

Modulhandbuch

Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung »DYNERGY«



DYNERGY ist ein weiterbildendes Studium der FernUniversität in Hagen in wissenschaftlicher Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen

Modulhandbuch
(gültig für Zulassungen ab 24.04.2024)

Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung »DYNERGY«

Verantwortlich:

Dr. Georg Janicki
Kerstin Schwarze-Benning
Dr. Julia Reinermann
Sebastian Nimpsch

Stand der Informationen: 28.02.2025

Inhalt

Hintergrund	4
Studienstruktur Zertifikatsstudium	5
Nutzungsrechte der Studierenden	6
Themenbereich 1: Dynamik von Energie- und Rohstoffsystemen.....	7
Themenbereich 2: Futures Studies - Energie, Technologie und Gesellschaft.....	11
Themenbereich 3: Technologieansätze für die Sektorenkopplung	21

Hintergrund

Die Energie- und Rohstoffwende steht als drängende Herausforderung im Zentrum unserer globalen Agenda. Angesichts des unabwendbaren Klimawandels und der Notwendigkeit, nachhaltige Lösungen zu implementieren, erfordert diese Wende eine tiefgreifende Transformation in allen gesellschaftlichen Bereichen. Für eine erfolgreiche Gestaltung dieser Veränderungen, ist es wichtig, dass wir die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Akteuren, Sektoren und Technologien verstehen, Zukünfte entwickeln und die verschiedenen Akteure einbinden können.

Vor diesem Hintergrund präsentiert sich DYNERGY als weiterbildendes Studium, das darauf abzielt, Fach- und Führungskräfte gezielt auf die Anforderungen dieser Transformationsprozesse vorzubereiten. In dem Paradigmenwechsel, bedingt durch die Energie- und Rohstoffwende, liegt eine höhere Dynamik der Prozesse und Systeme sowie eine verstärkte Kopplung der verschiedenen Sektoren. Es wird deutlich, dass eine ganzheitliche Betrachtung und interdisziplinäre Qualifikation der Schlüssel zur erfolgreichen Gestaltung dieser Veränderungen sind.

DYNERGY - das interdisziplinäre Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung setzt genau hier an. Das berufsbegleitende Weiterbildungsangebot der FernUniversität in Hagen wird in wissenschaftlicher Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT angeboten. Die Struktur, Ziele und das Angebot dieses Studiums zielen darauf ab, Fachkräfte auszubilden, die nicht nur die aktuellen Herausforderungen verstehen, sondern auch aktiv zu ihrer Lösung beitragen können.

Inhaltlich vermittelt das Studium Expertise in den dafür notwendigen drei Bereichen:

- 1. Dynamik von Energie- und Rohstoffsystemen** vermittelt Inhalte zur Transformation der Energie- und Rohstoffsysteme hin zu klimaneutralen Energie- und Rohstoffsystemen im Rahmen der Energiewende. Den Studierenden werden Fachwissen, Methoden und Werkzeuge in den Bereichen Energie & Rohstoffe, Modellierung & Simulation und Digitalisierung vermittelt. Nach der Bearbeitung der Module sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Zusammenhänge der Energie- und Rohstoffwirtschaft sowie relevante Technologien zu benennen, ihren grundlegenden Aufbau und ihre Funktionsweise zu beschreiben sowie zu erläutern, wofür sie eingesetzt werden.
- 2. Futures Studies: Energie, Technologie und Gesellschaft** vermittelt Wissen, um diese Zukünfte zu gestalten. Die Studierenden erwerben Kenntnisse im Bereich der Zukunfts- und Trendforschung, ihrer Genese und heutigem Einsatz, insbesondere mit dem Fokus auf die Technikfolgenabschätzung und Akzeptanzforschung in der Energie- und Rohstoffwende. Der Themenbereich vermittelt den Studierenden Methoden, Zukunftsszenarien zu entwickeln, Trends zu analysieren und politische Maßnahmen zu bewerten. Einen besonderen Schwerpunkt bildet dabei die Beteiligung von und die Kommunikation mit Bürger*innen. Die Studierenden lernen, wie sie komplexe Zusammenhänge verstehen und nachhaltige Lösungen entwickeln können.
- 3. Technologieansätze für die Sektorenkopplung** vermittelt ein grundlegendes Verständnis technischer Ansätze und Lösungen, die eine Schlüsselrolle bei der Transformation hin zu klimaneutralen Energie- und Produktionssystemen einnehmen. Zunächst wird das Modul „Grüner Wasserstoff als Baustein der Sektorenkopplung“ angeboten, bei dem die Rolle von Wasserstoff im zukünftigen Energie- und Rohstoffsystem beleuchtet wird. Dabei wird auf die Besonderheiten der Nutzung von Wasserstoff als Energieträger und Rohstoff eingegangen. Die Studierenden sollen

nach der Bearbeitung des Moduls in der Lage sein, die wesentlichen Zusammenhänge der Wasserstoffwirtschaft sowie relevante Technologien für den Einsatz von Wasserstoff im Energiesystem und in der Industrie zu benennen, ihren grundlegenden Aufbau und ihre Funktionsweise zu beschreiben sowie zu erläutern, wofür sie eingesetzt werden. Die Studierenden haben die gängigen Begrifflichkeiten verstanden und können diese aktiv nutzen. Ergänzt wird der Themenbereich später durch Module zu Power-to-X und Carbon Management.

Studienstruktur Zertifikatsstudium

Im Rahmen des weiterbildenden Studiums **DYNERGY - Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung** werden Lerneinheiten mit jeweils einem Umfang von 30 h/1 ECTS über die FernUniversität in Hagen (FUH) in Kooperation mit Fraunhofer UMSICHT angeboten.

Die Lerneinheiten können von den Studierenden separat, flexibel und in beliebiger Anzahl und Zusammenstellung gebucht und bearbeitet werden. Nach erfolgreicher Teilnahme an einer Lerneinheit (dies beinhaltet das erfolgreiche Bestehen der Abschlussaufgabe der jeweiligen Lerneinheit) erhält der Teilnehmer jeweils eine Teilnahmebescheinigung der FUH/UMSICHT. Dazu ist eine Zulassung an der FernUniversität in Hagen erforderlich.

Jeweils 4 zusammengehörende Lerneinheiten sowie eine zusätzlich zu erbringende Abschlussleistung in einem Umfang von 30 h / 1 ECTS (gemäß Prüfungsordnung § 3 und § 4, separat zu beantragen und zu buchen) werden zu einem Modul mit einer Gesamtbearbeitungszeit von 150 h (Umfang von 5 ECTS) gebündelt. Nach erfolgreichem Abschluss (bestandene Abschlussleistung) erhalten die Studierenden ein Modul-Zertifikat (5 ECTS) der FUH.

- Mit 3 erfolgreich abgeschlossenen Modulen (15 ECTS) erhalten die Teilnehmenden ein Zertifikat.
- Mit 6 erfolgreich abgeschlossenen Modulen (30 ECTS) erhalten die Teilnehmenden ein Zertifikat.
- Mit 9 erfolgreich abgeschlossenen Modulen (45 ECTS) erhalten die Teilnehmenden ein Zertifikat.

Zusätzlich werden modulübergreifende Workshops (Seminare oder Ringvorlesungen) mit einem Umfang von 30 h (1 ECTS) angeboten. Für die erfolgreiche Teilnahme erhalten die Teilnehmenden eine Teilnahmebescheinigung.

Bescheinigungen und Zertifikate

- Teilnahmebescheinigung (1 ECTS)
- Modul-Zertifikat (5 ECTS)
- Zertifikat (15 ECTS) »Certificate of Advanced Studies – Cross Industry Specialist«
- Zertifikat (30 ECTS) »Diploma of Advanced Studies – Cross Industry Expert«
- Zertifikat (45 ECTS) »Diploma of Advanced Studies – Cross Industry Manager«

Durch Erweiterungen des Kursangebotes, virtuelle Lehrangebote und Aktualisierungen von Lehrmaterialien passen wir das Angebot kontinuierlich den Entwicklungen und aktuellen Forschungsergebnissen zur Sektorenkopplung an.

Art des Abschlusses	Zugangsvoraussetzungen	Umfang	Finanzierung
Teilnahmebescheinigung (1 ECTS)	Eine für Nordrhein-Westfalen gültige Hochschulreife (Abitur) oder eine vergleichbare in- oder ausländische Hochschulzugangsberechtigung.	1 Lerneinheit (1 ECTS)	250 Euro und 250 Euro Semestergebühr pro Semester
Modul-Zertifikat (5 ECTS) »Certificate of Studies – Modulbezeichnung«	Eine für Nordrhein-Westfalen gültige Hochschulreife (Abitur) oder eine vergleichbare in- oder ausländische Hochschulzugangsberechtigung.	1 Modul (5 ECTS) aus einem Bereich	1.250 Euro und 250 Euro Semestergebühr pro Semester
Zertifikat (15 ECTS) »Certificate of Advanced Studies – Cross Industry Specialist«	Eine für Nordrhein-Westfalen gültige Hochschulreife (Abitur) oder eine vergleichbare in- oder ausländische Hochschulzugangsberechtigung.	3 Module (15 ECTS) jeweils ein Modul aus jedem Bereich	3.750 Euro und 250 Euro Semestergebühr pro Semester
Zertifikat * (30 ECTS) »Diploma of Advanced Studies – Cross Industry Expert«	Eine für Nordrhein-Westfalen gültige Hochschulreife (Abitur) oder eine vergleichbare in- oder ausländische Hochschulzugangsberechtigung.	6 Module (30 ECTS) jeweils ein Modul aus jedem Bereich	7.500 Euro und 250 Euro Semestergebühr pro Semester
Zertifikat * (45 ECTS) »Diploma of Advanced Studies – Cross Industry Manager«	Eine für Nordrhein-Westfalen gültige Hochschulreife (Abitur) oder eine vergleichbare in- oder ausländische Hochschulzugangsberechtigung.	9 Module (45 ECTS) jeweils ein Modul aus jedem Bereich	11.250 Euro und 250 Euro Semestergebühr pro Semester

* Befindet sich aktuell in Vorbereitung.

Nutzungsrechte der Studierenden

Es ist möglich, dass Lehrende eine aktive Teilnahme der Studierenden in der Lerneinheit wünschen und es daher sein kann, dass Studierende eigene urheberrechtlich geschützte Werke (z.B. Glossareinträge oder projektbezogene Werke wie der Code eines Computerprogramms, das zu Lernzwecken erstellt wurde) bei Moodle einstellen, was eine urheberrechtsrelevante Handlung darstellt. Die Urheber- und Verwertungsrechte im Übrigen, insbesondere das Veröffentlichungsrecht an eingebrachten Werken verbleiben bei den Studierenden, es sei denn, es wird Abweichendes vereinbart.

Themenbereich 1: Dynamik von Energie- und Rohstoffsystemen

Dynamik von Energie- und Rohstoffsystemen vermittelt Inhalte zur Transformation der Energie- und Rohstoffsysteme hin zu klimaneutralen Energie- und Rohstoffsysteme im Rahmen der Energiewende. Den Studierenden werden Fachwissen, Methoden und Werkzeuge in dem Bereich der die drei zentralen Themen Energie & Rohstoffe, Modellierung & Simulation und Digitalisierung verbindet.

Das Themenfeld Energie & Rohstoffe vermittelt einen Überblick über die aktuellen Herausforderungen und Entwicklungen für eine nachhaltige Energie- und Rohstoffnutzung. Studierende gewinnen ein tiefes Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen Energieproduktion und Rohstoffnutzung, wobei ein Schwerpunkt auf Trends und Technologien der erneuerbaren Energien und Ressourceneffizienz liegt. Im Themenfeld Modellierung & Simulation Die Studierenden werden mit den grundlegenden Prinzipien der mathematischen Modellierung vertraut gemacht. Dies umfasst die Identifizierung von relevanten Variablen, die Formulierung von Gleichungen und die Definition von Randbedingungen für die Modellierung.

Modulnummer 1.1		Modul Energie & Rohstoffe	
Workload 150 h	ECTS 5		Dauer 40 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austauschs mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 80 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 40 Arbeitsstunden. Für die Vorbereitung und Erbringung der Prüfungsleistung werden 30 Arbeitsstunden angesetzt.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sollen nach der Bearbeitung des Moduls in der Lage sein, die wesentlichen Zusammenhänge der Energie- und Rohstoffwirtschaft sowie relevante Technologien zu benennen, ihren grundlegenden Aufbau und Funktionsweise zu beschreiben sowie zu erläutern, wofür sie eingesetzt werden. Die Studierenden können die Optionen zur Prozessflexibilität, Sektorenkopplung und cross-industrieller Netzwerke beschreiben und wesentliche Technologien benennen. Die Studierenden haben die gängigen Begrifflichkeiten verstanden und können diese aktiv nutzen.		
03	Inhalte Das Modul Energie & Rohstoffe vermittelt Inhalte zur Transformation der Energie- und Rohstoffsysteme hin zu klimaneutralen Energie- und Rohstoffsysteme im Rahmen der Energiewende. Neben dem vermehrten Einsatz erneuerbaren Energien im Energiesystem und dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der Prozessindustrie tragen auch der Einsatz von Power-to-X-Technologien und cross-industrielle Netzwerke zur Reduzierung der CO ₂ -Emissionen bei. Dieses Studienmodul bietet eine umfassende Auseinandersetzung mit aktuellen Entwicklungen im Bereich Energie- und Rohstoffsysteme. Die Kombination von technologischen Aspekten, Prozessflexibilität, Sektorenkopplung und cross-industriellen Systemen bereitet die Studierenden darauf vor, innovative Lösungen für die Herausforderungen einer nachhaltigen und effizienten Nutzung von Energie und Rohstoffen zu entwickeln. Das Modul ist in die folgenden Lerneinheiten gegliedert: • Energie- und Rohstoffsysteme im Wandel • Klimaneutrale Energiesysteme • Flexibilität in der Prozessindustrie • Cross-industrielle Systeme zur Sektorenkopplung Die weiteren Informationen zu den einzelnen Lerneinheiten finden sie im Anschluss an die Modulbeschreibung.		

04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen
05	Teilnahmevoraussetzungen für die Modulabschlussprüfung Erfolgreicher Abschluss aller Lerneinheiten des Moduls.
06	Prüfungsformen Einsendeaufgabe, die die selbständige Reflexion und Operationalisierung einer wissenschaftlichen Fragestellung, Fachwissen und Kompetenzen prüft.
07	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
08	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Sinnvoll für umwelt- und ingenieurwissenschaftlich sowie informationstechnisch orientierte Studiengänge/Kurse.
09	Stellenwert der Note für die Endnote Siehe Prüfungsordnung für das weiterbildende Studium »Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung DYNERGY« § 9 Abschluss des weiterbildenden Studiums Absatz (3), Fassung vom 20. September 2023.
10	Modulverantwortliche/r / hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Gorge Deerberg Betreuende: Kerstin Schwarze-Benning Autor/inn/en: Kerstin Schwarze-Benning
11	Sonstige Informationen

Kursnummer 1.1.2		Lerneinheit Klimaneutrale Energiesysteme	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austauschs mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 10 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können unterschiedliche Technologien zur Erreichung von Klimaneutralität beschreiben und bewerten und deren Integration in bestehende Energiesysteme analysieren. Sie sind in der Lage, die Herausforderungen des Übergangs zu nachhaltigen Energiesystemen zu verstehen und Lösungsansätze zu entwickeln. Sie erarbeiten sich ein Verständnis für die Integration erneuerbarer Energien, Speichertechnologien und Sektorenkopplung in klimaneutralen Energielösungen. Sie wissen um die Herausforderungen und Chancen im Übergang zu nachhaltigen und klimaneutralen Energiesystemen.		
03	Inhalte Die Lerneinheit Klimaneutrale Energiesysteme beschreibt die Technologien, die für die Verwirklichung klimaneutraler Energiesysteme entscheidend sind. Die erneuerbaren Energien bilden einen Schwerpunkt, wobei die Vielfalt der verfügbaren Energiequellen, von Sonne über Wind bis hin zu Biomasse ausführlich behandelt wird. Technologische Fortschritte und die Integration erneuerbarer Energien in bestehende Energieinfrastrukturen stehen dabei im Fokus.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen		
05	Modulverantwortliche/r / hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Gorge Deerberg Betreuende: Kerstin Schwarze-Benning Autor/inn/en: Kerstin Schwarze-Benning		

Themenbereich 2: Futures Studies - Energie, Technologie und Gesellschaft

Die Welt steht vor großen Herausforderungen. Die Klimakrise als auch Megatrends, wie die Energie- und Rohstoffwende, sowie die Digitalisierung verändern Gesellschaften grundlegend. Zur Bewältigung dieser Veränderungen brauchen wir neue Ideen, Handlungsstrategien und Lösungen. Futures Studies: Energie, Technologie und Gesellschaft vermittelt praxisnah wissenschaftliche Grundlagen, um diese Zukünfte zu entwickeln und zu gestalten.

Die Studierenden erwerben Kenntnisse im Bereich der Zukunfts- und Trendforschung, ihrer Genese und heutigem Einsatz, insbesondere mit dem Fokus auf die Technikfolgenabschätzung und Akzeptanzforschung in der Energie- und Rohstoffwende. Kenntnisse zu Methoden zur Entwicklung von Zukunftsszenarien, Trendanalyse und der Bewertung politischer Maßnahmen werden vermittelt. Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Beteiligung von und die Kommunikation mit Bürger*innen.

Der Themenbereich ist insbesondere für Studierende geeignet, die ...

- sich für (kritische) Zukunftsfragen interessieren,
- für interdisziplinäre Teams offen sind,
- komplexe Zusammenhänge verstehen wollen,
- sich für die Gestaltung nachhaltigerer Gesellschaften engagieren möchten.

Synchrone und asynchrone Lernanteile werden im Blended Learning sinnhaft eingesetzt, um das eigenständige und flexible Lernen sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe zu fördern. In der Lehre werden deutsch- und englischsprachige Literatur sowie Vorträge eingebunden und die Studierenden befähigt, gemeinsam Inhalte aufzubereiten, vorzustellen und auf die eigene Projektarbeit zu übertragen. Ausgewählte Experten und Expertinnen aus den Bereichen politische Beratung, Wissenschaft und Wirtschaft geben praxisnahe Einblicke in ihre Arbeiten.

Modulnummer 2.2		Modul Methoden der Zukunftsforschung	
Workload 150 h	ECTS 5		Dauer 40 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austauschs mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache. Zusätzlich findet ein (virtuelles) Einführungsseminar statt.		Selbststudium 104 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung der digitalen Materialien im Selbststudium unter Nutzung der virtuellen Lernumgebung. 16 h entfallen auf Kontaktveranstaltungen. Für die Vorbereitung und Erbringung der Prüfungsleistung werden 30 Arbeitsstunden angesetzt.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind mit Abschluss des Moduls in der Lage die zentralen Unterschiede zwischen Trend- und Zukunftsforschung zu benennen, Begriffe wie Megatrends erklären zu können, sowie darüber hinaus exemplarische Methoden der Zukunfts- und Trendforschung, wie das World Building, die kollaborative Innovationsgestaltung, das Technology Trend Scouting und Verfahren der partizipativen Zukunftsgestaltung einordnen und exemplarisch anwenden zu können. Nach Absolvieren dieses Moduls verfügen die Teilnehmenden über ein Grundlagenwissen zu zentralen Theorien und Methoden der Zukunftsforschung, können diese benennen und erklären, sowie deren Relevanz und Bedeutung in einzelnen Themenbereichen bewerten.		
03	Inhalte Modul 2 gibt einen Überblick in die Genese der Zukunfts- und Trendforschung sowie ausgewählte Theorien und Methoden der Future Studies. Das Modul dient der Wissensvermittlung und umfasst folgende Lerneinheiten: 2.2.1 Einführung in die Zukunft- und Trendforschung 2.2.2 World Building: A method to imagine change 2.2.3 Kollaborative Innovationsgestaltung 2.2.4 Technology Trend Scouting 2.2.5 Modulprüfung		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Literatur) mit Orientierungsfragen; Lehrvideos, Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen; (virtuelle) Präsenzseminare nach Absprache		

05	Teilnahmevoraussetzungen für die Modulabschlussprüfung Erfolgreicher Abschluss aller Lerneinheiten des Moduls.
06	Prüfungsformen. Es gibt zwei Arten von Modulprüfungen, zwischen denen die Studierenden wählen können: 1. Die Erstellung einer Einsendeaufgabe, im Rahmen einer schriftlichen Hausarbeit von 6 Seiten oder 2. Die mündliche Prüfung von 45 Minuten mit Einreichung eines 2-seitigen Thesenpapiers. Mit den Prüfungen werden die selbständige Reflexion, das Fachwissen und die erworbenen Kompetenzen geprüft.
07	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Abgabe von Einsendeaufgaben (unbenotet), Bearbeitung der auf Moodle bereit gestellten E-Lectures, Literatur und Wissensabfragen
08	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen und weiterbildenden Studien) Sinnvoll für umwelt-, ingenieurwissenschaftliche und nachhaltigkeitswissenschaftlich orientierte Studiengänge und weiterbildende Studien.
09	Stellenwert der Note für die Endnote Siehe Prüfungsordnung für das weiterbildende Studium »Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung DYNERGY« § 9 Abschluss des weiterbildenden Studiums Absatz (3), Fassung vom 20. September 2023.
10	Modulverantwortliche/r / hauptamtlich Lehrende/r: Dr. Julia Reinermann Betreuende: Hannah Bergmann, Dr. Esther Stahl, Jürgen Bertling, Lisa Petibone, Dr. Julia-Lena Reinermann Autor/inn/en: Hannah Bergmann, Dr. Esther Stahl, Jürgen Bertling, Lisa Petibone, Dr. Julia-Lena Reinermann
11	Sonstige Informationen Die Teilnahme an den synchronen Veranstaltungen ist ein konstitutiver Teil des Themenbereichs.

Kursnummer 2.2.2		Lerneinheit Worldbuilding: A method to imagine change	
Workload 30h	ECTS 1		Dauer 8 weeks
01	Betreuungsformen Via the virtual learning environment "Moodle", there are opportunities for exchange with lecturers and fellow students as well as consultation hours by prior arrangement, independent of time and place. There is also a (virtual) introductory seminar.		Selbststudium 16 working hours are allotted to the preparation of the e-lecture, the learning diary and the literature as learning material. Preparation and participation in the online sessions account for 6 working hours. The self-assessment task accounts for 8 hours.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen By the end of the unit the students will have gained an understanding of the method of worldbuilding and how to use it. Furthermore, they will have gained an insight into the importance of creative methods in politics and the role these methods can play in politics.		
03	Inhalte Worldbuilding is the process of creating a fictional universe. It involves creating a setting, characters, and a story. Worldbuilding can be used in a variety of media, including books, movies, and video games. Students learn about the method, its aims and areas of application. Furthermore, they develop their own fictional world in the context of the energy and raw materials transition.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien: Study in blended learning: English teaching videos, Moodle with further literature and the possibility of reflection and discussion forums; (virtual) face-to-face seminar.		
05	Modulverantwortliche/r / hauptamtlich Lehrende/r: Dr. Julia-Lena Reinermann Betreuende: Dr. Lisa Petibone Autor/inn/en: Dr. Lisa Petibone		

Modulnummer 2.3		Modul Akzeptanz, Protest und Partizipation	
Workload 150 h	ECTS 5		Dauer 40 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache. Zusätzlich findet ein (virtuelles) Einführungsseminar statt.		Selbststudium 86 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung der digitalen Lehrmaterialien. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 34 Arbeitsstunden. Für die Vorbereitung und Erbringung der Prüfungsleistung werden 30 Arbeitsstunden angesetzt.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Mit Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, zentrale Akzeptanzfaktoren im Kontext der Energie- und Rohstoffwende zu nennen und einordnen zu können. Darüber hinaus können sie Konfliktmanagementstrategien sowie Verfahren der Einbindung von Bürger*innen in die Gestaltung der Energie- und Rohstoffwende nennen und können die Motive für Protest und Widerstand im Kontext des Megatrends Energiewende erklären und einordnen.		
03	Inhalte Das Modul vermittelt einen Überblick über die theoretischen Grundlagen und empirischen Befunde zu Akzeptanz, Protest und Partizipation. Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Formen und Ursachen von Akzeptanz und Protest zu analysieren und ihre Bedeutung für die Gestaltung gesellschaftlicher Transformationsprozesse zu verstehen. Das Modul setzt sich aus vier Lerneinheiten (2.3.1-2.3.4) und einer Modulprüfung (2.3.5) zusammen. In der Lerneinheit 2.3.1 Umkämpfte Zukunft setzen sich die Studierenden mit der sozialwissenschaftlichen Forschung zu Konflikten und Protesten in der Energiewende sowie den unterschiedlichen Zukunftsvorstellungen, die diesen zugrunde liegen, auseinander. Die Lerneinheit 2.3.2 Bürger*innenbeteiligung in gesellschaftlichen Transformationsprozessen vermittelt Expertise im Feld der Bürger*innenbeteiligung in der Energiewende. Die Lerneinheit 2.3.3 vermittelt Inhalte und Strategien für eine gelingende Energie(wende)kommunikation und in der Lerneinheit 2.3.4 erfolgt eine Einführung in die Technikfolgenabschätzung und Akzeptanzforschung am Beispiel Wasserstoff. Das Modul schließt mit einer Modulprüfung (2.3.5).		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Online bereit gestellte Literatur, E-Lectures, Podcasts, Videos, Lerntagebücher und Online-Sessions.		

05	Teilnahmevoraussetzungen für die Modulabschlussprüfung Erfolgreicher Abschluss aller Lerneinheiten des Moduls.
06	Prüfungsformen Es gibt zwei Arten von Modulprüfungen, zwischen denen die Studierenden wählen können: 1. die Erstellung einer Einsendeaufgabe im Rahmen eines schriftlichen Kurz-Essays von 6 Seiten oder 2. ein Kurz-Referat im Rahmen eines Online-Seminars. Mit den Prüfungen werden die selbstständige Reflexion, das Fachwissen und die erworbenen Kompetenzen geprüft.
07	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Erarbeitung der online bereitgestellten Wissensmaterialien (Literatur, E-Lectures, Podcasts, Videos), Einsendung der Selbstüberprüfungsaufgaben.
08	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen und weiterbildenden Studien) Sinnvoll für umwelt-, ingenieurwissenschaftliche und nachhaltigkeitswissenschaftlich orientierte Studiengänge und weiterbildende Studien.
09	Stellenwert der Note für die Endnote Siehe Prüfungsordnung für das weiterbildende Studium »Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung DYNERGY« § 9 Abschluss des weiterbildenden Studiums Absatz (3), Fassung vom 20. September 2023.
10	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Dr. Julia-Lena Reinermann Betreuende: Dr. Julia-Lena Reinermann, Dr. Sonja Knobbe, Dr. Ilka Gehrke Autor*innen: Dr. Julia-Lena Reinermann, Dr. Sonja Knobbe, Dr. Ilka Gehrke
11	Sonstige Informationen Die Teilnahme an den synchronen Veranstaltungen ist ein konstitutiver Teil des Themenbereichs.

Kursnummer 2.3.1		Lerneinheit Umkämpfte Zukunft: Energiewende?!	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austauschs mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache. Zusätzlich findet ein (virtuelles) Einführungsseminar statt.		Selbststudium 22 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung der E-Lectures, des Lerntagebuchs und des Literaturstudiums. Auf die Selbstüberprüfungsaufgabe entfallen 5 Arbeitsstunden. Auf die Vorbereitung und Teilnahme der Online-Sessions entfallen 3 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden haben ein Verständnis über die verschiedenen Konflikte um erneuerbare Energietechnologien erlangt und Methoden der Konfliktanalyse sowie Konfliktmanagementstrategien kennengelernt.		
03	Inhalte Aktuelle sozialwissenschaftliche Forschung zeigt in ihren Arbeiten zu Konflikten und Protesten in der Energiewende auf, dass deren Entstehung oftmals auf unterschiedlichen Zukunftsvorstellungen in der Gestaltung der Energiewende zurückzuführen sind. Politisch ist erwünscht, dass der Ausbau beschleunigt wird, und es entstehen immer größere Anlagen. Das trifft an vielen Orten in Deutschland auf Widerstand in der lokalen Bevölkerung, die als Betroffene mit eigenen Wünschen und Vorstellungen oft nicht rechtzeitig angehört werden und diese dadurch oft unberücksichtigt bleiben. So werden z.B. relevante Akzeptanzfaktoren, wie Möglichkeiten finanzieller Beteiligung bis hin zu sichtbarem Output für die Gemeinden und Kommunen vor Ort, bisher kaum erfüllt. Ein weiteres Konfliktfeld ist der steigende Bedarf an mineralischen Rohstoffen, die für die Energiewende benötigt werden. Dadurch geraten neben den Konflikten, deren beteiligten Akteuren und Motivlagen auch weltweite Konflikte in den Blick. Wir werden uns in dieser Lerneinheit mit verschiedenen Konflikten beschäftigen sowie Strategien erlernen, die uns darin unterstützen können, ein aktives Konfliktmanagement zu betreiben.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien: Die Lerneinheit setzt sich aus zwei Online-Sessions, kleineren Lehrvideos, Pflichtlektüre und einem Lerntagebuch zusammen. Zunächst treffen sich die Studierenden mit der Dozentin virtuell, um ihre Erwartungen und persönlichen Lernziele kennenzulernen und miteinander in ein Gespräch zu kommen. Anschließend setzen sie sich mit den Lehrvideos und der vorhandenen Literatur auseinander und halten ihre zentralen Erkenntnisse sowie offenen Fragen im Lerntagebuch fest. In einer abschließenden Sitzung kommen die Studierenden mit der Dozentin erneut virtuell zusammen, um die Inhalte zu reflektieren, Ideen und Fragen zu besprechen und mit weiteren Expert*innen in einen Austausch zu kommen. Die Termine für die Online-Sessions werden gemeinsam zwischen den Studierenden und der Dozentin abgestimmt.		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Dr. Julia-Lena Reinermann Betreuende: Dr. Julia-Lena Reinermann Autor*innen: Dr. Julia-Lena Reinermann		

Kursnummer 2.3.2		Lerneinheit Bürgerbeteiligung in gesellschaftlichen Transformationsprozessen	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache. Zusätzlich findet ein (virtuelles) Einführungsseminar statt.		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung der E-Lecture und der Literatur als Lernmaterial. Auf die Selbstüberprüfungsaufgabe entfallen 6 Arbeitsstunden. Auf die Vorbereitung und Teilnahme der Online-Sessions entfallen 4 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können beschreiben, warum Bürger*innenbeteiligung ein wichtiges Element erfolgreicher Transformationsprozesse ist. Sie kennen die wesentlichen Voraussetzungen und Gestaltungsoptionen erfolgreicher Beteiligungsformate und können diese im Hinblick auf einen konkreten Anwendungsfall reflektieren.		
03	Inhalte Die Energiewende ist ein komplexer Transformationsprozess, der die gesamte Gesellschaft betrifft. Sie erfordert tiefgreifende Veränderungen in der Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung. Um diesen Prozess erfolgreich zu gestalten, ist die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger unerlässlich. Bürgerinnen und Bürger haben gegenüber der Energiewende vielfältige Ansprüche. Sie wollen über die Ziele und Maßnahmen der Energiewende informiert und eingebunden werden. Sie wollen ihre eigenen Vorstellungen und Bedürfnisse einbringen können und Einfluss auf die Gestaltung des Transformationsprozesses nehmen. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, bedarf es einer dialogorientierten Bürger*innenbeteiligung. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sie die Bürgerinnen und Bürger auf Augenhöhe einbezieht und ihnen Raum für Mitgestaltung gibt. Neben der Vermittlung dieser Inhalte werden darüber hinaus verschiedene Formen der dialogorientierten Bürger*innenbeteiligung vorgestellt und anhand eines kommunalen Praxisbeispiels, der Entwicklung der Zukunftsstrategie Gladbecks, das Vorgehen beispielhaft erläutert.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien: E-Lecture, Online-Sessions Literatur / Videos / Podcasts zum Selbststudium		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Dr. Julia-Lena Reinermann Betreuende: Dr. Sonja Knobbe Autor*innen: Dr. Sonja Knobbe		

Kursnummer 2.3.3		Lerneinheit Energiekommunikation	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache. Zusätzlich findet ein (virtuelles) Einführungsseminar statt.		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung der E-Lecture und der Literatur als Lernmaterial. Auf die Gruppenarbeit entfallen 8 Arbeitsstunden. Auf die Vorbereitung und Teilnahme der Online-Sessions entfallen 2 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Mit Abschluss der Lerneinheit können die Studierenden die goldenen Regeln gelingender Energiewendekommunikation benennen und zentrale Megatrends im Kontext der Energiewende beschreiben. Weiterhin können sie Faktoren aufzählen, die eine gute Kommunikationsplanung benötigt. Sie sind befähigt mit einer Gruppe eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln.		
03	Inhalte Die Lerneinheit „Energiekommunikation“ setzt sich mit der Kommunikation in der Energiewende auseinander. Für eine gelingende Kommunikation ist neben dem Austausch mit den Menschen, die man für die Energiewende gewinnen will, auch ein Kenntnisstand zukünftiger Entwicklungen relevant. Denn die Energiewende findet gesellschaftlich nicht im "luftleeren Raum" statt: Sie kann sich nur im Kontext anderer tiefgreifender Prozesse sozialen Wandels vollziehen. Digitalisierung, Urbanisierung oder Sicherheit sind "Megatrends", die als Wegweiser gelten, wenn es um die Gestaltung der Zukunft geht. Die Lerneinheit vermittelt Inhalte zu relevanten Megatrends im Kontext der Energiewende sowie Erkenntnissen der Akzeptanz- und Partizipationsforschung, um Menschen kommunikativ für die Energiewende zu gewinnen. Das angeeignete Wissen wenden die Studierenden in einer Gruppenarbeit selbständig an, um Ihre zukünftige Kommunikation zu planen.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien: Online bereitgestellte Literatur, Lerntagebuch, Energiekommunikations-Tool Kit und zwei Online-Sessions		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Dr. Julia-Lena Reinermann Betreuende: Dr. Julia-Lena Reinermann Autor*innen: Dr. Julia-Lena Reinermann		

Kursnummer 2.3.4		Lerneinheit Wasserstoff: Akzeptanz und Konflikte	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 24 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes im Selbststudium unter Nutzung der virtuellen Lernumgebung. Zusätzlich werden für die Selbstüberprüfungsaufgaben 2 Stunden angesetzt und für die Vorbereitung, Teilnahme und Nachbereitung der Online-Sessions 4 Stunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, den Begriff der Akzeptanz zu erklären. Ihnen sind Unterschiede zwischen einzelnen Modellen der Technikfolgenabschätzung, wie dem Office-Modell und der pTA, bekannt. Sie haben ein Verständnis zur frühzeitigen und partizipativen Einbindung von Bürger*innen in die Abschätzung von Technikfolgen. Sie haben die Risikoabschätzung hinsichtlich der Ressource Wasser verstanden und können diese exemplarisch selbst anwenden.		
03	Inhalte Die Lerneinheit „Wasserstofftechnologie: Akzeptanz und Konflikte“ vermittelt den Studierenden Grundlagen der Akzeptanzforschung in der Einführung nachhaltiger Energietechnologien. Der Fokus liegt auf Wasserstofftechnologien. Es werden Konzepte und Methoden der Technikfolgenabschätzung und der Akzeptanzforschung vorgestellt und Formate und Verfahren zur Einbindung von Bürger*innen in die Bewertung nachhaltiger Technologien vorgestellt. Exemplarisch erfolgt vor diesem Hintergrund ein Blick in die Studienlage zur (Nicht-) Akzeptanz von Wasserstofftechnologien und Risikoabschätzungen am Beispiel der Ressource Wasser.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle; Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Dr. Julia-Lena Reineremann Betreuende: Dr. Julia-Lena Reineremann, Dr. Ilka Gehrke Autor*innen: Dr. Julia-Lena Reineremann, Dr. Ilka Gehrke		

Themenbereich 3: Technologieansätze für die Sektorenkopplung

Die Sektorenkopplung bezieht sich auf die Verbindung des Energiesektors mit den Sektoren Industrie, Verkehr und Gebäude, um die Energieeffizienz zu erhöhen und den Einsatz erneuerbarer Energiequellen zu maximieren. Wenn alle Sektoren miteinander vernetzt sind, dann kann mit Hilfe der erneuerbaren Energien der CO₂-Ausstoß reduziert werden. Zur Umsetzung der Sektorenkopplung braucht es Technologien, die Flexibilitätsoptionen bieten und die eine Brücke zwischen den erneuerbaren Energien und den Sektoren Industrie, Gebäude und Mobilität bilden.

Im Themenfeld „Grüner Wasserstoff als Baustein der Sektorenkopplung“ beschäftigen sich die Studierenden mit der Rolle von Wasserstoff im zukünftigen Energie- und Rohstoffsystem. Dabei wird auf die Besonderheiten der Nutzung von Wasserstoff als Energieträger und Rohstoff eingegangen. Im Themenfeld Power-to-X beschäftigen sie sich mit Technologien mit denen unter Einsatz erneuerbarer Energien stoffliche Energieträger produziert werden. Damit wird eine Verknüpfung zwischen energetischen und stofflichen Wertschöpfungsketten geschaffen, die zusätzlich den Einsatz fossiler Rohstoffe verringern kann. Für die Transformation der Industrie ist aber weit mehr als die Nutzung von Wasserstoff oder die Elektrifizierung von Prozessen notwendig, da nach wie vor Kohlenstoff in den Industrieprozessen gebraucht wird. Im Themenfeld Carbon Management geht es um den Aufbau eines Kohlenstoffmanagements, um den bereits im Wirtschaftssystem vorhandenen Kohlenstoff im Kreislauf zu führen und den Eintrag zusätzlicher, fossiler Kohlenstoffmengen und die Entstehung von CO₂ zu vermeiden.

Die Studierenden erwerben Kenntnisse im Bereich der Verbindung des Energiesektors mit den Sektoren Industrie, Verkehr und Gebäude.

Die Studierenden lernen, die Herausforderungen der Transformation zu verstehen und technische Lösungsansätze zu entwickeln.

Der Themenbereich ist insbesondere für Studierende geeignet, die ...

- sich für die technischen Möglichkeiten der Transformation interessieren,
- sich für die Wasserstoffwirtschaft interessieren,
- komplexe Zusammenhänge verstehen wollen.

Synchrone und asynchrone Lernanteile werden im Blended Learning sinnvoll eingesetzt, um das eigenständige und flexibles Lernen sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe zu fördern.

Modulnummer 3.1		Modul Grüner Wasserstoff als Baustein der Sektorenkopplung	
Workload 150 h	ECTS 5		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 80 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 40 Arbeitsstunden. Für die Vorbereitung und Erbringung der Prüfungsleistung (Lerneinheit 3.1.5) werden 30 Arbeitsstunden angesetzt.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sollen nach der Bearbeitung des Moduls in der Lage sein, die wesentlichen Zusammenhänge der Wasserstoffwirtschaft sowie relevante Technologien für den Einsatz von Wasserstoff im Energiesystem und in der Industrie zu benennen, ihren grundlegenden Aufbau und ihre Funktionsweise zu beschreiben sowie zu erläutern, wofür sie eingesetzt werden. Sie kennen die mit der Wasserstoffwirtschaft verbundenen Herausforderungen und Risiken und können hierfür passende Lösungen entwickeln. Die Studierenden haben einen Überblick über neue Technologien und Trends und können deren Potenzial einschätzen. Die Studierenden haben die gängigen Begrifflichkeiten verstanden und können diese aktiv nutzen.		
03	Inhalte Das Modul „Grüner Wasserstoff als Baustein der Sektorenkopplung“ vermittelt ein grundlegendes Verständnis zur Rolle von Wasserstoff im zukünftigen Energie- und Rohstoffsystem. Dabei wird auf die Besonderheiten der Nutzung von Wasserstoff als Energieträger und Rohstoff eingegangen. Neben den Nutzungspfaden werden auch die wesentlichen Merkmale des Aufbaus der Wasserstoffinfrastruktur, des Wasserstofftransports und der Wasserstoffspeicherung vermittelt. Bei den Herstellungsverfahren stehen insbesondere die Technologien zur Herstellung „grünen“ Wasserstoffs im Mittelpunkt. Das Modul ist in die folgenden Lerneinheiten gegliedert • Wasserstoff im Energie- und Produktionssystem • Die Akzeptanz von Wasserstoff • Herstellung, Transport und Speicherung von Wasserstoff • Einsatz von Wasserstoff in der Industrie (wahlweise) • Einsatz von Wasserstoff im Energiesystem (wahlweise)		

04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen
05	Teilnahmevoraussetzungen für die Modulabschlussprüfung Erfolgreicher Abschluss von vier Lerneinheiten des Moduls.
06	Prüfungsformen Einsendeaufgabe, die die selbständige Reflexion und Operationalisierung einer wissenschaftlichen Fragestellung sowie Fachwissen und Kompetenzen prüft.
07	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
08	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen und weiterbildenden Studien) Sinnvoll für umwelt- und ingenieurwissenschaftlich sowie informationstechnisch orientierte Studiengänge und weiterbildende Studien.
09	Stellenwert der Note für die Endnote Siehe Prüfungsordnung für das weiterbildende Studium »Interdisziplinäres Studium zur Dynamik der Sektorenkopplung DYNERGY« § 9 Abschluss des weiterbildenden Studiums Absatz (3), Fassung vom 20. September 2023.
10	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Prof. Dr. Görge Deerberg Betreuende: Dr.-Ing. Esther Stahl, Dr. Andreas Menne Autor*innen:
11	Sonstige Informationen

Kursnummer 3.1.1		Lerneinheit Wasserstoff im Energie- und Produktionssystem	
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 10 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die speziellen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff und können die Rolle von Wasserstoff im zukünftigen Energie- und Rohstoffsystem erklären. Die Studierenden können die Besonderheiten der Nutzung von Wasserstoff als Energieträger und Rohstoff beschreiben. Die Studierenden sind diskussionsfähig über die strategische Bedeutung von Wasserstoff im Hinblick auf ein weitestgehend CO ₂ -freies zukünftiges Energie- und Rohstoffsystem. Die Studierenden können die wesentlichen Herausforderungen benennen.		
03	Inhalte Die Lerneinheit „Wasserstoff im Energie- und Produktionssystem“ geht auf die Frage ein, wieso Wasserstoff von entscheidender Bedeutung im zukünftigen Produktionssystem ist. Dazu wird auf die Treibhausgasminderungsziele und die Wasserstoffstrategien in Deutschland und Europa Bezug genommen. Um Nutzungsszenarien für Wasserstoff bewerten zu können, wird auf die Eigenschaften von Wasserstoff eingegangen. • Wasserstoff als Energieträger • Historie der Wasserstoffgewinnung und Nutzung • Die neue strategische Bedeutung von Wasserstoff • H₂-Strategien • Einordnung und Bedeutung der Transformationsaufgabe In Übungen werden regionale Wasserstoffstrategien recherchiert und in Bezug auf eine zukünftige H ₂ -Wirtschaft und verschiedenste Einsatzgebiete und Anwendung eingeordnet und diskutiert.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Prof. Dr. Görgе Deerberg Betreuende: Dr.-Ing. Esther Stahl Autor*innen: Dr.-Ing. Esther Stahl		

Kursnummer 3.1.2		Lerneinheit Herstellung, Transport und Speicherung von Wasserstoff	
Workload 30 h		ECTS 1	Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 10 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden verstehen die heutigen und zukünftigen Prozesse der Wasserstoffherstellung und können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Herstellungsverfahren in Bezug auf Effizienz, Kosten und Umweltauswirkungen beziehungsweise CO2-Neutralität beschreiben. Die Studierenden können das Verfahren der Elektrolyse beschreiben und den Aufbau eines Elektrolyseurs skizzieren. Die Studierenden kennen unterschiedliche Transport- und Speicheroptionen für Wasserstoff. Sie sollen die Fähigkeit entwickeln, die Herausforderungen im Wasserstofftransport zu identifizieren und mögliche Lösungsansätze zu diskutieren. Des Weiteren sollen sie die Fähigkeit entwickeln, verschiedene Speichermethoden kritisch zu bewerten und ihre Anwendbarkeit in verschiedenen Kontexten zu beurteilen.		
03	Inhalte Die Lerneinheit „Herstellung, Transport und Speicherung von Wasserstoff“ vermittelt einen umfassenden Einblick in die verschiedenen Aspekte der Wasserstoffwirtschaft. Ziel ist es, ein tiefgehendes Verständnis für die Prozesse der Wasserstoffherstellung, den Transport sowie die verschiedenen Speichermethoden zu vermitteln. Die Wasserstoffherstellung wird detailliert behandelt, wobei verschiedene aktuelle sowie auch zukünftige und im Forschungsstadium befindliche Herstellungsverfahren betrachtet werden. Dabei werden nicht nur die technologischen Prozesse beleuchtet, sondern auch ökonomische und ökologische Aspekte diskutiert. Der zweite Teil der Lerneinheit widmet sich dem Transport von Wasserstoff. Es werden verschiedenen Transportmittel wie Pipelines, Tankwagen und Schiffe vorgestellt. Die Analyse bestehender und geplanter Wasserstoff-Infrastruktur ermöglicht den Studierenden einen Einblick in reale Anwendungen. Der dritte Schwerpunkt liegt auf den verschiedenen Speichermethoden für Wasserstoff. Dabei werden Druckspeicherung, Flüssiggasspeicherung und chemische Speicherung ausführlich behandelt. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Speichertechnologien werden dargestellt, sodass die passende Speichermethode je nach Anwendungsfall bewertet werden kann.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Prof. Dr. Gorge Deerberg Betreuende: Autor*innen: Dr. Andreas Menne; Bärbel Egenolf-Jokemanns; Kerstin Schwarze-Benning		

Kursnummer 3.1.3	Lerneinheit Einsatz von Wasserstoff in der Industrie (Stahl, Chemie, Raffinerie, Petrochemie)		
Workload 30 h	ECTS 1		Dauer 8 Wochen
01	Betreuungsformen Über die virtuelle Lernumgebung „Moodle“ bestehen zeit- und ortsunabhängig Möglichkeiten des Austausches mit Lehrenden und Mitstudierenden sowie Sprechstunden nach vorheriger Absprache.		Selbststudium 20 Arbeitsstunden entfallen auf die Bearbeitung des digitalen Skriptes als Lernmaterial. Auf das Selbststudium und die Aufgaben in der virtuellen Lernumgebung entfallen 10 Arbeitsstunden.
02	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sollen ein fundiertes Fachwissen über die verschiedenen Anwendungsbereiche von Wasserstoff in der Industrie entwickeln. Sie verstehen, wie Wasserstoff als Schlüsselkomponente in verschiedenen industriellen Prozessen eingesetzt wird, um Energieeffizienz zu steigern und Emissionen zu reduzieren. Die Studierenden verstehen die H ₂ -Nutzungspfade/-Anwendungen in der Prozessindustrie und können diese beschreiben. Die Studierenden kennen die Prozesse der Wasserstoffnutzung in der Raffinerie und verschiedene Raffinerietypen. Die Studierenden können die Nutzung von Wasserstoff für Biotreibstoffe in der Raffinerie (Co-Processing) beschreiben. Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Naphtha/Wasserstoff als Verbindungsglied zwischen Raffinerie und Petrochemie.		
03	Inhalte Die Lerneinheit bietet den Studierenden einen umfassenden Einblick in die vielfältigen Anwendungen von Wasserstoff im industriellen Kontext. Ziel ist es, ein tiefgehendes Verständnis für die Bedeutung von Wasserstoff als Schlüsselkomponente für die Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung in verschiedenen Industriezweigen wie Raffinerien sowie in der Stahl-, Zement- und Kalkindustrie zu vermitteln. Der Einsatz von Wasserstoff in der Industrie erfolgt vor dem Hintergrund der Energiewende, wobei die Studierenden die besondere Relevanz von Wasserstoff als emissionsarmen Energieträger für die Industrie verstehen sollen. Dabei werden technologische, wirtschaftliche und regulatorische Aspekte beleuchtet. Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Vor- und Nachteile des Wasserstoffeinsatzes in verschiedenen Industriezweigen kritisch zu analysieren und Lösungsansätze für spezifische Herausforderungen zu entwickeln.		
04	Lehrformen und Lehrmaterialien Studium im Blended Learning: digitales Skript (Online-Lernplattform) mit Übungsaufgaben zur Selbstkontrolle (model-based learning im JupyterLab); Moodle mit Wissensabfragen und Diskussionsforen		
05	Modulverantwortliche*r / hauptamtlich Lehrende*r: Prof. Dr. Gorge Deerberg Betreuende: Autor*innen: Andreas Menne, Axel Kraft		