



EXPERTENEMPFEHLUNGEN AUS DEN ARBEITSGRUPPEN FÜR DEN KONSULTATIONSPROZESS ZUM 7. ENERGIEFORSCHUNGSPROGRAMM

 **FORSCHUNGSNETZWERK
ENERGIE** SYSTEMANALYSE

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

FORSCHUNGSNETZWERK SYSTEMANALYSE

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

Das Forschungsnetzwerk Energiesystemanalyse gliedert sich in fünf Arbeitsgruppen (AGs). Die Themen wurden von den Mitgliedern auf der ersten Jahreskonferenz im Dezember 2015 erarbeitet und dienen als inhaltlicher Leitfaden des Netzwerks. Die Arbeitsgruppen stehen allen Interessierten offen, die sich inhaltlich einbringen möchten.

Konkret handelt es sich um die folgenden Themenfelder:

- AG 1** – Daten und Datenbanken
- AG 2** – Akteursstrukturen und Akteursverhalten
- AG 3** – Modellkopplungen und Gesamtsystem
- AG 4** – Vergleichbarkeit und Transparenz
- AG 5** – Methoden und Komplexitätsreduktion

Um den größtmöglichen Input zu erhalten, sind die Gruppen untereinander vernetzt, sei es in Form von personeller Überlappung oder gegenseitiger Unterstützung konkreter Fragestellungen. Die aufgeführten Arbeitsgruppen stellen eine Auswahl der Kernthemen dar, welche die Mitglieder als besonders wichtig eingestuft haben. Die Schwerpunkte können sich jedoch durch den fortlaufenden Input der Netzwerkteilnehmer während des Prozesses der Netzwerkarbeit verändern.

Gründung und Entwicklung des Forschungsnetzwerks

Um das Feld Energiesystemanalyse weiter auszubauen, wurde im Frühjahr 2015 unter Federführung des BMWi das langfristig angelegte Forschungsnetzwerk Energiesystemanalyse ins Leben gerufen. Die Gründung erfolgte im Beisein von Vertretern aus Politik, Verwaltung, Unternehmen und der Wissenschaft. Ziel des vom BMWi initiierten Netzwerks ist eine stärkere Vernetzung der Akteure und das Erhöhen der Transparenz und Vergleichbarkeit der eingesetzten Modellierungswerkzeuge im Sinne einer wissenschaftlichen Qualitätskontrolle.

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 Systemanalyse,
Einleitung: Projektträger Jülich (PtJ)

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

Stand
Oktober 2017

Die rund 460 Mitglieder des Forschungsnetzwerks Energiesystemanalyse bilden ein breites Spektrum von universitären Einrichtungen, Hochschulen, Forschungszentren und -institutionen sowie Unternehmen und weiteren Organisationen ab.

Seit der Gründung des Netzwerks haben zwei Jahreskonferenzen stattgefunden. Bei den Veranstaltungen haben die Teilnehmer Gelegenheit, in einem offenen Forum in verschiedenen Formaten über die weitere Ausgestaltung und Struktur des Forschungsnetzwerks zu diskutieren. Zudem sollen die Treffen einen intensiven Austausch zu grundsätzlichen Fragestellungen innerhalb des Förderschwerpunkts anregen.

Die Geschäftsstelle der Forschungsnetzwerke Energie beim Projektträger Jülich (PtJ) ist Ansprechpartner für alle aktiven oder weiteren interessierten Akteure. Für die Systemanalyse stellt der PtJ Geschäftsbereich „Energiesystem: Integration“ (ESI) darüber hinaus einen Koordinator als Ansprechpartner für fachliche Fragen zur Verfügung.

Expertenempfehlungen für den Konsultationsprozess

Die Expertenempfehlungen wurden selbstständig innerhalb der einzelnen Arbeitsgruppen erarbeitet und stellen einen Überblick über die wichtigsten und zukunftsweisenden Forschungsthemen der Systemanalyse dar. Die Gruppensprecher haben aus den Ergebnissen der AG-internen Beratungen für ihre jeweilige Arbeitsgruppe Entwürfe für Themenblätter verfasst, die möglichst den gesamten Förderbedarf abdecken. Diese Themenblätter sind in AG-Workshops von den Mitgliedern intensiv diskutiert und weiterbearbeitet worden. Im Oktober 2017 wurden die Ergebnisse durch die Netzwerkmitglieder final verabschiedet und bilden den Inhalt der nun vorliegenden Expertenempfehlungen. Sie dienen als Anregungen für eine programmatische Neuausrichtung der anwendungsorientierten Forschungsförderung.

Jede Arbeitsgruppe hat konkrete Forschungsziele für die aktuellen und künftigen Anforderungen an die Systemanalyse erarbeitet. Die Strukturierung der Inhalte stand jeder Gruppe frei, alle Empfehlungen sind übersichtlich strukturiert und gut nachvollziehbar. Die Netzwerkmitglieder möchten mit ihren Empfehlungen Impulse für die künftige Forschungsförderung im Bereich Energie geben.

INHALT

AG 1 DATEN UND DATENBANKEN	2
AG 2 AKTEURSSTRUKTUREN UND AKTEURSVERHALTEN	6
AG 3 MODELLKOPPLUNGEN UND GESAMTSYSTEM	10
AG 4 VERGLEICHBARKEIT UND TRANSPARENZ	12
AG 5 METHODEN UND KOMPLEXITÄTSREDUKTION	16

AG 1 DATEN UND DATENBANKEN

Forschungsbedarf der AG Daten

1. Welche Schwerpunkte und Prioritäten soll das 7. Energieforschungsprogramm setzen?

- Dateninfrastruktur: In Forschungsprojekten werden große Mengen an Daten benötigt und neu erstellt. Diese Daten können zum Beispiel aus Geodaten, zeitaufgelösten Sensordaten, Metadaten, Handelsdaten und weiteren Kategorien bestehen. Bis jetzt werden diese Daten von jedem Projekt separat aufgenommen, archiviert und nicht miteinander vernetzt. In Anlehnung an die Erfahrungen aus dem IRAKUS-Projekt, welches den grundsätzlichen Vorteil der koordinierten Datensammlung gezeigt hat, und die Entwicklung vernetzter Datenbankstrukturen im Rahmen des "Semantic Web" oder globalen Erdbeobachtungssystems GEOSS besteht heute die Chance für den Aufbau einer vernetzten Dateninfrastruktur. Sie soll den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln und den Anforderungen moderner vernetzter Wissenschaft genügen. Es müssen entweder bestehende Plattformen genutzt oder erweitert werden oder neue Plattformen geschaffen werden. Eine wichtige Anforderung ist die Speicherung (Archivierung) von Daten über das Projektende hinaus (mindestens zehn Jahre). Die Daten müssen strukturiert vorliegen und mit möglichst standardisierten Metadaten versehen sein. Sie müssen mit einer geeigneten Methode leicht auffindbar sein. Eine Erweiterung zum Linked (Open) Data Standard mittels RDF und SPARQL sollte unterstützt werden.
- Lizenzierung: Um die Weiterverwendung und Reproduzierbarkeit von erzeugten Daten zu gewährleisten, müssen Daten mit einer geeigneten Lizenz versehen werden. Dabei sind stets Lizenzen zu bevorzugen, die unter die Kategorie Open Data fallen (vier Freiheiten: Benutzung, Veränderung, Kopieren, Weiterverbreiten). Ist keine Lizenz vorhanden, stellen Datenbezug, Datennutzung und Weiterverbreitung eine Urheberrechtsverletzung dar. Es sollte immer begründet werden, warum bestimmte Daten nicht lizenziert werden. Grundsätzliche Lizenzpflicht ist in der Regel

die Nennung des Rechteinhabers/der Rechteinhaberin (attribution/BY). Die Wahl der zusätzlichen Lizenzpflichten (zum Beispiel Copyleft/ShareAlike) sollte offengehalten werden, um eventuelle Lizenzinkompatibilitäten zu verhindern.

2. Wie definiert die Forschungscommunity den Forschungsbedarf entsprechend des Marktpotenzials sowie des energiewirtschaftlichen Bedarfs für die Energiewende?
 - Für den Aufbau einer Dateninfrastruktur werden folgende Entwicklungsarbeiten benötigt:
 - Entwicklung einer gemeinsamen Ontologie der Energiesystemanalyse, damit Metadaten einfach (maschinell) ausgewertet und Daten vernetzt werden können.
 - Entwurf einer vernetzten Datenbankstruktur, in die unterschiedliche Akteure Daten bereitstellen und pflegen können.
 - Entwicklung von Standards, die der realen und simulativen Datenaufnahme dienen, um eine automatisierte Auswertbarkeit von zeitaufgelösten Daten schon bei der Aufnahme zu garantieren.
 - Anbindung an bestehende Datenbanksysteme mit relevanten Daten für die Energiesystemanalyse, zum Beispiel aus dem globalen Erdbeobachtungssystem, den Geoinformationssystemen, dem Stromnetz, den Gebäuden- und Quartieren oder des Energiehandels.
 - Entwicklung von (offenen) Schnittstellen für Modelle in der Energiesystemanalyse, damit diese auf die Daten der vernetzten Datenbanken zugreifen können, sowohl für Eingangs- als auch Ergebnisdaten.
 - Implementierung von Best-Practice-Beispielen sowohl für gemeinsam genutzte Eingangsdaten als auch die Aufbereitung von Ergebnissen.

THEMEN | AG 1:

AG 1–1. Leitfaden zur Nutzung von Dateninfrastruktur

AG 1–2. Leitfaden zur Verwendung von Open Data Lizenzen

AG 1–3. Leitfaden zur Verwendung von Metadaten und Anschluss an Linked Open Data

- Entwicklung von Best-Practice-Guides, damit zukünftige Projekte die Daten der gemeinsamen Infrastruktur effektiv nutzen können und zur Weiterentwicklung des Datenbestandes beitragen.

Lizenzen, Datenstrukturen, Metadaten) werden Ergebnisse vergleichbarer und es können der Ergebnistransfer und die Vernetzung und damit Synergieeffekte und die Robustheit der Ergebnisse gefördert werden.

- Zur Begleitung des Transformationsprozesses für eine umwelt- und sozialverträgliche Umstellung der Energiesysteme werden Daten mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung benötigt. Die Aufbereitung der erforderlichen Daten ist dabei häufig mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden und für einzelne Projektteilnehmer oft nicht finanzierbar, sodass es sinnvoll ist, diese Daten als Allgemeingut zu betrachten, welches gemeinschaftlich bereitgestellt wird und dann für alle zur Nutzung offensteht. Der gemeinschaftliche Forschungsbedarf besteht in der koordinierten Entwicklung dieser Datensätze.

Die im Folgenden dargestellten Themenblätter behandeln die thematischen Schwerpunkte der AG und fokussieren sich auf sogenannte Leitfäden, resultierend aus den Best-Practice-Erfahrungen der Wissenschaftler. Insgesamt sollen vier Leitfäden erstellt werden, zwei davon sind zur Zeit noch in Bearbeitung: der Leitfaden zur Verwendung von Open Data Lizenzen und der Leitfaden zum Anschluss an Linked Open Data.

3. Zu welchen Themen werden Förderaufträge benötigt?

- Im Bereich Daten sind die wichtigen Themen
 - Dateninfrastrukturen und Datenqualitätsmanagement,
 - Open Data,
 - maschinenlesbare Metadaten und
 - Linked Open Data (LOD).
 - Als notwendig sehen wir "co-calls" zur Finanzierung des Zusatzaufwands für eine Aufbereitung der Projektdaten in anderen Calls der Systemanalyse. Projekte, die ihre Daten offen und nach aktuellem Stand der Wissenschaft strukturiert zur Verfügung stellen wollen, sollen dadurch gefördert werden.
4. Welche Rahmenbedingungen befördern den Ergebnistransfer und die Vernetzung, wie zum Beispiel Demoprojekte oder Wettbewerbe?
 - Durch gemeinsam genutzte Dateninfrastruktur (von verschiedenen Projekten der Systemanalyse) und gemeinsam entwickelte Standards (Wahl der

AG 1–1. Leitfaden zur Nutzung von Dateninfrastruktur

Dateninfrastruktur ist im Informationszeitalter und einer großteils auf softwarebasierten Untersuchungen beruhenden Forschung unabdingbar. Im Bereich der Energieforschung fehlt es an geeigneten Plattformen zum Datenaustausch und zur Modellkopplung.

■ MOTIVATION

In Forschungsprojekten werden große Mengen an Daten benötigt und neu erstellt. Es muss Dateninfrastruktur vorhanden sein und genutzt werden, die den aktuellen Stand der Technik widerspiegelt und den Anforderungen moderner vernetzter Wissenschaft genügt. Es müssen entweder bestehende Plattformen genutzt oder erweitert werden oder neue Plattformen geschaffen werden. Eine wichtige Anforderung ist die Speicherung (Archivierung) von Daten über das Projektende hinaus (mindestens zehn Jahre). Die Daten müssen strukturiert (idealerweise im kanonischen/standardisierten Datenmodell) vorliegen und mit geeigneten Metadaten versehen sein. Eine Erweiterung zum Linked (Open) Data Standard mittels RDF und SPARQL sollte unterstützt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Dieses Themenblatt beschreibt genau genommen keine Forschungsinhalte des 7. Energieforschungsprogramms, sondern zielt auf die methodische (wissenschaftliche) Arbeit in sehr unterschiedlichen Forschungsprojekten. Im Vergleich zu anderen Wissenschaftsbereichen (zum Beispiel Biologie, Chemie, Informatik) gibt es in der Energieforschung keine oder sehr wenige spezifische Standards, die den Datenaustausch und die Reproduzierung von Ergebnissen vereinfachen oder erst ermöglichen. Ein Schwerpunkt sollte deshalb auf der Entwicklung und Anwendung von strukturierten und standardisierten Ablagen von Daten in geeigneten Dateninfrastrukturen (zum Beispiel Datenbanken, Filehosting etc.) liegen. Neben dem Datenaustausch ist besonders die Kopplung von verschiedenen Modellen durch diese Dateninfrastrukturen wichtig (Model Linking). Das ermöglicht eine höhere Automatisierung sowie eine höhere Transparenz und Konsistenz der genutzten Daten.

■ ERGEBNISSE

Als Ergebnis sollen funktionierende, leicht zu implementierende Programme oder föderierte Portale zur Ablage und zum Austausch von großen Datenmengen in standardisierten Formaten für Forschungsprojekte bereitstehen. Diese müssen stabil genug sein, um ein sicheres und bequemes Arbeiten zu ermöglichen und flexibel genug, um sich den verändernden Anforderungen der Community anzupassen. Darüber hinaus sollen die föderierten Portale eine langfristige Speicherung (mindestens zehn Jahre) der Forschungsdaten unter Beachtung der Eigentumsrechte an den Daten ermöglichen und damit deren Nutzung in späteren FE-Projekten technisch ermöglichen.

ART DER FORSCHUNG

Bei diesem Forschungsthema handelt es sich fast ausschließlich um softwarebasierte Forschung zum Aufbau von föderierten Datenportalen für Forschungsdaten. Dabei soll zum einen eine langfristige Archivierung der Messdaten aus Forschungsprojekten erzielt werden, vergleichbar zu Aktivitäten des RAVE (<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Projekte/RAVE/index.jsp/>) Datenarchiv für Windforschungsdaten. Zum anderen muss eine Vernetzung der Forschungsdaten aus den Daten-Portalen verschiedener Forschungseinrichtungen und industrieller Daten im Sinne eines föderierten Datenportals ermöglicht werden. Für die konzeptionelle und technische Umsetzung sind Experten aus dem Bereich Informatik erforderlich.

AG 1–2. Leitfaden zur Verwendung von Open Data Lizenzen

■ MOTIVATION

In Deutschland gibt es das Urheberrecht (UrhG), das jede Art von Werken vor unerlaubter Benutzung und Weitergabe unter Strafe stellt. Um selbsterstellte Werke anderen zur freien Verfügung zu stellen, bedarf es einer schriftlichen Erlaubnis des Rechteinhabers/der Rechteinhaberin. Durch die Verwendung einer offenen Lizenz können bestimmte Rechte eingeräumt werden. Um als freie (offene) Lizenz zu gelten, müssen die vier Grundfreiheiten (Benutzung, Veränderung, Kopieren und Weiterverbreiten) gewährleistet sein.

■ ERGEBNISSE

Als Ergebnis soll es einen praxisorientierten Leitfaden zur Wahl von geeigneten Lizenzen für Daten geben.

AG 1–3. Leitfaden zur Verwendung von Metadaten und Anschluss an Linked Open Data

■ MOTIVATION

Im Bereich der Systemanalyse entstehen eine große Menge an Daten und Datensätzen aus verschiedenen Modellen. Sind diese Daten mit geeigneten offenen Lizenzen versehen, können sie weiterverwendet werden (siehe Leitfaden 2). Eine Voraussetzung für eine Weiterverwendung von Daten ist eine ausreichende und verständliche Dokumentation der Daten (zum Beispiel Spaltennamen, Einheiten, verwendete Abkürzungen). Diese Informationen über die Daten werden Metadaten genannt und sollten sowohl in menschen- als auch maschinenlesbaren Formaten abgespeichert werden. Es stehen bereits einige Metadaten-Standards und Metadaten-Sets zur Verfügung, die für verschiedene Bereiche angepasst sind (zum Beispiel INSPIRE für geografische Daten, CIM (Common Information Model) für Stamm- und Messdaten der Stromnetze).

Für eine Vernetzung im Rahmen von Linked Open Data ist eine einheitliche Semantik der Daten notwendig, damit Daten miteinander verknüpft und Zusammenhänge analysiert werden können.

■ ERGEBNISSE

Forschungsinhalt ist die Strukturierung von Metadaten, sodass sie sich in möglichst vielen Kontexten und Modellen der Energiesystemanalyse einsetzen lassen können. In diesen Strukturen sollte eine einheitliche Ontologie benutzt werden, sodass gleiche Inhalte auch mit gleichen Begrifflichkeiten besetzt werden, nur so kann auch ein maschineller Austausch von Daten sichergestellt werden. Dazu sind Eingangs- und Ergebnisdaten aus verschiedenen Informationsmodell-Standards, Modellen und laufenden Projekten zu analysieren, um daraus einen Vorschlag für einen gemeinsamen Metadatensatz zu entwickeln.

Bei der Entwicklung des Standards soll auf Erfahrungen im Rahmen geographischer Daten (zum Beispiel INSPIRE, CIM) oder der Erdbeobachtung (GEOSS, EU-COPERNICUS) zurückgegriffen werden. Weiterhin sollen die damit verbundenen Dateninfrastrukturen für die Energiesystemanalyse nutzbar gemacht werden.

Basierend auf dem Vorschlag sollten Vorschläge zur Implementierung des Metadatenstandards in verschiedene Modellierungswelten der Energiesystemanalyse entwickelt und exemplarisch umgesetzt werden, um die Akzeptanz eines solchen Standards zu erhöhen.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel ist ein geeignetes Metadaten-Set oder mehrere kompatible Sets, die im Bereich der Systemanalyse verwendet werden. Dadurch werden der Austausch, die Transparenz und die Weiternutzung von bereits erstellten Daten deutlich erhöht und vereinfacht. Der Metadatenatz sollte alle notwendigen Informationen enthalten und gleichzeitig leicht (schnell) anzufertigen sein. Es muss also zwischen der Abbildung von möglichst vielen Informationen und der dafür aufzuwendenden Zeit abgewogen werden.

Eine einheitliche Semantik auf Basis einer gemeinsamen Ontologie erleichtert die Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen Quellen und unterstützt die Nutzung von Linked Open Data.

Das Metadatenset soll zum einen in einem Leitfaden mit Handreichungen zur Anwendung dokumentiert werden. Zum anderen sollen exemplarische Implementierungen die Nutzung vereinfachen.

■ ART DER FORSCHUNG

Es geht zum einen um die Strukturierung von Wissen innerhalb der Forschung, zum anderen aber auch um die Schaffung von Forschungsinfrastrukturen der Energiesystemanalyse im Sinne von gemeinsamen Standards für die Datenaufbereitung und den Datenaustausch. Das erhöht vor allem die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Forschungsarbeiten.

AG 2 AKTEURSSTRUKTUREN UND AKTEURSV ERHALTEN

AG 2-1. Akteure in sektorengekoppelten Energiesystemen

Es ist zu erwarten, dass zukünftige sektorengekoppelte Energiesysteme durch eine Vielzahl neuer Akteure und die Veränderung bisheriger Akteursrollen geprägt sein werden. Eine Analyse und Antizipation dieser Veränderungen sind wichtige Herausforderungen für die zukünftige Forschung im Bereich der Energiesystemanalyse.

■ MOTIVATION

Energiesysteme definieren sich aus den Interaktionen einer Vielzahl unterschiedlichster Akteure (Betreiber von Erzeugungsanlagen, Verbraucher, Händler, Infrastrukturbetreiber, Regulierer, Anwohner, internationale Regierungen etc.). Bislang werden Akteursstrukturen und das Verhalten von Akteuren in der Energiesystemanalyse hauptsächlich nur im alten oder derzeit aktuellen Rahmen berücksichtigt. Hinzu kommt, dass zukünftige sektorengekoppelte Energiesysteme von einer Vielzahl neuer Akteure (aus der IT-Branche, aus dem Mobilitätssektor etc.) geprägt sein werden und veränderte Akteursrollen (Prosumer, private Speicherbetreiber) eine wichtige Rolle spielen werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Das Verhalten und die Strukturen von neuen Akteuren sowie von bestehenden Akteuren mit neuen Rollen muss gerade auch in zukunftsgerichteten sektorengekoppelten Energiesystemmodellen abgebildet werden. Hierfür sind einerseits interdisziplinäre konzeptionelle Arbeiten notwendig, um Schnittstellen zu identifizieren und Methoden zur Integration in unterschiedliche Modelle zu erarbeiten. Andererseits sind qualitative und quantitative empirische Erhebungen auf Verhaltens- und Strukturebene durchzuführen. Diese umfassen Arbeiten von der Analyse der Akteursstrategien (im Hinblick auf technische Innovationen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, aber auch hinsichtlich der zukünftigen

Ausgestaltung der sektorengekoppelten Systeme) bis hin zur Erhebung der Routinen und Verhaltensweisen privater Haushalte und Unternehmen im Bereich der Energienachfrage, um so Potenziale der vertikalen Integration sowie der Sektorenkopplung zu ermitteln.

■ ERGEBNISSE

Durch die Integration von neuen Akteursstrukturen und Akteursverhalten bei der Entwicklung sektorengekoppelter Energiesystemmodelle ließe sich eine deutliche Verbesserung der Qualität und Robustheit von Resultaten der Energiesystemanalyse erzielen.

■ ART DER FORSCHUNG

Schnittstelle zwischen Vorlaufforschung (Grundlagenforschung) und angewandter Forschung.

AG 2-2. Akteursspezifische Flexibilisierung von Energiesystemen

Die Bereitstellung von Flexibilität für das Energiesystem wird sich durch die Energiewende verändern. Aufgabe der Energiesystemanalyse ist die Identifikation von optimalen Lösungen hierfür. Allerdings sind für eine adäquate Energiesystemmodellierung robuste Parameter über die Anforderungen und Nebenbedingungen der jeweiligen Akteure zur Bereitstellung von Flexibilität erforderlich, die erarbeitet werden müssen.

■ MOTIVATION

Die Zunahme inflexibler Erzeugung bei gleichzeitiger Abnahme an flexibler Erzeugung wird die Funktionsweise unseres Energiesystems grundlegend verändern. Als Substitute für die bisher durch konventionelle Kraftwerke bereitgestellte Flexibilität werden mittel- bis langfristig andere Akteure unseres Energiesystems diese Rolle einnehmen müssen. Um dies adäquat in der Energiesystemmodellierung abbilden zu können, müssen die akteursspezifischen Voraussetzungen hierfür vorab strukturiert untersucht werden.

THEMEN | AG 2

AG 2-1. Akteure in sektorengekoppelten Energiesystemen

AG 2-2. Akteursspezifische Flexibilisierung von Energiesystemen

AG 2-3. Abbildung von Akteursstrukturen und Akteursinteraktionen in Energiesystemmodellen

AG 2-4. Gesellschaftlich „optimale“ Technologiepfade für das Energiesystem

AG 2-5. Erweiterung des Methodenportfolios in der Energiesystemanalyse

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für eine adäquate Energiesystemanalyse bedarf es unter anderem zuverlässiger Modellierungsparameter für die Bereitstellung von Flexibilität. Allerdings unterscheiden sich die Voraussetzungen für ein systemfreundliches Verhalten der Akteure teils erheblich voneinander (beispielsweise Gasturbinen, Biogasanlagen, Batterien, Haushaltskunden, Industrieverbraucher, Power-to-X, Mobilität, Netzausbau). Vermutlich wird im optimalen Fall nicht ein einzelner Akteur des Energiesystems diese Aufgabe einnehmen. Deshalb muss für die Energiesystemanalyse eine fundierte Datenbasis zu den Spezifika der einzelnen Akteure erarbeitet werden. Darüber hinaus ergeben sich je nach Bereitsteller unterschiedliche (organisatorische, politische etc.) Implikationen für den resultierenden gesamten Energiesystemrahmen (Akteurstrukturen). Auch diese Implikationen gilt es für eine zukunftsweisende Energiesystemanalyse hinreichend zu untersuchen.

■ ERGEBNISSE

Erstellen einer robusten Datenbasis als Modellinputparameter für die Energiesystemanalyse zu den Anforderungen und Nebenbedingungen für die Bereitstellung von Flexibilität seitens unterschiedlicher Akteure. Dabei auch Berücksichtigung von sich ändernden Strukturen innerhalb des Energiesystems.

■ ART DER FORSCHUNG

Schnittstelle zwischen Vorlaufforschung (Grundlagenforschung) und angewandter Forschung.

AG 2-3. Abbildung von Akteursstrukturen und Akteursinteraktionen in Energiesystem- modellen

Energiesystemische Akteursgruppen sind häufig sehr unterschiedlich hinsichtlich ihrer Strukturen. Diese Unterschiede beeinflussen in bisher unbekanntem Maße relevante Entscheidungen für das Energiesystem. Das Thema fokussiert deshalb auf eine bessere Abbildung der Akteursheterogenität und der Akteursinteraktionen in der Energiesystemmodellierung.

■ MOTIVATION

Zur realitätsnäheren Modellierung von Entscheidungsverhalten hinsichtlich Investitionen, Nutzung sowie Innovationsprozessen muss die Heterogenität der Akteure hinsichtlich ihrer relevanten Faktoren besser in der Energiesystemanalyse abgebildet werden. So zeigt die Transition des Energiesektors, dass politische Steuerungsinstrumente unterschiedlich wirksam und effektiv sind und zum Teil sogar kontraproduktive Effekte hervorrufen. Um Steuerungsinstrumente wirksam und zielführend gestalten zu können, ist daher ein grundlegendes Verständnis über die Heterogenität der Akteure und ihrer Umwelt hinsichtlich der entscheidungsbeeinflussenden Faktoren und relevanten Charakteristika notwendig. Dies umfasst auch die Untersuchung der Zusammensetzung von Gruppen und Kooperationen individueller Akteure und deren Wirkung auf die Interaktion zwischen den Akteuren und damit auf das verfügbare Wissen und die kollektive Meinungsbildung. Dabei stellt sich auch die Frage nach der Relevanz regionaler Unterschiede.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zunächst werden energiesystemisch relevante Akteursgruppen definiert, die sich über spezifische Präferenzen und lokale Rahmenbedingungen auszeichnen. Weiterhin soll untersucht werden, wie sich die Interaktion zwischen individuellen Akteuren und vorhandenen Strukturen, in denen sie handeln (unter anderem gesellschaftliches Umfeld, Institutionen), auf energiesystemisch relevante Entscheidungen (Akzeptanz von Innovationen, Akzeptabilität von Maßnahmen/Projekten) sowie relevantes Wissen und Innovationstätigkeit (unter anderem technisches Wissen, wissenschaftliches Wissen) auswirken. Diese gewonnenen Erkenntnisse sollen anschließend in geeigneter Form in die energiesystemischen Modelle integriert werden.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der expliziten Berücksichtigung von Akteurstypen und deren Interaktion in der Energiesystemanalyse ist unter anderem ein besseres Verständnis der Entstehung und Wirkungen von politischen Steuerungs- und

Partizipationsinstrumenten. Zudem können modifizierte Steuerungsinstrumente im Hinblick auf ihre Wirksamkeit getestet werden. Dies umfasst auch die Analyse nicht intendierter Folgen.

■ ART DER FORSCHUNG

Angewandte Forschung.

AG 2-4. Gesellschaftlich „optimale“ Technologiepfade für das Energiesystem

Bei der Entwicklung von Zielszenarien berücksichtigt die Energiesystemanalyse neben unmittelbaren volkswirtschaftlichen Kosten bisher kaum gesellschaftliche Kriterien. Dabei wäre zunächst zu klären, welche Kriterien berücksichtigt werden könnten und sollten, um dann anschließend gesellschaftlich „optimale“ Technologiepfade zu formulieren.

■ MOTIVATION

Widerstände beim Netzausbau, Diskussionen über die soziale Gerechtigkeit der Energiewende und über Energiearmut – diese zunehmend drängenden Fragen formulieren auch für die Energiesystemanalyse eine Herausforderung: Typische Kriterien, wie etwa unmittelbare Kosten, könnten und sollten um gesellschaftliche Kriterien ergänzt werden. Dabei sind viele offene Fragen zu klären und wissenschaftlich zu untersuchen: Was wären tatsächliche gesellschaftliche Gesamtoptima? Wie lassen sich diese ermitteln und wie können diese in der Energiesystemanalyse berücksichtigt werden?

■ FORSCHUNGSMOTIVATIONEN

Notwendige Forschungsinhalte umfassen zwei Ebenen: Erstens sind mögliche (auch widersprüchliche) Kriterien zur Ermittlung gesellschaftlich optimaler Pfade zu identifizieren. Fragen der Akzeptanz, Gerechtigkeit und Legitimität, aber auch Chancen und Grenzen von (oftmals neuen Formen) der Partizipation und Beteiligung sind hierbei zu berücksichtigen. Zweitens müssen diese Kriterien in die Zielfunktionen der Energiemodelle integriert werden (siehe Thema „Erweiterung Methodenportfolio“). Für Fragen der gesellschaftlichen Optimalität von Technologiepfaden wäre eine fokussierte Methodenentwicklung im Bereich partizipativer Modellierung angezeigt.

■ ERGEBNISSE

Die Legitimität der Energiewende lässt sich durch die Einbindung von Bürgern und Stakeholdern steigern. Diese Herausforderungen und Verfahren sollten in Energiesystemmodellen abgebildet werden, um gesellschaftlich optimale Technologiepfade zu identifizieren. Zudem lässt sich auch die Legitimität – aber auch die Robustheit – von Energieszenarien durch transdisziplinäre Prozesse steigern. Eine Erweiterung des entsprechenden Methodenportfolios wäre ein weiteres Ergebnis dieser Forschung.

■ ART DER FORSCHUNG

Angewandte Forschung.

AG 2-5. Erweiterung des Methodenportfolios in der Energiesystemanalyse

Das bestehende Methodenportfolio in der Energiesystemanalyse sollte erweitert werden, um der zunehmenden Komplexität Rechnung zu tragen, die sich aufgrund aktueller Transformationsprozesse (Stichworte: Sektorenkopplung, Digitalisierung etc.) sowie der Erkenntnis der Notwendigkeit, möglichst auch gesellschaftliche Größen in der Energiesystemanalyse zu berücksichtigen, ergibt.

■ MOTIVATION

Die zunehmende Komplexität des realen Energiesystems erfordert die Bearbeitung interdisziplinärer Fragestellungen. Hierfür reicht das bisherige Methodenportfolio der Energiesystemanalyse nicht aus. Insbesondere für die Berücksichtigung gesellschaftlicher Größen ist eine Ausweitung der Methoden notwendig. Eine besondere Herausforderung ist die Frage der Integration qualitativer Faktoren in die Energiemodellierung – hier steht man erst am Anfang der Methodenentwicklung. Aber auch die Integration quantifizierbarer sozialer Größen in Energiesystemmodelle findet bisher nur vereinzelt statt.

■ FORSCHUNGSMOTIVATIONEN

Bestehende Energiesystemmodelle haben sehr unterschiedliche Funktionsweisen und Foki und berücksichtigen daher unterschiedliche Größen bei Dateneingang und Datenausgabe. Je nach Aufbau und zeitlicher Auflösung bieten sie damit unterschiedliches Potenzial zur

Integration verschiedener gesellschaftlicher Größen. Eine systematische Aufarbeitung der Bandbreite der Ansätze mit ihren Stärken und Schwächen sowie die Identifikation fehlender Ansätze (etwa im Bereich der Integration qualitativer Daten) wäre ein erster Schritt, um eine Erweiterung des (standardisierten) Methodenportfolios zu erzielen. Die darauf aufbauende Methodenentwicklung zielt auch darauf ab, eventuelle Grenzen einer „echten“ Integration zu klären und Alternativen zu identifizieren oder weiterzuentwickeln (zum Beispiel Kopplung von Energiesystemmodellen und gesellschaftlichen Kontextszenarien oder Harmonisierung der Eingangsdaten von Modellen mit unterschiedlichen Foki). Die Methodenentwicklung sollte im engen Austausch mit der AG Methoden erfolgen.

■ ERGEBNISSE

Eine entsprechende Forschung würde dazu beitragen, dass die Energiesystemanalyse auf ein erweitertes (standardisiertes) Methodenportfolio zurückgreifen könnte.

■ ART DER FORSCHUNG

Grundlagenforschung.



AG 3 MODELLKOPPLUNG UND GESAMTSYSTEM

■ MOTIVATION

Im Zuge der Energiewende zeichnen sich verschiedene Transformationspfade sowie Technologiefelder und Trends (zum Beispiel Sektorenkopplung, autarke Energieversorgung) ab, deren Wechselwirkungen mit dem technischen und sozioökonomischen Gesamtsystem zu analysieren sind. Hierzu bedarf es einer fundierten Weiterentwicklung von energiesystemanalytischen Methoden und Modellen. Sowohl der zunehmende Komplexitätsgrad als auch die thematische Vielfalt erfordert den Einsatz von Modellen auf unterschiedlichen Systemebenen und deren Kopplung.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Ökonomische Bewertung und Einordnung:

- Kopplung von Partial- und Energiesystemmodellen mit makro- und sozioökonomischen Modellansätzen.
- Modellierung und Ableitung zukünftiger energieverbrauchsbestimmender Nachfragen für die Generierung konsistenter und transparenter Szenarien.
- Modellierung von Akteursverhalten (zum Beispiel unterschiedliche Investitionskalküle, Akzeptanz) zur Ableitung von wohlfahrtsoptimalen Transformationspfaden.

Nationales Energiesystem:

- Modellierung von Infrastrukturen zur Bewertung und Ableitung eines zukünftigen Ausbau- bzw. Modifikationsbedarfs unter besonderer Berücksichtigung von Sektorenkopplung.
- Modellierung gekoppelter Infrastrukturen (Strom, Gas, Wärme, Mobilität, Speicher etc.).
- Entwicklung von Validierungsverfahren und -methoden für Modellvergleiche.

- Verfahren zur Modellierung des EU-Umfelds im Kontext der Energiewende und Kopplung mit nationalen Energiesystemmodellen.
- Kopplung von LCA-Ansätzen mit klassischen Energiesystemmodellen.
- Modellierung von Recyclingaspekten sowie Kreislaufwirtschaft (Kopplung von Energiesystem- und Stoffflussmodellen).
- Modellierung von Nutzerverhalten (zum Beispiel Investitionsbereitschaft, Präferenzen, Akzeptanz) und Integration in bzw. Kopplung mit Energiesystemmodellen.
- Modellierung von Schadstoffemissionen und der monetären Bewertung von möglichen Auswirkungen (externe Kosten).

Methoden und Daten:

- Methoden und Verfahren zur Komplexitätsreduktion und Datenaggregation.
- Methoden und Verfahren zur Bewertung von autark geprägten, regionalen Energieversorgungskonzepten im Gesamtsystemzusammenhang.
- Methoden und Verfahren zur multikriteriellen Bewertung und Entscheidungsfindung.
- Methoden und Verfahren zur Analyse von Unsicherheiten („robuste Lösungen“).
- Vereinheitlichung von Schnittstellen für die Kopplung unterschiedlicher Modelle.

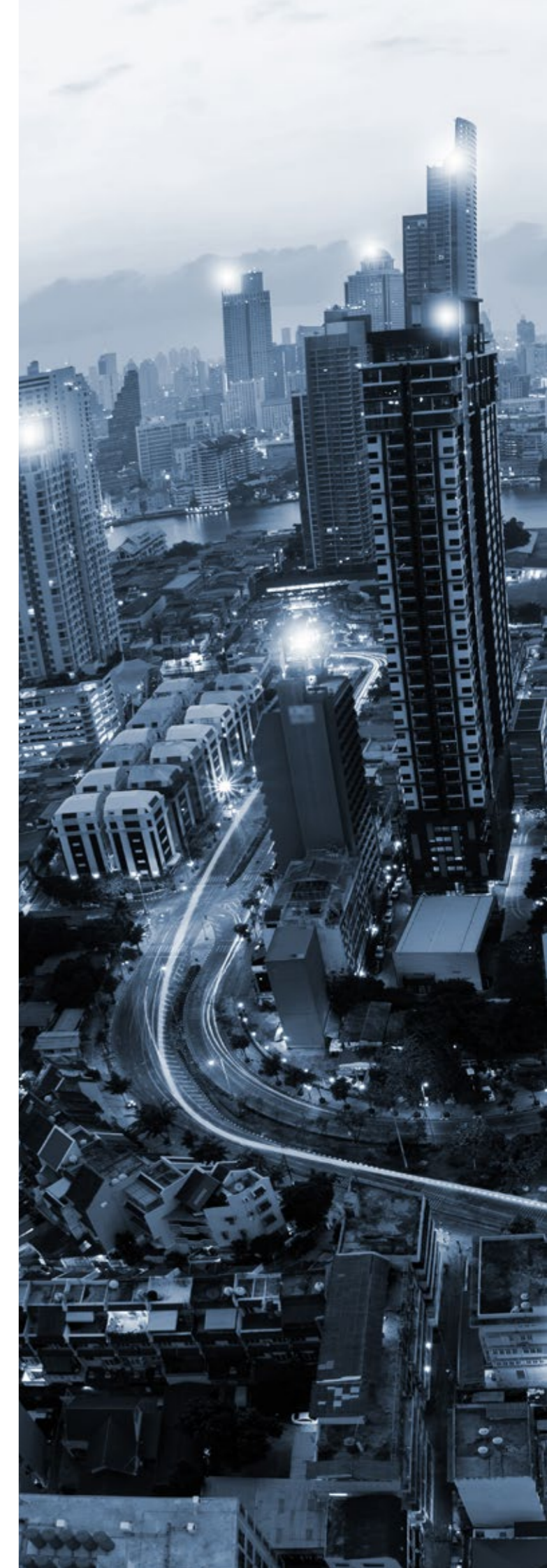
■ ERGEBNISSE

Weiterentwicklung von systemanalytischen Methoden sowie Modellen zur Generierung und Bewertung von Transformationsstrategien, die dem zunehmenden

Komplexitätsgrad des Energiesystems auf unterschiedlichsten Systemebenen Rechnung tragen. Die erzielten Ergebnisse ermöglichen Entscheidungsträgern eine fundierte Bewertungsbasis.

■ ART DER FORSCHUNG

Angewandte Forschung, teilweise Grundlagenforschung (Methodenentwicklung).



AG 4 VERGLEICHBARKEIT UND TRANSPARENZ

Die konkrete Ausgestaltung der Energiewende stellt unsere Gesellschaft vor eine komplexe Aufgabe, die ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit erfordert. Neben einer effizienten Ausschöpfung technischer Potenziale, gilt es gleichfalls soziale, wirtschaftliche und ordnungspolitische Aspekte zu berücksichtigen sowie, hieraus abgeleitet, neue Regeln zu entwerfen, die eine langfristige und nachhaltige Transformation unserer Energieinfrastrukturen ermöglicht.

Vor dem Hintergrund der damit einhergehenden Komplexitätssteigerung in den wissenschaftlichen Fragestellungen ist sowohl die Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen, als auch die Transparenz der Methoden und der dabei verwendeten Daten zwingende Voraussetzung. Letztlich sollen Vergleichbarkeit und Transparenz von Forschungsergebnissen dazu dienen, fundierte und validierte Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, die das Potenzial haben, einen wissenschaftlichen, gesellschaftlichen wie auch wirtschaftlichen Konsens zur Ausgestaltung der zukünftigen Energieversorgung herstellen zu können.

Für die Umsetzung fällt insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnik mit den von ihr geschaffenen Werkzeugen und Modellen eine zentrale und gleichzeitig schwierige Aufgabe zu, da sie als Bindeglied zwischen den Stakeholdern aus Wissenschaft, Technik und Wirtschaft fungieren muss. Dabei ist es die Aufgabe der Informatik, die unterschiedlichen Anforderungen der beteiligten Fachgebiete und Akteure verbindend zu integrieren. Vergleichbarkeit und Transparenz kann nur hergestellt werden, wenn die verwendeten Energiesystemmodelle und die eingesetzten Softwarewerkzeuge, der wissenschaftlichen Gemeinschaft zugänglich sind. Wissenschaftliche Ergebnisse sollen nachvollziehbar bzw. mit Hilfe der Werkzeuge und begleitenden Dokumentationen reproduzierbar sein. Es wird davon ausgegangen, dass zur Herstellung von Vergleichbarkeit und Transparenz nur ein geringer Bedarf an Grundlagenforschung besteht. Vielmehr sind offen zugängliche Standards und Werkzeuge zu entwickeln, die es erlauben, wissenschaftliche Arbeiten der Systemanalyse öffentlich und vergleichbar zur Verfügung zu stellen sowie diese systematisch zu

evaluieren und zu bewerten – idealtypischer Weise in Verbindung mit entsprechenden Demonstrationsprojekten. Die Themenblätter der AG Transparenz geben hierzu detaillierte Auskunft.

Folgende Anregungen ergeben sich für das 7. Energieforschungsprogramm:

- Formulierung einer Verpflichtung, dass die in öffentlich geförderten Projekten (>50 Prozent Förderquote) verwendeten/erarbeiteten Daten, Codes und Ergebnisse transparent zur Verfügung gestellt werden. Ausnahmen für zwingend vertraulich zu haltende Quellen sollten nur möglich ein, sofern keine Alternativen zur Verfügung stehen.
- Gewährung eines Budgetaufschlags (beispielsweise von zwei bis fünf Prozent) für Projekte, die einen Datenmanagementplan vorweisen und ihre Modelle und spezifischen Datensätze mit zusätzlichen Informationen derart zur Verfügung stellen, dass eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse möglich ist.
- Bezüglich der Anwendung von Modellen in einzelnen Projekten halten wir es auch für sinnvoll, zu fordern, dass nachvollziehbar erläutert wird, warum entschieden wurde, mit den genutzten Modellen zu arbeiten (Abwägung der Eignung sowie der Vor- und Nachteile der zur Auswahl stehenden Modelle).

THEMEN | AG 4:

AG 4 – 1. Transparenzstandards in Forschungsprojekten der Systemanalyse

AG 4 – 2. Transparenz und Qualität von Modellen

AG 4 – 3. Leitfaden zu Transparenz in Forschungsprojekten der Systemanalyse

AG 4 – 1. Transparenzstandards in Forschungsprojekten der Systemanalyse

Entwicklung von Transparenzstandards für die Bearbeitung und Berichterstattung von öffentlich geförderten Forschungsprojekten im Bereich der Systemanalyse.

■ MOTIVATION

Zum Thema Transparenz und Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen wurden in den letzten Jahren zahlreiche Diskussionen innerhalb der Forschungsgemeinschaften, zwischen Forschungsinstitutionen und zwischen Forschungsinstitutionen und Mittelgebern geführt. Es gibt Kritik an der gängigen Praxis, öffentliche Gelder in institutseigenes Wissen umzuwandeln und ein wachsendes Misstrauen gegenüber Forschungsergebnissen, deren Basis nicht transparent und nachvollziehbar ist. Hinzu kommen eine verstärkte Komplexität und gestiegene Anforderungen innerhalb der Energieforschung, die einen verstärkten, oft interdisziplinären Austausch von Modellen, Daten und Ergebnissen erfordern, um den Problemen der Energietransformation vor dem Hintergrund des Klimawandels zu begegnen und Antworten auf die aktuellen und zukünftigen Probleme geben zu können.

■ FORSCHUNGSMATERIALIEN

Für die verschiedenen Projektkonstellationen sollen unter Einbeziehung aller Akteursgruppen – Mittelgeber (Zivilgesellschaft und Ministerien), Mittelempfänger (Forschungsinstitute, Unternehmen, Verbände) und Mittelverwalter (Projektträgergesellschaften) – einheitliche Standards entwickelt werden. Sie sollen die notwendige Transparenz bei der Bearbeitung und Veröffentlichung von wissenschaftlichen Forschungsprojekten aus dem Bereich der Systemanalyse gewährleisten. Um ein gemeinsames Verständnis von Transparenz hinsichtlich von Ergebnisveröffentlichung von Forschungsprojekten zu erarbeiten, ist in einem ersten Schritt die Definition von formalen und inhaltlichen Kriterien sinnvoll. Bei der Formulierung der Standards sollen unter anderem Transparenzkriterien, Meta-informationen und Lizenzen in Bezug auf die in dem

jeweiligen Forschungsprojekt genutzten Daten und Annahmen sowie Methoden, Werkzeuge und Prozesse berücksichtigt werden.

Bei der Diskussion ist ein besonderes Augenmerk auf Forschungspartner mit unterschiedlichen Förderquoten und dementsprechend unterschiedlichen (wirtschaftlichen) Projektzielen zu legen. Es bietet sich an, laufende Projekte in die Konsultationen einzubeziehen.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Aktivitäten ist die Entwicklung eines Standardrahmens und die Entwicklung von klaren Kriterien zu Transparenz und guter wissenschaftlicher Praxis in der öffentlich geförderten Forschung, die für die nächste Förderperiode eine einheitliche Orientierungsmöglichkeit für alle Projekte der Systemanalyse bieten. Die damit erreichte Transparenz soll externen Forscherinnen und Forschern ermöglichen, Forschungsergebnisse zu reproduzieren, ohne dass die beteiligten Unternehmen wirtschaftliche Nachteile haben. Die Öffnung der Forschungsergebnisse soll die Innovationskraft, Effektivität und Nachvollziehbarkeit innerhalb der Forschung vergrößern.

AG 4 – 2. Transparenz und Qualität von Modellen

Maßnahmen zur Übersicht und zum Vergleich von Modellen sowie zur Bewertung und Verbesserung der Qualität von den mit Hilfe der Modelle berechneten Ergebnissen.

■ MOTIVATION

Neben der Transparenz einzelner Forschungsprojekte der Systemanalyse und damit einzelner Energiesystem- bzw. Klimamodelle, die in den Projekten eingesetzt wurden, besteht der Bedarf, einen Überblick über die signifikant wachsende Landschaft der Modelle zu bekommen und diese vergleichen zu können. Das sollte aus unterschiedlichen Perspektiven (Modellentwicklung und -anwendung, Entscheidungsträger, Zivilgesellschaft) möglich sein. Obwohl es aus verschiedenen Projekten Vorschläge zur Charakterisierung von Modellen gibt

(Factsheets (siehe open_eGo) oder „reference card“ (siehe ADVANCE)) und sich vielfältige Veröffentlichungen mit einer vergleichenden Darstellung von Modellen unter Berücksichtigung verschiedener Parameter beschäftigen, ist die Modelllandschaft unübersichtlich.

Da Transparenz nur eines von vielen Qualitätskriterien ist, sehen wir als weitere wichtige Aufgabe, die Entwicklung von Kriterien für Qualität und Qualitätsvergleiche von Szenarienberechnungen und -darstellungen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Es sollen dynamische Darstellungen von Modellen entwickelt werden, die verschiedene Perspektiven beinhalten und für Akteure mit unterschiedlichem Vorwissen verständlich sind. Ein Austausch über die Modelle und ihr Vergleich soll etabliert werden. Dabei ist die Stärkung und Verlinkung von Modellvergleichen/-sammlungen mit einem Focus auf linked open data und darauf aufbauender Visualisierung ein wichtiges Thema. Die Organisation von "special tracks" oder Meetings im Rahmen von Konferenzen oder Veranstaltungen zur Energiesystemanalyse kann für eine vermehrte Wahrnehmung und ein besseres Verständnis der vielfältigen Modelllandschaft sorgen. Verständliche Antworten und Darstellungen dazu, welche Fragestellungen von den einzelnen Modellen beantwortet werden können, wird ein zentrales Element der Charakterisierung und Visualisierung sein.

In laufenden Projekten wird bereits ein Referenzdatensatz entwickelt, um Modelle zu vergleichen und um die Qualität von Berechnungen zu evaluieren. Deren Einsatz und Weiterentwicklung sollte forciert und evaluiert werden, denn aus der großen Bandbreite von Modellen in der Systemanalyse (u. a. Klimamodelle, LCA-Modelle oder makroökonomische Energiemodelle) ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an Referenzdatensätze.

Weiterhin können systemrelevante Fragestellungen entwickelt und ausgeschrieben werden, die über die bisher beantworteten Fragen hinaus gehen und für die verschiedene Forschergruppen Ansätze einreichen können (zum Beispiel: Integration von Ressourcenverfügbarkeiten und Lebenszyklusanalysen in die Ausbauszenarien zukünftiger Energiesysteme; Verknüpfung der Randbedingungen mit europäischen/weltweiten Szenarien; Diversifizierung der betrachteten Technologieinnovationen etc.). Ein enger Austausch und hohe Transparenz der durchführenden Projekte kann einen Sprung in der Qualität von Szenarienanalysen bedeuten.

■ ERGEBNISSE

Auffindbare (interaktive?) Modelllandkarten; gemeinsame dynamische Modellbeschreibungen; regelmäßiger Austausch über Modellentwicklungen und den Einsatz von Modellen; regelmäßige Modellvergleiche und -herausforderungen (mit unterschiedlichen Methoden und Schwerpunkten).

AG 4 – 3. Leitfaden zu Transparenz in Forschungsprojekten der Systemanalyse

Mit Hilfe der Durchführung von Demonstrationsprojekten soll ein Leitfaden zu Transparenz in Forschungsprojekten der Systemanalyse entwickelt werden.

■ MOTIVATION

Die Forderung nach mehr Transparenz und Reproduzierbarkeit von öffentlich geförderten Forschungsprojekten bringt die Frage mit sich, welche Methoden es gibt, das zu realisieren. Intransparenz entsteht unter anderem durch Zeitmangel und fehlende Konzepte und/oder fehlende Werkzeuge, die helfen, Transparenz herzustellen. Es gibt bisher keine übersichtliche Beschreibung bereits existierender Methoden sowohl aus der Systemanalyse wie auch aus anderen Disziplinen, die sinnvoll eingesetzt werden können.

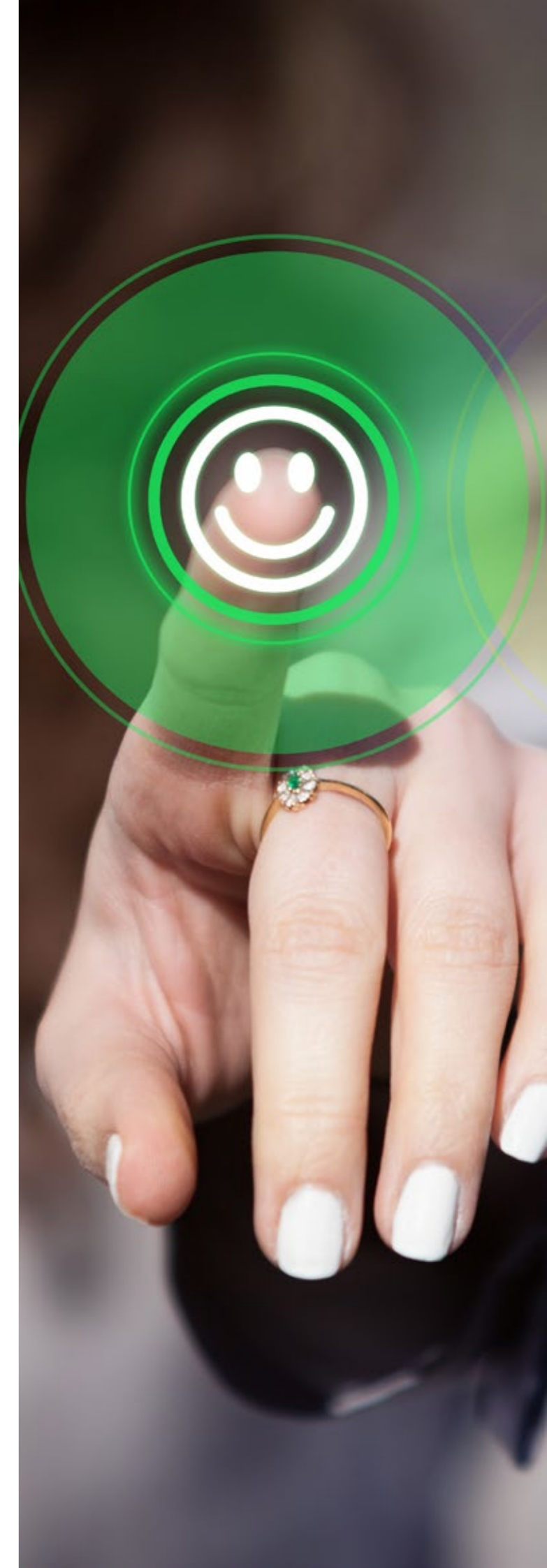
■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Entwicklung eines Standards (siehe Thema 1 der AG 4) soll begleitet werden mit Pilotprojekten zum Einsatz und zur Verbesserung verschiedener Methoden. In Demonstrationsprojekten sollen verschiedene Methoden erprobt und verbessert werden, mit denen hohe Transparenz des gesamten Projekts und Reproduzierbarkeit der Forschungsergebnisse erreicht werden können. Die Kombination verschiedener Methoden soll dahingehend evaluiert werden, in wieweit Transparenz für Akteure unterschiedlicher Personenkreise erreicht werden kann.

Forschungsprojekte der Systemanalyse mit verschiedenen Inhalten ergänzen in ihrem Arbeitsplan ein AP „Transparenz“, das beinhaltet, den Forschungsprozess und die Ergebnisse transparent zu gestalten; unter Leitung eines Transparenzprojekts (in Zusammenarbeit mit der AG Transparenz unter Beteiligung der verschiedenen Interessensgruppen (Wissenschaft, Entscheidungsträger, Zivilgesellschaft)) wird der Austausch zwischen den Projekten gefördert und es werden die Methoden und Erfahrungen aus den Demoprojekten evaluiert.

■ ERGEBNISSE

Das Ergebnis ist ein Leitfaden für Transparenz in Forschungsprojekten der Systemanalyse. Er beinhaltet unter anderem eine Methodensammlung mit Diskussion von Vor- und Nachteilen sowie die Vorstellung der Demoprojekte.



AG 5 METHODEN UND KOMPLEXITÄTSREDUKTION

AG 5-1. Methodenentwicklung zum Umgang mit Komplexität, Komplexitätsreduktion und Big Data in Energiesystemmodellen

Die steigende Komplexität der Modelle stellt eine große Herausforderung bei der Abbildung von Energiesystemen dar. Es bedarf geeigneter Verfahren im Umgang mit Komplexität.

■ MOTIVATION

Es gibt einen Trend zu immer detaillierterer und kleinteiligerer Modellierung in Energiesystemen. Große Datenmengen (zum Beispiel Wetter-, Markt- und Betriebsdaten) ermöglichen es, die Komplexität der Modelle zu erhöhen und darauf aufbauend neue Fragestellungen zu beantworten. Jedoch stoßen viele Modelle an Grenzen in Bezug auf Rechenzeit und Modellumfang/Modellgröße.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zwei Lösungswege im Umgang mit Komplexität sollen weiterentwickelt werden: Einerseits müssen neue Methoden zum Umgang mit Komplexität entwickelt werden. Hier ist es nötig, in interdisziplinären Teams (mit Modellierern, Mathematikern und Informatikern) neue Ansätze sowohl auf der Modellierungsebene als auch im Bereich der zugrundeliegenden Algorithmen zu konzipieren und anhand geeigneter Fragestellung umzusetzen. Andererseits müssen bessere Verfahren zur sinnvollen Reduktion von Komplexität in Energiemodellen gearbeitet und die folgenden Fragen beantwortet werden: Welche Modelltiefe wird für welche Fragestellung benötigt? Wie können die Dimensionen der Modelle systematisch vereinfacht werden und welche Fehler resultieren aus der Vereinfachung?

Methodenentwicklung zum Umgang mit Komplexität:

- Parallelisierung: Entwicklung neuer Methoden zur Parallelisierung von Energiesystemmodellen und Anwendung auf Hochleistungsrechnern.
- Big Data: Forschung zum Umgang mit großen Datenmengen. Wie kann das Datenhandling erfolgen (zum Beispiel Umgang mit Wetterdaten) und wie können große Datenmengen aus Energiesystemmodellen verständlich aufbereitet werden?¹

Komplexitätsreduktion und Modellvereinfachung:

- Komplexitätsreduktion: Entwicklung von mathematischen und quantitativen Verfahren für Energiesystemmodelle zur geeigneten Komplexitätsreduktion und Reduktion der Rechenzeit von Energiesystemmodellen.
- Modellvereinfachung: Entwicklung von Methoden und Tools für empirische Näherungsverfahren und Vereinfachung von Energiesystemmodellen abhängig von der Fragestellung. Welche Detailtiefe wird je Fragestellung benötigt und welche Auswirkungen ergeben sich aus den Vereinfachungen für das Ergebnis?

■ ERGEBNISSE

Die entwickelten Modellierungsansätze und verbesserten Modelle bilden die Grundlage für neue Modelle, verlässlichere Modellergebnisse und die Entwicklung neuer Forschungsfragen.

■ ART DER FORSCHUNG

Vorlaufforschung (Grundlagenforschung) und angewandte Forschung.

THEMEN | AG 5

AG 5-1. Methodenentwicklung zum Umgang mit Komplexität, Komplexitätsreduktion und Big Data in Energiesystemmodellen

AG 5-2. Methoden und Konzepte zur Kopplung von Energiesystemmodellen

AG 5-3. Methoden zum Umgang mit Unsicherheit und zur Entwicklung robuster Szenarien

AG 5-4. Neuartige Methoden für die Modellierung von Energiesystemen

AG 5-2. Methoden und Konzepte zur Kopplung von Energiesystemmodellen

Entwicklung von Methoden zur Kopplung von Systemmodellen und integrierte Analyse.

■ MOTIVATION

- Energiesysteme werden immer komplexer. Diese in einem Universalmodell abzubilden ist für manche Fragestellungen immer schwerer zu realisieren. Stattdessen werden spezifische Modelle entwickelt, die ein Teilsystem sehr gut abbilden. Eine Kopplung solcher Modelle erfolgt heute nur zum Teil und häufig über Softlinking (unter anderem Excel) und Hardlinking (Database, API) für nur wenige Parameter. Ziel sollte es jedoch sein, durch Integrated Coupling (Modell-Einbindung) zunehmend spezifische Expertenmodelle im Rahmen einer geeigneten integrierten Gesamtbetrachtung des Energiesystems zu verknüpfen und sowohl eine adäquate Modellierung der Teilsysteme als auch des Gesamtsystems zu ermöglichen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Im Rahmen dieses Forschungsthemas werden einerseits neue Methoden und mathematische Verfahren zur Modellkopplung entwickelt, andererseits wird Modellkopplung in energiewirtschaftlichen Fragestellungen angewendet.

- Entwicklung von quantitativen Verfahren zur Kopplung von Teilmodellen der Energiesystemanalyse. Welche Methoden sind zur Kopplung von Energiesystemmodellen geeignet? Wie können gekoppelte Modelle verwendet werden, um aktuelle Fragestellungen im Bereich der besseren Abbildung des Netzverhaltens sowie Fragen zu Marktdesign, Versorgungssicherheit und Technologiebewertung besser beantworten zu können?
- Methodenentwicklung zur Kopplung von Modellen für unterschiedliche Sektoren.

- Entwicklung von Konzepten zur integrierten modellübergreifenden Sektoranalyse, unter anderem mit der Frage: Wie können langfristig effizient und sektorübergreifend CO₂-Einsparungen erzielt werden? Welche Interdependenzen ergeben sich zwischen den Sektoren (Integration von Erneuerbaren, Zielerreichungsgrad etc.)?

■ ERGEBNISSE

Gute Verfahren und Standards zur Kopplung von Modellen ermöglichen es, eine Vielzahl von neuen Fragestellungen zu beantworten und insgesamt neue Modellierungsansätze zu entwickeln. Forschungsinstitute können sich stärker auf die Entwicklung einzelner Teilmodelle spezialisieren. Diese Modelle können dann unter anderem für eine verbesserte Abbildung des Netzverhaltens, des Akteursverhaltens, der Analyse des Marktdesigns oder der Fragestellungen im Bereich Versorgungssicherheit angewendet werden.

■ ART DER FORSCHUNG

Vorlaufforschung, angewandte Forschung.

AG 5-3. Methoden zum Umgang mit Unsicherheit und zur Entwicklung robuster Szenarien

Der Umgang mit Unsicherheit spielt im Energiesystem der Zukunft eine immer größere Bedeutung. Es bedarf geeigneter Methoden zur Abbildung von Unsicherheit und Robustheit.

■ MOTIVATION

Volatile Einspeisung durch Wind und PV sowie die veränderten Verbraucherstrukturen und die zunehmende Dezentralisierung einerseits und vermehrte innereuropäische Stromflüsse andererseits bilden den Rahmen für ein sich wandelndes Energiesystem. Zur Gewährleistung der Systemstabilität müssen auf verschiedenen Ebenen des Energiesystems zunehmend Flexibilitätsoptionen eingebunden werden. Zur Ausgestaltung des zukünftigen Energiesystems hat die verbesserte Abbildung von

¹ Für die Inhaltliche Aufbereitung siehe auch AG 1

Unsicherheit, Volatilitäten und Flexibilität eine herausragende Bedeutung, um robuste Entscheidungen treffen und die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. Ziel der Forschung muss es daher sein, ein besseres Verständnis für den Lösungsraum bzw. Systemverhalten unter Unsicherheit zu erreichen und Standards für die Sensitivitätsanalyse und den Umgang mit Unschärfe zu entwickeln.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zur Entwicklung eines besseren Systemverständnisses müssen neue Methoden zum Umgang mit Unsicherheit entwickelt werden. Unsicherheiten und Umgang mit Unschärfe müssen besser in die Modelle integriert werden. In Bezug auf die Ergebnisse der Szenarienanalyse müssen zudem Konzepte und Verfahren entwickelt werden, mit denen Sensitivitätsanalysen geeignet durchgeführt und die Robustheit der Ergebnisse quantitativ bewertet werden können. Die Anwendung der Verfahren soll anhand geeigneter Analysen in der Wirtschaft und der politischen Entscheidungsfindung dargestellt werden. Die Methodenentwicklung soll durch Anwendungsfälle aus den verschiedenen Bereichen unterstützt werden und kann dabei sowohl die Abbildung des Gesamtsystems (zum Beispiel Versorgungssicherheit) als auch die Abbildung einzelner Akteure (Speicher, Nachfrageseite, Erzeuger) sowie einer adäquaten Bewertung der Netze umfassen:

- Entwicklung und Bewertung robuster und adaptiver Einsatz- und Investitionsentscheidungen (Kraftwerke, Speichertechnologien, Nachfrage) und Planungsverfahren (Stromnetze) unter besonderer Berücksichtigung von technologischen und sonstigen Unsicherheiten.
- Entwicklung von quantitativen Verfahren zur Ermittlung robuster Szenarien und Umgang mit Unsicherheit.
- Entwicklung von Standards für Sensitivitätsanalysen mit Energiesystemmodellen.
- Bewertung von Marktmechanismen für den kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Einsatz von Flexibilitätsoptionen.
- ersten Stufe für extreme Teillast (NPSH-Stufe)

■ ERGEBNISSE

Ziel des Forschungsthemas ist es, verbesserte und neuartige Verfahren zum Umgang mit Unsicherheit und Robustheit auf den verschiedenen Ebenen des Energiesystems zu entwickeln und anhand von Praxisbeispielen und Szenarien den Einfluss von Unsicherheit und den Beitrag von geeigneten Maßnahmen und Flexibilitätsoptionen auf unterschiedliche Energiesysteme zu zeigen.

■ ART DER FORSCHUNG

Grundlagenforschung, angewandte Forschung sowie Demoprojekte.

AG 5 – 4. Neuartige Methoden für die Modellierung von Energiesystemen

Neue Modellierungsmethoden unter anderem im Bereich künstlicher Intelligenz bilden die Grundlage für zukünftige Energiesystemmodellierung. Die Umsetzung und Anwendbarkeit müssen gezeigt werden.

■ MOTIVATION

Während die entwickelten Modelle an sich sehr viel komplexer werden, hat sich an den zugrundeliegenden Methoden in vielen Bereichen wenig geändert (zum Beispiel die Verwendung von linearen Optimierungsmodellen). Aufgrund von inhärenten Limitationen stoßen bestehende Methoden und Modellierungsansätze schon jetzt an die Grenzen einer geeigneten Abbildung des heutigen Energiesystems. Neuartige Verfahren müssen entwickelt werden, um zukünftige Fragestellungen beantworten, das Energiesystem der Zukunft adäquat abbilden und Rechenzeit verkürzen zu können. Aktuelle Ansätze im Bereich künstlicher Intelligenz haben in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Es stellt sich die Frage, wie diese Entwicklungen auf Energiesystemmodelle übertragen werden können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Ziel des Forschungsthemas soll es sein, neue Methoden zu entwickeln und exemplarisch zu zeigen, wie diese Modelle eingesetzt werden und welchen Mehrwert die neuen bzw. verbesserten Methoden leisten können. Dabei sollen insbesondere neue Berechnungs- und

Bewertungsverfahren ausgehend von den spezifischen Fragen der Energiesystemanalyse entwickelt werden. Schwerpunkte sind hier die Modellierung im Bereich künstlicher Intelligenz (Machine Learning/Deep Learning), Abbildung des Akteursverhaltens und das Thema Blockchain. Zudem sollen bestehende mathematische Verfahren und Modellierungsverfahren weiterentwickelt werden:

Hochflexible Gasturbine (< 50 MW) und Mikrogasturbine (1kW bis 1MW)

- Forschung im Bereich der Anwendung von künstlicher Intelligenz im Rahmen von Energiesystemmodellen und Datenauswertung. Methodenentwicklung zur Identifizierung und Bewertung von kritischen Systemzuständen und potenzieller Beitrag von künstlicher Intelligenz im zukünftigen europäischen Energiesystem.
- Entwicklung neuer Berechnungs- und Bewertungsverfahren im Bereich der Energiesystemanalyse.
- Weiterentwicklung von mathematischen Verfahren zur Abbildung von Energiesystemen sowie Methoden zur Anwendung und Bewertung von Blockchain-Technologien.
- Neue Methoden im Bereich der aktorsbasierten Bewertung und Modellierung.

■ ERGEBNISSE

Die in diesem Themenbereich entwickelten Methoden bilden eine wichtige Grundlage für die Modellierung und Analyse zukünftiger Energiesysteme und Fragestellungen.

■ ART DER FORSCHUNG

Schwerpunkt Grundlagenforschung, angewandte Forschung, sowie Demoprojekte.



Bildnachweis

Titelbild: wildpixel/iStock/thinkstock, AG 2: a-image/iStock/thinkstock, AG 3: cofotoisme/iStock/thinkstock,
AG 4: FotoCuisinette/iStock/thinkstock, AG 5: Bet_Noire/iStock/thinkstock

