche Intelligenz ermöglicht außerdem ein weitgehendes Echtzeit-Management und die Optimierung von Netzengpassmanagement. Zurzeit findet bei Netzengpässen eine Abregelung erneuerbarer Energien statt, welche 2017 in Deutschland über 1 Mrd. € gekostet hat. Zukünftig kann dies durch KI-basierte Echtzeit-Vorhersagen und entsprechende Steuerimpulse vermieden werden. Hierbei sollen lokale Verbraucher intelligent eingebunden werden und eventuelle Überkapazitäten über eine Flexibilitäts-Plattform verfügbar gemacht werden.

Zuletzt stellt Dr. Wildberger zwei Leuchtturmprojekte von E.ON im Rahmen nachhaltiger Stadtentwicklung vor. In Stockholm-Högbytorp entsteht bezahlbarer Wohnraum in einem neuen Quartier. Durch energetische Abfallverwertung wird hier eine Energiekreislaufwirtschaft ermöglicht und damit eine Energieversorgung, die sich selbst trägt.

In Kooperation mit den Berliner Stadtwerken entsteht in Berlin Tegel ein Niedrigtemperaturnetz mit bidirektionalem Netz-Layout, das Prosumer-Einspeisung erlaubt, durch Wärmepumpen versorgt wird und so mehr als 80 % erneuerbare Energien verwenden wird. Gegenüber dem konventionellen System ist dieses Netz wirtschaftlich voll wettbewerbsfähig.

Schaffung einer digitalen Energiewelt

Abschließend nennt Dr. Wildberger die zentrale Bedingung für die Schaffung einer neuen, digitalen Energiewelt: das Zusammenspiel aus Politik, die die Rahmenbedingungen schafft und Innovation fördern müsse, den Energieunternehmen, die die Energiewelt digitalisieren, und den Kunden. Das sind vielfältige Herausforderungen für Unternehmen, Politik und Gesellschaft.

Die Chancen von Technologien ist zu begreifen und ein perspektivisches, weitblickendes und globales Denken sowie eine entsprechende Ausbildung in Digitalkompetenzen und Investitionen. Dies erfordert Mut, Entschlossenheit und konsistente Kommunikation, die darauf fußt, Verantwortung zu übernehmen und einem Wertegerüst treu zu bleiben.

Podiumsdiskussion

Dr. Karsten Wildberger (E.ON) | Cedrik Neike (Siemens) | Thorsten Herdan (BMW)

Moderation: Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Sebastian Remy und Jan Richarz)

Die Podiumsdiskussion setzt sich aus zwei Sequenzen zusammen; zu Beginn stellt der Moderator Prof. Dirk Müller Fragen an die Vortragenden und anschließend wird die Diskussionsrunde für das Publikum geöffnet.

Auf die Frage, wie die zukünftige Kooperation der Energieversorger in den Städten aussehen wird, erläutert Dr. Wildberger, dass die Herausforderungen nicht von einem Unternehmen allein bewältigt werden könne und es dementsprechend kooperative, partnerschaftliche Strukturen geben müsse, um die gesteckten Ziel zu erreichen.

Die Energiesysteme und Anforderungen an diese gewinnen an Komplexität. Auf die Frage, wie die Energiepolitik dabei mithelfen kann, antwortet Herr Herdan, die Politik könne mehr zuhören. Es gibt regulative Einschränkungen in den Geschäftsmodellen, dies wurde in der Forschung bereits erkannt, aber diese Informationen müssen der Politik zugänglich gemacht werden. Diese Zusammenarbeit müsse auch mit der Wirtschaft enger werden, denn dort herrsche aktuell zu wenig Kommunikation. Die Politik habe oft Bedenken direkt auf Empfehlungen seitens der Wirtschaft und Gesellschaft zu hören, wodurch hier bisher noch kein Miteinander herrscht. Das Ziel muss hier sein ein stärker werdendes miteinander zu erzeugen und bspw. gemeinsam Start-Ups auf den Weg zu bringen.

Alle Teilnehmer der Podiumsdiskussion nehmen Stellung zu der Frage, wie die Angst aus den Entscheidungsprozessen für Neuerungen genommen werden kann. Herr Herdan erläutert, dass ein hohes Maß an Angst gegenwärtig zu einer Stärkung von isolierten Einzelinteressen führt, wobei die Energiewirtschaft das genaue Gegenteil benötigen würde. Es sind Innovationen statt staatlich geführtem Klimaschutz notwendig. Hierbei müsse international gedacht werden, anstatt nationale Leistungsbilanzen und Protektionismus zu verfolgen.

Aus der Sicht von Herrn Neike werden neue Technologien hier entwickelt aber woanders skaliert, wobei keine Angst vor der Skalierung herrsche, sondern diese selbst übernommen werden sollte.

Herr Dr. Wildberger gibt zu bedenken, dass mit Innovationen auch Geld verdient werden darf. Die hiesige Diskussionskultur laufe teilweise in eine falsche Richtung, wobei zu oft die Motive in Frage gestellt würden. In dieser Frage kann gestritten werden, aber es dürfen nicht grundsätzlich Unternehmenswerte in Frage gestellt werden.

Zur Frage welche Bedeutung die Stadtentwicklung für E.ON hat und was die Politik für diesen Bereich machen sollte, antwortet Dr. Wildberger, dass die Stadtentwicklung ein sehr wichtiger Aspekt für das Unternehmen sei. Allerdings seien Bauvorschriften und Genehmigungsverfahren zurzeit unzugänglich und bremsen dadurch die Geschwindigkeit des Fortschrittes aus.

An Herrn Neike gewandt, fragt Prof. Müller, was die Kernpunkte, des von ihm besuchten Weltwirtschaftsforums in Davos, waren. Darauf antwortet Herr Neike, dass es zurzeit zwei Pole gibt: Zum einen existiert die Ansicht, dass die vorherrschenden Herausforderungen nur global gelöst werden können. Zum anderen erfolgt teilweise eine Art Protektionismus und eine Rückbesinnung auf nationale Grenzen. Darüber hinaus ließe sich eine immer stärker werdende Trennung zwischen einer Elite und dem Rest der Gesellschaft beobachten, was keine gute Entwicklung darstellt. Die Menschen müssen dahingehend wieder zusammengeführt werden.

Fragen aus dem Publikum

Auf die Frage nach den Zeithorizonten der vorgestellten Großprojekte und wie kleine Unternehmen hierbei mit eingebunden werden können, antwortet Dr. Wildberger, dass die Projekte sich bereits in der Umsetzung befinden und eine Zusammenarbeit mit kleinen Unternehmen und Forschungseinrichtungen immer gewünscht sei, allerdings müsse die Kooperationsfähigkeit gelernt sein.

Herr Herdan antwortet auf die Frage, ob es in naher Zukunft eine CO₂-Steuer geben wird, dass wenn etwas nicht gewollt sei, es etwas kosten muss. Es brauche daher einen globalen CO₂-Preis. Dabei bestehe vor allem im europäischen Emissionszertifikatehandel Nachholbedarf, da dort bisher nicht alle Bereiche, z. B. Gebäude, abgedeckt seien. In Deutschland stehe eine Emissionssteuer allerdings nicht im Koalitionsvertrag und da die Details sehr komplex sind, benötige es Zeit.

Ein Kongressteilnehmer erläutert, dass teilweise sehr große Schwierigkeiten bei der Anwendung von Normen und Rechtsgrundlagen auftreten. Die Digitalisierung sei ein schneller Prozess und passe daher nicht zu den bisherigen Prozessgeschwindigkeiten, er fragt daher, wie damit zukünftig umgegangen werden soll. Herr Herdan gibt zu bedenken, dass die bisherige Standardsetzung und Normung so nicht zukunftsfähig sein und stellt dabei die Frage, was an die Wissenschaft abgegeben werden darf. Dr. Wildberger wirft ein, dass in Deutschland immer zuerst nach den geltenden Standards und Kosten gefragt werde, in anderen europäischen Ländern laufe dies deutlich besser. Herr Neike entgegnet, dass Standards notwendig für die Skalierbarkeit seien, allerdings müssen diese schneller erstellt und angepasst werden. Herr Herdan unterstützt die Hoffnung, dass die Reallabore bei der Standardisierung helfen werden.

Eine letzte Frage aus dem Publikum bezieht sich darauf, welche Empfehlungen bzgl. HEMS (Home Management System) an die Gebäudeverwaltung und Vermieter von den Beteiligten der Podiumsdiskussion gegeben werden können. Dazu antwortet Herr Neike, dass eine gute Kommunikation die Grundvoraussetzung sei. In Berlin habe er damit gute Erfahrungen gemacht. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist ebenfalls, dass Energiemanagement-Systeme preislich wettbewerbsfähig sind. Dr. Wildberger betont die Bedeutung einer großen Offenheit, die in den Kommunen herrschen müsse. Ein Hauptproblem zurzeit sei die Geschwindigkeit der Weiterentwicklung. Darüber hinaus müssen die sozialen Aspekte berücksichtigt werden, denn Energie und Energiemanagement dürfe auf lange Sicht kein Luxusgut sein.



Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

Impulsvorträge

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Prof. Dr. Tilman Santarius | TU Berlin

Nachhaltiges Bauen: Worauf es wirklich ankommt

Dr. Christine Lemaitre | Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V.

Blockchain

Prof. Wolfgang Prinz, PhD | Fraunhofer FIT

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Prof. Dr. Tilman Santarius | TU Berlin

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Amely Gundlach und Lev Kirnats)

In seinem Vortrag „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ stellt Professor Tilman Santarius drei Leitprinzipien für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung vor. Diese seien der Datenschutz, die digitale Suffizienz und die Gemeinwohlorientierung. Basierend auf seinem Buch „Smarte grüne Welt“ erklärt er die Relevanz und Bedeutung dieser Prinzipien für den Energie- und Gebäudebereich.

Datenschutz

Herr Santarius beginnt den Vortrag mit einer kurzen Zusammenfassung der politischen Zielvorgaben der Energiewende: Erstens, eine Energieversorgung, die auf nahezu 100 % erneuerbaren Energien beruhe und zweitens, eine Verringerung der Energienachfrage um rund 50 %, um die erneuerbare Vollversorgung zu erreichen. Die Verringerung der Nachfrage kann theoretisch durch Effizienzsteigerungen erzielt werden, hier gilt es aber möglichen Rebound-Effekten - auch digitalen Rebound-Effekten - vorzubeugen (siehe unten). Um eine Umstellung des Energieversorgungssystems von konventionellen auf erneuerbare Energieeressourcen zu erreichen, habe man sich bisher auf eine Erweiterung des Angebots an erneuerbaren Energien konzentriert. Im nächsten Schritt sollte sich die Nachfrage dem fluktuierenden Angebot anpassen. Hierzu könnte insbesondere die Digitalisierung von Haushaltsgeräten beitragen. Diese führe zu einer Teilautomatisierung der Nachfrage und trage somit zu Energieeinsparungen bei. Gleichzeitig biete sie ein Einfallstor für die Überwachung von Konsumenten. Diese finde gegenwärtig im Internet bereits statt; die Digitalisierung von Haushaltsgeräten trage diese Möglichkeit zur Überwachung nun auch in die „Offline-Welt“. Der Vortragende folgert, dass die digitale Energiewende möglich sei, aber eines konsequenten Datenschutzes bedürfe, um die Privatsphäre des Einzelnen zu bewahren. Eine Möglichkeit um eine Daten- und damit Machtkonzentration bei einzelnen Unternehmen zu verhindern, sei eine Erweiterung des Kartellrechts. Für eine Bewertung einer wettbewerbsgefährdenden Marktkonzentration würden dann nicht nur die Marktanteile eines Unternehmens betrachtet, sondern auch über wie viele Nutzerdaten es verfüge.

Digitale Suffizienz

Der zweite Aspekt, den Herr Santarius thematisiert, ist die wachsende Nachfrage nach Energie durch die Verbreitung digitaler Geräte und den Aufbau einer digitalen Infrastruktur. Dies sei ca. 10 % der weltweiten Nachfrage, Tendenz steigend. Ein wahrscheinliches Szenario sei, dass Energieeinsparungen, die erreicht würden, weil der Verbrauch von Endgeräte sinke, durch den wachsenden Verbrauch, der auf Cloud-Anwendungen zurückzuführen sei, überkompensiert würden. In Folge würden der Energieverbrauch durch die Digitalisierung steigen, nicht sinken. Da die Verbraucher/innen für die Energie, die für Cloud-Anwendungen benötigt wird, nicht un-

mittelbar bezahlen, würden sie diesen Energieverbrauch außerdem nicht bemerken. Auch ein intelligentes Heizsystem bringe neben Chancen auch multiple Optionen für Aufrüstungen und Sorge für eine Steigerung der Nachfrage und begünstige somit den Rebound-Effekt. Folglich erfordere eine Digitalisierung der Energiesysteme digitale Suffizienz. Nur so könnten die Chancen, die in der digitalen Effizienzsteuerung liegen, genutzt und tatsächlich Netto-Energieeinsparungen erreicht werden.

Gemeinwohlorientierung

Das dritte Leitprinzip einer nachhaltigen Digitalisierung des Energiesystems sei die Gemeinwohlorientierung. Derzeit führe die Digitalisierung zu einer extremen Konzentration von Marktanteilen bei einigen wenigen Anbietern. Gleichzeitig biete die Energiewende jedoch viele Chancen für eine Demokratisierung der Wertschöpfung. Beispiele hierfür seien die Energieerzeugung durch Genossenschaften, kommunale Unternehmen und Privateigentümer oder auch Microgrids. Letzere wiesen häufig eine höhere Resilienz auf, als zentrale Versorgungsnetze. Um eine gemeinwohlorientierte Energiewende zu erreichen, müsse die Frage gestellt werden, wie welche Technologien zum Einsatz kommen sollen, damit möglichst viele Menschen an dieser Entwicklung teilhaben können.

Nachhaltiges Bauen: Worauf es wirklich ankommt

Dr. Christine Lemaitre | Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V.

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Alexander Miehlich und Heike Erhorn-Kluttig)

Zu Beginn des Vortrages fordert Frau Dr. Lemaitre die Anwesenden durch Aufstehen von ihren Plätzen dazu auf anzuzeigen, ob sie die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) kennen und in welchen Berufen sie tätig sind. Zur Auswahl stehen beispielsweise Architekten und Bauingenieure. Auf der Basis der Meldungen werden die Teilnehmer danach gefragt, ob sie bereits Erfahrungen mit Smart-Metern gesammelt haben und ob sie Smart-Meter generell schon ausprobiert oder genutzt haben. Nur ein geringer Anteil der Teilnehmer beantwortet diese Frage positiv.

Frau Dr. Lemaitre weist vor dem Hintergrund dieser Abfrage darauf hin, dass das Ziel aller Anwesenden und der Forschung im Baubereich die Rettung der Welt sein muss. Gebäude sind zu großen Teilen Verursacher des Klimawandels. Sie führen zu 30 % des weltweiten CO₂-Ausstoßes, verursachen 30 % des weltweiten Ressourcenverbrauchs und führen zu 40 % des weltweiten Energieverbrauchs. Die Pariser Klimaziele weckten eine große Euphorie, bei der UN Klimakonferenz in Kattowitz waren die Verhandlungen und Ergebnisse jedoch enttäuschend. Insbesondere die immer neuen Definitionen der Nachhaltigkeit hemmen den gesamten Prozess. Zusätzlich gibt es auf der anderen Seite auch den Effekt der immer häufiger auftretenden Akzeptanz nicht optimal funktionierender Gebäude, was zu einer falschen Qualitätserwartung führt.

Für die DGNB steht Nachhaltigkeit im Bauen als Synonym für Qualität und Zukunftsfähigkeit. Das große Ziel der DGNB ist es gute Gebäude zu bauen, die über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg optimiert sind und die vielfältigen Aspekten der Nachhaltigkeit ganzheitlich berücksichtigen. Die Leitfrage des DGNB hinsichtlich der Digitalisierung ist daher, wie die Digitalisierung zu diesem Ziel und zu einem gesellschaftlichen Wandel beitragen kann.

Das DGNB System fußt auf drei wesentlichen Elementen: die Lebenszyklusbetrachtung, ein ganzheitliches Nachhaltigkeitsverständnis von Ökologie, Ökonomie und Sozialkulturelles sowie Performanceorientierung, die die Gesamtpomance eines Projektes bewertet.

Auf dem Weg Richtung 2030 bietet die Digitalisierung grundsätzlich Potenziale, um beispielsweise das Verantwortungsbewusstsein für die Herkunft von Materialien und Baustoffen intensiver zu hinterfragen oder auch um Transparenz für CE-gekennzeichnete Materialien oder Technologien zu schaffen sowie Schad- oder Risikostoffe zu vermeiden. Herkunftsnachweise werden dahingehend zukünftig eine Forderung der Gesellschaft für ein gutes Verantwortungsbewusstsein sein. Ein elementarer Teil des zukünftigen Lernens wird es sein, über Fehler

zu sprechen. Somit muss heute nicht für den Zwischenschritt in 2030 des Pariser Klimaabkommens geplant werden, sondern möglichst für 2050.

Neben diesen positiven Aspekten kann die Digitalisierung aber auch zu Entmündigungen der Nutzer führen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sie immer weniger hinterfragt wird und dem Nutzer somit zu viele Entscheidungen abgenommen werden. Vor dem Hintergrund, dass kommende Generationen immer schneller die Digitalisierung adaptieren, ist eine kritische Betrachtung besonders wichtig. Als Beispiel dafür nennt Frau Dr. Lemaitre die unreflektierte Architektur, bei der Entwürfe und Konzepte in Klimazonen angewandt werden, in denen sie nicht mehr einem effizienten Bauen entsprechen können. Große Glasfassaden von Bürogebäuden in Klimazonen mit hoher solarer Einstrahlung führen zu hohen Kühlenergiebedarfen, obwohl eine andere Bauweise diese kompensieren könnte. Lösungen im Technologiestandort Deutschland führen zu falschen Vorbildrollen in der Welt. Es muss daher ein neues Qualitätsverständnis hergestellt werden. One-Fits-All-Lösungen können somit keine energieeffizienten Lösungen darstellen. Würden Gebäude in Indien vergleichbare Kühlsysteme wie die Gebäude in den USA besitzen, so würde dies nach Berechnungen der Weltbank zu einer Erderwärmung von 6 Grad Celsius führen.

Die DGNB gibt in ihrer Broschüre Hinweise, wie solche Fehlentwicklungen verhindert werden können und zertifiziert nachhaltige Gebäude über den gesetzlichen Mindeststandards. Der gesetzliche Mindeststandard würde einem 12-prozentigen Zertifizierungsgrad entsprechen, jedoch erhält erst ab 35 % ein Gebäude ein DGNB-Zertifikat. Durchschnittlich erreichen die DGNB zertifizierten Bürogebäude einen Grad von 74 %.

Frau Dr. Lemaitre schließt mit der Aufforderung „Wir müssen heute wie für 2050 bauen. Dazu brauchen wir ein neues Qualitätsverständnis. Dabei kann die Digitalisierung gerne als Unterstützung oder Tool genutzt werden, sie wird jedoch in keinem Fall ein Allheilmittel sein.“

Blockchain

Prof. Wolfgang Prinz, PhD | Fraunhofer FIT

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Samir Kharboutli und Matthias Schnier)

Der Themenbereich der Blockchain-Technologie sorgt derzeit für Gesprächsstoff über verschiedene Industriegrenzen hinweg. Besonders im Finanzsektor findet sie immer häufiger Einsatz, doch auch für andere Bereiche wird sie immer häufiger diskutiert und für den Einsatz vorgeschlagen. Professor Wolfgang Prinz und das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT sind seit mehreren Jahren innerhalb des Themenbereiches aktiv und haben mit Smart Grids, BT4P und Industrial Data Space bereits mehrere Projekte in Verbindung mit der Blockchain-Technologie durchgeführt.

Prinzip der Blockchain

Netzwerkprozesse zu digitalisieren stellt die Grundvision der Blockchain-Technologie dar. Das prominenteste Anwendungsbeispiel ist die Kryptowährung Bitcoin, welche in den vergangenen Jahren innerhalb der breiten Öffentlichkeit Bekanntheit erlangte und mit der Blockchain-Technologie basiert. Durch die weltweite Vernetzung können Unternehmen miteinander kooperieren und nutzen dafür weitverbreitete Kommunikationsstandards und -protokolle. In einem solch organisierten Netzwerk nutzt jeder seine eigene Digitalisierungslösung. Um den gesamten Arbeitsvorgang dezentral lösen zu können, wurde vor etwa zehn Jahren das Prinzip der Blockchain entworfen. Hierbei werden die Nutzer als verteilte Knoten mit dem gleichen Stand an Informationen versorgt und die Datenverwaltung dezentral, also ohne Plattformbetreiber, vorgenommen. Hierdurch entsteht eine verteilte Datenhaltung innerhalb eines Netzwerkes. Neben der dezentralen Verteilung aller Informationen sind sie durch Kryptoverfahren abgesichert. Durch diese Kombination sind die gehaltenen Daten und Informationen nicht verfälschbar.

Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen

Die Blockchain-Technologie bietet neben der bereits angesprochenen Anwendung für Kryptowährungen zahlreiche weitere Einsatzmöglichkeiten. Durch sogenannte Smart Contracts, also spezielle Prozesse die Verträge abbilden, überprüfen bzw. die Verhandlung oder Abwicklung eines Vertrags technisch unterstützen, könnte zum Beispiel die Deutsche Bahn ihren Ticketkauf abbilden und im Falle einer Zugverspätung eine automatische Erstattung einer Entschädigungsleistung in die Wege leiten. Weiterhin ist auch eine Anwendung von Smart Contracts im Bereich des Stromhandels denkbar, um darüber bspw. den privat erzeugten PV-Strom einem Nachbarn zum Laden des Elektroautos zur Verfügung zu stellen und abzurechnen. Weitere Anwendungsbereiche der Blockchain stellen die Erhöhung von Daten- und Prozessintegrität, wie digitale Zertifikate und Lebensläufe, die Nutzung dezentraler Netzwerke wie Shareconomy oder auch die Übermittlung von Werten und Wahrung von Rechten, wie im Falle des Data Sha-

rings dar. Eine wichtige Voraussetzung für eine zukünftige Anwendung der Blockchain-Technologie stellt das Entwickeln von Use Cases (use case identification network, use case canvas) dar. Das Fraunhofer FIT untersucht in dem Zusammenhang im Projekt „Blockchain For Education“ die Fragestellung, wie Fälschungssicherheit sowie sicherer Zugang und sichere Verwaltung von digitalen Bildungsnachweisen und Zertifikaten gemäß den Bedarfen und Anforderungen von Lernenden, Unternehmen, Bildungseinrichtungen und Zertifizierungsstellen langfristig gewährleistet werden kann.

Mythen vs. Wirklichkeit

Durch das breite öffentliche Interesse haben sich diverse Mythen bezüglich Blockchain etabliert, zum Beispiel, dass der Einsatz immer energieintensiv und langsam sei. Dies entspricht jedoch nur bedingt der Wahrheit, da lediglich der Handel öffentlicher Kryptowährungen mittels Blockchain einen hohen Energiebedarf verursacht. Viele andere, denkbare Blockchain-Anwendungen wie beispielsweise Smart Contracts würden jedoch einen wesentlich geringeren Energieverbrauch verursachen. Die Gleichsetzung von Blockchain mit Kryptowährungen stellt einen weiteren Mythos dar, jedoch stellen Kryptowährungen lediglich einen Anwendungsfall von Blockchain dar.

Fazit

Blockchain stellt aufgrund der Nachvollziehbarkeit, Dezentralität sowie der Unverfälschbarkeit der Daten eine wichtige Technologie für verteilte Prozesse dar. Um eine umfassendere Nutzung zu ermöglichen, müssen zukünftig Prozesse und Geschäftsmodelle definiert und erweitert werden.

Podiumsdiskussion

Prof. Dr. Tilman Santarius | Dr. Christine Lemaitre | Prof. Wolfgang Prinz, PhD

Moderation: Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

Zusammenfassung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung (Samir Kharboutli und Matthias Schnier)

Die Podiumsdiskussion setzt sich aus zwei Sequenzen zusammen; zu Beginn stellt der Moderator Prof. Müller Fragen an die Vortragenden und anschließend wird die Diskussionsrunde für das Publikum geöffnet. Die nachfolgende Zusammenstellung der Ergebnisse gliedert sich in die diskutierten Themenschwerpunkte.

Blockchain

Auf die Frage hin, ob auch eine temporäre Datenspeicherung in einer Blockchain erfolgen kann, erläutert Prof. Prinz, dass es lediglich die Möglichkeit gibt, Daten für ungültig zu erklären. Sobald Daten einmal in der Blockchain gespeichert worden sind, können diese nicht mehr gelöscht werden und sind entsprechend für immer vorhanden. Bei personenbezogenen Daten ist es aus diesem Grund erforderlich diese verschlüsselt in der Blockchain abzulegen.

Bei der Nachfrage, ob der Staat für diese Aufgabe ein Archiv bereitstellen sollte, gehen die Meinungen der Fachleute weit auseinander. Durch das Fraunhofer FIT wird derzeit ein Gutachten erstellt, welches dieser Fragestellung nachgeht. Aus Sicht von Prof. Prinz sollten Behörden je-doch die Blockchain-Technologie nutzen.

Aus Sicht von Prof. Santarius sollte die Blockchain-Technologie nicht so weitläufig wie möglich angewendet werden. Die Technologie ist trotz der bekannten Vorteile ressourcenintensiv, weswegen man sich die Frage stellen sollte, ob es immer diese Technologie sein muss. In vielen Fällen gibt es auch andere Lösungen oder die Blockchain stellt ggfs. gar nicht die Lösung des Problems dar.

Gestaltung der Digitalisierung

Kann verhindert werden, dass es im digitalen Bereich in Zukunft vermehrt nur noch wenige Big Player gibt? Hier ist Prof. Santarius der Meinung, dass dies durch eine bessere Interoperabilität von einzelnen Diensten untereinander gelöst werden kann. Die einzelnen Dienste könnten in diesem Fall Daten untereinander austauschen. Eine andere Möglichkeit wäre, die Akkumulation von großen Datenmengen über das Kartellrecht zu unterbinden. Player könnten so über die Marktanteile, welche über die Anzahl der Zugriffe auf die Daten oder über die Menge der verarbeiteten Daten gemessen werden, reguliert werden.

Die Zertifizierung der Zukunft

Die Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) darf nach Meinung von Frau Dr. Lemaitre auch in der Zukunft nicht zum Selbstzweck werden, sondern muss sich hin zu einem Qualitätssiegel entwickeln. Digitale Plattformen können hierbei Transparenz

schaffen, indem sie Informationen zu Materialien und Produkten bereitstellen. Zudem wird oft die Meinung vertreten, dass eigentlich nie genug Daten vorhanden sein können. Eine Zertifizierung kann in diesem Fall die Frage beantworten, wofür die Daten tatsächlich gebraucht werden und damit eine Flut an unnötig gesammelten Daten verhindern.

Die DGNB Zertifizierung als einen normalen Standard zu etablieren wird schwer umzusetzen sein, da die Rahmenbedingungen dies nicht zulassen. Die DGNB Zertifizierung ist so ganzheitlich angelegt, dass sehr viele Akteure in diesen Prozess zu involvieren wären. Jedoch soll die DGNB-Zertifizierung in Zukunft in Kooperation mit verschiedenen Akteuren weiter standardisiert werden, so dass die Anwendung in diesem Zug weiter erleichtert und verbreitet wird.

Nutzung von Künstlicher Intelligenz

Bei der Fragestellung darüber wie und im welchem Umfang Künstliche Intelligenz (KI) in Zukunft eingesetzt werden sollte, um die Komplexität in vielen Bereichen in den Griff zu bekommen, gehen die Meinungen der Vortragenden auseinander.

Frau Dr. Lemaitre ist der Ansicht, dass KI eingesetzt werden kann, solange der Mensch die Kontrolle behält. Allerdings muss generell die Frage gestellt werden, ob die Nutzung von KI einen Mehrwert mit sich bringt oder in absoluter Trägheit und Entmündigung endet.

Im Gegensatz dazu ist Prof. Prinz der Meinung, dass wir in Zukunft nur schwer ohne KI auskommen werden, wobei der Datenschutz mit bedacht werden sollte. Als Beispiel kann die Entwicklung bei den Smart Home Komponenten herangezogen werden, welche heute einfach zu handhaben und in der Breite verfügbar sind – diese Entwicklung wurde stark durch Firmen wie Amazon befördert.

Publikumsfragen

Ein Kongressteilnehmer fragt an Prof. Prinz gerichtet, warum durch die Nutzung der Blockchain-Technologie (A.d.R.: insbesondere durch die Nutzung des Bitcoins) ein Stromverbrauch in der Größenordnung des jährlichen Stromverbrauchs von Österreich erzeugt wird. Prof. Prinz erläutert, dass die Werte in einer Blockchain durch die Lösung eines Kryptorätsels geändert werden, was viele Prozesse erfordert und sehr rechenintensiv sei. Auf diesem Weg sind die Werte der Blockchain unverfälschbar. Wenn ein Wert innerhalb der Datenbank geändert werden soll, müssten alle vorherigen Kryptorätsel gelöst werden.

Ein weiterer Kongressteilnehmer gibt zu bedenken, dass mithilfe der Blockchain-Technologie ähnlich wie durch einen Notar Informationen bestätigt werden können. Jedoch hat ein Notar zusätzlich die Aufgabe zu prüfen, ob die Rechtsprinzipien eingehalten worden seien. Im Fall der Blockchain könnten auch falsche Informationen aufgenommen werden. Prof. Prinz erklärt, dass in Deutschland die Blockchain-Technologie den Notar nicht ersetzen kann. Es gebe jedoch Länder, in denen Informationen oft gefälscht werden, mithilfe der Blockchain-Technologie könnten Informationen besser verifiziert werden.

Eine letzte Frage aus dem Publikum beschäftigt sich damit, wie mit dem Anwendungsbereich der cloudbasierten Technologien eine gesetzliche Lösung geschaffen werden kann, sodass die Daten der Nutzer besser geschützt werden. Prof. Santarius sagt, es sei diesbezüglich weiterhin der Gesetzgeber gefragt. Die Umsetzung der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sei ein

erster Schritt in diese Richtung. Des Weiteren wird der Gesetzgeber bei Unternehmen stark regulieren müssen, sodass der Datenschutz eingehalten wird. Aus seiner Sicht wird das Bewusstsein für den Datenschutz in Deutschland weiter steigen. Denkbar sei ebenfalls, dass es in Zukunft einen Wettbewerb zwischen Unternehmen darüber geben wird, wer am wenigsten Daten sammelt oder den besten Datenschutz bietet.





Informational poster on the left side of the stand, featuring a diagram and text.

Informational poster in the center of the stand, featuring a diagram and text.

Informational poster on the right side of the stand, featuring a diagram and text.

Informational poster on the far right of the stand, featuring a diagram and text.

A man in a dark suit and brown shoes stands on the left, looking at the central poster.

A woman with long red hair, wearing a dark jacket and grey trousers, stands on the right, looking at the poster.

TALED - Fassaden
LED-Beleuchtung

Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

EnEff:Stadt Berlin Adlershof – Effiziente Wärmeoptimierung von Nichtwohngebäuden und Evaluierung der Effizienzmaßnahmen

Dr. Beate Mekiffer | WISTA Management GmbH

HerzoBase Energiespeicherhäuser – Ein energieflexibles Gebäude- und Energiekonzept von morgen

Prof. Dr. A. Dentel | Technische Hochschule Nürnberg

EnStadt:Pfaff: Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern – Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere

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

SolaresBauen: OOM4ABDO: Objektorientiertes Monitoring als Grundlage für einen effizienteren Betrieb sowie kostengünstige Bestandsoptimierung durch Anwendung von Machine Learning- Techniken

Florian Stinner | RWTH Aachen

EnbA-M: Energienetz Berlin Adlershof – Monitoring und Optimierung

Anja Hanßke | TU Berlin

EnEff:Wärme – DYNEEF: Dynamische Fernwärme-Netzsimulation in der Kraftwerkseinsatzoptimierung

Thilo Brüggemann | GEF Ingenieur AG

DITES4GRID, Thermische Speicher als verschiebbare Lasten in elektrischen Netzen (DITES4Grid), Teilprojekt: Haushaltskühlschrank mit PCM

Dr. Andreas Hauer | ZAE Bayern

Callia – Offene Elektrizitätsmärkte mit direkter Interaktion zwischen Verteilnetzbetreibern zur Integration von Erneuerbaren Energien

Dr. Thomas Brenner | Dr. Langniß - Energie & Analyse

EnOB: TaLed: Energie- und kosteneffiziente, fassadenintegrierte Tageslicht- und LED-Beleuchtung mittels mikrooptischer Baukomponenten

Michael Jakobowsky | RIF e.V. Institut für Forschung und Transfer

FMopt: Verfahren zur Ressourcenminimierung im technischen Gebäudebetrieb

Dr. Tobias Zaiczek | Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen IIS Institutsteil Entwicklung

Adaptiver Systeme EAS

EG2050: EMGIMO - Neue Energieversorgungskonzepte für Mehr-Mieter-Gewerbeimmobilien

Matthias Grottke | Hammer Real GmbH

EnEff:Stadt Berlin Adlershof – Effiziente Wärmeoptimierung von Nichtwohngebäuden und Evaluierung der Effizienzmaßnahmen

Berlin Adlershof: Wärmeoptimierung in Nichtwohngebäuden

Berlin Adlershof ist Deutschlands größter Wissenschafts- und Technologiepark und Berlins größter Medienstandort – eingebettet in ein städtebauliches Gesamtkonzept. Auf einem Gebiet von 4,2 km² sind 1.072 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen mit rund 18.000 Mitarbeitern tätig. Hinzu kommen ca. 6.700 Studierende. Ein Erweiterungsgebiet mit zusätzlich ca. 40 ha wird aktuell erschlossen.

Projektrahmen

Am Standort sind aktuell ca. 550 Gebäude vorhanden, 90 % davon werden gewerblich oder durch Forschungseinrichtungen genutzt. Diese Nichtwohngebäude mit einer geschätzten BGF von 1,2 Mio m² entstammen unterschiedlichem Baualter, beginnend ab 1910. Bis zur Standortauslastung – ca. im Jahr 2035 – werden mindestens 1,8 Mio m² BGF dazukommen. Die WISTA Management GmbH (Standortbetreiber) bearbeitet seit 2011 BMWi-geförderte Projekte für Energieeffizienz. 2017 startete sie das Vorhaben „Wärmeoptimierung in Nichtwohngebäuden“, um Effizienzpotenziale von Wärmesystemen zu erschließen.

Projektfokus

Untersuchungsgegenstand sind Heizsysteme, raumluftechnische und Warmwasserbereitungsanlagen von fünf Nichtwohngebäuden, die exemplarisch für den Gebäudebestand und die Nutzungen im Wissenschafts- und Technologiepark stehen. Auswahlkriterien für Optimierungsmaßnahmen sind:

- das Energieeinsparpotential,
- das Kosten-/Nutzenverhältnis von Maßnahmen,
- die Flexibilisierung der Versorgung und Komfortverbesserung,
- die Multiplikationsfähigkeit und
- der Innovationsgrad.

Die Gebäude und ihre Spezifik

Die Gebäudespezifika entstehen durch:

- die Vermietung an KMU,
- variierende Mietflächen,
- verschiedene Nutzungen und energetische Anforderungen und
- häufige Mieterfluktuation.

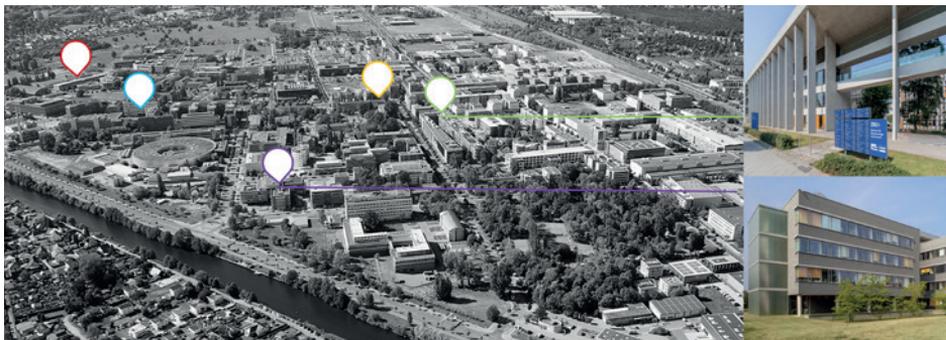


Abbildung 1: Lage der Gebäude [Quelle: Wista.Plan]

Tabelle 1: Gebäudeeigenschaften [Quelle: Wista]

Nutzung	Alter	NGF [m ²]	Energieverbrauch Wärme [MWh/a]
Biotechnologiezentrum	1998	20.634	172,96
Umweltechnologiezentrum	2003	10.196	143,51
Bürogebäude denkmalgeschützt	1930	8.033	99,53
Gründerzentrum mit Laboranteil	1994	20.370	85
Photonikzentrum	1960	3.905	180,32

Tabelle 2: Optimierungsmaßnahmen und ihre Bewertung [Quelle: Wista]

Optimierungsmaßnahme	Energieeinsparung		Amortisation (stat.) [a]	Multiplizierbar?	Flexibilisierung?	Innovativ?	Planung/ Umsetzung
	[MWh/a]	[MWh/a]					
Erneuerung Volumenstromregelung incl. Regelstrategie (Bauteil VI)	57,7	33,3	7,7	++	+++	+	Planung 2019
Stilllegung WW-Leitung	19,2	-	0,5	+++	+++	-	04/2019
Etablierung Freie Kühlung	21,8–69	7,8–24,7	2–6,2	+++	+++	-	2020 (WISTA-Mittel)
vereinfachter hydraulischer Abgleich	27,7	1,66	6,5–9,6	+++	+	++	2019
Bus-basierte Einzelraumregelung/ Nutzersteuerung per App	122–245	-	1,8–3,6	+++	+++	+++	2019/2020
Etablierung Beimischschaltung	60,41	-	5,9	+	++	++	Planung 2019
Etablierung adiabate Kühlung	-	27–37,8	3,5–6,8	+++	+	++	2020 (WISTA-Mittel)

Kontakt

Dr. Beate Mekiffer | WISTA Management GmbH

HerzoBase Energiespeicherhäuser – Ein energieflexibles Gebäude und Energiekonzept von morgen

Das Forschungsvorhaben „Herzo Base“ (FKZ 03ET1364A) befasst sich mit der Weiterentwicklung von Komponenten der Gebäudehülle und -technik sowie deren Systemintegration in acht Plusenergie-Reihenhäuser im KfW 40 Plus Standard. Ziel ist die Senkung des Wärmebedarfs bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz durch optimierte Maßnahmen an den passiven und aktiven Komponenten des Gebäudes.

Baustoffe

Es wurden vier Vergleichshäuser in einschaliger Bauweise mit hochwärmedämmenden perlitgefüllten Ziegeln entsprechend dem Stand der Technik gebaut. Für weitere vier Häuser der Häuserreihe wurde eine höhergedämmte zweischalige Bauweise, aus perlitgefüllten Ziegeln und zusätzlich einer zwölf Zentimeter dicken Wärmedämmfassade aus CALOSTAT-gefüllten Vorsatzziegeln, für den Wandaufbau gewählt. CALOSTAT ist ein neuartiger Dämmstoff der Evonik Industries AG. Dieser besteht aus pyrogener Kieselsäure, ist unbrennbar, diffusionsoffen und zeichnet sich durch eine besonders niedrige Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,019 \text{ W/(mK)}$ aus. Erste Ergebnisse der Monitoring-Phase, weisen darauf hin, dass durch den zweischaligen Aufbau die Dämmung der Gebäude deutlich verbessert werden konnte. Darüber hinaus werden die Wärmedurchgangskoeffizienten, die rel. Luftfeuchten sowie Materialfeuchten in der Gebäudehülle untersucht.

Gebäudetechnik

Der wesentliche Schwerpunkt der Gebäudetechnik liegt auf der Entwicklung von Betriebsführungsstrategien zur optimalen Be- und Entladung der Pufferspeicherkaskade durch modulierende Wärmepumpen in Abhängigkeit von der Photovoltaik (PV)-Produktion. Die PV-optimierte Betriebsführungsstrategie (Rule-Based Control) erzielt eine Erhöhung des PV-Eigenverbrauchs. Sie schaltet die Wärmepumpen gezielt in Modulation, um diese an die aktuelle PV-Produktion anzupassen. In einer thermisch-energetischen Gebäude- und Anlagensimulation wurde das System abgebildet und anschließend bewertet. Im Vergleich zu einer wärmegeführten Standardbetriebsführung von Wärmepumpen konnte der Eigenverbrauch des PV-Stroms um 21 % erhöht und die Netzeinspeisung um 13 % gesenkt werden. Eine zusätzlich entwickelte Betriebsführungsstrategie beinhaltet den Ansatz einer Model Predictive Control und verfolgt das Ziel, die Betriebskosten der Anlage zu minimieren.

Elektrotechnik

Der Schwerpunkt der Elektrotechnik liegt auf der Entwicklung von optimierten Betriebsführungsstrategien für den elektrischen Batteriespeicher. Diese verfolgen das Ziel, Kosten zu minimieren, den Energiedurchsatz und die Ausnutzung der Batterie über ihre Lebensdauer zu maximieren sowie den Leistungspreis für den Netzbezug durch Spitzenlastkappung zu verringern. Dadurch werden Erzeugungsspitzen vermieden und ein Beitrag zur Netzstabilität

geleistet. Durch die Überwachung und das Energie-Monitoring an jeder Energieerzeugungs- und Verbrauchsstelle werden die Betriebsstrategien dem persönlichen Lastprofil der Bewohner angepasst.

Zusätzlich wird ein innovatives Strommess- und Abrechnungskonzept entwickelt, mit dem Ziel, die Haushaltsstromrechnungen zu optimieren, indem die geringere EEG-Umlage für den Eigenverbrauch des erzeugten PV-Stroms genutzt wird.



Abbildung 1: Ostansicht der Plusenergie-Reihenhäuser [Quelle: TH Nürnberg]



Abbildung 2: Zweischalige Bauweise aus Perlit-gefüllten Ziegeln (Innenseite) und einer zwölf Zentimeter dicken Wärmedämmfassade aus Calostat-gefüllten Vorsatzziegeln [Quelle: TH Nürnberg]

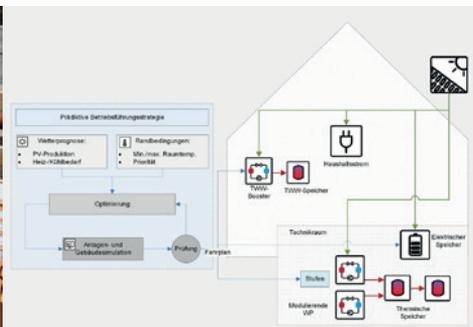


Abbildung 3: Modellprädiktive Regelung für die Wärmeerzeugung und die thermischen und elektrischen Speicher [Quelle: TH Nürnberg]

Kontakt

Prof. Dr. A. Dentel | Technische Hochschule Nürnberg

EnStadt:Pfaff: Implementierung des Reallabors Pfaff Areal Kaiserslautern – Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere

Reallabor EnStadt:Pfaff – Industriebranche wird zum klimaneutralen Quartier

Wie plant und realisiert man ein zukunftsweisendes, klimaneutrales Quartier? In EnStadt:Pfaff werden innovative Lösungen in den Sektoren Energie, Gebäude, Elektromobilität und Digitalisierung erforscht, entwickelt, demonstriert und getestet, begleitet durch Forschung zu Nutzerbedürfnissen, Akzeptanz und Planungsprozessen. EnStadt:Pfaff ist ein Reallabor, in dem neue Technologien gemeinsam mit Planern, Investoren und Nutzern des Quartiers erprobt, weiterentwickelt und optimiert werden. Den Raum bietet das Reallabor-Zentrum mit interaktiver Ausstellung, Quartierswerkstatt und Labor.

Die Entwicklung des Pfaff-Quartiers hat begonnen. Im Jahr 2017 wurde ein erster städtebaulicher Rahmenplan und 2018 der Bebauungsplan erarbeitet, der 2019 verabschiedet werden soll. Die Erschließungsplanung und die Sanierung von vier Bestandsgebäuden erfolgt parallel. Neubauten werden ab 2021 realisiert, bis 2029 soll das Quartier vollständig bebaut sein. Das Projekt EnStadt:Pfaff begleitet als Leuchtturmprojekt der gemeinsamen Förderinitiative „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“ von BMWi und BMBF die Quartiersentwicklung von Oktober 2017 bis September 2022 mit neun Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft unter der Leitung der Stadt Kaiserslautern und der wissenschaftlichen Leitung des Fraunhofer ISE.

Interdisziplinäre Entwicklung, Forschung und Demonstration

Im ersten Projektteil werden Konzepte für die Bereiche Energie, Mobilität und IKT erarbeitet, die aufzeigen wie im Endausbau im Jahr 2029 ein klimaneutrales und modernes Quartier mit hoher Lebens- und Aufenthaltsqualität erreicht werden kann. Zur Unterstützung der Planungsprozesse wird eine integrierte Planungs- und Monitoringsoftware für die Energieversorgung entwickelt. Begleitend wird untersucht, wie sich Lebens-, Mobilitäts- und Arbeitsweisen möglicherweise künftig verändern.

Im Bereich Gebäudetechnologien wird untersucht, wie die begrenzten Solarpotenziale optimal genutzt werden können. Neue Solarfassaden, Lüftungstechnologien und elektrochrom schaltbare Fenster werden demonstriert und Konzepte für die energetische Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden erarbeitet. Eine Materialdatenbank für die Gebäude unterstützt den Übergang in die Kreislaufwirtschaft.

Ein agentenbasiertes Quartiers-Energiemanagementsystem auf Basis der Blockchain-Technologie ermöglicht einen effizienten Betrieb der smarten Strom- und Wärmenetze. Die Einbindung von Batterie- und Wärmespeicher zur optimierten Sektorkopplung wird untersucht. Eine digitale Quartiersplattform bietet Dienstleistungen für die Nutzer des Quartiers. Sensorik im Quartier stellt Umweltdaten bereit und informiert beispielsweise über freie Parkplätze und E-Mobil-Ladesäulen.

Im ehemaligen Kesselhaus entsteht das Reallabor-Zentrum, das eine interaktiven Ausstellung

zu Technologien für smarte Quartiere, eine Quartierswerkstatt zum gemeinsamen Arbeiten mit den Planern und Nutzern, ein E-Mobil- und Batterielabor sowie Versammlungsräume bereitstellt.

Die Implementierung nachhaltiger Mobilität wird u. a. durch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für Carsharing und digitale Services für multimodale Mobilitätsangebote unterstützt. Um den erwarteten sehr hohen Anteil von E-Mobilen im urbanen Quartier zu ermöglichen, wird das bidirektionale Laden von E-Fahrzeugen untersucht und demonstriert.

Sozialwissenschaftler untersuchen die Frage, wie durch die Unterstützung von Kommunikation und Vernetzung von Bewohnern und Mitarbeitern die soziale Interaktion im Quartier gestärkt werden kann. Weiter wird die Wechselwirkung zwischen der sich verändernden Stadtgesellschaft und dem möglichen Raumangebot eines Konversionsquartiers erforscht.

Die Erfahrungen aus den Planungs- und Umsetzungsprozessen werden evaluiert und Verbesserungsvorschläge für die Planungsprozesse bei der Entwicklung nachhaltiger Quartiere erarbeitet.

Fazit

EnStadt:Pfaff kombiniert die Erforschung, Entwicklung und Demonstration einzelner innovativer Technologien mit der Erforschung, wie interdisziplinäre Lösungsansätze zu einem effizienten Gesamtkonzept für nachhaltige Quartiere integriert werden können. Dabei werden technologische und sozialwissenschaftliche Fragen in Bezug auf Nutzerbedürfnisse und -verhalten sowie auch Fragen der Optimierung von Planungs- und Umsetzungsprozessen bearbeitet. Die Untersuchung der komplexen Fragestellungen ist nur im Rahmen eines Reallabors möglich.



Abbildung 1: Visualisierung des Pfaff Areals [Quelle: Fraunhofer ISE]

Kontakt

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

SolaresBauen: OOM4ABDO: Objektorientiertes Monitoring als Grundlage für einen effizienteren Betrieb sowie kostengünstige Bestandsoptimierung durch Anwendung von Machine Learning Techniken

OOM4ABDO – Automatisierte Analyse und Modellierung für die Bestandsoptimierung

Aktuell bleiben Fehlfunktionen und Ineffizienzen im Gebäude- und Anlagenbetrieb oftmals unerkannt. Diese können, wenn überhaupt, nur mit hohem manuellem Aufwand aus den verfügbaren Messdaten herausgearbeitet werden. Ziel des Projektes OOM4ABDO ist es, solche bisher ungenutzten Effizienzpotentiale im Betrieb von Gebäuden und Liegenschaften zu erschließen. Hierfür wird das objektorientierte Monitoring entwickelt und mit einem virtuellen Labor gekoppelt.

Wir nehmen für unser Projekt die Daten aus dem Gebäudebetrieb von einem Beispielquartier, dem Werksviertel in München, und 40 weiteren Beispielgebäuden aus Liegenschaften in ganz Deutschland auf und entwickeln Methoden, wie diese strukturiert werden können.

Das zu entwickelnde objektorientierte Monitoring erleichtert die Strukturierung der Daten, die aus dem Monitoring oder der Gebäudeautomation stammen. Auf Basis von Objekten, die z. B. Kessel oder Wärmepumpen umfassen, können dann einfache bis komplexe Energieeffizienzmaßnahmen abgeleitet werden. Die Objekte werden mithilfe von Verfahren zur Topologieerkennung verknüpft und somit ein umfassendes Modell des Energiesystems erstellt.

Auf einem neun Hektar großen Areal am Ostbahnhof in München sollen Arbeiten, Wohnen und Leben optimal vereint werden. Es werden in den kommenden Jahren rund 1.150 Wohnungen gebaut. Zusätzlich entstehen zirka 7.000 Arbeitsplätze sowie eine Grundschule und mehrere Kindertagesstätten. Außerdem sind Einkaufsmöglichkeiten, Hotels, Gastronomie, Freizeitangebote und zahlreiche kulturell genutzte Gebäude geplant. Ein besonderes Highlight ist das neue Münchner Konzerthaus, das im Herzen des Werksviertels entsteht. Die 40 weiteren Beispielgebäude erstrecken sich u. a. über Verwaltungsgebäude, Industriehallen, Schwimmbäder, Schulen, Kindergärten. Die Anwendung der hier entwickelten Methoden auf den Neubau und Bestand soll deren universelle Anwendbarkeit demonstrieren.

Unterstützt durch eine automatische Datenpunkts- und Topologie-Erkennung wächst parallel zum realen Quartier ein Modell der Energiezentrale, der Nahwärme- und Nahkältenetze, sowie der Verbraucherseite, welches als virtuelles Labor genutzt werden kann. Dieses virtuelle Labor wird vorrangig in Modelica mit der Open Source Bibliothek Aixlib entwickelt. Hierbei werden physikalische Gebäude- und Anlagenmodelle eingesetzt, welche durch datenbasierten Modelle ergänzt werden.

Anhand des virtuellen Labors werden verschiedene Anwendungsfälle und Energieeffizienzmaßnahmen getestet und bewertet. Die Auswirkung von Maßnahmen, welche durch das Monitoring-System aufgedeckt werden, können so am virtuellen Quartier simuliert und bewertet werden.

Das Energiesystem des Werksviertels ist eine sogenannte Quartierslösung mit Sektorenkopplung. Das bedeutet, dass die Sektoren Strom, Wärme, Kälte und E-Mobilität effektiv verknüpft

werden. Eine besondere Herausforderung stellt der Betrieb der komplexen Erzeugerseite unter verschiedenen Randbedingungen dar. Gegenstand der Untersuchung sind unter anderem die Betriebsstrategien der Erzeugerseite, die Regelung der Verteilung von Wärme und Kälte und die Flexibilisierung des Energieverbrauchs.

Wir danken für die finanzielle Unterstützung durch das BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), Förderkennzeichen 03SBE006A. Außerdem bedanken wir uns bei unserem Kooperationspartner, der werkkraft GmbH.



Abbildung 1: Das Werksviertel München verbindet Leben (rot), Arbeiten (gelb) und Wohnen (grün) auf einzigartige Weise [Quelle: Werksviertel.de]

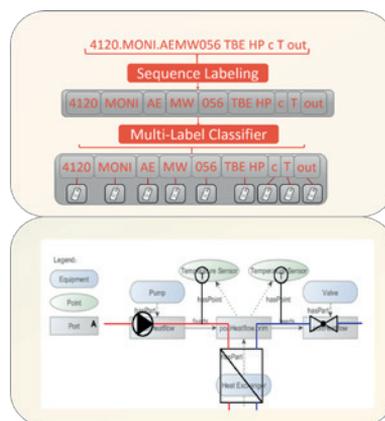


Abbildung 2: (oben) Klassifizierung von Datenpunkten anhand eines 2-stufigen Verfahrens von Machine Learning (unten) Abbildung eines Modells eines Wärmeübertragers, das für Simulationen und Machine Learning Anwendungen verwendet werden kann [Quelle: E.ON ERC EBC]

Kontakt

Florian Stinner | RWTH Aachen

EnbA-M: Energienetz Berlin Adlershof – Monitoring und Optimierung

Monitoring und Optimierung

Das Vorhaben „Energienetz Berlin Adlershof - Monitoring und Optimierung“ befasst sich mit der Weiterentwicklung, Optimierung und Validierung des im Rahmen des Umsetzungsvorhabens „Energienetz Berlin Adlershof“ realisierten, adaptiven Kälteversorgungssystems am Zentrum für Photonik und Optik in Berlin Adlershof. Im Fokus steht die Systemoptimierung im Hinblick auf Flexibilität und verminderte CO₂-Emissionen. Das Vorhaben schafft eine solide wissenschaftliche Basis, die zum einen den effizienten Betrieb des vernetzten Systems gewährleistet und zum anderen die Beurteilung des Potenzials zukünftiger Maßnahmen auch an anderen Standorten erlaubt.

Monitoring

Das Fundament für das Vorhaben bildet ein umfassendes wissenschaftliches Monitoring des Gesamtsystems und seiner Einzelkomponenten. Auf diese Weise wird eine erhöhte Anlagentransparenz geschaffen, die es erlaubt, Schwachstellen in der Betriebsführung der integrierten Technologien sowie in deren Zusammenspiel zu erkennen und zu beseitigen. Das wissenschaftliche Messprogramm schafft eine solide Basis an Realdaten, mit deren Hilfe die Wirksamkeit der im Rahmen der Umsetzungsphase realisierten Maßnahmen im Hinblick auf verbesserte Primärenergieeffizienz überprüft und ganzheitlich beurteilt werden kann.

Betriebsoptimierung

Ziel der Betriebsoptimierung ist der flexible, energieoptimale und sichere Betrieb des Kälteversorgungssystems am Zentrum für Photonik und Optik in Berlin Adlershof. Auf Basis technischer Betriebsdaten werden Empfehlungen mit dem Ziel reduzierter CO₂-Emissionen und verbesserter Energieeffizienz umgesetzt. Die Analyse der Daten erlaubt zudem eine Validierung und Weiterentwicklung vorhandener mathematischer Modelle und die Bereitstellung von Algorithmen für die Systemoptimierung. Der vollautomatisierte und optimierte Betrieb des Kälteversorgungssystems wird mit einem modellbasierten Energiemanagement-System realisiert. Mit Eingangsdaten, wie historischen Messwerten oder Wettervorhersagen, kann der Betrieb des Kältesystems z. B. für den nächsten Tag geplant werden. Abweichungen von dieser Planung werden vom Energiemanagement zum Zeitpunkt des Betriebs automatisch erfasst und behandelt.



Abbildung 1: Eisppeicher am Zentrum für Photonik und Optik [Quelle: TU Berlin]

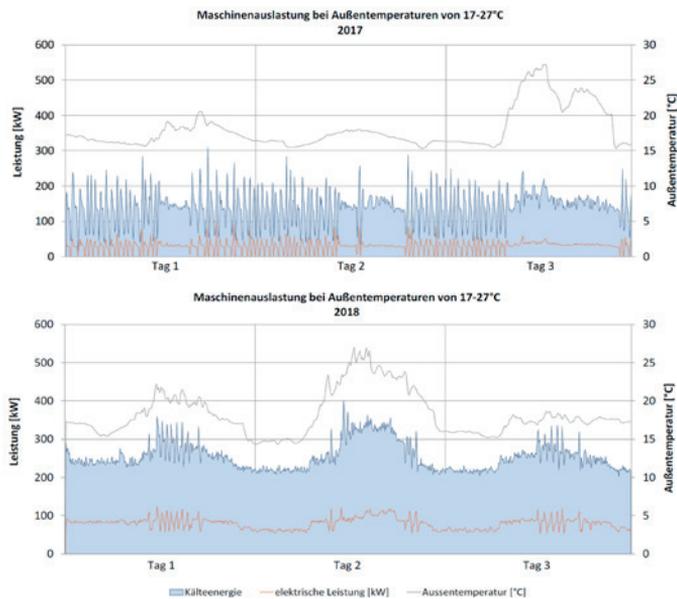


Abbildung 2: Kältemaschinenbetrieb vor (2017) und nach (2018) der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen am Kälteversorgungssystem des Zentrum für Photonik und Optik [Quelle: TU Berlin]

Kontakt

Anja Hanßke | TU Berlin

EnEff:Wärme – DYNEEF: Dynamische Fernwärme-Netzsimulation in der Kraftwerkseinsatzoptimierung

Im Zuge der Energiewende sind die Börsenstrompreise im Mittel stark gefallen und aufgrund der schwankenden Verfügbarkeit regenerativer Energieerzeugung sehr volatil. Da die Betreiber von Fernheizkraftwerken (FHKW) einen Gutteil ihrer Erlöse aus dem Verkauf von Strom erzielen, der mittels Kraft-Wärme-Kopplung parallel zur Wärmeerzeugung anfällt, ist es daher einerseits betriebswirtschaftlich notwendig, die Stromerzeugung zeitlich vom Wärmebedarf zu entkoppeln und stattdessen dem Strompreis zu folgen. Andererseits eröffnet es aber auch die Möglichkeit, dem Stromnetz negative Regelleistung zur Verfügung zu stellen, um temporäre Überkapazitäten ortsnahe auszugleichen. So lassen sich Fernwärmenetze durch Power-to-Heat kontrolliert als Energiespeicher nutzbar machen.

In der Praxis bereits etablierte Software zur Betriebsunterstützung von FHKW beschäftigt sich entweder mit dem optimalen Einsatz der zentralen Betriebsmittel, wobei das gesamte Fernwärmenetz nur undifferenziert behandelt und zu einer strukturlosen Senke aggregiert wird. Oder es werden räumlich hochaufgelöste thermohydraulische Modelle zur Auslegung des Leitungsnetzes eingesetzt, um die Versorgung aller Kunden mit den notwendigen Drücken und Temperaturen zu garantieren. Die Simulationen behandeln die Erzeugerseite wiederum als strukturlose Wärmequelle und betrachten unter der Eingabe konstanter Parameter nur stationäre, zeitlich isolierte Betriebszustände, ohne dabei dem Einfluss schwankender Betriebsbedingungen und wechselwirkender Laufzeiteffekte nachgehen zu können.

Zielsetzung des Verbundvorhabens DYNEEF war es, diese beiden bislang entkoppelten Welten in einer ganzheitlichen Lösung zu vereinen. Die grundlegende Voraussetzung dafür bestand in der Entwicklung einer räumlich hochaufgelösten, dynamischen Simulation von Fernwärmenetzen, welche sich direkt in die Betriebsoptimierung eines FHKW integrieren lässt. Dabei ergaben sich jedoch erhebliche wissenschaftliche und technische Herausforderungen. Klassische Methoden zur Lösung instationärer thermohydraulischer Gleichungen sind entweder zu ungenau oder zu aufwändig, um im laufenden Betrieb eines großstädtischen Netzes optimale Regelungsvorschläge zu liefern. Daher musste zunächst ein innovatives numerisches Verfahren zur Reduktion der Modellkomplexität entwickelt werden, ohne dabei relevante Einbußen bei der Prognosequalität und Zeitschrittweite hinzunehmen. Per modellprädiktiver Regelung und automatischem Differenzieren lassen sich auf dieser Grundlage nun Optimierungshorizonte von mehreren Tagen bewältigen.

Um den Mehrwert des neuen Ansatzes für die Fernwärmebranche sichtbar zu machen, wurde ein Software-Assistent zur praktischen Demonstration unter realen Bedingungen entwickelt. Im Zuge seiner Evaluierung konnten anhand realer Messdaten mehrere Potenzialanalysen für die Technischen Werke Ludwigshafen AG durchgeführt werden. Der Einsatz der dynamischen Netzsimulation in der Kraftwerkseinsatzoptimierung erlaubt dabei nicht nur eine situative Entkopplung von Stromerzeugung und Wärmebedarf. Durch ein nunmehr sehr viel transparenteres Netzverhalten ermöglicht DYNEEF auch einen noch effizienteren Betriebsmitteleinsatz. So können bspw. fossile Zusatzfeuerungen häufig vermieden und Speicher vorausschauend be-

und entladen werden. Obligatorisch vorzuhaltende Sicherheitsreserven bei der Einspeisung lassen sich aufgrund der hohen Prognosegüte zudem deutlich abbauen. Die Erprobung des entwickelten Ansatz zeigte schließlich signifikante Einsparpotenziale für die Betreiber von FHKW auf, deren Nutzung nicht zuletzt auch eine substantielle Senkung der Treibhausgasemissionen in der Wärmeversorgung zur Folge hätte.



Abbildung 1: Dynamische Simulation und Betriebsoptimierung des Ludwigshafener Fernwärmenetzes [Quellen: Visualisierung der Simulation: Fraunhofer ITWM; Foto der Leitwarte: TWL AG; Hintergrund: Google Maps]

Kontakt

Thilo Brüggemann | GEF Ingenieur AG

DITES4GRID, Thermische Speicher als verschiebbare Lasten in elektrischen Netzen (DiTES4Grid), Teilprojekt: Haushaltskühlschrank mit PCM

Decentralized intelligent Thermal Energy Storage for Grid (DiTES4Grid)

Das wirtschaftliche und technische Potenzial von Haushaltskältegeräten mit Phasenwechselspeichern als verschiebbare Last im elektrischen Netz wurde untersucht. Eine Kühl-/Gefrierkombination wurde mit einem Phasenwechselspeicher ausgerüstet und unterschiedlichen Betriebsweisen unterzogen. Parallel wurden im Labor die Zyklenstabilität, das Kristallisationsverhalten und die Materialverträglichkeit untersucht.

Einleitung

Im Projekt DiTES4Grid wurde untersucht, in wie weit sich Haushaltskühlgeräte mittels thermischen Latentwärmespeicher als elektrisch verschiebbare Last im Stromnetz nutzen lassen. Da ein Phasenwechselmaterial (PCM) die meiste Energie im Phasenübergang zwischen fest und flüssig speichert, eignet er sich besonders als Speicher für Kälteanwendungen, die bei weitgehend konstanten Temperaturen arbeiten.

Fokus der Entwicklung

Eine Potenzialanalyse ergab, dass zwischen 1 und 2 GW an verschiebbarer Last möglich sind, wenn die Hälfte der 40 Mio. vorhandenen Geräte mit der Technologie ausgestattet wird. Ein Vergleich mit Batterien zeigte, dass der thermische Speicher wirtschaftlich günstiger abschneiden kann.

Als Plattform für die Demonstration wurde wegen der hohen Marktdurchdringung eine A+++ Kühl-/Gefriergerätekombination des Projektpartners BSH Hausgeräte GmbH mit 287 Litern Nutzinhalt verwendet. Der Speicher wurde außen an der Rückwand angebracht. Der Kältekreislauf liefert alle Energie in den Speicher und ein sensibler Kälte-trägerkreislauf bedient das Gefrierabteil. Wenn der Kühlraum gekühlt werden muss wird ein Teil der kalten Luft aus dem Gefrierabteil über einen Ventilator mit der Luft im Kühlraum vermischt.

Der Speicher konnte über 5 Stunden mit ca. 100 W elektrischer Leistungsaufnahme geladen werden, um dann das Gerät für ca. 7 Stunden mit Kälte zu versorgen. Dadurch können über 95 % des Energieverbrauchs in Schwachlastzeiten verschoben werden. Der Speicherbetrieb reizte die Geräteplattform weitgehend aus, was sich an den hohen Kondensationstemperaturen der nicht angepassten Kondensatoren zeigte. Dies beeinträchtigt die Effizienz sehr stark und führt zu 70 % Mehrverbrauch bei den Demonstratoren. Durch Anpassung der Geräteplattform und Einbau des Speichers in das Gerät kann der Mehrverbrauch auf ca. 20 % begrenzt werden. Wegen der tiefen Temperaturen im Gefrierfach kommen nur eutektische Salz-Wasser-Lösungen als PCM mit -20 °C und weniger Schmelztemperatur in Betracht. Viele sind kommerziell erhältlich und in der Transportkühlung im Einsatz. Beim Einsatz im Kühlgerät zeigten die Materialien eine abnehmende Speicherkapazität. Im Kühlgerät wird der Speicher im Gegensatz zu Kühlakkus nie über 0 °C betrieben, wodurch sich separiertes Salz nicht mehr mit Wassereis

mischen kann. Eine Verdickung konnte die Separation nur verlangsamen aber nicht verhindern. Als Ursache für die Separation konnten die unterschiedlichen Kristallisationsgeschwindigkeiten von Salz, Wasser und dem Eutektikum identifiziert werden.

Fazit

Grundsätzlich bietet der Einsatz von PCM-Speichern in Kältekreisläufen ein hohes Potential für die wirtschaftliche Lastverschiebung. Jedoch muss der Kältekreislauf an den Betrieb mit Speicher angepasst werden und es müssen Lösungen für die Materialstabilität und die Übertragung der Daten zwischen Kühlgerät und Smart Grid gefunden werden.

Kontakt

Dr. Andreas Hauer | ZAE Bayern

CALLIA – Offene Elektrizitätsmärkte mit direkter Interaktion zwischen Verteilnetzbetreibern zur Integration von Erneuerbaren Energien

CALLIA demonstriert die direkte und automatisierte Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern auf nationaler und internationaler Ebene, um lokale Flexibilitäten besser zu integrieren.

Projektziele

- Entwicklung einer kompletten Systemarchitektur, um den (inter)nationalen Austausch zwischen Netzbetreibern zu automatisieren
- Konzeptionierung von vier Use Cases: Engpassmanagement, lokaler Ausgleich, Spannungshaltung und Verlustminimierung
- Schaffung eines Marktplatzes mit lokalen Komponenten zur Einbindung von Flexibilitäten
- Implementierung des Konzeptes im Feldtest kombiniert mit Hardware-in-the-Loop Elementen

CALLIA – Architektur

- Der CALLIA-Markt mit lokaler Komponente berücksichtigt automatisch eventuelle Zielkonflikte zwischen Netzbetreibern auf verschiedenen Netzebenen bezüglich der Aktivierung einzelner Flexibilitäten
- Die Integration des CALLIA-Marktes in den bestehenden Europäischen und nationalen Regulierungsrahmen wurde erarbeitet und Empfehlungen für eine Anpassung des Marketdesigns wurden daraus abgeleitet
- Die CALLIA-Architektur ist modular und skalierbar aufgebaut und ermöglicht damit die Ankopplung vieler dezentraler Anlagen sowie die Kopplung lokaler Märkte untereinander
- Kommunikationskaskade
- Die Kommunikationskaskade ermöglicht es, basierend auf den Clearingergebnissen der Marktplattform, automatisiert über mehrere Stufen einzelne Anlagen anzusteuern
- Die Kommunikation verläuft primär über ein Kafka-basiertes Messagingsystem
- Agenten für Batterien und steuerbare Lasten wurden entwickelt
- Hybrider Feldtest
- Umsetzung der entwickelten Lösungen in zwei Verteilnetzen: Heidelberg (Deutschland), Istanbul (Türkei); inklusive reeller Anlagen, wie Batteriespeicher
- Implementierung der vollständigen Kaskade: Marktplattform, Multiagentensystem, Messagingsystem, steuerbare Anlagen
- Hochskalierung der Lösungen durch numerische Echtzeitsimulationen der Verteilernetze, parallel zum Betrieb reeller Anlagen

Fazit

In CALLIA untersuchen die Projektpartner, wie eine länderübergreifende Kooperation zwischen Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreibern in die Tat umgesetzt werden kann.

Die dafür notwendige Architektur, sowie ein Marktplatz mit lokaler Information für Netzdienstleistungen wurden entwickelt und getestet.

Damit wird europaweit eine stärkere Durchdringung mit erneuerbaren Energien gefördert und gleichzeitig die Netzstabilität erhöht. Die Konzepte werden aktuell durch Hardware-in-the-Loop-Simulationen und einen Pilot-Feldtest in Heidelberg und Istanbul erprobt und evaluiert.

Kontakt

Dr. Thomas Brenner | Dr. Langniß - Energie & Analyse

EnOB: TaLed: Energie- und kosteneffiziente, fassadenintegrierte Tageslicht und LED Beleuchtung mittels mikrooptischer Baukomponenten

Neue mikrooptische Strukturen lenken Tageslicht blendfrei in fassadenferne Gebäudebereiche und ermöglichen die elektrische Beleuchtung fensternahe Arbeitsplätze durch transparente Fassaden. Die neuen Bauteile können zukünftig einen wichtigen Beitrag im Gebäudebereich zu einer Verbesserung der Energieeffizienz, Lebenszyklusbilanz und Aufenthaltsqualität liefern und auch zu einer Vergrößerung von Gestaltungsspielräumen führen.

Durch den Einsatz mikrostrukturierter, optischer Komponenten für Tageslichtnutzung und elektrische Beleuchtung sollen Energieeffizienz, Lebenszyklusbilanz und die Aufenthaltsqualität im Gebäudebereich verbessert werden. Grundlage bilden zwei neuartige, miteinander funktional kombinierbare, kostengünstig zu fertige Strukturen. Zum einen handelt es sich um lichtumlenkende Strukturen, die beidseitig auf transparenten Trägerschichten aufgebracht sind; sie sind dafür optimiert, Tageslicht blendfrei tief in fassadenferne Gebäudebereiche zu lenken. Zum anderen handelt es sich um lichtauskoppelnde Strukturen auf der Oberfläche transparenter Träger, sie strahlen eingekoppeltes Licht von seitlichen LEDs gezielt auf nur einer Seite ab. Das Element bleibt bei Draufsicht transparent. Die Strukturen sind optisch und damit energetisch hocheffizient. Ihre Einbringung in/auf dünne Platten oder Filme bedarf nur eines geringen Materialeinsatzes. Sie sind für die Massenfertigung geeignet und einfach in Glasverbänden, Leuchten oder Kombinationen aus beidem (selbstleuchtende Verglasung) zu verarbeiten. Dies macht sie energetisch, ökologisch und wirtschaftlich zukunftsweisend.

Optische Strukturen und Fertigungsverfahren

Basierend auf ersten funktionstüchtigen Labormustern zu Projektstart wurden die optischen Strukturen für baupraktische Anwendungen weiterentwickelt. Hierbei wurden insbesondere Anforderungen, die sich aus den Fertigungsverfahren sowie Rückschlüssen aus der Raumbeleuchtung ergeben, miteinbezogen. Die zwei eingesetzten Fertigungsverfahren, „Heißprägen“ mit Strukturen in der Größenordnung von 500 µm und „UV-Nanoimprint“ mit Strukturen von unter 100 µm, wurden dahingehend optimiert, dass Komponenten zum einen in Größen für Bauanwendungen (Fenster und Leuchten) und zum anderen kostengünstig gefertigt werden können. Die Verfahren erlauben die Strukturierung starrer PMMA-Platten, Gläser und auch Folien.

Komponentencharakterisierung

Begleitend wurden die physikalisch-technischen Eigenschaften der Systeme erfasst und in Modellen für Planungswerkzeuge wie DIALux Evo berücksichtigt. Mittels dieser Werkzeuge wurden u. a. Abschätzungen zum lichttechnischen und energetischen Langzeitverhalten der Systeme in der Gebäudenutzung vorgenommen.

Systemintegration

In der Folge wurden diverse architektonische Integrationskonzepte für z. B. Schul- und Büro-

bauten erarbeitet. Hierauf basierend erfolgte die konstruktive Integration in Fassadensysteme und Leuchtelemente. Die lichtlenkende Struktur wird in den Scheibenzwischenraum üblicher Wärmeschutzverglasungen integriert. Hierbei sind ca. 0,4 – 0,6 m im oberen Fensterbereich für die Raumbelichtung ausreichend. Die lichtauskoppelnde Struktur wurde zum einen als transparentes, leuchtendes Fenster umgesetzt, wobei das Thermomanagement der LEDs über die Rahmenkonstruktion erfolgt. Durch diese Elemente kann der fassadenahe Arbeitsbereich nur über die Fassade künstlich beleuchtet werden. Eine übliche deckenorientierte Beleuchtung kann entfallen. Zum anderen wurde die Struktur in transparente und raumgestaltende Lichtbauelemente als direkt/indirekte Arbeitsplatzbeleuchtung integriert.

Evaluation in Versuchsräumen

In Versuchsräumen wurde der reale 1:1 Einsatz prototypisch im Vergleich zu Referenzlösungen untersucht. Durch die lichtlenkende Fassade konnte der Beleuchtungsenergiebedarf in einer Bürosituation um etwa 55 % gesenkt werden. Der erforderliche Materialeinsatz an PMMA konnte gegenüber vergleichbaren Strukturen um über 75 % gesenkt werden. Die Nutzerakzeptanz wurde erheblich gesteigert. Nach erfolgter Umrüstung der Räume befindet sich die lichtauskoppelnde Struktur zurzeit noch in der Evaluation.

Fazit und Ausblick

Die entwickelten Komponenten können zukünftig einen wichtigen Beitrag zu einer Verbesserung der Energieeffizienz, Lebenszyklusbilanz und Aufenthaltsqualität im Gebäudebereich liefern. Als nächster Schritt in Richtung Praxiseinführung bietet sich die Integration in Demonstrationsmaßnahmen (Feldtests) an. Ergänzend können grundlegend die erarbeiteten optischen Ansätze und Fertigungstechnologien auf die Optimierung von Dachoberlichtern und Horizontalverglasungen erweitert werden.



Abbildung 1: Tageslichtlenkende Fassade im Versuchsraum (l.), Kunstlicht aus der Fassade im Versuchsraum (u. r.) und Anwendungsszenario als Stehleuchte (u. r.), [Quellen: Fotos: Fraunhofer IBP, Grafik des Anwendungsszenarios: SSP AG]

Kontakt

Michael Jakobowsky - RIF e.V. Institut für Forschung und Transfer |
Dr.-Ing. Jan de Boer - Fraunhofer Institut für Bauphysik

FMopt: Verfahren zur Ressourcenminimierung im technischen Gebäudebetrieb

In dem Projekt wird eine Methodik erarbeitet, um den Ressourcenverbrauch im technischen Gebäudebetrieb durch eine ganzheitliche Gebäudestrategie zu vermindern. Einbezogen werden dabei der Verbrauch an Energie (Elektroenergie, Brennstoffe, Wärmeträger) und Ressourcen (Material und Ersatzteile, Aufwände für Instandhaltung) sowohl für den Gebäudebetrieb als auch für das technische Gebäudemanagement.

Vorausschauendes Handeln erscheint für die Betriebsführung moderner Gebäude zunehmend interessant. Bereits heute wird z. B. die Klimatisierung in Gebäuden weitestgehend vorausschauend gesteuert. Im hier vorgestellten Projekt entwickeln die Partner DECON Deutsche Energie-Consult GmbH und NSC GmbH unter Führung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS), Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme (EAS) eine Plattform, die Prognoseverfahren nutzt, um die Gebäudesysteme hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs zu optimieren. Neben dem Energieverbrauch wird dabei auch die Alterung von technischen Anlagen und deren Einfluss auf die Energieeffizienz berücksichtigt.

Projektziele

Entwicklung einer Methodik zur

1. Senkung des Energieverbrauchs (Elektroenergie, Brennstoffe/Wärmeträger) durch optimierte, bedarfsgerechte Betriebsführung
2. Kostenreduktion durch lebensdaueroptimale Betriebsführung und vorausschauende Wartung von Komponenten der technischen Gebäudeautomation (GA).

Lösungsansatz

Kern des Verfahrens sind mathematische Modelle des betrachteten Gebäudes, die die Gebäudephysik, das Verschleißverhalten des installierten GA-Systems, übliche Nutzungsszenarien sowie die Wechselwirkung des Gebäudes mit seiner meteorologischen Umgebung beschreiben. Diese Modelle werden weitestgehend automatisch aus vorliegenden Betriebsdaten generiert und im laufenden Betrieb ständig verfeinert. Dieser Ansatz spart erheblichen Aufwand bei der Modellerstellung und verspricht eine hohe Qualität der Verschleiß- und Verbrauchsprognosen. Mit der Einbettung der Modellierung in BIM-Prozesse schafft das Projekt bereits wesentliche Anknüpfungspunkte zur stetig an Bedeutung gewinnenden Digitalisierung von Prozessen im Baugewerbe. Vorhandene BIM-Daten lassen sich vorteilhaft in die Parametrisierung der verwendeten Modelle einbeziehen.

Fokus der Entwicklung

- Prognose des Ressourcenverbrauchs auf Basis von Betriebsdaten (Energie- und Verschleiß)
- Modellbasierte Verfahren zur Verbesserung/ Optimierung des Anlagen- und Gebäudebetriebs mit Fokus auf bivalenter Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung mit Hilfe von Lüftungsanlagen

- Einbeziehung der Methodik des Building Information Modeling (BIM) durch Erstellung von 3D-Referenzmodellen inklusive TGA und IFC-Schnittstellendefinition für die effiziente Inbetriebnahme und Operation
- Unterstützung des Gebäude- und Anlagenbetreibers durch Optimierungsvorschläge

Angestrebtes Ergebnis

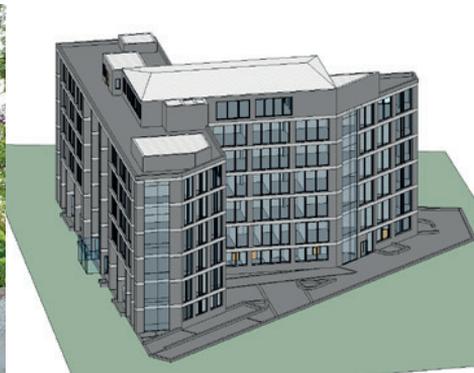
Es entsteht eine Softwareumgebung als Mehrwertdienst für bestehende Systeme der Gebäudeleittechnik. Durch die Visualisierung zukünftiger Verbräuche, durch modellgestützte What-if-Analysen und Optimierungsvorschläge werden TGA-Betreiber bei der Wahrnehmung ihrer Eigenverantwortlichkeit für die Verbesserung der Ressourceneffizienz für Gebäude unterstützt. Die erarbeitete Methodik wird anhand mehrerer Demonstratorgebäude unter Praxisbedingungen erprobt.

Zwischenfazit

Bei den Demonstratorgebäuden traten erhebliche Probleme bei der Datenbeschaffung durch unvollständige Sensorausstattungen, eingeschränkte Datenqualität und unvollständige Messzeiträume auf. Trotzdem lassen die bisher erreichten Ergebnisse die Methodik als durchaus erfolgsversprechend erscheinen.



[Quelle: Kieback & Peter GmbH & Co. KG]



[Quelle: Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen IIS Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS]

Kontakt

Dr. Olaf Enge-Rosenblatt | Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen IIS Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS

EMGIMO - Neue Energieversorgungskonzepte für Mehr-Mieter-Gewerbeimmobilien

EMGIMO integriert die Elektromobilität und CO₂ neutralen Strom netzverträglich in Gewerbegebäude. Ziele: (a) ein wirtschaftlich tragfähiges und übertragbares Konzept zur Versorgung von Gewerbeimmobilien mit mehreren gewerblichen Mietern, (b) eine optimierte Eigenstromversorgung, (c) die Schaffung eines flexiblen Lastmanagements unter Einbeziehung der E-Mobilität bei Entlastung vorgelagerter Netze, und (d) die Umsetzung eines Partizipationsmodells (Abbildung 1).

Projektrahmen

Insbesondere im urbanen Raum und in Nicht-Wohngebäuden herrscht ein hoher Strombedarf bezogen auf die bebaute Fläche (Abbildung 2). Mit der E-Mobilität steigt die Stromnachfrage weiter. Schon heute kann dort die Nachfrage nach Ladepunkten teils nicht mehr zu vertretbaren Kosten gedeckt werden - die Leistungsreserven sind begrenzt.

Hier gilt es, das wirtschaftlich erschließbare lokale PV-Potenzial auszuschöpfen. Als Zielmarke ist in Metropolen ein PV (Photovoltaik)-Stromanteil von 25 % sinnvoll und erreichbar!

Dabei ist das Zeitfenster für die Implementierung vergleichsweise klein. Dächer werden ca. alle zwei Jahrzehnte saniert. Wird ausschließlich auf Neubauten gesetzt, z. B. über eine „Solarpflicht“, so sinkt die Implementierungsrate von grob 6 auf 1 % der Gebäudemasse pro Jahr.

Hier setzt EMGIMO an. Neueste Technologien, wie beispielsweise Intelligente Messsysteme sowie individuell und dynamisch steuerbare Ladepunkte für E-Fahrzeuge werden eingesetzt, um auch in einer Mehr-Mieter-Gewerbeimmobilie Strom dann zu nutzen, wenn er verfügbar ist.

Die Herausforderungen sind komplex. Planungstechnische und finanzielle Hürden können hier die inzwischen günstige reine PV-Anlage preislich in den Schatten stellen (Abbildung 4).

Praktische Umsetzung

EMGIMO setzt modellhaft ein Konzept im Rahmen eines Pilotvorhabens in München, in Kooperation mit den sieben Mietern, um. Es handelt sich um ein Bestandsgebäude aus dem Jahr 1994, mit einer vermieteten Fläche von 9.000m².

Kernanliegen im Projekt sind: Umsetzung eines Kundenanlagen-Zählerkonzepts und Integration einer PV-Anlage im Bestand unter Vermeidung (a) einer Leistungserhöhung, (b) eines kompletten NSHV Austausches und (c) der entsprechenden Gebäudestillstandszeiten. Weitere Kernaspekte sind: aktive Mieterpartizipation; Mietvertrags-, Energie- und steuerrechtliche Aspekte; direkte Integration Intelligenter Messsysteme in das Lastmanagement; Entwicklung eines Gebäudeunabhängigen und perspektivisch Gebäudeübergreifenden, innovativen und intelligenten Steuerungssystems inkl. PV-Ertrags- und Lastprognose; Konzeption einer lokalen Datendrehscheibe für den Informationsfluss in die intelligente Steuerung; sowie hochaufgelöste Messungen für Last-Disaggregation.

Abstimmungsprozess auf politischer Ebene nötig – zwei Beispiele

Smart Meter Gateways: Eine gerätescharfe Verbrauchserkennung benötigt Sekundenwerte - der vorgesehene Standard ermöglicht maximal 15 minutenscharfe Daten (Abbildung 3). Auch eine standardisierte, lokale HAN-Schnittstelle fehlt im SMGW! Zumindest beim Übergang in die erste Phase des Rollouts, sollten innovativere Systeme weiter erlaubt sein.

Energiesammelgesetz: Das zum Jahreswechsel verabschiedete Energiesammelgesetz bewirkt Kürzungen bei der Einspeisevergütung für Photovoltaik-Dachanlagen ab 40 kWp von 12,5 %. Gerade für PV-Anlagen in Mehr-Mieter Bestandsgebäuden ist dies kritisch. PV-Strom ist hier mit der vollen EEG-Umlage belastet und konkurriert mit Industriestrompreisen.

www.emgimo.eu

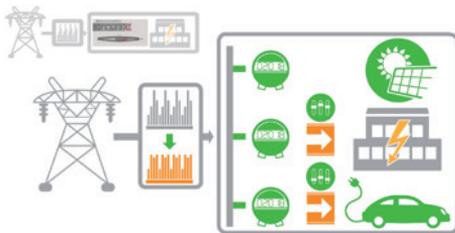


Abbildung 1: EMGIMO integriert die Elektromobilität und CO₂ neutralen Strom netzverträglich in Gewerbegebäude.

[Quelle: Hammer Real GmbH]

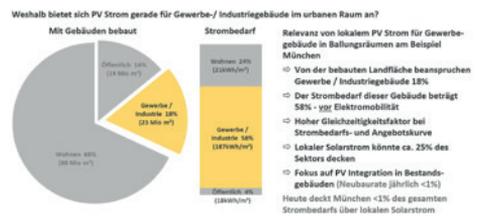


Abbildung 2: Der Einsatz von Photovoltaikanlagen ist in Gewerbe- und Industriegebäuden im urbanen Raum besonders sinnvoll. [Quelle: Hammer Real GmbH]

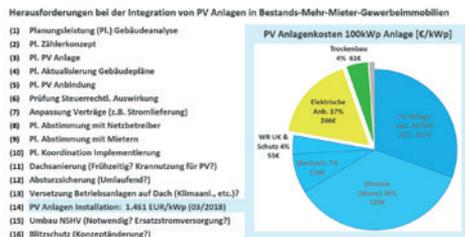


Abbildung 3: Planungstechnische und finanzielle Hürden können die inzwischen günstige reine PV-Anlage preislich in den Schatten stellen, insbesondere in Bestandsgebäuden. [Quelle: Hammer Real GmbH]

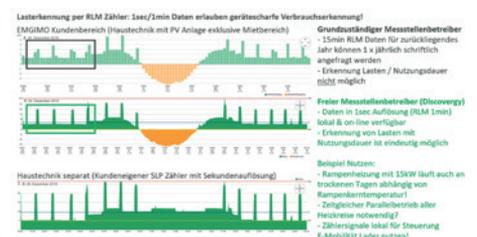


Abbildung 4: Für eine gerätescharfe Verbrauchserkennung werden Sekundenwerte benötigt. Der vorgesehene Smart Meter Gateway Standard ermöglicht maximal 15 minutenscharfe Daten. [Quelle: Hammer Real GmbH]

Kontakt

Matthias Grottko | Hammer Real GmbH



Walter ORREWITSCHUS

Timone KÜHN

Timone KÜHN

Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

Session I - Smart Building

mit Podiumsdiskussion:

Potentiale der Digitalisierung: Wie können auch Nettoeinsparungen realisiert werden

Moderation: Hans Erhorn | Fraunhofer IBP

GreenEnergyFirst: Energieeffizienzassistent für die dezentrale Energieerzeugung in Wohngebäuden

Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus | EZB Business School

Aktive solare Gebäudehülle zur dezentralen Energieerzeugung in Gebäuden

Dr. Tilmann Kuhn | Fraunhofer ISE



GreenEnergyFirst: Energieeffizienzassistent für die dezentrale Energieerzeugung in Wohngebäuden

Viktor Grinewitschus, Andre Beblek, David Reiners | EBZ Business School, Bochum

Mit dem Fortschreiten der Energiewende in Deutschland treten beim Management der Energieversorgung neue Herausforderungen auf:

- Das Angebot und die Nachfrage müssen in Einklang gebracht werden. Während wir bisher gewohnt sind, dass das Netz fast beliebige Schwankungen des Energieverbrauchs von Haushalten abzufangen, wird das zukünftig aufgrund der Volatilität regenerativer Energien und ihrem zunehmenden Anteil an der Energieversorgung deutlich schwerer.
- Mit dem Ausbau der Elektromobilität treten neuartige Verbraucher auf, die einerseits hohe Lasten (z. B. bei der Schnellaufladung) verursachen, andererseits Speicherkapazität in das System bringen.
- Der Netzausbau in Deutschland geht nur langsam voran. Der Ansatz, große Produktionskapazitäten abseits der Verbraucher zu installieren und dann zu beliebigen Orten zu transportieren, lässt sich so nicht umsetzen. Eine Lösung ist, regenerative Energien dort zu produzieren, wo sie benötigt wird. Die Dachflächen von Mehrfamilienhäusern bieten hier ein bisher in Deutschland kaum erschlossenes Potenzial.
- Wenn aufgrund der Wetterlage nur wenig regenerative Energie zur Verfügung steht (man spricht dann von der sog. Dunkelflaute), muss die Energie konventionell dezentral erzeugt werden, z. B. über Blockheizkraftwerke.
- Dezentrale elektrochemische Speicher können eine Lösung sein, um möglichst viel von der lokal produzierten elektrischen Energie lokal zu verbrauchen, ohne das Verteilnetz zu belasten. Hierzu müssen diese in das lokale Energiemanagement aktiv einbezogen werden. Dies betrifft auch die Speicher von Elektrofahrzeugen.

Im vom BMWi geförderten Projekt „GreenEnergyFirst“ arbeiten der Energieversorger medl (Mülheim a.d. Ruhr), die Firmen Viessmann (Allendorf) und Phoenix Contact (Bad Pyrmont) gemeinsam mit der EBZ Business School (Prof. Grinewitschus, Bochum) und der Universität Duisburg Essen (Prof. Ding, Duisburg) in Kooperation mit der Wohnungsbaugenossenschaft MWB (Mülheim a.d. Ruhr) an einem neuartigen Ansatz des Energiemanagements in Bestandsgebäuden, insbesondere in Mehrfamilienhäusern. Das Projekt ist am 1.7.2017 gestartet und läuft bis zum 30.6.2020. Es hat ein Gesamtvolumen von 946.371,95 €, die vom BMWi genehmigten Fördermittel betragen 694.573,70 €.

Die Projektgebäude sind Bestandsgebäude der Wohnungsbaugenossenschaft MWB aus dem Jahre 1966, welche an ein Nahwärmeversorgungsnetz angeschlossen sind. Die Projektgebäude werden mit einer PV-Anlage ausgestattet, die vorhandene Wärmezentrale (medl) erhält ein BHKW, vor der Wärmezentrale werden Parkplätze und Ladesäulen für E-Fahrzeuge angelegt. In der Wärmezentrale wird ein Abstellraum mit Ladestationen für Pedelecs eingerichtet. Die Wohnungen der Projektteilnehmer erhalten eine Smart Home Ausstattung, um den Wärme- und ggf. den Stromverbrauch der Mieter in den Wohnungen steuern zu können. Darüber hinaus sind die Wohnungen mit Smart Metern ausgestattet.

Die wissenschaftlichen Arbeiten im Projekt befassen sich mit der Entwicklung von Modellen für hybride Energieversorgungsanlagen, bestehend aus BHKW, PV-Anlage und Energiespeicher) sowie der Entwicklung eines lokalen Energiemanagements, mit dem die Wärme- und elektrische Energieversorgung so gesteuert wird, dass ein möglichst großer Anteil der lokal produzierten Energie lokal verbraucht, d.h. die Interaktion mit dem Verteilnetz minimiert wird (Abbildung 1).

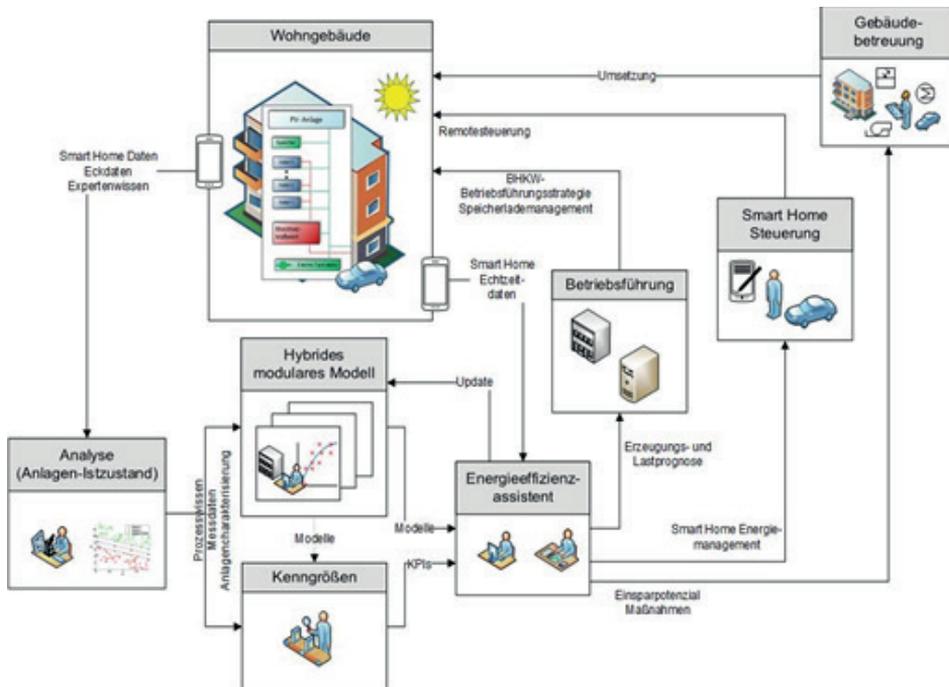


Abbildung 1: Struktur des Energiemanagements im GreenEnergyFirst-Projekt [Quelle: EBZ Business School]

Kernstück des lokalen Energiemanagements ist der Energieeffizienzassistent (Abbildung 2). Aus den Ist-Betriebsparametern von BHKW, PV-Anlage und Speicher, dem aktuellen Energieverbrauch, der PV-Prognose und dem Ladezustand des Speichers werden Soll-Betriebsparameter für die aktive Steuerung der Anlagentechnik in den nächsten Stunden abgeleitet. Die teilnehmenden Nutzer erhalten Handlungsempfehlungen, es ist auch angedacht, über einfache Befehle ein aktives Lastmanagement von Haushaltsgeräten und der Wärmeversorgung durchzuführen.

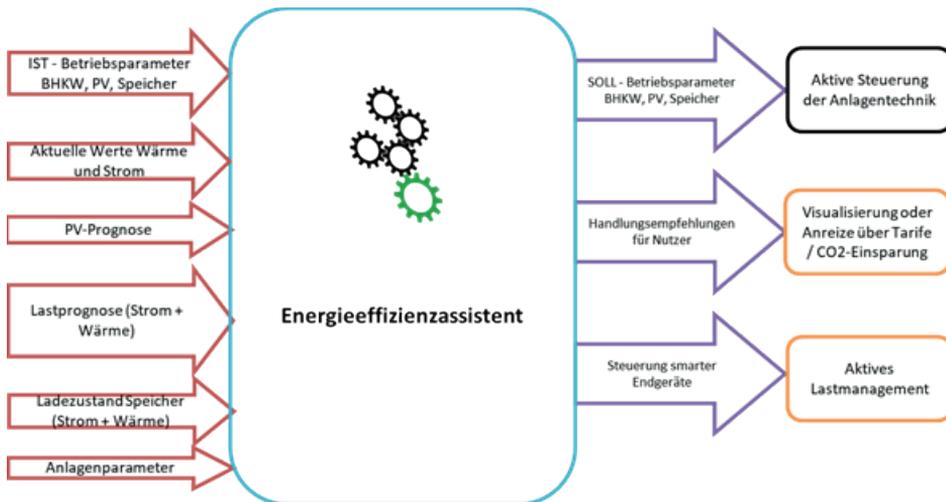


Abbildung 2: Struktur des Energieeffizienzassistenten [Quelle: EBZ Business School]

Simulationen der PV-Anlage haben gezeigt, dass es für das Verbrauchsprofil des Gebäudes eine optimale Größe der PV-Anlage gibt (Abbildung 3). Dabei zeigte sich, dass für entsprechende Berechnungen eine Herausforderung in der aktuellen Datenlage liegt.

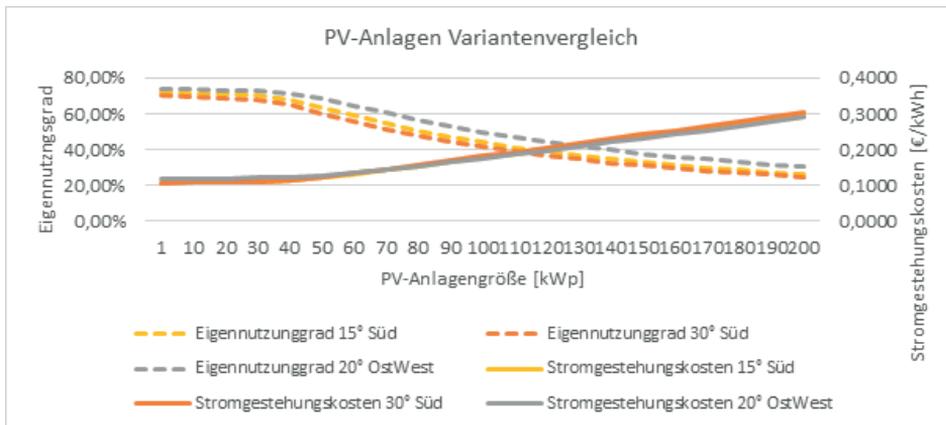


Abbildung 3: Berechnung von Eigennutzungsgrad und Stromgestehungskosten der PV-Anlage unter Berücksichtigung der Investitionskosten und den rechtlichen Rahmenbedingungen (Einspeisevergütung) [Quelle: EBZ Business School]

So gibt es kaum belastbare Angaben über den Stromverbrauch der Haushalte aus den Vorjahren mit einer hinreichenden zeitlichen Auflösung. Aktuell müssen für die Durchführung der Berechnungen die Verbrauchsdaten anhand von Standard-Lastprofilen rekonstruiert werden, für die PV-Produktion wurden Wetterdaten aus Vorjahren verwendet. Dabei treten natürlich Abweichungen zu der realen Situation auf. Durch die Installation von Smart Metern wird sich die Datenlage während der Projektlaufzeit ändern. Für die Gewinnung und Auswertungen der Daten sind mit beteiligten Haushalten entsprechende datenschutzkonforme Vereinbarungen getroffen worden. Im Projekt entsteht aktuell eine IT-Plattform, welche sich durch eine hohe Integration der für die Energieversorgung relevanten Anlagen auszeichnet (Abbildung 4).

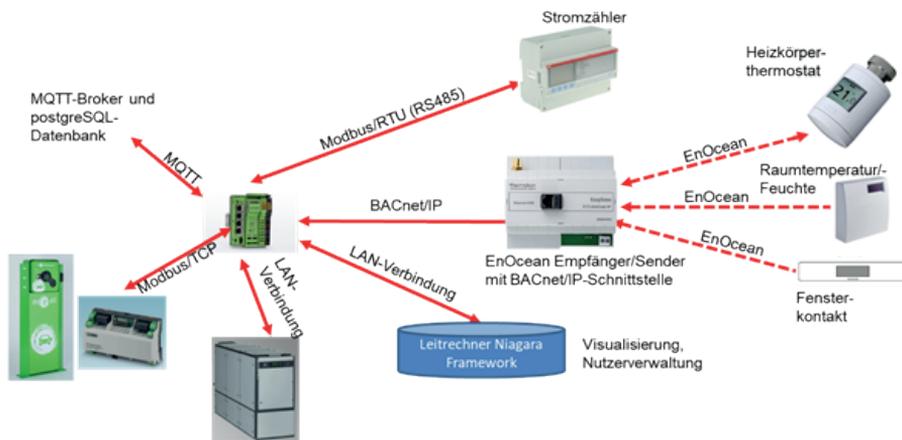


Abbildung 4: Struktur der IT-Plattform im Projekt [Quelle: EBZ Business School]

Die Installation der Anlagentechnik im Projekt ist weitgehend abgeschlossen, die Entwicklung der IT-Plattform und die Installation der Smart Home Systeme bei den Mietern ist in Arbeit. Den Projektpartnern ist wichtig, dass es während des Projektes einen intensiven Dialog mit den Bewohnern der Gebäude gibt und deren Erfahrungen für die kontinuierliche Verbesserung des Energiemanagements genutzt werden. Letztendlich wird die Entwicklung einer im Bestand ausrollbaren Lösung angestrebt.



Aktive solare Gebäudehülle zur dezentralen Energieerzeugung in Gebäuden

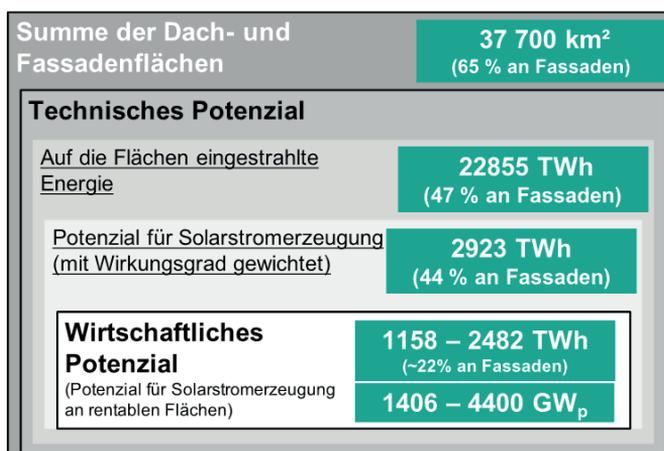
Dr. Tilmann Kuhn | Fraunhofer ISE

1. Für die Energiewende werden große Flächen für Photovoltaikanlagen und Solarthermie benötigt

Aus den sehr wichtigen Studien von Fraunhofer ISE (ReMod-D) [1] und Acatech [2] geht hervor, dass die Energiewende mit existierenden Technologien realisierbar ist und dass es viele verschiedene mögliche Energiesysteme mit ähnlichen volkswirtschaftlichen Kosten gibt. Diese Kosten sind vergleichbar mit den Kosten für das aktuelle fossil-nukleare Energiesystem, ohne dass man noch unbekannte Endlagerungskosten, Schäden durch den Klimawandel etc. einpreist. Bei allen Varianten muss die installierte Kapazität von Windkraftanlagen, Photovoltaik und Solarthermie um den Faktor Fünf bis Sieben gegenüber Ende 2017 gesteigert werden. Das bedeutet, dass PV-Anlagen mit einer Peakleistung von 120-290 GWp und Solarthermieanlagen mit 60-70 GWp installiert werden müssen. Das entspricht einer Fläche von 8-36 m² pro Einwohner, je nach Wirkungsgrad. Es ist wichtig für die Akzeptanz, dass PV-Anlagen architektonisch gut ins Erscheinungsbild des Gebäudes eingepasst werden. Dies gilt nicht nur für Fassaden sondern auch für viele Dachanlagen z. B. in älteren Stadtkernen.

2. An Gebäuden sind ausreichend große rentable Flächen vorhanden

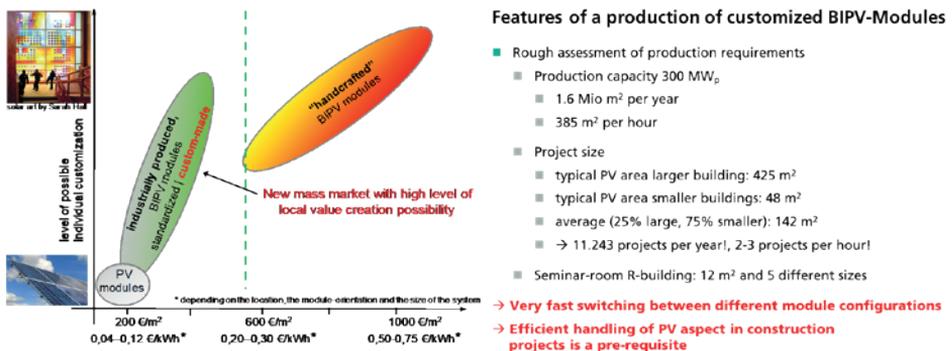
Die gute Nachricht ist, dass an Gebäuden ausreichend große rentable Flächen vorhanden sind. Das wirtschaftliche Potenzial ist wesentlich größer als die benötigten Flächen. Rund 22 % der wirtschaftlich für Solarenergie nutzbaren Flächen sind Fassaden. Man könnte die benötigte PV- und Solarthermie-Leistung also komplett an und auf Gebäuden unterbringen.



Ein erster Schritt zur Validierung dieser Aussage war die Dissertation von Karoline Fath [3][4], die gemeinsam vom KIT (Lehrstuhl Professor Schultmann, Wirtsch. Ing.) und Fraunhofer ISE betreut wurde. Die Untersuchung wird im Projekt Standard-BIPV [5] weitergeführt. Im Projekt wird eine Vollerhebung für alle Gebäudehüllflächen in Deutschland (inkl. Fassaden) gemacht. Auch da bestätigen erste Ergebnisse, dass ausreichend große Flächen an Gebäuden vorhanden sind. Die weitere Analyse ist insbesondere im Nichtwohnbereich notwendig, weil dort die Datenlage extrem dünn ist.

3. Kundenspezifische »solare Bauprodukte« können nachhaltig lokale Wertschöpfung sichern. Digitalisierung der Kommunikation zwischen Architekt und Hersteller als Voraussetzung für Massenmarkt mit kundenspezifischen Produkten

Die gute Nachricht ist, dass an Gebäuden ausreichend große rentable Flächen vorhanden sind. Das wirtschaftliche Potenzial ist wesentlich größer als die benötigten Flächen. Rund 22 % der wirtschaftlich für Solarenergie nutzbaren Flächen sind Fassaden. Man könnte die benötigte PV- und Solarthermie-Leistung also komplett an und auf Gebäuden unterbringen.



Architekten erwarten von Bauprodukten, insbesondere an der Fassade, dass ihre Größe an die objektspezifischen Anforderungen angepasst werden kann. Bei Isolierverglasungen und Verbundsicherheitsglas ist das üblich, die Industrie hat sich auf diese Anforderungen eingestellt. Die Produktion solcher objektspezifischen Produkte erfolgt lokal, in mehreren Linien, die über Deutschland verteilt sind. Es hat sich eine nachhaltige, lokale Produktion etabliert. Eine analoge Standortstruktur bei der Massenfertigung von BIPV-Modulen ist sehr gut vorstellbar. Momentan ist kundenspezifische Produktion bei solaren Bauprodukten ebenfalls möglich, allerdings mit niedrigem Industrialisierungsgrad und deshalb niedrigem jährlichem Produktionsvolumen von typischerweise 10-50 MW_p im Falle von BIPV, also um den Faktor 100 bis 1.000 kleiner als bei der aktuellen Produktion von konventionellen PV-Modulen. Es gibt im BIPV-Markt eine zunehmende Zahl von Akteuren, die einen langsam wachsenden, stabilen Premium-Nischenmarkt bedienen. Die stark fallenden Kosten für PV-Zellen und sonstige Komponenten von BIPV-Systemen sind hierbei sehr förderlich. Mit solch kleinen Produktions-

kapazitäten ist es aber nicht möglich, signifikante Anteile der zu installierenden 300 GWp zu produzieren. Deshalb müsste zusätzlich ein Massenmarkt für kundenspezifische Produkte geschaffen werden, um die für die Energiewende bis 2050 notwendigen solaren Bauprodukte zu produzieren. Neben der Industrialisierung der eigentlichen kundenspezifischen Produktion ist die Digitalisierung der Kommunikation zwischen Architekt und Hersteller unabdingbar, um die erforderliche Anzahl von Projekten und Aufträgen bearbeiten zu können. Insbesondere sollte die Digitalisierung der Bauprozesse mit Methoden des building information modelling (BIM) vertieft werden und mit Methoden des computer aided manufacturing (CAM) gekoppelt werden. Durch einen solchen Massenmarkt könnten Nullenergie- und Plusenergiegebäude kostengünstiger errichtet werden, wodurch sich eine Reduktion der CO₂-Emissionen und über Eigenverbrauch Netto-Energieeinsparungen ergeben würden.

4. 1.000 Solarfassadenprogramm als Initialzündung für einen Massenmarkt für Solarfassaden

Der von der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 angestrebte klimaneutrale Gebäudebestand lässt sich nur erreichen, wenn die momentan viel zu niedrige Renovierungsrate bei Wohn- und Nichtwohngebäuden erhöht wird. Die in diesem Zuge zu erneuernden Gebäudehüllflächen bieten in vielen Fällen ein großes Potential für die kostengünstige Integration von zusätzlichen photovoltaischen und/oder solarthermischen Energiewandlern. Ein 1.000-Fassaden-Programm würde die Möglichkeit bieten, den oben genannten Markt aktiv zu adressieren, die verschiedenen Akteure wie Architekten, Fachplaner und Investoren, aber auch die wichtigen Institutionen wie Architekten- und Handwerkskammern der Länder mit den PV-, Solarthermie und Bauunternehmen und Fachplanern zusammenbringen und mittels eines entsprechenden Monitorings flächendeckend und systematisch Erfahrungen zu sammeln und im Sinne einer Querschnittsanalyse auszuwerten. Ein 1.000-Solarfassaden-Programm soll dadurch ähnliche Wirkungen erzielen, wie seinerzeit das 1.000-Dächer-Programm für die Photovoltaik. Insbesondere bei objektspezifisch/kundenspezifisch gefertigten solaren Bauprodukten wird sich sehr wahrscheinlich eine nachhaltige lokale Produktion etablieren, wodurch Teile des stark wachsenden Markts für Komponenten der Energieversorgung nach Deutschland und Europa zurückgeholt werden könnten.

Literatur

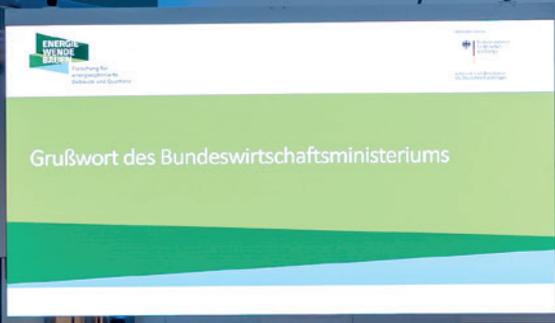
- [1] Was kostet die Energiewende? (--> wir brauchen für die Energiewende 120-300 GWp PV)
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/was-kostet-die-energie-wende.html>
- [2] Positionspapier von 11/2017 von ACATECH = Zusammenschluss aller technischen Lehrstühle in D (Aussage: wir brauchen 5-7 faches der aktuell Installierten PV und Windleistung)
<http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/sektorkopplung-optionen-fuer-die-naechste-phase-der-energie-wende.html>

- [3] Dissertation Karoline Fath (wirtschaftliches Potential/rentable Flächen übersteigt für die Energiewende benötigte Flächen) Link zur Dissertation:
(KITopen-ID: 1000081498)
<https://doi.org/10.5445/KSP/1000081498>
- [4] Projekt Standard-BIPV: <https://www.ioer.de/projekte/standard-bipv/>

Impressionen der Abendveranstaltung des ersten Kongresstages







Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

Session II - Smart City

mit Podiumsdiskussion:

Gesamtheitliche Zielformulierung – Was sind die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung?

Moderation: Carsten Beier | Fraunhofer UMSICHT

Optimierte Energieanalysen mittels 3D Simulation für urbane Energiesysteme

Prof. Dr. Ursula Eicker | HfT Stuttgart

Energiewende im Quartier: Living Lab Energy Campus im FZJ

Dr.-Ing. Rita Streblov | RWTH Aachen



Optimierte Energieanalysen mittels 3D Simulation für urbane Energiesysteme

Prof. Dr. Ursula Eicker | HfT Stuttgart

Kommunen sind die entscheidenden Treiber der Energiewende, da in urbanen Räumen der wesentliche Teil des Energieverbrauchs von Gebäuden, Verkehr und Industrie entsteht. Viele Kommunen haben sich ambitionierte Ziele zur Klimaneutralität gesetzt und Maßnahmenpakete für die Umsetzung und ein Monitoring des Fortschritts entwickelt. Da die Umsetzung jedoch die Einbindung, das Engagement und letztlich das Kapital von vielen Akteure einschließlich der Bürger erfordert, deren Mobilisierung unter gegebenen Randbedingungen schwierig bleibt, sind bisher noch keine spürbaren Reduktionen der CO₂-Emissionen ersichtlich.

Steigende Anteile lokal produzierter erneuerbarer Energie bei sinkendem Bedarf durch Effizienz erfordern es zudem, neue Wege im Energiemanagement und der Speicherung zu beschreiben. Auch das Verschieben von Energieströmen zwischen Verbrauchern nimmt an Bedeutung zu, sei es durch industrielle Abwärmenutzung oder Solarstrom- oder Solarwärmenutzung von dezentralen Einspeisern, sogenannten Prosumern. Hierfür sind Wärme- und Stromnetze erforderlich, die ausgebaut und mit Speichern flexibilisiert werden müssen. Die Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors stellt neue Herausforderungen für das Niederspannungsnetz dar, welches bisher kaum mit Messtechnik und Energiemanagementfunktionen ausgestattet ist. Diese Komplexität urbaner Energiesysteme der Zukunft erfordert Simulationstools und ein urbanes Datenmanagement, um sowohl den Ist-Zustand und Betrieb zu erfassen als auch Szenarien für die Transformation urbaner Räume entwickeln zu können. Dabei soll für die gegebenen CO₂-Reduktionsziele ein wirtschaftliches Optimum bei hoher Akzeptanz und Sozialverträglichkeit erreicht werden.

An der HfT Stuttgart wird seit einigen Jahren in Kooperation mit Software-, Planungsfirmen und Stadtwerken an solchen urbanen Simulationsumgebungen gearbeitet. Ausgangsbasis sind drei-dimensionale Stadtmodelle in einem weltweit standardisierten CityGML Datenformat, welche auf digitalen Geländemodellen den kompletten deutschen Gebäudebestand abbilden können.

Mit den Gebäudegeometrien, den daraus abgeleiteten Gebäudetypen und dem jeweiligen Baualter können aus Datenbanken des Instituts für Wohnen und Umwelt typische bauphysikalische Konstruktionsdaten für jedes Bauteil automatisch zugewiesen werden und der Wärme- und Kältebedarf jedes einzelnen Gebäudes in einer Stadt berechnet werden. Auch die graue Energie wird bilanziert, um Sanierungsszenarien realistisch mit Abriss und Neubau vergleichen zu können. Aus dem Wärmebedarf können anschließend regelbasiert verschiedene Energieversorgungsanlagen (Wärmepumpen, BHKWs, Fernwärmeanschlüsse etc.) dimensioniert und so die jährliche Primärenergiebilanz berechnet werden. Als Simulations-Engine wird die Softwareumgebung INSEL verwendet, welche mit modularen Komponenten beliebig komplexe Systemmodelle zusammensetzen kann.

Ein besonderes Feature ist die automatische Auslegung von Wärmenetzen: hierzu wird aus den Gebäudeverbräuchen und dem Straßennetz ein optimaler Graph berechnet und mit Rohrleitungsquerschnitten belegt, der die Versorgung aller Verbraucher garantiert. Die generierte Datei kann dann für kommerzielle thermo-hydraulische Netzberechnungen (hier mit der Software STANET des Partners GEF Ingenieur AG) für weitere Detailanalysen verwendet werden.

Für die Kombination der einzelnen Berechnungsschritte und dem 3D Datenhandling wurde ein Workflow-Management-System namens Simstadt entwickelt und ist als Desktop Version verfügbar.

Die 3D Modelle werden aus LIDAR Überfliegungen der Stadt gewonnen und mit Gebäudeattributen versehen. Der sogenannte CityDoctor korrigiert automatisch fehlerhafte Geometrien, so dass validierte Daten in die 3DcityDB geschrieben werden können. Anschließend werden von dem Workflow Manager verschiedene Simulationen in der Simulationsumgebung INSEL angestoßen und die Daten visualisiert oder in Dateien exportiert.

SimStadt ist in seiner jetzigen Ausbaustufe in der Lage, Daten der realen städtebaulichen Situation und eines Planungszustandes zu verwalten, z. B. für Energieanalysen von Gebäuden, Stadtquartieren, ganzer Städte und sogar Regionen. Die Anwendungsszenarien reichen hier von Simulationen des Heizwärmebedarfs über Photovoltaik Potenzialstudien bis hin zur Simulation von Gebäudesanierungs- und erneuerbaren Energieversorgungszenarien.

Als Alternative zu dem Desktop Workflow Managementsystem Simstadt werden Web Services entwickelt, die es erlauben, unterschiedliche Dienste auf verteilten Servern rechnen zu lassen. Damit können für Planungszwecke zugeschnittene Web-Lösungen für die Verwaltung des Simstadt-Datenmodells als gemeinsame Datengrundlage für alle Beteiligten bereitgestellt werden. Möglich werden somit die Erweiterung und Anpassung von Geometrien und Attributdaten, Schnittstellen zu externen Simulationen, zentrale Verwaltung der Ausgangs- und Berechnungsdaten in Varianten, die grafische Darstellung von Berechnungsergebnissen sowie die Auswertung in standardisierten Berichten und Tabellen (siehe Abbildung 1).

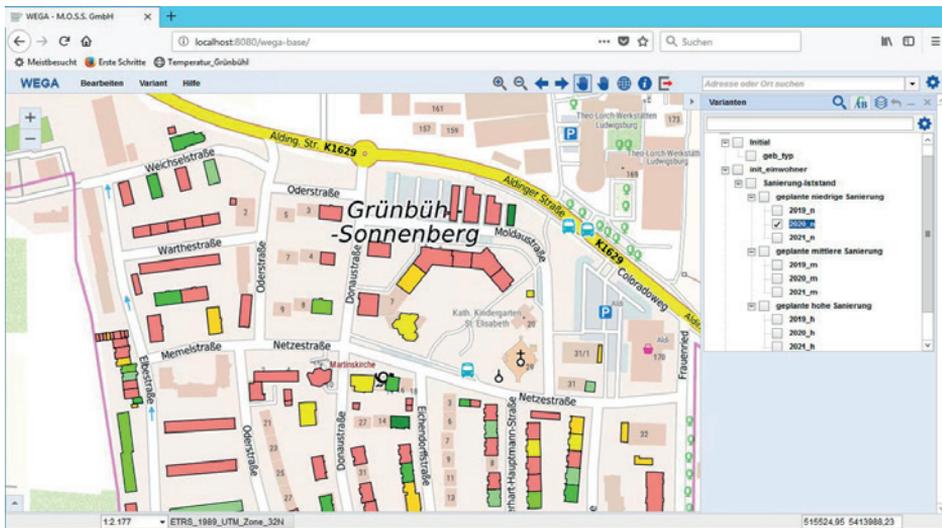


Abbildung 1: Web Service Interface zur Verwaltung von Quartiers-Sanierungs-Interfaces [Quelle: Firmenpartner M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH]

Anforderungen an Tools für urbane Modellierung

An komplexen technischen Planungsaufgaben im urbanen Maßstab ist in der Regel eine Vielzahl von Stakeholdern und Experten unterschiedlicher Fachdisziplinen beteiligt. Auf der obersten hierarchischen Ebene werden Planungsvorhaben bzw. Projekte initiiert. Dies umfasst die Definition der Projektziele, eine Festlegung konkreter Vorgaben und zu erfüllender Anforderungen sowie die Bereitstellung und Einsetzung der zur praktischen Umsetzung erforderlichen Ressourcen. Die strategische Ebene verfügt über einen sehr weit gefassten Betrachtungshorizont; dieser umfasst lokal das gesamte Gebiet bzw. alle Objekte mit planungshoheitlichem Zugriff und muss darüber hinaus langfristige zukünftige Entwicklungen berücksichtigen. Die wenigen Akteure auf der strategischen Ebene verfügen jedoch über weitreichende Entscheidungskompetenz, der Besitz planungsspezifischen Expertenwissens ist hingegen nicht zwingend erforderlich.

Auf der untergeordneten taktischen Planungsebene werden alle strategischen Vorgaben administrativ umgesetzt. Planungsgegenstand und die Anforderungen an die technische Umsetzung werden konkretisiert und Diversifizierung und Spezialisierung der Beteiligten nehmen zu. Die Akteure werden somit zahlreicher und verfügen sowohl über planungsspezifisches Fachwissen als auch administrative Kompetenz. Die taktische Ebene ist damit das zentrale Bindeglied eines Planungsvorhabens.

Die detaillierte Ausarbeitung eines Planungsvorhabens findet schließlich auf der operativen Ebene statt. Hier beteiligte Akteure verfügen in der Regel über eine hohe fachliche Qualifikation für bestimmte Aufgabengebiete.

Prognose- und Simulationswerkzeuge, die Entwicklungsszenarien über einen längeren Zeit-

raum darstellen, sind damit besonders für die strategische Planungsebene relevant. Ein signifikanter Mehrwert dabei läge darin, nicht nur ein bestimmtes Entwicklungskonzept isoliert zu simulieren, sondern mehrere alternierende Planungsvarianten durchzuspielen. Auf diese Weise können die strategischen Entscheider bereits in einer sehr frühen konzeptionellen Entwicklungsphase Planungsentwürfe oder deren Vorgaben und Rahmenbedingungen gegeneinander abwägen. Die strategische Ebene ist damit der adressierte Nutzer generierter Simulationsergebnisse. Eine selbstständige Benutzung der Software zur Konfiguration der Szenarien ist aufgrund des fehlenden Fokus für technische Details jedoch nicht vorgesehen. Als Bediener fungiert somit die taktische Ebene, die über die notwendige Fachkompetenz verfügt und damit ihrer beratenden bzw. unterstützenden Funktion nachkommt. In die Definition der Szenarien können dabei die Ziele und Instruktionen der übergeordneten Instanz einfließen. Designierte Anwender (auf strategischer und taktischer Planungsebene) sind kommunale bzw. regionale EVU als Entwickler und Betreiber der lokalen Versorgungsinfrastruktur sowie kommunale Gebietskörperschaften, denen die territoriale Planungshoheit in Städten und Gemeinden obliegt.

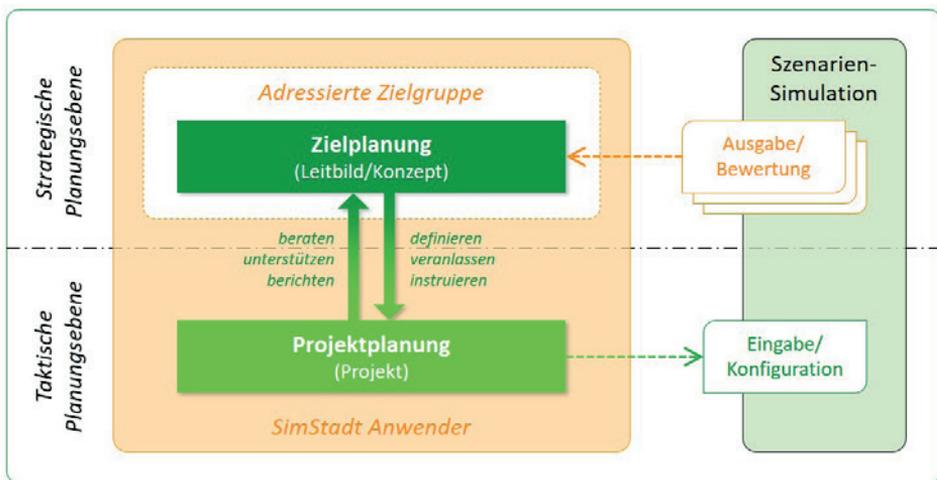


Abbildung 2: Anwender auf der taktischen Planungsebene und Entscheider als Zielgruppe der Ergebnisse [Quelle: Eigene Darstellung/Eicker]

Im Projekt SimStadt 2.0 wurden als Ergebnis einer gemeinsamen Anforderungsanalyse der Praxispartner (GEF Ingenieur AG, Projektleitung Thilo Brüggemann; Mainzer Stadtwerke, Bodo Balbach; Stadtwerke Stuttgart, Dr. Jochen Link) zehn exemplarische Anwendungsszenarien definiert. Der Ansatz für die Auswahl einzelner Szenarien war es, ein möglichst breites und repräsentatives Spektrum abzudecken. Daneben spielten natürlich auch die Relevanz für den jeweiligen Partner sowie Datenverfügbarkeit eine Rolle. Zugunsten einer besseren Vergleichbarkeit wurden die Praxisszenarien in formal vereinheitlichten Steckbriefen zusammengefasst.

Die Szenarien sind ein entscheidender Input für eine praxisgerechte Simulationstoolentwicklung und werden daher kurz vorgestellt:

Neubau eines Quartiers

Ein Bauträger möchte auf einem frei werdenden Areal den Neubau eines Quartiers realisieren und sucht einen Contracting Partner für die Wärme- und Stromversorgung der Liegenschaften.

Erweiterung eines bestehenden Quartiers

Der Bauträger möchte sich mit einem Neubau an ein bestehendes Nahwärmeversorgungsnetz anschließen und Wärme über einen Wärmeliefervertrag beziehen.

Erwerb einer Wärmezentrale und eines Nahwärmenetzes innerhalb eines Quartiers

Der Besitzer mehrerer Liegenschaften möchte die in die Jahre gekommene Heizzentrale und das dazugehörige Nahwärmenetz veräußern. Eine Übernahme und die damit einhergehende Erneuerung soll geplant und kalkuliert werden.

Neubau eines Nahwärmenetzes in ein bestehendes Quartier

Quartiere werden bisher dezentral bzw. mit Strom beheizt. Im Zuge einer Sanierung soll nun geklärt werden, ob die Integration eines Nahwärmenetzes mit Heizzentrale sinnvoll erscheint.

Neues Stadtviertel

Auf einer industriellen Konversionsfläche entsteht ein neues Stadtviertel. Dieses soll neben am Rande gelegenen Schulgebäuden hauptsächlich Geschosswohnungsbau und Flächen für Einzelhandelsortimente aufweisen (Gewerbeflächen). Unterschiedliche Versorgungsvarianten sollen in Bezug auf die Gesamtwirtschaftlichkeit hin gegenübergestellt werden. Das Ergebnis soll als Vorgabe in den städtebaulichen Vertrag mit den Erschließungsträgern eingestellt werden. Die Versorgungsvarianten schließen an das vorgelagerte Netz (Strom/Gas/Fernwärme) an. Entscheidungskriterien sind Ökologie, Wirtschaftlichkeit und Platzbedarf.

Baugebiet mit Fernwärme

An ein bestehendes Fernwärme-Netzgebiet (Anschlusszwang und somit Investitionsdruck für den Fernwärmeversorger) in Randlage wird ein Baugebiet angeschlossen. Das Baugebiet befindet sich an einem hydraulisch schlechten Punkt. Durch den neuen Baustandard sind im Vergleich zur gelieferten Wärme hohe Netzverluste wahrscheinlich. Daher ist die Variante gegenüber dezentralen Varianten zu bewerten. Trotz des Benutzungszwanges gibt es i.d.R. Möglichkeiten der Befreiung von der Satzung bzw. die Anforderung an die Stadtplanung derartiges zu ermöglichen. Die Wirtschaftlichkeit ist vor dem Hinblick der Anschlussquote darzustellen.

Umgestaltung eines bestehenden Fernwärmenetzes

Ein bestehendes herkömmliches Fernwärmenetz soll zukünftig klimaneutral betrieben werden. Dabei stellt sich u. a. die Herausforderung der Realisierung eines „offenen“ Systems mit einer verteilten Einspeisung dezentraler – ggf. auch volatiler erneuerbarer – Energien. Hier sind

bspw. die Fragen zur klären, wo eine Verdichtung des Netzes sinnvoll ist und ob es wirtschaftlich ist, ein Parallelnetz ohne die bisherigen Restriktionen aufzubauen.

Internationale Kooperation zur Stadtsimulation

Das Simstadt Team ist auch bereits international unterwegs. So wurde im Rahmen einer Sommerschule in New York die Bottom-Up-Methode für die Stadtsimulation am Beispiel des New Yorker Stadtteils Brooklyn getestet. Die Verfügbarkeit georeferenzierter Daten wie Energieverbräuche großer Gebäude oder aus dem sozialen Wohnungsbau in städtischer Hand, ein bereits existierendes 3D-CityGML-Modell und das Engagement der Stadt für eine nachhaltige Zukunft mit 80 % CO₂-Einsparzielen machen New York City zu einem optimalen Testfeld für die Leistungsfähigkeit der in Deutschland entwickelten Methode der urbanen Energiesimulation. Die für die Simulation ausgewählte Fallstudie umfasst einen Teil des New Yorker Stadtteils Brooklyn, einem dynamischen und schnell wachsenden Wohnviertel mit vielen Restaurants, Geschäften und kleinen Büros.

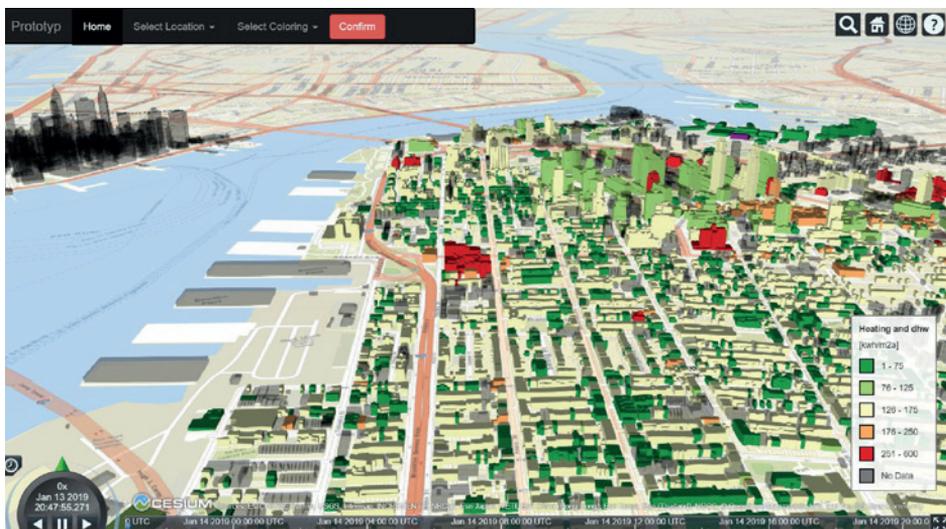


Abbildung 3: 3D Visualisierung des Wärmebedarfs Status quo in Brooklyn [Quelle: Zentrum für Geodäsie und Geoinformatik HFT Stuttgart]

Insgesamt wurden drei verschiedene Szenarien für die Wärmebedarfsentwicklung mit der zuvor an die amerikanischen Gegebenheiten angepassten Simulationsmethodik berechnet:

- Szenario 1 (Sealing): Dieses Szenario zeigt, was passieren würde, wenn alle Gebäude durch den Austausch von Türen und Fenstern besser gedämmt und Luftdichter werden, entsprechend der aktuellen Standards der deutschen EnEV.
- Szenario 2 (Insulation): Das zweite Szenario umfasst die Reduzierung von Wärmeverlusten durch Wärmedämmung gemäß den neuesten Standards des New Yorker Energie-

- einsparungscodes (NYCECC) von 2016.
- Szenario 3 (S+I): Abschließend werden die Auswirkungen der Implementierung beider Szenarien gleichzeitig gezeigt.

Die Berechnungen zeigen, dass es möglich ist, einen großen Teil des gesamten Heiz-Energiebedarfs des Gebäudes mit relativ geringem Aufwand durch bessere Luftdichtheit aller Gebäude im Szenario 1 zu reduzieren. Bei einer kompletten Gebäudesanierung wie in Szenario 3 könnte der Heizwärmebedarf sogar um die Hälfte reduziert werden. Die tatsächlichen Einsparungen der einzelnen Gebäude variieren dabei durchaus und die Ergebnisse stellen die Einsparungen im gesamten Gebiet dar. Die Sanierung von 9.682 Gebäude im Quartier führt zu einer Einsparung von 229.000 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Der Einsatz der deutschen Simulationsmethode in Brooklyn hat gezeigt, dass sie sehr realitätsnahe Aussagen liefern kann, sofern die lokalen Gegebenheiten und Nutzung der Gebäude berücksichtigt werden. Mit dem Stadtmodell können Szenarien berechnet werden, die als Entscheidungshilfe für die langfristige Planung dienen.



Energiewende im Quartier: Living Lab Energy Campus im FZJ

Dr.-Ing. Rita Streblov | RWTH Aachen,

André Xhonneux, Dominik Hering, Eziama Ubachukwu | IEK-10, FZJ

Mit dem Projekt Living Lab Energy Campus vollzieht das Forschungszentrum Jülich (FZJ) als eine Stadt im Kleinen auch die Energiewende im Kleinen.

Energiewende im Großen oder im Kleinen bedeutet dabei einen Wechsel von einer klassischen klar hierarchisch geordneten zentralen Versorgung hin zu einer immer stärker dominierten dezentralen Energieversorgung unter Einbindung erneuerbarer Energien. Damit ergibt sich ein Schritt von kontinuierlich betriebenen, zentralen Einheiten hin zu einem komplexen, zeitlich dynamischen, dezentralen und Nachfrage-Angebot-bestimmten System.

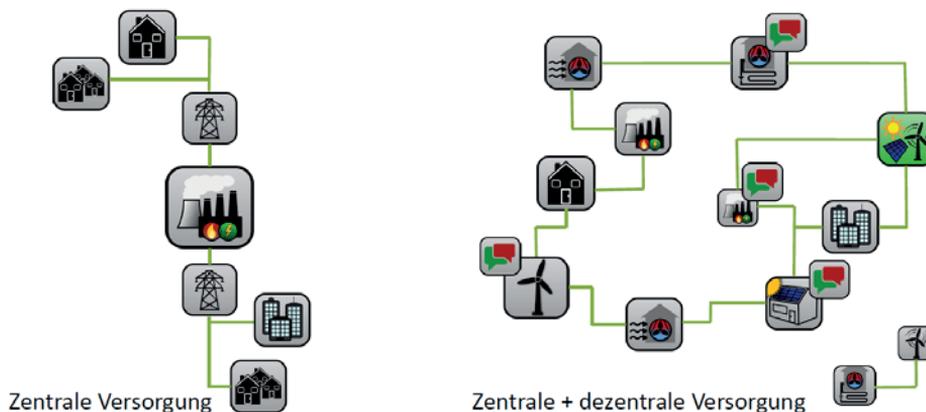


Abbildung 1: Energiewende – Von der zentralen Versorgung zur dezentralen Versorgung
[Quelle: E.ON ERC EBC]

In diesem System wird es notwendig die steuerbaren Kleinerzeuger gezielt nach dem Bedarf einzusetzen, um dieses System stabil zu halten und kritische Zustände oder gar Versorgungsausfälle zu verhindern. Hierfür müssen die Zustände im System genau bekannt sein und Anwendungen vernetzt werden. Energiewende bedeutet daher auch immer Digitalisierung.

In einigen Bereichen hat die Digitalisierung bereits einen ganz selbstverständlichen Einzug in unseren Alltag gehalten. Als Beispiel seien hier nur Einkäufe, Fitnessaktivitäten oder die Verkehrsnavigation über online Plattformen in einer vernetzten Welt genannt.

Um das Gebäude, das gesamte Quartier bzw. die gesamte Stadt mit seiner Energieversorgung in die vernetzte Welt zu stellen und einen sicheren Weg in der Energieversorgung mittels erneuerbarer Ressourcen zu beschreiten fehlen noch Erfassungswerte in der Umsetzung der Digitalisierung. Es fehlen Testobjekte und die Möglichkeiten Systemlösungen in kleinerem Maßstab auszuprobieren und danach weiter zu skalieren.

Solch einen kleineren Maßstab in der Energiewende liefert das Forschungszentrum Jülich, das es sich mit Hilfe des Living Lab Energy Campus zum Ziel gemacht hat seinen Transformationsprozess vom zentralen hin zum dezentralen Energiesystem komplett zu digitalisieren.

Energiekonzept des Forschungszentrum Jülichs

Das Forschungszentrum Jülich liegt inmitten des Stettericher Forstes zwischen Aachen und Köln. Das Forschungszentrum erstreckt sich über eine Fläche von rund 2,2 km² mit ca. 200 Gebäuden in den rund 5.800 Mitarbeiter tätig sind. Die Gebäude stammen aus den Jahren 1918 bis 2014. Das durchschnittliche mit der Nettogrundfläche gewichtete Baujahr ist 1977. Neben den Baujahren ist auch die Nutzungsstruktur der Gebäude heterogen. Ein Großteil der Gebäude ist den Klassen Verwaltungs- sowie Instituts- oder Laborgebäude zuzuordnen. Als eine ehemalige Kernforschungsanlage ist das Gelände abgeschlossen und hat damit zum Vorteil von Forschungsprojekten eine klar definierte Bilanzgrenze.

Die bisherige zentrale Energieversorgung besteht aus einer Heißwasserversorgung für die Einsatzbereiche Gebäudebeheizung, Warmwasseraufbereitung und Prozesswärme über eine Fernwärmeleitung vom nahe gelegenen Braunkohlekraftwerk Weisweiler. Für die Kälteversorgung befinden sich auf dem Gelände drei Kältezentralen mit Kompressionskältemaschinen. In naher Zukunft wird das Forschungszentrum von der zentralen Großkraftwerksversorgung abgekoppelt werden. Eine neue auf dem Gelände angesiedelte Wärme-Vollversorgungsanlage ersetzt die bisherige Fernwärme und wird aus einem modularen Kraftwerk mit mehreren Einheiten zur Kraft-Wärme- und Kraft-Wärme-Kälteerzeugung bestehen. Das modulare Kraftwerk setzt sich aus hocheffizienten Blockheizkraftwerken, Brennstoffzellen, Absorptionskältemaschinen und Kompressionskältemaschinen zusammen. Als Brennstoffe werden Erdgas, Synthesegas, Biogas, Mischgas als auch Wasserstoff im Zuge des Umbaus vorgesehen. Die Strom-, Wärme- und Kälteverteilung erfolgt auf Basis der bestehenden Netzstruktur des Forschungszentrums. Ergänzt wird ein Niedertemperaturnetz, welches die Abwärme wassergekühlter Supercomputer für die Wärmeversorgung umliegender Gebäude bereitstellt.

Der Aufbau einer Elektrolyseeinheit zur Konvertierung elektrischer Energie in chemisch gebundene Energie erlaubt eine Speicherung von regenerativ erzeugtem Strom auf dem Gelände des Forschungszentrums. Mit einer Leistung im Megawattbereich und einer Rückverstromung im neuen modularen Kraftwerk kann dieses Modul als ein neues Flexibilitätselement für das Energiesystem eingesetzt werden.

Die schwankende Einspeisung der Photovoltaik-Anlagen wird durch zwei große Lithium-Ionen-Batterien ausgeglichen, die den Solarstrom zwischenspeichern. Zugleich unterstützt eine der Batterien eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für Teile des Jülicher Supercomputers.

Die Maßnahmen werden ergänzt durch eine Gebäudesanierung und Nachverdichtung.

Für die optimale Zusammenführung dieser Bausteine des neuen Energiesystems sollen innovative Planungs-, Steuerungs- und Regelungswerkzeuge in einer innovativen IKT-Plattform so kombiniert und weiterentwickelt werden, dass innerhalb dieses Transformationsprozesses auch die Hebel der Digitalisierung genutzt und eine zusätzliche Kopplung dieser digitalen Werk-

zeuge mit bestehender und neuer technischer Infrastruktur erreicht wird. Die Plattform vereint innovative Methoden aus dem Bereich Data Science, Simulation, Optimierung und modellprädiktiver Regelungskonzepte.

Niedertemperaturnetz

Mit dem Aufbau des Niedertemperaturnetzes entsteht ein temperaturoptimiertes Wärmenetz mit einer kostengünstigen Wärmeversorgung auf Basis der Abwärme der im Forschungszentrum betriebenen Supercomputer. Das Jülich Supercomputing Centre arbeitet mit einer Vorlauftemperatur von 32 °C und einer Spreizung von 5 - 15 K. Die bereitgestellte Leistung liegt zwischen 0,7 und 1,5 MW. Das Netz wird Neu- und Bestandsbauten mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen verbinden.

Die Versorgung der angeschlossenen Gebäude kann einmal direkt erfolgen, so dass die Umstellung mit einer energetischen Ertüchtigung der Gebäude verbunden ist. Eine Alternative ist eine dezentrale Anhebung der Systemtemperatur über Wärmepumpen in den Gebäuden und damit eine verringerte notwendige energetische Ertüchtigung der Gebäude.

Ein in Abbildung 2 und 3 dargestellter Systemvergleich auf Basis erster grober Abschätzungen zeigt den energetischen, exergetischen und wirtschaftlichen Vorteil der direkten Versorgung. Die Versorgung mittels Wärmepumpen hat aber mit nur 3 Jahren eine deutlich kürzere Amortisationszeit. Unter Berücksichtigung der bei Umstellung von Energiekonzepten häufig unsicheren preislichen Entwicklungen und sonstigen Randbedingungen kann die Versorgung mit Wärmepumpen eine in Betracht kommende Alternative mit besserer Planungssicherheit sein.



	Direkte Versorgung	Versorgung mit WP
Investition	2.250.000 €	349.000 €
Betriebskosten	2.000 €/a	77.000 €/a
Betriebskosten Bestand	220.000 €/a	220.000 €/a
Kapitalwert (20 a)	3,43 Mio. €	2,00 Mio. €
Amortisationszeit	7,63 a	2,83 a

Abbildung 2: Betriebswirtschaftlicher Vergleich der direkten Versorgung und der Versorgung mit Wärmepumpen im Niedertemperaturnetz [Quelle: E.ON ERC EBC]

Systemvergleich mittels erster grober Abschätzungen

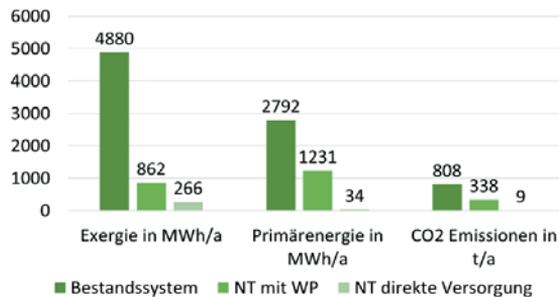


Abbildung 3: Energetischer, exergetischer und Emissionsvergleich der Systemlösungen [Quelle: IEK 10]

IKT-Plattform

Für die Umsetzung einer digitalisierten Sektorkopplung zur optimalen Einbindung von erneuerbaren Energien, Abwärmequellen und innovativer Technologien soll die gesamte Energieinfrastruktur am Forschungszentrum Jülich vernetzt werden, so dass Informationen über alle relevanten Energieströme sowie Betriebsdaten der Gebäude/Verbraucher und Energiewandlungsprozesse in einem zentralen IKT-System zusammenfließen. Dabei sollen bestehende Steuerungs- und Regelungssysteme soweit möglich eingebunden und durch cloudbasierte Systeme ergänzt werden.

Diese großen Datenmengen des realen Systembetriebs sollen durch integrale und dynamische Systemmodelle zu einem cyber-physikalischen System erweitert werden, so dass sowohl längerfristige Planungsprozesse als auch aktuelle Betriebsentscheidungen und Regelkonzepte auf Basis der aktuellen Daten des realen Betriebs in einer virtuellen Testumgebung erprobt und optimiert werden. Die Ergebnisse dieser Analysen werden anschließend in das reale System überführt und die erzielten Verbesserungen bewertet. Dadurch werden sowohl Effizienz- als auch Flexibilitätspotentiale im Gebäudebestand und den Verteilnetzen nutzbar. Die notwendige Messtechnik ist bereits zu einem bedeutenden Teil am Campus des Forschungszentrums Jülich installiert und wird erweitert werden und in eine cloudbasierte Softwareumgebung eingebunden sowie durch Analysewerkzeuge und Kopplung zu Simulation und Optimierung erweitert werden.

Durch diese Digitalisierung des Energiesystems werden die Voraussetzung für die Liegenschaft als „lebendes Reallabor“ und Demonstrator geschaffen, in dem innovative Einzelmaßnahmen und übergeordnete Energiekonzepte getrennt und in Kombination untersucht, demonstriert und bewertet werden können. Darüber hinaus erlaubt eine cloudbasierte IKT-Plattform innerhalb dieses umfassenden Living Labs, den gesamten Innovationsprozess für solche Einzelmaßnahmen und Energiekonzepte von erster Idee über Simulation und Optimierung bis zur Demonstration im Feldtest zu begleiten und zu beschleunigen.

Bei allen technischen Möglichkeiten dürfen die Anforderungen der Nutzer nicht vergessen

und der Nutzer nicht überfordert werden. Deshalb sind ein gutes Kommunikationskonzept und eine Digitalisierung des Systems mit einer guten Schnittstelle zum Nutzer unabdingbar. Die IKT-Plattform sieht daher eine Echtzeit-Berechnung und anschauliche Darstellung lokaler und globaler Kennwerte vor. Damit wird der komplexe Betrieb des Gesamtsystems in Echtzeit verständlich und konzentriert erfassbar. Dies ermöglicht es, einzelnen Nutzergruppen die für sie relevanten Kennwerte unter Berücksichtigung der Anforderungen des Datenschutzes zielgruppengerecht zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise können so Mitarbeiter Daten über den Betrieb ihres Gebäudes aufbereitet bekommen, um ihre Rolle im Energiesystem zu veranschaulichen.

Zusammenfassung

Die Energiewende ist ohne Digitalisierung nicht umsetzbar. Das Forschungszentrum Jülich liefert mit dem Living Lab Energy Campus einen Demonstrator für die Energieversorgung von morgen, mit dem insbesondere die zunehmende Verschmelzung der Energie- mit der Informations- und Kommunikationstechnologie konsequent umgesetzt wird. Quartiergebundene Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und für die Integration erneuerbarer Energien werden in Hinblick auf eine gekoppelte Optimierung des Gesamtsystems betrachtet. Dabei spielen der Gebäudesektor und vor allem die Umstellung der Wärmeversorgung auf integralere, effizientere und möglichst klimaneutrale Lösungen im Zuge einer Wärmewende eine besondere Rolle.

Wir danken für die finanzielle Unterstützung durch das BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), Förderkennzeichen 03ET1551A und 03EGB0010A.





Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

Session III - Smart Grid

mit Podiumsdiskussion:

Mitdenken und selbstverwaltend – Welche Rolle spielen systemische Ansätze für die Energiewende?

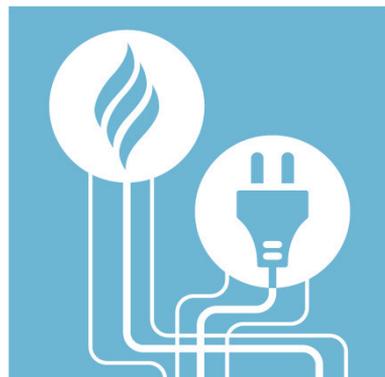
Moderation: Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider | Fraunhofer IOSB-AST

Wärmenetz der Zukunft - Showcase in Hamburg Wilhelmsburg

Peter Lorenzen | Hamburg Energie

Hybrides Planungsverfahren für städtische Verteilnetze

Dr. Piet Hensel | Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH



Wärmenetz der Zukunft – Showcase in Hamburg Wilhelmsburg

Peter Lorenzen | Hamburg Energie

Die Veränderungen im Zuge der Energiewende haben u. a. durch die höhere Fluktuation im Stromsektor auch Einfluss auf den Wärmesektor. So können zum einen durch flexible Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)-Anlagen oder Wärmepumpen in Kombination mit Wärmespeicherung Schwankungen auf der Stromseite sinnvoll kompensiert werden. Zum anderen wird zur Zielerreichung der Energiewende ebenfalls eine erhöhte Wärmeerzeugung durch erneuerbare Erzeuger benötigt. Damit sowohl der flexible stromgeführte KWK-Betrieb als auch die Erzeugung durch erneuerbare Wärmeerzeuger optimal in Wärmenetze integriert werden kann, möchte das Forschungsprojekt Smart Heat Grid Hamburg, ins Leben gerufen von einem Konsortium der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, der Hamburg Energie GmbH und der eNeG Gesellschaft für wirtschaftlichen Energieeinsatz mbH, die Entwicklung und testweise Umsetzung eines intelligenten Wärmenetzes durchführen. In diesem Projekt werden daher während einer vierjährigen Laufzeit intelligente Konzepte für alle Ebenen des Wärmenetzes entwickelt und deren Wirksamkeit durch umfangreiche Feldtests in einem großen Nahwärmenetz in Hamburg-Wilhelmsburg nachgewiesen.

Welche Motivation hat Smart Heat Grid Hamburg?

Im Rahmen der Energiewende hat die Bundesregierung beschlossen, bis 2050 den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung auf mindestens 80 % zu erhöhen. Zusätzlich soll auf der Wärmeseite der Verbrauch von Primärenergie um 80 % gesenkt werden. Als weitere Maßnahme soll der Anteil der KWK-Stromerzeugung weiter angehoben werden. Der steigende Anteil der Erneuerbaren Energien - insbesondere die Erzeugung durch Wind- und Solar-energie- sorgt dabei für eine fluktuierende Stromerzeugung. Aus diesen Entwicklungen der Energiewende resultieren folgende Herausforderungen für den Wärmesektor:

1. Erneuerbarer Strom, der sehr volatil ist, kann durch die Sektorenkopplung mit dem vergleichsweise trägen Wärmesektor besser verwertet werden.
2. Ein flexibler Betrieb von KWK-Anlagen zum Ausgleich der volatilen elektrischen Erzeugung kann nur erreicht werden, wenn der Wärmebedarf ebenfalls flexibilisiert wird. Ein höherer Anteil der KWK-Stromerzeugung kann nur durch den Ausbau und die Verdichtung von Nah- und Fernwärme umgesetzt werden.
3. Gleichzeitig wird eine höhere Integration von erneuerbaren Wärmeerzeugern (z. B. Solarthermie oder Geothermie) im Wärmenetz erfolgen. Damit alle diese Komponenten sich ergänzen statt behindern, ist eine intelligente Anlagenkoordination notwendig.

Aus all diesen Maßnahmen resultiert eine höhere Fluktuation der Wärmeerzeugung. Für einen flexiblen Betrieb, der den Herausforderungen des zukünftigen Energiemarktdesigns genügt, ist es deshalb notwendig, die Wärmenachfrage von der Wärmeerzeugung zu entkoppeln. Wärmenetze werden in der Regel als passives Element in der Energielieferkette betrachtet. Jedoch bietet das Wärmenetz mit seinen Anschlussstationen und den Wärmeabnehmern ein enormes

Potential für Effizienz- und Flexibilisierungsmaßnahmen. Ähnlich wie ein Smart Grid im elektrischen Sektor kann ein intelligentes Wärmenetz (Smart Heat Grid) sich auf ändernde Randbedingungen einstellen und somit flexibel und effizient mehr Erneuerbare Energien integrieren. Die zur Realisierung eines solchen Smart Heat Grid notwendige Infrastruktur (Anlagentechnik, IKT sowie die Einsatzplanung) wird in diesem Projekt erforscht.

Konstruktive Konzepte

Es werden Einsatzmöglichkeiten für unterschiedliche erneuerbare und stromgekoppelte Erzeuger untersucht. Dabei wird die gesamte Netzinfrastruktur zur Effizienz- und Flexibilitätssteigerung genutzt. Eine Möglichkeit zur Realisierung der Flexibilität ist die aktive Integration der Sekundärseite (Wärmelasten). Durch das Projekt wurden hydraulische Schaltungen entwickelt, die zum einen eine Steigerung der Flexibilität (Nutzung vorhandener Speicherinfrastruktur) sowie zum anderen eine Steigerung der Effizienz durch Absenken der Temperatur ermöglichen [1]:

Bei der Gestaltung von Energiezentralen ist zu unterscheiden zwischen Erzeugern mit höheren Temperaturen (bis 90 °C) und Erzeugern mit niedrigen bzw. variablen Temperaturen. Hochtemperaturerzeuger basieren meist auf Verbrennungsprozessen wie z. B. BHKW oder Kessel.

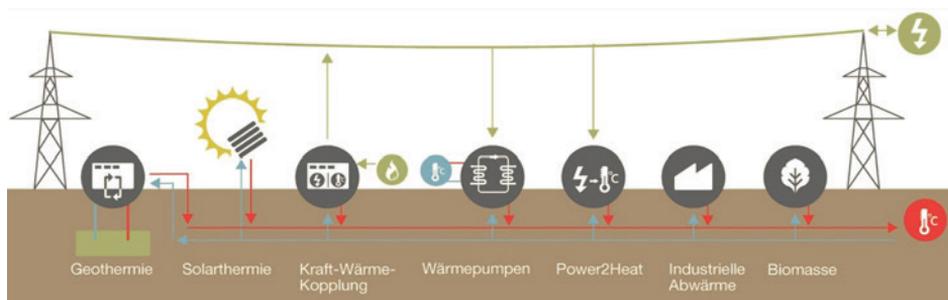


Abbildung 1: Erneuerbare Wärmeerzeuger [vgl.1]

Andere Erzeuger wie beispielsweise Solarthermie oder industrielle Abwärme haben in der Regel eine höhere Leistung bei niedrigeren Temperaturen. Sind beide Erzeugervarianten in einer Energiezentrale vorhanden, so ist eine Kaskadierung der Erzeuger sinnvoll. Gleiches gilt auch für verschiedene Netzabschnitte, die ggf. auf verschiedenen Temperaturniveaus betrieben werden. So ist in der Regel zur Beheizung von Neubauten eine Versorgung mit 70 °C oder weniger ganzjährig ausreichend. Bestandsgebäude brauchen im Winter höhere Temperaturen von bis zu 85 °C. Netzabschnitte mit Neubauten können somit hinter Netzabschnitte mit Bestandsbauten kaskadiert werden, sofern diese eine hohe Rücklauftemperatur aufweisen und es geografisch sinnvoll ist. Auch auf der Erzeugerseite sind Kaskaden zur besseren Auskühlung sinnvoll. Dies kann durch Niedertemperaturheizkreise (z. B. Fußbodenheizung) hinter statischen Heizkreisen sinnvoll sein. Im Neubau ist ebenfalls die Nutzung des Trinkwasserrücklaufes zur Versorgung der Heizkreise sinnvoll.

Digitalisierung im Wärmenetz

Das Hauptziel der MSR-Konzepte besteht in der Entwicklung kostengünstiger Komponenten und standardisierter Schnittstellen. Im smarten Wärmenetz werden alle Energiezentralen sowie die Wärmeübergabestationen angebunden. Auch eine Anbindung von Kundenanlagen ist möglich. Durch die Betriebsüberwachungskonzepte wird in Echtzeit sichergestellt, dass alle geplanten Prozesse des Smart Heat Grids (SHG) wie geplant ablaufen. Dazu werden der Zustand und Kennzahlen zur Live-Auswertung des Systems gebildet. Eine zentrale Überwachung detektiert Fehler durch Aggregation von Daten. Es werden Konzepte entwickelt, wie aus Echtzeitdaten und historischen Daten automatische Optimierungsmaßnahmen hergeleitet werden können. Auch Defekte und Manipulationen sollen so aufgespürt und gemeldet werden. In Wilhelmsburg sind alle Übergabestationen auf ein Leitsystem, das sogenannte „hype“ aufgeschaltet, welches zum einen die Überwachung aller Komponenten sowie die Einsatzplanung aller Erzeuger und Speicher übernimmt.

Koordinierung und Optimierung

Derzeit wird im SHG Hamburg Projekt die Erzeugerkoordination entwickelt. Die Koordination erfolgt je nach Betrachtungsschwerpunkt (Bau, day ahead Strommarkt bis hin zur Regelung im Betrieb) in verschiedenen zeitlichen Horizonten: Ziel ist es, dabei immer die kostengünstigste Erzeugung zu ermitteln, welche die gewünschten ökologischen Randbedingungen erfüllt. Für jeden Zeitraum ist ein anderes Planungswerkzeug notwendig. Die Werkzeuge werden so gestaltet, dass die Einbindung von Dritteinspeisern ermöglicht wird.

Neben der Erzeugerkoordination soll auch die Sekundärseite integriert werden, sodass hier eine höhere Flexibilität durch z. B. thermisches Lastmanagement geschaffen wird. Dazu muss bereits bei der Anlagenplanung überwacht werden, dass das Wärmenetz nicht überlastet wird und so ggf. eine Neuplanung der vorhandenen Anlagen (Redispatch) durchgeführt wird. Ziel aller Betriebskonzepte ist die Optimierung des Gesamtbetriebes. Diese Konzepte sind allerdings nur umsetzbar, wenn Schnittstellen mit Externen bzw. Dritten definiert sind. Dies ist auf der einen Seite die Schnittstelle zum (Wärme-)Kunden. Es werden Konzepte erarbeitet, die einen Anreiz für effiziente und flexible Abnahme sowie ggf. für Rückspeisung ermöglichen. Auf der anderen Seite sind gesetzliche und ökonomische Rahmenbedingungen zu analysieren sowie Schnittstellen zu definieren.

Herausforderung der Umsetzung

Bei der Umsetzung der o. g. Konzepte in die Praxis entstehen derzeit mehrere Herausforderungen:

Zum einen fehlen häufig Standards im Bereich der IKT, um herstellerunabhängige Lösungen für die Vernetzung im Wärmenetz zu erarbeiten. Individuelle Lösungen sind im Forschungsvorhaben möglich. Die Implementierung erfordert häufig jedoch einen sehr hohen Aufwand, der im normalen Projektgeschäft nicht erbracht werden kann. Ziel sollte sein, mit verschiedenen Herstellern und Produkten eine „Plug and Play“ Lösung zu finden.

Um die Sekundärseite zu integrieren, scheint aus den Erfahrungen des Projektes heraus ein

Bau und Betrieb der gesamten Kundenanlage zielführender zu sein, als mittels Pönalen den Kunden für ineffiziente Anlagen zu bestrafen. Der Effekt ist insbesondere in Großstädten wie Hamburg nur gering, da die meisten Gebäude Mehrfamilienhäuser sind. Der Vermieter kann die Kosten für Pönalen und ineffiziente Anlagen auf die Mieter umlegen.

Eine weitere Herausforderung für den Ausbau von Wärmenetzen generell ist aktuell die Konkurrenzsituation zum Gas. Aufgrund der Warmmietenneutralität, muss ein Vermieter im Bestand die günstigste Versorgungsart wählen. Da in den letzten Jahren der Gaspreis abgenommen hat und gleichzeitig die Kosten für Anlagen- und Tiefbau zugenommen haben, ist ein Netzausbau zum Anschluss von Bestandsgebäuden meist unwirtschaftlich. Dies gilt insbesondere, wenn das Netz mit einem hohen Anteil erneuerbarer Wärme betrieben wird.

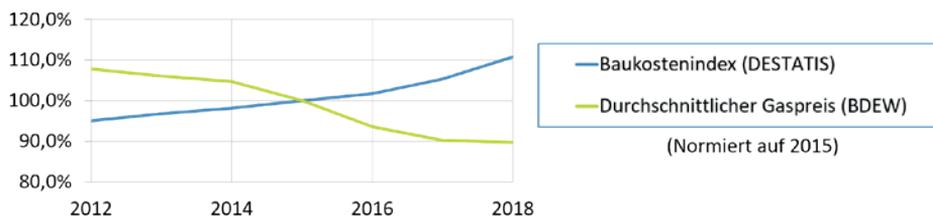


Abbildung 2: Normierter Baukostenindex [vgl. 2] und durchschnittlicher Gaspreis [vgl. 3]

Welche Rolle spielen systemische Ansätze für die Energiewende?

Systemtechnische Ansätze sind für das Gelingen der Energiewende sehr wichtig. Sie erlauben das Erreichen der Ziele mit dem geringsten Kostenaufwand. Dies kann aber nur zum Erfolg führen, wenn zum einen technische Gesamtsysteme betrachtet werden und zum anderen die gesetzlichen Rahmenbedingungen nicht technologiespezifisch, sondern lösungsoffen formuliert sind.

Damit innerhalb der Wärmenetze das technische Gesamtsystem betrachtet werden kann, bedarf es einer Integration der Kundenanlage. Der Bau und die anschließende Überprüfung von niedrigen Temperaturen in der Kundenanlage ist bei Neubauten unbedingt notwendig. Im Altbau ist insbesondere bei Sanierung ebenfalls darauf zu achten. Dort kann die Verschiebung der Liefergrenze einen wichtigen Beitrag leisten.

Auch die Digitalisierung spielt eine entscheidende Rolle bei der Zielerreichung. Nur durch die Erhöhung der Transparenz können Ursachen für hohe Temperaturen ermittelt und behoben werden. Außerdem ermöglicht die datentechnische Anbindung überhaupt erst die Einbindung von vorhandenen Speichern sowie zusätzlichen dezentralen Erzeugern in das Netzmanagement. Durch einen geschickten Einsatz solcher Einheiten können wiederum Volumenströme und somit auch Temperaturen reduziert werden.

Der systemtechnische Ansatz ist jedoch auch im weiter gefassten Kontext beim Zusammenspiel von Strom und Wärme entscheidend. Hier ist derzeit durch die mangelnde Parität von Strom- und Wärmepreisen die Einbindung kaum möglich. Aufgrund der Preisstruktur im

Stromsektor sind Inselösungen wie bspw. die Versorgung von Großwärmepumpen durch Insel-BHKW kostengünstiger als die gleiche Anlagenkonstellation mit Netzanschluss und einem netzdienlichen Verhalten der KWK-Anlage.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass – auch wenn bereits erste Erfolge bei der Energiewende erzielt werden konnten – diese vornehmlich im Stromsektor erreicht wurden. Vor allem die ganzheitliche Betrachtung von Strom- und Wärmesektor sollte aber weiter in den Mittelpunkt rücken. Erzeugertechnologien für die erneuerbare Wärmeerzeugung sind bereits vorhanden und auch häufig umgesetzt. Die Herausforderungen bei der Umsetzung liegen vielmehr im wirtschaftlichen und regulatorischen Bereich. Häufige Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen stellen dabei hohe Anforderungen an die Projektentwicklung. Nur durch einen ganzheitlichen Ansatz über alle Sektoren kann die Energiewende wirtschaftlich und nachhaltig gelingen!

Weitere Infos unter www.smart-heat-grid-hamburg.de.

Quellen

- [1] Peter Lorenzen, Philipp Janßen, Michael Winkel, Dörte Klose, Paul Kernstock, Joel Schrage, Franz Schubert: "Design of a Smart Thermal Grid in the Wilhelmsburg district of Hamburg: Challenges and approaches", Energy Procedia, Volume 149, 2018, Pages 499-508, ISSN 1876-6102, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.08.214>.
- [2] DESTATIS: „Baupreisindizes“ – „Ingenieurbau“ – „Ortskanäle“, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/Konjunkturindikatoren/Preise/bpr210.html>
- [3] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.: „BDEW-Gaspreisanalyse Mai 2018“, https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-Gaspreisanalyse_Mai_2018_-_oeffentlich.pdf



Hybrides Planungsverfahren für städtische Verteilnetze

Dr. Piet Hensel | Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH

Einführung und Zielsetzung

Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung strebt langfristig (2050) einen „nahezu klimaneutralen Gebäudebestand“ ([1], S. 45) an und eine Reduktion des Primärenergiebedarfs von Gebäuden um 80 % gegenüber 2008. Zur Beantwortung der Frage, wie diese CO₂-Reduktionsziele in Städten konkret erreicht werden können, welcher Erzeugungsmix gesamtwirtschaftlich optimal ist und welche Konsequenzen dies für die lokalen Verteilnetze in den Städten hat, wurde in dem Forschungsvorhaben „Hybride Planung von Verteilnetzen“ (HYPV) untersucht. Hierfür wurde ein Optimierungssystem entwickelt, welche die sektorenübergreifende Planung der Energieversorgung gesamter Städte ermöglicht.

Die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung kann im Wesentlichen durch eine Reduktion des Energiebedarfs, den weiteren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung und einer parallelen Elektrifizierung des Wärmesektors sowie durch die Nutzung von Umweltwärme (einschl. Solarthermie; die Option Biomasse wird im Folgenden nicht betrachtet) erfolgen.

Des Weiteren können sich die Sektoren Strom und Wärme durch Nutzung von Power-to-Gas (PtG), KWK-Anlagen (zentral und dezentral), Strom-Wärmepumpen und Power-to-Heat (PtH) ergänzen.

Um die notwendige Flexibilität bereitstellen zu können und eine Dekarbonisierung der Energieversorgung zu erreichen, müssen sowohl die zentralen Erzeugungsanlagen (Strom und Wärme) als auch die dezentrale Wärmeerzeugung in den Gebäuden umgebaut werden. Dies erfordert wiederum eine Anpassung der städtischen Verteilnetze (Strom, Gas, Wärme), um die geforderten Energieträger bereitzustellen und die erforderlichen Übertragungskapazitäten vorzuhalten.

Für die Betreiber von Verteilnetzen, insbesondere die städtischen Querverbundunternehmen, kann dieser Umbau einerseits einen erheblichen Investitionsbedarf für Kapazitätserweiterungen im Stromnetz und den Aufbau neuer Wärmenetze bedeuten. Andererseits stellt sich die Frage nach einem (partiellen) Rückbau des bestehenden Gasnetzes, wenn der Gasabsatz in erheblichem Maße zurückgehen sollte. Diese komplexe Planungsaufgabe ist mit herkömmlichen „manuellen“ Methoden nicht mehr beherrschbar und erfordert den Einsatz von mathematischen Optimierungsverfahren in Kombination mit physikalischen Simulationen.

Methodik

Datengrundlagen

Basis der Optimierung ist der Aufbau eines Energiekatasters mit standardisierten Ganglinien, welches für jedes Gebäude einer Stadt folgende Daten umfasst:

- Wärme- und Strombedarf [kWh/a]
- Energieträger und Baujahr (sofern bekannt) der bestehenden Heizung
- Standardlastprofil (Strom und sofern bekannt Gas)
- Solarpotential [kWh/a].

Die Basisdaten werden überwiegend von dem lokalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) zur Verfügung gestellt (Strom-, Gas- und Fernwärmeverbrauch; Standardlastprofile). Sofern ein Gebäude dezentral durch Heizöl, Pellets, o. ä. beheizt wird, können die Kesseldaten der Schornsteinfeger genutzt werden oder eine Abschätzung über die Gebäudefläche erfolgen. Neben den Gebäuden ist das gesamte Straßennetz einer Stadt als Knoten-Kanten-Modell hinterlegt. Darüber hinaus ist für jeden Straßenabschnitt bekannt, ob in diesem neben dem Stromnetz heute eine Gas- oder Fernwärmeleitung vorhanden ist. Dieses Trassenmodell bildet die Grundlage für die Planung der bestehenden und neu- oder auszubauenden Energienetze. Die notwendige Zusammensetzung der Kombination der lokalen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen und des externen Stromerzeugungsparks (Windkraftanlagen, PV-Anlagen, Wasserkraft und konventionelle Kraftwerke) ist ebenfalls Bestandteil des Modells.

Optimierungsansatz

Die Zielsetzung der Optimierung lautet: Bestimme die Erzeugungsanlagen und Netzstrukturen, welche die Versorgung aller Gebäude mit Strom- und Wärme ermöglichen, bei Minimierung der Gesamtkosten und Erreichung eines festgelegten CO₂-Ziels.

Die Gesamtkosten errechnen sich aus annuitätischen Investitions- sowie jährlichen Betriebs- und Energiekosten für:

- die dezentrale Wärmeerzeugung oder -übergabe in den Gebäuden,
- die Installation von PV- oder Solarthermieanlagen,
- die Strom-, Gas- und Wärmenetze,
- die zentralen Produktionsanlagen (Heizwerke, KWK-Anlagen, Kraftwerke),
- die externe Strom- und PtG-Gaserzeugung sowie den externen Erdgasbezug.

Die Zielfunktion der Kostenminimierung wird durch eine Vielzahl von Nebenbedingungen eingeschränkt. Die wichtigste Randbedingung des Modells besteht in der Begrenzung der CO₂-Emissionen auf ein festzulegendes Maximum, welches sich an den klimapolitischen Vorgaben orientiert (z. B. -80 % bis 2050). Die weiteren Randbedingungen beschreiben im Wesentlichen versorgungstechnische Restriktionen, wie die Vorgaben, dass jedes Gebäude mit Strom versorgt werden muss, dass ein Gebäude eine Heizungstechnologie nur nutzen kann, wenn der zugehörige Energieträger in der Straße verfügbar ist und dass die Netze und Produktionsanlagen eine ausreichende Erzeugungsleistung zur Versorgung aller Kunden vorhalten müssen. Die Zielfunktion und Randbedingungen werden als Gemischt Ganzzahliges Lineares Optimierungsproblem (GGLP) formuliert und können so mit Standardsolvern (z. B. CPLEX oder GUROBI) gelöst werden. Die Einschränkung des Modells auf lineare Randbedingungen ist der erheblich besseren Lösbarkeit solcher Modelle (insbesondere großer Modelle für ganze Städte) im Vergleich zu nicht linearen Modellen geschuldet. Allerdings ermöglicht die lineare Formulierung nur eine grobe Differenzierung der Übertragungsleistung der jeweiligen Leitungen und somit noch keine reale Dimensionierung, da die Druckverlustgleichungen (bei Gas- und Wärmenetzen) bzw. die Spannungsgleichungen (bei Stromnetzen) nicht linear sind. Eine Lösung der nicht linearen Gleichungssysteme wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens durch die Universität Konstanz realisiert, allerdings nur für sehr kleine Teilnetze mit weniger als 50 Knoten.

Um die Lösbarkeit der Modelle auch für große Städte mit mehreren Tausend oder Zehntausend Gebäuden zu ermöglichen, wird darüber hinaus eine weitere Einschränkung definiert, indem angenommen wird, dass alle Gebäude in einem Straßenabschnitt (Abschnitt zwischen zwei Kreuzungen) jeweils die gleiche Heizungstechnologie einsetzen. Eine solche Vereinheitlichung wird in der Praxis jedoch seitens der EVU ohnehin angestrebt, insbesondere in fernwärmeversorgten Gebieten.

Die Optimierung erfolgt für ein Betrachtungsjahr, d. h. es wird kein schrittweiser Umbau der Energieversorgung optimiert, sondern nur der Zustand im Zieljahr. Die schrittweise Migration von der bestehenden zur zukünftigen Energieversorgung kann mit dem Simulationsprogramm CityCockpit im Anschluss simuliert werden.

Zentrale Aussagen des Optimierungsmodells sind somit:

- Jährliche Gesamtkosten (annuitätisch)
- Jährliche CO₂-Emissionen
- Leistungsbedarf Strom, Gas und Wärme
- Für jeden Straßenabschnitt:
 - Heizungstechnologie aller anliegenden Gebäude
 - Wärmeleitung ja / nein (mit erforderlicher Übertragungskapazität)
 - Gasleitung ja / nein (mit erforderlicher Übertragungskapazität)
 - Anzahl paralleler Stromleitungen (zur Erreichung der erforderlichen Übertragungskapazität).

Ergebnisse

Übersicht

In dem Forschungsvorhaben konnte auf die Daten der Städte Düsseldorf, Konstanz und Sindelfingen zurückgegriffen werden, um möglichst unterschiedliche Versorgungsstrukturen zu betrachten. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Optimierung exemplarisch an der Innenstadt von Konstanz dargestellt. Aus Datenschutzgründen wurden die Parameter und Basisdaten geringfügig verfälscht, weshalb die hier vorgestellten Ergebnisse die realen Ergebnisse nur im Trend widerspiegeln.

Szenario 1: Dekarbonisierung (-90 %) ohne Wärmedämmung

Ziel dieser Optimierung ist es zu bestimmen, mit welcher Kombination von Gebäudetechnologien, Netz- und Anlagenkonfiguration ein CO₂-Reduktionsziel von 90 % unter den zukünftigen Rahmenbedingungen (mit einem Stromanteil von 80 % aus erneuerbarer Energie und Absicherung des Strombezugs durch hocheffiziente GuD-Anlagen) ohne Energieeinsparungen erreichbar ist. In dieser Variante sind alle Technologien einschließlich Strom-Wärmepumpen (WP) in der Innenstadt zugelassen.

Die Optimierung schlägt nahezu den vollständigen Rückbau des lokalen innerstädtischen Gasnetzes, den fast flächendeckenden Einsatz von Strom-Wärmepumpen und damit einhergehend eine Verstärkung des Stromnetzes vor. Zusätzlich wird der Aufbau eines Niedertemperatur-Wärmenetzes vorgeschlagen (s. Abbildung 1), das überwiegend aus einer zentralen

Strom-Wärmepumpe (oder einer anderen CO₂-armen Energiequelle) in Kombination mit einem Gas-Spitzenlastkessel (SLK) gespeist wird.

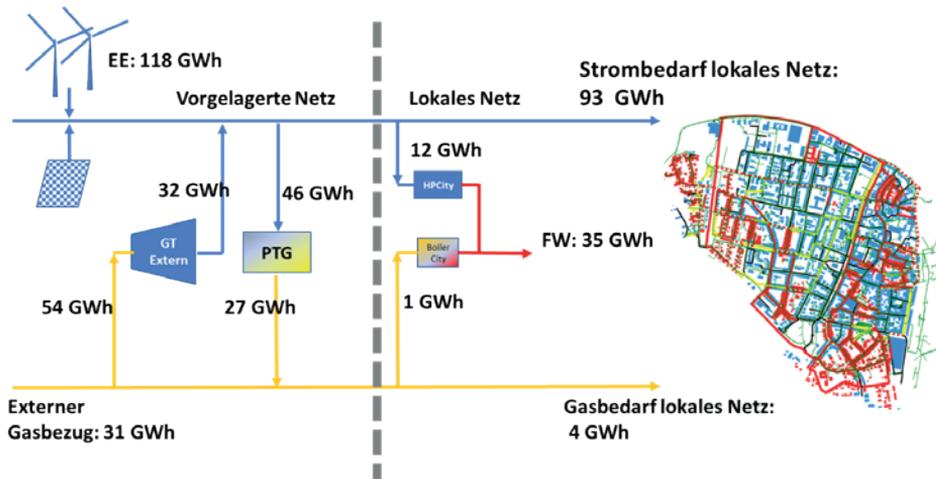


Abbildung 1: Strom-, Gas- und Fernwärme-Erzeugungsstruktur bei einem CO₂-Reduktionsziel von 90 % (ohne Energieeinsparungen, mit Wärmepumpen) [Quelle: Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH]

Der Strombedarf des lokalen Netzes steigt in diesem Szenario um ca. 50 % gegenüber heute, da ein Großteil der Wärmeerzeugung elektrifiziert wurde und keine Energieeinsparungen berücksichtigt wurden. Um die Reduzierung der CO₂-Emissionen von 90 % zu erreichen, werden erhebliche EE-Erzeugungskapazitäten benötigt, so dass ca. 40 % der EE-Stromerzeugung in synthetisches Erdgas gewandelt wird. Im Mittel betragen die CO₂-Emissionen des Stroms 72 g/kWh und des Erdgases 106 g/kWh (ca. -50 %).

Die Gesamtkosten der Energieversorgung (einschl. EE-Ausbau und Netzausbau) liegen etwa 50 % höher als heute. Sowohl die hohen Kosten, als auch der massive Anstieg des Strombedarfs zeigen, dass eine vollständige Dekarbonisierung bei heutigem Wärmebedarf nur schwer zu erreichen ist.

Dekarbonisierung (-90 % CO₂) ohne Wärmedämmung, ohne Wärmepumpen

Sofern die Installation von Wärmepumpen in der Innenstadt nicht zugelassen wird (denkmalgeschützte Gebäude, Lärmemissionen, etc.), schlägt die Optimierung vor, nahezu die gesamte Innenstadt durch ein Niedertemperatur-Wärmenetze zu versorgen und das Gasnetz überwiegend zurückzubauen. Die Fernwärme wird durch eine zentrale Groß-Wärmepumpe bereitgestellt, die insgesamt 45 GWh Strom benötigt. 106 GWh des Strombedarfs wird in EE-Anlagen erzeugt, 24 GWh in den externen GuD oder GT-Anlagen. Die Auslegung des Stromnetzes muss nicht angepasst werden, da die lokale Verteilung unverändert bleibt.

Die Gesamtkosten des Systems liegen etwa 10 % oberhalb der Variante mit Wärmepumpen, da erhebliche Investitionen in das Wärmenetz getätigt werden müssen. Dafür kann jedoch auf den Ausbau des Stromnetzes verzichtet werden und die Kosten in den Gebäuden fallen erheblich geringer aus.

Die Resultate der Optimierung sind in Abbildung 2 dargestellt.

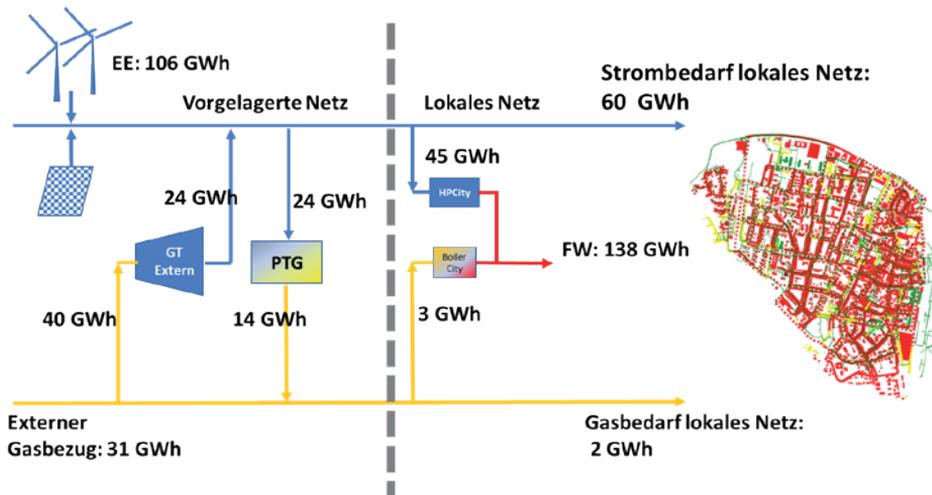


Abbildung 2: Strom-, Gas- und Fernwärme-Erzeugungsstruktur bei einem CO₂-Reduktionsziel von 90 % (ohne Energieeinsparungen, ohne Wärmepumpen) [Quelle: Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH]

Fazit und Ausblick

Mit den entwickelten Methoden konnte gezeigt werden, dass die Erreichung der ambitionierten klimapolitischen Zielsetzungen mit einer weitgehenden Dekarbonisierung des Energiesektors möglich ist. Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden ohne Energieeinsparungen dargestellt, das Gesamtoptimum vereint hingegen die auch im Klimaschutzplan definierte Kombination von Effizienzmaßnahmen (Wärmedämmung) und Nutzung von CO₂-armen Erzeugungsverfahren zur Reduktion des Primärenergiebedarfs.

Durch die eingesetzten mathematischen Lösungsmethoden können straßengenaue Empfehlungen für die Struktur der Energieversorgung und die vorzuhaltenden Strom-, Gas- und Wärmenetze gegeben werden. Auf Grundlage dieser Systemvorschläge kann gemeinsam mit der Stadt und dem lokalen EVU bzw. Stadtwerk ein Versorgungskonzept erarbeitet werden, welches z. B. Fernwärmevorranggebiete definiert und hierdurch die Erreichung der notwendigen hohen Anschlussgrade bei der Fernwärmeversorgung ermöglicht.

Für das EVU müssen die – zunächst strategischen und langfristigen Systemvorschläge – in konkrete Strom-, Gas- und Wärmezielnetze überführt werden, welche eine exakten technische Dimensionierung der Netze für die zukünftige Versorgungsaufgabe unter Berücksichtigung

betrieblicher Randbedingungen umfassen (auf Basis einer hydraulischen / elektrischen Netzoptimierung, vgl. [2], [3]). Darüber hinaus muss ein zeitlicher Migrationspfad von dem Istnetz in Richtung des Zielnetzes geplant werden und mit dem technischen Erneuerungsbedarf der bestehenden Netze (altersbedingter Austausch von Leitungen und Anlagen) abgestimmt werden, um Kapazitätsveränderungen möglichst im Rahmen der Ersatzerneuerung (vgl. [4]) zu realisieren und hierdurch den Investitionsbedarf zu reduzieren.

Literatur:

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2015), Klimaschutzplan 2050
- [2] Hensel, P: Nachhaltige Reduzierung der Netzkosten durch Optimierung und Risikoanalyse, energie wasser praxis 10/2012
- [3] Bekasow 2015, Zielnetzuntersuchung in realen MS- und NS- Netzen am Beispiel der Stadtwerke Dinslaken, ew – Magazin für die Energiewirtschaft 11/2015
- [4] Hensel 2015, Spartenübergreifende Erneuerungsplanung für städtische Verteilungsnetze, ew – Magazin für die Energiewirtschaft Spezial IV/2015

Logo of the Energy Research Alliance (REA) and the Energy Research Center (ERC) of RWTH Aachen University.

Energieforschung: REALLABORE
Diskussion mit Vertretern des BMWi

Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller, RWTH Aachen



Kongress 2019

ENERGIEWENDEBAUEN

Session IV - Smart Technology

mit Podiumsdiskussion:

Digitaler Wandel – Wie sind die Schlüsseltechnologien der Energiewende?

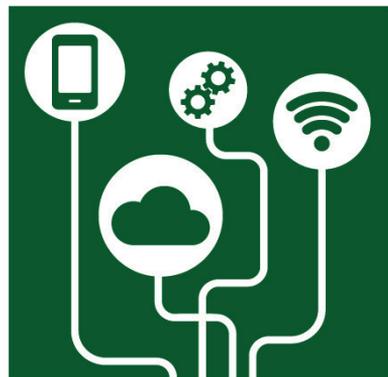
Moderation: Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treek | RWTH Aachen

Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme im Feldtest

Stefan Petersen | TU Berlin

Licht- und Solarmanagement mit aktiven und modellprädiktiv geregelten Komponenten

Prof. Dr.-Ing. Sabine Hoffmann | TU Kaiserslautern



Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme im Feldtest

Stefan Petersen | TU Berlin

Jan Albers, Rupert Graf, Carsten Hausherr, Christian Hennrich, Walther Hüls, Sarah Hunt, Wolfgang Lanser, Christopher Paitazoglou, Martin Schröder

Einleitung

Der Einsatz thermisch angetriebener Kälteanlagen moderner Bauart bietet eine technische und wirtschaftliche Möglichkeit zur Steigerung der Energieeffizienz in Versorgungssystemen mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK). Das Forschungsprojekt „EnEff: Wärme - Feldtest Absorptionskältetechnik für Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungssysteme“, kurz FAKS, umfasst 25 Absorptionskälteanlagen in 16 Feldtestinstallationen [1], die sich, wie in der Landkarte in Abbildung 1 zu sehen, komplett über Deutschland verteilen. Die an der TU Berlin entwickelten Absorptionskälteanlagen wurden in diesem Feldtest hinsichtlich der Systemintegration, der Betriebsführung und der Steigerung der Betriebseffizienz in der Kältebereitstellung untersucht. Das Verbundprojekt von AGFW, BTGA, ILK, TU Dresden und der TU Berlin wird von Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Die Projektlaufzeit endete im August 2018.



Abbildung 1: Verteilung der FAKS

Die eingesetzten Absorptionskälteanlagen (AKA) werden mit einer modellbasierten Mehrgrößenregelung betrieben (sog. CE-Regelung), so dass nicht nur die geforderte Kälteleistung und die Kaltwassertemperatur, sondern z. B. auch der Sollwert für die Heißwassertemperatur [2] eingehalten werden können. Gegenüber dem Stand der Technik können so für die KWK notwendige, niedrige Rücklauftemperaturen als Zielgröße definiert werden. Die Rückwirkungen dieser geregelten Austrittstemperatur auf die KWK-Erzeugereinheiten und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Energieeffizienz im gesamten KWKK-System werden durch die TU Dresden untersucht [3]. [5] liefert die Definition einer Kälteanlage, demnach umfasst diese alle Bestandteile / Komponenten einer Anlage, die in sich geschlossen ist und ein Kältemittel enthält. Im Sinne dieser Arbeit wird der Begriff der Kälteerzeugungsanlage (KEA, siehe Abbildung 2) mit der Kälteanlage als zentralem Aggregat definiert.

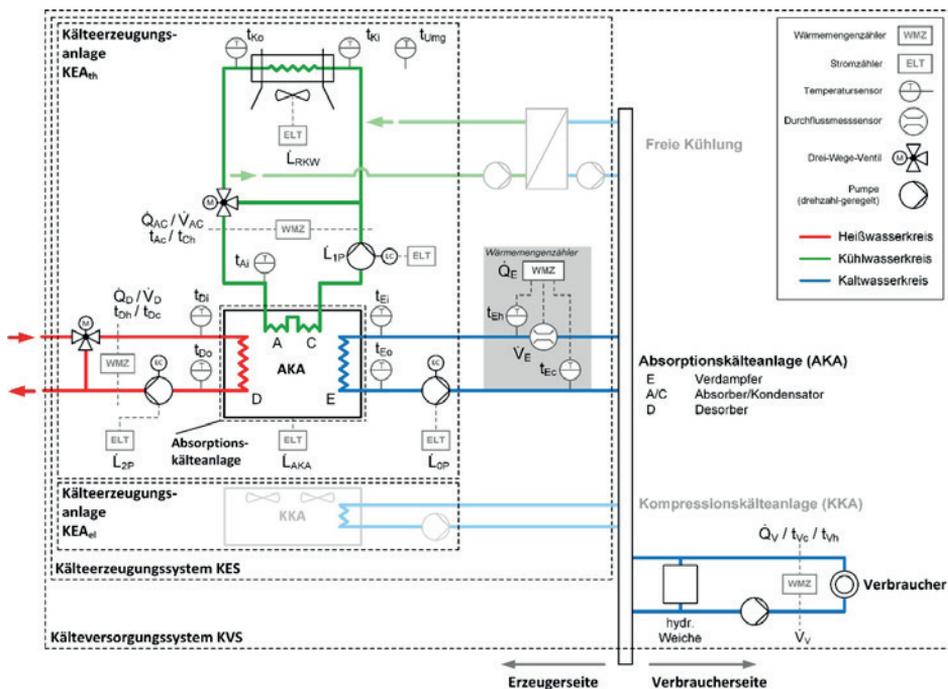


Abbildung 2: Monitoringschema KEA

Die KEA umschließt alle direkten Hilfsaggregate, insbesondere Pumpen, Ventile und Rückkühlwerk (RKW), ggf. Wasseraufbereitungsanlagen, etc. sowie verbindende Rohrleitungen rund um die Kälteanlage. Der Begriff erfasst damit alle aktiven, Energie konsumierenden Komponenten, die von der Kälteanlage benötigt werden, um im Sinne der Zielstellung des Betreibers eine Kältebereitstellung in Form von Kältesohle an einem definierten hydraulischen Übergabepunkt, z. B. einer hydraulischen Weiche, technisch zu ermöglichen. Bei der Kälteerzeugung

mittels einer Absorptionskälteanlage handelt es sich um eine thermisch angetriebene Kälteerzeugungsanlage (KEAth) und bei der Verwendung einer Kompressionskälteanlage um eine elektrisch angetriebene Kälteerzeugungsanlage (KEAel). Der Kühlwasserkreis ist von besonderem Interesse, da dieser häufig für ca. 60 % bis zu 90 % des gesamten Elektroenergieverbrauchs der KEAth verantwortlich ist.

Die Betriebsführungsstrategien, die ab 2017 eine Erweiterung der Anlagenregelungslogik der installierten AKA im Feldtest darstellen, ermöglichen eine dynamische Anpassung des Volumenstroms in den externen Kreisen der KEAth und können somit zu einer Steigerung der Energieeffizienz bei der thermischen Kälteerzeugung führen. Erste vorläufige Ergebnisse zu einer Volumenstromregelung im Kaltwasserkreis der KEAth zeigen, dass der Elektroenergieverbrauch der Kaltwasserpumpe um bis zu 80% reduziert werden kann [4]. Die Ergebnisse können zukünftig auf den Kühlwasserkreis übertragen werden.

Projektergebnisse

Die stufenlos regelbaren AKA wurden in einem Betriebsbereich von ca. 5% bis 110 % bezogen auf die Nominalleistung, bzw. ca. 10 % bis 175 % bezogen auf die standortspezifische Auslegungsleistung gefahren. Für die thermische Effizienz ζ_{th} wurden Stundenmittelwerte von bis zu 0,8 kWh₀/kWh₂ gemessen. Oberhalb von einer Auslastung von ca. 30 % der Nominalleistung wird eine Effizienz von mindestens 0,6 kWh₀/kWh₂ erreicht, die mit steigender Auslastung zunimmt. In Abbildung 3 ist die Verteilung des Elektroenergiebedarfs auf den jeweiligen Aktoren- /Versorgungskreis der AKA bezogen dargestellt.

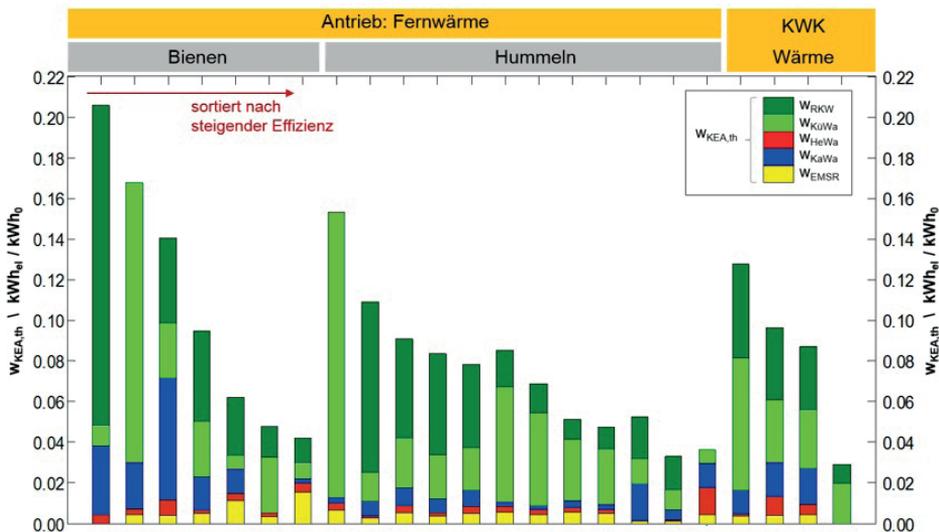


Abbildung 3: Effizienz AKA

Die mittlere elektrische Effizienz der besten Anlagen erreichen Werte von über 30 kWh_o/kWh_{el} (Kehrwert des spez. Elektroenergiebedarfs). Viele Systeme erreichen regelmäßig Werte um 20 kWh_o/kWh_{el}. Einzelne Feldtests liegen jedoch mit Jahreseffizienzwerten um 6 - 10 kWh_o/kWh_{el} deutlich unterhalb der Erwartungen, was im Wesentlichen auf eine ungünstige Auslegung von Pumpen und/oder RKW zurückzuführen ist. In den meisten Liegenschaften ist auch in FAKS die Rückkühlseite (RKW und Pumpe) für ca. 70 % des Elektroenergieverbrauchs verantwortlich, wohingegen aus primär-energetischer Sicht bei vielen FAKS-Liegenschaften der Primärenergieaufwand (PE-Aufwand) für die benötigte Antriebswärme über 70 % des gesamten PE-Aufwands ausmacht. Bei Liegenschaften mit einem günstigen PE-Faktor der Fernwärme werden Primärenergiefaktoren für die Kälte (Wärme und Strombedarf) von bis zu 7 kWh_o/kWh_{PE} erreicht.

Mit Kompressionskälte (KEAel) und Freier Kühlung, wurden zwei weitere Kälteerzeugungsverfahren messtechnisch begleitet und ausgewertet. In Liegenschaften in denen die Rückkühlwerke zur Freien Kühlung genutzt werden, lag die elektrische Effizienz ζ_{el} dieser Betriebsart zwischen 6 kWh_o/kWh_{el} und 36 kWh_o/kWh_{el}. Mehrere Betreiber konnten durch das Monitoring den Betrieb deutlich verbessern, wobei etwa 80 % bis 90 % des Elektroenergieverbrauchs der freien Kühlung nach ersten Verbesserungsmaßnahmen durch die Pumpen verursacht wurden. Hier ist noch erhebliches Verbesserungspotential vorhanden. Im Kompressionskälteanlagenbetrieb, der in sieben Liegenschaften ausgewertet werden konnte, wurden durchschnittliche Werte zwischen 2,1 kWh_o/kWh_{el} und 4,0 kWh_o/kWh_{el} ermittelt, was einer maximaler PE-Effizienz von ca. 2,2 kWh_o/kWh_{PE} entspricht. Damit wird das Potential zur Primärenergieeinsparung in der Kälteerzeugung durch den Einsatz von thermisch angetriebenen AKA deutlich. AKA-Einsatz auf Basis der Projektergebnisse wird primärenergetisch vorteilhaft ab einem PE-Faktor der Antriebswärme von ca. 0,4 kWh/kWh_{PE}. Über 50 % der deutschen Fernwärmenetze stünden somit zur Verfügung, wobei sogar ca. 30 % der Netze über einen Wert kleiner als 0,2 kWh_{PE}/kWh₂ verfügen.

Bei der parallel zur Anlagentechnik weiterentwickelten MSR-Technik wurde einer Standardisierung große Aufmerksamkeit geschenkt. Beide Anlagentypen (Hummel und Biene) sind mit dem gleichen Industrie-Controller und dem gleichen SPS-Programm versehen. Der mit einer übergeordneten Leittechnik mögliche Datenaustausch umfasst eine Vielzahl von Betriebswerten, Anforderungen und variablen Zielstellungen. Die SPS der AKA kann umfangreiche Regelungsaufgaben mit unterschiedlichsten Zielstellungen wahrnehmen, so z. B. eine Betriebs- und Lastpunktspezifische Ansteuerung und Regelung der Versorgungspumpen, sowie einer direkten Regelung des RKW. Dadurch wird die AKA Regelung zu einer KEAth Regelung und ermöglicht die Verfolgung übergeordneter Zielstellungen. In der Anwendung dieser Möglichkeit ist mit dem Projekt ein großer Schritt von den Laboranlagen im Vorgängerprojekt hin zu einer marktfähigen Technologie erreicht worden, die hinsichtlich der ausgetauschten Daten weit über den marktüblichen Standard hinausgeht. Durch die sogenannte CE-Regelung können längere Betriebszeiten von KWK-Anlagen erreicht bzw. vertraglich zugesicherte und technisch vorteilhafte Rücklauftemperaturen im FW-Netz sicher eingehalten werden. Die Auswertung von Betriebsdaten hat gezeigt, dass sich selbst bei schwierigen, oder eingeschränkten Versor-

gungstemperaturen, das am höchsten priorisierte Regelungsziel mit einer sehr zufriedenstellenden Regelgüte erreichen lässt. Die SPS verfügt z. B. über die Möglichkeit der Verarbeitung eines variablen Sollwertes für die Heißwasserrücklauftemperatur, die von einer übergeordneten Leittechnik vorgegeben werden könnte. Somit ließe sich die Regelung zukünftig auch zur Flexibilisierung der Strom- und Wärmeaufwendungen bei der Kälteerzeugung nutzen. Nicht jede Installation in FAKS hat die hohen energetischen Zielstellungen erreicht. Die Projektergebnisse erlauben aber gerade deswegen umso mehr die Ableitung von Hilfestellungen für die Planung, den Bau und Betrieb von Kälteerzeugungssystemen. Im Abschlussbericht werden beispielhaft standardisierte hydraulische Schaltungen einer KEAth unter der Zielstellung eines energieeffizienten und versorgungssicheren Betriebs aufbauend auf den Projekterfahrungen vorgestellt. Maßgebend für eine konkrete erfolgreiche Installation bleibt die Erstellung einer projektspezifischen Funktionsbeschreibung, die mindestens die Zielstellung im Betrieb (Sollwerte, Lastzustände, etc.) und die geplante Betriebsweise beinhaltet. Darauf aufbauend sollte das hydraulische Konzept erstellt und geprüft werden. In vielen Fällen werden die erarbeiteten hydraulischen Beispielschaltungen dann als Vorlage für die Ausführung genutzt werden können. Die in FAKS gesammelten Erfahrungen und die daraus abgeleiteten Planungshinweise versetzen den künftigen Anwender in die Lage, seinen Anforderungen entsprechend in zukünftigen Projekten verlässliche und zielgerichtete Anlagen zu erbauen. Insgesamt konnte durch den Feldtest gezeigt werden, dass die Erwartungen an die Absorptionskälteanlagen und deren Regelung unter vielfältigen, praxisrelevanten Betriebs- und Einsatzbedingungen vollumfänglich erfüllt werden können. FAKS hat darüber hinaus aufgezeigt, dass nicht der Einsatz effizienter Anlagen und Anlagenkomponenten, sondern deren hydraulische Verschaltung, logische Vernetzung, die Betriebsweise und allen voran eine intelligente, flexible Regelung entscheidend für wirtschaftlich und energetisch vorteilhaften Betrieb sind. Im Anschlussvorhaben, „EnEff: Wärme – Regelung für energieaufwandsoptimierte Kälteerzeugungssysteme“ (ReKs) mit der Förderkennziffer 03ET1583, werden die Möglichkeiten weiterer Verbesserungen in der Regelung der Kälteversorgungsanlagen- und systeme in Bezug auf Effizienzsteigerung in der Betriebsführung untersucht.

Literaturverzeichnis

- [1] C. Paitazoglou, S. Petersen, S. Hunt, W. Lanser, J. Albers, A. Hansske, C. Hennrich, W. Hüls, M. Schröder, and F. Ziegler. Möglichkeiten und Einsatzpotentiale neuer Absorptionskälteanlagen. In Tagungsband Deutsche Klima-Kälte-Tagung, Hannover, November 2013, DKV.
- [2] W. Lanser, J Albers, W Hüls, C. Paitazoglou, S Hunt, and S Petersen. Systemintegration von Absorptionskälte: Erste Betriebserfahrungen aus einem Feldtest für KWKK-Systeme. In Tagungsband Deutsche Klima-Kälte-Tagung, Dresden, November 2015, DKV.
- [3] K. Rühling, F. Panitz, V. Volmer. EnEff Wärme: Feldtest Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme - Schlussbericht TU Dresden (in Bearbeitung). FKZ 03ET1171B. TU Dresden, 2018.
- [4] W. Hüls Guido, W. Lanser, S. Petersen, and F. Ziegler. Performance of absorption chillers in field tests. Elsevier, Applied Thermal Engineering 134, pp. 353-359, ISSN 13594311, 2018.

- [5] DIN378-1. Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien, April 2018.

Licht- und Solarmanagement mit aktiven und modellprädiktiv geregelten Komponenten; Teilvorhaben: Entwicklung der modellprädiktiven Regelung, Umsetzung im Living Lab smart office space

Prof. Dr.-Ing. Sabine Hoffmann | TU Kaiserslautern

Auszug aus EnArgus:

„LiSA bedeutet die Entwicklung eines Licht- und Solarmanagements in Bürogebäuden zur Reduktion von Heiz- und Kühllasten mit aktiven Komponenten. Ziel ist eine ganzheitliche Betrachtung der Verschattungs- und Beleuchtungssysteme und die Entwicklung von Methoden, Software und Bauteilen, mit denen die derzeit disparat gesteuerten Teilsysteme integriert werden können. Optimierungskriterien sind maximale Behaglichkeit bei minimalem Energieverbrauch. Hier will LiSA mit einem integralen, modellprädiktiven Regelungsansatz, der wechselnde Nutzungsanforderungen und variierende Randbedingungen berücksichtigt, zu einem energieeffizienteren und nutzerfreundlicheren Gebäudebetrieb beitragen. Das Projekt setzt sowohl auf der Ebene des Gesamtsystems an, indem Simulationsmodelle und modellprädiktive Regelungsmethoden angewendet, adaptiert und weiterentwickelt werden, als auch auf Ebene der einzelnen Systemkomponenten, die eine präzisere Steuerung von Solarstrahlung, Tageslicht und Kunstlicht ermöglichen. Die Entwicklung von spezifischer Visualisierungs- und Gebäudemanagementsoftware ergänzen den Umfang des Projekts LiSA. LiSA ist eingebettet in das Living Lab smart office space, ein flexibles Großraumbüro der TU Kaiserslautern, das einen idealen Rahmen bietet, die Entwicklungen des Projekts in einer realistischen Büroumgebung einzusetzen und zu analysieren. Die im Labor evaluierten Methoden und Komponenten werden auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht und schrittweise bis zu einem Pareto-Optimum reduziert. Mit der prototypischen Umsetzung dieser Ergebnisse wird schließlich die Praxis-tauglichkeit der entwickelten Methode nachgewiesen. Entwicklung von Messmethoden und Simulationsmodellen Entwicklung der modellprädiktiven Algorithmen, Inbetriebnahme, Optimierung, Lernalgorithmus Prototypische Umsetzung im Living Lab smart office space Evaluierung der Einzelkomponenten, des Nutzerverhaltens und der Regelung in Bezug auf Energieeinsparung.“

[Quelle: EnArgus online verfügbar unter: <https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q=Licht-%20und%20Solarmanagement&id=372065&v=10> abgerufen am: 19.07.2019]



Impressum

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Herausgeber: Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN
RWTH Aachen University
Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik
Mathieustraße 10
52074 Aachen

E-Mail: begleitforschungeonerc.rwth-aachen.de

Internet: www.energiewendebauen.de

Autoren: Wissenschaftliche Begleitforschung

Bildnachweise: Projektträger Jülich, Fotograf Michael Reitz; S. 14, 22, 34, 58, 70, 71, 72, 88, 102

Für den Inhalt und die Bildquellen tragen alleine die Autoren die Verantwortung. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder in einem anderen Verfahren ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

ISBN: 978-3-948234-85-0

