



Jürgen Fluch
(Teaching Award 2023):

Das Energiesystem der Zukunft

Das Energiesystem der Zukunft

Institut für Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement

Erschienen in: H. A. Friedl & U. Trattnig (Hg.) (2023) Beste Lehre an der FH JOANNEUM. Teaching Award (Plus) 2022-2023. (Beiträge zur Qualitätskultur in der Hochschullehre, Bd. 2) S. 105-110. Graz: FH JOANNEUM Verlag.

Abstract

Die Herausforderungen des Klimawandels und der Energiewende erscheinen auf den ersten Blick nicht bewältigbar. Die Auswirkungen sind offensichtlich und trotzdem oder gerade deshalb wird der Zugang zu unterschiedlichen Lösungen zunehmend kontroversiell diskutiert. Das Verharren in der eigenen Blase mit dem Anspruch der Wahrheit verhindert das „Aufeinander zugehen“. Das führt auch dazu, das Studierende während der Ausbildung oder sogar schon in der Entscheidungsfindung des richtigen Studiums mit aggressiven Vorurteilen konfrontiert werden und grundsätzlich sinnvolle Initiativen wie „Fridays for Future“¹⁷ oder „Die letzte Generation“¹⁸ als herabwertende Klassifizierungen (Klimakleber) verwendet werden.

Expert:innen zukünftiger Energiesysteme müssen in der Lage sein, Herausforderungen, Lösungen und Konzepte aus unterschiedlichen Perspektiven Betroffener zu entwickeln, zu bewerten und umzusetzen. Im Kontext des laufenden Diskurses, wird die Dekarbonisierung als Gefahr für den Wohlstand und den sozialen Zusammenhalt bewertet. Studierende und Absolvent:innen werden deshalb nicht positiv wahrgenommen. Die Lehre soll darauf achten, dass (i) der Blick über den Tellerrand selbstverständlich gemacht, (ii) Ängste und Sorgen der Gesellschaft ernst und bewusst wahrgenommen und (iii) und Herausforderungen und Lösungen kritisch betrachtet und schlussendlich als Chance erkannt werden. Darauf ist das vorgelegte didaktische Konzept ausgerichtet und wird anhand einer beispielhaften integrierten Lehrveranstaltung beschrieben.

Lehrinhalte

Übergeordnetes Ziel der Lehrveranstaltung ist, dass Studierende die Fähigkeiten erlangen, die Potentiale, Herausforderungen, Chancen und Risiken unterschiedlicher erneuerbarer Energietechnologien zur Substitution fossiler Energieträger (Defossilisierung) bewerten zu können. Weiters sollen unterschiedliche Zugänge und emotionale Perspektiven (Vorbehalte) den Technologien gegenüber erörtert und passende Argumentationsstrategien zu deren Überwindung definiert, ausprobiert und angewandt werden. Aufbauend auf dem Verständnis der technischen Prinzipien der Technologien

- verknüpfen Studierende den Energiebedarf des industriellen Sektors mit der energetischen, regionalen und zeitlichen Verfügbarkeit der Energieträger,
- werden relevante Bewertungskriterien (Key Performance Indicators) berechnet,
- vergleichen sie die Ergebnisse,
- identifizieren Studierende Technologiezugänge (pro&con) unterschiedlicher Stakeholder
- und ziehen selbständig Schlussfolgerungen und Lösungsstrategien zukünftiger Ansätze.

¹⁷ <https://fridaysforfuture.at/>

¹⁸ <https://letztegeneration.at/>

Studierende bringen das theoretische Wissen vorangegangener Vorlesungen, Übungen und Labore mit und haben damit bereits Kenntnisse über erneuerbare Energietechnologien und deren technische Funktionsprinzipien. Sie sind in der Lage die Grundsätze des wissenschaftlichen Arbeitens aktiv anzuwenden, Lösungsansätze und generiertes Wissen in der Gruppe aufzubereiten und in Diskussionen zu vertreten.

Die Vorlesung erarbeitet die Inhalte anhand von praxisnahen Beispielen aus einem Industriebetrieb (produzierender Sektor), wodurch ein besonders hoher Bezug aus dem Alltag sowie die Verknüpfung mit persönlichen Bedürfnissen (Maslowsche Bedürfnishierarchie¹⁹) geschaffen wird. Die Student:innen schlüpfen dabei in verschiedene Rollen entlang der Entwicklung eines zukünftigen und nachhaltigen Energiekonzeptes und recherchieren kontroverse Positionen unterschiedlicher Stakeholder (Industriebetrieb, Energieversorger, Anrainer, Aktivist, fossiler Befürworter, Klimaleugner), die sie in Gruppenarbeiten, Präsentationen und Diskussionen bewerten. Neben dem methodischen Anwenden der Vorlesungsinhalte wird damit der Umgang mit diametralen Zugängen sowohl in der Planung, Vorbereitung und Umsetzung erlernt, das gegenseitige Verständnis erhöht und das Verlassen der gewohnten Bubble (Blase) forciert. Die Identifikation fehlender Informationen motiviert zu selbständigem Recherchieren und dem kritischen Umgang mit Informationen unterschiedlicher Quellen. Dazu zählt auch der Umgang mit bewussten oder unbewussten Falsch-Informationen.

Die Lehrveranstaltung fokussiert auf den thermischen Energiebedarf, die Identifikation von Effizienzmaßnahmen und die Versorgung mit konventionellen und erneuerbaren Energieträgern. Damit liegt der Schwerpunkt auf Technologien, die auf den ersten Blick von allen Stakeholdern nur unterstützt werden können (u.a. Abwärmenutzung, solare Prozesswärme, Wärmepumpen, Biomasse, Biogas, Geothermie - je nach Schwerpunkt erweiterbar). Weiters werden Skills in den Bereichen Bewusstseinschaffung für die Anwendung von Bewertungskriterien, praktisches Arbeiten inklusive Massen- und Energiebilanzierung, Anwendung von verfügbaren Tools und Ergebnispräsentation (weiter-)entwickelt.

Lernergebnisse und Kompetenzerwerb

Am Ende der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, unterschiedliche erneuerbare Technologien hinsichtlich ihrer Potentiale, Herausforderungen, Chancen und Risiken zur Dekarbonisierung eines industriellen Energiesystems zu bewerten, ein darauf aufbauendes Konzept am Beispiel eines Industriebetriebs zu erstellen sowie Entscheidungsträger und relevante Stakeholder für die Umsetzung zu überzeugen. Dazu gehört das Erlangen des Bewusstseins für die Herausforderungen aber vor allem Chancen der Umstellung auf ein CO₂-freies System und ein positiver Zugang zu den Möglichkeiten.

*Im Fokus des **Präsenzunterrichts** stehen folgende Ziele:*

- Anwenden von Normen/ Standards industrieller Energieaudits (Status Quo)
- Verstehen und aktiver Umgang mit Integrationsmöglichkeiten erneuerbarer Technologien (Abwärmenutzung, Solarthermie, Wärmepumpen, Biomasse, Biogas, Geothermie)
- Verstehen und interpretieren technischer, ökologischer und ökonomischer Kriterien zur Bewertung unterschiedlicher Dekarbonisierungskonzepte
- Recherchieren und erörtern von (emotionalen) Argumenten und Vorbehalten unterschiedlicher Stakeholder sowie Entwicklung geeigneter Argumentationsstrategien

¹⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/Maslowsche_Bed%C3%BCfnishierarchie

- Anwenden geeigneter Bewertungskriterien für erneuerbare Energietechnologien
- Erlangen des Bewusstseins für die Potentiale der Umstellung zu Zero-CO₂-Energiesystem
- Präsentieren und überzeugend argumentieren von identifizierten Konzepten
- *Im Fokus des **Online- und Selbststudiums** stehen folgende Ziele:*
- Anwenden des Erlernten für das Praxisbeispiel in der Gruppe
- Durchführen von Recherchen und interpretieren der gewonnenen Erkenntnisse
- Verstehen des Erlernten, identifizieren von Potentialen, Herausforderungen, Chancen und Risiken
- Aufbereiten der Erkenntnisse und Erstellen einer Abschlusspräsentation

Didaktisches Konzept – Lehr- und Lernmethode

Das didaktische Konzept orientiert sich an der Erreichung der gesetzten Lernergebnisse und dem avisierten Kompetenzerwerb. Studierende (i) verknüpfen Inhalte mit bereits erworbenem Vorwissen, (ii) wenden erlernte Inhalte an und (iii) verstehen den Bezug zu zukünftigen Arbeitsinhalten (Abbildung 5).



Abbildung 5: Verortung (eigene Darstellung)

In Abbildung 6 ist das Konzept der LV dargestellt, wobei sich sowohl die einzelnen Lernblöcke als auch das „Big Picture“ am AVIVA-Ablauf²⁰ (Ankommen – Vorwissen aktivieren – Informieren – Verarbeiten – Auswerten) orientieren und wiederholt durchlaufen werden. Für das Gesamtkonzept sind die relevanten Schritte in Tabelle 1 angeführt, den AVIVA-Phasen zugeordnet und die inhaltlichen Eckpunkte beschrieben. Die Vorlesung startet mit einer Block-übergreifenden Frage, die am Ende der gesamten Vorlesung nach erfolgtem Kompetenzaufbau diskutiert/beantwortet wird. Die Inhalte werden schrittweise unter Anwendung der unten definierten Lernmethoden erarbeitet und direkt in einem praktischen Beispiel angewandt. Dabei werden klare Meilensteine definiert, die den Studierenden ermöglichen, ihren Fortschritt qualitativ einzuordnen.

Kern des didaktischen Konzepts ist die fokussierte Wissensvermittlung durch den/die Vortragende:n, die dadurch initiierte und breit aufgestellte selbständige Wissensbeschaffung durch die Studierenden in Kleingruppen und die unmittelbare Anwendung dieses Wissens an einem realen Beispiel. Im gewählten Fall werden für einen Industriebetrieb unterschiedliche Möglichkeiten erneuerbarer Energietechnologien zur Implementierung in das industrielle Energiesystems umfassend evaluiert und ausgewählt.

In einem ersten Schritt werden technische, ökologische und ökonomische Kriterien für die Bewertung herangezogen. Im zweiten Schritt werden aktiv (emotionale) Vorbehalte und Argumente von Gegner:innen recherchiert, diskutiert und mögliche Argumentationsstrategien erörtert. Der/die Vortragende begleitet die Wissensgenerierung und den Umgang damit in Gruppendiskussionen, klar definierten Aufgaben je LV-Einheit, einer überprüfbaren Zielerreichung und spezifischen Problemdefinitionen im Praxisbeispiel. In der Abschlusspräsentation vor dem Plenum werden die Ergebnisse diskutiert und unterschiedliche Lösungsansätze gemeinsam bewertet. Die Studierenden nehmen dadurch unterschiedliche Positionen ein und argumentieren basierend auf zuvor

²⁰ Städeli, Christoph/ Grassi, Andreas/ Rhiner, Katy/ Obrist, Willy (2010): Kompetenzorientiert unterrichten. Das AVIVA-Modell. Bern: hep-verlag.

angewandten Bewertungskriterien für die erarbeiteten Lösungen. Social Skills werden gefördert und das Bewusstsein für die Komplexität der Fragestellungen geschaffen.

Phase	Inhalt	Format – Kommentar	Beispiel
Ankommen	Interaktive Frage: „Solare Prozesswärme wird der Schlüssel zur Dekarbonisierung – stimmen Sie mir zu?“	... fordert Studierende, zeigt Praxisbezug. ... Ziele & Methodik werden vorgestellt.	Gruppeneinteilung
Vorwissen aktivieren	– Aufrufen und wiederholen von inhaltlichen Grundlagen	– Kurzpräsentation / Diskussions-Thesen – Erarbeitung und Beantwortung in Kleingruppen (Checkliste – Lernlandkarte)	Anwenden & Verlinken: Status Quo & Herausforderungen im Industriebetrieb
Informieren	– Ziele des Praxisbeispiels – Energiebedarf Industriebetriebe – Erneuerbare Energietechnologien – Potentiale, Herausforderungen – Risikobewertung – Identifikation / Erörterung von Gegenargumenten / Vorbehalten	– Durch Vortragende:n – Eigen-Recherche – Einsatz KI (ChatGPT, oder ähnliches) – Einnahme unterschiedlicher Positionen und Rollen – Bewerten der Informationen	
Verarbeiten	– Wissensanwendung am Beispiel – Schlüsse ziehen / vergleichen – Vertiefen	– Beantwortung gestellter Fragen & Ziele – Gruppeninterne Diskussion – Begleitete Diskussion und zusätzliche Fragen in Abhängigkeit des Fortschritts	
Auswerten	– Präsentation je Gruppe im Plenum – Beantworten der interaktiven Eingangsfrage und Schlussfolgerung	– Feedback durch Vortragende:n – Feedback im Plenum	

Tabelle 1: Didaktischer Ablauf

Die integrierte Lehrveranstaltung nutzt als Lernmethoden:

- Präsentation mithilfe von Folien (Beamer)
- Informationsbeschaffung durch Studierende (Paper, Journals, Statistiken, KI)
- Erarbeitung eines Anwendungsbeispiels in Gruppen (Whiteboard, Flipchart, Recherche)
- Übernahme einer definierten Rolle durch Studierende (Berater, Stakeholder) und Vortragende:r (Industriebetrieb)
- Diskussion und Präsentation in/aus Gruppenarbeiten
- Laufende Supervision durch Vortragende:n
- Abgabe der erreichten Meilensteine und Feedback zum Projektfortschritt
- Homework in Gruppen
- Finale Gruppenpräsentation
- Regelmäßige Wiederholungen und Vertiefungen im Plenum

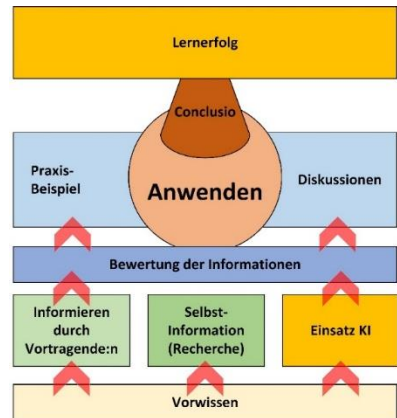


Abbildung 6: Didaktisches Konzept (eigene Darstellung)

KI (ChatGPT oder ähnliches) wird bewusst in der Phase der Informationsbeschaffung eingesetzt und die Bewertung der generierten Informationen anhand bekannter wissenschaftlicher Prinzipien durchgeführt und miteinander verglichen.

Nachhaltigkeit: Studierende beschäftigen sich in der LV mit erneuerbaren Technologien, bewerten diese anhand klarer Kriterien und erreichen durch das Schlüpfen in andere Rollen einen Perspektivenwechsel. Dafür ausgerichtete Lösungsstrategien erfordern das Verlassen der eigenen Blase und das Hineindenken in andere Positionen. Neue Medien, Recherche mit KI, der kritische Umgang damit und das Erfassen komplexer Zusammenhänge in der Umsetzungsstrategie dekarbonisierter Energiesysteme runden den interdisziplinären Ansatz ab.

Beurteilung und Prüfungsmethode

Die finale Beurteilung setzt sich zu 70% aus dem Output der Gruppenarbeiten (Meilenstein-Erreichung und Präsentation) und 30% aus einer abschließenden schriftlichen Überprüfung zusammen. Dabei muss die schriftliche Überprüfung für sich positiv beurteilt sein.

Fachliteratur und Links

Folgende Literatur und Quellen werden empfohlen:

Österreichische Klimastrategie: <https://bit.ly/3ro0xmq> / Green Deal: <https://bit.ly/3SstrL8>

Energieeffizienzgesetz und -richtlinie: <https://bit.ly/3RuxFTT> / <https://bit.ly/41kkEyF>

BAT / BREF Dokumente: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>

Normen: DIN EN 16247 Audit, Managementsystem: ISO 50001 / ISO 14001 / ISO 9001

IEA – Technology Collaboration Programmes

Abwärme <https://bit.ly/3Rv5ELP>

Solarthermie <https://task64.iea-shc.org/>

Wärmepumpe <https://heatpumpingtechnologies.org/>

Biomasse & Biogas <https://www.ieabioenergy.com/>

Geothermie <https://iea-gia.org/>