



EXPERTENEMPFEHLUNG FORSCHUNGSNETZWERK SYSTEMANALYSE





SYSTEMANALYSE

FORSCHUNGSNETZWERKE
ENERGIE

Impressum

Herausgeber

Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion und verantwortlich für den Inhalt

Forschungsnetzwerk Systemanalyse

Gestaltung und Produktion

Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand

Februar 2023

Bildnachweise:

Titel: ©lassedesignen – stock.adobe.com



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

1.	Neu- oder Weiterentwicklung von Energiesystemmodellen	4	
2.	Einbindung von Anwendern	6	
3.	Offene Wissenschaft	8	
4.	Wissenschaftskommunikation	10	
5.	Übertragung von Ergebnissen	12	

1. NEU- ODER WEITERENTWICKLUNG VON ENERGIESYSTEMMODELLEN

Welchen Forschungsbedarf sehen Sie für die Neu- oder Weiterentwicklung von qualitativen sowie quantitativen Methoden der Energiesystemanalyse? Bitte berücksichtigen Sie dabei insbesondere die Anwendungsrelevanz.

Die Berücksichtigung von Folgewirkungen auf die Gesamtwirtschaft und auf die Umwelt stellen Herausforderungen bei der Systemanalyse dar. Zudem muss das Energiesystem in voller Breite mit allen Sektoren im Detail modelliert werden, um damit auch umweltpolitische Maßnahmen und deren Wechselwirkungen mit dem Energiesystem berücksichtigen zu können. Die zunehmende Größe und Komplexität der Modelle sowie der Datenumfang sind eine Herausforderung, die es bei der Methodenentwicklung zu berücksichtigen gilt. Ferner spielt in der quantitativen Analyse der Energiesysteme auch das individuelle Verhalten von Akteuren eine zunehmende Rolle, welches Eingang in die Analysen finden sollte. Entsprechend ergeben sich folgende Forschungsbedarfe:

- Einbettung des Energiesystems in die Gesamtwirtschaft (Makroökonomische Auswirkungen von Energieszenarien)
- Analysen des gesamten Energiesystems, die Betrachtung einzelner Sektoren sowie Modellkoppelungen. Zur besseren Abbildung von Nutzerverhalten sind auch Kombinationen von Optimierungsmodellen und agentenbasierten Modellen forschungsrelevant.
- Multidimensionale Bewertung von Transformationspfaden (einschl. lebenszyklusbasierter Indikatoren) zur Erhöhung der Robustheit und Erfassung Resilienz-relevanter Aspekte, inklusive der Entwicklung von Methoden für die konsistentere, transparentere und explizitere Entwicklung von Storylines. Dazu gehören auch die Weiterentwicklung der Mehrzieloptimierung, da der zügige Ausbau eines resilienten Energieversorgungssystems ist nicht nur abhängig von den klassischen Optimierungszielen (minimal-cost, LCOE etc.) ist, sondern auch von weiteren Faktoren, wie Akzeptanz, Ressourcenverbrauch, CO₂-Ausstoß und Flächenkonkurrenz-Fragen.
- Weiterentwicklung von stochastischen Optimierungsansätzen zur besseren Abbildung von Unsicherheiten
- (Weiter-)Entwicklung von prospektiven Methoden zur Abbildung von potenziellen Entwicklungspfaden neuer (Energie-)Technologien und Einbindung in Energiesystemmodellen
- Erweiterte Betrachtung der zukünftigen Energiesouveränität, einschließlich der Technologien und der darin verbauten Rohstoffe, unter Berücksichtigung geopolitischer Aspekte
- Berücksichtigung von sozialen und Umweltauswirkungen in der Energiesystemmodellierung und Technologiebewertung, insbesondere Umgang mit der Integration von qualitativen und quantitativen Daten
- Analyse der Auswirkungen des Klimawandels und von Geoengineering auf Energienachfrage und Verfügbarkeit erneuerbarer Energien, ergänzt um die Betrachtung der Effekte auf Zuverlässigkeit und Sicherheit der Energieversorgung
- Verstärkte Nutzung von Methoden des maschinellen Lernens, beispielsweise um die Daten zu Bestandsinfrastrukturen in Energiesystemmodellen zu verbessern
- Vertiefung der Betrachtung von Suffizienz und zirkulärer Wirtschaft in der Energiesystemmodellierung
- Ausweitung der Bottom-up Modellierung auf weitere Sektoren (Transport, Gebäude, Industrie). Dabei ist auch die Umsetzung der Sektorenkoppelung auf verschiedenen Ebenen und Skalen von Interesse, z. B. dezentrale Wärmewende und die Auswirkung auf das Gesamtsystem. Ergänzend muss die Wechselwirkung des Systembetriebs auf Transport- und Verteilnetzebene auch die zukünftige Rolle saisonaler Energiespeicher besser verstanden werden.
- Beschleunigungsstrategien und neue Optimierungsalgorithmen zur Lösung von großen (large-scale) Energiemodellen und Entwicklung von effizienten, Open-Source-Tools für räumliche, zeitliche und technologische Komplexitätsreduktion. Mögliche weitere Themen betreffen dabei auch die Erprobung von Quantencomputing in der Energiesystemanalyse und die Nutzung von Cloud-basierten Optimierern.

- Stärkung der Validität von Energiesystemmodellen durch strukturierte Vergleiche auf Grundlage von Open-Science-Prinzipien
- Verbesserung der Tools zur Standortauswahl für erneuerbare Energien, z. B. durch erweiterte Betrachtung von Aspekten der Akzeptanz, Flächennutzbarkeit und Baukosten
- Abbildung von individuellem Akteursverhalten zur Verbesserung von politischen Maßnahmen (Instrumente). Insbesondere das Verhalten bei kleinskaligen Anwendungen wird bisher noch nicht ausreichend berücksichtigt und erfordert die Abwägung von adäquaten Anreizsystemen unter Berücksichtigung des Gesamtsystems. Dabei stellen sich auch methodische Fragen, wie sich beispielsweise eine Vielzahl von Akteuren in Modellen abbilden lassen. Zudem sind Fragen zur Integration von Suffizienz/Paradigmenwechsel auf der Nachfrageseite von Interesse.
- Lücke zwischen Modellannahmen und tatsächlichem Nutzungsverhalten. Möglichkeiten der Beeinflussung dieses Verhaltens bedürfen weiterer Forschung, um die Aussagekraft von Modellen zu verbessern.
- Verbesserung der Methoden zur Berücksichtigung der Hemmnisse und zur Beschleunigung des Technologie- und Infrastrukturausbaus aufgrund von genderspezifischen Bedürfnissen und Genderasymmetrien.

Neben inhaltlichen Fragen und Weiterentwicklungsbedarfen, ergeben sich auch übergreifend Notwendigkeiten zur Nutzung von Normen, offenen Standards, Forschungsdatenbanken und gemeinsamen Plattformen. Forschungsprojekte zur Schaffung einer durchdachten Datenbasis sind eine wichtige Grundlage für alle anderen Forschungsprojekte und daher auch ein wichtiges Ziel der Energiesystemanalyse. Hierunter fallen Themen wie unter anderem:

- Anbindung an die NFDI (Nationale Forschungsdateninfrastruktur)
- Anbindung an die EOSC (European Open Science Cloud)

- Erweiterung für qualitative Daten z. B. politische Entscheidungen und Maßnahmen, die in Modelle fließen können
- Offene Datenbanken um Akteursdaten und Daten aus Agentenmodellen erweitern
- Neue Datenstrukturen, z. B. Wissensgraphen
- OEMetadata als gemeinsamen Metadatenstandard verwenden und in Modellworkflows integrieren. Adaptoren zur Transformation von generischen mit OEMetadata annotierten Daten in modellspezifische Formate.
- Erweiterung der gemeinsamen Ontologie (OEO) und projektübergreifende Datenannotationen
- Validierungen von Daten und Qualitätsüberprüfungen (Daten Peer-Review)
- Konzepte zur Beschreibung des „Fitness for use“ von Daten in der Energiesystemanalyse
- Neue verbesserte interoperable Datenmodelle für den Datenaustausch
- Umgang mit Unsicherheit von Daten

Darüber hinaus ist die Einbindung von weiterer Disziplinen wie Kommunikationswissenschaften und Soziologie zur Erforschung von Akteursintegration und zur Stärkung des Dialogs zwischen Wissenschaft, Energieagenturen und Verbänden (als Multiplikatoren) und Gesellschaft wichtig. Dazu zählen:

- Die Neu- und Weiterentwicklung von Kommunikationsinstrumenten für den zielgruppengerechten Ergebnistransfer sowie für die direkte Einbindung von Akteur:innen in die Projektverläufe sollte als Teil der Forschungsarbeit betrachtet werden und förderfähig sein.
- Erstellung von Kommunikationsinstrumenten wie Webseiten, (Video-)Tutorials, Webtools inkl. deren Nutzungsfreundlichkeit (UI/UX)
- Ein Dialog zwischen einzelnen Akteursgruppen als gemeinsamer Prozess kann hier einen Beitrag leisten: auch wissenschaftliche Ergebnisse und komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge müssen gesellschaftsnäher kommuniziert werden.

2. EINBINDUNG VON ANWENDERN

Welchen Forschungsbedarf sehen Sie für eine stärkere Adressierung und Einbindung von Anwendenden in Projektförderung und Forschungsnetzwerk?

Bei diesem Punkt geht es im Wesentlichen um Forschungsorganisation und -Methoden. Weiter unten werden auch einige Forschungsfragen aufgeführt.

Die Systemanalyse gibt Handlungs- und Orientierungswissen insbesondere für Entscheidungen in der Politik, aber auch in der Industrie und in Beratungsberufen. Entsprechend sollten diese Akteure frühzeitiger in die Forschung eingebunden werden und eine stärkere Zusammenarbeit zwischen ihnen sollte angereizt werden:

- Co-Design mit den Anwendenden als Methode/partizipative Modellierung
- Methoden der hybriden Modellierung und Einbindung von Akteuren nach Bedarf
- Stärkere Verknüpfung von Entscheiderinnen und Entscheidern auf allen Ebenen (Bundes-, Landes, Regional- und Gemeindeebene) mit Fragestellungen der Gesamtsystemanalyse

Die Kommunikation der Ergebnisse und Diskussion der weiteren Entwicklung mit den verschiedenen relevanten Akteuren sollte als integraler Teil der Forschung festgeschrieben sein.

Häufig ist die Einbindung von Praxispartnern in der Skizzenphase schwierig, da die Inhalte noch zu abstrakt sind oder kleinere Unternehmen mit den bürokratischen Hürden überfordert sind. Um die relevanten Akteure der Energiewende besser einzubinden sollte systematische Einbindung im Laufe des Projektes von noch unbekanntem Praxispartnern ermöglicht werden. Die Qualität eines solchen Einbindungsprozesses könnte mit folgenden Indikatoren bewertet werden:

- Ziel des Einbindungsprozesses ist definiert
- Zielgruppe ist definiert
- Methoden sind definiert und sind für die Zielgruppe geeignet: bspw. regelmäßige Austauschformate wie digitale oder Live-Workshops, Info-Webseiten, Diskussionspapiere, Lernvideos, beispielsweise für Software und Datensätze.

Eine Einbindung und Finanzierung von Partnern, die im Laufe des Projektes einen relevanten Beitrag leisten, sollte Ziel der Weiterentwicklung von Forschungsförderung sein. Zum Beispiel durch ein gesperrtes aber definiertes Budget, das im Laufe des Projektes freigegeben wird.

Hinzu kommen noch einige Forschungsinhalte/-fragen, die sich insbesondere auf Anwendung und Anwendbarkeit sowie zusätzlichen Nutzen der Tools der Energiesystemanalyse beziehen.

- Was wollen Anwendende wissen?
Und was sind Bedarfe?
Falls dies nicht klar formuliert werden kann, da eine Fragestellung neu ist:
Wie ist die bisherige Praxis?
Welche Probleme treten auf?
Was läuft zufriedenstellend?
Was soll warum geändert werden?
- Was soll Anwendenden mit dem Tool vermittelt werden?
- Gestaltung der kommunalen Energiewende (Strom/Wärme/Mobilität),
(inkl. z. B. Workshops mit Austausch zwischen "Pionieren" und "Aufholern")
- Kosten-Nutzen-Bewertungen
- Zahlungsbereitschaften - Beispielsweise für geringere Versorgungsqualität
(z. B. Erfassung über Befragungen)

Wissenschaft und Wirtschaft sollen einen breiten Methodenkoffer mit etablierten Methoden entwickeln. Dabei liegt der Fokus sowohl auf Anwendungsbeispielen und Best-Practice-Methoden. Ziel ist es, dass Wissenschaft und Praxis für ihre Fragestellungen rund um die Systemanalyse Modelle und Daten verwenden können. Dabei soll ein Überblick über bekannte Ansätze gegeben und gezielt Best-Practice Modelle vereinheitlicht und anwendbar gemacht werden.

3. OFFENE WISSENSCHAFT

Welchen Forschungsbedarf sehen Sie im Hinblick auf eine forcierte Nutzung der Potenziale einer Offenen Wissenschaft (offene Zurverfügungstellung und Nutzung von Ergebnissen; Dialog der Wissenschaft mit Gesellschaft, Wirtschaft und Politik; Bürgerwissenschaften)?

Offene Wissenschaft trägt dazu bei Wissenschaft und ihre Analysemethoden transparent, nachvollziehbar und reproduzierbar zu machen. Offene Wissenschaft besteht aus offenen Daten, das heißt der offenen Bereitstellung von Eingangs- und Ergebnisdaten, aus offenen Modellen und Methoden, in der Regel aus Open-Source-Software und dem offenen Zugang zu Veröffentlichungen.

Damit Forschungsdaten sowohl von der Forschung als auch von anderen Akteuren nachvollziehbar und interpretierbar sind, müssen diese entsprechend aufbereitet werden. Daraus ergeben sich folgende Forschungs- und Entwicklungsaufgaben:

- Förderung von Weiterbildungs- und Community-entwicklungskonzepten in Projekten zur Datenaufbereitung
- Datastewardship für den gesamten Daten-Lebenszyklus
- Übertragung von offenen und FAIRer Datenkonzepten auf andere Bereiche der Energieforschung
- Verbesserte Suche nach Daten und Forschungssoftware
- Verbesserte Datennachnutzung durch bessere Datendokumentation
- Kollaborative Arbeitsformen mit gemeinsam genutzten Daten
- Entwicklung von Helpdesks zur FAIRen Publikation und Nutzung von Daten
- Entwicklung von Unterstützungs- und Beratungskonzepten zur Publikation und Nutzung von FAIRen Daten
- Förderung von Data Stewards innerhalb von Projekten beziehungsweise Arbeitspaketen zur Datenaufbereitung für die Nachnutzung der Forschungsdaten, Forschungsdatenmanagement als Teil der Projekte

- Verbesserung des Umgangs mit Industriedaten (Anonymisierung, Aggregation, Substanzierung)
- Juristische Prüfung von validen offenen Lizenzen (Urheberrecht, Datenbankherstellerrecht)
- Bereitstellung von gut dokumentierten offenen Datensätzen für die transparente Modellierung von Energiesystemen
- Standardisierte Tools zur einfachen Verwendung von Open Data, z. B. von OpenStreetMap, Copernicus, oder anderen INSPIRE-kompatiblen Daten

Während die Öffnung und Bereitstellung von weiteren Daten zur Analyse immer noch großes Potenzial für die Energiesystemanalyse bietet, ist das Themenfeld Open-Source-Tools aufgrund der großen Bandbreite des Angebots und teilweise der fehlenden Verbindlichkeit bei der Nutzung der Tools (kein Support, keine Garantie der Funktionsfähigkeit, etc.) eine Herausforderung. Entsprechend ergeben sich folgende Notwendigkeiten für die Forschung:

- Datenmanagement und -schnittstellen für die Einbindung von offenen Daten, insbesondere Entwicklung von Normen für das Datenmanagement in der Energiewirtschaft (übergreifende Energie-Topologie)
- Bessere Dokumentation (auch von Verantwortlichkeiten) bei der Bereitstellung von Open-Source-Modellen/-Tools (u.a. Senkung der Einstiegshürden für Nutzende)
- Bereitstellung von offener Software als Packages, Releases und Standards
- Forschungssoftware FAIR machen: <https://www.nature.com/articles/s41597-022-01710-x>
- Open-Source-Entwicklungen stärker an den Anwendenden ausrichten, durch Einbindung von Stakeholdern und Steigerung der Nutzbarkeit
- Beratung und praktische Anleitung für Forschende ohne vertiefte Datenmanagement/Open-Source-Erfahrung durch zentrale Expertenteams als Forschungssupport (z. B. nach dem Vorbild von <https://www.helmholtz-hida.de/> für Data-Science-Methoden)

Um die gemeinsame Daten- und Modellnutzung und Nachnutzung sicher zu stellen, sollten konkrete offene Lizenzen für Daten und Software für öffentlich geförderte und Auftragsprojekte festgeschrieben werden. Ausnahmen sollten nur für etablierte Werkzeuge wie z. B. Compiler, Datenbankwerkzeuge oder mathematische Bibliotheken aus kommerziellen Quellen gemacht werden, die nicht die eigentlichen Ergebnisse der Projektförderung sind.

Wenn Daten, Software und Publikationen offen verfügbar sind, müssen diese auch so aufbereitet werden, dass von unterschiedlichen wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Akteuren genutzt werden können. Dieses benötigt dezidierte Forschungsrahmenbedingungen. So erreicht man, dass Kommunikationsinstrumente als selbstverständlicher Teil von Forschung begriffen werden. Die Erstellung von wissenschaftlichen Publikationen ist hilfreich, aber nicht ausreichend und zielführend um Ergebnisse für verschiedene Zielgruppen (z. B. Praxis) transparent zu machen.

Der Forschungs- und Handlungsbedarf ist:

- Gut dokumentierter offener Code
- Gute Projektwebseiten
- Digitale Tools mit guter User Experience (UX)
- Verbesserte, interaktive Darstellung von Modellen, Annahmen und Ergebnissen
- Workshopformate
- Kondensierte Ergebnisse in Kurzstudien
- Geeignete Verfahren für Open-Access-Veröffentlichungen entwickeln und etablieren
- Geeignete Verfahren zur Qualitätssicherung und Veröffentlichung von Daten und Code als Ergebnisse der Forschungsprojekte entwickeln und etablieren
- Kommunikationsaspekte stärker betrachten und geeignete Verfahren zum Wissenstransfer und zur Accessibility (Zugänglichkeit) von Ergebnissen und Analysetools entwickeln und anwenden

- Die Möglichkeit Ergebnisse nach Projektende mit einem kleinen Extrabudget nochmal für eine (neu hinzugekommene/unerwartete) Zielgruppe aufzubereiten und somit nutzbar zu machen im Sinne eines niederschweligen Praxistransfers.

Hierzu sollte der Mehraufwand der in Projekten durch die gute Offenlegung entsteht mit gefördert werden. Dies betrifft beispielsweise Metadaten, Verwendung der Ontologie, Dokumentation, Lizenzierung, Transfer, Schnittstellen, Aufbereitung der Ergebnisse in unterschiedlichen Publikationsformaten, usw..

Die Bereitstellung von Open-Source- und Open-Data-Werkzeugen stellt grundsätzlich ein Gemeingut dar oder soll alternativ die Überführung in ein privatwirtschaftliches Geschäftsmodell anregen. Diese Frage ist grundsätzlich immer zu klären beziehungsweise abzuwägen, denn wenn ein Tool/Modell tatsächlich als ein Gemeingut dauerhaft zur Verfügung gestellt werden soll, sollte dieses mit entsprechenden Ressourcen dauerhaft unterstützen werden.

Um offene Daten und offene Modelle langfristig nachnutzen zu können müssen Lösungen gefunden werden, um die Finanzierung von Webseiten, Serverbetrieb/Infrastrukturen oder Open-Source-Modellen während und auch nach dem Projektende (Pauschalzahlung einmalig während des Projektes oder ähnliches) zu ermöglichen.

4. WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION

Welchen Forschungsbedarf sehen Sie im Zusammenhang mit der Nutzung (z. B. problemadäquate Modellkomplexität) und Vermittlung (z. B. Kommunikations- und Visualisierungstechniken, verständliche Vermittlung von Annahmen und Grenzen der genutzten Methode/Transparenz) des Orientierungswissens?

Die Systemanalyse bildet mit der zunehmend detaillierten Abbildung von Sektoren und umweltpolitischen Maßnahmen die Komplexität des Gesamtsystems ab. Daher nimmt der Bedarf zur Nutzung und Vermittlung des Orientierungswissens aufgrund der Komplexität stetig zu. Vor diesem Hintergrund sehen wir großen Forschungs- und Handlungsbedarf im Bereich der Kommunikation der Forschungsergebnisse in Richtung der verschiedenen Akteure (siehe auch Punkt 3). Dies umfasst die Entwicklung und systematische Anwendung von Werkzeugen für eine verständliche Darstellung von Forschungsergebnissen, die auf die verschiedenen Zielgruppen (z. B. Energiewirtschaft, produzierendes Gewerbe, Haushalte, Kommunen) individuell zugeschnitten ist. Hier sehen wir die Potenziale im praxisorientierten Forschen und der Einbindung von Kommunikationswissenschaften. Die Stärkung der Wissenschaftskommunikation sollte ergänzend auch den Transfer in alle Stufen des Bildungssystems adressieren. Die zu bearbeitenden Forschungsfragen können dabei quantitativ (z. B.: Wie viele Interaktionen gab es mit einem bestimmten Modell oder einer Webseite, wie tief war die Nutzungsinteraktion und GitHub-Metriken) oder qualitativ sein (z. B.: Welche Vermittlungsmethoden haben welche Wirkung, wie kann man Nutzungszeiten erhöhen etc.).

Um mit den Ergebnissen der Forschungsprojekte die Fragen der Zielgruppen beantworten zu können, müssen:

- Inhalt, Komplexität und Ergebnisdarstellung an den Zielgruppen ausgerichtet werden.
- eine Überprüfung der Modellkomplexität (beziehungsweise Aggregationsstufe von Modellen und Modelldaten) erfolgen, um die Untersuchung zielgruppengerecht und problemadäquat zu gestalten. Eventuelle Mehraufwände durch Anpassen der Komplexität von Daten und Modellen sollten in Projekte integriert werden.
- eine ergänzende Erforschung der Nutzererfahrung (User Experience) ermöglicht werden: Hierbei wird die Perspektive der Zielgruppe eingenommen.

Wie kann/muss/sollte eine Information aufbereitet sein, so dass sie richtig und schnell verstanden wird. Welche Elemente (Infotexte/Gamification/ Ergebnisaufbereitung) sind zielführend?

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind unterstützende förderpolitische Maßnahmen erforderlich. Dies umfasst insbesondere:

- Bereitstellung von Budgets für die Visualisierung sowie die nachhaltige und nachgelagerte Aufbereitung von Forschungsergebnissen (Visualisierungstools, interaktiven Plattformen etc.)
- Unterstützung der Vernetzung mit Entscheidungstragenden in der Politik (siehe auch Punkt 2), bspw. stärkere Nutzung des Wissens in politischen Entscheidungen durch Teilnahme an entsprechenden Gremien
- Förderung der Entwicklung grafischer Benutzungsoberflächen und anderer Elemente zur Steigerung der Nutzungsfreundlichkeit von offenen Tools und Daten
- Ermöglichung der Einbindung kommunikationswissenschaftlicher Expertise in Projekte zu Technologien/Software/Methoden mit hohem Technologiereifegrad, um z. B. Kommunikationsvorgänge besser zu erforschen und Wissenschaftskommunikation zu verbessern
- Förderung des Dialogs zwischen Akteuren, damit die Forschungsergebnisse stärker in die Umsetzung kommen

5. ÜBERTRAGUNG VON ERGEBNISSEN

Welcher Forschungsbedarf ergibt sich aus der Übertragung systemanalytischer Ergebnisse und Methoden auf neue Anwendungsfelder (z. B. Betriebsführung von Energiesystemen, lokale Analysen, digitale Zwillinge). Inwieweit ist für das neue EFP eine Erweiterung der Systemanalysedefinition sinnvoll?

Die Systemanalyse hat zum Ziel, komplexe Zusammenhänge der Energiewende sowohl auf technischer Ebene als auch aus betriebswirtschaftlicher, sozialer und ökonomischer Sicht zusammen zu bringen. Sie zeichnet sich durch eine Vielzahl an Fragestellungen und Methoden aus, um Zusammenhänge darzustellen und zukünftige Entwicklungen zu einem nachhaltigen Energiesystem aufzuzeigen und Szenarien über die Entwicklungspfade zu bewerten.

Die Übertragung systemanalytischer Ergebnisse auf andere Anwendungsfelder hat in den letzten Jahren auf vielfachen Ebenen stattgefunden: Mit Energiesystemmodellen entwickelte Szenarien bilden einen wichtigen Handlungsrahmen für die Wirtschaft und Politik und werden als Grundlage für eine Vielzahl weiterer Analysen und Entscheidungen verwendet, sowohl im Stromhandel als auch bei Preisprognosen und bei langfristigen Investitionsentscheidungen. Die entwickelten Methoden werden ebenfalls breit genutzt. So basiert das aktuelle europäische Strommarktdesign auf Methoden, die in der Energiesystemanalyse entwickelt wurden. Netzbetreiber nutzen Methoden zur Bestimmung der Versorgungssicherheit.

Wir sehen vor allem Kooperationsbedarf mit den Anwendungsfeldern (andere Forschungsnetzwerke), die ebenfalls schon Systemanalysemethoden verwenden.

Zur Koordination zwischen den verschiedenen Forschungsbereichen wäre hier eine forschungsfeldübergreifende Datenbank (u.a. zwischen den Forschungsnetzwerken) aller Forschungsprojekte mit passenden Filterfunktionen hilfreich; gut erreichbar für Forschung und Praxis, sowie für Akteure die gerade in das Themenfeld einsteigen. Zudem sollte der weitere Ausbau und die Verwendung von standardisierten Factsheets zu Modellen, Frameworks und Szenarien forciert werden, um die Auffindbarkeit und Vergleichbarkeit zu erhöhen.

Für die Koordination von Methoden und Daten zwischen den Forschungsbereichen, ergeben sich Forschungsbedarfe in folgenden Bereichen:

- Entwicklung von spezifischen Schnittstellen und gemeinsamen geeigneten Datenstrukturen: Welche Systematiken, Datenstrukturen und Ontologien sind vorhanden und übertragbar? Entwicklung von Konzepten, um den Austausch zwischen den Modellen und Szenarien zwischen den Forschungsbereichen zu vereinfachen.
- Entwicklung von Methoden und Anwendungsbeispielen zur Übertragbarkeit von Daten aus der transformativen Energiesystemanalyse in operative Energiesystemforschung.
- Übertragung offener und FAIRer Datenkonzepte auf andere Bereiche der Energieforschung.
- Analyse der Übertragbarkeit von Methoden: Welche Methoden bewähren sich auch in anderen Zusammenhängen? Warum ist das so? Kann man diese Passung prognostizieren?
- Entwicklung und Untersuchung von vermehrt interdisziplinären Forschungsfragen, insbesondere im Bereich Energiehandel, Netze und langfristige Investitionen.
- Anwendung von Energiesystemanalyse zur Bewertung von Innovation und Technologieentwicklung. Entwicklung von geeigneten Methoden und Schnittstellen zum Innovationsmonitoring und Patentanalysen.

Die Systemanalyse ist eine Wissenschaft, die Handlungs- und Orientierungswissen zur Verfügung stellt. Dabei kann der Bereich des Handlungs- und Orientierungswissens auf weitere Bereiche ausgedehnt werden, um bessere Entscheidungen zu ermöglichen. Hierzu zählen beispielhaft:

- Berücksichtigung der Ressourcenbedarfe der Energiewende und Auswirkungen auf die Systemtransformation
- Berücksichtigung der Risiken bei der Energiesystemtransformation (u.a. Risiken durch Abhängigkeiten bei Ressourcen, Risiken durch Fachkräftemangel, usw.)

- Stärkere Betonung der Nachfrageseite und deren Beitrag zur Reduktion von Energie (u.a. Energiesuffizienz) und zur Bereitstellung von Flexibilität (u.a. stärkere Bottom-up Modellierung aller Energiesektoren)
- Verwendung von Energiesystemanalysen für Markt und Infrastruktur-Analysen
- Übertragung der Erfahrungen aus der Systemanalyse im Strombereich auf andere Sektoren: Einerseits zur Beantwortung von Fragen zur Umsetzung der lokalen und nationalen Wärme- und Verkehrswende. Andererseits zur Analyse von industriellen Energiekonzepten als Bestandteil des Gesamtsystems.

Ein wichtige Betrachtungsebene ist die verstärkte Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene. Während in früheren Jahren gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge dargestellt wurden, stellt sich vermehrt die Frage der Umsetzung der Energiewende auf regionaler Ebene. Hier geht es um die allgemeine Unterstützung von Kommunen, Stadtwerken etc. mit Expertisen im Bereich Energiesystemanalyse. Es sind geeignete Methoden und Modelle zu entwickeln, die eine Bewertung der lokalen Energiewende ermöglichen. Hierzu zählen:

- Entwicklung und Anwendung von Methoden und Indikatoren zur kommunalen Bewertung von Transitionspfaden.
- Übertragung von bestehenden Methoden auf regionaler/kommunaler Ebene.
- Entwicklung konkreter Anwendungsfälle für energiesystemische Untersuchungen auf kommunaler Ebene und Einbettung in die übergeordnete Gesamtentwicklung.
- Aufbau von Energiesystemanalyse-Expertise zur Unterstützung von Kommunen, Stadtwerken etc.
- Entwicklung zur Bewertung von Quartiersystemen und den Entscheidungen der Stakeholder. Gekoppelte Analyse von Quartierssystem und Gesamtsystem.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages