Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Prof. Dr. Wolf Fichtner
Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe
www.iip.kit.edu

Energiewirtschaftliches Seminar im Sommersemester 2024
Seminar Energiewirtschaft III: „Herausforderungen der Energiewende in unterschiedlichen Bereichen: Strombereitstellung und -nachfrage, Regionalität und Flexibilität sowie globale Energieträgerversorgung“

Dr. Armin Ardone, M. Sc. Eric Jahnke, M. Sc. Julia Schuler, M. Sc. Johannes Schuhmacher

Die Energiewende mit ihrem übergeordneten Ziel einer Verringerung von Treibhausgasemissionen erfordert die Umsetzung von Maßnahmen in verschiedenen Sektoren – und dies über Infrastrukturen (Strom-/Gasnetze) hinweg. Wetterextreme spielen aufgrund der hohen Anteile an Erneuerbaren eine relevante Rolle. Insbesondere für die Entwicklung der installierten Leistung an PV und Wind ist ein gutes Verständnis der entsprechenden Auktionen wichtig. Im aktuellen Umfeld, welches durch - im Vergleich zu den letzten Jahrzehnten - eine hohe Inflationsrate gekennzeichnet ist, stellt sich weiterhin die Frage, wie dieser Sachverhalt auf Investition und Betriebskosten von Kraftwerken auf Basis erneuerbarer Energien wirkt. Generell weisen ökonomische und technische Kenngrößen von Stromerzeugungsanlagen - auch von Wind und PV - in unterschiedlichen Studien verschiedene Werte aus. Es stellt sich die Frage, ob hier eine Systematik zu erkennen ist. Ein weiterer Aspekt ist die Frage inwieweit auch Erneuerbare sich künftig an der Regelleistungserbringung beteiligen können/werden.

1. Energiedienstleistungen in Regionalen Flexibilitätsmärkten (Eric Jahnke)

Der Umstieg von konventionellen Energieträgern auf regenerative Energieträger im Zuge der Energiewende verändert nicht nur die Kraftwerkslandschaft, sondern auch die Nutzung und Belastung unserer Stromnetze. Die Stromeinspeisung erfolgt verstärkt im Mittelspannungsnetz statt wie bisher im Hoch- und Höchstspannungsnetz. Zudem wird aktives Management der Stromnachfrage von Industrien und privaten Haushalten gefördert, was durch klassische Verbraucher wie Produktionsprozesse oder der Ausbreitung von elektrischen Kühl- und Wärmetechnologien und E-Mobilität umgesetzt werden soll. Deren Netzanschlusspunkte befinden sich auch im Mittel -oder sogar Niederspannungsnetz. Daraus ergeben sich Möglichkeiten sowie Notwendigkeiten, bisherige System- und Netzdienstleistungen zur Stabilisierung des Stromsystems in disaggregierten und regionalen Bereichen statt nur regelzonen- oder landesweit aufzubauen, um die Flexibilität der kleinen Verbraucher oder Erzeuger zur Netzstabilisierung (und ggf. für wirtschaftliche Vorteile) in das Gesamtsystem zu integrieren. In der Arbeit soll ein literarischer Überblick bisheriger Studien und Ansätze für regionale Flexibilitätsmärkte (in Deutschland oder Europa) geschaffen werden. Folgende Fragestellungen sind dabei interessant:

a. Welche geografische Ausbreitung haben diese regionalen Märkte und wie wird diese bestimmt?
b. Welche System- und Netzdienstleistungen können angeboten werden und von wem?
c. Welche Vergütungskonzepte für Anbieter und Nachfrager haben diese regionalen Märkte?
d. Wer bewirtschaftet diese Märkte und wie funktioniert die Interaktion mit dem überregionalen Stromsystem und bisherigen Ausgleichsmechanismen?

Eine technische Bewertung der Funktionsweise der regionalen Flexibilitätsmärkte muss nicht vorgenommen werden. Quellen können teilweise vom Betreuer gestellt werden.

2. **Methoden der Regionalisierung von Stromlasten (Eric Jahnke)**

Die unterschiedliche Verteilung von Stromlasten aufgrund Cluster von Industrie und Bevölkerung sowie den Anlagen zur Erzeugung von Regenerativen Energien sorgt dafür, dass simple statistische Aggregationsverfahren zur Bestimmung der Gesamt-Stromlast in Deutschland die wahre Netzbelastung in den einzelnen Regionen nur unzureichend abbilden kann. Das Wissen um die Netzbelastung ist jedoch für regionale und überregionale Netzbetreiber wichtig, um präzises Regelungsmanagement auszuüben und Angebot und Nachfrage von Strom auszubalancieren. Regionale Lastdaten sind frei kaum verfügbar (für Deutschland und Europa), weswegen Notwendigkeit besteht, die regionale Stromlast auf Basis alternativer Datenquellen und Informationen abzuleiten und Prognosen zu ermöglichen. In der Arbeit sollen bisherige Methoden und Ansätze zur Regionalisierung und Dis-Aggregation von überregionalen Stromlastdaten verglichen und ausgewertet werden, um ggf. Prognosen der zukünftigen regionalen Stromlast zu berechnen. Folgende Fragestellungen sind dabei interessant:

a. Existieren Open-Source-Datenquellen für Regionale Stromlasten und wenn ja, wie wurden diese erstellt?
b. Welche Methoden zur Dis-Aggregation von Lastdaten für Deutschland bzw. den einzelnen Regelzonen gibt es und wie unterscheiden sich diese?
c. Welche zusätzlichen Datenquellen werden benötigt?
d. Wie kann ein eigenes kleines Modell zur Berechnung der historischen regionalisierten Stromlast (für Deutschland, einen Teil von Deutschland oder einen Teil eines anderen Europäischen Landes) aufgebaut werden?

Es müssen keine eigenen Prognosen für die Zukunft erstellt werden. Datenquellen und Literatur kann teilweise vom Betreuer gestellt werden.

3. **Bulk Shipping in the Context of Metal Fuels (Julia Schuler)**

Background: The potential of metals as regenerative energy carriers for low-carbon energy systems is studied by a number of research groups worldwide. The "Clean Circles" project (https://www.tu-darmstadt.de/clean-circles) focusses on iron as an energy carrier, which has several advantages over the use of hydrogen, such as higher volumetric energy density and easy handling as bulk material especially in (ship) transportation. However, uncertainties regarding the shipping requirements of iron powder remain, as re-oxidation of the iron powder must be inhibited during transport. Scope and tasks: The work will contribute to the assessment of iron as an energy carrier by elaborating the bandwidth of shipping costs for certain handling requirements. This can include, e.g., conventional bulk cargo in covered cargo holds, use of flexible intermediate bulk containers or transport under inert gas. The data collection should build on existing regulations for DRI (D) fines and a thorough literature survey on costs of trade goods with similar handling requirements. Language: English or German

4. **Wer hat bei dir Zuhause das Sagen? Ein Mensch oder eine KI? Home Energy Management Systems (HEMS) in modernen Haushalten (Johannes Schuhmacher)**

Hintergrund: Mit dem zunehmenden Trend zur Eigenstromerzeugung, beispielsweise durch Photovoltaikanlagen, gewinnen Home Energy Management Systems (HEMS) in Haushalten immer mehr an Bedeutung. Diese Systeme spielen eine entscheidende Rolle dabei, die Nutzung selbst erzeugten Stroms zu maximieren und die Abhängigkeit vom Netzstrom zu reduzieren. Ein Beispiel ist die Steuerung von Wärmepumpen, wenn gerade die Sonne scheint, oder das Laden des Heimspeichers, um den Sonnenstrom später in das Elektroauto zu laden.
Dabei ergeben sich mögliche Fragestellungen, die durch Literatur- und Internetrecherchen beantwortet werden sollen:

a. Wie werden die Lasten im Haushalt (stromerzeugende Anlagen und steuerbare Stromverbraucher) durch HEMS gesteuert?
b. Welche Algorithmen werden in HEMS eingesetzt und welche Parameter fließen ein? Wie präzise ist die Vorhersage?
c. Welche HEMS sind verbreitet und was sind die relevanten Merkmale der verschiedenen Hersteller?
d. Gibt es bereits HEMS, die als digitales Bindeglied zwischen Kunde und Netzbetreiber (bzw. Smart Meter) die Wünsche der Kunden zur Schaltung von Lasten übermitteln?

5. **Nur gemeinsam sind wir stark! Energiegemeinschaften am Strommarkt und Stromnetz (Johannes Schuhmacher)**

   Hintergrund: Zusammenschlüsse von Häusern, die gemeinsam am Strommarkt auftreten, werden oft als Energiegemeinschaften bezeichnet. Diese Gemeinschaften bieten ihren Mitgliedern verschiedene ökologische, wirtschaftliche und sozialgemeinschaftliche Vorteile. In einer Energiegemeinschaft produzieren die Teilnehmenden gemeinsam Energie, meist durch Photovoltaik-Anlagen, und verbrauchen diesen auch optimalerweise komplett selbst.
   In Deutschland gibt es derzeit über 870 Bürgerenergiegemeinschaften mit über 180.000 Mitgliedern (neom.com). Diese Gemeinschaften bieten zahlreiche Vorteile wie größere Unabhängigkeit von konventionellen Energieversorgern, stabilere Energiepreise und die Möglichkeit, dezentrale Potenziale wie Stromspeicher und Elektromobilität zu nutzen.
   Es ergeben sich mögliche Fragestellungen, die durch Literatur- und Internetrecherchen beantwortet werden sollen:
   a. Wie sieht das rechtliche Konstrukt einer Energiegemeinschaft aus? Was muss man bei der Umsetzung beachten?
   b. Welche Vor- und Nachteile haben die Energiegemeinschaften?
   c. Welche Steuerungs- und Anreizmechanismen gibt es innerhalb dieser Gemeinschaften? Wie kann man falsche Anreize verhindern?
   d. Welche der aktuell laufenden Energiegemeinschaften / Pilotprojekte benutzt einen besonders innovativen Ansatz?
   e. Gibt es Trends in der Anzahl oder Art der Energiegemeinschaften in der Zukunft?

6. **Reich werden mit PV-Anlage und Speicher! Geht das? Aktuelle Geschäftsmodelle mit Flexibilitätstechnologien von Haushalten (Johannes Schuhmacher)**

   Hintergrund: Die Verbreitung von Photovoltaik (PV)-Anlagen und Heimspeichern hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Dies ist insbesondere auf die sich verändernden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen, technologische Fortschritte und Kosteneinsparungen in den Haushalten zurückzuführen. Ohne die Einsparung bei den Stromkosten oder der Gewinnerwirtschaftung mit PV-Anlage und Heimspeichern wäre die Verbreitung bei Privatkunden deutlich geringer bis gar nicht vorhanden.
   Es ergeben sich mögliche Fragestellungen, die durch Literatur- und Internetrecherchen beantwortet werden sollen:
   a. Stand der Lage: Wie hat sich der Markt für PV-Anlagen und Heimspeicher in den letzten Jahren entwickelt? Welche Trends und Technologien sind erkennbar?
   b. Umgesetzte Modelle: Welche Geschäftsmodelle werden aktuell in Bezug auf PV-Anlagen und Heimspeicher umgesetzt? Gibt es neben der Optimierung des Eigenverbrauchs weitere Geschäftsmodelle? Können weitere Geräte mit einbezogen werden?
   c. Rechtliche Einordnung: Wie sieht die rechtliche Einordnung dieser Geschäftsmodelle aus? Was muss man als Haushalt beachten bei der Umsetzung?

7. **Künftige Entwicklung der Kosten für Kraftwerkstechnologien: Wie sehen unterschiedliche Studien/Quellen die Entwicklung von Stromerzeugungsanlagen <u>regenerativer</u> Technologien (Armin Ardone)**

   Die künftige Entwicklung der Kosten – insbesondere der Investition, der operativen Kosten (Personal, Wartung, …) und sonstiger variabler Kosten (z.B. für Entstickung von Abgasen aus Kraftwerken oder Schmierstoffen bei Windkraftwerken) - ist mit Unsicherheit verbunden. Studien, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellt wurden oder von Institutionen erstellt wurden, die (mehr oder weniger) offenkundig Präferenzen für oder gegen gewisse Technologien haben weisen teilweise erhebliche Unterschiede/Erwartungen auf. Ziel der Seminararbeit ist es anhand von einer bereits vorhandenen Sammlung von entsprechenden Studien im Rahmen einer Internet-Recherche weitere (ggf. aktuellere?) Studien zu identifizieren. In einem zweiten Schritt soll die Entwicklung der Parameter (z.B.

der spezifischen Investition) vergleichend dargestellt werden und qualitative Argumente für Unterscheide (z.B. Studie wurde in einer Zeit erstellt, in der sehr viele neue Kraftwerke benötigt wurden) identifiziert werden. Gibt es nach Bereinigung der Sondereinflüsse doch ein einheitlicheres Bild?

8. Künftige Entwicklung der Kosten für Kraftwerkstechnologien: Wie sehen unterschiedliche Studien/Quellen die Entwicklung von Stromerzeugungsanlagen <u>konventioneller</u> Technologien (Armin Ardone)

Die künftige Entwicklung der Kosten – insbesondere der Investition, der operativen Kosten (Personal, Wartung, …) und sonstiger variabler Kosten (z.B. für Entstickung von Abgasen aus Kraftwerken oder Schmierstoffen bei Windkraftwerken) - ist mit Unsicherheit verbunden. Studien, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellt wurden oder von Institutionen erstellt wurden, die (mehr oder weniger) offenkundig Präferenzen für oder gegen gewisse Technologien haben weisen teilweise erhebliche Unterschiede/Erwartungen auf. Ziel der Seminararbeit ist es anhand von einer bereits vorhandenen Sammlung von entsprechenden Studien im Rahmen einer Internet-Recherche weitere (ggf. aktuellere?) Studien zu identifizieren. In einem zweiten Schritt soll die Entwicklung der Parameter (z.B. der spezifischen Investition) vergleichend dargestellt werden und qualitative Argumente für Unterscheide (z.B. Studie wurde in einer Zeit erstellt, in der sehr viele neue Kraftwerke benötigt wurden) identifiziert werden. Gibt es nach Bereinigung der Sondereinflüsse doch ein einheitlicheres Bild?

<u>Termine:</u>

- Kick-off (in Präsenz am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion) am Do 25.04.2024, 16:00 - 17:00 Uhr
- Präsentation der Zwischenergebnisse (virtuell über MS-Teams) am Do 06.06.2024, 15:00 - 17:00 Uhr
- Präsentation der finalen Ergebnisse (in Präsenz am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion) am Do 18.07.2024, 14:00 - 18:00 Uhr.

Hinweis: <u>Die Teilnahme an allen drei Veranstaltungen ist für ein Bestehen der Prüfungsleistung zwingend erforderlich.</u>

Die Online-Anmeldung muss vor dem 18.03.2024, 00.00 Uhr auf der Seite https://portal.wiwi.kit.edu erfolgen.

Für Studierende nach der neuen PO 2015 gilt: Die Bestätigung des Seminarplatzes ist erst durch die verbindliche Anmeldung im Studierendenportal (https://campus.studium.kit.edu/exams/registration.php) erfolgt.

<u>WICHTIG:</u> Bitte überprüfen Sie nach Ihrer Bewerbung regelmäßig Ihre E-Mails, um schnellstmöglich auf ein Seminarplatzangebot zu reagieren! Bei nicht fristgerechter Rückmeldung werden die Seminarplätze im Nachrückverfahren weitervergeben.