

Flexible und robuste Wege zur Energiewende

Neue Transformationspfade zu einem nachhaltigen Energiesystem



Für den Übergang zu einem nachhaltigen und klimaneutralen Energie- und Wirtschaftssystem benötigen wir überzeugende und robuste Wege zur Zielerreichung. Diese Transformations Szenarien müssen zudem genügend Flexibilität aufweisen, um auf heute noch nicht absehbare Entwicklungen der technologischen, wirtschaftlichen und geopolitischen Randbedingungen reagieren zu können.

Modellierung der Energiesystemtransformation

Die Energiesystem-Modellierungssoftware „ESTRAM“ (Abk. für engl. „Energy system transformation model“) erlaubt die Beschreibung und Optimierung von Energiesystemtransformationspfaden für europäische Regionen und Länder bis hin zur Betrachtung des gesamten Kontinents. ESTRAM wurde an der Leibniz Universität (LUH) von einem interdisziplinären Team entwickelt. Grundlage sind eine breite Datenbasis zum aktuellen europäischen Energiesystem sowie technische und wirtschaftliche Daten zu heutigen und zukünftigen Technologien und Komponenten des Energiesystems. Durch die enge Anbindung an die LUH-Energieforschung können neue Ergebnisse zu Funktion, Leistungsfähigkeit und Weiterentwicklung von Systemkomponenten schnell

als fachlicher Input in Szenarien einfließen.

Die größte aktuelle geopolitische Herausforderung für die Energiewende ist die durch den russischen Überfall auf die Ukraine verursachte Gas- und Energiekrise in Europa. Erdgaskraftwerke passen aufgrund ihrer Eigenschaften (flexible Fahrweise und weniger Emissionen als Steinkohle) gut zu Energiesystemen mit einem hohen Anteil an fluktuierender Erneuerbarer Energie (EE). Durch den Wegfall des russischen Erdgases tut sich in Europa eine Versorgungslücke auf, die alleine in Deutschland 291 TWh und damit etwa ein Drittel des aktuellen und künftigen Erdgasbedarfs ausmacht. Die Frage ist, ob und wie es gelingen

kann, mit deutlich weniger Erdgas auszukommen, gleichzeitig aber die Energiewende zum Erfolg zu führen.

Mittel- und langfristig werden grüne Energieträger (Wasserstoff, synthetische Treibstoffe) die Rolle des flexibel einsetzbaren Erdgases übernehmen. Für die Gewinnung ebendieser müssen EE-Kapazitäten bereitgestellt werden. Die unterschiedliche Verteilung der weltweiten EE-Potenziale bietet sonnen- und windreichen Regionen die Möglichkeit für eine sehr kostengünstige Produktion. Andererseits fallen insbesondere bei Wasserstoff zu beachtende Transportkosten an, die wiederum eher eine verbrauchernahe Produktion begünstigen. In welchen Mengen grüne gasförmige

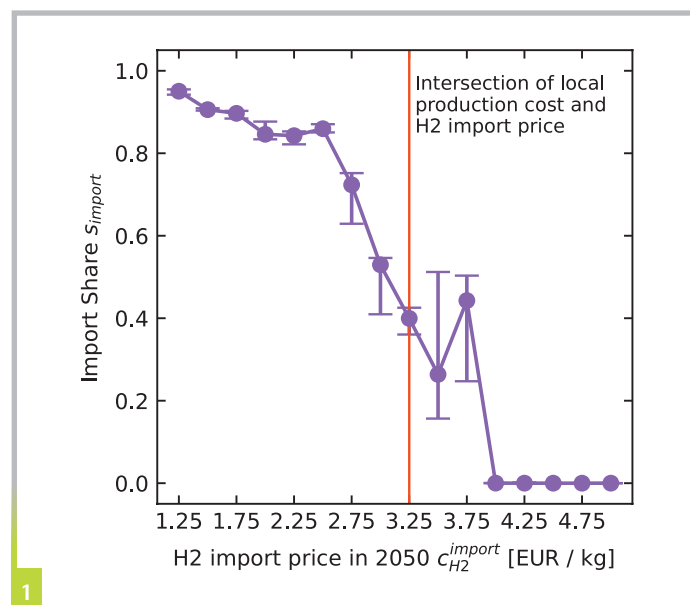


Abbildung 1
Importanteile von grünem Wasserstoff im kostenoptimierten Energiesystem in Abhängigkeit vom Importpreis.

Quelle: Florian Peterssen/FKP

Energieträger mittelfristig bereitgestellt werden können, ist noch unklar. In den nächsten Jahren wird die Nachfrage das Angebot vermutlich übersteigen. Die aktuelle Situation an den Energiemärkten zeigt deutlich, dass sich die Energiepreise bei Knappheit sehr schnell steigen können.

Am Institut für Festkörperphysik wurde zusammen mit dem Institut für Elektrische Energiesysteme untersucht, wie sich der Importpreis von grünem Wasserstoff auf das Energiesystem auswirkt. *Abbildung 1* zeigt, wie sich der Anteil importierten Wasserstoffs mit dem Preis verändert. Während bei besonders niedrigen Wasserstoffpreisen Importe präferiert werden, schlägt das Modellierungstool für hohe Wasserstoffpreise vor, den gesamten Wasserstoff inländisch zu produzieren. Einhergehend damit findet ein massiver Ausbau von EE statt.

Da das Energiesystemmodell auch den Betrieb des Energiesystems über das Jahr in zeitlicher Auflösung abbildet, können aus der Simulation Rückschlüsse auf die Rolle und das Einsatzprofil von Energiesystemkomponenten gewonnen

werden. So zeigt sich in den Szenarien mit relevanter inländischer Wasserstoffproduktion sehr häufig eine deutliche Korrelation zwischen der Elektrolyse und dem Photovoltaik-(PV-)Einspeiseprofil (siehe *Abbildung 2*). Wasserstoff wird in diesen Szenarien vor allem im Sommer produziert, um die dann reichlich vorhandenen PV-Erträge einzuspeichern für eine Nutzung im Herbst oder Winter. Die starke Korrelation mit der PV hat zur Folge, dass die Elektrolyse künftig mit weitaus weniger (2500) Volllaststunden als heute (5000) betrieben wird.

Eine internationale Gemeinschaftsaufgabe

Selbst wenn es günstiger wäre, grünen Wasserstoff ausschließlich in Deutschland zu produzieren, ist es mindestens herausfordernd, im dichtbesiedelten Deutschland genügend EE-Kapazitäten dafür aufzubauen. Besonders für die Länder mit großen EE-Potenzialflächen im nördlichen Afrika, im Nahen Osten und in Südosteuropa, in geografischer Nähe zum wichtigen Energie-Markt Europa, bietet grüner Wasserstoff daher eine Chance für wirtschaftliche

Entwicklung. Der Aufbau von EE-Kapazitäten in Drittländern für den Export von treibhausgasneutralen Energieträgern sollte allerdings ebenfalls nachhaltig erfolgen und mit einer beschleunigten Energiewende vor Ort verknüpft werden. Auch in dieser Fragestellung kann die Energiesystemanalyse eingesetzt werden. Das am Institut für Umweltpolitik entwickelte Modell EE100 unterstützt die nachhaltige räumliche Allokation von EE-Anlagen und berechnet raumspezifische nachhaltige EE-Potenziale für einzelne Regionen oder ganze Staaten. Die für Deutschland so berechneten erzeugbaren Energiemengen würden ausreichen, um einen projizierten Bedarf in 2040 allein mit Windenergie, Dachflächen-PV und biogenen Rests- und Abfallstoffen zu decken. Auf der lokalen Ebene dient das Modell als Grundlage für ein als Planspiel umgesetztes Beteiligungstool, mit dem ein für die Gemeinden oder Regionen berechnetes Energieziel erreicht werden kann.

Der weltweite Übergang zu erneuerbaren Energieträgern hat auch Auswirkungen auf das internationale Wirtschafts- und Handelssystem. Das Institut für Umweltökonomik und Welthandel verwendet makroökonomische Gleichgewichtsmodelle, um die Auswirkungen von volkswirtschaftlichen Veränderungen auf Kennzahlen der wirtschaftlichen Entwicklung (beispielsweise Beschäftigung, BIP, Importe, Produktion in Wirtschaftssektoren, Konsum) zu untersuchen. Dies ermöglicht eine makroökonomische Bewertung hinsichtlich Veränderungen im Energiesektor. Der Aufbau von Energiepartnerschaften mit inner- und außereuropäischen Partnerländern kann so untersucht werden. Ergebnisse können der Politik eine Hilfe sein, um den richtigen Rah-

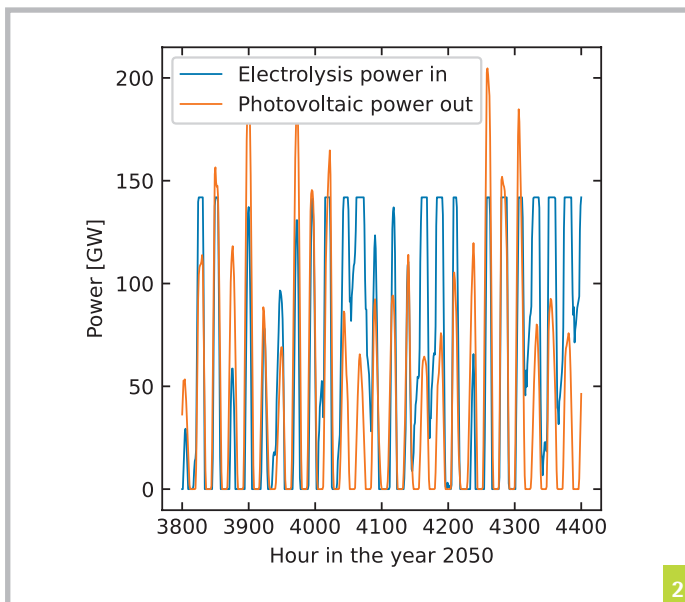


Abbildung 2
Einsatzprofile von Elektrolyseuren (blau) und PV-Anlagen (orange) während einer Sommerwoche im zukünftigen Energiesystem mit insgesamt 300 GW installierter PV-Leistung.

Quelle: Florian Peterssen/FKP

men zu setzen für eine auch international nachhaltige Energiesystemtransformation und wirtschaftliche Entwicklung.

Chancen für die Region nutzen

Innerhalb Deutschlands verfügt Niedersachsen über besonders große Potenziale für die EE-Erzeugung und Speicherung. Die Energiesystemtransformation birgt für unser Bundesland daher besondere Chancen sowohl in der Energieerzeugung als auch beim Aufbau von Wasserstoff-, Bio- und Reststoffenergietechnologien.

Um die EE-Technologien in Niedersachsen auszubauen, bedarf es auch an dezentralen Investitionen in Bestands- und Neubaugebäude und koordinierte Quartiere. Die dafür nötige Perspektive nimmt

NESSI („Nano-Energiesystem-Simulator“) ein, entwickelt am Institut für Wirtschaftsinformatik (<https://nessi.iwi.uni-hannover.de/de/>). NESSI ist webbasiert, „open access“ und intuitiv erlernbar und bedienbar für Eigentümer und Mieter von Gebäuden, Gewerbetreibende, Energieberater und politische Entscheider. NESSI berechnet erforderliche Investitionen und Energieversorgungskosten sowie Beiträge zum Klimaschutz und ermöglicht so, die dreifaltige Nachhaltigkeit (ökologisch, ökonomisch und sozial) zu quantifizieren und dezentrale Transformationsszenarien zu ermitteln.

Was sich mit heutiger Technik schon erreichen lässt, zeigen Messungen in einem niedersächsischen Wärmepumpenquartier. Aufgrund der guten Bedingungen für EE in Niedersachsen ließe sich dieses

schon heute zu 90 Prozent durch EE aus der Region versorgen. Für die restlichen 10 Prozent und für Wirtschaftszweige, die auf chemische Energieträger angewiesen sind, können dann grüner Wasserstoff oder grüne Gase zum Einsatz kommen.

Auf Literaturangaben musste in diesem Artikel verzichtet werden. Interessierten Leserinnen und Leser wird gerne eine Liste mit Hintergrundliteratur zur Verfügung gestellt. Kontakt: niepelt@solar.uni-hannover.de

Dr. Raphael Niepelt
Prof. Dr. Christina von Haaren
Prof. Dr. habil. Michael Breitter
Dr. Steven Gronau
Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel
Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach

→ Infos und Kontaktdaten ab Seite 68



Du suchst eine Praktikumsstelle, eine Studien- oder Abschlussarbeit im Bereich erneuerbare Energien? Dich reizt die Verbindung von praktischem Arbeiten und theoretischem Verständnis?

Hier findest du spannende Angebote zur erneuerbaren Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden und Quartieren und zur Solarzellenentwicklung und -charakterisierung: <https://isfh.de/studierende/>

