

PROJEKTLAITERTREFFEN

Cross-sektorale Campus-Konzepte für die Wärmewende

Dokumentation des 6. Projektleitertreffens

Cross-sektorale Campus-Konzepte für die Wärmewende

Potsdam, 06. - 07. Mai 2019

Programm

Montag, 06. Mai 2019

- Ab 12:00 Uhr* *Ankunft und Mittagsimbiss*
- 13:00 Uhr Begrüßung durch das BMWi, das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und die Wissenschaftliche Begleitforschung
- 13:30 Uhr Praxisbericht I _ Verbundprojekt zur energetischen Optimierung des Campus Wissenschaftspark Albert Einstein auf dem Potsdamer Telegrafenberg
Dipl.-Ing. Hans Petzold | TU Dresden, Institut für Bauklimatik
Dipl.-Ing. Jens Kaiser | TU Dresden, Institut für Bauklimatik
- 14:00 Uhr Praxisbericht II _ HochschulCampus Berlin Charlottenburg Demonstration eines innovativen Wärmeenergiemanagements für ein Bestandsquartier
Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel | TU Berlin, Hermann-Rietschel-Institut
- 14:30 Uhr* *Kaffeepause*
- 15:00 Uhr Workshop-Phase I (4 Arbeitsgruppen)
- 17:00 Uhr Führung über den Telegrafenberg
- Ab 19:30 Uhr* *Gemeinsames Abendessen*

Dienstag, 07. Mai 2019

- 09:00 Uhr Praxisbericht III _ Sektorkopplung in der Quartiersplanung am Beispiel des Garching Campus der TU München
Dipl.-Ing. Benedikt Schweiger | TU München, Lehrstuhl für Energiesysteme
- 09:30 Uhr Praxisbericht IV _ Energieeffiziente Weiterentwicklung des Campus Lichtwiese durch intelligente Systemvernetzung
Christopher Ripp, M.Sc. | TU Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik
Johannes Oltmanns, M.Sc. | TU Darmstadt, Technische Thermodynamik
- 10:00 Uhr* *Kaffeepause*
- 10:30 Uhr Workshop-Phase II (4 Arbeitsgruppen)
- 12:30 Uhr Gemeinsames Resümee und Verabschiedung
- Im Anschluss* *Mittagsimbiss (Ende der Veranstaltung)*



Impressionen des Neubaus vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)



Atrium im Eingangsbereich vom PIK

Cross-sektorale Campus-Konzepte für die Wärmewende

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

In der Forschungslandschaft ENERGIEWENDEBAUEN (EWB) befinden sich nach aktuellem Stand 39 Projekte, die sich mit dem Neubau oder der Bestandsoptimierung von Hochschulgebäuden beschäftigen. Zur Ermittlung der Forschungsthemen dieser und aller weiteren Projekte der Forschungslandschaft und wie diese Themen untereinander verbunden sind, nutzt die Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN die in regelmäßigen Abständen versendeten Fragebögen. Die Rückläufer dieser konnten über die vergangenen Jahre stetig gesteigert werden und die Auswertung einer Kategorisierung der EWB-Projekte zeigt eine nahezu gleichbleibende Aufteilung, welche in Abbildung 1 dargestellt ist.

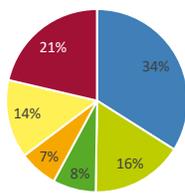


Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Dirk Müller

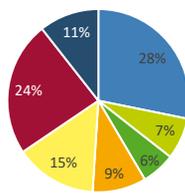
E-Mail:
dmueller@eonerc.
rwth-aachen.de

Tel.:
+49 241 80 49760

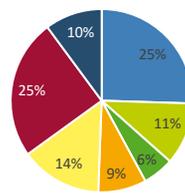
Projektkategorien 2017*



Projektkategorien 2018*



Projektkategorien 2019*



■ Technologien ■ Gebäude ■ Quartier ■ Versorgungsnetz ■ Tools ■ Methoden und Konzepte ■ Akzeptanz
*Mehrfachantworten möglich | Akzeptanz in 2017 nicht abgefragt

Abbildung 1: Entwicklung der Projektkategorien über die drei bisherigen Umfragephasen

Ein Projekt kann mehreren der genannten Kategorien zugeordnet sein, sodass eine darüberhinausgehende Auswertung die Zusammenhänge der Kategorien untereinander zeigt. Hierzu wird ausgewertet, welche Kategorien häufig gemeinsam innerhalb eines Projekts vorkommen. Abbildung 2 zeigt ein Netzdiagramm hierzu, aus welchem anhand der Verbindungsdicke des Netzes zu erkennen ist, dass vor allem die Kategorien Technologien, Tools und Methoden und Konzepte starke Verbindungen untereinander haben.

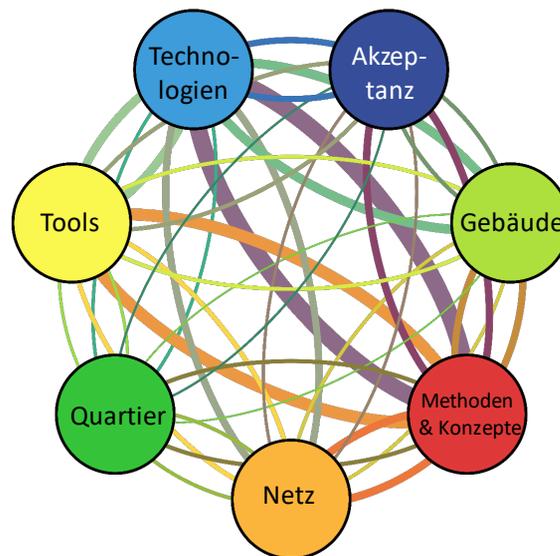


Abbildung 2: Zusammenhänge der Kategorien

Die erwähnten Fragebögen beinhalten des Weiteren eine Verschlagwortung der Projekte. Jedes Projekt hat die Möglichkeit die behandelten Forschungsthemen durch 10 Schlagworte zu beschreiben. Auf dieser Grundlage können Schlagwortnetze erstellt werden, aus denen zwei zentrale Aspekte als Auswertungsgrundlage dienen:

- die Häufigkeit der Schlagwortnennung zeigt die Relevanz eines Themas und
- die gemeinsame Nennung von Schlagworten zeigt deren thematischen Zusammenhang

Das gesamte Schlagwortnetzwerk beinhaltet ca. 1.300 verschiedene Schlagworte und etwa 22.000 Verbindungen. Aus den Auswertungen der Netzdiagramme kann geschlossen werden, dass sich, bezogen auf die Oberthemen der Projekte (z. B. Energieeffizienz, Simulation, Optimierung), eine homogene Verteilung über die EWB-Landschaft hinweg ergibt. Hingegen fallen die Spezialthemen der einzelnen Projekte sehr heterogen aus, was bereits die hohe Anzahl verschiedener Schlagworte zeigt. Diese Spezialthemen sind jedoch projektübergreifend stark inhaltlich miteinander verbunden, was durch die hohe Verbindungsanzahl innerhalb des Schlagwortnetzwerks ersichtlich wird.

Durch die in Abbildung 3 gezeigte Filterung des entstehenden Schlagwortnetzwerks können bestimmte Themengebiete im Detail betrachtet werden.

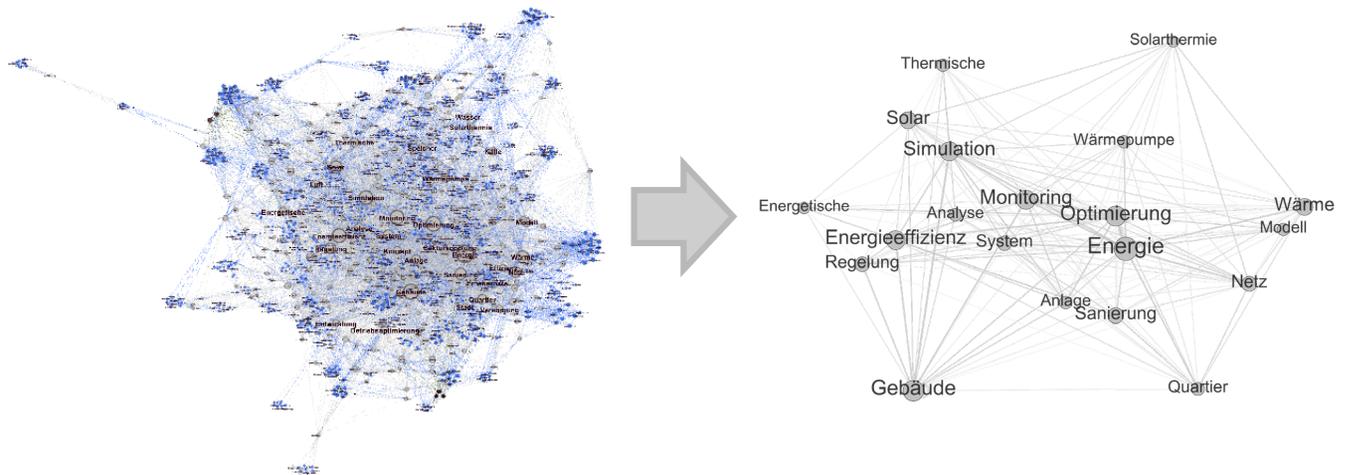


Abbildung 3: Übergang von ungefiltertem (links) zu gefiltertem Schlagwortnetzwerk (rechts)

Wird die erwähnte Filterung für das Schlagwort Campus durchgeführt, kann das erzeugte Schlagwortnetzwerk in Themengebiete eingeteilt werden. Dadurch ergeben sich die in Abbildung 4 gezeigten Oberthemen für die EWB-Campusprojekte.

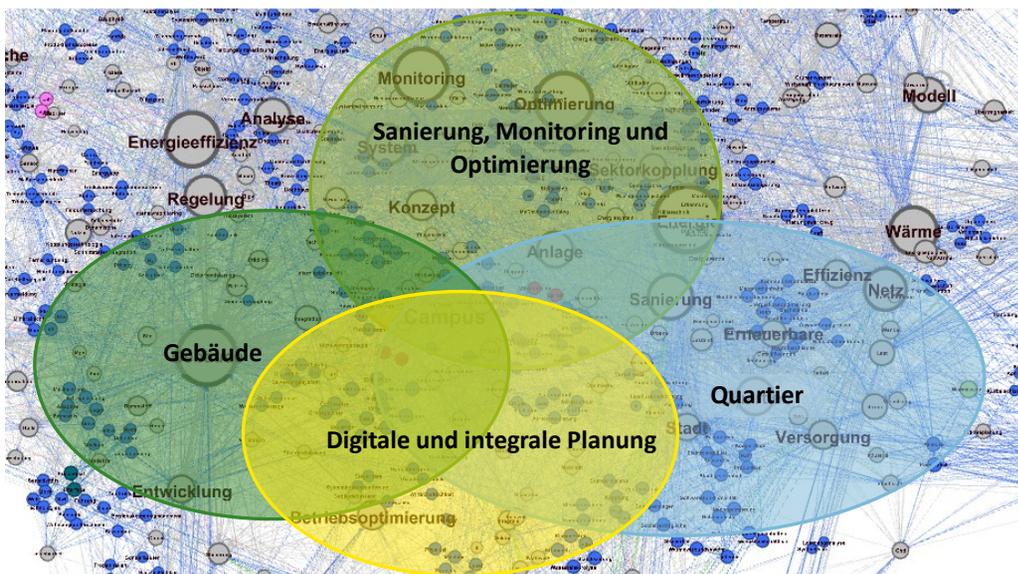


Abbildung 4: Thematisch eingeteiltes Schlagwortnetzwerk für das Stichwort „Campus“

Weitere Auswertungen der Campusprojekte zeigen, dass die Mehrzahl (76 %) der Campusgebäude den Baualterklassen zwischen 1949-1968 und 1969-1983 zugeordnet werden können. Aus diesem Grund beschäftigt sich der Großteil der Projekte mit der Bestandsanalyse (41 %) und der Gebäudesanierung (42 %), während Neubauprojekte (17 %) einen kleineren Teil einnehmen. In den Projekten verwendete Kälte-, Wärme-, und Stromerzeugungstechniken (siehe Abbildung 5) decken einen sehr breiten Bereich ab. Für die Kälteerzeugung nehmen Kompressions- und Absorptionskältemaschinen den Großteil ein, während sich für den Wärmebereich eine sehr gleichmäßige Aufteilung ergibt. Für die Stromversorgung werden vorrangig Blockheizkraftwerke und Photovoltaikanlagen eingesetzt.

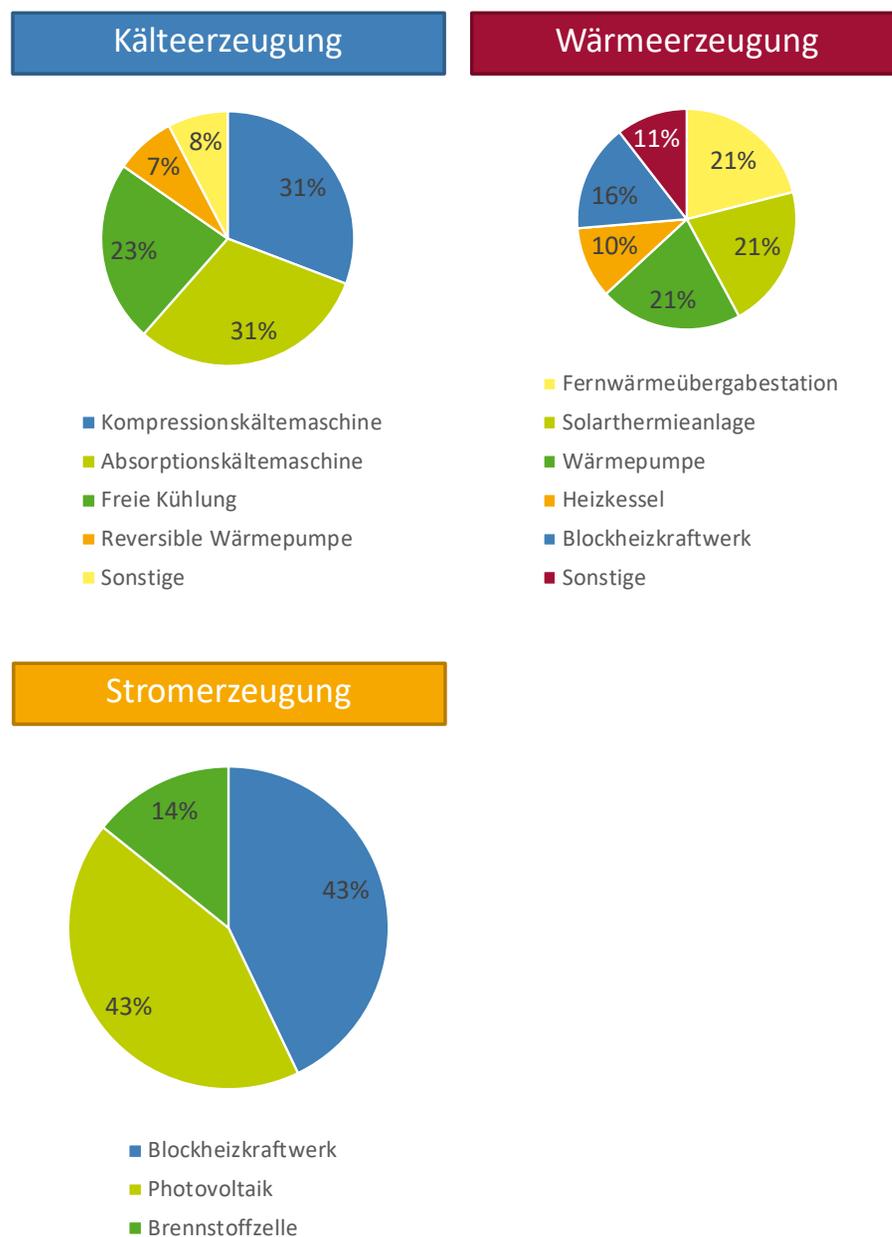


Abbildung 5: Übersicht der verwendeten Techniken in den drei Versorgungsbereichen

Praxisbericht I **Verbundprojekt zur energetischen Optimierung des Campus Wissenschaftspark Albert Einstein auf dem Potsdamer Telegrafenberg**

Vortragende: Hans Petzold und Jens Kaiser, TU Dresden

Die Planung für einen Neubau des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) reichen ins Jahr 2010 zurück. Ziel war es, ein funktionelles, energieeffizientes Gebäude für ca. 200 Mitarbeiter und einen Hochleistungsrechner auf dem Telegrafenberg Potsdam zu errichten, das sich in das denkmalgeschützte und naturnahe Ensemble einfügt.

Dipl.-Ing.
Hans Petzold

E-Mail:
hans.petzold@
tu-dresden.de

2011 nahm das PIK Kontakt mit der TU Dresden (TUD) auf. Gemeinsam mit den Instituten für Bauklimatik (Prof. Grunewald) Energietechnik, Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, wurde ein Konzept erarbeitet, bei dem ein innovatives Gebäude entsteht. Die Abwärme des geplanten Großrechners sollte für die Wärmeversorgung des Gebäudes verwendet werden, während überschüssige Wärme über ein Nahwärmenetz für benachbarte Gebäude genutzt werden soll. Das Forschungsprojekt wurde durch das BMWi gefördert.

Tel.:
+49 351 463-33171

Der Neubau sollte nicht nur als Bürogebäude genutzt werden, sondern auch die Möglichkeit eines „genutzten Labors“ bieten. Um die vergleichende Analyse verschiedener Bau- und Betriebsweisen untersuchen zu können, wurde die dreiteilige Kleeblattstruktur genutzt. Ein Vakuumzylinder sollte mit Vakuum-Wärmedämmung und Vakuumverglasung ausgestattet werden. Ein zweiter Zylinder mit dem Schwerpunkt Raumklima und Behaglichkeit erhält an verschiedenen Räumoberflächen einen Klimaputz, Gipskartonplatten mit Phase Change Materials (PCM), Lehmplatten mit PCM sowie eine massive Lehmwand. Damit sollen Temperatur- und Feuchtepufferung ermöglicht und untersucht werden. Der dritte Zylinder dient einerseits als Referenz zu den beiden vorgenannten, kann aber auch für eine unterschiedliche Fahrweise der Anlagentechnik genutzt werden.

Dipl.-Ing.
Jens Kaiser

E-Mail:
jens.kaiser@
tu-dresden.de

Tel.:
+49 351 463-39924

Der im Untergeschoss des PIK-Neubaus geplante Großrechner war ursprünglich mit einer Abwärmeleistung von 750 kW konzipiert. Die Kühlung sollte über drei Kältemaschinen erfolgen, von denen aus Redundanzgründen immer zwei laufen und eine als Backup dient. Soweit möglich kann mit freier Kühlung gearbeitet werden.

Um die Wärme nicht elektrisch kühlen zu müssen, sondern möglichst gut zu nutzen, wurde versucht Abnehmer für die Abwärme zu finden und diese über ein Nahwärmenetz anzuschließen. Hierfür wurden sämtliche Gebäude auf dem Campus im Hinblick auf ihren Wärmeverbrauch anhand von Monatswerten der vorhergehenden Jahre analysiert, die das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) Messdaten zur Verfügung stellte.

Aufgrund des schon weit fortgeschrittenen Planungsstandes wurden zunächst mit Hilfe von Gebäudesimulationssoftware die Auswirkungen der Planungsänderungen auf den Gesamtenergieverbrauch ermittelt. Gleichzeitig wurde versucht, Potentiale für eine energetische Optimierung und eine Optimierung der Nutzerbehaglichkeit aufzuzeigen. Da am PIK-Neubau jeder Raum eine andere Ausrichtung und somit eine andere solare Einstrahlung hat, ist besonders die Ermittlung der Strahlungsbelastung und die Behaglichkeitsuntersuchung deutlich komplexer als an einem Standardgebäude.

Der PIK-Neubau sollte nicht nur die unmittelbaren Arbeitsbedingungen der Beschäftigten des PIK verbessern, sondern ebenfalls ein neues Rechenzentrum beherbergen. Für dieses Rechenzentrum wurden verschiedene Möglichkeiten alternativer Kühlung und energetischer Optimierung untersucht. Die sinnvollsten Maßnahmen – Kaltgangeinhausung und Warmwasserkühlung der Rechner wurden in die Ausschreibung und Vergabe übernommen.

Im Zuge der langwierigen internationalen Ausschreibung des Großrechners ergaben sich jedoch grundlegende Änderungen an dessen Parametern, die sowohl der technischen Weiterentwicklung der Rechentechnik geschuldet als auch preislich bedingt waren. Dadurch ist die Abwärmemenge des Großrechners wesentlich geringer als ursprünglich vorgesehen. Dieser Umstand hatte Auswirkungen auf das Kühlkonzept und die Nutzung der Abwärme im Gebäude.

Die Einbindung des PIK-Neubaus in ein Campus-Energiekonzept war ein wesentliches Projektziel. Die Analysen verschiedener Netzvarianten erfolgten unter Beachtung energetischer und wirtschaftlicher Aspekte. Durch die relativ großen Entfernungen der Einzelgebäude und eine Vielzahl bereits verlegter Medienleitungen auf dem Campus ist eine Vernetzung relativ aufwendig. Erschwerend kommt hinzu, dass die Gebäude auf dem Campus verschiedene Institutionen als Nutzer haben. Hier existieren jeweils Nutzungskonzepte und Planungen für zukünftige Baumaßnahmen, die mit einem gemeinsamen Campusenergienetz kompatibel gemacht werden müssen. Gleichzeitig hat die Versorgungssicherheit Priorität über mögliche Einsparungen. Als Vorzugsvariante wird deshalb ein lokal begrenztes Netz favorisiert.

Zum energetischen Monitoring des PIK-Neubaus wurde ein Monitoring-Konzept entwickelt. Ziel war, alle wesentlichen Energieströme über die Bilanzgrenzen des Gebäudes sowie innerhalb des Gebäudes zu erfassen. Auch einige Einzelräume werden erfasst. Dieses Konzept wurde in die laufende Planung integriert und umgesetzt. Eine Betriebsoptimierung und weitere Datenanalysen sollen Bestandteil eines Folgeprojektes sein.

Praxisbericht II „EnEff: HCBC - HochschulCampus Berlin – Charlottenburg Demonstration eines innovativen Wärmeenergiemanagements für ein Bestandsquartier ”

Vortragender: Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, TU Berlin,
Hermann-Rietschel-Institut

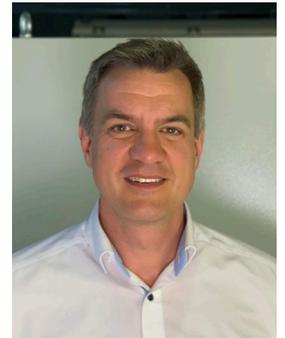
Projektvorstellung

Basierend auf dem Energiewendeziel der Bundesregierung will sich der Campus Charlottenburg (TU Berlin und UdK Berlin) energetisch als vorbildliche Einrichtung etablieren. Dafür soll am HochschulCampus Berlin-Charlottenburg (HCBC) das Areal, bestehend aus mehreren Gebäuden und Erzeugern, so umgebaut bzw. saniert werden, dass bereits ab dem Jahr 2023 die Wärmewendeziele 2050 in Teilen demonstriert werden können.

Dafür wird ein ganzheitlicher Ansatz gewählt, der üblicherweise auch bei einzelnen betrachteten Gebäuden Anwendung findet. Das Zusammenspiel von Energieeinsparung, Energiegewinnung, Speicherung, Verteilung und Nutzung muss aufeinander abgestimmt sein, um energieeffiziente Gebäude zu sanieren, zu bauen und zu betreiben. Bei der Betrachtung des innerstädtischen Bestandsareals wird die Energiebilanzgrenze von dem einzelnen Gebäude auf das Areal verlegt, womit sich zahlreiche technische, ökonomische und rechtliche Herausforderungen ergeben, die es gilt, im Rahmen der weiteren Projektphasen von EnEff: HCBC, zu lösen.

Ein Hauptaugenmerk ist dabei auf die lokale Gewinnung der Energie gerichtet dort, wo günstige Bedingungen herrschen, mit der sich anschließenden Verschiebung von Wärmeenergieströmen. Der andere auf die maßnahmenbasierte gebäudeweise energetische Teilsanierung im Quartiersverbund ohne die gebäudeweise Einhaltung der EnEV. Zur Realisierung der Energieverschiebung und Speicherung wird ein Teil des bestehenden Fernwärmenetzes genutzt. Ein übergeordnetes Quartiers-Energiemanagement sorgt im Betrieb für einen optimierten Energiefluss über die Gebäudegrenzen hinaus. Ein herausragendes Merkmal des Masterplans ist, dass eine Vielzahl unterschiedlichster Maßnahmen wie Hüllensanierung, Erneuerung bzw. Umbau technischer Anlagen, die Einbindung von lokalen regenerativen Energien, wie Solarenergie, aber auch Abwärmennutzung, ökonomisch und energetisch – auf ihren Beitrag hin zur Erreichung eines klimaneutralen Campus – miteinander verglichen und bewertet werden. Zudem werden die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten einzelner Maßnahmen berücksichtigt und besonders effiziente Maßnahmenpakete geschnürt.

Grundlage der Auswertung und des Masterplans Energie ist dabei ein entwickeltes Software-Tool, welches die Maßnahmen nach Einspar- und/oder Kostenvorgaben filtert und sortiert. Mit diesem Tool kann eine große Anzahl unterschiedlichster energetischer Maßnahmen verglichen und priorisiert werden. So entsteht ein Masterplan Energie, der in Abhängigkeit sich verändernder Rahmenbedingungen und Zielgrößen (z. B. Energiepreisen, Investitionen, anstehenden Sowieso-Sanierungen, etc.) flexibel angepasst werden kann.



Prof. Dr.-Ing.
Martin Kriegel

Tel.:
+49 (0)30 314 24170

Bei vollständiger Umsetzung des Masterplans könnten ca. 90 % der Primärenergieaufwendungen zur Basis 2016 zum einen eingespart (ca. 40 %) und zum anderen durch erneuerbare Energien oder Abwärmenutzung substituiert werden (ca. 50 %).



Atrium Standort Potsdam



Auftakt der Führung über den Telegrafenberg Potsdam

Praxisbericht III **Sektorenkopplung in der Quartiersplanung am Beispiel des Garchinger Campus der TU München**

Vortragender: Benedikt Schweiger, TU München

CleanTechCampus Garching

Entwicklung ganzheitlich optimierter, nachhaltiger und übertragbarer Energiekonzepte am Beispiel des Campus Garching der TUM

Bereits heute zählt der Campus Garching der TU München mit mehr als 15.000 Studierende und 3.500 Mitarbeitern zu den größten Universitätsstandorten in Deutschland. Hält das rasante Wachstum der letzten Jahre an, wird in naher Zukunft eine Neuausrichtung der Energieversorgung erforderlich sein.

Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekts CleanTechCampus ein innovatives Energiekonzept entwickelt werden, welches die Integration der bestehenden sowie neu hinzukommenden Gebäudestruktur in eine hocheffiziente Versorgungs- und zunehmend regenerativ Erzeugungsstruktur realisiert. Hierfür wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, indem die Strom-, Wärme- und Kälteversorgung nicht wie üblich einzeln, sondern gekoppelt betrachtet werden. Die dazu notwendigen Methoden und Werkzeuge werden interdisziplinär entwickelt und können später bei der Optimierung anderer komplexer Mischgebiete des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen eingesetzt werden.

Die übergeordneten Ziele des Projekts sind:

- Weiterentwicklung des spartenübergreifenden Tools bis zur ganzheitlichen Optimierung gekoppelter Strom-, Wärme- und Kältesysteme unter Berücksichtigung der Verbraucher, Erzeuger sowie Speicher,
- Bewertung des Einsatzes innovativer Technologien in einem stark gekoppelten Energiesystem, von denen in der nächsten Phase die vielversprechendsten Lösungen in Pilotprojekten umgesetzt werden sollen,
- Entwurf eines robusten Energienetz- und Versorgungsausbauplans für den Campus Garching.

Mit der Umsetzung des Energieversorgungsplans, insbesondere der Pilotanlagen, soll der Campus Garching langfristig als Living Lab für Forschungsaktivitäten im Bereich der Energietechnik etabliert werden. Hierfür wird eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie angestrebt. Durch diese Kooperationen lassen sich sowohl Herausforderungen als auch Potenziale bei der Integration der innovativen Technologien in das vorliegende Energiesystem identifizieren und die Pilottechnologien können schneller zur Marktreife gebracht werden.



Dipl.-Ing.
Benedikt Schweiger

E-Mail:
Benedikt.Schweiger@
tum.de

Tel.:
+49 (089) 289 16343

Aufgabe des Lehrstuhls für Energiesysteme (LES) ist es, innovative Konzepte der Erzeugung sowie Speicherung von Strom und Wärme zunächst zu identifizieren, diese zu charakterisieren und abschließend durch die Anwendung von urbs hinsichtlich ökologischer sowie ökonomischer Aspekte zu bewerten. Der LES ist zudem verantwortlich für die Auslegung der aus diesem Projekt hervorgehenden Pilotanlagen und übernimmt innerhalb des Projekts die Koordination.



Einblick in die Auftaktvorträge: Begrüßung durch die Wissenschaftliche Begleitforschung und das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung



Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller über cross-sektorale Campus-Konzepte für die Wärmewende

Praxisbericht IV Weiterentwicklung eines Energiesystems auf Quartiersebene: Das Projekt EnEff:Stadt Campus Lichtwiese

Vortragende Christopher Ripp, Johannes Oltmanns,
TU Darmstadt

Projektvorstellung

Die TU Darmstadt hat sich das anspruchsvolle Ziel gesetzt, ihre CO₂-Emissionen bis 2050 um 80 % gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren. Im Projekt EnEff:Stadt Campus Lichtwiese werden Konzepte und Maßnahmen entwickelt, um dieses Ziel für den Campus Lichtwiese der TU Darmstadt zu erreichen. Das Projekt wird seit 2016 von einem interdisziplinären Team aus Architekten, Elektrotechnikern und Maschinenbauern bearbeitet.

In der ersten Phase des Projekts (2016-2018) standen insbesondere die Untersuchung der aktuellen Situation sowie die Entwicklung von Konzepten zur Weiterentwicklung des Campus Lichtwiese im Vordergrund. Wichtige Bausteine der heutigen Energieversorgung sind das Heizkraftwerk, womit Strom, Wärme und Kälte für die gesamte Universität produziert werden, sowie das Fernwärme- und das Fernkältenetz, die das Heizkraftwerk mit den Gebäuden verbinden. Zu Beginn des Projekts wurde die aktuelle Datenlage zum Energiebedarf am Campus gesichtet und es wurden Energiesteckbriefe für die einzelnen Gebäude entwickelt, auf deren Grundlage eine Gruppierung in verschiedene charakteristische Gebäudetypen vorgenommen werden konnte. Dadurch konnte der Campus über detaillierte Modelle von Gebäudeclustern abgebildet werden. Die im Rahmen des Projekts entwickelten einzelnen Modelle der Erzeugungsanlagen und der thermischen und elektrischen Netze ermöglichen es, die Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen an den einzelnen Gebäuden auf den gesamten Campus besser zu verstehen und Einsparpotentiale an CO₂-Emissionen zu quantifizieren.

In Phase II des Projektes EnEff:Stadt Campus Lichtwiese (2019-2022) steht die Realisierung von Maßnahmen zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Vordergrund. Um diese Umsetzungsprojekte erfolgreich zu bearbeiten, wird die bereits bisher intensive Zusammenarbeit zwischen Forschung und Verwaltung weiter ausgebaut und das Energiemanagement der TU Darmstadt noch stärker in das Projektteam integriert. Neben der Abwärmenutzung des Hochleistungsrechners soll im Architekturgebäude eine Feldstudie zur Absenkung der erforderlichen Temperatur bei der Heizwärmeversorgung erstellt werden, auf der die Entwicklung einer allgemeinen Strategie zur Absenkung der Temperaturen in der Fernwärmeversorgung aufbauen soll. Zudem wird in Phase II ein umfassendes medienübergreifendes Energiemonitoring am Campus Lichtwiese realisiert, welches neben den Leistungsbedarfen an Wärme, Kälte und Strom der einzelnen Gebäude auch die Power Quality auf der Mittelspannungsebene des elektrischen Netzes misst. Das Monitoring liefert die Grundlage für eine detaillierte Abbildung des Energiesystems des Campus, den „Digitalen Zwilling“. Dieser soll langfristig die Möglichkeit



Christopher Ripp, M.Sc.

E-Mail:
cripp@ikp.tu-
darmstadt.de



Johannes Oltmanns,
M.Sc.

E-Mail:
oltmanns@ttd.tu-
darmstadt.de

Tel.:
+49 6151 16-22691

bieten, sowohl den Betrieb des Energiesystems unter Berücksichtigung aller Energiearten in Echtzeit zu optimieren als auch das Integrationspotential neuer Technologien für zukünftige Erweiterungen im Detail unter Berücksichtigung der CO₂-Emissionsziele zu minimalen Kosten evaluieren zu können.

Am Ende der Phase II soll ein neues Konzept für das Energiesystem ab 2030 stehen, hinterlegt mit konkreten Handlungsempfehlungen für kosteneffiziente Maßnahmen zum Erreichen der gesteckten Klimaschutzziele.

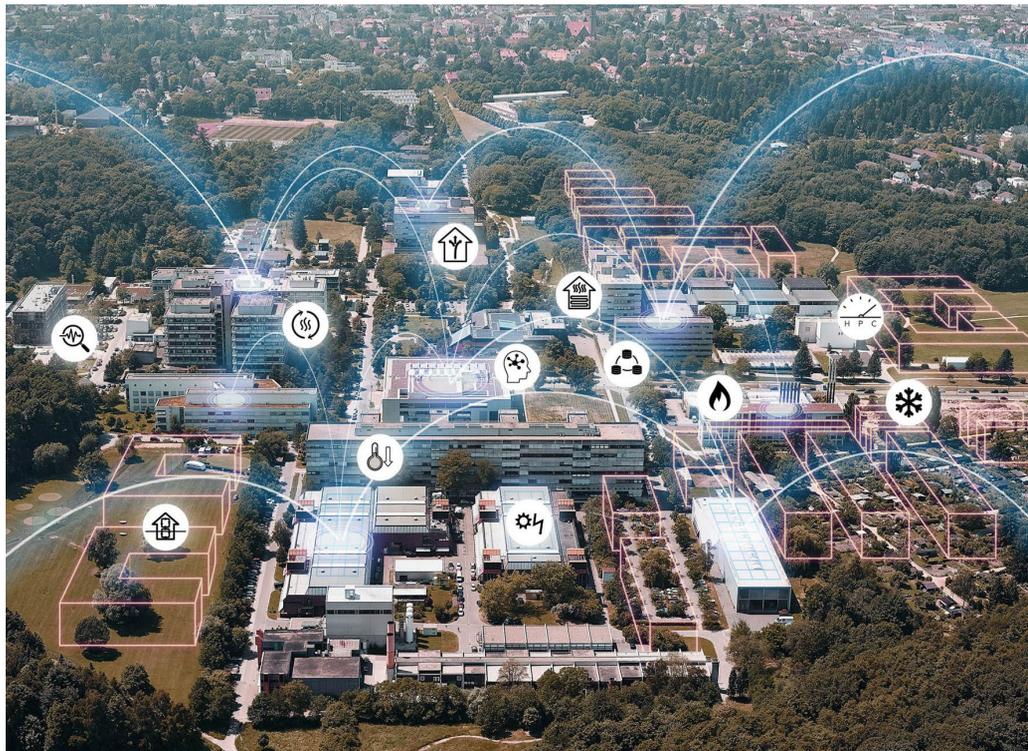


Abbildung 1: Vollständige Transparenz durch Digitalisierung des Energiesystems des Campus Lichtwiese (Quelle: Nikolaus Heiss)

**Workshop 1: **Technisch realisierbar, sozial verträglich,
legislativ umsetzbar - Wie gelingt die Wärme-
wende?****

Verantwortlich: Jan Richarz, Tobias Beckhölter, Sebastian Remy,
Dr.-Ing. Tanja Osterhage, RWTH Aachen und
Prof. Dr.-Ing. Christoph van Treeck, RWTH Aa-
chen

Kurzzusammenfassung

Im Workshop „*Technisch realisierbar, sozial verträglich, legislativ umsetzbar - Wie gelingt die Wärmewende?*“ wurde in einer Expertenrunde diskutiert, ob fehlende Fortschritte im Wärmesektor als Kernpunkt für das Nichterreichen der CO₂-Ziele der Bundesrepublik Deutschland identifiziert werden können, und aus welchen Gründen der Wärmesektor im Rahmen der gesamten Energiewende unzureichende Einsparungen aufzeigt. Hierzu wurden nach einem Impulsvortrag zum Umsetzungsstand der Energiewende, deren Fokus bisher auf der Bereitstellung elektrischer Energie liegt, im Rahmen von Still- und Gruppenarbeit unterschiedliche Problemfelder zusammengetragen, geclustert sowie nach entsprechenden Lösungsansätzen gesucht.

Insgesamt konnte im Rahmen des Workshops gezeigt werden, dass es Herausforderungen auf unterschiedlichen Ebenen (wie dem Titel entnehmbar) gibt, die nur gemeinschaftlich gelöst werden können. Aus technischer Sicht wurde insbesondere ein Verlassen des Status quo vorausgesetzt, da bereits heute viele alternative Systeme aus technischer Sicht marktreif, sind aber beispielsweise am konventionellen Gaskessel nicht vorbeikommen. Aus soziokultureller Sicht wurde die zielgruppenspezifische Bereitstellung von Informationen, sowie das Zusammenbringen unterschiedlicher Akteure als besonders wichtig herausgearbeitet.

Unter den teilnehmenden Expertinnen und Experten herrschte Konsens über die Notwendigkeit der legislativen Einführung einer CO₂-Abgabe zur Finanzierung der erforderlichen Steigerung der Sanierungsrate für Gebäude und deren versorgungstechnischen Komponenten. Randbedingung einer CO₂-Abgabe ist gleichzeitig eine für den Staat bilanziell neutrale Umsetzung sowie die Übernahme von sozialer Verantwortung hinsichtlich finanzieller Umverteilung. Vor einer öffentlichen Diskussion sei das Abgabementrum zunächst solide zu entwickeln und der Bevölkerung durch die Politik gut zu erklären. Insgesamt konnte der Workshop final unter folgender These zusammengefasst werden:

„Es gibt kein Erkenntnisproblem, sondern ein immanentes Umsetzungsproblem.“

Einführung in die Thematik

Der Fokus der Energiewende lag in der Vergangenheit stark auf der regenerativen Bereitstellung von Strom. Um die gesteckten Klimaziele erreichen zu können, muss zeit-

nah der Wärmebereich in den Fokus gerückt werden. Fehlendes Energiebewusstsein und eingeschränkte Handlungsspielräume verschiedener Akteure stehen dabei den ambitionierten Zielen gegenüber. In diesem Workshop sollte diskutiert werden, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um bestehende Hemmnisse zu beseitigen, Wissensdefizite abzubauen und die notwendigen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die Wärmewende endlich an Fahrt aufnimmt.

Um die Wärmewende zeitnah möglichst effektiv voranzutreiben, müssen Probleme auf unterschiedlichen Ebenen identifiziert und angegangen werden. Aus sozialwissenschaftlicher Sicht ist Wohnen zu allererst ein Grundbedürfnis, bei dem energetische Fragestellungen eine nachgeordnete Rolle spielen und nicht für jeden wichtig sind. Entscheidend ist es hier zu klären, wie Interesse geweckt und fehlendes Wissen möglichst nutzerzentriert bereitgestellt werden kann.

Mit Blick auf die technische Realisierbarkeit besitzen bereits heute viele Technologien den Entwicklungsgrad, um in die breite Anwendung zu kommen. Die größte Schwierigkeit hierbei ist das Verlassen des Status quo und damit die Abkehr von Standardlösungen; bspw. eines Gasbrennwertkessels als Wärmebereitstellungstechnologie Nummer eins.

Aus Sicht der legislativen Umsetzbarkeit besitzt der Gesetzgeber unterschiedliche Eingriffsmöglichkeiten. Egal ob es sich dabei um komplexe Fördersysteme oder die oft zitierte CO₂-Steuer handelt, ist es wichtig, dass die politische Durchsetzbarkeit gegeben ist sowie die Zielstellungen, beispielsweise die Reduktion von CO₂-Emissionen, tatsächlich erreicht werden können.

Protokoll

Prof. Christoph van Treeck eröffnete den Workshop mit einem 15-minütigen Impulsvortrag, indem er in die Fragestellung „Technisch realisierbar, sozial verträglich, legislativ umsetzbar - Wie gelingt die Wärmewende?“ einführte. Der Impulsvortrag begann mit einem kurzen Überblick zum Status quo der Energiewende. Hierbei wurde deutlich gemacht, dass der Fokus der bisherigen Energiewende auf die Bereitstellung elektrischer Energie gelegt wurde. Nach einer Vorstellung unterschiedlicher Definitionen zum Begriff Wärmewende wurden die fehlenden Fortschritte im Wärmesektor als ein Kernpunkt für das Verpassen der CO₂-Ziele für 2020 identifiziert.

Auch aufgrund einer zu geringen Sanierungsrate konnten beim Endenergieverbrauch der Haushalte in den letzten Jahren keine signifikanten Verbesserungen verzeichnet werden. Im Folgenden thematisierte der Impulsvortrag unterschiedliche Ursachengruppen, um die Stagnation zu erklären. Hierbei wurden die drei Themenfelder *sozial verträglich*, *technisch realisierbar* und *legislativ umsetzbar* genauer beleuchtet und Parallelen zu Umsetzungsinstrumenten in europäischen Nachbarstaaten berachtet.

Unter der Überschrift technisch realisierbar wurde der Fokus auf den deutschen Gebäudebestand sowie die damit zusammenhängende Gebäudeanlagentechnik gelegt. Hierbei wurde deutlich, dass der Großteil des deutschen Gebäudebestandes vor 1978 und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurde und im Bereich von nachträglichen Wärmedämmmaßnahmen bei allen Bauteilen noch ausreichend Verbesserungspotenzial besteht. Aus Sicht der Anlagentechnik dominiert bei den neu installierten Wärmeerzeugern seit vielen Jahren mit knapp 80 % weiterhin die konventionelle Gaskesseltechnik.



Abbildung 1: Impressionen aus dem Impulsvortrag während des Workshops

Im Bereich sozial verträglich wurde der Fokus auf die Entwicklung von Miet- und Energiepreisen gelegt. Hierzu wurde unter anderem ein Pressespiegel vorgestellt bei dem auf die Kritik eingegangen wurde, dass große Wohnungseigentümergeinschaften die energetische Sanierung von Gebäuden nutzen, um die Mietpreise anheben zu können. Mit Blick auf die Energiepreisentwicklung konnte ein starker Preisanstieg beim Energieträger Strom bei gleichzeitiger Stagnation des Gaspreises festgestellt werden.

Zum Aspekt der legislativen Umsetzbarkeit wurden unterschiedliche staatliche Instrumente zur Beschleunigung der Wärmewende vorgestellt. Hierzu zählen neben den ordnungsrechtlichen Instrumenten, wie verpflichtenden Standards und Zertifikate, außerdem ökonomische Instrumente wie Steuern oder Förderprogramme sowie kooperative Instrumente wie freiwillige Verpflichtungen.

Nach dem Impulsvortrag begann die Stillarbeitsphase. Hierbei sollten die Teilnehmenden jeweils überlegen, warum die Wärmewende, ihrer Meinung nach zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht auf dem Stand ist, auf dem sie sich eigentlich befinden sollte. Hierzu sollte jede anwesende Person in einem Zeitraum von zehn Minuten bis zu fünf Schlagworte notieren und diese im Folgenden kurz erläutern. Als Ergebnis der Stillarbeits- und Präsentationsphase konnten insgesamt über 100 Herausforderungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende identifiziert werden, die im weiteren Verlauf von den Teilnehmenden gemeinsam in die folgenden neun Themencluster zusammengeführt wurden:

1. Technische Innovation: Speicherkonzepte, Kraft-Wärme-Kopplung, ...
2. Prozesse: Notwendigkeit einer interdisziplinären Herangehensweise, ...
3. Gesetzgebung: Einführung CO₂-Steuer, Förderdschungel, ...
4. Bewertungsmethoden: Falsche Primärenergiefaktoren, CO₂ statt PE, ...
5. Energiepreiseentwicklung: Wärme zu günstig, Hohe Netzabgaben, ...
6. Ökonomische Aspekte: Investitionen für Sanierung sorgen für steigende Mieten, ...
7. Akteure: Fehlendes Wissen bei Eigentümern, Mieter/Vermieter Dilemma, ...
8. Wissenstransfer: Fachkräftemangel, Netzwerkbildung, ...
9. Außenwirkung: Fehlende Sichtbarkeit in Medien, Fehlende Emotionalisierung, ...



Abbildung 2: Sammlung aller Schlagworte, die von den Teilnehmenden erarbeitet wurden

Nach der Bildung der Themencluster wurde der erste Workshoptag mit einer Einteilung in drei Gruppen mit unterschiedlicher thematischer Fokussierung abgeschlossen. Gemeinschaftlich wurde beschlossen, dass sich die drei Oberbegriffe, die bereits im Workshoptitel genannt wurden – sozial, technisch, legislativ – sehr gut für die Gruppeneinteilung eignen würden, da durch sie der Großteil der durch die Teilnehmenden genannten Herausforderungen und damit auch die neun zuvor gebildeten Cluster repräsentiert würden.

Am zweiten Tag ging es nach einer kurzen Begrüßung durch die Workshopleitung in eine etwa einstündige Gruppenarbeitsphase. Hierbei sollte sich die Gruppe (1) zur technischen Realisierbarkeit vorrangig mit den ersten beiden Clustern auseinandersetzen. Die Gruppe (2) zur legislativen Umsetzung sollte die Cluster drei bis fünf beleuchten und die Gruppe (3) zu sozialen Fragestellungen die Cluster sechs bis neun behandeln.

Für Gruppe (1) war schnell klar, dass der Technologiewechsel nicht durch technische Limitationen gebremst wird, da bereits heute technisch vieles realisierbar ist. Der entscheidende Schritt für eine Wende sei vielmehr eine breite Systemumstellung und das Verlassen des Status quo. Konzepte wie Insellösungen, Quartiersansätze oder thermische Netze mit niedrigen Temperaturniveaus seien aus technischer Sicht machbar, wie zahlreiche Demonstrationsvorhaben belegen, benötigten aber die notwendigen legislativen Rahmenbedingungen, um die Menschen tatsächlich zum Technologiewechsel zu bewegen.

Auf der anderen Seite muss allerdings beachtet werden, dass die neuen Lösungen aus technischer Sicht deutlich komplexer in der Planung, Installation und dem Betrieb bzw. Nutzung sind. Damit die Versorgungssicherheit weiterhin auf dem gewohnten hohen Level gewährleistet werden könne, was aus Nutzerperspektive eine der zentralen Anforderungen an das Energiesystem stellt, mündet auf der anderen Seite in ein Fachkräfteproblem – in Zukunft würden viele hochqualifizierte Planer und Techniker gebraucht. Darüber hinaus müsse insbesondere im Bereich der Kommunen Präsenz für technische Innovation geschaffen und aufgezeigt werden, was Technik bereits heute alles leisten kann und warum der Wechsel schon jetzt sinnvoll ist.

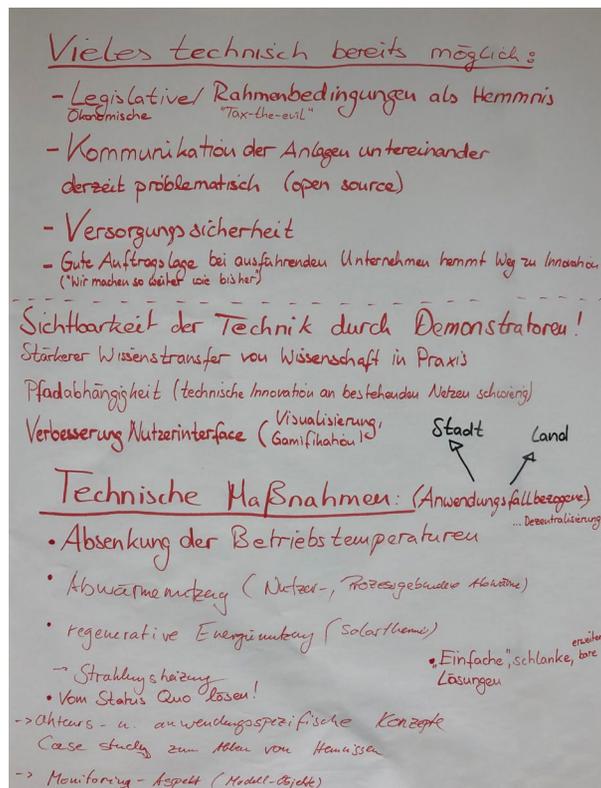


Abbildung 3: Ergebnisse der Gruppe (1) „technisch möglich“

In Gruppe (2) bestand schnell Einigkeit, dass die Einführung eines gut durchdachten CO₂-Abgabeinstruments das Mittel der Wahl darstellt, um die Reduzierung von CO₂-Emissionen zu beschleunigen. Wichtig war den Gruppenteilnehmern, dass es sich um keine zusätzliche übermäßige finanzielle Belastung finanzschwacher Haushalte handeln dürfe, und dass klar kommuniziert werden müsse, wie das eingezogene Geld verwendet werde (z. B. Mobilitätsmaßnahmen oder Klimaschutzmaßnahmen). Der Erlös der Abgaben solle kein verdecktes Steuermodell, sondern müsse ein für den Staat bilanziell neutrales Instrument, darstellen. Als positives Beispiel wurde mehrfach das Schweizer Modell herangezogen, das auf die Aspekte einer gerechten Gleichverteilung und einer zweckgebundenen Verwendung der eingenommenen Gelder abziele. Ein Effekt, wie beispielsweise hinsichtlich der Zweckentfremdung des Solidaritätszuschlags, sei zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Gruppenmitglieder war, dass eine entsprechende Diskussion ganzheitlich geführt und über den Wärmesektor hinausgehen müsse.

Nicht abschließend geklärt werden konnte, ob ein CO₂-Abgabeinstrument sektoral oder sektorübergreifend zu etablieren sei. Die Gruppe war sich über ein zeitlich mehrstufiges Vorgehen einig. Hinsichtlich einer sektoralen oder sektorübergreifenden Ausrichtung wurden für beide Aspekte zahlreiche Argumente pro und contra diskutiert, eine Gewichtung konnte allerdings nicht final geklärt werden.

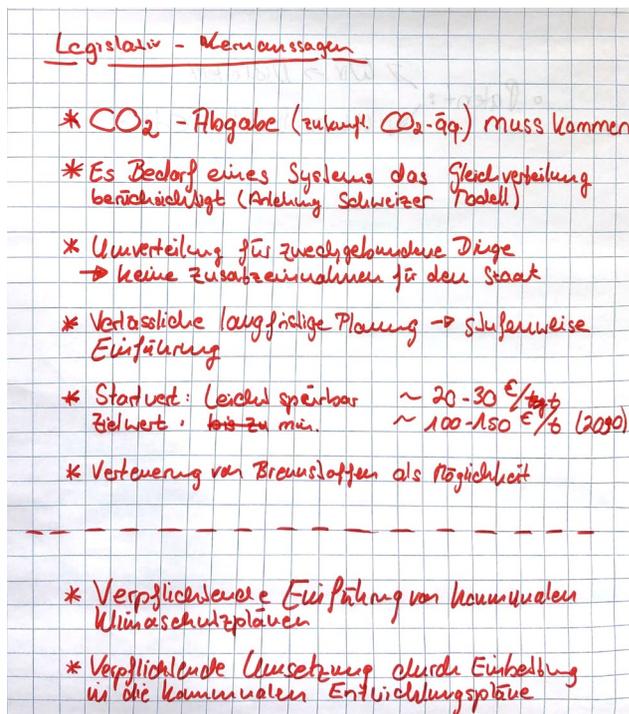


Abbildung 4: Ergebnisse der Gruppe (2) „Legislativ umsetzbar“

Um den Rückhalt in der Bevölkerung zu sichern, wurde eine stufenweise Einführung für gut befunden, bei der die Preise für ausgestoßenes CO₂ sukzessiv erhöht werden sollten. Als Anfangsstufe wurde ein Preis von 20 bis 30 €/t_{CO₂} für sinnvoll erachtet, der innerhalb weniger Jahre auf 150 €/t_{CO₂} angehoben werden sollte. Vorbilder waren hierbei wieder die Schweiz (ca. 90 €/t_{CO₂}) sowie Schweden (ca. 190 €/t_{CO₂}). Als konkrete Umsetzungsmaßnahme wurde in diesem Zusammenhang die Verteuerung von fossilen Brennstoffen wie Erdgas oder Benzin herausgearbeitet.

Abseits der Entwicklung einer CO₂-Steuer wurde in Gruppe (2) außerdem die verpflichtende Einführung von kommunalen Klimaschutzplänen diskutiert. Hierbei war den Gruppenmitgliedern eine sektorübergreifende Analyse von ganzen Städten und Gemeinden wichtig. Als weiterer Kernpunkt wurde in diesem Zusammenhang herausgearbeitet, dass die verpflichtende Umsetzung von konkreten Maßnahmen deutlich zielführender sei, als die Erstellung von mehreren 100 Seiten langen Konzeptstudien, die im Folgenden häufig nicht weiterverfolgt würden.

Der Gruppe (3) war die deutliche Differenzierung von sozialen Fragestellungen aus unterschiedlichen Perspektiven besonders wichtig. In diesem Zusammenhang wurde die Unterscheidung zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden, zwischen Stadt und Land sowie die Unterscheidung zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern namentlich genannt. Bei letzterem wurde auf die Unterscheidung zwischen der Mieter- und der Vermieterperspektive verwiesen, sowie das damit einhergehende Dilemma bei Investitionsentscheidungen im Fall von Sanierungsmaßnahmen.

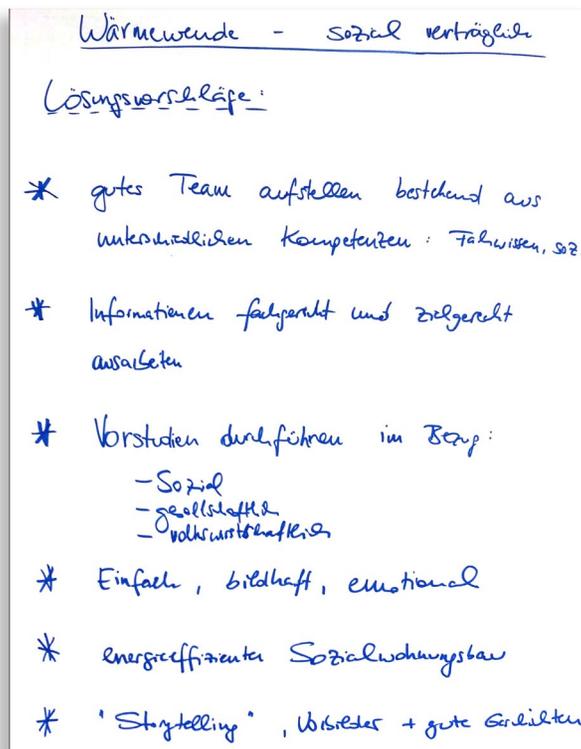


Abbildung 5: Ergebnisse der Gruppe (3) „Sozial verträglich“

In jedem Fall wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, Menschen zielgerichtet und fachgerecht zu informieren und einzubeziehen. Hierbei müsse man immer davon ausgehen, dass die Personen das Gebäude zwar bewohnen, aber oftmals nicht wüssten, wie sie aus energetischer Sicht korrekt handeln müssten. Gleichzeitig dürfe dabei nicht vergessen werden, dass Wohnraum in erster Linie bezahlbar sein müsse und insbesondere in dicht besiedelten Gebieten die energetische Situation einer Immobilie eine untergeordnete Rolle spiele.

Um Verbesserungsprozesse einzuleiten, müssten unterschiedliche Akteure durch ein interdisziplinäres Team zusammengeführt werden und Aktionen auf kommunaler Ebene angestoßen werden.

„Wichtig sei eine einfache, bildhafte und emotional geführte Diskussion mit guten Geschichten, Beispielen und Vorbildern.“

Hierbei müsse es verschiedene „Stories“ für verschiedene Regionen geben, abgestimmt auf die individuellen Regionen. Um den sozialen Zusammenhalt zu stärken, müsse weiterhin energieeffizienter Sozialwohnungsbau gefördert werden. In einem letzten Schritt müsse man den Wandel von einer Ausstattungsorientierung hin zu einer Energieeffizienzorientierung hinbekommen, bei der eine bessere Dämmung oder Solarthermie als wichtiger empfunden würde als beispielsweise eine gute italienische Fliese.

Nach der Kurzvorstellung der Ergebnisse aus den einzelnen Gruppen, wurden zum Abschluss des Workshops nochmals im Plenum einige Punkte aufgegriffen und abschlie-

ßend diskutiert. Insgesamt wurde die Schuldenbremse auf kommunaler Ebene bemängelt, da jetzt Geld in die Hand genommen werden müsse, um die Ziele noch zu erreichen. Problematisch am Status quo sei außerdem, dass Umweltschäden und Klimafolgen sowie ökologische Schulden heute noch nicht monetarisiert würden. Um einen wirklichen Fortschritt erreichen zu können, müsse verstärkt mit den richtigen Leuten gesprochen werden und der öffentliche Bereich einen noch größeren Vorbildcharakter übernehmen. Abschließend war man sich auch dahingehend einig, dass nur eine verstärkte Umsetzungsorientierung in Zukunft einen wirklichen Wandel bewirken könne, da es sich hierbei „nicht um ein Erkenntnisproblem, sondern um ein Umsetzungsproblem“ handeln würde.



Impressionen aus dem Workshop *Lessons Learned aus Campus-Projekten*



Impressionen aus dem Workshop *Energiewende = Stromwende?*

Workshop 2: Energiewende = Stromwende?

Verantwortlich: Samir Kharboutli und Sebastian Flemming,
Fraunhofer IOSB - AST

Kurzzusammenfassung

Passend zum Motto und der Ausrichtung des 6. Projektleitertreffens ENERGIEWENDEBAUEN „Cross-sektorale Campus-Konzepte für die Wärmewende“ ordnet sich der Workshop „Energiewende = Stromwende?“ ein. Unter der Überschrift wird die Entwicklung und der Status quo der Energiewende mit Fokus auf die Sektoren Wärme und Strom diskutiert. Darauf aufbauend werden Hintergründe, Rahmenbedingungen und Barrieren besprochen, die dazu führen, dass die Umsetzung der Wärmewende eher langsam und mühselig voranschreitet. Ein weiterer Schwerpunkt des Workshops liegt auf der Diskussion, inwiefern die Kopplung der Sektoren Strom und Wärme durch „Power-To-Heat“-Maßnahmen einen Beitrag leisten können die Wärmewende zu unterstützen und den erneuerbaren Energieanteil bei der Wärmebereitstellung zu erhöhen, um auf diesem Weg die Ziele des Klimaschutzes zu flankieren.

Einführung in die Thematik

Mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfällt auf Anwendungen im Wärmebereich. Trotz vorhandenem Energieeffizienz- und Optimierungspotenzial, konnte jedoch weder der Wärme-, noch der Mobilitätssektor bislang in ausreichendem Maße zur Realisierung der Energiewende beitragen, so dass die Integration erneuerbarer Energien bislang zu großen Teilen im Stromsektor stattfand. Doch wie kann zukünftig der Schritt von der Stromwende zur Energiewende vollzogen werden?

Innerhalb des Workshops „Energiewende = Stromwende?“ soll daher die Bedeutung der Sektoren Strom und Wärme, mögliche Synergieeffekte mit weiteren Sektoren sowie Maßnahmen und Geschäftsmodelle diskutiert werden, die eine zielgerichtete Energiewende in allen Sektoren unterstützen könnte.

Tag 1 – Wärmewende

Samir Kharboutli und Sebastian Flemming begrüßen die Anwesenden und beginnen den Workshop mit einer Vorstellungsrunde, in der sich die Teilnehmer und ihre Projektvorhaben aus der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN kurz vorstellen. Hierbei werden die Teilnehmer gebeten, sofern dies möglich ist, die in ihrem Projekt zum Einsatz kommenden erneuerbaren Energieanlagen zu benennen und welche Energiebedarfe und -sektoren damit adressiert werden. Im Anschluss werden die Ziele, Inhalte und der Ablauf des Workshops vorgestellt.

Zur thematischen Einführung erfolgt ein Impulsvortrag durch die Workshopleitung zum Stand der Energiewende mit dem Fokus auf die Sektoren Strom und Wärme. Zu diesem Zweck wird ein Überblick zu den Zielstellungen der Energiewende gegeben und mit dem derzeitigen Stand gespiegelt. Hierfür werden die Anteile der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen gegenüber den sektorenspezifischen Energieverbräuchen betrachtet sowie die energiebedingten CO₂-Emissionen dargestellt. Dadurch kann, wie in Abbildung 1 dargestellt, gezeigt werden, dass die Energiewende vorrangig im Stromsektor voranschreitet und der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstromverbrauch kontinuierlich zunimmt, während der EE-Anteil im Wärmesektor innerhalb der letzten Jahre stagniert.

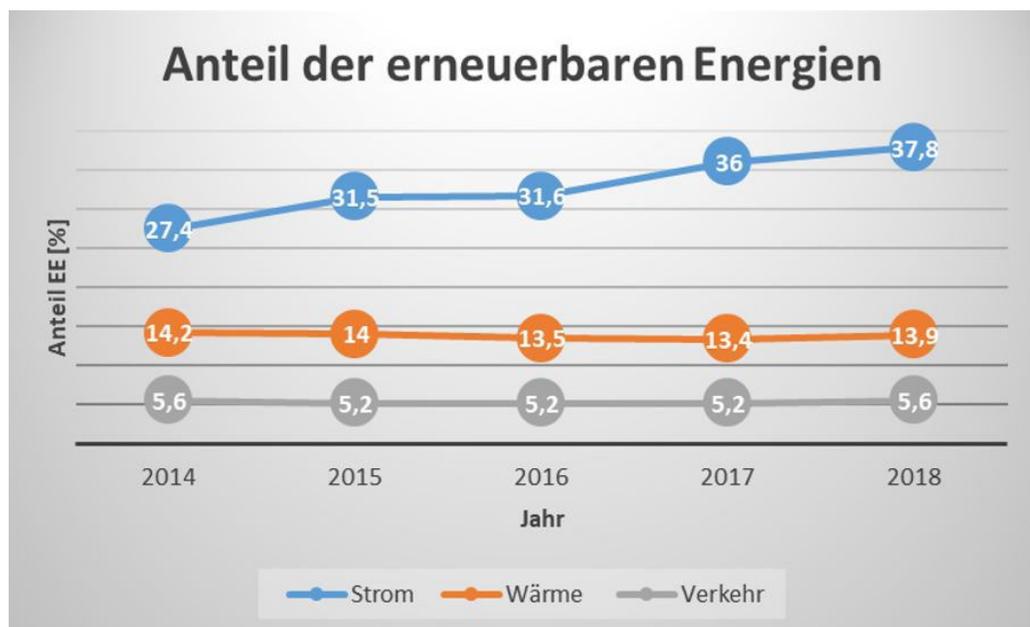


Abbildung 1: Anteil der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr¹

¹ Abbildung nach Daten AGEE-Stat online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#textpart-1>, abgerufen am 26.06.2019)

Im Anschluss an den Impulsvortrag wird durch die Experten in Kleingruppen die komplexe Fragestellung diskutiert, wie die Energiewende im Wärmesektor unterstützt und vorangebracht werden könnte, um letztlich die bestehenden Klimaschutzschutzziele im Wärmebereich erreichen zu können. Die Anwesenden sind sich weitestgehend einig, dass der Neubau von Gebäuden nicht die Ursache einer möglichen Verfehlung der Klimaschutzziele 2020 darstellt. Der Gebäudebestand hingegen ist in Verbindung mit niedrigen Sanierungsraten als Problemfeld zu identifizieren. Eine vorgeschlagene Maßnahme der Workshopteilnehmer dem zu begegnen, ist beispielsweise eine Schwerpunktsetzung auf Bestandsgebäude im Rahmen von F&E-Projekten sein, da der Gebäudebestand derzeit in Projekten unterrepräsentiert sei.

Nach Auffassung der Workshopteilnehmer bedarf es eines Sanierungspfades bzw. -fahrplans, um so die Klimaschutzziele im Wärme- bzw. Gebäudesektor erreichen zu können. Es sollte der Bau und die Sanierung kontraproduktiver Maßnahmen, mit dem Ziel einen näherungsweise klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, vermieden werden, da diese eine nochmalige, erhebliche Investition bis 2050 erfordern und die das Gebäudeenergiesystem unter Umständen erneut grundlegend verändern. In der Diskussion wird festgestellt, dass energetische Sanierungen zudem ein Akzeptanzproblem besitzen. Verglichen mit Automobilen (z. B. SUVs) stellt eine hochmodernes, EE-gestütztes und energieeffizientes Wärmesystem kein Prestigeobjekt bzw. Statussymbol dar, wodurch keine Bereitschaft besteht, für eben diese Anlagen größere Investitionen zu tätigen. Ein weiteres Akzeptanzhemmnis stellt der subjektiv empfundene „Zwang“ einer vollständigen Sanierung dar, um den EnEV- bzw. den höheren KfW-Standard zu erlangen und für entsprechende Förderungen in Frage zu kommen, um diese beantragen zu können. Hier ist die Auffassung der Teilnehmer, dass „Brücken gebaut“ werden müssen, um im Sinne der Energiewende und des Klimaschutzes Teilerleichterungen zu ermöglichen und diese anzuerkennen und zu unterstützen, da auch dadurch ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der Emission von energiebedingtem CO₂ geleistet werden kann. Im Zusammenhang mit zu erreichenden Energieeffizienzstandards und den zugehörigen Nachweisverfahren für den Gebäudeneubau und -sanierungen wurden ebenfalls die nicht einheitlichen Berechnungsverfahren z. B. zur Energie- und CO₂-Bilanzierung kritisch diskutiert. Nach Auffassung einzelner Teilnehmer sollten sich Berechnungsverfahren an der Realität und den Nutzungsbedingungen orientieren und alle dahingehende Ermittlungsverfahren entsprechend vereinheitlicht werden. Hierbei wurde ebenfalls angeregt, ob die Bilanzgrenze nicht über das Einzelgebäude hinaus erweitert werden sollte, um Quartiersbetrachtungen und gebäudeübergreifende Energieaustausche wirtschaftlich sinnvoll zu ermöglichen. An dieser Stelle wurde das Beispiel von Reihenhäusern angebracht. Hier sind die Häuser am Ende benachteiligt, weil diese im Vergleich zu den dazwischen befindlichen Einzelgebäuden größere Außenwandflächen besitzen und der Wärmeschutz entsprechend aufwendiger gestaltet werden muss, um einen vergleichbaren Effizienzstandard zu erreichen. Des Weiteren wurde der Missstand identifiziert, dass derzeit in einigen Bundesländern keine ordnungsrechtlichen (Vorort-)Kontrollen auf Einhaltung baulicher Standards zur Sicherstellung des angestrebten Effizienzstandards durchgeführt werden. Ein weiterer Aspekt hinsichtlich der zu steigernden Akzeptanz ist, dass die energetische Ausgangssituation eines Gebäudes derzeit irrelevant für den energetischen Soll-Zustand infolge einer Sanierung ist. So erfordert ein Gebäude

mit hohem spezifischen Energiebedarf [kWh/(m²*a)] zumeist sehr hohe Investitionen zur Erreichung des Soll-Effizienzstandards. Dadurch investieren Eigentümer zumeist erst gar nicht, dabei wäre jede Maßnahme zur Energieverbrauchsreduktion und Erhöhung des EE-Anteils zur anteiligen Verbrauchsdeckung im Sinne der Energiewende und des Klimaschutzes. Hierfür sollten die nach einer Sanierung zu erreichenden Effizienzziele in Abhängigkeit der energetischen Ausgangssituation flexibilisiert werden. Allerdings ist hierbei die Reihenfolge zur Durchführung von Einzelmaßnahmen entscheidend und entsprechend zu berücksichtigen (s.o. Sanierungspfad), um mittel- und langfristige Doppel- bzw. Mehrinvestitionen zu vermeiden. Des Weiteren wurde von den Teilnehmern angeregt, die zu erreichenden energetischen Ziele hinsichtlich städtischer und ländlicher Räume zu unterscheiden. Beide Räume haben unterschiedliche Gegebenheiten (z. B. Wärmedichte) und besitzen unterschiedliche Ansätze und Möglichkeiten den Gebäudeenergiebedarf zu reduzieren und diesen über nachhaltige Versorgungseinrichtungen/-strukturen zu versorgen. Zudem wird von den Teilnehmern eine höhere Rate für den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor als stattliche Vorgabe für zielführend empfunden. Diese sollte sich auf mindestens 50 % belaufen, da sonst kein signifikanter Beitrag zur Erreichung der Klimaziele zu verzeichnen ist.

Tag 2 – Energiewende durch Nutzung cross-sektoraler Potentiale

Nachdem der erste Workshoptag die Wärmewende fokussiert hat, wird am zweiten Tag die Nutzung cross-sektoraler Technologien und ihre Potentiale zur Erreichung der klimapolitischen Ziele diskutiert. Zur Einordnung der Bedeutung der Sektorenkopplung in den Themenbereich des Workshops wird hierbei durch die Workshopleitung ein Kurzvortrag gehalten, in dem zunächst die Begrifflichkeit der „Sektorenkopplung“ definiert und dargestellt und offene Forschungs- und Entwicklungsbedarfe sowie Hemmnisse identifiziert werden. Basis des Vortrags stellt die Tiefenbohrung „Sektorenkopplung“ aus der Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN dar². Innerhalb der anschließenden Diskussion wurden mehrere Leitfragen intensiv diskutiert.

Fragestellungen cross-sektoraler Technologien

Kann die cross-sektorale Verknüpfung des Strom- und Wärmesektors einen Beitrag zur Erreichung der Ziele der Energiewende leisten?

Eine Frage, die im Rahmen des Workshops ausführlich diskutiert wird ist, ob die Kopplung der Energiesektoren Strom und Wärme (durch P2H-Maßnahmen) eine Möglichkeit darstellt, die Ziele der Energiewende und damit die des Klimaschutzes zu erreichen. Zwischen den Teilnehmern besteht hierbei weitgehend Konsens, dass die Sektorenkopplung grundsätzlich Möglichkeiten bietet die Umsetzung der Energiewende zu unterstützen und voranzutreiben. Betrachtet man die Kopplung der Sektoren Strom und Wärme durch den Einsatz Power-To-Heat-Technologien (P2H), kann durch Lastmanage-

² Abrufbar unter: <https://projektinfos.energiwendebauen.de/publikationen/publikation/sektorenkopplung/>

ment von elektrisch angetriebenen Wärmeerzeugern dem elektrischen Energiesystem Flexibilität bereitgestellt werden. Die technologisch einfache Realisierbarkeit der Wandlung elektrischer Energie in thermische sowie die Speicherung thermischer Energie ermöglicht zum einen die Anpassung der Energieverbrauchsseite an die räumlich und zeitlich fluktuierende Bereitstellung elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen (insbesondere aus Wind- und solarer Strahlungsenergie). Zum anderen kann die Strom-Wärmekopplung dazu beitragen den EE-Anteil im Wärmebereich zu erhöhen und energiebedingte CO₂-Emissionen auch abseits des Stromsektors zu reduzieren. Allerdings muss hierfür sichergestellt sein, dass die im Wärmebereich zum Einsatz kommende elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Sind diese Randbedingungen erfüllt, hat dies Auswirkungen auf den elektrischen Gesamtenergiebedarf und somit auf die zur Deckung erforderlichen EE-Erzeugungs- und Verteilungskapazitäten innerhalb des elektrischen Energiesystems, um den zusätzlichen Energiebedarf im Wärmesektor bereitzustellen und zu übertragen.

Was ist nötig für eine effektive (und systemdienliche) Kopplung der Sektoren Strom und Wärme?

Hinsichtlich eines nachhaltigen und möglichst klimaneutralen Energiesystems stellt sich die Frage, welcher Anteil des Bedarfs innerhalb des Wärmesektors direkt aus der erneuerbaren Wärmebereitstellung gedeckt werden kann und welcher Anteil und zu welchen Kosten über EE-Strom gedeckt werden könnte. Hinsichtlich der Übertragungs- und Verteilkapazitäten des elektrischen Versorgungsnetzes herrschen unterschiedliche Betrachtungen und Thesen bezüglich der Auswirkungen von der Kopplung des Strom- mit dem Wärmesektor vor. Auf der einen Seite wird die These vertreten, dass P2H einen höheren Netzausbau bedingt, da weitere zusätzliche EE-Anlagen zur Bereitstellung elektrischer Energie erforderlich werden, um die Energiebedarfe im Wärmebereich adressieren zu können. Auf der anderen Seite wird P2H als Möglichkeit der Flexibilisierung des elektrischen Energiesystems gesehen, die sogar dazu beitragen kann den notwendigen Ausbau des elektrischen Versorgungsnetzes zu reduzieren. Der in diesem Kontext systemdienliche Betrieb der Wärmeerzeuger fungiert zum Ausgleich der zu übertragenden EE-Erzeugungsspitzen durch gezielte Einflussnahme auf die Energieverbrauchsseite, mit der Möglichkeit einen Teil der Last in Zeiten hoher EE-Erzeugung zu verlagern. Eine weitere wichtige Fragestellung stellt hierbei das Schaffen von Anreizen dar, um so Flexibilitäten für das System bereitstellen zu können. Hierbei muss auf die unterschiedlichen Akteure im System eingegangen werden, um so gezielt Anreize schaffen zu können.

Diskussion der Thesen

Zum Abschluss des Workshops werden mit den Teilnehmern unterschiedliche, teils bewusst zugespitzt formulierte, Thesen diskutiert, um so ein möglichst breites Meinungsbild zu erhalten.

- *Wärmenetze spielen eine große strategische Rolle und sollten unbedingt ausgebaut werden.*
Für die Erreichung der Wärmewende sind Wärmenetze von großer Bedeutung. Hierbei ist jedoch die Netztemperatur entscheidend und muss für einen möglichen Ausbau betrachtet werden. Eine zusätzliche Einflussgröße stellt die Gebäudestruktur dar.
- *Die Umsetzung der Wärmewende ist gefährdet.*
Die Umsetzung der Wärmewende ist bislang nicht im ausreichenden Maße gestartet und erfordert ein Bewusstsein in der Bevölkerung für die Energiewende. Laut Meinung der Teilnehmer kann nur durch die Schaffung eines solchen Bewusstseins oder durch die Schaffung von Anreizen die Akzeptanz in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik für Maßnahmen, die die Wärmewende vorantreiben, gesteigert werden. Hierbei dürfen jedoch nicht nur allumfassende Maßnahmen durch Anreize fokussiert werden, sondern auch Teilmaßnahmen durch Förderungen vorangetrieben werden.
- *Der Neubau stellt keine Probleme dar, auf Bestandsgebäude sollte der Fokus hinsichtlich energetischer Optimierung gelegt werden.*
Insgesamt stellen, wie bereits beschrieben, Bestandsgebäude ein großes Problemfeld dar, da eine Sanierung in vielen Fällen zu hohen Kosten führt und Zuständigkeiten der einzelnen Akteure oftmals zu komplexen Problemen führen.
- *Eine vollständige Elektrifizierung des Wärmesektors ist ratsam und zielführend.*
Eine vollständige Elektrifizierung des Wärmesektors kann nicht pauschal als zielführend angesehen werden, da lokale Gegebenheiten betrachtet werden müssen. Hierbei ist jedoch von einer vollständigen Fokussierung auf einen Sektor abzusehen, sondern eine technologieoffene Betrachtung aller Sektoren zielführend.
- *Die Energiewende erfordert ein Gesamtkonzept über alle Energieträger hinweg, dass die Markt- und Systemintegration der erneuerbaren Energien, den Ausbau der IKT- und Energieinfrastrukturen sowie die Sicherheit der kritischen Infrastrukturen im Blick hat.*
Es bedarf eines sektorenübergreifenden Gesamtenergiekonzeptes zur Realisierung der Energiewende und Erreichung der sektorenübergreifenden Klimaschutzziele (Energiebereich). Hierbei müssen auch Übergangstechnologien berücksichtigt werden und Berufsbilder angepasst werden. Hierzu gehört sowohl die Schaffung neuer Berufsfelder, als auch die gezielte Schulung von Fachkräften. Auch hierbei stellt die Akzeptanz in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik hinsichtlich der Notwendigkeit von Maßnahmen eine wichtige Rolle und muss weiterhin gestärkt werden.

Workshop 3: Lesson Learned aus Campus-Projekten

Verantwortlich: Heike Erhorn-Kluttig und Hans Erhorn,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Kurzzusammenfassung

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat die Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN dazu aufgefordert die Querauswertung der Campus-Vorhaben aus dem Jahr 2016 upzudaten und mit weiteren Vorhaben zu erweitern. Für das Projektleitertreffen in Potsdam hat das Fraunhofer-Institut für Bauphysik eine Übersicht über die laufenden und bereits abgeschlossenen Campus-Projekte erstellt und bereits vorhandene Lessons Learned aus den Abschlussberichten und der früheren Querauswertung themenbezogen auf Postern zusammengestellt. Auf Basis dieser Poster wurde im Workshop diskutiert.

Die bewilligten Campus-Vorhaben weisen unterschiedliche Schwerpunkte auf. Die meisten laufenden Projekte wurden von den Workshopteilnehmern den Bereichen Energiekonzept und Netzplanung zugeordnet, allerdings beschäftigen sich viele auch mit der Nutzung von erneuerbaren Energien, Einzelgebäuden, der Umsetzung und dem Monitoring sowie der Toolentwicklung.

Bei den Lessons Learned wurden zunächst niedriginvestive Maßnahmen und Nutzer-motivation diskutiert. Gemäß den Umfragen in den Projekten EULE und Regina halten sich die Nutzer allgemein für umweltbewusst, es gibt jedoch noch viel Potenzial zur Verhaltensverbesserung. Unterschiedliche Motivationsmaßnahmen wurden getestet, so z. B. Wissensvermittlung, Plakate und Kleber; sie erwiesen sich leider als wenig erfolgreich. Neuere Campus-Projekte beinhalten teilweise einen direkten energetischen Wettbewerb zwischen gleichartigen Gebäuden oder ähnlichen Fachinstituten. Das hat sich teilweise bereits als erfolgreich erwiesen. Es kam der Vorschlag, eine CO₂-Exzellenz zwischen Universitäten/Hochschulen zu starten.

Bei den Entscheidungsprozessen waren sich die Teilnehmer einig, dass Campus-Projekte ein hohes Maß an Kommunikation erfordern. Dies sollte auch beim Projektantrag bereits berücksichtigt werden und kann entsprechend begründet Bestandteil des Forschungsvorhabens sein. Der Antrag sollte auch mit der Verwaltung zusammen erstellt werden und vom Rektor direkt unterstützt werden. Energieeinsparcontracting bietet gemäß den Erfahrungen der Workshopteilnehmer sowohl Chancen als auch Gefahren. So kann sich das Contracting auch als Hemmnis für ein Projekt herausstellen, da ein erarbeitetes Energiekonzept oft erst nach Ende der Contracting-Vertragslaufzeit umgesetzt werden kann. Contracting-Verträge sind oft komplex und umfangreich. Bei der überarbeiteten Querauswertung von Campusprojekten wird das BF-Team von den ausgewählten Vorhaben eine Grafik der Organisationsstruktur abfragen.

Energetische Benchmarks für Campusvorhaben sind derzeit nur begrenzt vorhanden und werden von den Workshopteilnehmern als Forschungsbedarf gesehen. Dabei sollte in Gebäudeverbräuche und „Forschungsenergie“ getrennt werden. Fernwärmebezug wird in der primärenergetischen und CO₂-technischen Bewertung als schwierig gese-

hen, vor allem wegen der unterschiedlichen Allokationsarten und weil die Faktoren sich in Zukunft verändern und ggf. auch dynamisch sein werden.

Im Bereich der Technologien wurde vor allem diskutiert, welche davon übertragbar und zukunftsweisend sind. Power to Gas wurde von den Teilnehmern als zu ineffizient erachtet. Geplante Aquiferspeicher erwiesen sich in Projekten oftmals als zu teuer. Interessant könnte die saisonale Speicherung von Abwärme und BHKW-Wärme sein, z. B. zur Nutzung für Kompressionskälte. Auch Niedertemperaturnetze in Verbindung mit (reversiblen) Wärmepumpen werden als zukunftssträftig gesehen. Der Fernwärmebetrieb der Zukunft sollte in Richtung dezentrale Einspeisung gehen und einen Fokus auf das Netzmanagement haben.

Einführung in die Thematik

Im BMWi-Forschungsbereich ENERGIEWENDEBAUEN wurden und werden seit 2010 insgesamt 20 unterschiedliche Campusprojekte gefördert. Hierbei wurden sowohl jeweils die Verbundvorhaben zu einem Projekt zusammengefasst als auch verschiedene Projektphasen an einem Campusgelände als insgesamt ein Projekt bewertet, siehe Tabelle 1 und Abbildung 1.

Tabelle 1: Übersicht über die bewilligten Campus-Vorhaben im BMWi-Forschungsbereich ENERGIEWENDEBAUEN

Nr.	Projektname (kurz)	FKZ	Förderzeitraum
1	EnEff.Campus Potsdam Telegrafenberg	03ET1009B/C	06/11 – 06/18
2	CleanTechCampus Garching	03ET1407A/B	05/16 – 10/19
3	Berlin Adlershof	03ET1038A-G	07/11 – max. 07/18
	darunter: Teilvorhaben EnEff.Campus	03ET1038C	07/11 – 06/13
	Cluster Berlin Adlershof 2020 Umsetzung/Monitoring	03ET1155A/B	01/13 – 08/19
	EnbA-M: Energienetz Berlin Adlershof – Monitoring und Optimierung	03ET1549A-D	04/18 – max. 11/21
4	EnEff.Campus RWTH Aachen/FZ Jülich – integr. Planungshilfsmittel	03ET1004A	01/11 – 12/14
	EnEff.Campus Roadmap RWTH Aachen II	03ET1260A	04/12 – 07/15
5	EnEff.Campus RWTH Aachen/FZ Jülich – integr. Planungshilfsmittel	03ET1004A	01/11 – 12/14
	EnEff.Campus – Living Roadmap FZ Jülich	03ET1352A	01/16 – 03/19
	Living Lab Energy Campus	03ET1551A	01/18 – 12/20
	LLEC – klimaneutraler Verwaltungsbau	03EGB0010A	01/18 – 12/20
6	EnEff.Campus – blueMAP TU Braunschweig	03ET1004B	04/12 – 07/15
	EnEff.Campus – EnEff Campus 2020 Monitoring	03ET1307A	09/15 – 03/19
7	Klimaneutraler Campus Leuphana Universität Lüneburg	03ET1009A	10/10 – 12/17
	EnEff.Campus Monitoring Neubau Universität Lüneburg	03ET1415A/B	09/16 – 08/20
8	EnEff.Campus Intracting an Hochschulen	03ET1323A	10/15 – 09/20
9	EnEff.Campus CAMPER-CAMPus Dresden	03ET1319A	10/15 – 03/19
	CAMPER-MOVE Dresden	03ET1656	04/19 – 03/24
10	EnEff.Campus - Campus Lichtwiese	03ET1356A	01/16 – 12/18
	Campus Lichtwiese II	03ET1638	01/19 – 12/22
11	HochschulCampus Berlin Charlottenburg	03ET1354A/B	04/16 – 08/18
	Hochschulcampus Berlin Charlottenburg (HCBC) Umsetzungsphase	03ET1632A-C	01/19 – 12/23
13	Campus Information Modeling (HoEff-CIM)	03ET1176A-D	05/13 – max. 06/17
14	Saisonale Energiespeicherung in Aquiferen	03ESP409A-C	12/12 – 11/16
15	Umweltcampus Birkenfeld, Trier	03ET1070A	06/12 – 05/16
	REGENA – Ressourceneffizienz im Gebäudebetrieb	03ET1070B/C	06/12 – 08/16
16	EnergyCampusLab HS Ruhr West	03ET1083A	08/12 – 07/16
17	Grüner Campus Erfurt	0327431O	01/10 – 09/15
18	Rng-Opt: Bosch Forschungscampus Renningen	03ET1373A-B	01/16 – 12/18
19	Energiemustercampus UdS (EULE)	03ET1060A	05/12 – 04/17
20	Plusenergiecampus Ganztagsrealschule Kleve	03ET1075D	06/12 – 05/17



Abbildung 1: Übersicht über die Standorte der bewilligten Campus-Vorhaben im BMWi-Forschungsbereich ENERGIEWENDEBAUEN

Die meisten der Campus-Vorhaben beschäftigen sich mit der energetischen Verbesserung von Universitätskomplexen oder einer Ansammlung von nicht-universitären Forschungsgebäuden (Technologecampus). Weitere Projekte entwickeln Methoden oder Planungsinstrumente für die Effizienzsteigerung eines Campus.

Statistisch gesehen gibt es 429 Hochschulen in Deutschland. Für Hochschulen wurden 31,1 Milliarden Euro im Jahr 2018 ausgegeben, davon 25,2 Milliarden Euro durch die Länder und 5,9 Milliarden Euro durch den Bund [1]. Die größten Anteile an der Flächenstruktur basierend auf den Richtwertgruppen der Bauministerkonferenz (BMK) weisen Gebäude für chemische, physikalische, biologische und pharmazeutische Institute auf (18,4 %) gefolgt von den Ingenieurwissenschaften (17,8 %) und den Geistes-, Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften (14,2 %). Bibliotheksgebäude belegen 9,9 % der Flächenstruktur, Verwaltungsgebäude 9,7 %. Die restlichen Flächen sind mit Natur- und Sportwissenschaften, Seminargebäuden, Hörsaalgebäuden, Agrar- und Forstwissenschaften, Forschung, Erziehungswissenschaften und Kunst, Mensen, Sporthallen und Rechenzentren belegt [2].

[1] Quelle: Statista, Zahlen für das Wintersemester 2017/2018. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/247238/umfrage/hochschulen-in-deutschland-nach-hochschulart/>

[2] Quelle: Stibbe, J. und Stratmann, F.: Bau- und Instandsetzungsbedarf in den Universitäten. Bericht des Forums Hochschule. HIS-HE. 2014. www.his-he.de/pdf/pub_fh/fh-201405.pdf. Stand: 25.09.2015.

Universitätskomplexe weisen einige Besonderheiten auf:

- Die Finanzierung erfolgt im Durchschnitt zu 90 % durch die öffentliche Hand, die Bundesländer sind die Träger. Private Gelder werden durch Auftragsforschung, Spender, Alumni-Initiativen, Wirtschaftsförderung und Studiengebühren beigetragen.
- Die beteiligten Akteure an einem Hochschulprojekt sind vielseitig: Landesministerien, Rektor/Kanzler evtl. Präsidium/Strategiekommission oder Stabsstelle zur Campusentwicklung, Fachinstitute, bei mehreren Institutionen auf einem Campus die Nutzergemeinschaft, Facility Management, Baumanagement, Fachplaner für die Erstellung des Energiekonzepts, Nutzer und private Investoren.
- Die Energieversorgung erfolgt oft über Fernwärme (oftmals mit Energieliefercontracting) oder Nahwärme (dann durch Eigenbetriebe). Die Stromversorgung wird abgesehen von Kraftwärmekopplung und erneuerbaren Energien (PV/Wind) extern zur Verfügung gestellt, auch hier oft mittels Energieliefercontracting. Kleinere Campus oder verstreute Gebäude werden meist dezentral versorgt über Kessel und/oder BHKWs.
- Eine Sanierung wird aufgrund der Komplexität und der Größe des Campus oft mithilfe einer Roadmap, z. B. mit Zielen für 2030 bzw. 2050 umgesetzt. Der Fokus liegt dabei meist eher auf den Gebäudesystemen (Lüftung/Regelung) oder der Nahwärmeerzeugung, weniger auf den Gebäudehüllen.

Im Jahr 2016 hat die Begleitforschung zur BMWi-Forschungsinitiative EnEff:Stadt eine Auswertung zu insgesamt sieben Campusprojekten veröffentlicht [3]. Im Mittelpunkt standen damals die vier Projekte RoadMap RWTH Aachen, blueMAP TU Braunschweig, Klimaneutraler Campus Leuphana Universität Lüneburg und Wissenschaftspark Telegrafenberg Potsdam die bzgl. folgender Merkmalen querausgewertet wurden:

- Projektgröße, Hauptnutzung (Verwaltung, Forschung...), Alter (Bestand, Neubau)
- Bauliche Sanierung
- Energieversorgung Bestand
- Projektlaufzeit, Projektart (Planung, Simulation, Umsetzung, Messung)
- Energetische Projektziele
- Projektinhalt
- Eingesetzte Technologien
- Endenergieverbrauch (Strom, Wärme, Kälte) vorher/nachher
- Projektergebnisse
- Umsetzung in Lehre
- Lessons Learned

[3] Erhorn-Kluttig, H., Doster, S., Erhorn, H.: Der energieeffiziente Universitätscampus: Pilotprojekte der Forschungsinitiative EnEff:Stadt. Schriftenreihe EnEff:Stadt. IRB-Verlag. 2016.

Schon bei diesen vier Projekten fiel auf, dass sie in vielen Punkten aufgrund der unterschiedlichen Projektschwerpunkte nur begrenzt vergleichbar waren.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat die Begleitforschung dazu aufgefordert diese Querauswertung upzudaten und neuere Campus-Projekte mit aufzunehmen. In Abstimmung mit dem Projektträger Jülich wurden für die Aufnahme in das Update folgende Vorhaben identifiziert:

Tabelle 2: Übersicht über die für die erweiterte Querauswertung vorgesehenen CampusVorhaben

Nr.	Projektname (kurz)	FKZ	Förderzeitraum
1	CleanTechCampus Garching	03ET1407A/B	05/16 – 10/19
2	Berlin Adlershof	03ET1038A-G	07/11 – max. 07/18
	darunter: Teilvorhaben EnEff.Campus	03ET1038C	07/11 – 06/13
	Cluster Berlin Adlershof 2020 Umsetzung/Monitoring	03ET1155A/B	01/13 – 08/19
	EnbA-M: Energienetz Berlin Adlershof – Monitoring und Optimierung	03ET1549A-D	04/18 – max. 11/21
3	EnEff.Campus RWTH Aachen/FZ Jülich – integr. Planungshilfsmittel	03ET1004A	01/11 – 12/14
	EnEff.Campus – Living Roadmap FZ Jülich	03ET1352A	01/16 – 03/19
	Living Lab Energy Campus	03ET1551A	01/18 – 12/20
	LLEC – klimaneutraler Verwaltungsbau	03EGB0010A	01/18 – 12/20
4	EnEff.Campus – blueMAP TU Braunschweig	03ET1004B	04/12 – 07/15
	EnEff.Campus – EnEff Campus 2020 Monitoring	03ET1307A	09/15 – 03/19
5	Klimaneutraler Campus Leuphana Universität Lüneburg	03ET1009A	10/10 – 12/17
	EnEff.Campus Monitoring Neubau Universität Lüneburg	03ET1415A 03ET1415B	09/16 – 08/20
6	EnEff.Campus Intracting an Hochschulen	03ET1323A	10/15 – 09/20
7	EnEff.Campus CAMPER-CAMPus Dresden	03ET1319A	10/15 – 03/19
	CAMPER-MOVE Dresden	03ET1656	04/19 – 03/24
8	EnEff.Campus - Campus Lichtwiese	03ET1356A	01/16 – 12/18
	Campus Lichtwiese II	03ET1638	01/19 – 12/22
9	HochschulCampus Berlin Charlottenburg	03ET1354A/B	04/16 – 08/18
	Hochschulcampus Berlin Charlottenburg (HCBC) Umsetzungsphase	03ET1632A-C	01/19 – 12/23
10	Rng-Opt: Bosch Forschungscampus Renningen	03ET1373A-B	01/16 – 12/18
11	EnEff.Campus Potsdam Telegrafenberg	03ET1009B/C	06/11 – 06/18
12	EnEff.Campus RWTH Aachen/FZ Jülich – integr. Planungshilfsmittel	03ET1004A	01/11 – 12/14
	EnEff.Campus Roadmap RWTH Aachen II	03ET1260A	04/12 – 07/15
13	Campus Information Modeling (HoEff-CIM)	03ET1176A-D	05/13 – 06/17
			05/13 – 04/17



Abbildung 2: Übersicht über die Standorte der die für die erweiterte Querauswertung vorgesehenen Campus-Vorhaben.

Protokoll

Hans Erhorn begrüßte die Workshop-Teilnehmer. Jeder der insgesamt 21 Teilnehmer stellte sich und sein Vorhaben aus der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN vor. Die vertretenen Projekte lauten wie folgt:

Tabelle 3: Teilnehmende Organisationen am Workshop inklusive der zugehörigen Projekte

Nr.	Teilnehmende Organisation	Projektname	Campus-Projekt
1	TU Dresden	PIK	√
2	FU Berlin	FUBIC	-
3	TU Berlin	Nivex, Engito	-
4	Ruppin Consult	Wärmedrehscheibe	-
5	TU Darmstadt	Lichtwiese	√
6	ZAE Bayern	Clean Tec Campus	√
7	TU Braunschweig	Campus 2020	√
8	Beuth Hochschule	Smart Adapt	√
9	TU Dresden	PIK, Camper Campus, MOVE	√
10	PtJ	Diverse	(√)
11	PtJ	Diverse	(√)
12	IREES	NeqModPlus	√
13	GFZ Potsdam	Ates-Berlin, Universität Lüneburg, Berlin Adlershof	√
14	HfT Stuttgart	EnSign Reallabor	-
15	TU Berlin	EnEff HCB Charlottenburg	√
16	Fraunhofer IIS	FMI 4 BIM	-
17	Universität Stuttgart	EnQM	-
18	Bauhaus Universität Weimar	Bauhaus 2050	√
19	Universität Kassel	Derzeit Antrag, diverse frühere Projekte	(√)
20	BMW	Diverse	(√)
21	PtJ	Diverse	(√)



Abbildung 3: Foto aus dem Workshop Lessons Learned aus Campus-Projekten

Schwerpunkte der bewilligten Campus-Projekte

Neben der zentralen Aufgabe, der Erstellung eines Masterplans für den Campus, d. h. der Entwicklung eines effizienten Energiekonzepts, wurden von der Begleitforschung EWB in den Campus-Vorhaben noch weitere Schwerpunkte analysiert. Diese sind:

- Die Umsetzung des Energiekonzepts.
- Der Bau eines hocheffizienten Einzelgebäudes.
- Die Netzplanung für die zentrale Nahwärme im Campusquartier.
- Die Betriebsoptimierung, bzw. die Entwicklung eines „digitalen Zwillings“ für den Campus.
- Toolentwicklungen.

Zusätzlich beschäftigte sich ein Projekt mit Intracting an Hochschulen, d. h. einer hochschulinternen Finanzierungsmöglichkeit für die Energieeffizienzsteigerung des Campus. Die Schwerpunkte wurden mit den Workshopteilnehmern diskutiert und um vier weitere Punkte ergänzt:

1. Die Sanierung von einzelnen Gebäuden.
2. Die Erstellung eines Sanierungsfahrplans.
3. Die Nutzung von erneuerbaren Energien/Abwärme.
4. Die Nutzersensibilisierung.

Obwohl die erweiterten Schwerpunkte 1 bis 3 in den bisher ermittelten Feldern bereits mit abgedeckt waren (Sanierung von einzelnen Gebäuden bei den Einzelgebäuden, Erstellung eines Sanierungsfahrplans beim Masterplan/Energiekonzept und Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme beim Masterplan/Energiekonzept) wurden sie im Workshop nochmal explizit hervorgehoben und auf dem vorbereiteten Poster er-

gänzt. Danach ordneten die Projektnehmer ihre Campus-Projekte den Schwerpunkten zu (siehe Abbildung 4).

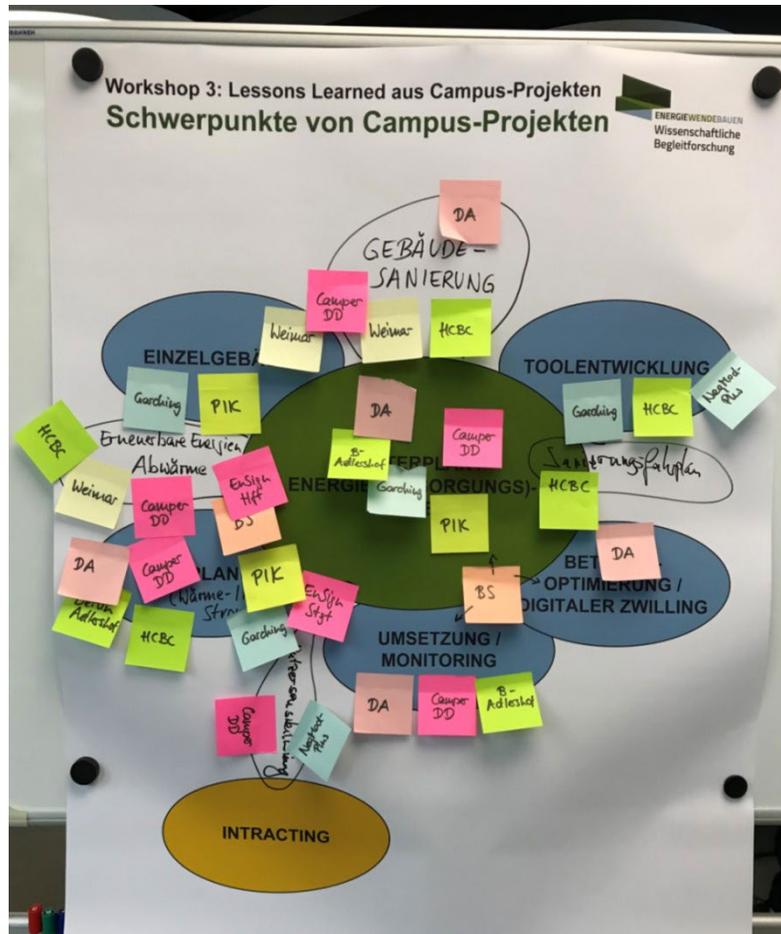


Abbildung 4: Das Poster zeigt die Schwerpunkte von Campus-Projekten sowie die Zuordnung, der durch die Teilnehmer abgedeckten Vorhaben.

Die meisten Projekte wurden den Schwerpunkten Energiekonzept und Netzplanung zugeordnet, allerdings beschäftigen sich auch viele Campus-Projekte mit der Nutzung von erneuerbaren Energien, Einzelgebäuden (Neubau und Sanierung), der Umsetzung und dem Monitoring sowie der Toolentwicklung.

Diskussion von Lessons Learned aus Campus-Projekten

Die Begleitforschung hat aus den Abschlussberichten bisheriger Campus-Vorhaben sowie aus der Schriftenreihe zu den EnEff:Campus-Projekten Lessons Learned zusammengestellt, die im Workshop diskutiert und ergänzt wurden.

Niedriginvestive Maßnahmen/Nutzer motivation

Nach der Vorstellung der gefundenen Lessons Learned zum Thema niedriginvestive Maßnahmen und Nutzer motivation wurde zunächst diskutiert, was genau niedriginvestive Maßnahmen sind: werden sie eher durch die Rückzahldauer oder die Kosten bestimmt? Bei der Nutzer motivation wurde eingeworfen, ob die Nutzer wirklich die richtige Zielgruppe sind, oder nicht eher auf Projektplaner und Energiemanager abgezielt werden sollte. Ein Diskussionsteilnehmer schlug vor, die Nutzer außen vorzulassen und alles durch die Technik, z. B. Bewegungsmelder und selbstlernende Regelalgorithmen zu lösen. Dies empfanden aber mehrere Teilnehmer als Eingriff in die Freiheit des Nutzers und erinnerten daran, dass sich Nutzer nur in Räumen wohlfühlen, in denen sie selbst Einfluss auf die Konditionen haben.

Die Projekte EULE und Regina haben die unterschiedlichen Nutzergruppen in Universitätsgebäuden analysiert und Möglichkeiten bewertet, ihr Verhalten hin zu höherer Energieeffizienz zu beeinflussen. Generell hielten sich die Nutzer für umweltbewusst, ihr Verhalten wies aber Potenzial zur Verbesserung auf. Die Nutzer scheinen auch ein unterschiedliches Verhalten im Vergleich Privatleben zu Campusaufenthalt (Beruf/Studium) aufzuweisen.

Die Lessons Learned aus EULE und Regina wurden um die Erfahrungen der Teilnehmer ergänzt, siehe Abbildung 5. Insgesamt kamen folgende Maßnahmen zur Verhaltensbeeinflussung zum Einsatz:

- Wissensvermittlung
- Plakate/Kleber
- Mobile Messsets, um die Höhe des eigenen Energieverbrauchs zu bestimmen
- Wettbewerbe zwischen einzelnen Fachbereichen, inkl. Auszahlung von Teilen der eingesparten Energiekosten

Ergänzt wurden sie um die Ideen einer CO₂-Exzellenz zwischen den Universitäten.

Die ausschließliche Wissensvermittlung erwies sich als kaum geeignet um Verhaltensänderungen zu bewirken, aber auch Plakate und Kleber, obwohl von den Nutzern positiver aufgenommen, hatten keine nachweisbare Wirkung. Erfolg gab es bei der TU Braunschweig und im Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) bei Wettbewerben zwischen unterschiedlichen Gebäuden oder Fachgruppen. Bei den Wettbewerben zwischen Gebäuden (Fachbereichen) oder Unis muss beachtet werden, dass korrekte Benchmarks noch fehlen bzw. schwierig zu bestimmen sind oder teilweise hohe Aufwendungen in raumgruppenbezogene Messtechnik erfordern. Interessant ist es, dass in den EnEff:Schule-Projekten sehr ähnliche Erfahrungen gemacht wurden. Als niedriginvestive technische Maßnahmen wurde bei der TU Braunschweig der Ersatz/ die Entsorgung von alten ineffizienten Geräten identifiziert.

Workshop 3: Lessons Learned aus Campus-Projekten

Niedriginvestive Maßnahmen/Nutzermotivation

Was sind niedriginvestive Maßnahmen? Zeit der Rückzahlung oder geringe/keine Kosten?

■ Hohes Energiebewusstsein + hohe umweltbezogene Motivation, gleichzeitig noch hohes Potenzial bei der Verhaltensweise	<i>EULE (AB)</i>
■ Nicht-wissenschaftliches Personal hat höchste organisationsbezogene Identifikation	<i>EULE (AB)</i>
■ Studierende können besonders über Wertebezogenheit angesprochen werden	<i>EULE (AB)</i>
■ Entscheidungsträger noch zu gering fokussiert, aber größter Einfluss	<i>EULE (AB)</i>
■ Entscheidungen über Bestandsgebäude sind stark ökonomisch getrieben, weniger ökologisch	<i>EULE (AB)</i>
■ Einführung monetärer Anreizsysteme erfordert hohe Aufwendungen in raumgruppenbezog. Messtechnik	<i>EULE (AB)</i>
■ Ausschließliche Wissensvermittlung kaum geeignet um Verhaltensveränderungen zu bewirken	<i>Regina (AB)</i>
■ Plakate und Türhänger werden positiver aufgenommen, führten aber nicht zu messbaren Veränderungen	<i>Regina (AB)</i>
■ Mobiles Messet für Nutzer: Identifikation des eigenen Einflusses auf den Energieverbrauch	<i>Camper Campus</i>
■ Verhalten privat und am Campus unterschiedlich	<i>Uni Stuttgart</i>
■ Anreiz: CO ₂ -Ranking der Gebäude	<i>TU Braunschw. PIK</i>
■ Konkurrenz zwischen 2 ähnlichen Gebäuden: innerhalb von 6 Monaten Energieverbrauch halbiert	<i>TU Braunschw. PIK</i>
■ Alte Geräte entsorgen	<i>TU Braunschw.</i>
■ Fokus auf hohe Energieverbraucher, Fachbereiche bekommen 50 % der eingesparten Energiekosten	<i>TU Berlin</i>

Notizen

Sehr ähnliche Erfahrungen wie bei EnEff:Schule
 Sind Nutzer die falsche Zielgruppe? Besser Projektplaner/Energiemanager?
 Wettbewerb (Ranking): Benchmarks sind wichtig, nicht nur kostenbezogen, auch CO₂-Exzellenz
 Was funktioniert:
 • Technik (Bewegungsmelder)? -> teilw. Fokus auf Komfort, nicht Effizienz
 • Menschen heraushalten -> widerspricht Freiheit des Nutzers

SR: EnEff:Stadt- Schriftenreihe AB: Abschlussbericht

Abbildung 5: Das Poster zeigt die Lessons Learned aus den Campus-Projekten zum Thema niedriginvestive Maßnahmen und Nutzermotivation ergänzt um die Diskussionen im Workshop.

Entscheidungsprozesse

Bereits in den Präsentationen auf dem Projektleitertreffen wurde betont, dass Campusprojekte ein hohes Maß an Kommunikation erfordern. Dies wird bei der Projektplanung oftmals unterschätzt. Im Projektantrag sollte der Kommunikationsaufwand berücksichtigt und nachvollziehbar begründet werden. Gemäß PtJ ist diese Kommunikation (d. h. Stakeholderanalyse und Kommunikationsplanung) Bestandteil des Forschungsvorhabens und sollte ggf. auch als externe Expertise eingeplant werden. Die Workshopteilnehmer raten den Projektantrag zusammen mit der Verwaltung zu stellen und vom Rektor ein (schriftliches) Bekenntnis zum Projekt einzufordern. Auch der PtJ erachtet es als wichtig, dass die Führungsebene hinter dem Projekt steht. Die Schaffung der Stelle eines Energiemanagers zur Kommunikation, Koordinierung, Vermittlung und Sensibilisierung im Projekt wird ebenfalls empfohlen.

Ein zweiter Diskussionsschwerpunkt war das Contracting. Hier muss zwischen Einspar- und Liefercontracting unterschieden werden. Einsparcontracting ist interessant für Kommunen mit wenig Personal und kann bei Entscheidungen wie einer reduzier-

ten Raumtemperatur helfen. Allerdings wird die Übergabe zurück an die Kommune als teilweise schwierig erachtet. Es besteht auch die Gefahr, dass technische Abteilungen zurückgefahren werden. Die Vertragsgestaltung von Einsparcontracting ist wichtig, aber auch kompliziert und kann 150 bis 200 Seiten Vertragswerk beinhalten. Ein Contractingvertrag kann aber in Projekten auch eine Bremse sein, da weitere Änderungen an Gebäuden und Energieversorgung meist erst nach Ablauf der Vertragszeit durchgeführt werden können. Kompliziert kann auch die Integration von Forschungsergebnissen ins Contracting sein. Außerdem erhält man nicht auf alle Contractingausschreibungen einen oder mehrere Anbieter.

Die Begleitforschung wird für jedes Projekt aus der erweiterten Querauswertung die Organisationsstruktur (Akteure und Funktionen) als Grafik anfordern. Die Identifikation von guten Organisationsstrukturen wird neben der Energiebedarfsprognose auch als Forschungsbedarf gesehen, da sie ganz wichtig ist für eine Breitenumsetzung.

Workshop 3: Lessons Learned aus Campus-Projekten
Entscheidungsprozesse

Wissenschaftliche Begleitforschung

<ul style="list-style-type: none"> ■ Hohes Maß an Kommunikation, Steuerungsunden ■ Hoher Abstimmungs- und Kommunikationsaufwand, da viele Eigentümer und Nutzer ■ Regelmäßige Treffen sind wichtig 	<p>Lüneburg (SR) Potsdam (SR) + HCBC + Darmstadt Lichtwiese Aachen (SR)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochschulpolitische Fragestellungen (Flächenbedarf) gehen vor Umsetzung klimaneutralen Campus 	<p>HoEff-CIM (AB) Überkapazität -> Suffizienz birgt 5% CO₂-Einsparpotenzial (TU BS), aber Planung bis 2050 muss flexibel sein</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Verbindliche Förderziele wichtig als Durchsetzungsinstrumente 	<p>Lüneburg (SR) Kann Bremse sein -> Änderungen erst nach Abschluss Contracting</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Contracting gut geeignet für öffentl. Liegenschaften ■ Schnittstelle Betrieb/Instandhaltung (Universität) und Wartung/Reparatur (Contractor) muss ausgestaltet werden 	<p>Lüneburg (SR) Wichtig: Vertragsgestaltung (150-200 Seiten) Alternative: Maßnahmenfinanzierung über Bürgergenossenschaften</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitschaft zu Innovationen (Mehraufwand und wirtschaftlichem Risiko) notwendig 	<p>Potsdam (SR)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Simulationsberechnungen brauchen teilw. mehr Zeit, als im Planungs-/Baublaufprozess zur Verfügung ist 	<p>Potsdam (SR)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Sanierungsrate 2 % -> nur 4 Gebäude/Jahr saniert -> Sanierungsplan sollte auch nach 2050 weitergeführt werden um alle Gebäude energetisch zu sanieren. 	<p>HoEff-CIM (AB)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Scoringmodell für Maßnahmenvarianten entwickelt: jede Variante erhält Punkte für PE-Einsparung und Kosten der PE-Einsparung -> daraus Ranking 	<p>Adlershof (AB) + HCBC</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Schaffung eines Energiemanagers zur Kommunikation, Koordinierung, Vermittlung, Sensibilisierung 	<p>Adlershof (AB)</p>

Notizen
 Führungsebene (Kanzler, etc.) wichtig -> am besten schriftliche Bekenntung zum Projekt
 Stakeholderanalyse und Kommunikationsplanung wichtig -> Teil des Forschungsprojekts
 Antrag zusammen mit der Verwaltung stellen, Zusammenarbeit Wissenschaft/Verwaltung/
 Energiemanagement
 Querauswertung: Grafike zu Akteuren und Funktionen je Projekt erstellen lassen
 (Organisationsstruktur)

Forschungsbedarf:
 - Energiebedarfsprognose
 - Organisationsstruktur -> Verwaltungsstruktur auch für Breitenumsetzung

SR: EnEff-Stadt- Schriftenreihe AB: Abschlussbericht

Abbildung 6: Die Inhalte des Posters zu Lessons Learned aus den Campus-Projekten zum Thema Entscheidungsprozesse ergänzt um die Diskussionen im Workshop.

Energetische Benchmarks

In der Begleitforschung EnEff:Stadt-Schriftenreihe „Energetische Bilanzierung von Quartieren“ [4] konnten 2016 erste Benchmarks aus Campus-Projekten im Bereich der Endenergie Wärme ermittelt werden: ca. 100 kWh/(m²a) vorher und berechnete 30 % Senkung durch Sanierungsmaßnahmen (auf nachher ca. 65 kWh/(m²a)) sowohl im Projekt Lüneburg als auch in Braunschweig. Die berechneten Kennwerte aus Potsdam passen ebenfalls gut dazu. Der Stromverbrauch der Universitäten ist jedoch stark unterschiedlich (41 - 267 kWh/(m²a)). Das Projekt Lüneburg hat im Jahr 2014 nach der Durchführung des Projekts eine ausgeglichene Primärenergiejahresbilanz bei Anrechnung von Biogas durch Messung nachweisen können.

Im Workshop schilderten die Teilnehmer, dass die Universitätsprojekte ein Problem beim Vergleich mit den Einsparzielen des Bunds haben, da sie auf 1990 bezogen sind. Bei den Universitäten gibt es meist jedoch keine energetischen Kennwerte die so alt sind und so kann der Vergleich nur über das früheste verfügbare Jahr gemacht werden. Für Benchmarks sollte in Gebäudeverbräuche und „Forschungsenergie“ getrennt werden, sonst ist die Übertragbarkeit auf andere Campusschwierig. Ein Problem besteht bei Mischnutzungen und dadurch dass Zähler meist nur gebäudeweise oder noch gröber vorhanden sind. Die Workshopteilnehmer waren sich einig, dass die Bewertung von Fernwärmebezug primärenergetisch und als CO₂-Äquivalent problematisch ist, da unterschiedliche Allokationsarten verwendet werden und auch die Veränderung der Faktoren in der Zukunft und ggf. dynamische Faktoren berücksichtigt werden sollten. Oftmals wird Endenergie als Basis für Konzepte genommen. Praktisch ist auch die Nutzung von Gebäudebenchmarks, also der Vergleich je Gebäude zwischen einem bestimmten Ausgangsjahr und den Jahren nach der Umsetzung des Projekts. Die Workshopteilnehmer sehen die Ermittlung von übertragbaren Benchmarks als Forschungsbedarf.

[4] Erhorn-Kluttig, H., Erhorn, H.: Energetische Bilanzierung von Quartieren. Ergebnisse und Benchmarks aus Pilotprojekten – Forschung zur energieeffizienten Stadt. IRB-Verlag. 2016.

Workshop 3: Lessons Learned aus Campus-Projekten

Technologien

Wissenschaftliche Begleitforschung

■ Hoher Flächenbedarf bei Nutzung solarer Energie und Biogastechnologien	HoEff-CIM (AB)
■ Aufgrund Denkmalschutz eingeschränkte Nutzung von Flächen für solare Energiegewinnung	
■ Photovoltaik im Eigenverbrauch auch in Ost-/West-Ausrichtung effektiv zur Fremdstromverringerung	Lüneburg (SR)
■ KWK komplementär zu dezentraler Energieerzeugung in effizienten Gebäuden	Lüneburg (SR)
■ Biomethan-KWK hat hohen CO ₂ -Reduktionseffekt	Lüneburg (SR)
■ Vakuumdämmung nicht umgesetzt wegen Lärchenholzfassade; weitere Brandlast durch Folien der Vakuumdämmung nicht zulässig	Potsdam (SR)
■ Geplante Vakuumverglasung aus ProVIG-Projekt nicht marktreif. Stattdessen Vakuumverglasung mit weiterer Scheibe kombiniert (Piloteinsatz)	Potsdam (SR)
■ Wahlfreiheit bezüglich Energiebezug (Fernwärme/ Erdgas) soll in Zukunft bleiben. Schaffung von mögl. Parallelnetzen (dez. Niedertemperatur- und Solenetze) und Energiespeichern an Nachweis der Primärenergieeinsparung koppeln.	Adlershof (AB)
■ Energiemanagementsystem zum Erreichen der Energieziele essentiell (Zähler, Auslesung, Gebäudeautomation, Software)	HoEff-CIM (AB)

Notizen

Power to Gas: PV -> H₂ -> Methan ist ineffizient
 Angedachte Aquiferspeicher zu teuer, kein hoher saisonaler Energieüberschuss
 Abwärme (oder BHKW)-Speicherung saisonal kann interessant sein, z.B. für Absorptionskälte
 BHKW als Brückentechnologie? Gut, weil flexibel
 Niedertemperaturnetze + Wärmepumpen (evtl. reversibel)
 Änderung Betrieb der Fernwärme in der Zukunft: dezentrale Einspeisung, Netzmanagement
 Fernwärme im Sommer stilllegen, dann Trinkwarmwasser dezentral elektrisch
 Wärme-Kälte-Kopplung mit Absorptionskältemaschine als Brückentechnologie

SR: EnEff:Stadt- Schriftenreihe
AB: Abschlussbericht

Abbildung 8: Poster zu Lessons Learned aus den Campus-Projekten zum Thema Technologien ergänzt um die Diskussionen im Workshop.

Workshop 4: Cross-sektorale Ansätze in Quartiersprojekten

Verantwortlich: Carsten Beier und Matthias Schnier,
Fraunhofer UMSICHT

Kurzzusammenfassung

Im Workshop zu cross-sektoralen Ansätzen in Quartiersprojekten wurden ausgehend von den Projekten der Teilnehmenden deren Forschungsprojekte charakterisiert und die Ergebnisse gemeinsam diskutiert. Die überwiegende Anzahl der teilnehmenden Projekte befindet sich aktuell in der Planungs- bzw. Konzeptphase. Der Gebäudebestand in den Quartiersprojekten setzt sich etwa zu gleichen Anteilen aus Bestands- und Neubauten zusammen. Hierbei sind Mehrfamilienhäuser und GHD-Gebäude der häufigste Gebäudetyp. Die Siedlungstypologie der teilnehmenden Quartiersprojekte zeigt einen Schwerpunkt bei wenig dicht besiedelten Gebieten und bei den Sondergebieten wie Universitäts- und Technologiecampus sowie virtuellen Quartieren.

Die Energieversorgung in den Quartiersprojekten basiert insgesamt auf einem hohen Anteil an Erneuerbaren Energien und wird in vielen Fällen durch den Einsatz von Wärmenetzen und Energiespeichern charakterisiert. Der Forschungsschwerpunkt der teilnehmenden Projekte liegt häufig in der Entwicklung von Tools in den Bereichen Analyse, Simulation und Optimierung von Energiesystemen. Die Betriebsoptimierung und Sektorenkopplung sind ebenfalls häufig Bestandteil der Forschungsfragen.

Mehrheitlich bestehen die cross-sektoralen Ansätze der Projekte aus der Kopplung der Sektoren Strom und Wärme. Viele Projekte setzen in diesem Kontext auf Technologien wie Photovoltaik, Energiespeicher, BHKW sowie Wärmepumpen.

Best-practice-Lösungen wurden verstärkt für die Umsetzung von Maßnahmen im Quartier sowie für die Rolle der Stadtwerke zusammengetragen. Hemmnisse hingegen wurden für die Rolle der Verteilnetzbetreiber und die Planungsphase eingebracht. Zukünftige Forschungsbedarfe betreffen die Betrachtung von Energiesystemen als Ganzes und deren Resilienz. Zudem wurden Forschungsbedarfe für Stakeholder wie Städte, Kommunen und Stadtwerke definiert. Schließlich wurde über die Rolle der IKT für die Energieversorgung von Quartieren diskutiert sowie Forschungsfelder in diesem Bereich identifiziert.

Einführung in die Thematik

Um die Energiewende in ihrer Gesamtheit erfolgreich umzusetzen, ist die Verknüpfung der einzelnen relevanten Sektoren von entscheidender Bedeutung. Insbesondere die cross-sektorale Betrachtung von Energiesystemen bietet die Chance wirksame Potentiale einzelner Sektoren voll auszuschöpfen sowie Problemstellungen zu lösen.

Welche Vorteile bieten sektorenübergreifende Energiekonzepte in Quartieren für das Energiesystem? Welche Erfahrungen gibt es bei der Umsetzung solcher Projekte und was sind die besonderen Herausforderungen? Diesen Fragestellungen widmeten sich die Teilnehmenden des Workshops *Cross-sektorale Ansätze in Quartiersprojekten*.

Protokoll

Zu Beginn führte Carsten Beier in das Thema *Cross-sektorale Ansätze in Quartiersprojekten* ein und stellte das Ziel sowie das Programm des Workshops vor.

Einordnung und Charakterisierung Quartiersprojekte

Ausgehend von den Projekten der Teilnehmenden erfolgte am ersten Tag des Workshops eine Einordnung und Charakterisierung der einzelnen Quartiersprojekte mittels eines Steckbriefs. Der Steckbrief umfasst Basisinformationen zum Projekt und zum Quartier, welches im jeweiligen Projekt betrachtet wird. Zudem wurden die aktuelle Projektphase, der Gebäudebestand im Quartier sowie die Siedlungstypologie des Quartiers abgefragt. Darüber hinaus wurde von den Teilnehmenden die in ihrem Projekt betrachtete Energieversorgung beschrieben sowie die konkreten Fragestellungen des Projektes und Forschungsbereiche erläutert.

Insgesamt wurden von UMSICHT 18 Steckbriefe ausgewertet, die mehrheitlich von Teilnehmenden mit Quartiersprojekten ausgefüllt wurden. Damit stellt diese Auswertung eine Stichprobe der Quartiersprojekte aus dem Forschungsbereich ENERGIEWENDEBAUEN dar.

Projektphasen der Quartiersprojekte

Die Phase, in der sich die meisten Projekte aktuell befinden, ist die Konzept- bzw. Planungsphase (neun Projekte). Sechs Projekte befinden sich in der Umsetzungsphase und fünf weitere Projekte durchlaufen aktuell die Monitoring-Phase (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus gaben die Teilnehmenden des Workshops an, welche der drei Phasen ihr Projekt insgesamt in der Projektlaufzeit durchläuft. 15 von 18 Projekten durchlaufen die Planungs- bzw. Konzeptphase. In 11 Projekten ist die Umsetzungsphase in der Projektlaufzeit enthalten und in 12 Projekten wird ein Monitoring durchgeführt. Mit acht Projekten durchläuft etwa die Hälfte aller Projekte alle drei Projektphasen (siehe Abbildung 2).

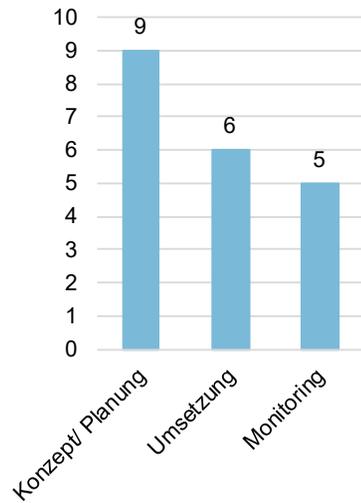


Abbildung 1: Aktuelle Projektphase der Quartiersprojekte (Mehrfachangaben möglich)

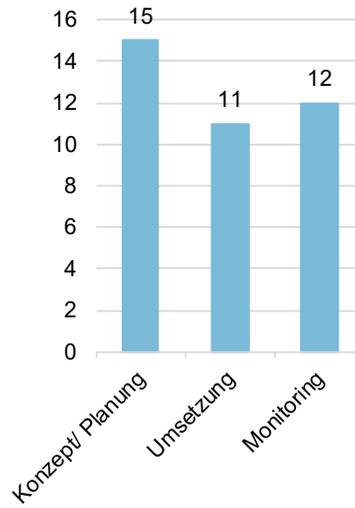


Abbildung 2: In der Projektlaufzeit geplante Projektphasen (Mehrfachangaben möglich)

Gebäudebestand im Quartier

Die Auswertung des Gebäudebestandes der Quartiere zeigt eine Gleichverteilung zwischen Bestandsgebäuden und Neubauten. Mehrfamilienhäuser und GHD-Gebäude stellen eine Mehrheit bei den Gebäudetypen dar. Gebäudetypen, welche unter „Sonstige“ angegeben wurden sind Hochschulen, Forschungseinrichtungen, kommunale Liegenschaften und Bürogebäude (siehe Abbildung 3).

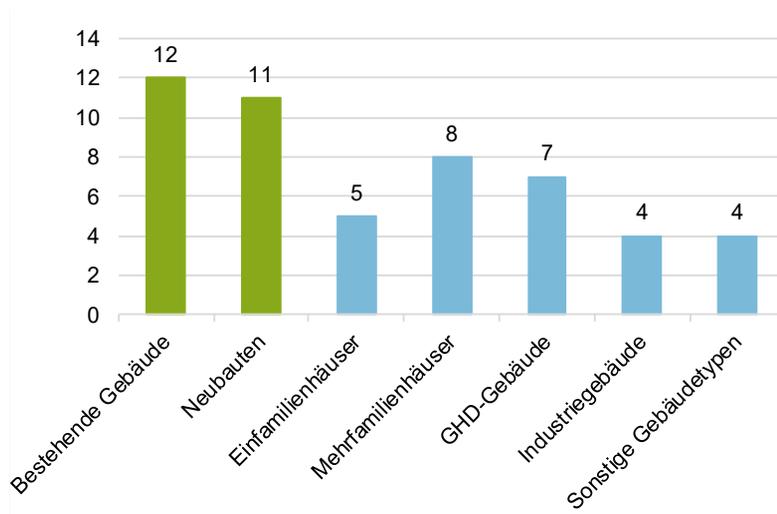


Abbildung 3: Gebäudebestand der Quartiersprojekte (Mehrfachangaben möglich)

Siedlungstypen

Die Matrix in Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Siedlungstypen, welche die Workshopteilnehmenden den Quartieren in ihren Projekten zugeordnet haben. Ein Schwerpunkt liegt bei den Siedlungstypen, welche in dünner besiedelten Gebieten vorzufinden sind. Hierbei liegt der Fokus auf dem Siedlungstyp der Einfamilienhaus- und Doppelhaussiedlung. Hingegen sind nur in wenigen Projekten Siedlungstypen für Bebauungen mit hoher Dichte zu finden. Einen weiteren Schwerpunkt stellen jedoch die Sondergebiete dar. Insbesondere die Campusbebauung sowie virtuelle Quartiere wurden von mehreren Teilnehmenden als Siedlungstyp angegeben.

Bei einem Projekt konnte keine Angabe zum Siedlungstyp gemacht werden, da es sich nicht mit einem zusammenhängenden Quartier beschäftigt. Das Projekt wurde infolgedessen bei der Auswertung der Siedlungstypen nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Siedlungstypen in den Quartiersprojekten

Siedlungstyp/ Projektnummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Lockere offene Bebauung					■			■										
Einfamilienhaus- und Doppelhaussiedlung		■	■	■		■												
Ehemaliger/städtischer Dorfkern					■													
Ländlicher Dorfkern		■			■													
Reihenhäuser		■					■											
Siedlung kleiner Mehrfamilienhäuser						■												
Zeilenbebauung: kleine und große Mehrfamilienhäuser					■													
Zeilenbebauung: große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser									■									
Blockbebauung: niedrige Dichte							■											
Blockbebauung: hohe Dichte										■	■							
Citybebauung																		
Historische Altstadt																		
Sondergebiete	Schule				■	■		■										
	Kirche				■	■												
	Gewerbegebiet					■						■	■	■				
	Industriegebiet																	
	(Universitäts- oder Technologie-) Campus											■	■	■	■	■		
	Soziale Dienstleistungen																	
	Virtuelles Quartier							■				■	■		■			
	Sonstige																	■

Energieversorgung der Quartiere

Insgesamt haben alle Teilnehmenden angegeben, dass sie einen hohen Anteil an Erneuerbaren Energien zur Versorgung der jeweiligen Quartiere nutzen. Am häufigsten genannt wurde Solarenergie, Biomasse und Geothermie. In den Fällen, in denen Erdgas als Energieträger verwendet wird, werden damit Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung oder Brennwärgekessel, die überwiegend zur Spitzenlastdeckung dienen, betrieben.

Die Energieerzeugung in den Quartiersprojekten der Teilnehmenden weist eine hohe Bandbreite auf: BHKW (10 Nennungen), Photovoltaik (13 Nennungen) und Wärmepumpen (10 Nennungen) wurden von den Workshopteilnehmenden am häufigsten genannt.

Solarthermie wurde von sechs Projekten und Kältemaschinen von fünf Projekten erwähnt. Darüber hinaus kommen in zwei Projekten Brennstoffzellen zum Einsatz. Neben den bewährten Technologien, wird in einem Projekt auch eine Algenfassade mit Abwärmenutzung untersucht.

Die Wärmeversorgung von neun Quartieren erfolgt über ein Nahwärmenetz. Fünf Projekte gaben jeweils an ein kaltes Nahwärmenetz und/ oder Fernwärmenetz zu betrachten. Somit hat mit 15 Projekten die Mehrzahl angegeben, dass die Energieversorgung im Quartier über ein Wärmenetz realisiert wird (Abbildung 5).

In 10 der 18 ausgewerteten Steckbriefe werden bei der Frage nach der betrachteten Energieversorgungsstruktur thermische Energiespeicher erwähnt. Acht Projekte haben sowohl thermische als auch elektrische Speicher. Ferner befassen sich zwei Projekte mit Eisspeichern und ein Projekt hat einen Wasserstoffspeicher in die Energieversorgung des Quartiers integriert. Insgesamt betrachten 11 der 18 Projekte Speicherlösungen im Quartier (siehe Abbildung 6).

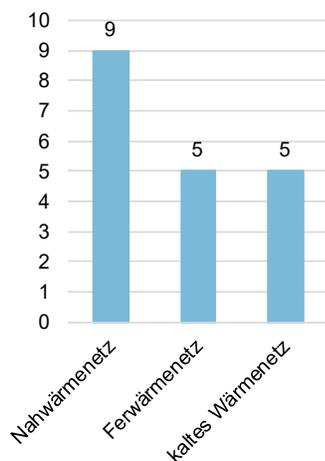


Abbildung 5: Wärmenetztypen in den Quartiersprojekten (Mehrfachangaben möglich)

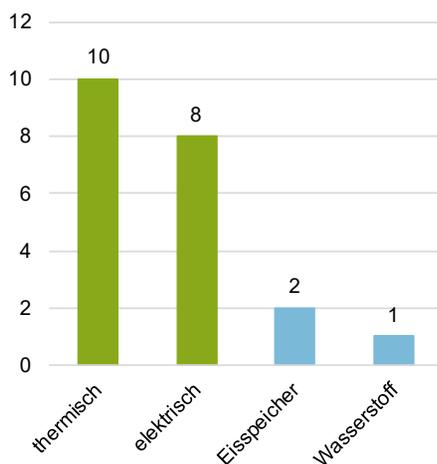


Abbildung 6: Energiespeicher in den Quartiersprojekten (Mehrfachangaben möglich)

Forschungsfragen

Ergänzend zu den Energiekonzepten wurde durch die Teilnehmenden angegeben, welche Forschungsfrage vorwiegend im Projekt beantwortet werden soll. Die Anzahl der Nennungen eines Forschungsschwerpunktes wird in Abbildung 7 über die Größe des Feldes repräsentiert. Am häufigsten wurden Fragestellungen genannt, für die die Entwicklung von Tools, die Betriebsoptimierung sowie Sektorenkopplung im Fokus steht.

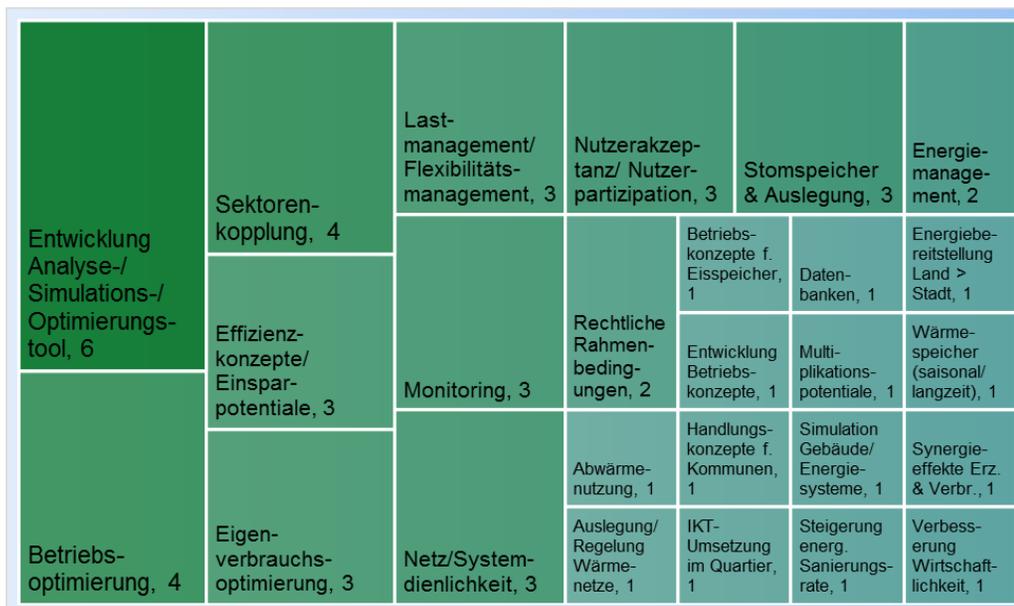


Abbildung 7: Angegebene Forschungsfragen der Quartiersprojekte

Cross-sektorale Ansätze

Am zweiten Tag des Workshops wurden die Steckbriefe vom Vortag von den Teilnehmenden erweitert. Im Fokus standen die cross-sektoralen Ansätze, die in den jeweiligen Quartiersprojekten betrachtet werden. Die Teilnehmenden beschrieben ihre Projekterfahrungen, nannten Hemmnisse und formulierten Best-practice-Lösungen bezüglich der untersuchten cross-sektoralen Ansätze. Als abschließende Frage beinhaltet der Steckbrief einen Ausblick, in dem die Teilnehmenden des Workshops ihren weiteren Forschungsbedarf im Bereich der cross-sektoralen Ansätze aufzeigten. Der Steckbrief wurde als Grundlage für die anschließende Diskussion genutzt.

Die folgenden Auswertungen des zweiten Teils des Workshops basieren auf 14 Steckbriefen. Mehr als die Hälfte der Projekte gab an, einen cross-sektoralen Ansatz für die Strom- und Wärmeversorgung des Projektquartiers zu verfolgen (acht Projekte). Drei Projekte widmen sich einer Kombination aus Strom, Wärme und Mobilität. Genauso viele Projekte betrachten eine Kopplung der Kälteversorgung mit anderen Sektoren (siehe Abbildung 8).

Darüber hinaus gaben die Teilnehmenden Auskunft über die wesentlichen Technologien, die im genannten cross-sektoralen Ansatz untersucht werden. Photovoltaik und Speichertechnologien wurden jeweils von sechs Projekten im Steckbrief als Instrument zur Sektorenkopplung genannt. BHKW und Wärmepumpe wurden als Technologie jeweils von fünf Projekten angegeben. Die Brennstoffzelle wurde als betrachtete Technologie nur von einem Projekt erwähnt (siehe Abbildung 9).

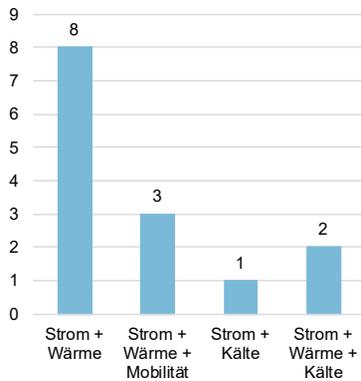


Abbildung 8: Cross-sektorale Ansätze der Quartiersprojekte

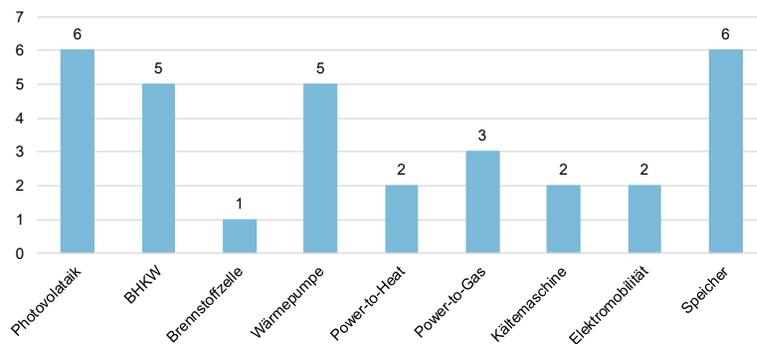


Abbildung 9: Eingesetzte Technologien für die cross-sektoralen Ansätze

Abwärmenutzung (3 Nennungen)	bidirektionale Ladeinfrastruktur	CO ₂ -Minimierung	dynamische Optimierung des Einsatzes der unterschiedlichen Technologien
Eigenverbrauchs-optimierung	Energieautarkie von Strom und Wärme	Energiegestehungskostenoptimierung	Energieverschiebepotenziale zwischen Strom, Gas, Nahwärme
Kälteerzeugung mit CO ₂ -armen Strom	Kostenminimierung	Nutzung PV-Strom & Netzstrom zur Vermeidung von Einspeisemaßnahmen	Optimierung der Bereiche Strom, Wärme, Kälte
Speicherung des PV-Eigenstroms im Gasnetz & Rückverstromung	Vermeidung der Abregelung von EE-Anlagen	vollständige Sektorkopplung ohne Speicher	Wärmepumpe nur betrieben aus Eigenstromerzeugung (PV & el. Speicher)

Abbildung 10: Ziele und Aspekte der cross-sektoralen Ansätze in den Quartiersprojekten

Zusätzlich zu den wesentlichen cross-sektoralen Technologien wurden durch die Teilnehmenden weitere Ziele bzw. Aspekte der cross-sektoralen Ansätze formuliert. Abbildung 10 gibt hierzu einen Überblick.

Im weiteren Verlauf des Workshops wurden mit dem Teilnehmenden auf Basis des Fragebogens Projekterfahrungen und Forschungsbedarfe diskutiert. Die Projekterfahrungen werden nachfolgend weiter in Best-practice-Lösungen und Hemmnisse unterteilt.

Best-practice-Lösungen

In der Diskussionsrunde wurde eingebracht, dass es bei der Umsetzung von Maßnahmen ein zielführender Ansatz ist, zunächst Quartiere bzw. Areale zu fokussieren, welche in der Hand eines Eigentümers sind. Sofern mehrere Eigentümer für eine energetische Sanierung involviert sind, bietet sich die sogenannte serielle Sanierung von mehreren Häusern an. In diesem Bereich gibt es inzwischen auch eine Neugründung eines Unternehmens, welches in diesem Geschäftsfeld aktiv ist. Zur Steigerung der Sanierungsquote, die sich weitab von dem angestrebten Ziel befindet, sollte insbesondere der Ansatz „keep it simple“ berücksichtigt werden. Neue Wege geht in diesem Kontext eine große Supermarktkette, welche eine Kombination von GHD und Wohnen umsetzt. Hierbei werden bestehende Supermarktfilialen mit Wohneinheiten aufgestockt.

Die Funktion der Stadtwerke im Kontext der energetischen Quartiersplanung kann unter anderem darin bestehen, dass die Stadtwerke die Rolle eines „Kümmers“ einnehmen. Ziel ist es eine persönliche Ansprache der Stakeholder zu erreichen, Kontinuität zu gewährleisten sowie ein breites Wissen zur Verfügung zu stellen. Zudem sollten bereits vorhandene Energiemanagementsysteme seitens der Stadtwerke als Ausgangspunkt für ein gewinnbringendes energetisches Monitoring genutzt werden.

Hemmnisse

Als problematisch bewertet werden von den Diskutierenden die langsamen Prozesse der Verteilnetzbetreiber (VNB). Einzelne Teilnehmer vermissen darüber hinaus das Interesse der VNB an Innovationen. Für den Bereich der E-Mobilität wurde eingebracht, dass es schwierig ist von den VNB Genehmigungen für Ladestationen in Häusern zu bekommen. Die Ursache dafür ist das Netz der VNB, welches für entsprechend höhere Lasten oftmals nicht ausgelegt ist. Zudem wurde angemerkt, dass die VNB bzw. Stadtwerke vom unternehmerischen Ansatz her zu wenig cross-sektoral denken.

Planungshemmnisse, die im Rahmen des Workshops identifiziert wurden, sind Defizite in der ganzheitlichen Planung des Strom- und Gasnetzausbaus. Insbesondere in kleinen Kommunen werden Bauleitpläne oftmals nach veralteten Standards entwickelt und schlecht umgesetzt. Beispielsweise wird die Ausrichtung der Häuser nicht auf die Nutzung von Photovoltaik auf den Dachflächen angepasst. Zudem werden Gasleitungen verlegt, obwohl diese in Neubaugebieten teilweise nicht mehr benötigt werden. Weiterhin erschwert eine hohe Anzahl an Stakeholdern, deren Interessen bei der Planung berücksichtigt werden müssen, den Planungsprozess.

Wenn in diesen Fällen kein „Kümmerer“ vor Ort ist, wird die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zunehmend erschwert.

Forschungsbedarfe

Für die zukünftige Betrachtung von Energiesystemen sollte berücksichtigt werden, dass die Gestaltung von Energieeinsparmaßnahmen und die Erzeugungsmengen an Erneuerbaren Energien je nach Quartier oder Region variieren können. Hier muss der Bilanzraum in Zukunft weiter gefasst werden, so dass auch die übergeordnete Bilanz ausgeglichen wird. Weiterhin sollte neben der Versorgungssicherheit auch die Resilienz stärker mitberücksichtigt werden, da Energiesysteme in Zukunft stärker miteinander verknüpft sein werden.

Im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen müssen Städte, Kommunen und Stadtwerke in Zukunft stärker mit eingebunden werden. Zudem muss bei diesen Stakeholdern der systemische Gedanke weiterentwickelt bzw. befördert werden. In diesem Zusammenhang gilt es auch Energiemanagementsysteme zu etablieren bzw. weiterzuentwickeln.

Für den Bereich der IKT wurde eingebracht, dass informationstechnische Schnittstellen für die Kommunikation zwischen einzelnen Systemen in Zukunft eine entscheidende Bedeutung haben werden. Zudem bedarf es einer übergeordneten Regelung für Systeme aus den Sektoren Strom, Wärme und Gas. Dafür muss bereits die Planung in diesen Sektoren gemeinsam erfolgen. Da das energetische Monitoring zukünftig zunehmend an Bedeutung gewinnen wird, schlagen die Diskutierenden vor, erforderliche Parameter, welche in Energiesystemen gemessen werden sollten, weitergehend zu determinieren. Es sollte ermittelt werden, welche zeitliche Auflösung der wesentlichen Datenpunkte für welche Fragestellung erforderlich ist.

Im Hinblick auf komplexe Lösungsansätze wurde angemerkt, dass es oft die Campusprojekte sind, in denen diese untersucht werden. Der Vorteil dieser Projekte sollte genutzt werden, um ausgehend davon ausgewählte Lösungsansätze auf Quartiere und Kommunen zu übertragen. Eine Herausforderung wird dabei sein, eine Reduktion der Komplexität von Ansätzen ohne signifikanten Informationsverlust zu erreichen.

Impressum

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

E-Mail: begleitforschung@eonec.rwth-aachen.de
Internet: energiewendebauen.de
Autoren: Wissenschaftliche Begleitforschung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bildquellen wenn nicht explizit anders angegeben Wissenschaftliche Begleitforschung.

Für den Inhalt und das Bildmaterial der einzelnen Beiträge 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 oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

ISBN: 978-3-948234-86-7

