

Seminar im Sommersemester 2026

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

Dr. Armin Ardone, M. Sc. Thorsten Weiskopf, M. Sc. Julia Schuler

Themen:

1. Literaturrecherche zum Thema geologischer Wasserstoff (Julia Schuler)

Das Ziel dieser Seminararbeit ist es, eine gründliche und gut strukturierte Literaturrecherche zum Thema geologischer Wasserstoff (auch als natürlicher Wasserstoff oder weißer Wasserstoff bezeichnet) zu erstellen. Der Teilnehmer untersucht den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Vorkommen, die Entstehung, die Gewinnung und die potenzielle Rolle von geologischem Wasserstoff. Diese Aufgabe erfordert eine gründliche Auseinandersetzung mit begutachteten Forschungsartikeln. Zu den wichtigsten Bestandteilen der Übersicht gehören Zusammenfassungen der geologischen Gegebenheiten, unter denen natürlicher Wasserstoff identifiziert wurde, der Prozesse, die für seine Entstehung verantwortlich sind, und globale Schätzungen seines technischen Potenzials. Dabei sollte besonders auf die Unsicherheitsbereiche und die Methoden zur Ableitung dieser Schätzungen geachtet werden. Darüber hinaus sollte die Übersicht einen Überblick über vorgeschlagene Gewinnungsmethoden, Überwachungsansätze, Reservoir-Engineering und mögliche Synergien mit bestehenden Untergrundindustrien enthalten. Eine zentrale Aufgabe besteht in dem wirtschaftlichen Vergleich der erwarteten Produktionskosten von geologischem Wasserstoff mit etablierten Wasserstoffproduktionsverfahren (z. B. Elektrolyse, Methanreformierung mit/ohne CCS). Dazu gehören die Ermittlung von Kostentreibern, Überlegungen zur Skalierbarkeit und zur Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt. Darüber hinaus sollten die Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt werden, einschließlich einer Analyse des ökologischen Fußabdrucks der geologischen Wasserstoffgewinnung, einschließlich potenzieller Auswirkungen auf das Grundwasser, induzierte Seismizität und langfristige Reservoirstabilität. Die abschließende Literaturrecherche sollte eine kohärente Synthese darstellen, Wissenslücken aufzeigen und Richtungen für die zukünftige Forschung vorschlagen.

2. Literaturrecherche und quantitativer wirtschaftlicher Vergleich von Elektrifizierungsoptionen für industrielle Prozesswärme (Julia Schuler)

Diese Seminararbeit erfordert vom Studierenden eine umfassende Literaturrecherche zur Elektrifizierung industrieller Prozesswärme, wobei der Schwerpunkt auf etablierten und neuen Technologien liegt, die Wärme über einen breiten Temperaturbereich liefern können. Ziel ist es, den aktuellen Wissensstand zu direkten Elektrifizierungsoptionen zusammenzufassen und deren technologische Reife, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und potenzielle Rolle bei der Dekarbonisierung des industriellen Energiebedarfs zu bewerten. Ausgehend von einer Darstellung der industriellen Temperaturanforderungen sollten die auf jeder Ebene anwendbaren Elektrifizierungstechnologien identifiziert werden. Zu den relevanten Technologien gehören unter anderem Widerstandsheizungen, industrielle Wärmepumpen, Induktions- und Mikrowellenheizungen, Lichtbogenöfen, Plasmaheizungen, laserbasierte Systeme und Hochtemperatur-Elektroboiler. Für jede Technologie sollten die Studierenden die Leistungsmerkmale, Effizienzbereiche, Betriebsbeschränkungen und aktuellen Technologie-Reifegrade (TRLs) analysieren und dabei auf aktuelle wissenschaftliche Quellen und technische Berichte zurückgreifen. Im Rahmen einer wirtschaftlichen Bewertung sollten elektrifizierte Wärmeoptionen mit alternativen Dekarbonisierungswegen verglichen werden, wie z. B. Wasserstoffverbrennung und Verbrennung fossiler Brennstoffe in Verbindung mit Kohlenstoffabscheidung. Die Analyse sollte Kostentreiber wie Strompreise, Investitionsausgaben, Lastflexibilität und Wartungsanforderungen identifizieren und bewerten, unter welchen Bedingungen die Elektrifizierung gegenüber konkurrierenden Lösungen wirtschaftlich vorteilhaft ist.

3. Literaturrecherche zu wasserstoffbasiertem direkt reduziertem Eisen (H2-DRI) (Julia Schuler)

Diese Seminararbeit konzentriert sich auf die Erstellung einer umfassenden, literaturbasierten Übersicht über die Produktion von direkt reduziertem Eisen unter Verwendung von Wasserstoff (H2-DRI) als zentralem Weg zur kohlenstoffarmen Stahlherstellung. Ziel ist es, den aktuellen globalen Stand der H2-DRI-Implementierung zusammenzufassen, laufende und geplante Projekte zu kartieren und die politischen und finanziellen Rahmenbedingungen zu analysieren, die ihre Entwicklung ermöglichen. Der Student sollte sich bei seiner Arbeit auf peer-reviewte Publikationen, technische Berichte, öffentliche Projektdokumentationen und politische Analysen stützen. Zu den wichtigsten Aspekten gehören die gewählten technologischen Wege, die erwarteten Produktionskapazitäten, Konzepte für die Wasserstoffversorgung und Zeitpläne für die Inbetriebnahme. Relevante Finanzierungs- und Regulierungssysteme, einschließlich Mechanismen in Deutschland und der Europäischen Union (z. B. Klimaschutzverträge, IPCEI-Förderung) und anderen Regionen weltweit. Ziel ist es, zu ermitteln, wie politische Rahmenbedingungen Investitionsentscheidungen und Kostenstrukturen beeinflussen. Die Untersuchung sollte Unterschiede zwischen den geplanten Projekten vergleichen, wie z. B. Umfang, Technologieauswahl, Strategien zur Wasserstoffbeschaffung (grün, blau, hybrid; vor Ort oder kommerziell) und erwartete Produktionskosten. Der Student sollte wichtige Unsicherheiten, technologische Engpässe und offene Forschungsfragen hervorheben und mit einer Bewertung der zukünftigen Entwicklungswege für DRI auf Wasserstoffbasis abschließen.

4. Zeitreihendisaggregation von stündlichen zu viertelstündlichen Daten (Thorsten Weiskopf)

Seit Herbst 2025 werden am europäischen Day-Ahead Strommarkt viertelstündliche Produkte gehandelt. Viele bestehende Szenariodatensätze liegen jedoch weiterhin nur in stündlicher Auflösung vor und sind damit für detaillierte Analysen und Marktmodelle nur eingeschränkt nutzbar. Im Rahmen dieser Seminararbeit sollen zunächst verschiedene Verfahren zur Disaggregation von Zeitreihen recherchiert und systematisch gegenübergestellt werden. Dabei geht es unter anderem um einfache interpolationsbasierte Ansätze, aber auch um komplexere statistische oder modellbasierte Methoden, mit denen aus stündlichen Messwerten konsistente viertelstündliche Zeitreihen er-

zeugt werden können. Im zweiten Schritt wird eine ausgewählte Methode konkret implementiert und beispielhaft auf geeignete Datensätze angewendet, um deren Eignung und mögliche Grenzen in der Praxis zu bewerten.

5. Knotenscharfe Energiedaten (Thorsten Weiskopf)

Im Zuge der Diskussion um zeit- und ortsvariable Netzentgelte gewinnt die räumliche Auflösung von Energiedaten stark an Bedeutung. Um solche netzorientierten Entgeltmodelle modelltechnisch sauber abbilden zu können, müssen die zugrundeliegenden Inputdaten möglichst knotenscharf, also auf Ebene einzelner Netzknoten, vorliegen. Ziel dieser Seminararbeit ist es, mittels systematischer Literaturrecherchen und Auswertung vorhandener Studien zu analysieren, welche Daten- und Modellierungsansätze derzeit in verschiedenen europäischen Ländern existieren. Dabei soll insbesondere untersucht werden, in welcher räumlichen Detailtiefe Energiedaten bereitgestellt werden, welche Methoden zur Herleitung knotenscharfer Last- und Einspeiseprofile eingesetzt werden und welche Herausforderungen (z. B. Datenschutz, Datenqualität, Standardisierung) in der Praxis auftreten.

6. Methoden zur Bestimmung von nodalen Netzentgelten (Thorsten Weiskopf)

Zeit- und ortsvariable Netzentgelte gelten als wichtiger Baustein, um netzdienliches Verhalten anzureizen und Engpässe besser zu steuern. Eine zentrale Frage ist dabei, wie Netzentgelte auf Knotenebene – also nodal – sachgerecht ermittelt werden können. In dieser Seminararbeit sollen unterschiedliche Methoden zur Bestimmung nodaler Netzentgelte identifiziert, beschrieben und kritisch gegenübergestellt werden. Dazu gehören unter anderem kostenbasierte und marktorientierte Ansätze sowie hybride Modelle, die sowohl Netzbelastung als auch Investitionssignale berücksichtigen. Die jeweiligen Vor- und Nachteile, beispielsweise in Bezug auf Effizienz, Transparenz, Umsetzbarkeit und Verteilungsgerechtigkeit, sollen systematisch herausgearbeitet und anhand ausgewählter internationaler Beispiele illustriert werden.

7. PV-Anlagen mit Batteriesystemen bei Haushalten in Europa (Armin Ardone)

Immer mehr Haushalte in Europa ergänzen ihren Bezug von Elektrizität aus dem Netz durch Eigenstromerzeugung. Im Vordergrund stehen dabei PV-Aufdachanlagen. Aufgrund sinkender Preise für "Haushaltsspeicher" (i.d. R. Lithium-Ionen-Batterien) werden die PV-Anlagen häufig durch Batteriesysteme erweitert (PV+Batt-Anlage). Das Seminarthema befasst sich mit der Frage wie diese Systeme in den letzten Jahren in Europa ausgelegt wurden: gibt es regionale Unterschiede bei dem durchschnittlichen Verhältnis von PV-Anlagengröße zu Speicherdimensionierung? Ferner kann es aufgrund unterschiedlicher Lebensstile auch sein, dass die aus Sicht der Haushalte "optimale" Betriebsweise der PV+Batt Anlage sich regional unterscheidet. Die Arbeit analysiert diese beiden Fragestellungen, wobei neben Literaturrecherche auch quantitative Aspekte (wie sieht denn eine typische Nachfrage in stündlicher Auflösung für Haushalte in unterschiedlichen europäischen Ländern aus?) beleuchtet werden sollen

8. Entwicklung einer einfachen Optimierung zur Nutzung von PV-Strom in Heimspeichern (Armin Ardone)

Dieses Thema soll auf Basis der stündlich aufgelösten Nachfrage für Haushalte (z.B. aus Thema 7) und unterschiedlichen regionalen/nationalen Einspeiseprofilen eine einfache Optimierung bereitstellen. Die Wahl der Programmiersprache ist dabei weitgehend frei (z.B. Python, Matlab, GAMS). Für unterschiedliche Zielfunktionen (z.B. aus Haushaltssicht die maximale Nutzung des selbst erzeugten Stroms oder aus Sicht des Netzbetreibers eine möglichst gleichförmige Netznutzung im Niederspannungsnetz) soll die Software sogenannte Residuallastprofile erstellen, welche

das Last- und/oder Einspeiseprofil darstellen, welches sich "inclusive" der Nutzung von PV und Speicher am Haushaltsausschuss ergibt.

9. PV-Heimspeichersysteme im Kontext dynamischer Tarife (Armin Ardone)

PV-Heimspeichersysteme können aus Sicht der Nutzer eine ökonomisch attraktive Lösung darstellen. Ein Grund hierfür ist, dass Haushalte in der Regel einen statischen Tarif nutzen, der ihnen für jede genutzte Kilowattstunde den gleichen Preis berechnet. Tatsächlich entspricht das Bezugsprofil der Residuallast (das ist die Last und/oder Einspeisung, die sich am Haushaltsanschluss in Summe aus PC mit Batterie und Stromnachfrage ergibt) aber nicht demjenigen, welches ein Haushalt ohne diese Systeme aufweist. Insbesondere bei PV ohne (oder mit relativ klein dimensionierten) Speicher wird deutlich, dass die Eigenstromerzeugung oft dann relevante Mengen bereitstellt, wenn der Strompreis gering ist und umgekehrt. In Folge daraus würde sich "PV mit Batterie" schlechter rechnen, wenn man zeitgleich einen dynamischen und keinen statischen Stromversorgungstarif unterstellt. Die Arbeit soll im Rahmen einer Analyse vergleichen, wie sich dieser Effekt bei unterschiedlichen relativen Anteilen von Last, PV und Batterie auswirkt.

Termine:

Kick-Off:	15.04.26, 15:30 - 16:30 Uhr
Zwischenpräsentation:	13.05.26, 14:30 - 16:30 Uhr
Abschlusspräsentation:	10.06.26, 13:00 - 18:00 Uhr

Alle Termine finden in Raum 017 am IIP (Geb. 06.33, Campus West) statt.

Die Teilnahme an allen Terminen ist obligatorisch.

Die Online-Anmeldung muss vor dem **23.03.2026, 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.