

## Forschung für eine nachhaltige Reduzierung des Energieverbrauchs im Strom- und Wärmebereich

Eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Energiewende ist die Energieeinsparung durch Steigerung der Energieeffizienz, also durch Verbesserung des Verhältnisses zwischen erzieltm Nutzen und eingesetzter Energie, aber auch durch reduzierte Energieverwendung (Suffizienz) in allen Sektoren. Dem liegt zugrunde, dass Energieeinsparungen den Aufwand für die Bereitstellung sowohl von Energiesysteminfrastruktur als auch von Energieträgern vermindert und damit ökologisch wie ökonomisch sinnvoll ist sowie die gesellschaftliche Akzeptanz fördert. Die Reduktion des Energiebedarfs muss entlang der gesamten Bereitstellungskette erfolgen und schließt unabdingbar das Nutzerverhalten mit ein.

Um das Ziel einer kurzfristig wirksamen Energieeinsparung zu erreichen, müssen daher Forschung, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft dringend die erforderlichen Maßnahmen entwickeln und ergreifen. Die Maßnahmen basieren zuallererst auf Vermeidung und dann auf der effizienten Bereitstellung und Nutzung erneuerbarer Energien in den Sektoren Industrie, Handel und Gewerbe, Gebäude sowie Verkehr. Alle Sektoren bieten erhebliche Effizienzpotenziale mit vielfältigen Möglichkeiten zur Energieeinsparung. Essenziell ist eine motivierende Einbindung der Gesellschaft für diese Maßnahmen. Das in Vorbereitung befindliche Energieeffizienzgesetz der Bundesregierung soll die Umsetzung dieser Effizienzmaßnahmen verbindlich regeln und beschleunigen.

### Forschungsbedarfe für Einspareffekte bis spätestens 2030

Neben der Umsetzung kurzfristig realisierbarer Maßnahmen ist es essenziell, dass Forschung und Entwicklung in Wissenschaft und Industrie anwendungsnahe und leicht umsetzbare Lösungen zur Energieeffizienz und -einsparung für die mittlere und lange Frist erarbeiten. Dazu zählen sowohl integrative technologische Entwicklungen als auch sozio-ökonomische und energiewirtschaftliche Forschung.

Die folgende Übersicht stellt ausgewählte, wichtige Handlungsfelder vor, in denen sich Einsparpotenziale schnell erschließen lassen und damit auch einen Bezug auf die aktuelle Energieversorgungskrise liefern. Die Maßnahmen zielen darauf ab, dass spätestens 2030 wirksame Einsparungen des Primärenergieverbrauchs (PEV) sichtbar werden.

Weiterhin wird der Forschungsbedarf benannt, der notwendig ist, um neue Technologien hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Effizienz weiter zu optimieren und grundsätzlich neue reale Handlungsoptionen für heute noch ungelöste Problemstellungen (sog. „high-hanging fruits“) zu eröffnen. Dabei sind viele der im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung adressierten Forschungs- und Entwicklungsgebiete im Bereich Effiziente Energienutzung nach wie vor relevant und die folgenden Auflistungen von FuE-Themen sind nicht abschließend.

### Energieeffizienz und -einsparung als Querschnittsthema

Die Zusammenschau macht deutlich, dass Energieeffizienz in mehreren wesentlichen Handlungsfeldern der Energiewende eine zentrale Rolle spielt. **Der ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE) empfiehlt daher, Forschung zu Energieeffizienz und -einsparung im Energieforschungsprogramm (EFP) als Querschnittsthema einzuordnen und sie in allen als „Mission“ definierten Themen angemessen zu adressieren.**

### **Handlungsfeld Energiewirtschaft – Missionsziel M1: Effiziente Bereitstellung erneuerbarer Energien**

Angesichts der zu geringen Anteile Erneuerbarer Energien am PEV von nur ca. 16 % (ca. 41 % vom Bruttostromverbrauch, ca. 16 % vom Wärme-Endenergieverbrauch und ca. 7 % beim Verkehr [AGEE, 2022]), ist die Notwendigkeit eines dringenden Ausbaus der Erneuerbaren offensichtlich. Doch ihr Ausbau ist aufgrund von Potenzialrestriktionen kurz- bis mittelfristig zu limitiert, um die prognostizierten Bedarfe<sup>1</sup> zu decken.

Daher muss parallel zum Ausbau dringend am effizienten Einsatz der Erneuerbaren geforscht werden. Dazu gehört neben den F&E-Aktivitäten für Einzeltechnologien die Verlustminimierung bei Energiewandlung, Energiespeicherung und Energietransport – insbesondere unter Berücksichtigung der Sektorenkopplung. Zudem geht es besonders im Rahmen der „Wärmewende“ um die effiziente Erschließung und kaskadierte Nutzung nicht vermeidbarer Abwärmepotenziale sowie um die systemische Einbindung zusätzlicher Quellen an Umweltwärme. Gerade im Wärmesektor müssen dabei eher dezentrale/regionale/standortangepasste Versorgungsstrukturen realisiert werden, was wiederum erhöhte Anforderungen an die konzertierte Planung zur Einbindung unterschiedlicher regenerativer Energieträger aufgrund der jeweils spezifischen Ausgangssituation (Potenziale, Flächen, etc.) stellt.

Des Weiteren geht es um das Zusammenspiel von Komponenten und Teilen des Energiesystems. Die fluktuierende Stromerzeugung gilt es mit flexibilisiertem Verbrauch sowie Energiespeichern aufzufangen. Dies betrifft die Aggregation von Komponenten, wie z. B. bei virtuellen Kraftwerken mit Kopplung über Sektorengrenzen hinweg, die Steuerung des Verbrauchs und die Frage, welche Steuerung künftig zentral und welche dezentral zu organisieren ist. Sind die maßgeblichen Fragestellungen im ersten Themenfeld eher technischer Natur, so sind im zweiten Themenfeld eher techno-ökonomische und soziökonomische Aspekte relevant. Dies betrifft neben Schnittstellenproblematiken und Digitalisierung auch das Zusammenspiel, welches durch regulatorische Rahmenbedingungen und Marktmechanismen befähigt werden muss.

Letztendlich muss im Rahmen der Bereitstellung effizienter Anlagen und Konzepte auch an (stoffliche) Ressourceneffizienzen gedacht werden. Dies richtet sich insbesondere an den steigenden Einsatz nachhaltiger Materialien und Baustoffe sowie an das Materialrecycling, im Sinne einer Einrichtung effizienter Kreislaufsysteme (Circular Economy).

#### **Beispiele für Forschungsbedarf für Energieeffizienz und -einsparung im Handlungsfeld Energiewirtschaft:**

- Strommarktdesign mit starken Anreizen für Sektorenkopplung zur Reduzierung von Speicherkapazitäten und -verlusten durch mehr Gleichzeitigkeit von Erzeugung und Verbrauch (z. B. flexible Strompreise)
- Vermeidung von Stand-by-Verlusten in konventionellen Kraftwerken, Speichern und Netzbetriebsmitteln durch Weiterentwicklung von Komponenten und Stabilitätsanalysen
- Entwicklung koordinierter Netz-Sicherheitsmaßnahmen zur Höherauslastung der Infrastrukturen, um einerseits überflüssigen Betrieb von thermischen Kraftwerken zu vermeiden und andererseits die Abregelung von EE-Anlagen durch Entwicklung von Online-Netzsicherheitsmanagement-Algorithmen zu reduzieren u. a. auch durch einen erweiterten Einsatz von EE für Systemdienstleistungen
- IT / Digitalisierung der Energiewirtschaft: standardisierte Schnittstellen (v. a. für virtuelle Kraftwerke), selbstlernende Energiesysteme: Design und Einsatz von Verfahren der Künstli-

---

<sup>1</sup> Hier: erforderlicher Ausbau der regenerativen Stromerzeugung von aktuell ca. 234 TWh auf > 1.000 TWh.

chen Intelligenz zur Koordination dezentraler Erzeuger und Verbraucher, effiziente Koordination vieler kleiner flexibler Verbraucher bis hin zur Auslegungs- und Umsetzungsunterstützung neuer Systeme

- Erforschung von Systemen zur Nutzung von Abwärme oder Prozesswärme für die Fernwärmeversorgung unter Berücksichtigung infrastruktureller Maßnahmen an den genutzten Rohrleitungssystemen (zur Temperaturreduktion)
- Entwicklung von Energieeffizienz-Berechnungstools für die Betriebsführung auf Basis digitaler Zwillinge auch für die Betriebsoptimierung von kombinierten Systemen (EE-Erzeugung für Elektrolyseure) bis hin zu lokalen Verwertungspfaden und Quartierslösungen (Behind the Meter)
- energieeffiziente und systemdienliche Versorgung und Betrieb von Elektrolyseanlagen
- energieeffizienter und systemdienlicher Betrieb von Biomasseanlagen, vor allem zur Verwertung von landwirtschaftlichen, industriellen und kommunalen Rest- und Abfallstoffen sowie Kopplung von PV, Wind und Elektrolyseanlagen mit Biomasseanlagen durch KI-unterstützte modellprädiktive Prozesssteuerung mit standardisierten digitalen Schnittstellen
- Erforschung von Konzepten zur integrierten Photovoltaik, Solarthermie und Biomassenutzung in Gebäuden, der Landwirtschaft, in Fahrzeugen und weiteren Objekten unter Beachtung zukünftiger Fragestellungen der Klimaresilienz (Flächeneffizienz)
- regional optimierter und standortangepasster EE-Ausbau: Abstimmung des EE-Abaus mit regionalem Stromverbrauch, regionale Vermarktungs- bzw. Partizipationsmodelle, Verringerung von Stromnetzverlusten durch lokale EE-Nutzung (Effizienz-Trade-off zwischen besten Standorten und Übertragungsverlusten)
- Entwicklung hocheffizienter Stromrichter
- Untersuchung klimatologischer Prozesse und meteorologischer Effekte auf das Energiesystem, um das Energiesystem langfristig sicher und zuverlässig betreiben zu können sowie Verbesserung von EE-Prognosen und deren Anpassung für effizienten Anlageneinsatz
- Einsatz nachhaltiger Materialien und Vermeidung von kritischen Rohstoffen bei Stromnetzbetriebsmitteln, Erneuerbaren Energien und Elektrofahrzeugen zur Steigerung der Effizienz, Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes und Verringerung der Abhängigkeit von Zulieferern sowie Steigerung der Recyclingraten

Ansprechpartner im FVEE:

- Dr. Bastian Büttner (CAE), [bastian.buettner@cae-zeroarbon.de](mailto:bastian.buettner@cae-zeroarbon.de), 0931 70564-231
- Prof. Dr. Veit Hagenmeyer (KIT), [veit.hagenmeyer@kit.edu](mailto:veit.hagenmeyer@kit.edu), 0721 608 29200
- Peter Kornatz (DBFZ), [peter.kornatz@dbfz.de](mailto:peter.kornatz@dbfz.de), 0341 2434-716
- Dr. Matthias Jordan (UFZ), [matthias.jordan@ufz.de](mailto:matthias.jordan@ufz.de), 0341 2434 590
- Dr. Volker Lenz (DBFZ), [volker.lenz@dbfz.de](mailto:volker.lenz@dbfz.de), 0341 2434-450
- Dr. Reinhard Mackensen (Fraunhofer IEE), [reinhard.mackensen@iee.fraunhofer.de](mailto:reinhard.mackensen@iee.fraunhofer.de), 0561-7294-245
- PD Dr. Peter Viebahn (Wuppertal Institut) kritische Ressourcen, [peter.viebahn@wupperinst.org](mailto:peter.viebahn@wupperinst.org), 0202-2492-306

### **Handlungsfeld Industrie – Missionsziel M2: Entwicklung energieeffizienter Industrieprozesse**

Neben den Energieeinsparungen durch den verringerten Einsatz von Energieträgern mit Hilfe effizienterer Produktionsverfahren können in der Industrie hohe Energieeinsparungen erzielt werden, indem bisher ungenutzte Abwärme reduziert bzw. genutzt wird.

Ein Beispiel hierfür sind Wärmeverluste bei thermischen oder mechanischen Prozessen. Dabei sind die Abwärmequellen so verschieden wie die industriellen Prozesse und reichen von Prozessabluft über Druckluftherzeugung hin zu raumluftechnischen Anlagen. Eine Nutzung von unvermeidbarer Abwärme kann bspw. in Organic-Rankine-Cycle Anlagen (ORC) zur Stromerzeugung, in Hochtemperaturwärmepumpen als Quelle, in Absorptionskältemaschinen zur Kälteerzeugung oder kaskadierend in andere Wärme benötigende interne/externe Industrieprozesse integriert werden.

Um Wärmeverluste im Voraus zu verringern, sind auch Maßnahmen der energetischen Sanierung an der Gebäudehülle notwendig und sollten nicht losgelöst von der Prozessoptimierung betrachtet werden. Die Integration von Abwärme in externe Industrieprozesse oder die Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze erfordert das Wissen um regional aufgeschlüsselte Abwärmepotenziale und -nutzungsmöglichkeiten. Die Einbindung in die regionale Wärmeplanung ist dabei nicht nur für die Prozesswärme, sondern auch für die benötigte Raumwärme sowie die Bereitstellung von Warmwasser von großer Bedeutung.

Die Vernetzung von verschiedenen Organisationen, um die Abfallströme des einen Betriebs als Input für einen anderen Betrieb zu nutzen, wird als Industrial Symbiosis bezeichnet. Dabei geht es nicht nur um die effizientere Nutzung von Wärmeströmen, sondern auch um die Nutzung von Rohstoffen. Die Kreislaufführung von Rohstoffen hat ein großes Potenzial, den Energiebedarf der Industrie zu senken. Um dieses Potenzial vollständig heben zu können, wird ein verknüpftes Verständnis von Stoff- und Energieströmen benötigt, welches durch den zielgerichteten Einsatz der Digitalisierung gehoben werden kann. Zudem sind Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Aufbereitung und effektiven Nutzung von Sekundärrohstoffen sinnvoll.

Ein weiterer Schritt, um den Energieeinsatz zu verringern, besteht darin, bestehende Industrieprozesse energetisch zu optimieren. FuE-Bedarf besteht z. B. bei der Entwicklung und Systemeinbindung von Wärmepumpen für Industrieprozesse (ca. bis 200 °C), die eine erhebliche Erhöhung der Effizienz der eingesetzten Endenergie erlauben. Hybride Wärmepumpen in Verbindung mit Biomasse ermöglichen energieeffiziente Industrieprozesse bis 500 °C, für die weitere FuE-Arbeiten notwendig sind.

Aufgrund der Heterogenität industrieller Prozesse und der Komplexität der Einzelverfahren ist es sinnvoll, Prozesszusammenhänge zu verstehen und erkannte Effizienzpotenziale durch Maßnahmen der Digitalisierung zu heben. Vor allem in Bezug auf die steigende Flexibilisierung des Energiesystems ist der Wechsel von der Einzelprozessbetrachtung auf eine systemische Analyse von großer Wichtigkeit.

Außerdem ist ein effektives Demand-Side-Management notwendig, um neben der Strombereitstellung durch Kraftwerke auch die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen effizient zu integrieren. In diesem Zusammenhang sind auch Wärmespeicher in die Gesamtbetrachtung mit einzubeziehen.

### **Beispiele für Forschungsbedarf für Energieeffizienz und -einsparung im Handlungsfeld Industrie:**

- Entwicklung und Systemintegration von Hochtemperaturwärmepumpen inkl. automatisierter Planungswerkzeuge sowie beschleunigter Produktions- und Umsetzungsverfahren
- Digitalisierung und Standardisierung von Schnittstellen für Industrieprozesse
- Mobilisierung von Rest- und Abfallstoffen für die gekoppelte stoffliche und energetische Biomassenutzung inkl. der Bereitstellung von erneuerbarem Kohlenstoff für chemische Prozesse innerhalb von Bioraffinerien

- Regionale und standortangepasste Wärmeplanung basierend auf einer automatisierten Abwärmepotenzialerhebung mit dem Ziel über Betriebsgrenzen hinweg eine kaskadierte Abwärmennutzung zu realisieren. Dabei sind Synergien der Sektorkopplung, der thermischen (Hochtemperatur-)Speicherung und der aktiven Prozessanpassung und Prozesssteuerung zu erschließen.
- Demand-Side-Management: Erschließung von Flexibilitätspotentialen durch Lastverschiebepotentiale, die z.B. durch Umsetzung der Preissignale des Energiesystems gesteuert werden
- Industrial Symbiosis
- Integrierte Planungsansätze zur Forcierung der Kreislaufwirtschaft in den Industriebetrieben aber auch bei den hergestellten Produkten und Dienstleistungen
- KI-basierte Expertensysteme zur Datenerfassung, Datenauswertung und Betriebsoptimierung
- Erarbeitung akteursbasierter Umsetzungs- und Anreizstrategien, die die besonderen Situationen der unterschiedlichen Industriebranchen berücksichtigen

**Ansprechpartner im FVEE:**

- Dr. Bastian Büttner (CAE), [bastian.buettner@cae-zeroarbon.de](mailto:bastian.buettner@cae-zeroarbon.de), 0931 70564-231
- Prof. Dr. Manfred Fishedick (Wuppertal Institut), [manfred.fishedick@wupperinst.org](mailto:manfred.fishedick@wupperinst.org), 0202-2492-121
- Dr. Tom Fluri (Fraunhofer ISE), [thomas.fluri@ise.fraunhofer.de](mailto:thomas.fluri@ise.fraunhofer.de), 0761 4588-5994
- Dr. Andreas Hauer (ZAE), [andreas.hauer@zae-bayern.de](mailto:andreas.hauer@zae-bayern.de), 089 329442-16
- Dr. Peter Kornatz (DBFZ), [peter.kornatz@dbfz.de](mailto:peter.kornatz@dbfz.de), 0341 2434-716
- Dr. Felix Kullmann (FZ Jülich), [f.kullmann@fz-juelich.de](mailto:f.kullmann@fz-juelich.de), 02461 61-85446
- Dr. Franziska Müller-Langer (DBFZ), [franziska.mueller-langer@dbfz.de](mailto:franziska.mueller-langer@dbfz.de), 0341-2434-423
- Prof. Dr. Dieter Stapf (KIT), [dieter.stapf@kit.edu](mailto:dieter.stapf@kit.edu), 0721 608-29270
- Prof. Dr. Thomas Wetzel (KIT), [thomas.wetzel@kit.edu](mailto:thomas.wetzel@kit.edu), 0721 608-23462

**Handlungsfeld Gebäude – Missionsziel M3:  
energieeffiziente Wärme-/Kältebereitstellung und Etablierung kommunaler Wärmeplanung**

Der Gebäudesektor ist ein wesentliches Handlungsfeld für eine erfolgreiche Energiewende. Der Treibhausgasausstoß im Gebäudebereich betrug 115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2021 (Zielvorgabe war laut BKG: 113 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente). Bis 2030 muss der Ausstoß auf 67 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente sinken. Der Primärenergiebedarf im Gebäudesektor soll bis 2050 um ca. 80 % reduziert sein.

Um diese ehrgeizigen Ziele vor dem Hintergrund des vorhandenen Altbaubestandes zu erreichen, müssen Einsparungen durch die Bereitstellung effizienter sowie klimaneutraler Heizungssysteme und durch die breite Implementierung von energieeffizienten Gebäudehüllen erzielt werden. Um dieses Potenzial zu erschließen und die Errichtung von nachhaltigen Gebäuden zu unterstützen, sind innovative Materialien, Komponenten und Systeme im Bereich der Gebäudehülle und der Gebäudetechniken und innovative Ansätze im Bereich der Planung sowie insbesondere die Kontrolle und Optimierung des Gesamtbetriebes von Gebäuden und Quartieren notwendig. Ziel ist es, ein hohes Maß an Energieeffizienz und einen bestmöglichen Einsatz von erneuerbaren Energien für den Gebäudebestand zu erreichen, und dies unter der Maßgabe der Wirtschaftlichkeit, der Nachhaltigkeit, der optimalen Einbindung in ein intelligentes Energienetz und eines hohen Nutzerkomforts. Außerdem erzwingen Rohstoffknappheit und Umweltaspekte die Ressourceneffizienz im Bausektor zu verbessern. Und der Mangel an branchenspezifischen Fachkräften erfordert effizientere Produktionstechnologien

und Umsetzungspfade (industrielle modulare Fertigung, Lösungen im Bereich der seriellen Sanierung).

Kommunen (Gemeinden, Städte, Landkreise) sind insbesondere im Rahmen der dringend erforderlichen Wärmewende – auch im Kontext ihrer jeweiligen Beteiligungsgesellschaften – zentrale Akteure zur Realisierung effizienter, an den jeweils regional vorhandenen Potenzialen ausgerichteter Versorgungsstrukturen. Sie sind einerseits Besitzer eigener Gebäude und Liegenschaften (Vorbildfunktion) und andererseits verantwortlich für flächenrelevante Planungen, welche dringend an die Erfordernisse zukunftsfähiger Versorgungsstrukturen ausgerichtet werden müssen.

Die beschleunigte Entwicklung effizienter regionaler Infrastrukturen zur Wärmeversorgung bedarf neuer Planungskompetenzen, welche im Spannungsfeld der sich dynamisch entwickelnden Wärmebedarfe, der spezifischen regionalen EE-Wärmequellen sowie der Effekte der Wärmeplanung im Kontext der Sektorenkopplung (z. B. Auswirkung der Elektrifizierung der Wärmeversorgung auf Verteilnetze) zu – nicht zuletzt auch gesellschaftlich – tragfähigen Wärme-/Kälte-Angeboten führen müssen. Die Kommune ist dabei auch ein Mittler zwischen der übergeordneten Politik und der Gesellschaft und kann z. B. im Zusammenhang mit Quartierskonzepten einen direkten Einfluss auf die einzelnen Gebäudebesitzer im Sinne gemeinschaftlicher Lösungsansätze ausüben.

**Beispiele für Forschungsbedarf für Energieeffizienz und -einsparung im Handlungsfeld Gebäude / Quartiere / regionale Planung:**

- Entwicklung flexibler, digitaler Tools für die kommunale Wärmeplanung
- Methodenentwicklung zur zeitlich hochaufgelösten Modellierung, Bewertung und Optimierung in Bezug auf Energie, Ökologie und Wirtschaftlichkeit von urbanen Energiesystemen
- Methodenentwicklung zur Erarbeitung von Transformationspfaden, die technische, stadtplanerische, soziale, ökonomische und rechtliche Aspekte berücksichtigt (Aspekte der Nachverdichtung, flexible Wohnraumflächengestaltung, Mehrgenerationenwohnen,...)
- Entwicklung von Konzepten zur effizienten Integration von Wärmepumpen in Mehrfamiliengebäuden und im Altbau mit hohen Vorlauftemperaturen
- Entwicklung von Konzepten zur Erhöhung der Netzdienlichkeit von Gebäuden als reaktive Komponente im Energiesystem
- Entwicklung und Verbesserung von Methoden der seriellen Sanierung: Konzeptentwicklung zur Erhöhung des Vorfertigungsgrades sowie Standardisierung für Energiebereitstellungsanlagen im Gebäude, um mit gleicher Anzahl an Fachkräften die Austauschrate zu erhöhen
- Entwicklung von multifunktionalen, energieeffizienten Gebäudehüllen
- Entwicklung von energieeffizienten Gebäudekomponenten mit einem hohem Grad an Trennbarkeit und Recyclingfähigkeit
- wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Begrünungskonzepte für Gebäudehüllen zur Reduzierung des Heiz- und Kühlbedarfs von Gebäuden und zur Erhöhung der Luftqualität in urbanen Bereichen
- Entwicklung von Quartierskonzepten zur Verknüpfung von grauer, grüner und blauer Infrastruktur
- Optimierung der Energieeffizienz bei Konsumentenendgeräten, energieeffiziente Smart Home Technologien
- Einsparung von Wohnflächen (zielgruppenspezifisch, Immobilienpool zur Umschichtung des Wohnflächenbedarfes, Ortskernverdichtung unter Berücksichtigung der Aspekte der Lebensqualität, der Biodiversität und der Klimaresilienz, gemeinschaftliche Quartierslösungen)



- Akzeptanz- und Transformationsforschung zur beschleunigten Umsetzung inkl. mit wenig Aufwand weiter nutzbarer Zwischenlösungen (Brückentechnologien, aber auch resiliente Systeme mit der Option zur kurzfristigen Anpassung des Energieträgers sowie der Adaption von Bereitstellungsstrukturen an geänderten Nachfragemengen)

Ansprechpartner im FVEE:

- Prof. Frank Baur (IZES), [baur@izes.de](mailto:baur@izes.de), 0681 844 972-59
- Dr. Hans-Peter Ebert (CAE), [hans-peter.ebert@cae-zerocarbon.de](mailto:hans-peter.ebert@cae-zerocarbon.de), 0931 70564-334
- Prof. Dr. Veit Hagenmeyer (KIT), [veit.hagenmeyer@kit.edu](mailto:veit.hagenmeyer@kit.edu), 0721 608 29200
- Dr. Sebastian Herkel (Fraunhofer ISE) Gebäude, [sebastian.herkel@ise.fraunhofer.de](mailto:sebastian.herkel@ise.fraunhofer.de), 0761-4588-5117
- Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE) Quartiere und Städte, [gerhard.stryi-hipp@ise.fraunhofer.de](mailto:gerhard.stryi-hipp@ise.fraunhofer.de), 0761 4588-5686
- Prof. Andreas Wagner (KIT), [wagner@kit.edu](mailto:wagner@kit.edu), 0721 608-46511

#### **Handlungsfeld Policy und gesellschaftliche Faktoren – Missionsziel M4: Akzeptanz für Policies zur Energieeffizienz und -einsparung**

Im Rahmen der Energiesystemtransformation und der Umsetzung der Sustainable Development Goals ist es wichtig, nicht nur technische Fragestellungen in den Blick zu nehmen, sondern auch gesellschaftliche und soziale Komponenten. Diese müssen in den verschiedenen Politiken und Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende als gleichberechtigte und immer mitzudenkende Elemente integriert werden.

Dabei stellt die Verzahnung der Energiewende mit den weiteren Nachhaltigkeitszielen und Maßnahmen schon per se eine wichtige Forschungsaufgabe dar, die jeweils in die anderen Fragestellungen hineinreicht. Dazu gehört insbesondere die Forschung zur Verankerung von suffizientem Handeln und von Policies, die die Suffizienz fördern. Dabei sollte Suffizienz von Anfang an so gedacht sein, dass sie die unterschiedlichen Möglichkeiten von Menschen (finanzieller und sozialer Art) berücksichtigt, da diese bereits den ‚ecological footprint‘ und den Gestaltungsspielraum stark beeinflussen.

Weiterhin besteht ein enormer Forschungsbedarf bei der Evaluierung und Weiterentwicklung bestehender Energiewende-Policies und -Maßnahmen. Diese reichen von der Erforschung von Rebound-Effekten bis hin zur Einbeziehung sozialer Faktoren in der Ausgestaltung von Policies. Gleichzeitig sind ggf. auch Korrekturen an den politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen vorzunehmen, die dazu führen, dass Genehmigungs- und Förderverfahren soweit als möglich vereinfacht werden, um die gebotene Geschwindigkeit zur Realisierung effizienter Lösungen zu erreichen und nicht selbst ein Hemmnis für die Umsetzung werden. Weiterhin sollte der schon heute ersichtliche Fachkräftemangel sowie die Qualifikation der umsetzenden Unternehmen und Handwerksbetriebe im Kontext möglicher Lösungsmodelle Berücksichtigung finden.

Die Gesellschaft sollte im Sinne des Co-Design-Ansatzes teilhaben können an der Planung, Gestaltung und Einbettung von Maßnahmen und an der Erarbeitung einer gemeinsamen Vision zur Reduzierung des kommunalen Energieverbrauchs, weil dies die Identifikation der Bevölkerung mit den Maßnahmen stärkt und die Zustimmung und Umsetzung fördert.

#### **Beispiele für Forschungsbedarf für Energieeffizienz und -einsparung im Handlungsfeld Policy und gesellschaftliche Faktoren:**

- Erforschung und zielgruppengerechte Aufbereitung von Best-Practice Lösungen im Sinne des Energieeffizienzgesetzes

- Wissenschaftliche Begleitung, Monitoring und Weiterentwicklung von Politikinstrumenten inklusive neuer Energiemarktdesigns
- beschleunigte Genehmigungsverfahren, Finanzierungsflexibilisierung, z. B. Fördergelder auch für selbstdurchgeführte Sanierungen etc.
- kumulierbare, sich ergänzende Förderregime
- Realisierungsgeschwindigkeit erhöhen; Beschleunigung von Projektierungsabläufen
- Hemmnisanalyse ((sozio-)ökonomisch, regulatorisch, stakeholderspezifisch)
- Forschung dazu, inwieweit diverse Förderungen einkommensabhängig ausgestaltet werden sollten und ggf. rasche Umsetzung der Ergebnisse
- Suffizienz-Faktoren und mögliche Effekte von suffizientem Verbrauchsverhalten
- Adressieren unterschiedlicher (sozialer) Voraussetzungen und Bedürfnisse bei Sanierung und Hebung von Effizienzpotenzialen → Analyse der verschiedenen Voraussetzungen, Entwicklung und Erprobung von Lösungsansätzen gemeinsam mit den Akteuren / soziale Innovationen für die Energieeinsparung verstehen und unterstützen
- Erforschung von Instrumenten und Strategien zur erleichterten Anpassung an geänderte Lebensumstände, wie z.B. Untervermietung und Wohnungswechsel, Flächenanpassungen usw.
- soziale Aspekte und Effizienzfortschritte in den unterschiedlichen Bereichen in das Monitoring der Energiewende aufnehmen
- Stärkung regionaler Netzwerke / Strategien zur Förderung des bürgerlichen Engagements für Energieeinsparmaßnahmen und die Nutzung von EE
- Zugang zu lokalen erneuerbaren Energien (Erzeugung wie Nutzung) verbessern, z.B. mit Bürgerkraftwerken
- Integration von Energieeinsparmaßnahmen in den Reallabor-Projekten

**Ansprechpartner im FVEE:**

- Prof. Frank Baur (IZES), [baur@izes.de](mailto:baur@izes.de), 0681 844 972-59
- Prof. Dr. Manfred Fishedick (Wuppertal Institut), [manfred.fishedick@wupperinst.org](mailto:manfred.fishedick@wupperinst.org), 0202-2492-121
- Dr. Sebastian Gölz (Fraunhofer ISE), [sebastian.goelz@ise.fraunhofer.de](mailto:sebastian.goelz@ise.fraunhofer.de), 0761 4588-5228
- Dr. Christine Rösch (KIT), [christine.roesch@kit.edu](mailto:christine.roesch@kit.edu), 0721 608-22704
- Prof. Dr. Fabian Scheller (CAE), [fabian.scheller@cae-zeroarbon.de](mailto:fabian.scheller@cae-zeroarbon.de) 0931 70564-448
- Dr. Harry Schindler (DBFZ), [harry.schindler@dbfz.de](mailto:harry.schindler@dbfz.de), 0341 2434-557
- Dr. Nora Szarka (DBFZ), [nora.szarka@dbfz.de](mailto:nora.szarka@dbfz.de), 0341 2434-489
- Prof. Dr. Daniela Thrän (UFZ), [daniela.thraen@ufz.de](mailto:daniela.thraen@ufz.de), 0341 2434-435