



EXPERTENEMPFEHLUNGEN AUS DEN ARBEITSGRUPPEN FÜR DEN KONSULTATIONSPROZESS ZUM 7. ENERGIEFORSCHUNGSPROGRAMM

 **FORSCHUNGSNETZWERK**
ENERGIE ENERGIEWENDEBAUEN

**Expertenempfehlungen aus den Arbeitsgruppen
für den Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm**

FORSCHUNGSNETZWERK ENERGIEWENDEBAUEN

Einleitung

Transparenz und Partizipation sind wichtige Ziele der Bundesregierung im 6. Energieforschungsprogramm. Die sieben Forschungsnetzwerke Energie sind somit ein wichtiges Instrument der Energieforschungspolitik des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Sie tragen maßgeblich dazu bei, alle wesentlichen Akteure eines Themenschwerpunkts der Energieforschung zu vernetzen und an Strategieprozessen zu beteiligen. Dazu erarbeiten die Mitglieder der Forschungsnetzwerke Expertenempfehlungen zum künftigen Forschungsbedarf sowie zu möglichen Förderschwerpunkten und -formaten.

Im Dezember 2016 hat das BMWi als federführendes Ministerium für die Energiewende den Konsultationsprozess für ein neues Energieforschungsprogramm gestartet. Dieser Prozess bindet alle relevanten Akteure der Energieforschung und -wirtschaft frühzeitig in die Diskussion zur Weiterentwicklung der Energieforschungsförderpolitik ein und soll bis Ende 2017 abgeschlossen werden. Die Mitglieder des Forschungsnetzwerks Energiesystemanalyse haben konkrete Expertenempfehlungen für den Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm erarbeitet, die in dieser Broschüre vorgestellt werden.

Themen des Forschungsnetzwerks

Die 10 Arbeitsgruppen im Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN adressieren Themen rund um das Forschen, Entwickeln, Planen, Bauen und Betreiben energetieoptimierter Gebäude und Quartiere:

- AG 1 – Schnittstelle Mensch – Technik
- AG 2 – Urbane Energieinfrastruktur
- AG 3 – Energiemonitoring, Diagnoseverfahren
- AG 4 – Lebenszyklusbetrachtungen – Material-, Gebäude- und Systemeffizienz
- AG 5 – Planungswerkzeuge
- AG 6 – Adaptive und aktive Gebäudehüllen
- AG 7 – Gebäudesystemtechnik (Strom/Wärme/Kälte/Low-Ex)

- AG 8 – Neue Förderformate und Wettbewerbe
- AG 9 – Qualifizierung und Bildung für das vernetzte und energieeffiziente Planen und Bauen
- AG 10 – Solarthermie-Technologie

Im Expertendiskurs wird betont, dass es wichtig ist in diesem komplexen und für die Energiewende wichtigen Bereich die vielfältigen Akteure zu vernetzen und an einen Tisch zu bringen: in Forschung und Entwicklung energieoptimierter Gebäude und Quartiere sowie in der Planung-, Bau-, Umsetzungs- und Nutzungsphase. Daher sind die 10 Arbeitsgruppen im Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN miteinander verzahnt und stehen im permanenten Austausch. Zwischen einigen gibt es sehr enge thematische Verbindungen und personelle Überlappungen, andere sind auf einer abstrakteren Ebene eingebunden beziehungsweise adressieren grundlegende Fragestellungen, die als Grundlage für weitere Forschung und Entwicklung aller Themen dienen und im besonderen den Transfer in die Praxis adressieren.

Gründung und Entwicklung des Forschungsnetzwerks

Das Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN ist am 2. Oktober 2014 mit rund 100 Expertinnen und Experten als „Forschungsnetzwerk Energie in Gebäuden und Quartieren“ gegründet worden. Es folgte die Auftaktkonferenz bei der sich etwa 200 Teilnehmer aus Wirtschaft und Wissenschaft aktiv am Brainstorming für die thematische Gestaltung des Netzwerks beteiligt haben. Als wichtiges Kommunikationstool für den Austausch der Mitglieder untereinander und zur Unterstützung der Organisation ist ein Intranet eingesetzt worden.

Im Juli 2015 begann die Ausarbeitung der ersten Expertenempfehlung des Forschungsnetzwerks. In Webinaren und Präsenztreffen der Arbeitsgruppen sind relevante Themenfelder zusammengetragen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion und verantwortlich für den Inhalt
Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN,
Einleitung: Projektträger Jülich (PtJ)

Gestaltung und Produktion
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand
Januar 2018

und diskutiert worden. Diese Treffen dienten vor allem der Identifikation und Verdichtung des bisherigen Inputs auf maximal fünf Themenfelder pro Arbeitsgruppe. Die gewählten AG-Sprecherinnen und Sprecher aus der Fachcommunity koordinierten anschließend den weiteren Abstimmungsprozess im Intranet des Forschungsnetzwerks. Die finale Version der ersten Expertenempfehlungen ist im Januar 2016 veröffentlicht worden.

Seit 2017 bündelt das BMWi die Förderschwerpunkte Energieoptimiertes Bauen (EnOB), Energieeffiziente Stadt (EnEff:Stadt), Energieeffiziente Wärme- und Kältenetze (EnEff:Wärme), thermische Energiespeicher und Niedertemperatur-Solarthermie unter der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN. Um die mittlerweile rund 850 Mitglieder des Forschungsnetzwerks mit der Forschungsinitiative stärker zu verzahnen, ist das im Oktober 2017 in das „Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN“ umbenannt worden.

Die stetig steigende Mitgliederzahl des Netzwerks zeigt, wie groß das Interesse der Community am Austausch ist und wie viel Wissens- und Erfahrungspotenzial im Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN steckt. Die Geschäftsstelle der Forschungsnetzwerke Energie beim Projektträger Jülich (PtJ) ist Ansprechpartner für alle aktiven oder weiteren interessierten Akteure. Für das Forschungsnetzwerk ENERGIEWENDEBAUEN stellt der PtJ-Geschäftsbereich „Energiesystem: Nutzung“ (ESN) darüber hinaus eine Koordinatorin als Ansprechpartnerin für fachliche Fragen zur Verfügung.

Expertenempfehlungen für den Konsultationsprozess

Im Rahmen des Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm hatten die Mitglieder der Arbeitsgruppen die Gelegenheit die schon bestehenden Expertenempfehlungen von Januar 2016 zu überarbeiten und zu ergänzen. Die neugegründete Arbeitsgruppe 10, Solarthermie-Technologie, erarbeitete neue Empfehlungen, die nun erstmalig aufgenommen wurden. Die zentrale Erkenntnis der Akteure ist weiterhin, dass ein System aus hocheffizienten Komponenten nicht automatisch ein hocheffizientes System ist. Das gilt es bereits in Forschung und Entwicklung zu berücksichtigen und den systemischen Ansatz noch stärker in den Fokus zu rücken. Ein weiteres zentrales Thema ist, den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis zu beschleunigen. Hier sehen die Akteure Bedarf an neuen Förderformaten sowie Demonstrationsprojekten in sogenannten Reallaboren. Die Themenfelder, die in den jeweiligen Arbeitsgruppen identifiziert wurden und auch im Wesentlichen aus den Empfehlungen von Januar 2016 beibehalten wurden, sind auf den nachfolgenden Seiten erläutert. Sie sind jeweils unterteilt in Motivation, Forschungsinhalte, erwartete Ergebnisse und in eine Beschreibung, welche Forschung und Entwicklung dafür benötigt wird. So sind die einzelnen Themen übersichtlich strukturiert und gut nachvollziehbar. Die Expertinnen und Experten des Forschungsnetzwerks möchten mit diesen Empfehlungen Impulse für die zukünftige Forschungsförderung im Bereich energieoptimierte Gebäude und Quartiere geben.

INHALT

AG 1 SCHNITTSTELLE MENSCH – TECHNIK	2
AG 2 URBANE ENERGIEINFRASTRUKTUR	8
AG 3 ENERGIEMONITORING, DIAGNOSEVERFAHREN	14
AG 4 LEBENSZYKLUSBETRACHTUNGEN – MATERIAL-, GEBÄUDE- UND SYSTEMEFFIZIENZ	20
AG 5 PLANUNGSWERKZEUGE	26
AG 6 ADAPTIVE UND AKTIVE GEBÄUDEHÜLLEN	32
AG 7 GEBÄUDESYSTEMTECHNIK (STROM/WÄRME/KÄLTE/LOW-EX)	36
AG 8 NEUE FÖRDERFORMATE UND WETTBEWERBE	42
AG 9 QUALIFIZIERUNG UND BILDUNG FÜR DAS VERNETZTE UND ENERGIEEFFIZIENTE PLANEN UND BAUEN	48
AG 10 SOLARTHERMIE-TECHNOLOGIE	54

AG 1 SCHNITTSTELLE MENSCH-TECHNIK

Um den immensen Einfluss auf den Betrieb energieeffizienter Gebäude und Quartiere von sowohl bestehenden Technologien als auch neu entwickelten technischen Lösungen nutzbar zu machen, müssen diese tiefgreifend optimiert werden. Trotz beständiger technologischer Fortschritte besteht in der Praxis gerade an der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik ein erheblicher Handlungsbedarf, den es durch adäquate „Implementierungsforschung“ zu unterstützen gilt.

Insbesondere die Zielsetzung „Energetische Qualität von Gebäuden und Quartieren“ kann nur unter Berücksichtigung der Schnittstellen zwischen Bauwerken und Systemen auf der technischen Seite und Nutzern, Entscheidern, Planern sowie Ausführenden auf Seiten der Akteure, ergebnisorientiert realisiert werden.

Technische Lösungen umfassen dabei auch Methoden und Instrumente, die den Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten unterstützen und verbessern, um damit notwendige Prozesse zu optimieren und die Zielerreichung über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden sicherzustellen.

Wesentliche Faktoren dabei sind die Bedienbarkeit und Betriebssicherheit von technischen Einrichtungen, die Sicherung des Informationsflusses über den gesamten Lebenszyklus, der Wissenstransfer zwischen unterschiedlichen Akteuren und die Erschließung von Potenzialen durch die aktive Einbindung der Gebäudenutzer.

Prozessoptimierung, Partizipation, Nutzerakzeptanz und Qualitätsmanagement über den gesamten Lebenszyklus sind unerlässlich, um solche Ziele zu erreichen.

In der AG 1 wurden wesentliche Zielsetzungen, Akteure und Lebensphasen eines Gebäudes identifiziert, deren vielfältige Korrelationen die Ansätze für Forschungsvorschläge liefern.

Die Forschungsthemen adressieren förderliche Strategien zur Passung von Mensch und Technik, fördern die Beseitigung von Hemmnissen bei der Umsetzung und beim Betrieb energetisch ambitionierter Gebäude und tragen

zur Erschließung neuer Potenziale durch Verbesserung der Schnittstellen und des Informationsflusses bei.

AG 1-1. Nutzerakzeptanz energieeffizienter Systeme und innovativer Technologien

Durch energieeffiziente Systeme und innovative Technologien können sowohl erhebliche Energieeinsparungen als auch Komfortsteigerungen erzielt werden. In der Anwendung stoßen sie jedoch immer wieder auf Akzeptanzprobleme bei Nutzern, die letztlich entscheidend für den Anreiz von Investitionen sind.

■ MOTIVATION

Akzeptanzprobleme beruhen einerseits auf persönlichen Technikbiografien, besonders der älteren Kohorte, andererseits entspricht auch das Betriebsverhalten nicht den Wünschen der Nutzer (z. B. Sonnenschutz-Steuerungen, Präsenzmelder von Beleuchtungsanlagen etc.), ist die Anwendung grundsätzlich zu kompliziert (Heizungsvorlauftemperaturregelung, Gebäudeautomation etc.) oder die Erwartungen der Nutzer an die Systeme werden nicht erfüllt (z. B. mechanische Lüftung). Die fehlende Akzeptanz führt in vielen Fällen dazu, dass bestehende Komponenten (z. B. Sensoren) oder komplette Systeme teilweise oder sogar vollständig außer Betrieb genommen werden beziehungsweise vielversprechende Innovationen keine Verbreitung am Markt erlangen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsaktivitäten umfassen sowohl die Evaluation bestehender Systeme und Produkte als auch die Entwicklung und Demonstration marktreifer praxisnaher Angebote, Prozesse und Dienstleistungen mit dem Fokus Energieeffizienz und Anwenderfreundlichkeit. Durch Befragungen und verwandte User-Experience-Methoden soll zum Beispiel evaluiert werden, welche Hemmnisse für den Einsatz bestehen (Funktionalität, Datensicherheit, Haftungsfragen etc.) Darüber hinaus sollen Lösungen (Systeme, Komponenten, Verfahren) für die Beseitigung und Verringerung von Hemmnissen entwickelt werden.

THEMEN | AG 1:

AG 1-1. Nutzerakzeptanz energieeffizienter Systeme und innovativer Technologien

AG 1-2. Implementierung eines Integralen Planungsprozesses

AG 1-3. Einbindung der Nutzer in den Gebäudebetrieb und deren Qualifizierung

AG 1-4. Verstärkte Einbindung von ausführenden Gewerken in den Entwicklungsprozess zur Fehlerminimierung und Akzeptanzförderung

AG 1-5. Nutzerakzeptanz einer gemeinsamen Verwendung energieerzeugender Komponenten in einem Microgrid

■ ERGEBNISSE

Die technische Zielsetzung liegt in der Entwicklung von gebäudetechnischen Systemen mit hoher Anwenderfreundlichkeit und Nutzerakzeptanz. Dafür ist der Kenntnissgewinn zu Technikakzeptanz und Technikbewertung energierelevanter technischer Komponenten und Systeme (z. B. Bedienung vernetzter Geräte, Touch-Displays) notwendig. Aufbauend auf den Bedürfnissen, Erfahrungen und Erwartungen der Nutzer können technische Systeme modifiziert und erweitert oder neue Lösungen entwickelt werden. Von Interesse sind unter anderem „Plug-and-Play“-Lösungen, die die Bedürfnisse der Nutzer mit minimalen Betreuungs- und Einstellungsaufwand erfüllen und robust genug sind, um über die gesamte Betriebsphase einen energieeffizienten Betrieb zu garantieren. Von Bedeutung sind auch intelligente technische Lösungen (Ambient-Assisted-Living, Smart Home), die zum Beispiel altersbedingte Einschränkungen, diverse Bildungsbiografien oder kulturelle Unterschiede adressieren oder gar kompensieren können. Zu entwickelnde Angebote haben unter anderem Eigenschaften wie intuitive Bedienelemente, einfache Inbetriebnahme, geringer Betreuungsaufwand, robustes Betriebsverhalten, Visualisieren der Anlagenaktivität und Feedback der Energieeinsparung.

■ ART DER FORSCHUNG

- Implementierungsforschung mit qualitativen Studien, Pilot-/Demonstrationsprojekte, Produktentwicklung/Umsetzung. Die Bearbeitung erfolgt in der Regel durch interdisziplinäre Forschungsteams (u. a. Sozialwissenschaft, Ingenieurwesen, IT-Branche)
- Einbindung der Inhalte in Förderbekanntmachungen und Forschungsprogramm

AG 1-2. Implementierung eines Integralen Planungsprozesses

Ein gemeinsames Planungsverständnis aller beteiligten Akteure ist die Basis für eine optimierte Planung und ermöglicht fundierte Entscheidungen. Dafür müssen die Kommunikationsprozesse in interdisziplinären

Planungsteams und mit Bauherrn und Nutzern verbessert werden mit dem Ziel der frühzeitigen Implementierung eines integralen Planungsprozesses.

■ MOTIVATION

Der integrale Planungsprozess ermöglicht die zielgerechte Berücksichtigung von Expertenwissen verschiedener Fachdisziplinen und im Ergebnis ein ganzheitlich optimiertes Gebäude, in dem unterschiedliche Anforderungen zur rechten Zeit ausgewogen Beachtung finden. Ganzheitlich optimierte Planungen sind auch eine Voraussetzung für die notwendige Erhöhung der Ressourceneffizienz, ohne die die Klimaschutzziele der Bundesregierung nicht erreicht werden können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Um den integralen Planungsprozess frühzeitig zu implementieren, werden effiziente und allgemein anwendbare Methoden zur effektiven Verbesserung der ganzheitlichen und interdisziplinären Kommunikation benötigt, die neben den traditionellen Planungsbeteiligten auch Bauherren und Nutzer mit einbeziehen.

■ ERGEBNISSE

Es sind Methoden und Instrumente zu entwickeln, die unterschiedliches Expertenwissen einzelner Fachdisziplinen über Zusammenhänge und Anforderungen von Architektur, Bautechnik/Bauphysik, Technischer Gebäudeausrüstung und Gebäudebetrieb in einer frühen Planungsphase allen beteiligten Akteuren zugänglich machen. Die erweiterte und gemeinsame Wissensbasis ist Grundlage für einen optimalen Projektstart und einen qualifizierten Planungsverlauf.

Erreicht wird dies unter anderem mit Hilfe strukturierter und effizienter Kommunikationsprozesse. Die zu entwickelnden Methoden vereinfachen die Fachkommunikation zwischen den am Bauvorhaben beteiligten Akteuren (Bauherr, Architekt, Fachingenieure, Betreiber, Nutzer) und qualifizieren gleichzeitig sowohl die Projektbeteiligten als auch den Planungsprozess vor allem mit der Zielsetzung Nachhaltigkeit und Energieeffizienz.

Der Prozess soll kontinuierlich über den Verlauf von Planung und Umsetzung dokumentiert und bis einschließlich Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung weiter fortgeführt werden. Die Methoden und Ergebnisse müssen über entsprechende (offene) Schnittstellen einfach und komfortabel in übliche Planungsabläufe und Dokumentationsroutinen integrierbar sein, so dass die strukturelle Vielfalt der Akteure verfügbar bleiben kann.

■ ART DER FORSCHUNG

- Implementierungsforschung mit Produktentwicklung in Form von Methoden und Instrumenten zur Integration in die Planungs- und Umsetzungsprozesse sowie deren Anwendung in Pilotbeziehungsweise Demonstrationsprojekten und Überführung in die Standardisierung.

AG 1–3. Einbindung der Nutzer in den Gebäudebetrieb und deren Qualifizierung

Die Einbindung der Nutzer in den Gebäudebetrieb und deren Qualifizierung bieten ein großes, bislang noch weitgehend ungenutztes Potenzial bezüglich der Verbesserung der Gebäudeperformance und der Qualitätssicherung in der Nutzungsphase.

■ MOTIVATION

Eine Vielzahl von oft unscheinbaren oder trivial anmutenden Hinderungsgründen seitens der Nutzer bewirkt, dass der Energieverbrauch realer Gebäude den rechnerisch prognostizierten verbrauchsnahe Energiebedarf in der Praxis fast immer, zum Teil sogar sehr deutlich, übersteigt und damit theoretisch erreichbare Energieeinsparungen nicht realisiert oder durch gegenläufige Effekte kompensiert werden. Gebäudenutzer müssen deshalb im Hinblick auf eine Verbesserung der Gebäudeperformance und für die Fehlererkennung qualifiziert und aktiviert werden. Erreicht werden kann dies durch eine ganzheitliche, auf die Bedürfnisse und Bedarfe ausgerichtete Informationsstruktur im Wirkungsgefüge zwischen Gebäude, Nutzer, Betrieb und Betriebsführung in der Umsetzung. Vorrangiges Ziel ist die Betriebssicherheit und -optimierung mit dem Schwerpunkt Nutzungskomfort, Schadenfreiheit und Energieeffizienz durch bidirektionale Interaktion und Kommunikation.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Der Einfluss bestehender Systeme und Methoden auf das Nutzerverhalten und die Motivationen diese zu

nutzen, soll evaluiert und neue Methoden und Ansätze für die Qualifikation der Gebäudenutzer entwickelt werden. Nutzer sollen damit in die Lage versetzt werden, das Gebäude, dessen Betrieb sowie das eigene Verhalten nutzungsnah zu verstehen, gezielt zu beeinflussen und gegebenenfalls zu analysieren und zu dokumentieren. Schwerpunkte sind zum Beispiel die bidirektionale Nutzerinformation, die Erprobung von Feedbacksystemen, die Entwicklung ergonomischer Produktschnittstellen und die Entwicklung von Methoden zur Einbindung von Nutzern in die Qualitätssicherung im Gebäudebetrieb (Zufriedenheits-/Komfortanalyse, Interventionsstrategien, formalisierte Kommunikation zwischen Nutzern und Facility Management, Nutzerpartizipation in der Planungs- und Umsetzungsphase). Unterschiedliche Gebäude- und Nutzungskategorien und Nutzergruppen und -typologien sowie die sich daraus ergebenden unterschiedlichen Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen. Bei der Entwicklung von Informationssystemen müssen zudem alle gängigen Facility-Management-Programme über Schnittstellen oder Interfaces bedient werden können.

■ ERGEBNISSE

Entwicklung von Methoden oder Produkten für die Einbindung der Nutzer in den Gebäudebetrieb sowie deren Qualifizierung mit folgenden Zielsetzungen:

- Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudebetrieb
- Wirtschaftliche Qualitätssicherung bezüglich der geforderten Qualität des Raumklimas
- Höherer Nutzerkomfort, insbesondere thermische und visuelle Komfortsteigerung
- Gesteigerte Nutzerzufriedenheit durch „Mitnahme“ und Beteiligung an der Performance

■ ART DER FORSCHUNG

- Evaluation zum Beispiel durch Befragungen und verwandte User-Experience-Methoden, Entwicklung von Methoden und Produkten, Umsetzung sowie Anwendung im Pilotbeziehungsweise Demonstrationsprojekt in interdisziplinären Teams (u. a. Sozialwissenschaft, Ingenieurwesen, IT-Branche, Schnittstellen-Standardisierung)

AG 1–4. Verstärkte Einbindung von ausführenden Gewerken in den Entwicklungsprozess zur Fehlerminimierung und Akzeptanzförderung

Innovative Technologien scheitern oft an der mangelnden Akzeptanz der ausführenden Gewerke. Dies ist häufig auf einen zu komplexen und zeitintensiven Aufbau der (Verbund-)Anlagen zurückzuführen, der einen korrekten Bau und Installation sowie eine korrekte Inbetriebnahme erschwert. Durch eine möglichst frühe und aktive Einbindung des Handwerks in den Entwicklungsprozess von Herstellern können derartige Probleme vermieden, eine deutliche höhere Akzeptanz und schließlich eine Fehlerminimierung schon bei der Inbetriebnahme erreicht werden, die sich wiederum auf die Akzeptanz der Nutzer auswirkt.

■ MOTIVATION

Praxiserfahrungen aus der Forschung zeigen, dass moderne Energiesysteme oft hinter den Werten der Herstellervorhersagen zurückbleiben. In sehr vielen Fällen resultiert diese Tatsache aus einer nicht korrekten Inbetriebnahme und einem damit verbundenen fehlerhaften Betrieb der Anlage. Derartige Erfahrungen führen in der Folge zu einer verminderten Akzeptanz der neu entwickelten Technologien. Um innovative Komponenten und insbesondere Verbundanlagen zu optimieren und vor allem deren Akzeptanz zu erhöhen, kommt der Einbindung von Schlüsselfiguren, insbesondere des Handwerks, in den Entwicklungsprozess durch offene Innovationsprozesse, wie zum Beispiel „outside-in-innovation“, große Bedeutung zu.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Einbindung der ausführenden Gewerke (Heizungsbauer, Elektriker, TGA-Planer, etc.) in den Entwicklungsprozess des Komponenten- und Systemherstellers. In interdisziplinären Verbundvorhaben sollen Methoden und Handlungsempfehlungen entwickelt, angewendet und evaluiert werden, um offene Innovationsmethoden im Bereich der Energieversorgung von Gebäuden und Quartieren zu etablieren.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Einbindung der ausführenden Gewerke in den Entwicklungsprozess des Komponenten- oder Systemherstellers zur Erhöhung der Akzeptanz, Produktoptimierung und Minimierung

von Fehlerquellen beim Bau, der Inbetriebnahme und dem Betrieb von Gebäudeenergiesystemen.

■ ART DER FORSCHUNG

- Inter- und transdisziplinäre Vorhaben mit Ansätzen für quantitative Befragungen und qualitative Studien sowie Pilotanwendungen für Innovationsansätze, ausgerichtet an Entwicklungsstand und Innovationsgrad der untersuchten Technologien, Komponenten und Systeme

AG 1–5. Nutzerakzeptanz einer gemeinsamen Verwendung energieerzeugender Komponenten in Microgrids

Das Potenzial von Microgrids besteht darin, dass bereits im Verteilnetz ein zeitlicher Ausgleich zwischen Last und Erzeugung erfolgen kann und somit die überlagerten Netzgebiete entlastet werden können. Für diesen Ausgleich ist es wichtig, dass die Gebäude im Verbund aufeinander abgestimmt sind und miteinander energetisch interagieren können. Der gemeinsame Betrieb energietechnischer Anlagen – im Gegensatz zur eigenen Heizung im Keller – kann Eigentümer und Nutzer vor immense formale, technische sowie soziale Herausforderungen stellen, die zu einer niedrigen Akzeptanz bis hin zu Ängsten führen können.

■ MOTIVATION

Die zunehmende Zahl an dezentralen Energieerzeugern erfordert es, neue Wege hinsichtlich Energieverteilung, -produktion und -verbrauch zu finden. Chancen bietet hier die Form von Microgrids, da diese in der Lage sind, die thermische als auch elektrische Erzeugungsleistung und den Verbrauch durch ein übergeordnetes Managementsystem lokal aufeinander abzustimmen und das Stromnetz dabei zu entlasten. Bei Neubausiedlungen kann dies bereits von vornherein durch eine optimierte Komponentenaufteilung innerhalb des Gebäudeverbunds realisiert werden. So werden beispielsweise die Gebäude mit Südausrichtung mit Photovoltaik und Solarthermie ausgestattet, wohingegen in einem zentralen Gebäude eine KWK-Anlage installiert werden könnte. Der Zusammenschluss auf der technischen Seite führt ebenso zu einer sozialen wie auch zu einer wirtschaftlichen Interaktion der Nutzer.

■ FORSCHUNGSINHALTE

In Microgrids ist nicht jedes Gebäude mit den gleichen Komponenten ausgestattet. Daher kommt es unweigerlich

dazu, dass für einen möglichst netzunabhängigen Betrieb Energieflüsse zwischen den Gebäuden realisiert werden müssen. Dabei stellt sich die Frage, wie die beteiligten Eigentümer auf diese Interaktionen mit den Nachbarn reagieren und wie groß letztlich die Akzeptanz ist, in solch einer Siedlungsstruktur zu wohnen. Diese sozialwissenschaftlichen Zusammenhänge können mit quantitativen Befragungen und gegebenenfalls qualitativen Studien untersucht werden und unterstützen die spätere technische, rechtliche und wirtschaftliche Umsetzung.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Konzepten für die zukünftige energetische Versorgung im Verbund von sogenannten Microgrids. Dabei sollen neben den technischen Aspekten insbesondere die sozialen, betriebswirtschaftlichen sowie die rechtlichen Aspekte eines solchen Verbunds in interdisziplinären Projekten untersucht werden.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung mit der Möglichkeit einer Fortsetzung in einem Demonstrationsprojekt



AG 2 URBANE ENERGIEINFRASTRUKTUR

In der Wärmewende kommt den Quartieren eine besondere Bedeutung zu: Ein Quartier ist einerseits groß genug, damit eine Vernetzung der Energieinfrastruktur wirtschaftlich und energetisch sinnvoll umgesetzt wird. Andererseits ist ein Quartier klein genug, um die beteiligten Akteure an einen Tisch zu bekommen. Als beispielhafte Quartiere können Campus-Areale angesehen werden, die den besonderen Vorteil bieten, nur einen Eigentümer beziehungsweise Betreiber zu haben.

In der Energieinfrastruktur ist die Integration von erneuerbarer Wärme in die Infrastruktur ein zentraler Punkt. Dabei ist insbesondere die Integration in vorhandene Netze ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. Damit die Energiewende auf Quartiersebene gelingen kann, ist es notwendig, systemisch zu denken und zu handeln. So gilt es neben der Bestandsaufnahme auch Prognosen zu erstellen und die zukünftige Vernetzung der Wärme- und Strom-Infrastruktur im Blick zu behalten.

Zentral für die flächendeckende Umsetzung von neuen Technologien und Ideen sind validierte, praxisnahe Tools, die auf zeitlich aufgelösten Modellen basieren und deren Ergebnisse auch für Laien verständlich und zugänglich aufbereitet werden.

Neben technischen Entwicklungen für die urbane Energieinfrastruktur ist in den Forschungsprojekten eine aus Energiesicht angemessene Quartiersabgrenzung sowie eine Betrachtung der verschiedenen Akteursinteressen des sozioökonomischen Umfelds sowie der technischen und regulativen Rahmenbedingungen notwendig.

AG 2 – 1. Integration von erneuerbarer Wärme in Infrastrukturen zur Versorgung von Bestandsquartieren

Die emissionsneutrale Wärmeversorgung stellt eine große Herausforderung dar. Das vorgeschlagene Thema behandelt die Frage, wie Bestandsquartiere mit vorhandener, fossil-basierter Wärmeversorgung unter Berücksichtigung der gegebenen technischen, ökonomischen und

gesellschaftlichen Randbedingungen in die Energiewende auf dem Wärmemarkt einbezogen werden können.

■ MOTIVATION

Regenerative Wärmeträger (Solarthermie, Geothermie, Biomasse, Umwelt- und Abwärme) bilden ein immenses Energiepotenzial, das weitgehend unerschlossen ist. Diese Ressourcen liefern häufig Niedertemperatur-Wärme (< 100 Grad Celsius), die sich für die Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme eignet. Eine effiziente Integration in bestehende Quartiers-Versorgungsstrukturen unter wirtschaftlichen Bedingungen ist möglich. Dazu sind technische und gesellschaftliche Herausforderungen zu bewältigen: Technische Herausforderungen liegen im Bereich von Lastmanagement, Speicherung und Wärmeverteilung und im Bereich der effizienten Systemintegration und des Netzbetriebs. Gesellschaftliche Herausforderungen bestehen im Bereich der Herstellung der Implementierungsakzeptanz bei den Handlungsträgern Wohnungswirtschaft, Wohnraumnutzer und Energiewirtschaft durch Aufweisung von Innovationspotenzial und wirtschaftlichem Incentive als Grundlage neuer Geschäfts- und Betreibermodelle.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Quartiers-Bestandsaufnahme: Ableitung von Quartiersstrukturen und -abgrenzungen unter Berücksichtigung einer kommunalen Wärmeplanungsstrategie, wärme-wirtschaftliche Parameter, Innovationspotenzial, Handlungsträger-Akquise, quartiersbezogene Potenzialanalyse der regenerativen Wärmeträger

Technische Aspekte: Lastmanagement, Komponenten zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von erneuerbarer Wärme und deren systemische Integration in Bestandsstrukturen, Entwicklung neuer und Anpassung bestehender Wärmenetze, Betriebsoptimierung beziehungsweise Effizienzsteigerung, Technische Nachhaltigkeit und Risikobewertung

Nicht-technische Randbedingungen: Rechtliche Randbedingungen, Finanzierungskonzepte, finanzielle

THEMEN | AG 2

- AG 2 – 1. Integration von erneuerbarer Wärme in Infrastrukturen zur Versorgung von Bestandsquartieren
- AG 2 – 2. Modellierung, Bewertung und Optimierung komplexer Ziel-Energiesysteme von Quartieren und neue Entwicklungsmethoden für Transformationsprozesse
- AG 2 – 3. Energiekonzepte für Quartiere mit hohem Anteil erneuerbarer Energien und ihre Wechselwirkung mit dem übergeordneten Stromsystem
- AG 2 – 4. Systembetrachtung zur Integration von erneuerbaren Energien und Abwärme in Wärmenetze
- AG 2 – 5. Systemische Ansätze zur Transformation urbaner Energieinfrastrukturen (inkl. Nichtenergieinfrastruktur)
- AG 2 – 6. Übertragbarkeit und Ergebnistransfer

Risikobewertung, Förderungsrouten, Betreibermodelle, innovative Geschäftsmodelle

■ ERGEBNISSE

Die Förderung zielt auf die Planung beziehungsweise Planungsbegleitung, die Implementierung beziehungsweise Implementierungsbegleitung und das Monitoring von Demonstratoren zur Integration von erneuerbaren Energieträgern in bestehende Quartiers-Wärmeversorgungsstrukturen ab. Planungsergebnisse betreffen die Vorbereitung konkreter Demonstratoren. Implementierungsergebnisse beziehen sich auf die Realisierung von Demonstratoren zum Thema. Der modellhafte Charakter, die Innovationshöhe und die Übertragbarkeit des betrachteten Demonstrators liefern dabei die Kriterien für die Abgrenzung zur konventionellen Projektentwicklung.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung, Vorstudie beziehungsweise wissenschaftliche Projektentwicklung, Umsetzungsbegleitung und Monitoring von ausgeführten Projekten, Implementierung von Demonstratoren.

AG 2 – 2. Modellierung, Bewertung und Optimierung komplexer Ziel-Energiesysteme von Quartieren und neue Entwicklungs- methoden für Transformationsprozesse

Das Ziel einer (annähernd) CO₂-neutralen Energieversorgung muss insbesondere in den Kommunen umgesetzt werden. Um die Transformationsprozesse erfolgreich zu bewältigen, benötigen die relevanten kommunalen Akteure eine bessere Unterstützung bei der Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme sowie verständliche und praxisnahe Handlungsempfehlungen für deren Umsetzung (Energiesystem-Transformation).

■ MOTIVATION

Immer mehr Kommunen streben ein Energiesystem mit hohen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien, Strom- und Wärmespeichern, einer starken Interaktion

der Strom-, Wärme-, Kälte- und Mobilitätssektoren sowie effizienten und angebotsreaktiven Verbrauchern an. Eine fundierte Konzeption erfordert allerdings zeitlich hochaufgelöste Optimierungswerkzeuge, die es bislang nur in ersten Ansätzen und wenig zielgruppenorientiert gibt. Des Weiteren besteht der Bedarf, praxisnahe und robuste Transformationspfade zur Erreichung der Ziel-Energiesysteme zu entwickeln, für die es einer deutlich verbesserten Methodik bedarf.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zur Entwicklung zeitlich hochaufgelöster Optimierungswerkzeuge zur Identifizierung von Ziel-Energiesystemen eines energiebezogenen Quartiers oder einer Stadt bedarf es unter anderem verbesserter Methoden zur Ermittlung von Lastprofilprognosen, zur Aggregation von Energiedaten und zur automatisierten Nutzung von vorhandenen Datenquellen. Weiter ist es notwendig, zur Verknüpfung und Integration der Energie- und Mobilitätssysteme mit der und in die kommunale Stadtsystemmodellierung semantische 3D-GIS-Modelle zu entwickeln. Außerdem ist die Entwicklung und Harmonisierung individueller Datenbank-Konzepte und einer differenzierten Informationsmodellierung zur Abbildung der Objekte auf Datenmodelle notwendig. Die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge muss gesteigert und ihre Verknüpfung mit anderen Tools und Prozessen vorangetrieben werden.

Zur Erarbeitung von Transformationspfaden muss eine fundierte Methodik entwickelt werden, die technische, ökonomische, soziale und regulative Einflussfaktoren angemessen berücksichtigt. Zudem werden neue Methoden zur Verknüpfung der Ergebnisse mit Stadtplanungsprozessen gebraucht. Neue, multimediale Ansätze über Internetplattformen zur zielgruppenangepassten Darstellung der Modellierungsergebnisse müssen entwickelt werden, die die Komplexität künftiger Energiesysteme auch für Laien verständlich macht.

■ ERGEBNISSE

Forschung- und Entwicklungsergebnisse sind validierte, praxisnahe Werkzeuge, die in der Breite von Beratern und Fachplanern eingesetzt werden können, die zur

Integration von Energie- und Stadtplanung beitragen und deren Ergebnisse für die Akteure in der Stadt (Experten und Laien) leicht nachvollziehbar aufbereitet sind. Diese identifizieren nachhaltige, versorgungssichere und (kosten-)optimale Energiesystemstrukturen sowie robuste und flexible Transformationsfahrpläne, die die Maßnahmen vom Ist- zum Zielzustand beschreiben. Eine multimediale Ergebnisaufbereitung und die GIS-Ergebnisbereitstellung für Stadtplanungsprozesse ist das Ziel.

■ ART DER FORSCHUNG

Notwendig ist eine angewandte Erforschung von Modellierungsmethoden und -plattformen, Datenprozessierung, semantischen 3D-GIS-Modellen, Konzepten zur Ergebnisdarstellung, interdisziplinäre Erforschung von Einflussfaktoren auf die Transformationsprozesse etc.

AG 2 – 3. Konzept für Energie-Quartiere mit hohem Anteil erneuerbarer Energien und ihre Wechselwirkung mit dem übergeordneten Stromsystem

Hohe Anteile erneuerbarer Energien im Gebäude und Quartier werden in den kommenden Jahren eine verstärkte Flexibilisierung des Energiesystems auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen erfordern. Neue innovative Konzepte für Photovoltaik-Eigenverbrauch sowie Ausgleichs- und Regelenergie werden notwendig.

■ MOTIVATION

Da die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität in Zukunft immer stärker zusammenwachsen, ist es notwendig hierfür integrierte Energiesysteme zu entwickeln und zu nutzen. Es werden technische Lösungsansätze für Systeme und Komponenten benötigt, gleichzeitig müssen gesetzliche und soziopolitische Rahmenbedingungen angepasst werden, um deren Umsetzung zu ermöglichen. Das Thema ist in der Praxis besonders relevant, da die fachliche Kompetenz für die Koordination der strategischen und konstruktiven Integration innovativer Komponenten in Energiesystemen noch nicht ausreichend vorhanden ist.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Das übergeordnete Thema ist die Erforschung integrierter Energiekonzepte für Quartiere mit hohem Anteil erneuerbarer Energien und ihre Wechselwirkung mit dem übergeordneten Stromsystem unter Nutzung von Strom, Wärme und Mobilität.

Es werden folgende Teilaspekte des übergeordneten Stromsystems identifiziert:

- Auslegung von Komponenten (dezentrale Erzeuger, Stromspeicher, steuerbare Verbraucher) für ein optimiertes Gesamtsystem;
- Regelungskonzepte für die Quartierbetriebsführung zur Realisierung des Rollenwechsels des Quartiers von der Eigenverbrauchsoptimierung hin zur Systemdienstleistung;
- Ertüchtigung von Systemkomponenten zur Realisierung neuer Betriebsführungsstrategien;
- IT-Konzepte zur Vernetzung von Systemkomponenten im Quartier für eine übergeordnete Regelung.

Hinzu kommt die Erforschung und Entwicklung neuer Geschäfts- und Abrechnungsmodelle (z. B. Mieter-Direktvermarktung), die gleichzeitig die Teilnahme am Regelenenergiemarkt ermöglichen (auch durch Kopplung von Gas- und Stromnetz sowie Netz- und Speichertechnologie für unterschiedliche Zeitskalen) sowie eine Potenzialbewertung für das Gesamtsystem hinsichtlich technischer, soziopolitischer und energiewirtschaftlicher Aspekte.

■ ERGEBNISSE

Die Forschungsaktivitäten resultieren in neuen Optionen für die Energiesystemstabilisierung durch Quartierkonzepte sowie in neuen Geschäftsmodellen im Sinne des Strommarktes 2.0. Sie beinhalten Empfehlungen für den Umbau der urbanen Netzinfrastruktur im Sinne der Energiewende, für Konzepte für eine robuste Quartier-Energieversorgung mit Fähigkeit zum Inselnetzbetrieb bei Blackout-Phasen, für den Ausbau des Speichersystems, für den Umbau von Verteil- und Übertragungsnetzen, begleitet von Handlungsempfehlungen für den Gesetzgeber, zum Beispiel für eine Anpassung des Strommarktdesigns an die stark veränderten Rahmenbedingungen im Kontext der Energiewende.

Die Ergebnisse könnten abschließend in eine Roadmap für die Energiewende in urbanen Regionen überführt werden.

■ ART DER FORSCHUNG

- Systemforschung, Demonstrator und Pilotprojekte sowie Produktentwicklung

AG 2 – 4. Systembetrachtung zur Integration von erneuerbaren Energien und Abwärme in Wärmenetze

Über Wärmenetze wird rund 14 Prozent des deutschen Wärmebedarfs an Endkunden geliefert. Die Wärmeerzeugung für Wärmenetze erfolgt seit Jahrzehnten meist über Kraft-Wärme-gekoppelte Anlagen, die zu einem überwiegenden Teil (noch) fossil befeuert werden. In den letzten Jahren sind vermehrt kleinere Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien entstanden. Der gewünschte Systemwechsel in der deutschen Strom und Wärmeversorgung hin zu einer erneuerbaren Energieversorgung wird zukünftig deutlich beschleunigt werden. Ziel ist es, die seit Jahrzehnten sozial- und umweltverträgliche, netzbasierte hocheffiziente Wärmeversorgung auch zukünftig sicherzustellen.

■ MOTIVATION

Die Reduktion des fossilen Energieeinsatzes zur Wärmeerzeugung für Wärmenetze erfordert – teilweise auch aus wirtschaftlichen Gründen – die Integration von erneuerbaren Energien und Abwärme. Bestehenden und neuen Wärmenetzen stehen hierzu eine Vielzahl an Optionen zur Wärmeabgewinnung zur Auswahl (u. a. Solarthermie, Geothermie, Biomasse, regenerativ erzeugter Strom aus Photovoltaik oder Wind, industrielle Abwärme). Ein Großteil dieser Energien steht nur fluktuierend und meist unabhängig vom Wärmebedarf zur Verfügung. Durch eine systemische Entwicklung soll der Transformationsprozess der netzbasierten Wärmeversorgung in Deutschland hin zur nächsten Generation der Wärme- und Stromerzeugungssysteme für die deutsche Nah- und Fernwärmebranche erarbeitet und evaluiert werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Systemische Untersuchung der in Deutschland vorhandenen leitungsgebundenen Wärmesysteme durch eine Analyse der bestehenden (fossilen) Wärmeerzeugung.

Durch simulationsbasierte Entwicklungen werden typische technische Transformationsstrategien zur Integration von erneuerbaren Energien, Abwärme und Wärmespeichern in Wärmenetze erarbeitet. Simulationsbasierte Systemanalysen können für unterschiedliche Randbedingungen die Risiken der neu entwickelten Systeme bewerten. Zur Evaluation dieser Entwicklungen sind Pilotvorhaben zu realisieren, die wissenschaftlich zu begleiten und auszuwerten sind.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung und Demonstration von neuartigen Wärmeerzeugungssystemen für die leitungsgebundene Wärmeversorgung. Unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen werden Technologien zur Nutzung erneuerbarer Wärme, Abwärme und erneuerbar erzeugtem Strom zu Gesamtsystemen kombiniert, die eine wirtschaftliche Wärmeversorgung durch Wärmenetze bei minimiertem CO₂-Ausstoß des Gesamtsystems der Strom- und Wärmeerzeugung sicherstellen.

■ ART DER FORSCHUNG

Der erste Schritt der simulationsgestützten Systementwicklungen ist als Vorlauftforschung notwendig. Hierauf bauen marktnahe Entwicklungen für Produkte und (Teil-)Systeme auf. Durch Pilotvorhaben können die im ersten Schritt erarbeiteten Ergebnisse validiert werden. Anzuschließen ist der notwendige Wissenstransfer in die Praxis, um den Transformationsprozess hin zu Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien nachhaltig im Markt zu verfestigen.

AG 2 – 5. Systemische Ansätze zur Transformation urbaner Energieinfrastrukturen (inkl. Nichtenergieinfrastruktur)

Urbane Energieinfrastrukturen zeichnen sich als komplexe soziotechnische Systeme durch eine Vielzahl interagierender und teils abhängiger Teilsysteme aus, die durch vielfältige Herausforderungen geprägt sind. Ebenso gibt es eine sehr heterogene Akteursstruktur mit unterschiedlicher Betroffenheit und Interessen. In der aktuellen Energieeffizienzdebatte werden Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Infrastruktursystemen einerseits sowie dem technischen, regulativen und sozioökonomischen Umfeld andererseits nicht hinreichend untersucht. Diese Wirkungen sind umso relevanter, da in den Teilsystemen permanent Veränderungen stattfinden und auch aktiv bewirkt werden, ohne dass die effizienteste Trajektorie hin zu einem Gesamtsystem bekannt wäre. Urbane Energieinfrastrukturen können somit als komplexe und sich wandelnde Systeme mit Schnittstellen zu Nichtenergieinfrastrukturen verstanden werden.

■ MOTIVATION

Die Motivation liegt in einem tieferen Verständnis dieser Systeme und ihrer Transformationsprozesse. Die genaue Kenntnis von Wechselwirkungen sowie die Potenziale der

Kopplung von Teilsystemen (z. B. Strom, Wärme, Gas, Abwasser, Mobilität) sind insbesondere mit Blick auf übergeordnete Zielsetzungen (z. B. Energiewende, Klimaneutralität) notwendig. Schnittstellen zwischen Teilsystemen können hier ebenso betrachtet werden wie die umwelt- und gesellschaftliche Bedeutung von Transformationsprozessen. Ein zentraler Aspekt sind intermediäre Institutionen auf Systemebene, die Akteure, Infrastrukturen und funktionale Bereiche vernetzen.

Forschungsprojekte eignen sich insbesondere, um begleitend zu einzeltechnologieorientierten Projekten einen schnellen Transfer in die Praxis sicherzustellen und Akteure aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Zivilgesellschaft und einzelne Bürger als Betroffene (Bewohner, Nutzer) einzubinden. Die Akzeptanz von Technologien, aber auch Wirkungen im Umfeld können erprobt werden. Ebenso ist deshalb die Optimierung von Umsetzungsprozessen für die Energiewende eine Motivation. Hier können zum Beispiel neue Geschäftsmodelle oder Empfehlungen für kommunale Akteure entstehen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsprojekte zeichnen sich insbesondere durch inter- und transdisziplinäre Ansätze und der Kopplung von Teilsystemen aus. Dabei ist das Verständnis von Einzel- und Gesamtsystemen, das Betrachten von Schnittstellen sowie von Transformationsprozessen kennzeichnend. Wegen dieser Offenheit, auch gegenüber Nichtenergiesystemen, soll an dieser Stelle keine weitere Eingrenzung vorgenommen werden. Forschungsprojekte in diesem Themenfeld können zum Beispiel insbesondere in Reallaboren oder Living Labs stattfinden, da diese das tatsächliche Umfeld sehr gut abbilden und in besonderer Weise die Einbindung weiterer Akteure sowie Rückkopplungen aus der Praxis ermöglichen, wie es zum Beispiel in Bestandsquartieren geschieht. Für die Ableitung von Ergebnissen eignen sich zum Teil auch Simulationsmodelle, die die komplexen Interaktionen aufzeigen.

■ ERGEBNISSE

Die Art der Ergebnisse hängt vom jeweiligen Projekt ab. Hierzu zählen Verbesserungen für einzelne Technologien (insb. Systemintegration), sofern diese auf die Verbesserung von Gesamtsystemen und ihren Schnittstellen abzielen. Notwendig für die Energiewende sind auch eine stärkere Diffusion und Umsetzungsstrategien von Projekten in der Praxis. Zusammenfassend sollte erzielt werden:

- eine verbesserte Energieeffizienz auch durch die Kopplung mit Nichtenergiesystemen

- Verbesserungen und ein besseres Verständnis des Gesamtsystems sowie das Aufzeigen und Beschleunigen von Transformationsprozessen.

AG 2 – 6. Übertragbarkeit und Ergebnistransfer

Für die Energiewende stehen viele verschiedene Lösungsansätze bereit, deren breite Umsetzung insbesondere in der Wirtschaft aber noch fehlt. Der Transfer von Forschungsergebnissen und speziell in die unternehmerischen Aktivitäten muss verbessert werden, denn eine hohe wirtschaftliche Effektivität kann nur durch Wiederholung und Standardisierung erreicht werden.

Die Übertragbarkeit und der Ergebnistransfer aus der Forschung in die Praxis sind daher als technikübergreifende Maßnahmen zu verstärken und zu fördern. Ebenfalls muss die Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen minimiert werden, damit erfolgsversprechende Technologien und Methoden in die breite Umsetzung gelangen können.

■ MOTIVATION

Im Gegensatz zur bisherigen Energiewende werden zukünftig bis zum Jahr 2030 konventionelle Großkraftwerke in großem Umfang abgeschaltet. Das erfordert eine breite Umsetzung von dezentralen Lösungen und Ausgleichsmaßnahmen um die Energieversorgung, besonders in urbanen Räumen, zu sichern. Ebenfalls ist in Deutschland festzustellen, dass die Sanierungsrate deutlich hinter den Anforderungen liegt, die zur Erreichung der Energiewende nötig ist. Um die Ziele dennoch zu erreichen kann die Lösung nicht in der Verschärfung der Qualitätsanforderungen liegen, sondern nur in der breiten Umsetzung von effektiven Maßnahmen.

Eine weitere Motivation stellen die mit den Maßnahmen einhergehenden sozioökonomischen Aspekte dar. In der Umsetzung von dezentralen, effektiven Maßnahmen werden gleichermaßen wirtschaftliche Unternehmen als auch lokale Akteure aktiviert. Die breite Umsetzung stellt ein Konjunkturprogramm für die lokale Wirtschaft dar, gleichzeitig führt sie zur verstärkten Kooperation lokaler Akteure, die die Energiewende mitgestalten.

■ FORSCHUNGSINHALTE

In Forschungsprojekten werden erfolgsversprechende Standorte identifiziert und bewertet, Akteure dieser Standorte werden in vorhandene Forschungs- und Demonstrationsvorhaben integriert. Gemeinsam mit

einem erweiterten Akteurskreis werden zunächst Hemmnis- und Umsetzungsanalysen von Demonstrationsprojekten durchgeführt und auf diesen aufbauend werden Maßnahmen, Methoden und Ansätze für eine breite Umsetzung entwickelt. Um die technisch-wirtschaftliche Effektivität für zukünftige Szenarien nachweisen zu können und Industrieunternehmen stärker in Forschungsprojekte einzubeziehen, werden die Maßnahmen und Methoden in Reallaboren angewendet. Die Demonstrationsvorhaben in Form von Reallaboren müssen dabei reduzierte beziehungsweise angepasste gesetzliche Anforderungen aufweisen.

Zur Verbesserung von Sanierungsraten wird eine Reduzierung der Effizienzanforderungen bei Nachweis hoher Umsetzungsraten und-potenzialen sowie aufgrund der Bereitstellung von Systemdienstleistungen und entsprechender Kosteneinsparungen in angrenzenden Sektoren gefördert. Maßnahmen, die neben CO₂ Einsparungen zusätzliche Systemdienstleistungen wie Netzstabilität, Regelenergie oder Reservekapazitäten liefern, können CO₂-Gutschriften erhalten. Eine Definition von Mindesteinsparzielen ist dafür nötig.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivität ist eine hohe wirtschaftliche Effektivität, durch viele Wiederholungen und Standardisierung zu erzielen. Forschungsergebnisse können verstärkt zur gezielten wirtschaftlichen Entwicklung beitragen. Mit der breiten Umsetzung eines Lösungsansatzes gehen auch deutliche Kostendegressionen einher. Die breite Umsetzung aktiviert somit das Potenzial von Forschung und Entwicklung der beteiligten Unternehmen und verstärkt den Marktdruck auf nicht-aktive Akteure.

■ ART DER FORSCHUNG

- Anforderungen an und Inhalte von Reallaboren und Demonstrationsprojekten
- Systemanalyse
- Methodenentwicklung, -anwendung, -integration
- Akteursansprache und -integration
- Durch einen jährlichen Wettbewerb, in dem die Lösungen prämiert werden, die nachweislich den größten Hebel und die beste Umsetzbarkeit hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und sozialer Aspekte aufweisen, kann der Ansporn zur Erreichung der Ziele der Energiewende verstärkt werden



AG 3 ENERGIEMONITORING, DIAGNOSEVERFAHREN

Gebäude werden üblicher Weise nicht in Serie produziert, sondern als Unikate errichtet. Daher ist es besonders notwendig, die Prozesse zu optimieren, die bei Planung, Bau und optimiertem Betrieb von Gebäuden zum Tragen kommen. Nur so ist es möglich, zu verhindern, dass aus hocheffizienten Komponenten ineffiziente Systeme entstehen. Da bei der Planung die zukünftige Nutzung beziehungsweise das Nutzerverhalten nur ansatzweise bekannt ist, ist es wichtig die Planung so zu gestalten, dass Optimierungen beziehungsweise Anpassungen an Nutzungsänderungen im Betrieb unter anderem durch Einbau der notwendigen Mess- und Regelungstechnik möglich sind. Wichtige Punkte sind hierbei die Entwicklung von einheitlichen Schnittstellen und die Definition von Subsystemen.

In einem zukünftigen, auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgungssystem können Gebäude einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Energieversorgung liefern. Dazu müssen die verschiedenen Komponenten der Gebäudetechnik gut miteinander vernetzt werden. Zusätzlich müssen Monitoring-Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet werden. Da Gebäudedaten wichtige Aufschlüsse über das Nutzerverhalten zulassen, ist es wichtig, sich auch um Punkte wie Datenschutz, Datensicherheit und Datenaufbereitung zu kümmern. Energieeinsparungen durch Monitoring und Systemoptimierung werden von vielen Nutzern nur dann vorgenommen, wenn diese Maßnahmen wirtschaftlich sind. Ein wichtiges Forschungsfeld ist daher die Erarbeitung von Monitoring-Konzepten, deren Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Verbraucher attraktiv ist.

AG 3 – 1. Prozesse

Methoden und Werkzeuge für Energie-Monitoring, Betriebsdiagnose und Regulierung der Energieanlage sind Voraussetzungen für den effizienten Betrieb von Gebäuden. Forschungsbedarf besteht insbesondere in Bezug auf Qualitätsdefizite in der Praxis und die prozessorientierte Anwendung von Methoden und Werkzeugen für die Anwendung der eingesetzten Technologien in komplexen Systemen und deren intelligente Steuerung.

■ MOTIVATION

Im Gegensatz zu anderen Produkten entstehen Gebäude nicht in Serie in Fabriken, sondern als Unikate auf der Baustelle. Dieser einmalige Produktionsablauf stellt besonders hohe Anforderungen an das Qualitätsmanagement bis hin zur Notwendigkeit einer individuellen Einregulierung des (einmaligen) Energiesystems im Betrieb. Dieser Bedarf hat durch die starke Zunahme komplexer Versorgungs-, Speicher- und Automationssysteme nochmals zugenommen: Wir haben hocheffiziente Produkte, aber ineffiziente Systeme. Technologieforschung muss deshalb Prozesse, die Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung und Steuerung von Systemen sind, mitberücksichtigen. Neue Herausforderungen an Monitoring und Regelung entstehen durch die Tendenz zur Errichtung hybrider Anlagen, die verschiedene Erzeuger und Speicher kombinieren. Hybridsysteme können den verschärften Anforderungen an Energieeffizienz genügen und wettbewerbsfähige Betriebskosten sichern, erreichen diese Ziele aber nur, wenn ein intelligentes Steuerungs- und Monitoring-System und ein effektives Qualitätsmanagement dafür sorgt, dass stets der günstigste Erzeuger eingesetzt wird und Speichersysteme vorausschauend bewirtschaftet werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsinhalte im Bereich der Prozesse sind insbesondere:

- Analyse der Prozesse und Akteure (Bauherr – Planer – Errichter – Hersteller – Betreiber – Nutzer) hinsichtlich Systemperformance
- Prozessorientierte Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für die Systemanalyse (Zielkennwerte, Prüf- und Diagnoseverfahren etc.)
- Prozessorientierte Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für die Systembetriebsanalyse und
- Systemoptimierung inklusive abgrenzbarer Subsysteme (Datenmanagement und -analyse,

THEMEN | AG 3

AG 3 – 1. Prozesse

AG 3 – 2. Durchgängigkeit (Planung-Errichtung-Betrieb/Nutzung)

AG 3 – 3. Integration (Komponente-Anlage-Gebäude-Netz)

AG 3 – 4. Daten

AG 3 – 5. Wirtschaftlichkeit

automatisierte kontinuierliche Betriebskontrolle, Steuerungsalgorithmen, selbstoptimierende Systeme, Sensorik/Messtechnik, vorausschauende beziehungsweise prognosebasierte Steuerung etc.)

- Analyse von Systemen und Methoden in der Praxis (als Erfolgskontrolle für die Werkzeuge und Methoden, auch zur Identifikation nicht oder nur schwer optimierbarer Systeme)
- Anwenderorientierte Schnittstellen für Ergebnis- und Wissenskommunikation
- Entwicklung von Konzepten für die Einführung von Leistungen zur Betriebsüberwachung und -optimierung, beginnend in der Planungsphase

■ ERGEBNISSE

Ergebnisse sollen insbesondere sein:

- Erkenntnisse über Systemperformance, Qualitätsdefizite und Hemmnisse im Betrieb
- Prozessorientierte Werkzeuge und Methoden für Energie-Monitoring, Betriebsdiagnose und Systemsteuerung

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlauftforschung: Methoden- und Produktentwicklung
- Pilot- beziehungsweise Demonstrationsprojekte (n = 1–10; Labor/Praxis)
- Produktentwicklung beziehungsweise -umsetzung: Feldtests (n = 10–100; Praxis)

AG 3 – 2. Durchgängigkeit: Planung-Errichtung Betrieb/Nutzung

Ein wichtiges Hemmnis bei der Sicherstellung der Performance des Systems Gebäude, Technische Gebäudeausstattung und Stromversorgung im realen Betrieb ist, dass Planungsvorgaben oder modellbasierte

Planungsergebnisse im späteren Betrieb nicht bekannt sind und vom Betreiber nicht für die Beurteilung beziehungsweise Optimierung seiner Anlage benutzt werden können. Voraussetzung für eine systematische Betriebsoptimierung ist die horizontale technische Durchgängigkeit konsistenter Daten der Anlagen von der Entwurfs- und Ausführungsplanung über Errichtung, Abnahme und Funktionsnachweis bis zum Betriebsmonitoring.

■ MOTIVATION

Die Forschungs- und Entwicklungsprojekte aus EnOB/EnEff:Stadt mit messtechnischer Begleitung haben gezeigt, dass technisch ausgereifte Komponenten (Solar Kollektoren, Lüftungsanlagen/WRG, Wärmepumpen usw.) nicht garantieren, dass das Gesamtsystem hocheffizient ist beziehungsweise dass in der Praxis fast immer eine lange Optimierungsphase erforderlich ist. Durch Informationsverluste an den Schnittstellen Planung, Errichtung, Abnahme und Betrieb sowie den Mangel an „Systemwissen“ seitens des Betreibers wird die Anlagenoptimierung verhindert. Dies reduziert die Wirtschaftlichkeit massiv, schadet dem Image und verringert letztlich das Marktpotenzial technisch ambitionierter Energiesysteme.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Praxisorientierte Entwicklung von durchgängigen Werkzeugen von der Simulation bis zur Betriebsführung
- Entwicklung von Übergabeformaten unter Berücksichtigung der entscheidungsrelevanten Informationen zwischen den verschiedenen Leistungsphasen (von der Variantenanalyse in der Planung bis zur Validierung von Optimierungsmaßnahmen im Betrieb)
- Regeln für die Definition und Abgrenzung von Subsystemen und deren Schnittstellen, die effektivere Bearbeitung ermöglichen
- Schnittstellenentwicklung zu BIM zwecks konsistenter Datennutzung
- Entwicklung von standardisierten Verfahren/Instrumenten zur raschen und einfachen (praxis)

orientierten) Auswertung großer (Mess-)Datenmengen, inkl. Methoden für Controlling (Vergleich Erwartungs- und Istwerte) von Systemen und Subsystemen

- Anwenderorientierte Schnittstellen für Ergebnis und Wissenskommunikation
- Übertragung wissenschaftlicher Modelle in die Praxis der Planer durch Leitfäden/Schulung/Qualifizierungskonzepte
- Begleitung von Demonstrationsprojekten mit Auswertung und Feedback an Entwickler und Forschung

■ ERGEBNISSE

- Werkzeuge und Methoden des Monitorings und der Optimierung komplexer E-Systeme
- Werkzeuge zur betriebsbegleitenden Optimierung und intelligenten Systemdiagnose
- Skalierbare Ansätze: vom GLT-integrierten automatischen System-Monitoring bis zur mobilen Monitoring-Toolbox
- Feedback für technische Regeln und Normen (bzw. Einbeziehung der entsprechenden Ausschüsse), gegebenenfalls auch für die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)
- Dissemination/Weiterbildung, Feedback für die Lehre, Leitfäden, Schulung-, Qualifizierungskonzepte

■ ART DER FORSCHUNG

- Pilot- und Demonstrationsprojekte: (n < 10) und Feldtests (n > 10), Modellentwicklungen

AG 3 – 3. Integration: Komponente-Anlage-Gebäude-Netz

Das Messen, Steuern und Regeln funktionaler Einheiten auf den unterschiedlichen Ebenen eines Energiesystems findet gegenwärtig meist isoliert voneinander statt. Die Verknüpfung dieser Einheiten mittels Nutzung bestehender IKT- und messtechnischer Infrastrukturen stellt eine Grundvoraussetzung zur Erreichung fortgeschrittener Energiedienstleistungen und/oder „SmartGrid“-Funktionalitäten dar.

■ MOTIVATION

Gebäude können wesentlich zur Versorgung, Stabilität und Wirtschaftlichkeit des künftigen Energiesystems beitragen. Für eine durchgängige Kommunikation zwischen Komponenten, Anlagen, Gebäuden und Netzen ist die Integration von existierenden und neuen Gebäudeinfrastrukturen wie Gebäudeautomation, Gebäudeleittechnik, Messtechnik und intelligente Zähler in Energiemanagementsystemen auf unterschiedlichen Ebenen (Gebäude, Quartiere, Städte, Regionen, etc.) erforderlich. Durch die Zusammenführung bestehender Infrastrukturen und Daten und einer gegebenenfalls notwendigen rationalen Ergänzung derer, können Prozesse im Bauwesen (Planung, Inbetriebnahme, Betrieb) optimiert und die Wirtschaftlichkeit von Gebäuden und des Energiesystems nochmals gesteigert werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Integration von Energiesystemen, Automation und Monitoring
- Massendaten, Datenzugänglichkeit, Datenqualität, Datensicherheit, Datenschutz
- Plug-and-Play Systeme: Netz-Schnittstellen, Monitoring-Schnittstellen (Diagnosestecker), Modularität
- Kostengünstige und zuverlässige Sensoren und Zähler für Monitoring

Kosten-Nutzenanalyse:

- Auswertung der Netzdienlichkeit von Gebäuden und Quartieren
- Auswertung des dynamischen thermischen Komforts
- Auswertung von Betriebsführungsstrategien
- Monitoring auf allen Ebenen (Komponenten, Anlage, Gebäude, Quartier) und Verknüpfung des Monitorings auf den verschiedenen Ebenen

■ ERGEBNISSE

- Methoden und Technologien zur Integration von Monitoring in andere Systeme zum Zweck des Energiemanagements und der Betriebsbewertung und -optimierung

- Ergänzung von Standards

- Entwicklung neuer Qualitäten (Demand-Side-Management, Laststeuerung)

- Nachweis von Mehrwertpotenzialen

■ ART DER FORSCHUNG

- Demonstrationsprojekt und Feldtests: Komponenten-, Anlagen-, Gebäude- und Quartiersmonitoring, Integration von Energiesystemen, Automation und Monitoring

- Produktentwicklung: Plug-and-Play Monitoring, Sensoren, Vorfertigung von Sensorik in Produkte

AG 3 – 4. Daten

Monitoring und Energiemanagement erfordern Methoden und Verfahren zu Erfassung, Speicherung, Verdichtung und Analyse von Daten, die an der Schnittstelle zwischen Gebäude- und Energiesystemen einerseits und der Informationstechnik andererseits angesiedelt sind.

■ MOTIVATION

Fortgeschrittene Anwendungen des Monitorings und des Energiemanagements erfordern automatisch verarbeitbare Systeminformationen, die mit den Sensordaten und Zuständen der Systeme verknüpft sind. Vernetzte Energieerzeuger und -verbraucher erfordern auch vernetzte Informationssysteme. Die Akzeptanz dieser neuen Anwendungen erfordert:

- Zuverlässige Systeme und Monitoring-Methoden mit schnellen Reaktionszeiten

- Transparenz für Planer, Optimierer und Betreiber

- Innovative Benutzerschnittstellen für Datenbereinigung, Auswertung und Optimierung sowie eine konsistente und praxisorientierte Lösung für die Fragen des Datenschutzes bis hin zur kontextabhängigen Verschlüsselung und Anonymisierung von Meta- und Sensordaten

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Datenschutz: Erarbeitung von Lösungsszenarien, Konzepte zur Datensparsamkeit

- Datensicherheit durch Separation, „Vergesslichkeit“ von Daten

- Datenabstraktion und Ontologien: „BIM für Monitoring“ zur Erhöhung der Automatisierung von Systemanalysen

- Schnittstellen der Monitoring- und Energiemanagementsysteme zur Erfassungsebene

- Werkzeuge zur Datenaufbereitung, Datenverdichtung, Analyse und Visualisierung

- Aufbereitung vorhandener Monitoringdaten für Pilotanwendungen neu entwickelter Verfahren

■ ERGEBNISSE

- Offener Standard beziehungsweise standardisierte Schnittstellen für Komponenten

- Methoden zur Datenkonsolidierung und -abstraktion und Verschlüsselung

- Methodik für Datenkommunikation und -speicherung

- Analysewerkzeuge mit höherem Automatisierungsgrad und innovativen Benutzerschnittstellen (u. a. „Monitoring des Moniteurs“) wie permanente und automatische Kontrollverfahren

- Empirische Grundlagen/Benchmarks/KPIs

- Adaption vorhandener Lösungen/Technologien (insbesondere der IKT) aus anderen Anwendungsdomänen auf die Anforderungen im Bereich des Energiemanagements

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung: Entwicklung von Methoden und Verfahren

- Pilot- und Demonstrationsprojekte: Erprobung in Gebäuden und Systemen

AG 3 – 5. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit des Monitorings als Leistung im Verhältnis der Servicekosten zur Energiekosteneinsparung/Ressourceneffizienz wird der entscheidende Treiber und

Voraussetzung für die Erschließung von Optimierungspotenzialen im Betrieb sein.

■ MOTIVATION

Ausschlaggebend für die Durchführbarkeit und breite Akzeptanz eines nachhaltigen energetischen Monitorings ist das nachgewiesene Kosten-Nutzenverhältnis: Der finanzielle und personelle Aufwand für die Energiedatenerhebung und -auswertung darf den Nutzen durch Energieeinsparung nicht übersteigen. Wichtig ist hier, durch Forschungsmaßnahmen die Kostenstrukturen von Monitoring zu untersuchen und durch gezielte Entwicklungen zur Kostenreduktion voranzutreiben. Über eine entsprechende Verbesserung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses kann die Einführung von Monitoring in der Breite beschleunigt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsgegenstand sind zum einen die Entwicklung, Einbindung und Praxiserprobung kostengünstiger technischer Messsysteme für das Energiemonitoring, inklusive verbesserter temporärer Systeme:

- Systeme zur Nutzung von Abrechnungszählern
- Nutzbarkeit nicht eichfähiger Low-Cost-Messtechnik für Breitenmonitoring
- Systeme mit höherem Automatisierungsgrad sowie robuste und langlebige Systeme
- Integrationsfähigkeit in komplexe Auswerte- und Steuerungssysteme
- Mehrfachnutzung der Daten (Abrechnung, Regelung, Monitoring)
- Entwicklung von Auswertemethoden und Analyseverfahren basierend auf Minimal- und Low-Cost-Messtechnik für Felduntersuchungen ($n \gg 10$)

Ein weiteres Ziel muss die Skalierbarkeit von Monitoringkonzepten für unterschiedliche Untersuchungsobjekte sein. Einzelinhalte sind:

- Übertragbarkeit von Monitoringkonzepten durch Modularität
- Reduzierung des Monitorings auf gebäude- und quartierstypische Schlüsselparameter und deren modulare Anwendung

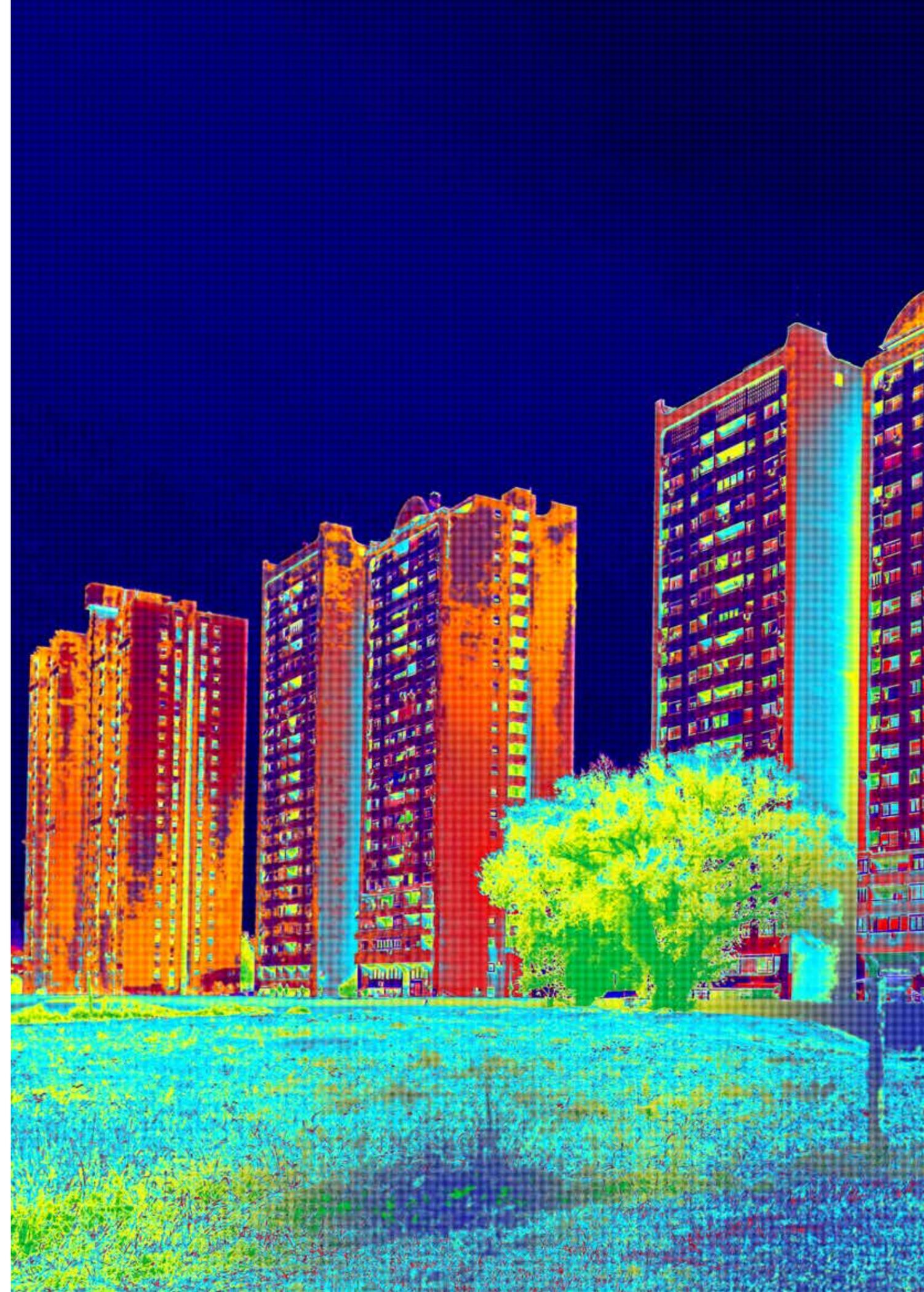
- Intensität des Monitorings (Messzyklen, Reporting-Zyklen etc.)
- Robustheit von Prozessen bei der Skalierung
- Anforderungen an die Fachkompetenz der Bearbeiter
- Prüfung der Relevanz und Optimierung nicht-technischer Aspekte (Managementfähigkeiten, Kommunikation)
- Entwicklung geeigneter und einfach zu nutzender Verfahren zur Visualisierung von Monitoring Ergebnissen sollte deren Rückspiegelung an Akteure unterstützen

■ ERGEBNISSE

- Empirische Daten zur Qualität des Gebäudebetriebs
- Empirische Daten zur Wirtschaftlichkeit des Monitorings
- Monitoringsoftware mit erhöhter Automatisierung von Fehlererkennung
- Standards für Prozesse und technische Systeme im Monitoring
- Vorschläge zur Anpassung des Normenwesens
- Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)
- Erarbeitung von Leitfäden für Qualifizierungsmaßnahmen

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung: Vorgaben für die einheitliche Erfassung empirischer Daten
- Pilot- und Demonstrationsprojekte: ($n < 10$) und Feldtests ($n > 10$)



AG 4 LEBENSZYKLUSBETRACHTUNGEN – MATERIAL-, GEBÄUDE- UND SYSTEMEFFIZIENZ

Der betrachtete Themenbereich befasst sich mit der Erweiterung des Betrachtungsfokus von der reinen Energieeffizienz hin zur Ressourcen- und Systemeffizienz. Gerade im globalisierten Agieren von Produktions-, Vertriebs- und Abfallmanagement wird auf diese Weiterfassung des Betrachtungs- und Entwicklungshorizontes für die Bauwirtschaft mit ihren riesigen Massenströmen ein immer größerer Stellenwert zukommen.

Energetische Aspekte in Gebäuden und Quartieren sind bislang insbesondere im Betrieb (Wärme- und Strombedarf während der Nutzung) von großer Relevanz. Im Zuge des Fortschritts bei der Energieeffizienz wird jedoch die in der Infrastruktur gebundene Energie (aus der Herstellung von Materialien und Bauteilen) sowie die Erhaltung dieser Energie durch hochwertige Verwertungsverfahren immer relevanter.

Um den vollständigen Blick auf das gesamte System zu erhalten und neben dem Energiebedarf im Betrieb (Nutzungsphase) auch Materialien und Bauteile sowie ihre Herstellungsaufwendungen im Vergleich zu den ihnen erzielten Einsparungen quantitativ abwägen zu können, ist eine vollständige Betrachtung des Lebenszyklus (Herstellung – Nutzung – Verwertung) von zentraler Bedeutung. Hierzu sind geeignete Daten und Indikatoren zu erheben, entsprechende Analysen durchzuführen und Modell- und Demonstrationsvorhaben umzusetzen.

Mit der Verschiebung der Aufwendungen vom Betrieb in die Herstellung und der steigenden Verantwortung für eine hochwertige Verwertung ist es erforderlich, auch effiziente Produktions-, Rückbau- und Verwertungstechnologien voranzubringen und sich von der Energieeffizienz hin zur Ressourcen- und Systemeffizienz zu orientieren. So spart Dämmung Energie im Betrieb, kostet jedoch Energie in der Herstellung und diese Energie muss in der Verwertung erhalten oder weiter-genutzt werden.

Neben den entsprechenden Technologien zum Umgang mit Materialien und Bauteilen ist auch die gezielte lebenszyklusorientierte Werkstoff-, Bauteil- und Systementwicklung von großer Bedeutung, um die

verwendeten Produkte bereits in ihrer Entwicklung entsprechend zu konzipieren.

Wissenschaftlich zukunftsfähige Lösungen für die Energiewende weiterzuentwickeln, heißt somit insgesamt Lebenszykluseffizienz wissenschaftlich und technologisch richtig vorzudenken.

AG 4 – 1. Lebenszyklusbezogene Daten und Analysen

Lebenszyklusbezogene Daten und Analysen decken ökologische, ökonomische und technische Aspekte von Materialien, Produkten, Gebäuden und Systemen von der Entnahme von Ressourcen aus der Umwelt über die Herstellung von Produkten und deren Nutzung bis zur Verwertung am Lebensende ab. Die parallele Betrachtung dieser Aspekte über den gesamten Lebenszyklus dient einerseits der gezielten Effizienzsteigerung und Ableitung von Verbesserungspotenzialen, andererseits dem Identifizieren von Zielkonflikten und dem Vermeiden von Umverteilungseffekten. Lebenszyklusanalysen von Gebäuden schließen soziale Aspekte ein.

■ MOTIVATION

Lebenszyklusanalysen erfordern konsistente, belastbare und aussagekräftige Basisdaten, eine entsprechende Verbreiterung der Datenbasis und die Weiterentwicklung von Methoden zur Wirkungsabschätzung sind daher eine wichtige Basis für Aussagen zur Nachhaltigkeit. Durch die Bereitstellung von lebenszyklusbezogenen Daten und damit der Schaffung von Transparenz im Hinblick auf Ressourcen- und Energieeffizienz, können potenzielle Rohstoffabhängigkeiten aufgezeigt und eine systemische Verbesserung durchgeführt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Stoffstromanalysen für kritische oder knappe Materialien
- Weiterentwicklung von Methoden zur ökologischen und ökonomischen Lebenszyklusanalyse (z. B. Aspekte

THEMEN | AG 4:

AG 4 – 1. Lebenszyklusbezogene Daten und Analysen

AG 4 – 2. Lebenszyklusorientierte Modell- und Demonstrationsvorhaben

AG 4 – 3. Produktions-, Rückbau- und Verwertungstechnologien

AG 4 – 4. Lebenszyklusorientierte Werkstoff-, Bauteil- und Systementwicklungen

der Landnutzung, Biodiversität, Kosten-Nutzen-Betrachtung etc.); Abdeckung der Indikatoren entsprechend der Ressourceneffizienzdefinition des Umweltbundesamtes

- Quantifizieren der primären und sekundären ökonomischen und ökologischen Effekte von Technologien
- Prozess-, Technologie- und Wertschöpfungskettenanalysen
- Spezifische Produktanalysen zur Verbesserung von Produkten und Gebäuden hinsichtlich Nutzungsanforderungen (z. B. Lebensdauer, Qualität etc.)
- Weiterentwicklung von der Ressourceneffizienzsteigerung hin zur Steigerung der Systemeffektivität; Projektbegleitende Lebenszyklusanalysen von energetisch optimierten Gebäuden in der Planungs- und Nutzungsphase

Forschungsbedarf besteht insbesondere in den Bereichen konsistente Basisdaten, Bauwerkinformationsmodellen (BIM), Entwicklungsbegleitung und Zukunftsszenarien.

■ ERGEBNISSE

- Lebenszyklusbezogene Basisdaten entsprechend den Qualitätsanforderungen der OKOBAUDAT-Datenbank zur Anwendung für Neubau und Bestand in verschiedenen Nutzungsarten
- Neue Methoden zur ökologischen, ökonomischen und technischen Analyse und Bewertung von Materialien, Gebäuden und Systemen unter Berücksichtigung von Zukunftsentwicklungen
- Verknüpfung und Operationalisierung von Daten
- Analysen zur Steigerung der Effizienz von Prozessen, Technologien, Produkten und Systemen
- Erkenntnisse aus der projektbegleitenden Lebenszyklusanalyse von Gebäuden zur Verbesserung von Planung und Betrieb

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung im Bereich der Methoden(weiter)entwicklung, der Systemanalyse und der Basisdatenermittlung

Eine Kombination mit Pilot- und Demonstrationsprojekten im Bereich der entwicklungs-, planungs- und betriebsbegleitenden Analyse ist möglich.

AG 4 – 2. Lebenszyklusorientierte Modell- und Demonstrationsvorhaben

In Modell- und Demonstrationsvorhaben werden erarbeitete Forschungs- und Entwicklungsergebnisse im Praxiseinsatz überprüft und weiterentwickelt. Das reale Nutzer- und Betriebsverhalten hat Einfluss auf die Gebäude und Systemeffizienz und somit auf die Energieeffizienz. Hierbei sind Referenzobjekte für Neu- und Bestandsbauten gleichermaßen zu bewerten.

■ MOTIVATION

Gebäude- und Systemeffizienz muss für den gesamten Lebenszyklus vorliegen. Das betrifft die Materialauswahl, das Gebäude und die technische Ausrüstung. Die Energieart (wie Solarenergie) und die Kombination dieser mit konventionellen Systemkomponenten vor allem im Niedertemperaturbereich bedürfen hinsichtlich der Versorgungs- und Nutzungsbereiche weiterer Entwicklung. Die Nutzerakzeptanz ist derzeit noch gering. Oftmals sind die Techniken vorhanden, aber die theoretisch ermittelte Energieeffizienz wird jedoch wegen fehlender Nutzerakzeptanz und fehlendem Wissen des Betreibers nicht erreicht. Eine baupraktische Umsetzung in Form von Referenzobjekten für ausgewiesene Modell- und Demonstrationsinhalte schafft die entsprechende Breitenwirkung.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für die Weiterentwicklung der Technologien, inklusive Systeme und Komponenten, sind Anwendung und

Betreibung die zentralen Aufgaben für Neubauten, Bestandsbauten und Quartiere. Dabei geht es vor allem um:

- Entwicklung von Prozessen zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz bezüglich der Technologien
- Entwicklung von „einfachen“ technischen Bedienelementen zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz
- Entwicklung und Erprobung von Komponenten mit erhöhter Lebensdauer
- Entwicklung von Komponenten oder Materialien zur Reduktion von Wartungskosten
- Clustern möglicher Kombinationen technischer und baulicher Komponenten für ausgewählte Anwendungen entsprechend unterschiedlicher Gebäudetypen
- Entwicklung von Systemen, die Nutzungsänderungen folgen können
- Aufnahme von Felduntersuchungen mit dem Ziel nutzungsseitige Bedarfe zu ermitteln, zu analysieren und kategorisieren
- Einbindung von Referenzobjekten in die Entwicklung
- LCA/LCC für die vorstehenden Aufgabenfelder (auch projektbegleitend)
- Ermittlung möglicher CO₂-Emissionsreduzierungen als Werkzeug für die Breitenwirkung; nonverbaler Informationstransfer
- Entwicklung von Nutzungsänderungsprofilen über den Lebenszyklus der Technologien in Verbindung mit dem Gebäude als System

■ ERGEBNISSE

Als Ergebnis werden optimierte Systeme und anwenderfreundliche Tools erwartet. Die Industrie, die Komponentenentwicklung und das System als solches werden ganzheitlich betrachtet und evaluiert. Für veränderte Nutzeranforderungen werden Modelle vorhanden sein. Die Breitenwirkung und Akzeptanz für Produkte und Systeme mit energie- und ressourceneffizienter Ausrichtung wird verbessert.

■ ART DER FORSCHUNG

Für die Komponentenentwicklung sind Vorlauf-forschungen und Produktentwicklung geplant. Die Technologieforschung als System erfolgt in der Entwicklung von geeigneten Pilot- und Demonstrationsprojekten.

AG 4 – 3. Produktions-, Rückbau- und Verwertungstechnologien

In der Prozess- und Technologieentwicklung für die Herstellung und Produktion von Werkstoffen, Bauteilen und Bausystemen sowie für ihren Rückbau und ihre Verwertung besteht die zentrale Herausforderung der energetischen sowie stofflich/werkstofflichen und ökologischen Effizienz. Neue beziehungsweise optimierte Technologien hierfür müssen diesen Aspekt über den Lebenszyklus der Produkte technisch ermöglichen und somit eine Gesamteffizienz auf bestmöglichem Niveau zum Ziel haben. Dabei müssen alle Schritte von der Herstellung über eine Weiter-, Wiederverwendung bis hin zur Verwertung zum Beispiel von Rohstoffen oder Werkstoffen in Prozessen und Anlagen betrachtet werden.

■ MOTIVATION

Prozesse und Technologien zur Herstellung und Produktion sowie für Rückbau und Verwertung von Werkstoffen, Bauteilen, Bausystemen und kompletten Gebäuden müssen lebenszyklusorientiert und integral ausgerichtet werden. Anforderungen an Gebäude und ihre baulichen Bestandteile werden nicht mehr isoliert von ihrem Umfeld betrachtet, sondern ein Optimum aus ökonomischer, ökologischer und technologischer Sinnhaftigkeit angestrebt. Dies umfasst insbesondere auch neue und verbesserte Verfahrenstechnologien über den gesamten Lebenszyklus.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für die Herstellung von Produkten und Systemen gilt es, Technologien, Verfahren und Prozesse mit folgenden Ausrichtungen zu bearbeiten:

- Energetische Effizienzsteigerung im Prozess, Umsetzung der Erhöhung von Modularität und Vorfertigungsgrad auf Produktebene; (Serien-) Verfahren aber auch Verfahrensketten zur individualisierten beziehungsweise objekt-spezifischen Produktion; Verfahren für rückbau- und

trennoptimiertes Fügen, Erhöhung des Einsatzes von Recyclat- und Sekundärrohstoffen

- Für Rückbau und Verwertung sind insbesondere Technologien, Verfahren und Prozesse mit der Zielsetzung einer Steigerung des werterhaltenden und strategischen Recyclings notwendig
- Verfahren zur Trennung komplexer Gemische und Materialverbünde insbesondere auch auf werkstofflichem Niveau; Ausschleusen von Schad- und Risikostoffen, mobile/dezentrale, kombinierte und abfallbereichsübergreifende Anlagenkonzepte; Integration von Logistik und Transporttechnologien

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivität ist die zielorientierte Entwicklung von Technologien für Produktion/Herstellung, Rückbau- und Verwertungsprozesse von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen, um sie damit in ihre Bestandteile entsprechend den ökologischen und ökonomisch sinnvollen Prozesszielen im Lebenszyklus auftrennen zu können und einem Kreislauf oder Verwertungskaskaden zuzuführen.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Art der Forschung hängt überwiegend vom Innovationsgrad der eingesetzten Technologien ab. Beim Einsatz bereits marktverfügbarer Technologien handelt es sich primär um eine anspruchsvolle Technologieweiterentwicklung in Kombination mit Pilot- und Demonstrationsanlagen. Werden jedoch neue Produktions-, Rückbau- und Verwertungs-technologien entwickelt so handelt es sich um Vorlufforschung.

AG 4 – 4. Lebenszyklusorientierte Werkstoff-, Bauteil- und Systementwicklungen

Unter dem Anspruch „lebenszyklusorientiert“ sollen Werkstoffe, Bauteile und Bausysteme entsprechend dem Kreislaufgedanken energie- und ressourceneffizient entwickelt werden und somit nach einer optimalen Nutzungsphase einfach rückgebaut, weiter-/wiederverwendet werden können beziehungsweise als sortenreine Materialien oder Bestandteile in einen Stoff-beziehungsweise Produktkreislauf rückgeführt werden. Design und Entwicklung dieser Werkstoffe, Bauteile und

Systeme basieren deshalb auch auf der Verwendung von recycelten Stoffen und Produktteilen und auf einer verstärkt abgestimmten Vernetzung von Verwertung und Entwicklung (Design for Reuse and Recycling).

■ MOTIVATION

Lebenszyklusoptimierte Produkte werden immer stärker von Gesellschaft und Politik gefordert. Die ergänzte Grundanforderung Nr. 7 an Bauwerke, gemäß EU-Bauproduktenverordnung (BauPVo) vom 01.07.2013, zielt darauf ab, ein Bauwerk so zu entwerfen und zu errichten, dass die eingesetzten natürlichen Ressourcen nach dem Abriss (= Abfall) wiederverwendet oder recycelt werden können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Entwicklung von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen mit alternativen Füge- und Montageprozessen anstatt großflächiger permanenter Haftverbunde
- Design und Entwicklung von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen basierend auf rückgebauten und demontierten Stoffen und Produktteilen
- Entwicklung von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen unter dem Gesichtspunkt der Weiterverwendung, Ressourceneffizienz und -einsparung
- Berücksichtigung von umweltrelevanten Aspekten bei der Entwicklung von neuen Produkten zur Vermeidung von Riskcycling
- Verbesserte Materialkennzeichnung und Reduzierung der Materialvielfalt bei der Entwicklung von neuen Produkten als Hilfestellung für eine sortenreine Verwertung und Qualitätssteigerung bei der Entwicklung von Produkten aus Recyclaten
- Substitution von Werkstoffen und Materialien die in energieintensiven Prozessen gewonnen werden
- Steigerung des Anteils von Produkte die auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden
- Reduzierung des Abfallanteils und des Ressourcenverbrauchs durch die Entwicklung von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen, die sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht leicht in Stand zu halten beziehungsweise zu ertüchtigen sind oder längere Lebensdauern aufweisen

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivität ist die beispielhafte Entwicklung und Demonstration marktreifer Werkstoffe, Bauteile und Bausysteme, die sich einfach rückbauen und sortenrein in ihre Bestandteile trennen lassen und in den Stoff- beziehungsweise Produktionskreislauf rückgeführt werden können. Von den Vorhaben soll eine Signalwirkung ausgehen.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Art der Forschung hängt überwiegend vom Innovationsgrad der avisierten Entwicklungsansätze ab. Beim Einsatz bereits marktverfügbarer Konzepte handelt es sich primär um eine anspruchsvolle Produktentwicklung in Kombination mit Demonstrationsmustern und Prototypen. Werden jedoch neue Werkstoffe, Bauteile oder Bausysteme entwickelt, so handelt es sich um Vorlaufforschung.



AG 5 PLANUNGSWERKZEUGE

Energieoptimierte Gebäude und Quartiere stellen hohe Anforderungen an die Planung, die nur mit Hilfe geeigneter Modellierungen und Tools umzusetzen ist. Bei der Entwicklung solcher Tools spielen verschiedene Themen eine wichtige Rolle. Grundlegende Fragestellungen wie die Verfügbarkeit einer verlässlichen Datenbasis, angepasste Lösungsverfahren und die Kopplung unterschiedlicher Modellierungsansätze für verschiedene Bereiche des Systems Gebäude beziehungsweise Quartier spielen bei der Entwicklung von Planungswerkzeugen eine ebenso große Rolle, wie die Definition standardisierter IKT-Schnittstellen. Planungsprozesse für energieoptimierte Gebäude und Quartiere müssen fachbereichsübergreifend durchgeführt werden. Dabei steht die Vielzahl der fachspezifischen Simulations- und Bewertungstools häufig einer effizienten Planung im Weg, da es schwer ist, das für die spezifische Fragestellung geeignete Tool zu finden. Der Begriff „Integrale Planung“ ist dabei in der Praxis nicht eindeutig definiert und auch nicht in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) verankert. Hier sind eine Begriffsspezifikation sowie die Erstellung geeigneter Planungshilfsmittel notwendig. Für einen flächendeckenden Einsatz von Simulationen im Planungsprozess ist eine Qualitätskontrolle der eingesetzten Tools notwendig, die für eine Vergleichbarkeit der Modellierungen sorgt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Erstellung einheitlicher Datenmodelle auf Gebäude- und Quartierebene, die ebenso für die Planung wie auch für Simulations- und Nachweisverfahren verwendet werden können, so dass die einzelnen Phasen eines Gebäudes auf einheitlicher Basis bewertet werden können.

AG 5 – 1. Domänenübergreifende Modellierung und Lösungsverfahren

Computergestützte Planungswerkzeuge umfassen neben Daten- und Berechnungsmodellen ebenso problemspezifisch angepasste Lösungsverfahren. Für den effektiven Einsatz neuartiger Planungswerkzeuge auf den Ebenen Nutzer, Bauteil/Anlage, Gebäude, Quartier und Stadt sind Multiskalen-Modelle notwendig, sowohl auf Seiten der dynamischen Prozessbeschreibung

als auch für die als Informationsinput benötigten statischen Gebäude- und urbanen Bestandsmodelle.

Ganzheitliche Systemanalysen und Optimierungen erfordern darüber hinaus domänenübergreifende Betrachtungen wie beispielsweise die gekoppelte Analyse elektrischer, thermischer und hydraulischer Prozesse. Dabei kommen Modelle unterschiedlicher Komplexität und Aussagefähigkeit zum Einsatz. Diese haben entsprechend unterschiedliche Akzeptanzgrenzen für Berechnungszeiten und Simulationseffizienz.

■ MOTIVATION

Gebäude der Zukunft müssen in der Lage sein, die volatilen erneuerbaren Energieformen elektrisch und thermisch zu speichern und sich netzdienlich zu verhalten. Fundierte planungsunterstützende Aussagen über die Energieeffizienz gekoppelter Gebäude-/Systeme werden in Zukunft zunehmend über eine modellhafte Abbildung und Berechnung gewonnen. Modelle, welche reales Verhalten aspektübergreifend auf verschiedenen Betrachtungsskalen abbilden, bieten Experten Analyse- und Optimierungsmethoden, welche mit klassischen normativen Bewertungs- und Nachweisverfahren nicht erhalten werden können. Gleichzeitig gilt es, reale Mess- und Verbrauchsdaten zum betriebstechnischen Verhalten einzubeziehen, um innovative Methoden der Modellprädiktive Regelung (MPC) oder des Demand-Side-Management (DSM) umsetzen zu können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Im Vordergrund stehen anwendungsfähige Simulationsmodelle, die aktuellen wissenschaftlichen Standards genügen. Deren Modellkomplexität muss ausreichend hoch sein, jedoch in Einklang mit Datenverfügbarkeit und akzeptabler Berechnungsgeschwindigkeit gebracht werden. Letzteres bedingt auch eine Weiterentwicklung von Rechenkernen, um sowohl die Genauigkeit der Lösungsverfahren zu verbessern wie auch Simulations-/ Berechnungszeiten zu reduzieren. Weiterhin ist die Erweiterung von zugrundeliegenden statischen Gebäude- und Stadtmodellen (BIM/GIS) für die

THEMEN | AG 5

- AG 5 – 1. Domänenübergreifende Modellierung und Lösungsverfahren
- AG 5 – 2. Schnittstellen für Planungswerkzeuge
- AG 5 – 3. Thema: Integrale Planungsprozesse
- AG 5 – 4. Qualitätssicherung Planungswerkzeuge
- AG 5 – 5. Einheitliche Datenmodelle für Planung und Betrieb

Parametrierung dynamischer Modelle eine wesentliche Aufgabe. Ganzheitliche Optimierungen bedingen die Abstimmung von Modellen und deren Schnittstellen zur domänenübergreifenden Kopplung (z. B. durch Co-Simulation). Konzepte und technische Lösungen für eine konsistente Datenübertragung aus zugrundeliegenden Gebäude-/Stadt-Datenmodellen in spezialisierte Berechnungsmodelle müssen erarbeitet werden.

■ ERGEBNISSE

Generalisierbare dynamische und statische Modelle; Standards für Datenbezeichnungen (einschließlich Monitoring); Modellierung und zugehöriger Attributierung und Parametrisierung auf verschiedenen Skalen; inhaltliche und technische Integrationsstrategien; Konzepte und Werkzeuge zur Modellkopplung Referenzimplementierungen/Rechenkerne (frei verfügbar); problemangepasste und optimierte Lösungsalgorithmen; Konzepte und Verfahren zur Modell-Modell-Transformation sowie zur Modelldaten/Parameterübertragung

■ ART DER FORSCHUNG

- Weiterentwicklung von Modellen und Standards; Konzeptentwicklung, Referenzimplementierungen von Algorithmen; Softwareentwicklung; Modellanalyse; Anwendung

AG 5 – 2. Schnittstellen für Planungswerkzeuge

Offene und standardisierte IKT-Schnittstellen sind das zentrale Leistungsmerkmal von vielseitig nutzbaren, flexiblen und skalierbaren Software-Architekturen. Um diese Qualität für existierende und neue Planungswerkzeuge gewährleisten zu können, müssen die erforderlichen Schnittstellen definiert und umgesetzt werden. Einheitliche Schnittstellen und standardisierte Datenmodelle bilden die Grundlage für gesichertes, lebenszyklusorientiertes Datenmanagement, sowie den Datenaustausch zwischen Software-Tools, zu Datenerfassungssystemen für Gebäude, Technische Gebäudeausrüstung und Netze, zum energetischen Monitoring beziehungsweise zur Betriebsoptimierung. Weiterhin bedarf es Schnittstellen zu Gebäude- und

Geoinformationsmodellen (BIM/GIS), zur Modellkalibrierung, zur ganzheitlichen Bewertung beziehungsweise zur Nachweisführung sowie für Ein- und Ausgabeplattformen.

■ MOTIVATION

Die Digitalisierung des Prozesses Planen, Bauen und Betreiben stellt eine enorme Herausforderung für alle am Prozess des Bauens Beteiligten dar. Voraussetzung für einen wertsteigernden Einsatz von Analyse- und Planungsinstrumenten sind verbindliche technische Standards, um die Interoperabilität zwischen den verschiedenen Systemen zu verbessern. Innerhalb der EWB-Vorhaben (EnOB/EnEff:Wärme/EnEff:Stadt) entwickelte Planungswerkzeuge weisen eine starke Heterogenität auf. Diese sind singuläre, teilweise problemmotivierte Parallelentwicklungen mit unterschiedlichen Lösungsmethoden und haben wenige bis keine Schnittstellen untereinander beziehungsweise zu anderen Planungswerkzeugen. Eine Kopplung von Tools ist meist nicht möglich.

Ziel ist es daher, mittels geeigneter Daten- und Modellseitiger Schnittstellen Kopplungen zwischen Werkzeugen zu ermöglichen, womit Planungs-, Betriebs- und Optimierungsaufgaben im Kontext netzdienlicher Gebäude und Quartiere möglich werden. Eine hohe Wiederverwendbarkeit bestehender Lösungen soll erreicht und Parallelentwicklungen vermieden werden. Es werden Schnittstellen benötigt, um Modelle auf unterschiedlichen Skalen (Nutzer-Raum-Bauwerk-Netze-urbanes System) verknüpfen zu können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Forschungsinhalte betreffen Definitionen und Entwicklungen von Schnittstellen von und zu digitalen Planungs- und Infrastrukturmodellen, die Weiterentwicklung von einheitlichen, offenen Standards für (a) modellseitige Kopplungen durch die Verbindung von Modellen und Bibliotheken verschiedener Detaillierungstiefe, (b) die datenseitige Kopplung zum Datenaustausch zwischen digitalen Planungswerkzeugen (Building-Information-Modelling, Geoinformationssysteme) und Berechnungs- und Nachweismethoden sowie (c) Schnittstellen zur Betriebsoptimierung (Inbetriebnahme, Monitoring, Fehlererkennung und Diagnose). Die

Forschungsinhalte betreffen weiterhin (d) "weiche" Schnittstellen zwischen Planungsbeteiligten im Sinne von Werkzeugen zur Förderung von Interoperabilität und Entscheidungsunterstützung.

■ ERGEBNISSE

Höherer Reifegrad von Planungswerkzeugen, die in der Lage sind, durch geeignete Schnittstellen skalenübergreifende Problemlösungen zu betrachten; steigende Interoperabilität im Sinne eines durchgängigen Datenaustausches zwischen Planungsbeteiligten; flexible Anbindung an Methoden zur Betriebsoptimierung

Leitfäden liefern fundierte Fachinformationen bezüglich Umsetzung. Pilotvorhaben demonstrieren die technische Reife der Lösungen anwendungsnah – Festschreibung erprobter Lösungen durch begleitende Standardisierung.

■ ART DER FORSCHUNG

- Schnittstellendefinition und -entwicklung; Softwareentwicklung; Leitfäden; Begleitung von Pilot- beziehungsweise Demonstrationsvorhaben; Standardisierung; Tests

AG 5 – 3. Thema: Integrale Planungsprozesse

Komplexe planerische und bauliche Fragestellungen im Kontext der Energie und Nachhaltigkeit sind mit traditionellen Planungsansätzen nicht zufriedenstellend lösbar. Ganzheitliche, systemische Betrachtungen, die eine frühzeitige Einbindung und Vernetzung der vielfältigen Fachaspekte erfordern, bieten ein erhebliches Optimierungspotenzial – vor allem in Verbindung mit innovativen Informations-/Kommunikationstechnologien.

■ MOTIVATION

Der planerische Optimierungsprozess konnte durch die Entwicklung innovativer fachspezifischer Simulations- und Bewertungswerkzeuge wesentlich verbessert werden. Die Vielzahl an verfügbaren Lösungs- und Optimierungsstrategien erschwert jedoch Planungsakteuren die Identifizierung kontextspezifisch zielführender Planungsstrategien und Maßnahmen. Bisher existieren kaum anwendbare systemische Methoden, Vorgehensmodelle oder integrale Planungshilfsmittel, um Planungsteams in den wichtigen frühen strategischen Projektphasen einer Integralen Planung ganzheitlich zu unterstützen. Hieraus ergibt sich ein dringender Handlungsbedarf auf Ebene der Prozessqualität und Akteurskommunikation.

■ FORSCHUNGSINHALTE

In der Praxis besteht Unklarheit über den Begriff „Integrale Planung“ und dessen Umsetzung. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung soll deshalb ein verbessertes Verständnis planerischer Prozesse, der Akteureinbindung und der unterschiedlichen, teils neuen Rollen (z. B. BIM-Manager/Projektsteuerer), auch im Kontext der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, entwickelt werden. Hierauf aufbauend werden die Entwicklung geeigneter Vorgehensmodelle, Planungshilfsmittel und Mensch-Werkzeug-Interaktion sowie die Schaffung geeigneter normativer und rechtlicher Rahmenbedingungen möglich. Pilotvorhaben sollen der anwendungsnahen Prozessanalyse sowie zielgruppenorientierten Evaluierung von Planungshilfsmitteln dienen. Für frühe Planungsphasen ist zudem die Entwicklung eines gemeinsamen Planungsverständnisses wichtig, da hiervon das Gelingen eines Projektes abhängt. Daher kommt der systemischen Analyse des Planungsgegenstandes beziehungsweise Planungsproblems sowie dessen Systemgrenzen und der hierauf aufbauenden Entwicklung eines gemeinsamen Planungsverständnisses eine wichtige Bedeutung zu. Forschungsinhalte sind daher die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur kooperativen Ziel- und Anforderungsentwicklung. Eine frühzeitige horizontale Integration von Fachaspekten setzt voraus, dass Simulations- und Bewertungswerkzeuge bereits in frühen Planungsphasen prozessbegleitend eingesetzt werden. Auf Seiten der Modellierung wie auch Simulation bedeutet dies eine Erweiterung der Methoden und Modelle, um die in frühen Planungsphasen vorhandene Unschärfe (Level-of-Development, Level-of-Detail) abbilden und handhaben zu können. Dies beinhaltet Methoden zur Bestandsdatenerfassung (Renovierung) hinsichtlich Gebäudestruktur und technischer Ausstattung, auf deren Basis Planungs-, Optimierungs- und Bewertungsprozesse stattfinden können.

■ ERGEBNISSE

Begriffsspezifikationen und Prozesskriterien; Methoden und Modelle zur Integralen Planung; Planungshilfsmittel zur Integralen Planung; Modellierungsansätze für frühe Planungsphasen

■ ART DER FORSCHUNG

- Prozessanalyse; Methodenforschung; prototypische Entwicklung von Planungshilfsmitteln und IT-gestützten Werkzeugen; Anwendung und Verifizierung in Pilotprojekten

AG 5 – 4. Qualitätssicherung Planungswerkzeuge

In der Normung werden zunehmend neben den vereinfachten Bilanzierungsansätzen auch Simulationsrechnungen zugelassen. Die jüngsten Entwicklungen zeigen, dass die Simulation immer wichtiger beziehungsweise teils unausweichlich wird für die Planung und den Betrieb von Gebäuden und Quartieren mit innovativen Versorgungskonzepten. Simulationsergebnisse können bereits jetzt in die normativ zugelassenen Verfahren eingekoppelt werden.

Damit die Berechnungen nachvollziehbar, vergleichbar und verlässlich sind, müssen Qualitätsstandards sowohl für die Simulationswerkzeuge an sich als auch für deren Anwendung und deren Anwender definiert werden. Gerade im Bereich der Anwendung kann die Fehlerspanne über standardisierte Ein- und Ausgaben sowie über die Festlegung geeigneter Standardwerte drastisch eingegrenzt werden. Da auch Modelle für die Bereitstellung von beispielsweise Gebäudedaten, Klimadaten und Nutzungsbedingungen zum Einsatz kommen, ist eine Entwicklung in Richtung Standardisierung der Datenmodelle unbedingt notwendig. Zusätzlich müssen Methoden zur Verbesserung der Transparenz der Simulationsmodelle und normativen Berechnungsansätze, zum Beispiel durch dokumentierte Beispiele, die auch als Anwendungsleitfaden für die Anwender aufbereitet werden, entwickelt werden.

■ FORSCHUNGSFORMAT

Die Qualitätssicherung muss die Methoden entwickeln, geeignete Unterstützung bieten und die Prozesse begleiten, die eine klare arbeitsteilige Trennung zwischen Wissenschaft und Praxis, von der Entwicklung über die Validierung bis hin zur Anwendung von Planungswerkzeugen, etablieren. Die zentrale Idee der Qualitätssicherung ist eine EnTool-Plattform für unterschiedliche Bilanzräume, wie Bauteile/Anlage, Gebäude, Quartiere und Städte. Mit der EnTool-Plattform soll der Fokus von der traditionellen Einzeltoolentwicklung hin zu einer vernetzt-kooptierten Zusammenarbeit verschoben werden. Ziel ist es, die wissenschaftlichen Methoden und Verfahren durch geprüfte Referenzlösungen in belastbare, praxistauglich anwendbare Instrumente zu überführen und es somit zu ermöglichen, diese wirtschaftlich in den Planungsprozess zu integrieren.

■ BESONDERHEIT DES FORSCHUNGSFORMATS

Die Qualitätssicherung steht unter dem Leitmotiv der Nutzerunterstützung und der Akzeptanzsteigerung beim

Endanwender. Das anvisierte Ziel soll durch die Erstellung von umfassenden Referenzlösungen für praxisrelevante Fallbeispiele erreicht werden, die in Zusammenarbeit mit der Begleitforschung offen zugänglich gemacht werden sollen. Um neue Qualitätsstandards für Simulationsverfahren zu entwickeln, sind unterschiedlichste Anwendungsszenarien in verschiedenen Komplexitätsstufen abzubilden. Die Referenzfälle müssen so angelegt sein, dass sich die Modellkomplexität sukzessive aufbaut.

Eine Referenzlösung gibt die Parameter eines bestimmten Problemszenarios und eine Bandbreite der Lösungen innerhalb realistischer Genauigkeitstoleranzen vor. Um als validiertes Planungswerkzeug die Qualitätskriterien zu erfüllen, muss die vorgegebene Lösung innerhalb der Fehlergrenzen reproduziert werden können. Zusätzlich müssen Referenzlösungen für komplexe Gebäude- und Stadtmodelle zur Verfügung stehen, die beispielsweise von Demonstrationsvorhaben aus EnOB beziehungsweise EnEff:Stadt/Wärme abgeleitet werden.

Das Besondere des Formates ist neben der langfristigen Projektform (10–15 Jahre) auch die offene frei zugängliche EnTool-Plattform, deren Betrieb infrastrukturell sicher zu stellen ist, die aber projektmäßig von diversen Forschungsinitiativen genutzt und bedient werden kann.

AG 5 – 5. Einheitliche Datenmodelle für Planung und Betrieb

Im Rahmen der Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betrieb von Gebäuden, technischen Anlagen und Quartieren kommt eine Vielzahl proprietärer Formate, Datenquellen und Informationssysteme zum Einsatz. Einheitliche Datenmodelle zwischen Simulations- und normativen Bilanzmodellen existieren nicht. Ein Datenaustausch zwischen Software-Tools beziehungsweise zwischen Planungsbeteiligten ist in der Regel möglich, erfordert jedoch eine Konvertierung, Interpretation oder gar eine Ergänzung von fehlenden Datensätzen durch Annahmen oder Normwerte. Es fehlt ein gemeinsamer Standard (hiermit ist keine Schnittstelle gemeint) für eine gemeinsame Datenbasis für Planungsinstrumente, Simulationsmodelle, Nachweisverfahren und Optimierungsverfahren (CAFM), um eine vergleichbare und einheitliche Ausgangssituation zu schaffen.

■ MOTIVATION

Bislang ist es mit keinem Softwareansatz möglich, Daten, die zur Durchführung eines EnEV-Nachweises nach DIN V 18599 erhoben werden, zur weiteren

Verwendung in einem dynamischen Gebäude- und Anlagensimulationsmodell einzusetzen und umgekehrt, obwohl die Daten inhaltlich in weiten Teilen redundant sind. Dies wird unter anderem dadurch erschwert, dass sich Flächen-, Raum- und Zoneninformationen je nach betrachtetem Normungsteil unterscheiden und keine einheitlichen Transformationsvorschriften existieren. Ein vereinheitlichtes, Fachdisziplin übergreifendes Datenmodell ermöglicht einen integralen Ansatz, iterativen Optimierungsprozess, die Vermeidung systematischer Fehler bei der Datenübertragung sowie die konsistente Weiterverwendung für den Gebäudebetrieb (CAFM) im Lebenszyklus.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsinhalt ist die Entwicklung einheitlicher Datenmodelle auf Gebäude- und Quartiersebene einschließlich Anlagen- und Versorgungstechnik, die künftig als gemeinsame Grundlage für Planungs-, Simulations- und Nachweisverfahren dienen können. Die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudelebenszyklus (Konzeptphase, Entwurf, Genehmigungs-, Ausführungs- und Montageplanung, Inbetriebnahme, Betrieb) erfordert dabei die Entwicklung einer Logik zur unterschiedlichen Darstellung von Detaillierungsgraden (Granularitäten) im Modell sowie zur kontextbezogenen Transformation von Modellinhalten. Entwicklungsansätze sollen zudem Methoden des Änderungsmanagements beinhalten, um Datenkonsistenz und -persistenz zu garantieren und die Historie von Änderungen nachvollziehbar zu machen. Für die Modellverwaltung sollen rechtliche Fragestellungen, wie zum Beispiel die Definition von Zugriffsrechten sowie informationstechnische Datenschutzmaßnahmen betrachtet werden.

■ ERGEBNISSE

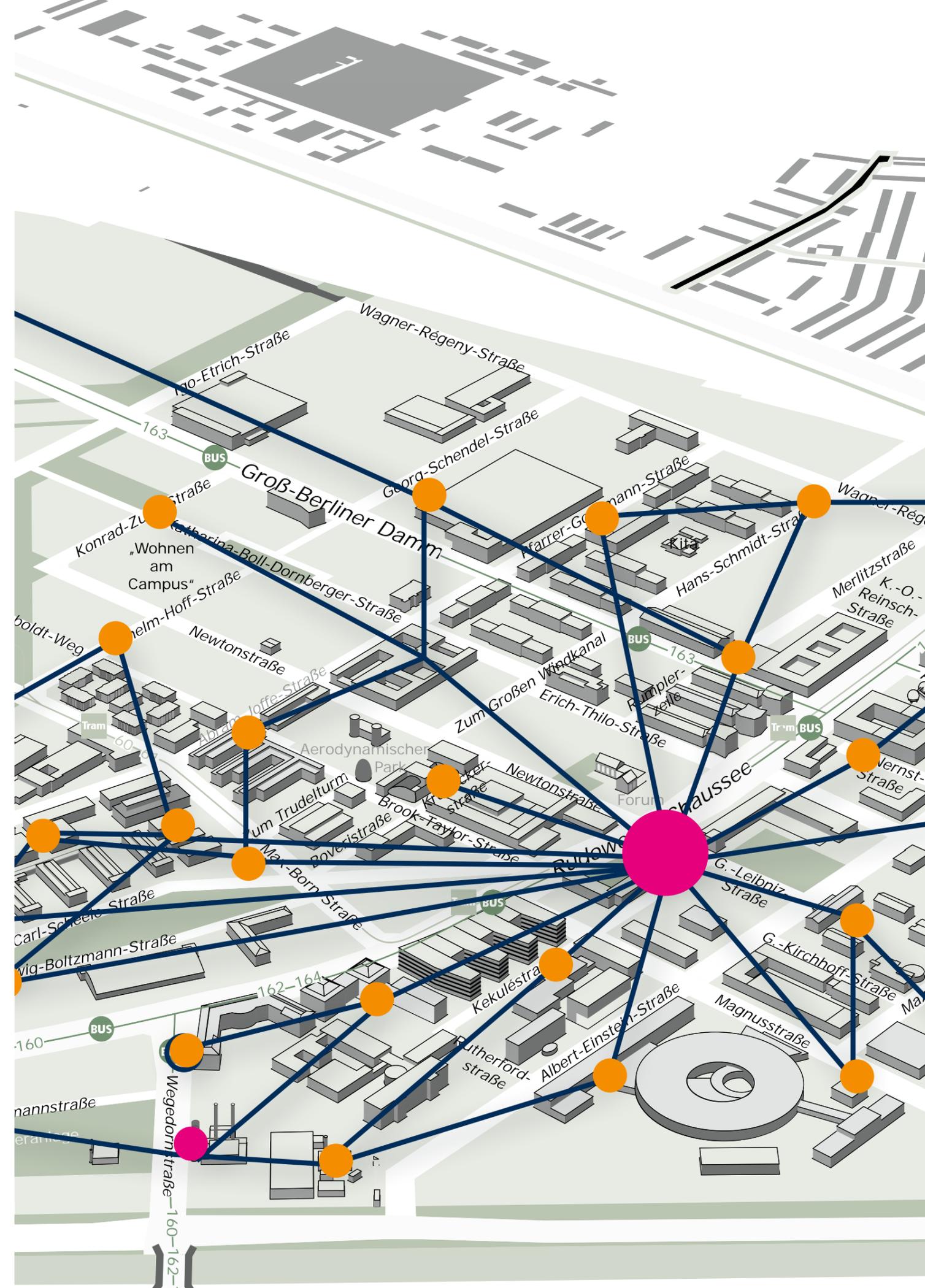
Verfügbarkeit eines vereinheitlichten Datenmodells auf Gebäude- und Quartiersebene als gemeinsame Grundlage für Planungs-, Simulations- und Nachweisverfahren; einheitliche Transformationsvorschriften zwischen normativen Modellinterpretationen; Logik zur Abbildung und Transformation unterschiedlicher Modelldetaillierungsgrade

Anforderungsanalyse für vereinheitlichte Datenmodelle; neben der semantischen Datenmodellierung mittels semi-formaler Methoden auch Demonstration der praxisnahen Anwendung

Zielsetzung ist es, ein fachdomänenübergreifendes Datenmodell sowie die informationstechnischen Voraussetzungen zu schaffen, so dass unterschiedliche Werkzeuge in unterschiedlichen Planungs- beziehungsweise Betriebsphasen oder aus unterschiedlichen Fachdisziplinen auf dieser gemeinsamen Basis genutzt werden können.

■ ART DER FORSCHUNG

- Datenmodellierung; Prozessanalyse, Modelldefinition; Methodenforschung; Softwareentwicklung, wissenschaftliche Begleitung von Pilot-/Demonstrationsvorhaben; Standardisierung



- AG 6 – 1. Integration von aktiven und adaptiven Gebäudehüllen in Bauprozesse und Wertschöpfungsketten
 AG 6 – 2. Multifunktionale Gebäudehüllen und deren Integration in die Gebäudesystemtechnik
 AG 6 – 3. 1000 Energie-Fassaden-Programm

AG 6 ADAPTIVE UND AKTIVE GEBÄUDEHÜLLEN

Zur Erreichung des Ziels, den Gebäudebestand in Deutschland bis 2050 klimaneutral zu gestalten, ist es nötig, Gebäude nicht nur als Verbraucher sondern auch als Erzeuger von Energie wahrzunehmen. Dabei spielt die Gebäudehülle eine wichtige Rolle: Sie sorgt einerseits für eine Abgrenzung nach außen und kann andererseits auch für die Gebäudetechnik und die Energiegewinnung verwendet werden.

Durch adaptive Dämmsysteme, die sich in ihrer Dämmwirkung an die Umgebung anpassen können und so wahlweise isolieren oder einen guten Durchgang von Wärme ermöglichen, kann die direkte Nutzung solarer Wärme erweitert werden. Aktive Gebäudehüllen können vielfache Funktionen haben, wie die Gewinnung von thermischer und elektrischer Energie aus der Solarstrahlung oder die Integration der Haustechnik in die Gebäudehülle. So kann man über eine intelligente Nutzung der Gebäudehülle zu einem energetisch optimierten Ganzen kommen. Die Integration der Haustechnik in die Gebäudehülle kann zudem durch einen hohen Vorfertigungsgrad auch zu Kosteneinsparungen gegenüber herkömmlicher Bauweise führen.

Bisher wurde bei der Gewinnung von Solarenergie hauptsächlich auf die Dachflächen gesetzt, für städtische Bebauung reichen diese Flächen alleine aber nicht aus. Durch eine Nutzung der Fassaden kann die verfügbare Fläche deutlich erweitert werden, entsprechende Systeme müssen aber noch weiterentwickelt und vor allem auch in ihrer wirklichen Nutzung getestet werden. Vor einem flächendeckenden Einsatz sollten verschiedene innovative Systeme an unterschiedlichen Standorten gebaut und durch ein aussagekräftiges Monitoring in der Nutzungsphase überwacht und bewertet werden.

Neben den funktionellen Aspekten sollte bei der Entwicklung ebenfalls darauf geachtet werden, dass die neuen Komponenten auch gestalterische Spielräume und Möglichkeiten lassen, da auf diese Weise eine erhöhte Akzeptanz bei den Bauherren und Nutzern zu erwarten ist.

AG 6 – 1. Integration von aktiven und adaptiven Gebäudehüllen in Bauprozesse und Wertschöpfungsketten

Multifunktionale Gebäudeelemente sollten nicht nur technisch, sondern umfassend in die Bauprozesse und Wertschöpfungsketten integriert werden, da zahlreiche nicht-technische Faktoren den Erfolg von innovativen Technologien beeinflussen.

■ MOTIVATION

Selbst die besten Erfindungen und Entwicklungen können nur dann erfolgreich sein, wenn die Rahmenbedingungen dies ermöglichen. Deshalb ist es essentiell, diese so weiterzuentwickeln, dass ein dauerhafter kommerzieller Erfolg möglich wird.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die beantragten Forschungsvorhaben sollen inhaltlich zu einer Verbesserung der Rahmenbedingungen für adaptive und aktive Gebäudehüllen beitragen, wie:

- Erarbeitung von Vorschlägen zur Angleichung relevanter Normen, Regelwerke und Zertifizierungsprozesse
- Marktanalyse zu Systemen für adaptive und aktive Gebäudehüllen
- Typologisierung der Randbedingungen und darauf basierende Entwicklung neuer Konzepte zur Überwindung von Hemmnissen unterschiedlicher Akteure
- Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungslösungen mit neuen Systemen für die Gebäudehülle
- Systematik für ganzheitliche und komparative Bewertung aktiver und adaptiver Gebäudehüllen, insbesondere auch unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lebensdauer

- Neue Konzepte zur Wissensvermittlung und zum Wissenstransfer für Gebäudehüllen
- Interdisziplinäre Planungsmethoden für die Umsetzung von Gebäudehüllen

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist es, die Rahmenbedingungen für die zukünftige Entwicklung von Komponenten, Systemen und Projekten mit adaptiven und aktiven Gebäudehüllen im Hinblick auf baurechtliche Nachweise, interdisziplinäre Planungsprozesse, Wirtschaftlichkeit und Weiterbildungsmöglichkeiten für die verschiedenen Akteure maßgeblich zu verbessern.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Art der Forschung ist Grundlagenforschung sowie angewandte Forschung, die das Bauen in Deutschland wesentlich beeinflusst und neue Grundlagen für die Entwicklung von Produkten und Projekten schafft. Sie basiert auf Erfahrungen von Pilotgebäuden und Produktentwicklungen und kommerzieller Umsetzung sowie der Charakterisierung, Modellierung und Simulation von Komponenten und Systemen.

Anzahl der Projekte sowie benötigtes Budget: circa 12 Projekte mit einem durchschnittlichen Fördervolumen von 830.000 Euro; Fördermittelbedarf: circa 10 Millionen Euro

AG 6 – 2. Multifunktionale Gebäudehüllen und deren Integration in die Gebäudesystemtechnik

Multifunktionale Gebäudehüllen integrieren neben den Funktionen einer konventionellen Gebäudehülle wie Wärme- und Schalldämmung, Schutz gegen Witterungseinflüsse und statische Aspekte zusätzliche Funktionalitäten in Fassaden und Dächer. Hierbei kann es sich um die Erzeugung von thermischer oder elektrischer Energie aus Solarstrahlung sowie um Systeme handeln, die eine adaptive, bedarfsorientierte Steuerung der Licht- und Energieeinträge in den Innenraum ermöglichen oder sich zur Illumination der Fassade als urbane Oberfläche eignen. Auch können Systeme zum Transport,

zur Speicherung und/oder zur kontrollierten Abgabe von Energie in multifunktionale Gebäudehüllen integriert sein.

■ MOTIVATION

Durch den Einsatz von multifunktionalen Gebäudehüllen lassen sich aufgrund von Synergieeffekten deutliche Einsparungen bei den Herstell-, Installations- und Betriebskosten sowie den zur Herstellung benötigten Materialien und damit der Umweltverträglichkeit im Vergleich zu konventionell aufgebauten Gebäudehüllen mit separat angebrachten Funktionsmodulen erzielen. Somit können im Neubau und insbesondere auch im Bestand sowohl Kostenvorteile als auch eine signifikante Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs über den vollständigen Lebenszyklus eines Gebäudes erreicht werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Entwicklung von multifunktionalen Gebäudehüllen zur Erzeugung von elektrischer und/oder thermischer Energie, deren Speicherung und kontrollierter Abgabe, integrierten Lüftungs- und Leitungsebenen sowie zur bedarfsgerechten Anpassung des Durchgangs von Wärme- und Solarstrahlung insbesondere zur adaptiven, nutzerzentrierten Beleuchtung von Innenräumen sowie Kombination der oben genannten Funktionalitäten. Dabei werden Lösungen für Wohngebäude sowie für öffentliche und gewerbliche Anwendungen, sowohl für den Neubau als auch insbesondere für den Gebäudebestand entwickelt. Hierbei sollen zusätzlich zu technischen Aspekten hinsichtlich der neu zu integrierenden Funktionalitäten und den bauphysikalischen Anforderungen auch die ästhetische architektonische Integration berücksichtigt und die Fassade in ihrer Wirkung im urbanen Kontext betrachtet werden. Soweit technisch und wirtschaftlich vorteilhaft, ist der Einsatz neuer Materialien, integrierter Energiespeicher sowie innovativer Fertigungsverfahren und ein hoher Grad der Vorfertigung anzustreben. Im Hinblick auf Wartungsarbeiten, Modifikationen während der Lebensdauer sowie einem späteren sortenreinen Rückbau sollen die Materialien vorzugsweise in leicht trennbarer Weise miteinander kombiniert werden, so dass eine Austauschbarkeit einzelner Funktionselemente möglich ist.

■ ERGEBNISSE

Entwicklung und Demonstration marktnaher multifunktionaler Gebäudekomponenten, die sich insbesondere auch durch eine, für eine kostengünstige Massenproduktion geeignete fertigungsgerechte Konstruktion, standardisierte Schnittstellen für die Integration in die Gebäudesystemtechnik unter Berücksichtigung entsprechender Automatisierungslösungen und eine einfache Installation sowie ein hohes Maß an Ästhetik auszeichnen.

■ ART DER FORSCHUNG

- Abhängig vom Innovationsgrad der eingesetzten Technologien, vom Bereich der Grundlagen beziehungsweise Vorlauforschung bis hin zur forschungsunterstützten Produktentwicklung
- Anzahl Projekte: circa 30 Projekte mit einem Fördervolumen zwischen 0,5 und 2 Millionen Euro, durchschnittliches Fördervolumen je Projekt rund 1 Millionen Euro
- Fördermittelbedarf: circa 30 Millionen Euro

AG 6 – 3. 1000 Energie-Fassaden-Programm

Unterschiedliche aktive und adaptive Fassadensysteme sollen bundesweit geplant, installiert und mit einem systematischen Monitoring über mindestens 3 Jahre evaluiert werden.

■ MOTIVATION

Die Gebäudehülle definiert in starkem Maße die Effizienz eines Gebäudes. Insbesondere Gebäude mit großer Fassadenfläche bieten sich für die aktive Nutzung der Fassade an und weisen ein großes Flächenpotenzial auf. Die Integration energetisch aktiver Bauelemente in Fassaden ist trotz des großen Potenzials bisher wenig erschlossen, zur Erreichung der Effizienzziele im Gebäudebereich aber notwendig. Die Marktförderung soll mit dem 1000 Energie-Fassaden-Programm unterstützt werden, in dem Hemmnisse systematisch erfasst, und operative Eigenschaften und Betriebsbedingungen untersucht und evaluiert werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Analyse des realen Betriebsverhaltens, der energetischen Effekte auf den realen Gebäudeenergiever-

brauch und der Integration in den Bauprozess von energetisch aktiven und adaptiven Fassadensystemen

- Energetische Sanierung und Neubau im Nichtwohnungs- und Wohnungsbau ab 6 WE
- Monitoring der meteorologischen Daten, der Energiesystem- und Innenraumdaten über mindestens 3 Jahre, mit zentraler Datenspeicherung und anschließender Gesamtevaluation
- Präzisions-Monitoring bei ausgewählten Projekten zur Untersuchung von Detailfragen (Planung/ Ertragsprognose, Baubegleitung, Ertrags-Monitoring auf Komponentenebene, Wiederholungsmessungen im Labor nach einer gewissen Einsatzzeit)
- Für die verschiedenen Fassadentechnologien wird ein Katalog standardisierter Messtechniken und eine Qualitätssicherung der Ergebnisse erarbeitet
- Analyse des Planungsprozesses, der baulichen Umsetzung, Wartung und Instandhaltung

■ ERGEBNISSE

Nach der Gesamtevaluation liegen gesicherte Erkenntnisse über das reale energetische und bauphysikalische Betriebsverhalten, die Betriebsbedingungen der Komponenten und den realen energetischen Beitrag von aktiven und adaptiven Fassadensystemen vor. Ergebnis ist die Bewertung des bereits erreichten Standes der Technik und des erforderlichen Entwicklungsbedarfs. Schwachstellen technologischer und ökonomischer Art im Planungs- und Bauprozess sind systematisch erfasst. Flächendeckend wurden Architekten, Planer und Akteure involviert und haben aktive und adaptive Fassadensysteme implementiert.

■ ART DER FORSCHUNG

- Demonstration und Monitoring, wissenschaftliche Begleitforschung
- Anzahl Projekte beziehungsweise Fassaden: Angestrebt werden 1000 Fassaden-Projekte über alle Bundesländer und mehrere Jahre verteilt. Gefördert werden Planungsmehrkosten, investive Mehrkosten (mind. 20 m² Fassaden-fläche), Monitoring und Evaluation
- Fördermittelbedarf: circa 50.000 Euro pro Fassade; Bei 1000 Projekten ergibt sich ein Gesamtbudget von

50 Millionen Euro Förderzeitraum gegebenenfalls länger als die Laufzeit der Förderinitiative (≥ 3 Jahre) und kann durch weitere Förderinstrumente (MAP, KfW) ergänzt werden



AG 7 GEBÄUDESYSTEMTECHNIK (STROM/WÄRME/KÄLTE/LOW-EX)

In großen Gewerbe- und Zweckbauten ist es selbstverständlich, dass Gebäudesystemtechnik eine wichtige Rolle für Komfort, Nutzbarkeit und Energieeffizienz spielt. In Wohngebäuden und kleineren Gewerbebauten ist diese Denkweise gerade im Bestand noch nicht verbreitet. Dabei spielt bei der Erreichung von nahezu klimaneutralen Gebäuden auch hier die Gebäudetechnik eine zentrale Rolle.

Für energieeffiziente Gebäude müssen weiterhin einzelne Komponenten optimiert und verbessert werden, darüber hinaus müssen aber immer auch die Systemebene und die Kosten betrachtet werden. Entwicklungsbedarf gibt es sowohl bei der Energiewandlung, der Speicherung und auch der Verteilung.

Die Kopplung unterschiedlicher Energiequellen mit Speichern und intelligenten Netzen ist für ein energieeffizientes und netzdienliches Gebäude unerlässlich. Zusätzlich müssen aber auch im Wohnungsbau neue Funktionalitäten integriert werden, die bisher häufig nicht bestehen oder nicht automatisiert sind. Je mehr Funktionalitäten in einem System integriert werden, desto wichtiger ist neben den technischen Aspekten auch die Akzeptanz und Bedienbarkeit durch den Nutzer.

Des Weiteren sind für die Umsetzung in der Praxis auch Standardisierung, Zertifizierung und Nachweismethoden grundlegend, denn nur so kann langfristig sichergestellt werden, dass die Gebäudesystemtechnik auch dauerhaft energieeffizient und nutzerzentriert funktioniert.

Wenn immer mehr Funktionalitäten, Energiequellen und Speicher zu einem Gesamtsystem zusammengeführt werden, muss sichergestellt werden, dass der Komplexitätsgrad optimal gewählt wird und das System sowohl im Bau als auch in der Praxis handhabbar ist. Auch hier besteht noch Forschungsbedarf.

G 7-1. Low-ex-Systemtechnik

Als Low-ex-Systemtechnik sind in diesem Kontext Komponenten zur Energieversorgung von Gebäuden

zu verstehen, sowie deren elektrische und hydraulische Verschaltung inklusive Regelung, die mit einem möglichst niedrigen Bedarf an fossiler Exergie betrieben werden können.

■ MOTIVATION

Die Reduzierung des Primärenergiebedarfs zur Bereitstellung von Wärme, Kälte und Strom für Gebäude ist eine Voraussetzung zur Erreichung der Klimaziele. Gebäude sollen zudem künftig auch zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Um diese Ziele zu erreichen sind die Komponenten der Gebäudesystemtechnik und deren Zusammenspiel an die gestiegenen Anforderungen und neuen technischen Möglichkeiten und Erkenntnisse anzupassen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Sowohl auf Komponenten- als auch auf Systemebene sind Forschungsaktivitäten zur Effizienzsteigerung bei der Energiewandlung, der Verteilung und der Senkung der Kosten notwendig, mit dem Ziel ein technischökonomisches Optimum zu erreichen. Hierfür müssen effizientere Wärmepumpen (elektrisch/thermisch) mit umweltverträglicheren Kältemitteln entwickelt werden. Bei solar- und geothermischen und photovoltaischen Heiz- und Kühlsystemen müssen die Systemkosten zum Beispiel durch einen höheren Grad an Vorfertigung gesenkt und die Kombination mit konventionellen Energiewandlern verbessert werden.

Systeme zur kombinierten und flexiblen Strom-, Wärme- und Kältebereitstellung (KWK/KWKK) müssen weiterentwickelt werden. Innovative Technologien für die effiziente Nutzung von Umwelt- oder Abwärme und auch für die Brauchwarmwasserbereitung müssen entwickelt beziehungsweise optimiert werden.

Die genannten Techniken erreichen ihre Effizienz insbesondere in Verbindung mit an die Anwendung angepassten Wärmespeichern. Neue Wärmeträger, neue Speicherwerk- und Baustoffe (z. B. geeignet für Power-to-Heat) aber auch innovative Fertigungstechnologien

THEMEN | AG 7

AG 7-1. Low-ex-Systemtechnik (= Systeme mit geringen Exergieanteil)

AG 7-2. Neue Funktionalitäten der Gebäudeautomation

AG 7-3. Standardisierung, Zertifizierung, Nachweismethoden

AG 7-2. Systemintegration

AG 7-3. Netzdienliche Gebäude

und Bauverfahren sind Forschungsthemen, die bearbeitet werden müssen. Bei der Technologieauswahl (sensibel/latent/thermochemisch, aktiv/passiv) sind die wirtschaftlichen Randbedingungen (Zyklenzahl und Speicherkosten) zu beachten.

Des Weiteren ist die Auslegung unter unsicheren Randbedingungen, wie beispielsweise dem individuell stark differenzierten Nutzerverhalten, zu berücksichtigen. Ein wesentlicher Innovationsschub hinsichtlich Kosteneffizienz und Qualität wird bei der Weiterentwicklung einer ganzheitlichen Systemkopplung mit den Schnittstellen zur flächigen Vernetzung erwartet. Komponenten, die modular aufgebaut und einfach im Sinne von „Plug-and-Play“ verbunden werden können, sollen Fehleranfälligkeit und Montage- und Baukosten reduzieren.

Der Energieverteilung über Netze (thermisch/elektrisch) mit den hierfür erforderlichen Gebäudeanschlussmöglichkeiten (Schnittstellen) kommt ebenfalls eine wesentliche Rolle zu. Innovationen werden beispielsweise bei Niedertemperaturnetzen unterhalb Nutzerniveau mit dezentraler Anhebung oder innovativen Hausanschlussstationen mit angegliederten Klein-Pufferspeichern erwartet. Auch die Effizienz der Übergabe von Nutzenergie an Räume ist technisch noch nicht voll ausgeschöpft. Schließlich ist auch die Fragestellung der Netzdienlichkeit der zu entwickelnden Systeme zu betrachten und zu bewerten. Gleichstromnetze in Gebäuden können künftig zu einer Senkung des Stromverbrauchs beitragen.

■ ERGEBNISSE

Ziel ist die Entwicklung von Komponenten und Systemen, die dazu beitragen, den fossilen Primärenergiebedarf für den Betrieb der Gebäudeenergiesystemtechnik deutlich zu reduzieren.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung; Produkt- und Verfahrens- und Materialentwicklung beziehungsweise Umsetzung; Pilot- beziehungsweise Demonstrationsprojekte

AG 7-2. Neue Funktionalitäten der Gebäudeautomation

■ MOTIVATION

Nur durch den Einsatz gewerkeübergreifender Gebäudeautomation (GA) lassen sich im Gebäude alle Energieeffizienzpotenziale heben. Nur durch GA sind Plus-Energie-Gebäude möglich, die gleichzeitig Komfort- und Nutzungsanforderungen genügen. Die Gebäudeautomation steuert integriert alle Anlagen wie Heizung, Warmwasser, Klima und Lüftung, Beleuchtung und Jalousien etc. Sie steuert Komfort und Sicherheit unter Energieeffizienz/Kostenabwägungen im Lebenszyklus, findet aber nur langsam Einzug in Bestandsobjekte sowie kleinere Zweck- und Wohngebäude. Die zunehmende Vernetzung innerhalb von Gebäuden und von Gebäuden mit Cloud-Diensten wird die Gebäudetechnik prägen und neuartige Dienstleistungen rund um die Gebäudeautomation ermöglichen. Für viele technische Gewerke gelten Regeln wie Ecodesign oder EnEV. Die GA ist von den Regelsetzern weitgehend nicht erfasst. Dies resultiert in Fehlanreizen bei Investitionen und führt zu Ineffizienzen im Gebäudebetrieb.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Entwicklung von Standards für die Gebäudeautomation, um große und kleine, neue und bestehende Gebäude effizient betreiben zu können. Im Neubau wichtig: Nahe-Null-Energie- und Plus-Energie-Gebäude. Bei Bestandsgebäuden: diverse Gebäudetypen mit baujahr-spezifischen Eigenschaften. Im Einzelnen sind dies:

- Entwicklung von standardisierten Methoden und Werkzeugen für übergreifende, automatisierte Effizienzüberwachung und Betriebsoptimierung
- Breite Umsetzbarkeit neuer Regelkonzepte wie Model Predictive Control (MPC) oder adaptive Regelungsverfahren
- Identifikation des Umfangs des Datenaustauschs mit SmartMeter-Gateways und Weiterentwicklung von Smart-Grid-fähigen Schnittstellen mit Integration von Funktionsüberwachung und Energiemanagement

- Entwicklung und Qualitätssicherung von Plug-and-Play-Produkten und der Beschreibung der Integration derselben
- Optimierung der Schnittstellen zwischen Gewerken und Steuerungsebenen (zentrale vs. Anlagennahe Steuerungskonzepte)
- Up- und Downscaling-Konzepte und Standardisierung für unterschiedliche Gebäudetypen
- Verbesserung der Nutzerakzeptanz (z. B. intuitive Benutzerschnittstellen)
- Minimierung des Eigenverbrauchs der Gebäudeautomationskomponenten
- Entwicklung von Engineering-Methoden (Systems Engineering) für verbesserte Planungs-, Ausführungs-, und Betriebsprozesse von Gebäuden und Anlagen
- Durchführung von Benchmarks mit anderen Technologiebereichen, um Handlungsempfehlungen zu entwickeln, die den Anwendungsgrad von Gebäudeautomation steigern
- Entwicklung von Szenarien für die Integration von Gebäuden in das digitalisierte Umfeld
- Weiterentwicklung von Geschäftsprozessen, um den Anwendungsgrad von Automation in der Praxis weiter zu erhöhen
- Konzeption neuer Referenzarchitekturen für IT-basierte, verteilte Gebäudeautomations-Architekturen; Untersuchung der Robustheit solcher Systeme unter Betrachtung der Kommunikationsinfrastruktur

■ ERGEBNISSE

Das Ziel ist die Entwicklung und Demonstration marktreifer multifunktionaler Gebäudeautomationssysteme und -Produkte unter Berücksichtigung der Energieeffizienz und Lebenszykluskosten eines Gebäudes, den Nutzerbedürfnissen und der Optimierung der Nutzer-System-Schnittstellen.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung (Grundlagenforschung); Pilot-beziehungsweise Demonstrationsprojekt; Produktentwicklung beziehungsweise Umsetzung

AG 7 – 3. Standardisierung, Zertifizierung, Nachweismethoden

■ MOTIVATION

Um vergleichbare Aussagen über die energetische Qualität von Gebäuden und Anlagentechnik nachweislich zu erhalten, sind objektive Informationen aus realen Gebäuden und technischen Anlagen notwendig, die in entsprechende Bewertungssysteme eingeordnet werden können. Zur Generierung der Informationen werden Prüfmethode und Verfahren benötigt, die geeignet sind, den entsprechenden Nachweis zu erbringen. Über die Festlegung von notwendigen Anforderungen kann das Produktangebot von Industrie und Gewerbe sowie das Endverbraucherverhalten beeinflusst werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsinhalte adressieren einerseits die technische Formulierung von Anforderungen, Verfahren und Kenngrößen und andererseits die Auswirkungen auf die Baupraxis. Technische Fragestellungen:

- Ableitung von Kenngrößen
- Entwicklung von Messverfahren
- Prüf- und Funktionsnachweismethoden
- Schaffung einheitlicher Bewertungskriterien
- Anforderungen an Einzel- und Systemkombinationen
- ganzheitliche Betrachtungen für Systemkombinationen unter Einbeziehung der Betriebsführung und -regelung
- Bestimmung von Systemanforderungen

Baupraxis:

- Auswirkungen von Standardisierung und Zertifizierung auf das Handeln von am Bau Beteiligten
- Entwicklung und Einbindung von Anforderungen und Verfahren für eine energetische Projektsteuerung
- Analyse von ökonomischen Aspekten und des Einflusses von Marktentwicklungen

Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Praktikabilität in der Anwendung der Normen und Regelwerke zu legen.

Das verlangt zum Beispiel auch einfache Nachweismethoden und gegebenenfalls die Erarbeitung von Vorschlägen für die Zusammenführung bestehender Regelwerke.

■ ERGEBNISSE

- Verbesserung der Transparenz und Aussagekraft von Bewertungsverfahren für den Endanwender
- Vereinheitlichung von Verfahren
- Definition von Verfahrensanforderungen zur Verankerung in Bauprozessen
- Verbesserung der durchgängigen Anwendbarkeit von Nachweisverfahren auf unterschiedliche Systemkonzepte
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für rechtliche Rahmenbedingungen
- Reduzierung von normativen Hemmnissen und Stärkung von regulativen Anreizen

■ ART DER FORSCHUNG

- Grundlagenforschung; Produkt(weiter-)entwicklung in Kombination mit Pilot- und Demonstrationsprojekten

AG 7 – 4. Systemintegration

■ MOTIVATION

Eine sich ergänzende Einbindung unterschiedlicher Erzeugereinheiten (Energiebereitstellung) sowie Wärmequellen und -senken auf verschiedenartigen Temperaturniveaus in die Gebäudesystemtechnik bietet die Möglichkeit von deutlichen Energieeinsparungen im Primärenergiebedarf. Grundvoraussetzung hierfür ist eine intelligente Kopplung der Untereinheiten zu einem übergeordneten Gesamtsystem inklusive der effizienten Anlagenverschaltung zur bedarfsgerechten Versorgung. Energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Gesamtsysteme zeichnen sich durch eine Steigerung der Effizienz im Systemverbund im Vergleich zum unabhängigen Betrieb der Untereinheiten bei mindestens gleicher oder verbesserter Wirtschaftlichkeit aus. Dabei ergeben sich besondere Anforderungen an die Verknüpfung der Untereinheiten im Hinblick auf Planungs-, Ausführungs- und Betriebsprozesse.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Optimierung des Komplexitätsgrads und der Systemverknüpfung innerhalb des Gebäudes unter Berücksichtigung der Praktikabilität der Planungs-, Ausführungs- und Betriebsprozesse im Sinne der Systemrobustheit ist die zentrale Fragestellung des Themenfelds Systemintegration. Hierbei ist auf die Handhabbarkeit multipler Strukturen im Sinne funktionierender Einzeleinheiten zu achten. Im Kontext energetischer und wirtschaftlicher Effizienz gilt es, sich ergänzende regenerative Erzeugungseinheiten, Wärmequellen und -senken sowie Speichertechnologien zu identifizieren und zu nutzen. Hierbei sind technologisch einfache Verschaltungskonzepte bis hin zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (Trigeneration) in einer Anlage möglich. Im Sinne der modularen Anwendbarkeit sind diese jeweils Kategorien der Leistungen von Strom, Wärme und Kälte zuzuordnen. In jedem Fall ist die Diversität der zentrale und dezentrale Erzeugung im Hinblick auf das Nutztemperaturniveau zu beachten und der Nachweis der energetisch wirtschaftlichen Effizienzsteigerung nach eindeutig nachvollziehbaren Bewertungskriterien zu erbringen.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung und Demonstration technologieübergreifender Systemlösungen für die Strom-, Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden für die anwendungsreife Praxis. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer intelligenten Kopplung im Sinne der Handhabbarkeit, Funktionstüchtigkeit und Steigerung der Effizienz bei gleichzeitig wirtschaftlicher Realisierbarkeit und Praktikabilität in Betrieb, Bedienung und Instandhaltung. Dies umfasst die Verknüpfung marktreifer Technologien als auch Neuentwicklung und Grundlagenforschung an innovativen Anlagen-, Regelungs- und Baukonzepten oder Verschaltungsvarianten.

Innovation kann hierbei auch eine Reduzierung der Komplexität beziehungsweise eine Optimierung der Wirkungsgrade mit der Blickrichtung gesteigerter Jahres- und Lebensdauerleistungsgrade für das Gesamtsystem sein. Des Weiteren ist eine Integration von volatiler regenerativer Energie über den Pfad gespeicherter regenerativer Energie in Systeme zu implementieren. Baukastensysteme werden auf Plattformen veröffentlicht und darüber kontinuierlich optimiert und weiterentwickelt.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlaufforschung (Grundlagenforschung); Pilot-beziehungsweise Demonstrationsprojekt; Produktentwicklung beziehungsweise Umsetzung

AG 7–5. Netzdienliche Gebäude

■ MOTIVATION

Die Ziele der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent im Vergleich zu 1990 (§1 EEG2014) zu reduzieren, erfordern Effizienzsteigerung, Bedarfsminderung und den Zubau erneuerbarer Energien. Um auf den steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung zu reagieren, ist die gezielte Nutzung von Flexibilitäten im Energiesystem notwendig. Gebäude sowie Quartiere besitzen durch die vorhandenen oder noch zu installierenden Speicher Flexibilität, die für die Gewährleistung eines netzdienlichen Betriebs aktiviert werden muss.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Forschungsinhalte adressieren zum einen die technisch-ökonomische Erschließung von Flexibilitätsoptionen im Gebäude und Quartier und zum anderen die technisch-ökonomische Interaktion von Gebäuden mit dem (über-) regionalen Energiesystem ergänzend sind soziologische Fragestellungen zu betrachten:

Technische Fragestellungen:

- Integration von thermischen und elektrischen Speichern in Gebäuden
- Technologien für die Erschließung von thermischer Gebäudemasse in Bestandsgebäuden
- Anforderungen an die Auslegung von Anlagen für eine hohe Flexibilität
- Konzepte zur Betriebsführung und Regelung multivalenter Systeme
- Methoden zur aggregierten Nutzung der Flexibilität
- Konzepte für standardisierte Kommunikationsschnittstellen und die informationstechnische Vernetzung unterschiedlicher Einheiten
- Bestimmung der Flexibilitätsanforderungen des lokalen elektrischen Netzes und des übergeordneten Energiesystems inklusive der Untersuchung der Betriebssicherheit

Ökonomische Fragestellungen:

- Markt- sowie Betreibermodelle für unterschiedliche Akteure
- wirtschaftlicher Vergleich netzdienlicher Gebäude mit anderen Flexibilisierungsmaßnahmen in Abhängigkeit der Marktentwicklung
- Analyse mikro- und makroökonomischer Aspekte, Anforderungen an gesetzliche Anreizmodelle und Regelungen

- Kostenreduktion durch vermiedenen Netzausbau

Soziologische Fragestellungen:

- Einfluss des Nutzerverhaltens auf einen netzdienlichen Betrieb
- Nutzerzufriedenheit sowie Anreize und Hemmnisse bei Gebäudebetreibern

■ ERGEBNISSE

- (Weiter-)entwicklung und Demonstration von: thermischen Speichern mit hoher Speicherkapazität und -leistung, hybride Wärme- und Kälteerzeugern unter Nutzung verschiedener Energieträger, Lösungen für die Erschließung von thermischer Gebäudemasse, kosteneffiziente elektrisch betriebene Wärme-/Kälteerzeuger mit hoher Leistung und Speicheranbindung
- Werkzeuge zur Analyse und Bewertung von Energiesystemen inklusive des Flexibilitätspotenzials im Gebäude sowie deren Planung und Vermarktung, Informations- und Kommunikationstechnologien für die Schnittstelle zwischen Gebäude und Energiesystem, Regelkonzepte zur technischen Umsetzung von netzdienlichen Gebäuden; Vermarktungsmöglichkeiten der Flexibilität, Handlungsempfehlungen an den öffentlichen Sektor, Energieversorger und weitere Akteure am Markt, zur Erschließung von Flexibilitätspotenzialen im Gebäudesektor (z. B. rechtliche Rahmenbedingungen)

■ ART DER FORSCHUNG

- Grundlagenforschung; Konzeptstudien; Produkt-(weiter-)entwicklung in Kombination mit Pilot- und Demonstrationsprojekten; Erarbeitung marktwirtschaftlicher und rechtlicher Rahmenbedingungen



AG 8 NEUE FÖRDERFORMATE UND WETTBEWERBE

Ein Ziel des Forschungsnetzwerks ENERGIEWENDE-BAUEN ist die schnelle Umsetzung von Forschung in die Praxis – hierzu sind die bisher üblichen Förderformate nicht ausreichend. Vorgeschlagen wird daher, die Förderlandschaft um die hier skizzierten neuen Förderformate und Wettbewerbe zu ergänzen.

Mini- und Mikro-Förderformate zeichnen sich durch ein begrenztes Budget und kurze Laufzeiten aus und sind insbesondere für die hochrisikoreiche erste Phase einer neuen Entwicklung geeignet. Innerhalb dieser Formate soll neben der technischen Entwicklung ein weiterer Schwerpunkt auf der Kommunikation der Ergebnisse liegen. Denkbar ist in diesem Zusammenhang auch ein Wettbewerb zwischen den einzelnen Projekten.

Um neue Technologien umfassend bewerten zu können, sind breitangelegte Feldtests notwendig. Feldtests zeichnen sich durch eine hohe Anzahl von vermessenen Objekten aus, die mit kostengünstiger Messtechnik ausgestattet werden und möglichst weitgehend automatisiert erfasst und ausgewertet werden.

Beim Thema Förderung von Implementierungsmechanismen für die Planungs- und Umsetzungsprozesse energieeffizienter Gebäude und Quartiere geht es darum, prozessorientierte Ansätze zu fördern, die die Struktur und den Aufbau offener Kommunikationssysteme thematisieren und so zur besseren Verbreitung von Wissen führen.

Ebenfalls auf die schnelle Umsetzung der Energiewende zielt die Förderung der Forschung und wissenschaftlichen Begleitung neuer Geschäftsmodelle. Hier geht es darum, in mittelfristig angelegten Projekten zu untersuchen, wie die Wärmewende durch neuartige Geschäftsmodelle in der Umsetzung unterstützt werden kann.

Zur Erprobung von neuen Technologien und deren Optimierung unter Realbedingungen wird das Förderformat „Living-Labs Energiewende“ vorgeschlagen. Dabei handelt es sich um Labor- und Realplattformen, bei denen anders als in Realquartieren eine einfache

Nachjustierung und Optimierung sowie die Implementation verschiedener Konzepte möglich ist.

AG 8–1. Neue Mini- und Mikro-Förderformate für die Energieforschung

Zu den Aufgaben der Energieforschung gehören die Schaffung von grundlegendem Wissen und die Entwicklung neuer Ideen. Forschung an Ideen, die sich noch im Anfangsstadium befinden, ist für Unternehmen in einem kompetitiven Umfeld oft sehr risikoreich, da es längst nicht alle Ideen bis zur Marktreife schaffen. Vielmehr entwickeln sich aus einer Vielzahl von Konzepten oft ein oder zwei Produkte, die sich tatsächlich am Markt durchsetzen.

Forschungseinrichtungen wie Institute und Hochschulen haben es oft schwer, ihre innovativen Ideen an die Industrie zu vermitteln. Es sollen daher neue Förderinstrumente entwickelt werden, mit denen gezielt Ideen, die sich in einem noch frühen Stadium befinden und deren Weiterverfolgung mit hohem Risiko verbunden ist, gefördert werden. Es wird dadurch eine Basis geschaffen, auf der die Industrie Entscheidungen treffen kann und somit eine zukünftige Industriebeteiligung erreicht wird.

Mini- und Mikro-Projekte sind für relevante grundlegende Fragen der Energiewende und der beteiligten Branchen gedacht. Dabei geht es um Effekte, Verfahren, Prinzipien und Zusammenhänge genereller Natur, die Qualitäten steigern und Wirksamkeiten von Maßnahmen erhöhen sowie für eine generelle Nutzung in der Praxis. Die Ideen, die in den Mini- und Mikro-Projekten bearbeitet werden, sind aussichtsreich in ihren Ansätzen, besitzen aber nicht genügend Basiswissen und Informationen. Nur durch die Förderung und somit die Möglichkeit zur weiteren Ausarbeitung im frühen Stadium kann eine Basis geschaffen werden, auf der eine Entscheidung zum Start eines weiteren Projektes geschaffen werden kann.

■ FORSCHUNGSFORMATE

Mikro-Projekte sind kleine Projekte im Umfang von 10.000–30.000 Euro, Laufzeit etwa ein Jahr, und fördern

THEMEN | AG 8

AG 8–1. Neue Mini- und Mikro-Förderformate für die Energieforschung

AG 8–2. Feldtests: Untersuchungen etablierter Technologien im Feld

AG 8–3. Förderung von Implementierungsmechanismen für die Planungs- und Umsetzungsprozesse energieeffizienter Gebäude und Quartiere

AG 8–4. Wissenschaftliche Begleitung neuer Geschäftsmodelle für die Erreichung der Energiewende in Gebäuden und Quartieren

AG 8–5. Living-Lab Energiewende

die Ideenweiterentwicklung an Hochschulen, Instituten und in der Industrie. Auch die Förderung von studentischen Projekten ist möglich. Die besten Innovationen aus diesem Format können zudem in einem Wettbewerb prämiert und der Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Mini-Projekte haben einen Umfang von etwa 100.000–200.000 Euro und beschäftigen sich mit grundlegenden und allgemeinen Fragestellungen von generellem Interesse auf Industrieseite und/oder auf öffentlicher Seite, zum Beispiel konkrete Weiterentwicklung eines Konzeptes oder Vorstudien mit dem Ziel der Prüfung der Machbarkeit. Denkbar ist hier, Projektberichte in einer Art Fachbuchreihe zu veröffentlichen. Auch hier ist eine Antragstellung von Industrieunternehmen möglich.

Mini- und Mikroprojekte können alleine durch Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen oder in Kooperationsprojekten durchgeführt werden. In beiden Formaten ist die Kommunikation der Fragestellung und Ergebnisse besonders wichtig und wird durch geeignete Plattformen unterstützt. Mini- und Mikroprojekte können je nach Nutzen für die Allgemeinheit mit bis zu 100 Prozent gefördert werden.

■ BESONDERHEITEN DER FORSCHUNGSFORMATE

Die Förderformate zeichnen sich aus durch:

- Schaffung von neuen Blickwinkeln und Erfahrungsaustausch durch die geförderte Zusammenarbeit von Hochschule und außeruniversitärer Forschung, Industrie, Planung, Handwerk und Anwender
- Schnelle Prüfung neuer Ansätze auf technische Machbarkeit, Marktfähigkeit und notwendige nächste Schritte zur Umsetzung
- Förderung von Problemfindung, Ideenentwicklung, -bewertung und -anreicherung
- Bearbeitung von für die Energiewende grundlegenden Effekten
- Wünschenswert ist eine vereinfachte Antragstellung

und Verkürzung des Zeitraums von Erstgespräch und Konzeptvorstellung bis zum Projektstart im Vergleich zu den „normalen“ Formaten

AG 8–2. Feldtests: Untersuchungen etablierter Technologien im Feld

Felduntersuchungen sind grundsätzlich ein wesentliches Werkzeug für die Bewertung von Technologien in der Praxis. Während bei der Praxiserprobung von neuen Technologien und Verfahren eine eher kleine Probandenzahl mit erhöhtem messtechnischem Aufwand benötigt wird, werden für die hier konkretisierte Untersuchung etablierter Technologien im Feld große Probandenzahlen benötigt, wobei die Messtechnik einfach sein muss.

Etablierte Technologien sind Stand der Technik und haben eine messbare Marktdurchdringung. Die Rückmeldung an Hersteller, Planer, Installateure und Betreiber, wie sich diese Technologie auch unter Effizienzaspekten im Markt bewährt, ist bis auf wenige Ausnahmen in der Regel nicht vorhanden. Die Nutzer haben meist keine Möglichkeiten, die bei ihnen installierte Technologie auf eine ordentliche und effiziente Funktionsweise zu überprüfen. Daher ist bei vielen Technologien nicht bekannt, wie sich diese tatsächlich in der Praxis verhalten beziehungsweise ob die Erwartungen erfüllt werden. Eine signifikante Fehleinschätzung kann hier zur Verfehlung von volkswirtschaftlichen Effizienzzielen führen. Dass solche Fehleinschätzungen immer wieder vorliegen, belegen zum Beispiel die Brennwertchecks oder auch die zu geringen tatsächlich realisierten Einsparungen nach umfassenden Sanierungen.

Das Ziel der Feldtests an etablierten Technologien ist es also, ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Daraus können Maßnahmen abgeleitet werden, die zur Weiterentwicklung, Installations- und Betriebsmethoden, zu Kontrollverfahren, zu Schulungsbedarfen führen. Die Rolle der betrachteten Technologie als Baustein der Energiewende wird so praxisnah bewertet.

Messtechnik, Datenübertragung und Auswertelgorithmen müssen an die Vielzahl der Anlagen angepasst sein, das heißt kostenminimiert und weitgehend automatisiert.

■ FORSCHUNGSFORMAT

Gefördert werden sollen Feldtests, deren Größenordnung sich an den zu untersuchenden Fragestellungen orientiert. Die jeweilige Fragestellung sollte mit dem Projektträger konkretisiert und mögliche Themen gegebenenfalls in gesonderten Vorstudien identifiziert werden. Je nach Anwendungsfall sollte der Feldtest dabei eine signifikante Anzahl von Probanden umfassen, um statistisch relevante Erwartungswerte und Streubreiten ermitteln zu können. Die Messreihen sollen dabei methodisch einfach aufgebaut sein.

Auf Grund der Anzahl und gegebenenfalls auch der räumlichen Verteilung der Probanden können Verbände aus mehreren erfahrenen Instituten gebildet werden. Ziel ist es, unabhängige Ergebnisse zu gewährleisten. Vorhaben können durch Industrie- und Handwerksverbände, Unternehmen und Planer begleitet werden, für die auch die Möglichkeit einer Stellungnahme besteht. Als Nebenprodukt können auch Empfehlungen für einfache Anwendungstests entstehen. Die Methodik (Auswahlverfahren der Probanden, Messmethodik, Auswerteverfahren inkl. Zielfragestellungen) sind im Antrag zu erläutern.

■ BESONDERHEIT DES FORSCHUNGSFORMATS

Das Ziel ist es, bei diesem Format nicht, ein neues Produkt oder eine neue Technologie zu entwickeln, sondern die Wirkung vorhandener Produkte und Technologien inklusive Installation, Betrieb etc. zu bewerten und mit Erwartungswerten zu vergleichen. Hieraus entstehen für die Praxis Handlungsempfehlungen an alle Akteure (von Industrie bis Betreiber) und validierte Effizienzbewertungen für die Entscheider (insbesondere Politik und Investoren) über die realistisch zu erwartende Zielerreichung.

Diese Form der Rückkopplung aus einer großen Grundgesamtheit ist nur möglich, sofern die Technologie nicht im selben Vorhaben entwickelt wird, sondern schon eine Marktdurchdringung aufweist.

AG 8 – 3. Förderung von Implementierungsmechanismen für die Planungs- und Umsetzungsprozesse energieeffizienter Gebäude und Quartiere

Durch verbesserte Planungsprozesse kann eine höhere Ressourceneffizienz im Bauwesen erreicht werden. Dazu ist nicht nur der richtige Einsatz erprobter Bauweisen und Technologien erforderlich, sondern auch

die Kenntnis und Anwendung neuer Methoden und Techniken.

Informationsdefizite bei Architekten und Planern sowie insbesondere fehlende Daten und Erfahrungen aus der Anwendung führen dazu, dass selbst erprobte Systeme nicht optimal oder sogar falsch eingesetzt werden und der Einsatz von Innovationen als (zu vermeidendes) Risiko angesehen wird. Auch vielversprechende Forschungsergebnisse erreichen daher oft nur das Stadium Prototyp. Für einen besseren Transfer von Innovationen in die Praxis, werden neue Methoden der Kommunikation in Planungsprozessen und Implementierungsmechanismen erforderlich.

■ FORSCHUNGSFORMAT

Die Verbesserung von Planungs- und Entscheidungsprozessen im Sinne der integralen Planung soll gefördert werden. Die Beseitigung von Hemmnissen für den Einsatz von Innovationen (Haftungsfragen, Risiken etc.) und die Verbreitung von Forschungsergebnissen ist ein weiterer Schwerpunkt des Forschungsformats. Gefördert werden insbesondere kommunikations- und prozessorientierte Ansätze, die einen Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis, in einzelnen Projekten (Gebäude/ Quartiere) und innerhalb von Planungsteams, ermöglichen. Adressiert werden hier alle Projektphasen von der frühen Planungsphase über die Umsetzung bis zur Betriebsoptimierung in der Nutzungsphase. Dazu zählen das gemeinsame Verständnis und die Entwicklung von Projektzielen, die Identifikation von Zielkonflikten und Schnittstellen, die effiziente und konsistente Dokumentation in Lasten- und Pflichtenheft und ein kontinuierliches Qualitätsmanagement im Hinblick auf die Projektziele. Die Erprobung dieser Prozessmethoden soll im Eignungsfall an geförderten Gebäuden und Quartieren ermöglicht werden.

■ BESONDERHEIT DES FORSCHUNGSFORMATS

Es sollen prozessorientierte Ansätze gefördert werden. Erforscht und implementiert werden sollen Struktur und Aufbau offener Kommunikationssysteme, die neben der Darstellung von erprobten (Planungs-)Prozessen, Techniken und (Kommunikations-)Methoden neue Ansätze für die Zielgruppe Ingenieure und Architekten bieten.

Durch Feedback aus (Pilot-)Anwendungen sollen die entwickelten Methoden und Inhalte verbessert, differenziert und verfeinert werden.

Im Ergebnis soll eine Wissensplattform entstehen, deren Inhalte Ingenieuren und Architekten methodische

und technische Unterstützung ihrer individuellen Projekte im Bereich der energieeffizienten Gebäude- und Quartiersplanung anbietet und sie zu integraler Planung befähigt.

Zusätzlich erhalten Lehre, Forschung und Bundesstellen damit auch ein Forum für Veröffentlichungen.

AG 8 – 4. Neue Geschäftsmodelle für die Erreichung der Energiewende in Gebäuden und Quartieren

Um die Zielsetzungen in der energetischen Gebäudesanierung auch tatsächlich auf den Energiezählern zu erreichen, müssen zwei wesentliche Faktoren erfolgreich miteinander verknüpft werden: die Optimierung der Auswahl von passenden Sanierungsmaßnahmen, um die effizienteste Methode schnell und einfach zu finden sowie die Entwicklung von Geschäftsmodellen, die auf die Performance der Sanierungsmaßnahmen wie zum Beispiel Energieeinsparung oder Gebäudekomfort im Lebenszyklus abgestellt sind. Bisher sind nur wenige spezifische Geschäftsmodelle im Bereich der Gebäudeenergieeffizienz auf dem Markt.

Bei der Sanierung von Heizungsanlagen sind inzwischen integrierte Dienstleistungen aus dem Internet verfügbar, bei denen sich die Rollen und die Wertschöpfungsprozesse zwischen den Beteiligten verschoben haben. Das Wissen ist in der Energieforschung vorhanden, marktreife und -nahe Technologien sind verfügbar. Es stehen auch vielversprechende neue Verfahren und Vorgehensweisen (z. B. das Erfolgs-Contracting) aus vorangegangenen Forschungsprojekten bereit, die nun durch dieses Format in Geschäftsmodelle überführt werden können. Die Kombination und Implementierung in neue Geschäftsmodelle erfolgt jedoch in vielen Bereichen eher schleppend und häufig mit Ergebnissen, die weit unter den Erwartungen der Marktakteure liegen. Um die Quantität und Qualität der Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen nachhaltig zu verbessern, müssen zielorientierte Geschäftsmodelle entwickelt werden, die sich an den Entscheidungs- und Qualitätskriterien der Kundenzielgruppe orientieren. Anhand dieser Geschäftsmodelle können dann Technologien, Service- und Finanzierungsdienstleistungen und entsprechende vertragliche Regelungen angepasst werden. Gerade bei der Implementierung von Energieeffizienztechnologien besteht die Möglichkeit, den finanziellen Benefit, zum Beispiel reduzierte Energie- und Wartungskosten als Finanzierungsinstrument, einzusetzen.

■ FORSCHUNGSFORMAT

Die Entwicklung von Geschäftsmodellen im Energiesektor wird bisher nicht in ausreichendem Rahmen gefördert. Die Erfahrungen aus den Projekten NAERCO und EDLIG haben gezeigt, dass die Entwicklung und Evaluierung von Geschäftsmodellen ein komplexer Prozess ist, der jedoch große Effizienzpotenziale erschließbar macht. Gefördert werden soll die Entwicklung von Geschäftsmodellen zur Implementierung von Energieeffizienztechnologien und -services. Dabei müssen der Entwicklung der Geschäftsmodelle ein anspruchsvoller interdisziplinärer Prozess zugrunde liegen, bei dem Kundenbedarf und -motivation analysiert, Technologien mit entsprechenden Serviceleistungen verknüpft und angepasst werden, entsprechende Finanzierungslösungen entwickelt und begleitend zur Implementierung die Wirkweise und Optimierungspotenziale des Geschäftsmodells untersucht werden müssen. Außerdem sollen auch die Auswahl geeigneter Teilnehmer, deren Informationsaustausch, die wissenschaftliche Begleitung sowie die Kommunikation der Ergebnisse gefördert werden.

Da es sich um einen interdisziplinären Prozess handelt, wird angestrebt, zur Vernetzung der Akteure aus den unterschiedlichen Bereichen eine Plattform zum Thema Geschäftsmodelle einzurichten und zu betreiben. Hierauf werden die Prozesse und Lösungsansätze unter den Akteuren im Rahmen einzelner Forschungsprojekte, aber auch übergeordnet, integriert. Gegenstand der Plattform ist auch die ständige Kommunikation mit Stakeholdern, Industrie, Planern und Handwerkspartnern. Das Management der Plattform soll ebenfalls gefördert werden. Die Plattform dient auch als Schnittstelle zu potenziellen Geldgebern, die die Geschäftsmodelle finanzieren, fortführen und im Markt implementieren wollen.

■ BESONDERHEIT DES FORSCHUNGSFORMATS

Gegenstand der Forschung sind die Entwicklung von Geschäftsmodellen auf Projektebene und das Management der Projektplattform auf mittlere Frist (fünf bis zehn Jahre). Förderempfänger sind Unternehmen, Hochschulen, weitere Einrichtungen und Kommunen, die sich mit der Entwicklung der Geschäftsmodelle befassen.

AG 8 – 5. Living-Lab Energiewende

Hocheffiziente Gebäude, wie Nullheizenergie- oder Plusenergiegebäude, werden nur nennenswerte

Verbreitung finden, wenn bidirektionale Netzinfrastrukturen vorhanden sind, die alle Vorteile dieser Gebäude auch für die Allgemeinheit nutzbar machen. Eine bidirektionale Infrastruktur muss idealerweise für Strom, Wärme und Kälte gleichermaßen funktionieren, sich möglichst in Echtzeit am unmittelbaren Bedarf möglichst lokaler Abnehmer orientieren, dezentrale Speichermedien bis hin zur Elektromobilität integrieren und sich auch unter den Realbedingungen von Bestandsquartieren in Kommunen schrittweise aufbauen lassen. Diese Aufgabe birgt vielfältige Schnittstellen, zwischen Architektur und Gebäudetechnik, Versorgungsinfrastruktur und Städtebau, Netztechnologie und Dienstleistungsprodukten, lokalem Energiemarkt und Energierecht, Immobilien- und Versorgungswirtschaft und muss sich letztendlich an Marktbedingungen und Nutzerbedürfnissen orientieren.

■ FORSCHUNGSFORMAT

Die zentrale Idee des Living-Labs ist der Aufbau einer langfristigen Labor- und Realplattform für die interdisziplinäre Erforschung und Erprobung von energieeffizienten Komponenten und Konzepten zur Integration von hochenergieeffizienten Gebäuden in Siedlungszusammenhängen und damit der Integration von Bautechnik, Technischer Gebäudeausrüstung und Versorgungsnetzen unter Labor- und Realbedingungen städtischer Quartiere.

■ BESONDERHEIT DES FORSCHUNGSFORMATS

Die Umsetzung von hoch innovativen Energiekonzepten in Realquartieren, wie bisher in der Förderinitiative EnEff:Stadt bereits realisiert, erlaubt die Evaluierung spezifisch entwickelter Konzepte, ermöglicht aber kaum die beliebige Nachjustierung erkannter Optimierungspotenziale und Integration neuer Forschungsfragen. Daher ist die Kombination von Modell/Laborsiedlungsstrukturen, an denen verschiedene Forschungsfragen in Abfolge oder in Kombination untersucht und Konfigurationen verändert werden können, mit Transferprojekten, in denen gewonnene Erkenntnisse aus den Laborprojekten exemplarisch umgesetzt und aus denen entsprechendes Feedback in das Living-Lab zurück gespiegelt werden eine wünschenswerte Erweiterung heutiger Projektansätze. Das Besondere des Formates ist neben der langfristigen Projektform (fünf bis zehn Jahre) auch die offene Projektplattform, deren Betrieb infrastrukturell sicher zu stellen ist, die aber projektmäßig von diversen Forschungsinitiativen genutzt und bedient werden kann.



AG 9 QUALIFIZIERUNG UND BILDUNG FÜR DAS VERNETZTE UND ENERGIEEFFIZIENTE PLANEN UND BAUEN

Komplexe und vernetzte Techniken, Gebäude und Quartiere erfordern Spezialisten in allen Bereichen. Alle Berufsgruppen, Handwerker, Ingenieure, Architekten und Wissenschaftler müssen zusammen optimale Lösungen für den Bau, Betrieb, die Instandsetzung und die Sanierung entwickeln. Hierfür ist es erforderlich, neue Wege in der Ausbildung einzuführen.

Konzeption und Realisierung müssen tiefer miteinander verknüpft werden. Die optimale Vernetzung und die Durchlässigkeit in der Qualifizierung und Bildung werden an unterschiedlichen Themenfeldern erforscht und entwickelt. Informationswege, interdisziplinäres Handeln und Denken, Aufbau von durchlässigen Netzwerken und die Neuordnung der bestehenden Planungs- und Konzeptionsabläufe sind der erste Schritt in Richtung ganzheitliche integrale Planung und Betreibung.

Unter anderem an Demonstrationsprojekten werden einzelne Aspekte entwickelt und validiert. Die Ausbildung einzelner Spezialisten bleibt parallel bestehen. Sie geben den Input und sind das Maß für das „Machbare“. Die durchlässige Erforschung der optimalen Abläufe bringt effiziente und nachhaltige Gebäude hervor. Die Ergebnisse werden auf andere Gebäude und Quartiere im Neubaubereich und für Bestandsgebäude übertragbar sein. Es wird eine neue Generation mit modernen Denk- und Lösungsansätzen (aus-)gebildet und qualifiziert. Da Neubauten und Instandsetzung von Gebäuden und Quartieren gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) geplant werden und die VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen) die Vergabe und die Ausführung regelt, müssen Aspekte wie Vernetzung, Durchlässigkeit und gewerkeübergreifende Planung auch in diese Regelwerke Einzug halten, wenn diese Punkte in den Planungsalltag integriert werden sollen.

Die Kombination des nachhaltigen und effizienten Einsatzes von regenerativen Energien mit Bau, Technik und Betrieb ist bisher nicht in der HOAI verankert. Für komplexe Gebäude und Quartiere gilt es Ergebnisse aus theoretischen Ansätzen wie Simulationen und

praktischem Betrieb in den Planungsprozess einzubinden, der dafür notwendige Zeit- und Planungsaufwand muss für eine flächendeckende Umsetzung auch abrechenbar sein. Auch für die Vergabepaxis gibt es derzeit keine Unterstützung/Richtlinie, die innovative und energetisch optimierte Lösungen positiv bewertbar machen, auch diesen Punkt gilt es zu ändern, wenn die Energiewende im Gebäudebereich auch für Planer attraktiv werden soll.

AG 9 – 1. Durchlässigkeit in der Ausbildung

Durchlässigkeit in der Ausbildung umfasst die theoretischen und praktischen Schnittstellen in Wissenschaft, (Aus-)Bildung und Handwerk.

■ MOTIVATION

Die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung sind gesetzt. Der Umgang mit den Zielen und die Umsetzung müssen auch in der Ausbildung berücksichtigt werden. Des Weiteren sind die immer komplexeren Funktionen und Anforderungen an Gebäude und Quartiere in energetischer, baulicher und technischer Hinsicht sowohl in der Theorie als auch in der Praxis zu berücksichtigen. Besonders bei dem Typus Nichtwohngebäuden, sind verschiedenste Nutzungsaspekte und -arten zu planen und zu realisieren. Diese können theoretisch mittels Simulationen im Vorfeld untersucht werden. Die Planung und Realisierung der theoretischen Ergebnisse erfordert eine durchlässige Ausbildung.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Um eine Durchlässigkeit in der Ausbildung zu erreichen, ist eine Cluster von Lehrinhalten möglich. Geeignete Cluster sind zu entwickeln und zu erforschen. Möglich sind die Kombination verschiedener technischer Gewerke mit dem Bau sowie die Einbeziehung der Nutzungsprofile. Folgende Schnittstellenforschung in der Ausbildung sind erforderlich:

- Lehrvernetzung mittels Projektstudium;
Entwickeln von hochschulübergreifenden

THEMEN | AG 9

AG 9 – 1. Durchlässigkeit in der Ausbildung

AG 9 – 2. Vernetzung der Akteure (Forscher, Planer, Handwerk, Handel, Hersteller, Bauherr inkl. Finanzierung) einschließlich Koordination von Business-Process-Management-Prozessen

AG 9 – 3. Aktivierung von Energieeffizienzpotenzialen durch Qualifizierung/Weiterbildung der im Bauprozess beteiligten Akteure

AG 9 – 4. Gemeinsames Lernen in Demonstrationsprojekten

AG 9 – 5. Technische – Nicht-Rechtliche – Rahmenbedingungen

Projekten, die in Kooperation mit dem Handwerk entwickelt werden

- Entwickeln von Netzwerkttools, die Informationen enthalten, die von allen Seiten abrufbar sind beziehungsweise gespeist werden
- Erforschen und Entwickeln von Lehrinhalten, die die dynamischen Prozesse während des Betriebs von Gebäuden und Quartieren sowie den Lebenszyklus benennen
- Simulationsmethoden und -programme, die Theorie und technisch machbare Fertigung und Errichtung umfassen; hochschulübergreifend
- gewerkeübergreifendes Wissen für das Handeln am Bau; Entwickeln von schnittstellenübergreifenden Modulen
- Entwickeln von Modulen, die die Belange der Industrie (wie Fertigung etc.) einbeziehen

■ ERGEBNISSE

Es werden vernetzt denkende Fachleute aus Wissenschaft und Praxis erwartet, die energieeffizient, technisch korrekt und unter Berücksichtigung der baulichen Strukturen planen und bauen. Bestehende Bauteile der Industrie können dadurch anderen Bereichen zugeführt werden. Die Implementierung aller beteiligten Gruppen und Bereiche in die Qualifizierung und Bildung werden für die Gebäude nachhaltige und energieeffiziente Techniken und „Betriebe“ ermöglichen. Durch team- und themenorientierte Projekte werden die entwickelten Lehrinhalte erprobt: Modellcharakter, Wettbewerbe etc.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Inhalte werden als Module/duale Studiengänge entwickelt. In Forschungs- und Entwicklungsgebäuden/-Quartier beziehungsweise Demonstrationsbauten werden die Inhalte erprobt, evaluiert und weiterentwickelt.

AG 9 – 2. Vernetzung der Akteure (Forscher, Planer, Handwerk, Handel, Hersteller, Bauherr inkl. Finanzierung) einschließlich Koordination von Business-Process-Management- Prozessen

■ MOTIVATION

Bei vielen Prozessen in der Bauplanung und Bauausführung werden unnötige Kosten verursacht oder sogar Fehler produziert, die durch eine rechtzeitige wirkungsvolle Vernetzung der Akteure vermeidbar gewesen wären. Die Ursache liegt hier in den meisten Fällen an fehlender Kommunikation und damit Information, die mangels Vernetzung nicht zum richtigen Zeitpunkt dem jeweiligen Beteiligten vorliegt. Das gilt für projektspezifisches Wissen eines jeden Beteiligten sowie für benötigtes Fachwissen, welches bei Bedarf dem Planer oder Bauausführenden nicht direkt zur Verfügung steht und damit ungenutzt bleibt. Die energetische Gebäudesanierung stellt erhöhte Anforderungen an das Zusammenwirken der Akteure. Allein beim energieeffizienten Bauen oder Sanieren werden durch unzureichende Informationen jährlich viele Ressourcen nicht optimal genutzt oder sogar der Grundstein für die vielen Milliarden Euro an vermeidbaren Bauschäden gelegt.

Optimale Kommunikationsabläufe und ein anwendungsbezogener Transfer des Fachwissens sind Grundvoraussetzungen für integrale Planungsprozesse oder ein Building-Information-Modeling-System (BIM).

■ FORSCHUNGSINHALTE

Optimale Einbindung und Vernetzung aller am Bau Beteiligten – wie Bauherren, Architekten, Fachplaner/Ingenieure, ausführende Gewerke (auch Vernetzung innerhalb der ausführenden Gewerke); Wissenstransfer von außen in die Projektnetze hinein durch die Einbindung von Kammern und Fachverbänden und die Anbindung einer Wissensplattform/Fachdatenbanken. Hierdurch können gewerkebezogene Fachinformationen sowie anwendungsbezogene Ergebnisse aus Forschung und Wissenschaft direkt in das Netzwerk der Akteure eingespeist und bedarfsgerecht verfügbar gemacht

werden. Hierzu ist ein Business Process Management (BPM) zu entwickeln oder anzupassen.

Die gleichwertige Einbindung des Bauhandwerks in das Netzwerk ist als wesentliches Element in der Bauausführung von hoher Bedeutung. Denn besonders an dieser Stelle haben die Kommunikationsabläufe in beiden Richtungen unmittelbar Auswirkung auf ein effizientes und fehlerfreies Bauen und Sanieren. Grundlage für die Sicherung des projektspezifischen Wissens ist ebenso eine gute Projektdokumentation aller Beteiligten in allen Baustadien.

■ ERGEBNISSE

Folgende Fragen sind zu lösen:

- Konzept, Technologie und Design eines geeigneten BPM
- Implementierung
- Steuerung/operativer Betrieb
- Management interner und externer Fachinformationen sowie Umsetzung dieses Wissens
- Schnittstellenmanagement
- Kommunikationsabläufe/Akzeptanz der Beteiligten
- Weiterentwicklung bis hin zu Montagetools

Dieser Vernetzungsprozess wird noch kein BIM darstellen sondern nur ein wichtiger Baustein eines solchen Systems sein.

■ ART DER FORSCHUNG

- Untersuchung von Kommunikationsabläufen und Erstellung von Tools zur besseren Kommunikation, wünschenswert ist eine Überprüfung im Rahmen von Demonstrationsprojekten.

AG 9 – 3. Bauprozess beteiligten Akteure

■ MOTIVATION

Bei der Sanierung bestehender Gebäude wie bei der Neubauerstellung bestehen CO₂-Reduktionspotenziale, die sich einerseits durch den Einsatz neuer Technik und Bauelemente ergeben, ebenso durch die Optimierung von Technologieschnittstellen. Weitere Reduktionspotenziale

bei einfacheren Gebäuden bestehen in dem gewerkeübergreifenden (integralen) Planungs- und Ausführungsprozess, in dem Bauherren/Bauherrenvertreter, Planung (Architekt, Fachingenieure), Handwerk (alle Gewerke am Bau) und Fachhandel zu integrieren sind. Hierdurch lässt sich das übliche Einsparpotenzial zum Beispiel bei der Sanierung der Anlagentechnik von circa 18 bis 20 Prozent nochmals signifikant steigern. Der hierzu notwendige Arbeits- und Kooperationsprozess der Akteure (inkl. der Nutzer) wird aber üblicherweise nicht in den Ausbildungen erlernt, sondern kann nur anhand realer Erfahrungen in der Praxis eingeübt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Die gewerkeübergreifende Zusammenarbeit von Bauherren/-vertretern, Planung, Handwerk und Fachhandel soll mit geeigneten Verfahren in regionalen Netzen eingeübt werden, um neben dem Qualifikationsaspekt die Abänderung von erlernten Alltagsroutinen bei den Akteuren zu induzieren
- Geeignete Verfahren sollen erprobt und auf ihre Umsetzungsrelevanz (Erfolgswahrscheinlichkeit) untersucht werden
- Der Erfolg für die Energieeffizienz (Impact auf CO₂-Reduktion) soll nachgewiesen werden
- Technische Schnittstellen verschiedener sind bisher nicht optimal aufeinander abgestimmt. System-Einstellungen sollen seitens der Installateure nachweislich optimiert werden
- In Demonstrationsvorhaben (Fallstudien) sollen die relevanten Stakeholder in dem komplexen Planungs- und Ausführungsprozess informiert sowie für das zukünftige effizientere Sanieren und Bauen praxisnah qualifiziert werden
- Im Rahmen eines Forschungsvorhabens sollten für den Markt angepasste und standardisierte Systemlösungen zur Gebäudeenergieversorgung definiert werden, die individuell durch den Handwerker angepasst werden können, Anpassung von Schulungskonzepten

■ ERGEBNISSE

Die real erreichbaren zusätzlichen CO₂-Reduktionspotenziale durch die Qualifizierung zur gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit werden erprobt und nachgewiesen.

- Verfahren zur praxisnahen (alltagsnahen) Qualifizierung der berufserfahrenen Akteure in der gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit werden entwickelt und in ihrer prozessualen Tauglichkeit und Umsetzungsrelevanz bewertet
- Das in Deutschland etablierte Akteursnetz (Innungen, Fachverbände und Ausbildungsstätten) wird ergebnisorientiert in regionalen Netzen in die zu entwickelnden Verfahren integriert
- Es werden geeignete Schulungsgrundlagen und -unterlagen bezüglich Inhalten und Verfahren (Prozess) sowie geeignete Transfermaßnahmen entwickelt und umgesetzt

■ ART DER FORSCHUNG

- Umsetzung von realitätsnahen Demonstrationsvorhaben in mehrstufigen Praxisfällen für die gewerkeübergreifende Zusammenarbeit, bei der die Änderung von Alltagsroutinen durch geeignete Verfahren induziert und erfolgreich nachgewiesen wird. Erlebnisorientierte Beteiligung der relevanten Akteure aus Bauherren/-vertretern, Planung, Handwerk und Fachhandel (inkl. Einbeziehung der Nutzer) bei dem Einsatz innovativer technischer Lösungen.

AG 9 – 4. Gemeinsames Lernen in Demoprojekten

Gemeinsames Lernen in Demonstrationsprojekten umfasst die Realisierung der theoretischen Ausbildung in der Praxis. Es sollen Formate für gemeinsame Demonstrationsprojekte für Studierende und Auszubildende zur Validierung der Schnittstellen von Wissenschaft, (Aus-) Bildung und Handwerk eingeführt werden.

■ MOTIVATION

Der Umgang mit den Klimazielen der Bundesregierung zur Reduzierung der Primärenergie und der CO₂-Emissionen und die Umsetzung dieser müssen in Ausbildung und Praxis berücksichtigt werden. Energieeffizienz ist ein komplexes Feld, das stark von dem Gebäudetyp, der Nutzung und dem Baujahr abhängt. Die Grundlagen für eine nachhaltige Betreibung von Gebäuden werden bereits in der Konzeptionsphase gelegt. Zielführend ist die Qualifizierung und Bildung anhand von Demonstrationsprojekten. An diesen können durch gemeinsames Lernen erlerntes Wissen und handwerkliches Geschick der zukünftigen Architekten, Ingenieure und Handwerker miteinander verknüpft werden. Zusätzlich können

die gemeinsamen Projekte zu einer Steigerung der gegenseitigen Wertschätzung zwischen Hochschule und Handwerk führen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Verknüpfung der universitären, hochschulseitigen und handwerklichen Ausbildung wird in Demonstrationsprojekten erforscht. Der Solar Decathlon auf europäischer Ebene sowie die Etablierung einer Energieeffizienzolympiade als nationaler Wettbewerb sind ideale Modelle. Des Weiteren soll ein Forschung und Entwicklungs-Gebäude entwickelt werden, das allen Anforderungen der Qualifizierung und Ausbildung entspricht, sich als Konferenzgebäude anbietet (nonverbale Qualifizierung der Konferenzteilnehmer) und das der Industrie zur Erprobung von Ideen und Materialien zur Verfügung steht. Die wesentlichen Forschungsinhalte dieser drei beschriebenen Demonstrationsprojekte sind:

- Entwicklung und Erforschung von technischen Verknüpfungen, die zu einem energieeffizienten Gebäude und Gebäudebetrieb führen; Schwerpunkt Energieeffizienzolympiade
- Entwicklung von Planungs- und Ausführungstools, die optimierte Neubauten als Ziel haben; Schwerpunkt Solar Decathlon
- Entwicklung eines interdisziplinären und nachhaltigen Konferenz- und Erprobungsgebäudes; Schwerpunkt Forschungs- und Entwicklungs-Gebäude

Zusätzlich zur Durchführung der interdisziplinären Demonstrationsprojekte soll Begleitforschung betrieben werden, ob und wie weit die geförderten Projekte die Zusammenarbeit zwischen Handwerk und Ingenieuren verbessern und die gegenseitige Wertschätzung fördern können. Bei einem erfolgreichen Projektverlauf sollte darüber hinaus evaluiert werden, ob und wie gemeinsames Lernen dauerhaft gefördert werden kann, um die positiven Effekte zu verstetigen.

■ ERGEBNISSE

Mittels der Demonstrationsprojekte werden die beteiligten Personen und Gruppen qualifiziert und gebildet. Die durchlässige Erforschung der idealen Abläufe ergibt effiziente und nachhaltige Gebäude. Die Ergebnisse werden auf andere Gebäude und Quartiere sowohl im Neubaubereich als auch bei Bestandsgebäuden übertragbar sein. Es wird eine neue Generation mit modernen Denk- und Lösungsansätzen (aus-)gebildet und qualifiziert.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Inhalte werden als interdisziplinäre Projekte in unterschiedlichen Studiengängen, Ausbildungen, der Industrie und freien Büros entwickelt. Die Realisierung der Bauten erfolgt durch das Handwerk. In den FuE-Gebäuden/Quartier beziehungsweise Demonstrationsbauten werden die Inhalte erprobt, evaluiert und weiterentwickelt.

AG 9-5. Planungswerkzeuge: Aus- und Weiterbildung

Neben Werkzeugen für die Forschung und Planungspraxis sind didaktisch fokussierte, vereinfachte Werkzeuge für die Aus- und Weiterbildung von Bedeutung. Im Vordergrund stehen zunächst nicht normative Nachweise, sondern Erkenntnisse sowie Methoden, um den Hintergrund, auch komplexer Nachweisverfahren, zu vermitteln. Idealerweise stehen solche Werkzeuge kostenfrei für verschiedene Plattformen zur Verfügung oder nutzen webbasierte beziehungsweise E-Learning-Plattformen. In den meisten baubezogenen Studiengängen stehen keine umfänglichen Zeitkontingente für die Softwareschulung zur Verfügung. Werkzeuge müssen einen schnellen, herstellerneutralen und intuitiven Einstieg ermöglichen und die didaktische Reduktion komplexer Sachverhalte auf Kerninhalte vornehmen. Die Reduktion muss sich an unterschiedlichen Zielgruppen (Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau usw.) orientieren und soll dabei die Kreativität bei der Systemwahl beziehungsweise beim Entwurfsprozess nicht behindern.

Mit der Verfügbarkeit von Ausbildungsrichtlinien und Qualitätsanforderungen an Fachingenieure kann künftig der Einsatz von Simulationsmethoden für Nachweisverfahren von einer entsprechend qualifizierten Zielgruppe vorgenommen werden.

■ MOTIVATION

Im Kontext früherer EnOB/EnEff:Stadt-Vorhaben wurden Werkzeuge entwickelt und an Hochschulen mit unterschiedlichen Erfahrungen eingesetzt. Dazu zählen zum Beispiel dynamische Raummodelle, hygrothermische Simulationsmodelle, tabellenbasierte Bilanzierungsverfahren und objektorientierte Modellbibliotheken für die Gebäude- und Anlagensimulation. Nach Auslaufen der Vorhaben sollten die Pflege, erweiterte Dokumentation und Weiterentwicklung ermöglicht werden. Dazu ist ein aktiver Erfahrungsaustausch zwischen Anwendern und

Entwicklern notwendig. Es besteht Bedarf an zusätzlichen Werkzeugen, die den Funktionsumfang erweitern, sowie an Schnittstellen zur Kopplung und zum Datenaustausch. Als übergreifende Aktivität ist das "EnOBLernnetz" beziehungsweise die Initiative "Lernnetz Bauphysik" bekannt, die auf einer zentralen E-Learningplattform basiert und eine grafische Nutzerschnittstelle zur Interaktion mit diversen Simulationstools anbietet. Für die Fortsetzung dieser und die Einbindung weiterer Vorarbeiten sind Fördermittel erforderlich.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Forschungsinhalte betreffen die Weiterentwicklung von Lehr- und Lernmaterialien, auch elektronischer Medien, einschließlich Lehr- und Lernsoftware. Diese sind mit der Forschung zu Planungswerkzeugen (Gebäudemodelle, Rechenkerne, Austauschformate) zu vernetzen. Neben der Pflege und Weiterentwicklung gilt es, eine Vernetzungsstrategie für Lehr- und Lernwerkzeuge zu entwickeln und umzusetzen. Die Erfahrungen mit dem EnOB:Lernnetz sind weiterzuentwickeln, zum Beispiel neue Ansätze oder Modelle bestehender Werkzeuge anzubinden beziehungsweise in einen neuen Kontext zu stellen. Kursmaterialien sollten durch Dokumentationen und Ergebnisse aktueller Demonstrationsbauvorhaben ergänzt werden. Es sind Ausbildungsrichtlinien und Qualitätsanforderungen an Fachingenieure zu entwickeln mit dem Ziel, eine definierte Zielgruppe für den Einsatz von Simulationsmethoden für gesetzliche Nachweisverfahren zu qualifizieren.

■ ERGEBNISSE

Ergebnisse sind offene, plattformunabhängige, vernetzte, didaktisch orientierte Lehr- und Lernmaterialien für den Bereich Energie in Gebäuden und Quartieren. Für die Einführung und Verbreitung dienen Lehrangebote/-veranstaltungen und Sommerschulen. Lehr- und Lernmodule sollen als Bausteine in Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen einfließen.

■ ART DER FORSCHUNG

- Softwareentwicklung; Plattformarbeit; Dokumentation



AG 10 SOLARTHERMIE-TECHNOLOGIE

AG 10–1. Innovative Kombianlagen mit hohen solaren Deckungsanteilen

- Anlagen zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Raumheizung, die primär in Ein- und Zweifamilienhäusern eingesetzt werden und den Gesamtwärmebedarf des jeweiligen Gebäudes zu circa 60 Prozent bis 80 Prozent solarthermisch decken

■ MOTIVATION

In Deutschland beträgt der Anteil von Ein- und Zweifamilienhäuser an der Gesamtwohnfläche circa 60 Prozent. Solare Kombianlagen, das heißt thermische Solaranlagen zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Raumheizung für Ein- und Zweifamilienhäuser stellen eine umweltfreundliche und kostengünstige Technologie zur Reduktion des fossilen Energieverbrauchs und damit auch zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden dar. Allerdings erreichen die heute marktüblichen solaren Kombianlagen meist nur solarthermische Deckungsanteile im Bereich von circa 30 Prozent. Untersuchungen, zum Beispiel im Projekt „HeizSolar“ (<https://www.diesolarheizung.de/>) haben jedoch gezeigt, dass sowohl unter ökologischen als auch ökonomischen Aspekten solare Kombianlagen die circa 60 bis 80 Prozent des Gesamtwärmebedarfs eines Gebäudes solar decken, sehr interessant sind. Um entsprechende innovative Kombianlagen mit hohen solaren Deckungsanteilen zeitnah am Markt zu etablieren müssen jedoch die im Folgenden aufgeführten Forschungsaktivitäten Bestandteil der zukünftigen Energieforschung sein:

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Entwicklung von ökologisch und ökonomisch optimierten innovativen Kombianlagen mit solarthermischen Deckungsanteilen im Bereich von 60 bis 80 Prozent
- Erarbeitung von Regelstrategien zur optimalen Integration innovativer solarthermischer Kombianlagen

in die Systemtechnik zur Energieversorgung des Gebäudes

- Entwicklung innovativer, hocheffizienter und kostengünstiger Technologien zur thermischen Energiespeicherung für die Realisierung hoher solarer Deckungsanteile
- Entwicklung von standardisierten und einfach zu installierenden Kombianlagen mit einem hohen industriellen Vorfertigungsgrad sowie standardisierten Schnittstellen (hydraulisch, mechanisch, elektrisch, etc.)

■ ERGEBNISSE

Innovative Kombianlagen mit solarthermischen Deckungsanteilen im Bereich von 60 bis 80 Prozent sind eine standardisierte und am Markt etablierte Technologie für die dezentrale Wärmeversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern, sowohl beim Neubau als auch bei der Bestandssanierung. Sie sind damit die mit Abstand wirtschaftlichste Technologie für die Erfüllung der aus der novellierten EU-Gebäuderichtlinie resultierenden Forderung nach der Realisierung von Niedrigstenergiegebäuden.

■ ART DER FORSCHUNG

- Vorlauftforschung zur theoretischen und experimentellen Entwicklung angepasster Systemkonzepte und Schlüsselkomponenten, wie insbesondere hocheffizienter thermischer Energiespeicher und Regelungen für eine optimierte Versorgung des Gebäudes mit solar beziehungsweise regenerativ erzeugter Energie
- Pilotvorhaben mittels Einzelgebäuden sowie umfangreicher Feldtests in Kombination mit einer detaillierten messtechnischen Analyse zur Erprobung und Weiterentwicklung der Gesamtanlagen und einzelner Komponenten sowie Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz

THEMEN | AG 10

AG 10–1. Innovative Kombianlagen mit hohen solaren Deckungsanteilen

AG 10–2. Ein- und Zweifamilienhäuser

AG 10–3. Mehrfamilienhäuser

AG 10–4. Solare Prozesswärme

AG 10–5. Solare Wärmenetze

AG 10–2. Ein- und Zweifamilienhäuser

- Solar unterstützte Wärmeversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern

■ MOTIVATION

27,3 Prozent des bundesdeutschen Endenergieverbrauchs wurden 2014 zur Deckung des Raumwärmebedarfs und 5,2 Prozent zur Trinkwassererwärmung benötigt (BMW, Energiedaten 2015). Auch wenn die in der „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ (BMW, 2016) geforderten Sanierungsmaßnahmen vollständig umgesetzt werden, verbleiben 2050 noch immer 36 bis 54 Prozent des heutigen Endenergiebedarfs. Dieser wird vorrangig durch direkte Nutzung erneuerbarer Energien – Solarthermie, Geothermie und Biomasse – zu decken sein (Grünbuch Energieeffizienz, BMW, 2017).

Der Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser an der Gesamtwohnfläche beträgt auch im Jahr 2050 weiterhin rund 60 Prozent. Für deren Wärmeversorgung werden nach aktuellen Szenarien (Energiesystem D 2050, ISE 2015) dezentrale Solarthermieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 60 GW (86 Mio. m²) benötigt, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Um die solare Wärmeversorgung dann zu geringstmöglichen Gesteungskosten bereitzustellen, muss die Technologie durch FuE kontinuierlich verbessert werden. Folgende Ziele sind Gegenstand der zukünftigen Energieforschung:

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Weiterentwicklung der Kollektortechnologien, insbesondere im Bereich neuer Werkstoffe und Produktionsverfahren sowie innovativer Strategien zur Reduktion der Stagnationsbelastung
- Entwicklung innovativer Wärmespeichertechnologien, insbesondere für die Realisierung hoher solarer Deckungsanteile
- Entwicklung kostengünstiger, vorgefertigter Baugruppen als Voraussetzung für eine Massenfertigung

- Reduktion der Wärmeverluste von Speichern, Rohrleitungen und Armaturen
- Standardisierung von Schnittstellen (hydraulisch, mechanisch, elektrisch, etc.) und einzelner Komponenten
- Vereinfachung von Installation und Montage („Plug-and-Function“) zum Beispiel durch die Entwicklung kostengünstiger, vorgefertigter Baugruppen
- Erhöhung der Fehlersicherheit durch Minderung des Installationsrisikos
- Einbindung von Solarthermie in konventionelle und regenerative Heizungssysteme, um deren Effizienz zu steigern
- Systemintegration, das heißt intelligente und effiziente Lösungen zur Integration thermischer Solaranlagen in das Energieversorgungssystem der Gebäude

■ ERGEBNISSE

Mittel- bis langfristig muss die Solarthermie die kostengünstigste Option zur CO₂-freien Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs im Ein- und Zweifamilienhausbereich sein. Es stehen dann vorgefertigte und hocheffiziente Komplettsysteme zur solaren Wärmeversorgung zur Verfügung, die mit beliebigen anderen Heizsystemen kombiniert werden können.

Die Solarthermieanlagen mit ihren integrierten Wärmespeichern werden zudem einen wesentlichen Beitrag bei der Sektorkopplung leisten, indem sie den Einsatz hochenergetischer erneuerbarer Energieformen (wie Biomasse, Biogas und elektrischen Strom) im Wärmebereich reduzieren.

AG 10–3. Mehrfamilienhäuser

- Solar unterstützte Wärmeversorgung zur Raumheizung und Trinkwarmwassererwärmung in Mehrfamilienhäusern (Wohngebäude mit mehr als zwei Wohneinheiten)

■ MOTIVATION

Die solar unterstützte Wärmeversorgung zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung im Wohnungsbau beschränkt sich bis heute auf Ein- bis Zweifamilienhäuser. Mehrfamilienhäuser machen aber circa 40 Prozent der Wohnfläche in Deutschland aus und bieten damit ein enormes, noch nicht erschlossenes Potenzial zur Einsparung von fossilen Energieträgern und Vermeidung von CO₂-Emissionen. Um die vorhandenen technischen und wirtschaftlichen Hemmnisse abzubauen sind gezielte FuE-Arbeiten erforderlich.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Entwicklung standardisierter Montage- und Leitungssysteme für Kollektorfelder
- Entwicklung kostengünstiger Kollektoren für die Gebäudeintegration (vor allem Fassade) sowie vorgefertigter, solarthermisch aktivierter Elementen der Gebäudehülle (vor allem Fassade)
- Entwicklung und Erprobung effizienter, platzsparender Speicherlösungen
- Erarbeitung standardisierter Systemkonzepte sowie standardisierter hydraulischer, mechanischer und elektrischer Schnittstellen
- Entwicklung von Lösungen zur optimierten Einbindung in konventionelle und regenerative Wärme- und Energieversorgungssysteme zur Steigerung der Gesamteffizienz und Minimierung der CO₂-Emissionen
- Reduktion von Systemverlusten durch Optimierung von Verteilsystemen und Temperaturniveaus
- Entwicklung von Verfahren zur Funktions-, Ertragskontroll- und Prognoseverfahren zur Erkennung/Meldung von Anlagenfehlern und Betriebsoptimierung
- Verstärkte Durchführung von Felduntersuchungen zur umfassenden Evaluation der Qualität ausgeführter Anlagen in Bezug auf Funktion, Ertrag und Endenergieeinsparung
- Weiterentwicklung und Erprobung sozio-ökonomischer Methoden unter Berücksichtigung der Anforderung der Solarthermie, wie zum Beispiel das Betreiber-Modell „Mieterwärme“

■ ERGEBNISSE

Kurzfristiges Ziel (Zeithorizont: Bis zu 10 Jahren) ist die Erschließung des Marktsegmentes Mehrfamilienhäuser durch die Umsetzung der genannten technischen Innovationen im Komponenten- und Systembereich sowie die Implementierung neuer sozio-ökonomischer Methoden (z. B. das Betreiber-Modell „Mieterwärme“). Mittel- bis langfristiges Ziel (Zeithorizont: 10 bis 20 Jahre) ist die Etablierung und Verbreitung der solaren Wärmeversorgung in Mehrfamilienhäusern, unter anderem auch von hocheffizienten Systemen mit solaren Deckungsanteilen an Wärmebedarf von bis zu über 50 Prozent.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Entwicklung und das Testen von neuen Komponenten und Systemen unter Laborbedingungen ist als angewandte Forschung zu klassifizieren. Ein wesentlicher Teil der Forschungsarbeiten ist zudem im Bereich der Demonstration zu betreiben. Hier sind sowohl Pilotprojekte mit Einzelgebäuden als auch Felduntersuchungen durchzuführen, um die neuen Konzepte zu erproben und ausführlich zu evaluieren.

AG 10–4. Solare Prozesswärme

Solare Prozesswärme bezeichnet die Bereitstellung von Prozesswärme zur Herstellung, Weiterverarbeitung oder Veredelung von Produkten oder zur Erbringung von Dienstleistungen in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft. In diesen Sektoren schlummert ein gewaltiges Potenzial, den Wärmebedarf unterhalb von 150 Grad Celsius zumindest teilweise mittels Solarthermie bereitzustellen.

■ MOTIVATION

Im Kontext der Energiewende steht meist die elektrische Energieversorgung im Vordergrund. Dagegen hat die Wärmeversorgung einen Anteil von über 50 Prozent am deutschen Endenergiebedarf, im Sektor Industrie sogar rund 75 Prozent. Damit die Energiewende gelingt, muss also vor allem der Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmemarkt forciert werden. Gerade in den Sektoren Industrie und Gewerbe sind die aktuellen Ausbautzahlen sehr gering.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Entwicklung einer Strategie mit entsprechenden Maßnahmen zur flächendeckenden CO₂-armen Prozesswärmebereitstellung in 2050

- Maßnahmen zur Standardisierung von Integration und Regelung solarer Prozesswärme in Abhängigkeit der zu versorgenden Wärmesenke
- Einfach zu nutzende Hilfsmittel (z. B. Computerprogramme) zur Planung von Prozesswärmeanlagen
- Übertragung und Weiterentwicklung sozio-ökonomischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung der Anforderung solarer Prozesswärme
- Entwicklung angepasster, kostengünstiger Komponenten für den Temperaturbereich oberhalb von 100 Grad Celsius
- Maßnahmen zur Stagnationsvermeidung bei nicht vorhandenem Wärmebedarf in der einstrahlungsreichen Zeit (z. B. Betriebsferien im Sommer)
- Entwicklung geeigneter Konzepte zur Erhöhung der solaren Deckungsrate bei industriellem Wärmebedarf mit erhöhter Außentemperaturabhängigkeit (z. B. RLT-Anlagen)
- Entwicklung geeigneter Verfahren, Montage-materialien und Installationshilfen zur kosten- und zeiteffizienten Installation großer thermischer Solaranlagen
- Entwicklung und Einsatz einer kostengünstigen Funktionskontrolle zur Bewertung des Anlagenbetriebes umgesetzter Anlagen
- Untersuchung und Demonstration solarer Prozesswärme in Kombination mit anderen Wärmeerzeugern und Effizienztechnologien wie Wärmepumpe, KWK und Abwärme

■ ERGEBNISSE

Das langfristige Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Etablierung von Solarthermie in Industrie und Gewerbe als eine verlässliche Option zur CO₂-freien Bereitstellung des benötigten Prozesswärmebedarfs. Kurzfristig ermöglichen die aufgelisteten Forschungsinhalte eine beschleunigte Markterschließung solarer Prozesswärme durch eine erhöhte Sichtbarkeit und durch das Hervorheben der Relevanz einer CO₂-armen Wärmebereitstellung in Industrie und Gewerbe. Mittelfristig ermöglichen die FuE-Aktivitäten die Verbreitung solarer Prozesswärme in den besagten Sektoren, bei gleichzeitiger Erhöhung der Anlagen-Performance und Zuverlässigkeit sowie reduzierten Systemkosten. Langfristig ermöglichen

die Aktivitäten solare Prozesswärmeanlagen zu realisieren, die höhere Deckungsraten erreichen.

AG 10–5. Solare Wärmenetze

- Meist mittlere und große Solarthermieanlagen (ab ca. 300 m²), deren Solarerträge zentral an Standorten der Wärmeerzeugung oder dezentral im Bereich der Hausübergabestation beziehungsweise teilzentral an geeigneten Netzpunkten in Wärmenetze eingespeist werden

■ MOTIVATION

Über Wärmenetze wird rund 14 Prozent des deutschen Wärmebedarfs an Endkunden geliefert. Die Reduktion des fossilen Energieeinsatzes zur Wärmeerzeugung für Wärmenetze erfordert die Integration von erneuerbaren Energien. Solarthermieanlagen bieten hierzu große technische und zunehmend auch wirtschaftliche Potenziale für eine emissionsfreie Wärmeerzeugung. Diese steht naturgegeben jedoch nur fluktuierend entsprechend der Solarstrahlung und unabhängig vom Wärmebedarf zur Verfügung.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Einbindung von Solarthermieanlagen in Wärmenetze erfordert systemische Betrachtungen von der Solaranlage über die thermohydraulischen Wirkungen im Wärmenetz und auf die Betriebsweise der konventionellen Energieerzeugung bis hin zur Gebäudeenergie-technik jedes Kunden. Die Größe und Komplexität des zu betrachtenden Bilanzraumes erfordern Forschungsarbeiten zu simulationsbasierten Entwicklungen ebenso wie die Realisierung von Laborexperimenten und insbesondere von Demonstrationen, um die Forschungsergebnisse in der Praxis zu evaluieren. Schwerpunkte der Forschungsinhalte können sein:

- Aufbau, Regelung und Verschaltung von Kollektorfeldern, die in der Lage sind, hohe und konstante Austrittstemperaturen zu liefern
- Optimale Einbindung von Solarthermie in die Erzeugerstrukturen der Fernwärme
- Entwicklung von neuen Systemkonzepten zur Einbindung von dezentralen beziehungsweise teilzentralen Solarthermieanlagen in Quartiere und Siedlungen

- Rolle der Solarthermie und von Wärmespeichern in Wärmenetzen mit Sektorkopplung, die möglichst nur mit erneuerbaren Energien versorgt werden
- Modellierung und Inline-Überwachung des thermohydraulischen Verhaltens von Wärmenetzen mit vielen dezentralen Wärmeeinspeisern und -speichern
- Entwicklung standardisierter dezentraler Einspeisestationen
- Weiterentwicklung und Erprobung effizienter Lösungen für Langzeit-Wärmespeicher
- Erarbeitung von Methoden zur primärenergetischen Bewertung im Systemkontext sowie von Vermarktungsmodellen

■ **ERGEBNISSE**

Unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen werden Solarthermieanlagen mit anderen Arten erneuerbarer Energiebereitstellung inklusive Abwärme und erneuerbar erzeugtem Strom zu Gesamtsystemen kombiniert, die eine wirtschaftliche Wärmeversorgung durch Wärmenetze bei minimiertem CO₂-Ausstoß des Gesamtsystems der Strom- und Wärmeerzeugung sicherstellen.

■ **ART DER FORSCHUNG**

Ein erster Schritt der simulationsgestützten Systementwicklungen ist als Vorlaufforschung notwendig. Hierauf bauen marktnahe Entwicklungen für Produkte und (Teil-)Systeme auf. Durch Demonstrationsvorhaben mit Langzeitmonitoring können die vorab erarbeiteten Ergebnisse validiert werden. Anzuschließen ist der notwendige Wissenstransfer in die Praxis, um den Transformationsprozess hin zu Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien nachhaltig im Markt zu verfestigen.



Bildnachweis

Titel: FooTToo/iStock/thinkstock, AG1: anyaberkut/iStock/thinkstock, AG2: bluejayphoto/iStock/thinkstock, AG3: ivansmuk/iStock/thinkstock, AG4: Forschungszentrum Jülich/Ralf-Uwe Limbach, AG5: WISTA-MANAGEMENT GmbH, AG6: Marchcattle/iStock/thinkstock, AG7: Gyuszkó/iStock/thinkstock, AG8: BINE Informationsdienst/Johannes Lang, AG9: Yozayo/iStock/thinkstock, AG10: DiyanaDimitrova/ iStock/thinkstock

