

Seminar im Wintersemester 2025/26

Seminar Energiewirtschaft III: Strommärkte im erneuerbaren Zeitalter – zwischen Akteuren, Technologien und Regulierung

Dr. A. Ardone, M. Sc. J. Beranek, M. Sc. J. Schuhmacher

Thema 1: Wetter zu Watt: Wie aus Klimadaten Energiesystem-Inputs werden

Hintergrund

Energiesystemmodelle stehen und fallen mit der Qualität ihrer Eingabedaten. Was auf der Wetter- und Klimaseite als Temperatur, Wind, Strahlung oder Niederschlag beginnt, muss in verlässliche Energiesystem-Größen wie Kapazitätsfaktoren, Verfügbarkeiten oder Lastverschiebungspotenziale übersetzt werden. Genau hier liegen die kniffligen Punkte: räumlich-zeitliche Auflösung, Bias-Korrektur, Downscaling, Korrelationen zwischen Regionen und Technologien sowie die Abbildung von Extremereignissen. Unterschiedliche Toolchains (z. B. atlite, renewables.ninja, eigene ERA5/CDS-Workflows) treffen dabei unterschiedliche Annahmen – mit spürbaren Folgen für Modellresultate, Robustheit und Reproduzierbarkeit. Die Arbeit schafft Orientierung im Methodenraum und leitet Best Practices ab.

Typ

Systematisches Literaturreview

Kurzbeschreibung

Wie werden Wetter- und Klimadaten in belastbare Energiesystem-Eingaben (z. B. Kapazitätsfaktoren) übersetzt? Die Arbeit kartiert den Methodenraum von physikalischen bis datengetriebenen Ansätzen: Bias-Korrektur (z. B. Quantile Mapping), Downscaling (dynamisch/statistisch), Extremwertmodellierung (Blockmaxima/POT) sowie Toolchains wie atlite, renewables.ninja und eigene CDS/ERA5-Workflows.

Leitfragen

- Welche Datenquellen (ERA5, ERA5-Land, E-OBS, EURO-CORDEX, nationale Dienste) werden wofür eingesetzt?
- Wie werden räumlich-zeitliche Auflösungen, Korrelationen und Extremereignisse abgebildet?
- Wo liegen Grenzen (Unsicherheiten, Rechenaufwand, Reproduzierbarkeit)?

Methode & Umfang

Systematisches Review (PRISMA-artig) mit Vergleichskriterien (Genauigkeit, Transparenz, Extrem-Tauglichkeit ...).

Output

12–15 Seiten Review inkl. Abbildungen, Vergleichsmatrix und klaren Best-Practice-Empfehlungen für Modellierer:innen; Literaturverzeichnis (Zotero/BibTeX).

Thema 2: Wind & Sonne im Faktencheck: Datenkrimi um die besseren RES-Profile

Hintergrund

Die Energiewende macht stochastische Einspeisung zur Systemgrundlage. Schon kleine Unterschiede in der Aufbereitung von Wetterdaten (z. B. Orographie, Landnutzung, Wolken/Aerosole) oder in der Konvertierung zu Leistung (Turbinen-Power-Curves, PV-Modulannahmen) verändern Mittelwerte, Volatilität und das Verhalten in Extremphasen (Dunkelflauten, Hitzewellen). Für Planung, Betrieb und Marktbewertung zählt daher nicht nur ein Profil, sondern die Vergleichbarkeit von Profilen aus verschiedenen Pipelines. Ein Direktvergleich zwischen „ERA5 + atlite“ und einem „Copernicus-Workflow“ zeigt, wo Unterschiede herkommen, wie groß sie sind und welche Pipeline für welchen Zweck verlässlicher ist.

Typ

Literatur- und datengetriebene Arbeit

Kurzbeschreibung

Ziel ist ein Direktvergleich von RES-Einspeiseprofilen (Wind onshore, PV) aus zwei Pipelines: (A) atlite (z. B. mit ERA5) vs. (B) Copernicus/CDS-Workflow (direktes Preprocessing). Für ein gemeinsames Untersuchungsgebiet (z. B. DE & FR oder EU) und einen Zeitraum (z. B. 2018–2020) werden Kapazitätsfaktoren erzeugt und gegeneinander geprüft.

Leitfragen

- Welche Metriken und Indizes eignen sich zum Vergleich von Erzeugungsprofilen?
- Wie unterscheiden sich Mittelwerte, Volatilität, Saisonalität und Extremphasen? Welche Pipeline bildet Hitze-/Dunkelflauten robuster ab?
- Wie sensitiv sind die Ergebnisse bzgl. räumlicher Auflösung, Technologieannahmen und Aggregation?

Daten & Methoden

ERA5/ERA5-Land (CDS), atlite (Python), Validierung gegen ENTSO-E-Einspeisung als Reality-Check; Kennzahlen, Korrelationen, Event-Study für Extremwochen, Fehlermaße (MAE/RMSE, MAPE) ...

Output

Jupyter/Python Code, Vergleichsreport (10–12 Seiten) mit Abbildungen (Zeitreihen, Differenzkarten ...) und einer klaren Empfehlung je Anwendungsfall.

Thema 3: Stromnachfrage im Klimafieber: Wie das Wetter unsere Stromnachfrage lenkt

Hintergrund

Die Elektrifizierung von Wärme, Mobilität und Industrie erhöht die Wettersensitivität der Stromnachfrage. Hitzewellen treiben Kühlbedarf und verschieben Tagesgänge; Kältewellen lassen Spitzenlasten anschwellen. Gleichzeitig wirken Arbeits-/Feiertageeffekte, Sättigungstrends (z. B. Diffu-

sion von Klimaanlage) und regionale Unterschiede. Für Prognosen, Netzbetrieb und Marktbewertung ist entscheidend, ob die Reaktion der Last auf Temperatur eher linear, nichtlinear oder regimeabhängig ist – und wie schnell sie einsetzt. Netzbetreiber und Statistikämter berichten teils temperatur-/kalenderbereinigte Nachfrage, während Forschungs- und Open-Source-Communities eigene Werkzeuge für wettergetriebene Lastmodelle entwickeln. Es fehlt jedoch eine übersichtliche, vergleichbare Kartierung: Wer liefert was, in welcher Granularität, mit welcher Methode – und was ist wirklich offen und reproduzierbar?

Typ

Systematisches Literaturreview

Kurzbeschreibung

Strukturierte Literatur- und Quellenübersicht zu temperatur-/wetter-/klimaabhängiger Stromnachfrage in Europa: Datenbereitstellung, Bereinigungslogiken, Modellfamilien und Open-Source-Tools. Ergebnis ist eine vergleichbare Matrix mit Best Practices und identifizierten Lücken.

Leitfragen

- Welche Institutionen publizieren wetter- oder temperaturbereinigte Nachfrage (Granularität: stündlich/täglich/monatlich; Länderabdeckung)?
- Welche offenen Wetterdaten (z. B. ERA5/ERA5-Land) nutzt die Literatur für Nachfrage-Modelle?
- Welche Modellansätze dominieren (HDD/CDD, Regressionen, GAM, KNN)?
- Welche Open-Source-Toolchains existieren (z. B. demand.ninja, oemof-demandlib, When2Heat)?
- Wie steht es um Transparenz, Reproduzierbarkeit und Lizenzierung? Wo liegen Forschungslücken (z. B. Extremwetter-Abbildung, Feuchte/Heat-Index, AC-Trends)?

Methode & Umfang

Systematisches Review (PRISMA-artig) mit Vergleichskriterien (Genauigkeit, Transparenz, Extrem-Tauglichkeit ...).

Output

Review (8–10 Seiten). Vergleichsmatrix (1–2 Seiten: Datenquelle, Granularität, Bereinigungslogik, Modellfamilie). Methoden-Landkarte (1 Seite Grafik: Daten → Features → Modell → Output). Literaturverzeichnis (Zotero/BibTeX).

Thema 4: „Satelliten“ des Europäischen Strommarkts und deren Einfluss auf Deutschland – Iberische Halbinsel

Hintergrund

Der Europäische Strommarkt verbindet über sein Hoch- und Höchstspannungsnetz alle Länder Europas und Skandinaviens. Engpässe oder Überkapazitäten – selbst in weit entfernten Ländern – beeinflussen damit auch die Strompreise in Deutschland.

Typ

Vergleich von Datensätzen, Durchführung von Modellrechnungen, Diskussion der Analyseergebnisse

Kurzbeschreibung

Ziel der Arbeit ist es, in einem vorhandenen Strommarktmodell den Einfluss dieser weiter entfernten

ten Länder durch Variationsrechnungen zu analysieren. In einem ersten Schritt sollen die modellseitig integrierten Kraftwerke mit den frei verfügbaren Daten der E-Transparency Plattform abgeglichen werden, um den Kraftwerkseinsatz der Iberischen Halbinsel (Portugal und Spanien) mit Ist-Daten vergleichen zu können. Nach dieser groben Plausibilisierung werden ein Knappheits- und Überschuss-Szenarios definiert: einmal aufgrund von Erneuerbaren (Überschuss) und einmal aufgrund von konventionellen Kapazitäten (Knappheit). Der sich ergebende Einfluss der beiden Szenarios auf die deutschen Marktpreise wird bestimmt und diskutiert.

Leitfragen

- Wie wirken sich Knappheit der Überschusssituationen im Strommarkt der Iberischen Halbinsel auf den deutschen Strommarkt aus?

Methode & Umfang

siehe Typ und Kurzbeschreibung

Output

Abgeglichene Kraftwerkliste(n), Definition der Szenarios, Strompreise in stündliche Auflösung aus dem Modell für Deutschland (und die Iberische Halbinsel)

Thema 5: „Satelliten“ des Europäischen Strommarkts und deren Einfluss auf Deutschland – Baltikum

Hintergrund

Der Europäische Strommarkt verbindet über sein Hoch- und Höchstspannungsnetz alle Länder Europas und Skandinaviens. Engpässe oder Überkapazitäten – selbst in weit entfernten, oder nur durch Übersee-Stromkabel verbundenen Ländern – beeinflussen damit auch die Strompreise in Deutschland.

Typ

Vergleich von Datensätzen, Durchführung von Modellrechnungen, Diskussion der Analyseergebnisse

Kurzbeschreibung

Ziel der Arbeit ist es, in einem vorhandenen Strommarktmodell den Einfluss dieser weiter entfernten Länder durch Variationsrechnungen zu analysieren. In einem ersten Schritt sollen die modellseitig integrierten Kraftwerke mit den frei verfügbaren Daten der E-Transparency Plattform abgeglichen werden, um den Kraftwerkseinsatz im Baltikum (Estland, Lettland, Litauen) mit Ist-Daten vergleichen zu können. Nach dieser groben Plausibilisierung werden ein Knappheits- und Überschuss-Szenarios definiert: einmal aufgrund von Erneuerbaren (Überschuss) und einmal aufgrund von konventionellen Kapazitäten (Knappheit). Der sich ergebende Einfluss der beiden Szenarios auf die deutschen Marktpreise wird bestimmt und diskutiert.

Leitfragen

- Wie wirken sich Knappheit der Überschusssituationen im baltischen Strommarkt auf den deutschen Strommarkt aus?

Methode & Umfang

siehe Typ und Kurzbeschreibung

Output

Abgeglichene Kraftwerkliste(n), Definition der Szenarios, Strompreise in stündliche Auflösung aus dem Modell für Deutschland (und Baltikum)

Thema 6: „Satelliten“ des Europäischen Strommarkts und deren Einfluss auf Deutschland – Großbritannien

Hintergrund

Der Europäische Strommarkt verbindet über sein Hoch- und Höchstspannungsnetz alle Länder Europas und Skandinaviens. Engpässe oder Überkapazitäten – selbst in weit entfernten, oder nur durch Übersee-Stromkabel verbundenen Ländern – beeinflussen damit auch die Strompreise in Deutschland.

Typ

Vergleich von Datensätzen, Durchführung von Modellrechnungen, Diskussion der Analyseergebnisse

Kurzbeschreibung

Ziel der Arbeit ist es, in einem vorhandenen Strommarktmodell den Einfluss dieser weiter entfernten Länder durch Variationsrechnungen zu analysieren. In einem ersten Schritt sollen die modellseitig integrierten Kraftwerke mit den frei verfügbaren Daten der E-Transparency Plattform (sowie analoger Daten durch die entsprechende britische Datenbank) abgeglichen werden, um den Kraftwerkseinsatz in Großbritannien mit Ist-Daten vergleichen zu können. Nach dieser groben Plausibilisierung werden ein Knappheits- und Überschuss-Szenarios definiert: einmal aufgrund von Erneuerbaren (Überschuss) und einmal aufgrund von konventionellen Kapazitäten (Knappheit). Der sich ergebende Einfluss der beiden Szenarios auf die deutschen Marktpreise wird bestimmt und diskutiert.

Leitfragen

- Wie wirken sich Knappheit der Überschussituationen im Strommarkt Großbritanniens auf den deutschen Strommarkt aus?

Methode & Umfang

siehe Typ und Kurzbeschreibung

Output

Abgeglichene Kraftwerkliste(n), Definition der Szenarios, Strompreise in stündliche Auflösung aus dem Modell für Deutschland (und Großbritannien)

Thema 7: Industrieprivilegien oder Systemanreiz? Die Reformdebatte um §19 StromNEV

Hintergrund

Der §19 StromNEV soll industrielle Großverbraucher durch reduzierte Netzentgelte zu einem netzdienlichen Lastverhalten motivieren und so Netzausbau sowie Netzkosten reduzieren. Unternehmen profitieren im Gegenzug von geringeren Entgelten, wenn sie die Voraussetzungen erfüllen. In den letzten Jahren wurde die Regelung jedoch zunehmend kritisch hinterfragt: Sie steht im Spannungsfeld von Industrieprivileg und Systemanreiz. Unterschiedliche Akteure bringen Reformvorschläge ein – von punktuellen Anpassungen bis zu grundlegenden Neuordnungen.

Typ

Rechts- und Politik-Analyse (Literatur- und Dokumentenstudie)

Kurzbeschreibung

Die Arbeit analysiert die bestehende Rechtslage und Funktionsweise von §19 StromNEV und kartiert die aktuelle Reformdebatte. Dazu werden die wichtigsten Vorschläge aus Politik, Wissenschaft

und Wirtschaft systematisch aufgearbeitet, Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt und ihre Auswirkungen auf Unternehmen sowie das Energiesystem bewertet.

Leitfragen

- Welche Funktionsweise und Zielsetzung hat §19 StromNEV in der aktuellen Regulierung?
- Welche Kritikpunkte werden von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft vorgebracht?
- Welche Reformoptionen sind in der Diskussion, und wie unterscheiden sie sich?
- Welche Folgen hätten Reformen für Unternehmen, Netzausbau und Systemstabilität?

Methode & Umfang

Systematische Analyse von Rechtsquellen, Fachliteratur, Gutachten und Policy Papers; qualitative Vergleichsanalyse.

Output

12–15 Seiten Analyse mit tabellarischer Übersicht der Reformvorschläge, Bewertung der Systemwirkungen und klaren Schlussfolgerungen für die Regulierung.

Thema 8: Industrienetzentgelte weltweit: Lehren für die deutsche Reformdebatte

Hintergrund

Sonderregelungen bei Netzentgelten für Industrieunternehmen sind international weit verbreitet. In Deutschland regelt §19 StromNEV reduzierte Netzentgelte für Großverbraucher. Andere Länder, etwa in Europa oder den USA, setzen unterschiedliche Instrumente, die teils Anreize für Flexibilität, teils für Planungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit schaffen. Ein systematischer Vergleich eröffnet die Möglichkeit, Reformoptionen für die deutsche Regulierung zu identifizieren.

Typ

Vergleichende Policy-Analyse

Kurzbeschreibung

Die Arbeit untersucht internationale Ansätze zur industriellen Netzentgeltregulierung. Anhand von Fallbeispielen (EU-Länder, USA) werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet. Im Fokus stehen die gesetzten Anreize: Flexibilität (z. B. Lastverschiebung, netzdienliches Verhalten) versus Planungssicherheit und Standortvorteile. Daraus wird eine Einschätzung für die Weiterentwicklung des deutschen Systems abgeleitet.

Leitfragen

- Welche Modelle industrieller Netzentgeltregulierung existieren international?
- Welche Ziele verfolgen die einzelnen Ansätze (Flexibilität, Wettbewerbsfähigkeit, Systemstabilität)?
- Wie unterscheiden sich die Wirkungen auf Industrie und Energiesystem?
- Welche Lehren lassen sich für eine Reform des deutschen §19 StromNEV ziehen?

Methode & Umfang

Literatur- und Dokumentenstudie (Gesetze, Studien, Reports); strukturierter internationaler Vergleich (Fallauswahl: 3–5 Länder).

Output

12–15 Seiten vergleichende Analyse mit Fallstudien, Übersichtstabellen und Schlussfolgerungen für die deutsche Reformdiskussion.

Thema 9: Stromkurven aus dem Baukasten – Synthetische Lastprofile für Industrie

Hintergrund

Reale industrielle Lastprofile sind für Forschung und Praxis essenziell, stehen aber oft nicht frei zur Verfügung (Datenschutz, Vertraulichkeit). Eine Lösung sind synthetische Lastprofile: Sie bilden typische Muster realistisch ab, ohne Rückschlüsse auf einzelne Unternehmen zuzulassen. Mit Methoden wie Clustering, Markov-Modellen oder Machine Learning können aus großen Datensätzen synthetische, aber repräsentative Lastkurven erzeugt werden.

Typ

Methodenentwicklung und -vergleich

Kurzbeschreibung

Auf Basis von über 5.000 realen industriellen Lastprofilen sollen typische Verbrauchsmuster identifiziert und Verfahren zur Erzeugung synthetischer Profile entwickelt werden. Verglichen werden u. a. Clustering-Ansätze, probabilistische Modelle und Machine-Learning-Methoden. Ziel ist es, die Qualität der resultierenden Profile zu bewerten und Einsatzmöglichkeiten (Energiesystemmodelle, Lastmanagement-Studien, datenschutzkonforme Trainingsdaten) zu diskutieren.

Leitfragen

- Welche typischen Muster industrieller Lastprofile lassen sich identifizieren?
- Welche Verfahren eignen sich zur Generierung synthetischer Profile?
- Wie gut spiegeln synthetische Profile reale Verbrauchscharakteristika wider?
- Wo sind synthetische Profile sinnvoll einsetzbar (z. B. Modellierung, Forschung, Praxis)?

Methode & Umfang

Empirische Analyse großer Datensätze, Anwendung und Vergleich verschiedener Methoden (Clustering, Markov, ML), Validierung anhand statistischer Kriterien und Visualisierungen.

Output

12–15 Seiten methodischer Vergleich inkl. Abbildungen, Beispielprofile und Diskussion von Anwendungsfeldern; Datengrundlage anonymisiert dokumentiert.

Termine:

- * Kick-Off: 12.11.25, 15:00 - 16:30 Uhr
- * Zwischenpräsentation: 10.12.25, 15:00 - 17:30 Uhr
- * Abschlusspräsentation: 21.01.26, 14:00 - 18:30 Uhr

Die Teilnahme an allen Terminen ist obligatorisch.

Die Online-Anmeldung muss vor dem **13.10.2025, 00.00 Uhr** auf der Seite <https://portal.wiwi.kit.edu> erfolgen.

Die Bestätigung des Seminarplatzes ist erst durch die verbindliche Anmeldung im Studierendenportal erfolgt (<https://campus.studium.kit.edu/exams/registration.php>).

WICHTIG: 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.