
Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme

Modulhandbuch

Erneuerbare Energien

Master of Science

Inhalt

1	Studiengangbeschreibung.....	3
2	Absolvent*innenprofil.....	3
3	Handlungsfelder.....	3
4	Studienverlaufsplan tabellarisch.....	4
6	Studienverlaufsplan schematisch.....	6
7	Alternativer Studienverlaufsplan.....	7
8	Mobilitätsfenster.....	8
9	Module	9
9.1	Masterprojekt	9
9.2	Modellierung von Energiesystemen	10
9.3	Globale Wasserstofferzeugungs- und -nutzungspfade.....	12
	Vertiefungsmodule Methodik.....	14
9.4	CFD - Computational Fluid Dynamics	14
9.5	Thermodynamische Modellbildung.....	16
9.6	Systemtechnik für Energieeffizienz	18
9.7	Management of International Renewable Energy Projects.....	20
9.8	Finite Elemente Methode.....	22
9.9	Energy Economics and Environment	24
	Vertiefungsmodule Technologie.....	26
9.10	Management in Energieverbundsystemen.....	26
9.11	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen	28
9.12	Regenerative Erzeugung und Nutzung von biogener Energie.....	30
9.13	Simulation geo- und solarthermischer Systeme.....	33
9.14	Stromnetze für Erneuerbare Energien	35
9.15	Technologien der Energiespeicherung.....	37
9.16	Hochspannungsübertragungstechnik.....	38
9.17	Entwicklung von Photovoltaik	40
9.18	Masterarbeit mit Kolloquium	42
10	Modulmatrix	43

1 Studiengangbeschreibung

Der dreisemestrige Masterstudiengang baut konsekutiv auf den siebensemestrigen Bachelorstudiengang „Erneuerbare Energien“ der TH Köln auf. Während der Bachelorstudiengang den Schwerpunkt auf fachlich-methodische Fähigkeiten im gesamten Einsatzfeld der erneuerbaren Energien setzt, ermöglicht der Masterstudiengang eine individuelle wissenschaftliche Vertiefung in relevanten Forschungsgebieten des Einsatzes erneuerbarer Energien. Um dies zu ermöglichen, lässt der Studiengang großen individuellen Freiraum. Die Kompetenz, auch komplexe Energiesysteme zu modellieren, um sie zeitbasiert (z. B. wetterdatenbasiert über ein Jahr) zu simulieren, ist ebenso ein Pflichtbestandteil des überarbeiteten Curriculums geworden wie die Kompetenz, globale und technische Randbedingungen der wasserstoffbasierten Erzeugungspfade von Energieträgern zu analysieren und Konzepte der Wertschöpfungskette zu erstellen. Dabei legt der Studiengang großen Wert darauf, dass die Studierenden ihr Handeln in einer sich wandelnden Gesellschaft reflektieren und sich ihrer Verantwortung ihres Wirkens im internationalen Kontext bewusst werden. Die weitere forschende Vertiefung gliedert sich in je einen Katalog aus methodischen und technologischen Vertiefungsmodulen, in denen wissenschaftliches Arbeiten in verschiedenen Handlungsfeldern der erneuerbaren Energien vertieft wird. Hierbei profitiert das Studienprogramm von einer engen Zusammenarbeit und bestehenden Kooperationen mit der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik, der Fakultät für Raumentwicklung und Infrastruktursysteme sowie der Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften der TH Köln. Im zweisemestrigen Modul „Masterprojekt“ durchlaufen die Studierenden die wesentlichen Meilensteine eines Forschungsprojektes. Nach der Einarbeitung in ein Themenfeld werden Forschungsfragen formuliert und wissenschaftliche Methoden zu deren Beantwortung angewandt. In den meisten Fällen werden die Projektgruppen von Doktorand*innen innerhalb ihres spezifischen Forschungsgebiet betreut. Die Ergebnisse werden in Form eines englischsprachigen Posters auf einer studiengangsübergreifenden Posterausstellung präsentiert. Ein zu erstellendes, wissenschaftliches Paper muss den formellen Anforderungen zur Veröffentlichung in einem Journal genügen. Einige dieser Paper durchliefen bereits in der Vergangenheit erfolgreich den Review-Prozess anerkannter Journals.

2 Absolvent*innenprofil

Die Absolventinnen und Absolventen sind in Energieversorgungsunternehmen und bei Dienstleistern, kommunalen Einrichtungen, Sachverständigen- und Planungsbüros sowie vergleichbaren Abteilungen in der Industrie als Ingenieurinnen und Ingenieure auch international tätig. Sie analysieren und bewerten die energetische Situation komplexer Systeme, beispielsweise die Kopplung der Strom-, Gas-, Wärme- und Mobilitätsinfrastruktur und betrachten dabei nicht nur den regionalen, sondern auch den globalen Kontext. Da sie eine klare Vorstellung von einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Versorgung haben, betrachten sie hierbei die Transformation als einen gerichteten Prozess, der einzelne Umbauprojekte nicht nur an aktuellen Rahmenbedingungen misst, sondern deren Zukunftsfähigkeit, also die Beständigkeit unter sich in der Logik der Energiewende verändernden, politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Sie planen und koordinieren die Aktivitäten zur nachfolgenden Detailplanung, zur Projektumsetzung und zum Betrieb und arbeiten interdisziplinär mit Partnerfirmen, Fachexperten und Interessensgruppen zusammen. In Forschungseinrichtungen erarbeiten sie die wissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der erneuerbaren Energien. Sie entwickeln neuartige Technologien und Konzepte zur nachhaltigen Energieversorgung. Die Absolventinnen und Absolventen setzen ihre sozialen, kommunikativen, interdisziplinären und interkulturellen Kompetenzen in allen genannten Berufsfeldern ein.

3 Handlungsfelder

Folgende vier Handlungsfelder im Master Erneuerbare Energien lassen sich aus den Anforderungen aus der Industrie und den Berufsfeldern / Arbeitsfeldern der Absolventen ableiten:

1. Projektierung von EE-Systemen im internationalen Kontext

Das Handlungsfeld umfasst die Planung und Organisation von EE-Systemen in interdisziplinären und internationalen Teams. Hierbei stehen die strukturierte, technologiespezifische Projektplanung sowie der Einsatz moderner Planungstools im Vordergrund.

2. Virtuelle Abbildung von EE-Systemen

Mit zunehmender Digitalisierung der Energienetze werden Gestaltung und professioneller Umgang mit Medien und Tools des Datenmanagements, der Simulation und der modellbasierten Steuerung von Energiesystemen zunehmend wichtiger im beruflichen Alltag.

3. Forschen in Erneuerbaren Energien

Der Master of Science stärkt die Kompetenz der wissenschaftlichen Forschung sowie der wissenschaftlichen Problemanalyse, was für gestaltende und leitende Tätigkeiten in technologiebasierten Unternehmen unabdingbar ist. Dies geschieht durch Tätigkeit im wissenschaftlichen Umfeld, Verfassen und Vortragen von wissenschaftlichen Inhalten und Dokumenten.

4. Management im Berufsfeld der Erneuerbaren Energien

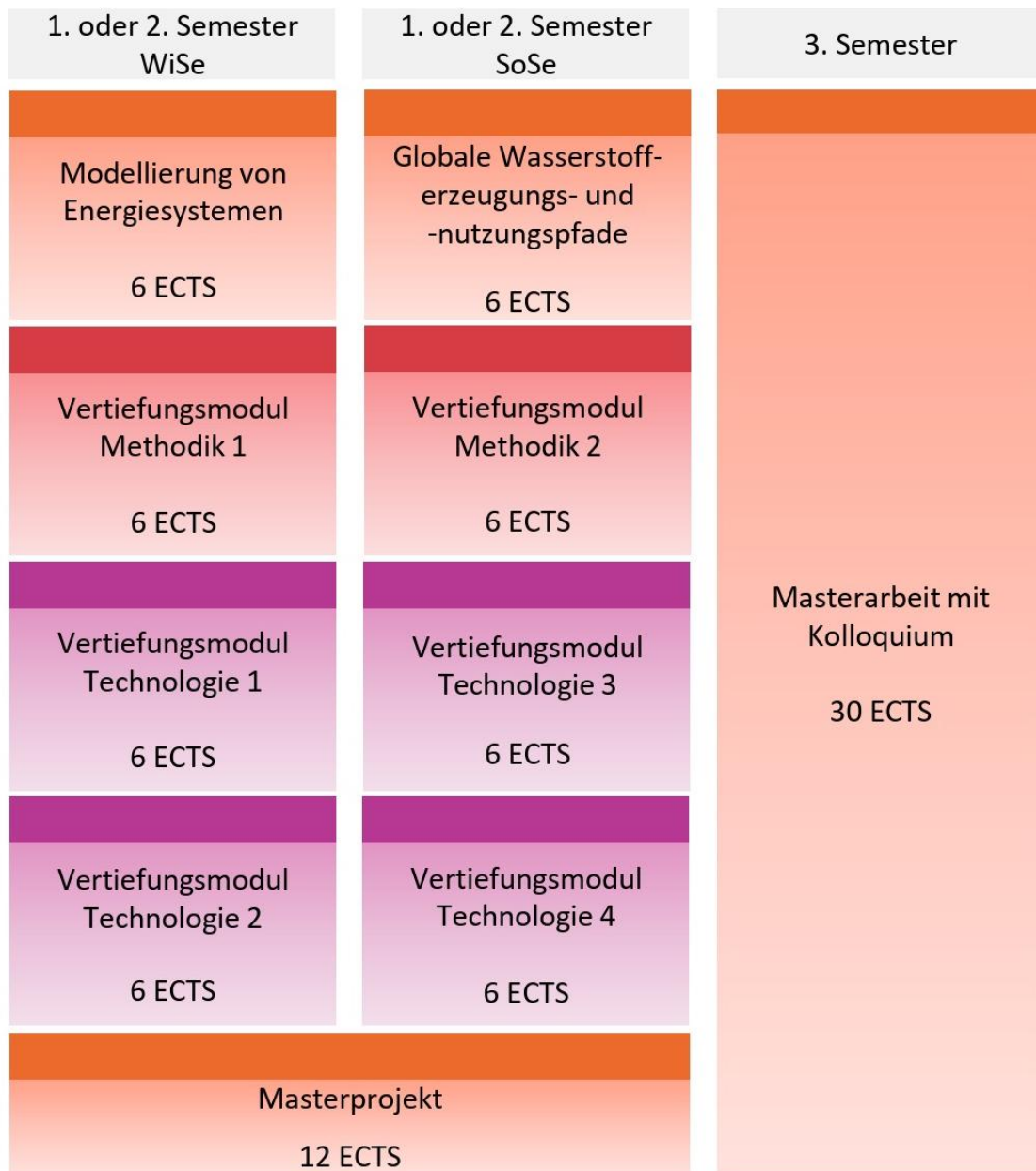
Im Handlungsfeld von Entscheidungsträgern wird die Handlungskompetenz des Entscheidens als wesentlich identifiziert. Hierzu gehört das methodische Vorgehen, verschiedene Optionen auf Basis technischer und wirtschaftlicher Parameter zu vergleichen und wissensbasierte Entscheidungen herbeizuführen.

4 Studienverlaufsplan tabellarisch

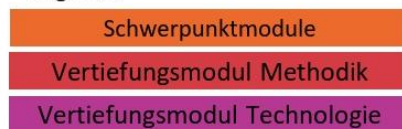
Semester	M-Nummer	Modulbezeichnung	Credits
1. und 2. WiSe und SoSe	9M202	Masterprojekt	12
1. WiSe			
	9M203	Modellierung von Energiesystemen	6
		Vertiefungsmodul Methodik – 2 à 6 Credits	
	9M332	CFD - Computational Fluid Dynamics	6
	9M204	Thermodynamische Modellbildung	6
	SYE	Systemtechnik für Energieeffizienz	6
	9M205	Management of International Renewable Energy Projects	6
		Vertiefungsmodul Technologie – 4 à 6 Credits	
	MEVS	Management in Energieverbundsystemen	6
	LSPW	Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen	6
	RENE	Regenerative Erzeugung und Nutzung von biogener Energie	6
2. SoSe			
	9M206	Globale Wasserstofferzeugungs- und -nutzungspfade	6
		Vertiefungsmodul Methodik – 2 à 6 Credits	
	FEM	Finite Elemente Methode	6
	9M207	Energy Economics and Environment	6
		Vertiefungsmodul Technologie – 4 à 6 Credits	

	9M208	Simulation geo- und solarthermischer Systeme	6
	SNEE	Stromnetze für Erneuerbare Energien	6
	9M209	Technologien der Energiespeicherung	6
	HSÜT	Hochspannungsübertragungstechnik	6
	9M210	Entwicklung von Photovoltaik	6
3. SoSe und WiSe			
	9M211	Masterarbeit mit Kolloquium	30

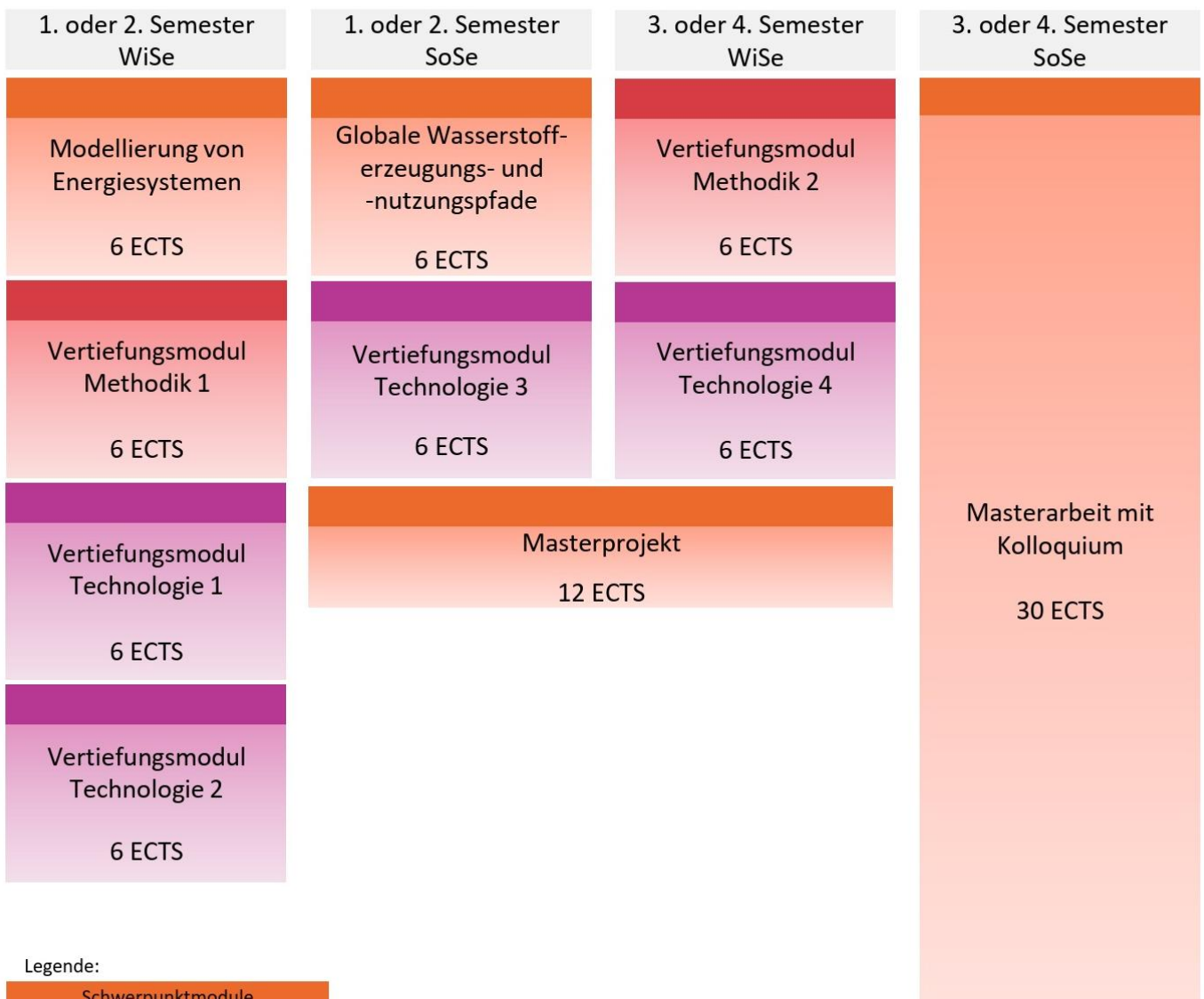
6 Studienverlaufsplan schematisch



Legende:



7 Alternativer Studienverlaufsplan



Legende:

Schwerpunktmodule
Vertiefungsmodul Methodik
Vertiefungsmodul Technologie

8 Mobilitätsfenster

Im Rahmen des Studiums kann ein Auslandsaufenthalt entweder als Auslandssemester oder als im Ausland absolvierte Praxisphase realisiert werden.

In Bachelorstudiengängen wird ein Auslandsaufenthalt in der Regel ab dem 4. Semester empfohlen, da zu diesem Zeitpunkt die notwendigen fachlichen Grundlagen gelegt sind und sich der Aufenthalt gut in den weiteren Studienverlauf integrieren lässt. In Masterstudiengängen ist ein Auslandsaufenthalt aufgrund der meist flexibleren Studienstruktur grundsätzlich in jedem Semester möglich.

Die Fakultät verfügt über verschiedene internationale Aktivitäten und Kooperationen. Zentrale Informationen zum Themenfeld Internationales, einschließlich Ansprechpartnern der Fakultät, sind auf folgender Webseite der Fakultät abrufbar (https://www.th-koeln.de/anlagen-energie-und-maschinensysteme/internationales_46464.php).

Eine Übersicht der bestehenden Partnerhochschulen der TH Köln, findet sich auf der zentralen Seite zu den Partnerhochschulen (https://www.th-koeln.de/internationales/partnerhochschulen_2031.php).

Darüber hinaus stellt das Hochschulreferat Internationale Angelegenheiten umfassende Informationen für Outgoing-Studierende bereit, unter anderem zu Finanzierung und Stipendien, Vorbereitung sowie internationalen Programmen (https://www.th-koeln.de/internationales/outgoings_1985.php).

9 Module

9.1 Masterprojekt

Modulnummer:	9M202
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	12
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Dauer des Moduls:	Zweimestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1-2
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. rer. nat. Ulf Blieske
Dozierende:	Alle Professor*innen des CIRE
Learning Outcome:	Die Studierenden können ein Forschungsvorhaben durchführen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse bewerten und einordnen, indem sie wissenschaftliche Methoden auf ein eigenes Forschungsvorhaben aus dem Bereich der erneuerbaren Energien anwenden und dieses in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung dokumentieren sowie dieses in verständlicher Weise einem Fachpublikum vortragen, um später im Bereich der erneuerbaren Energien erfolgreich zu forschen.
Modulinhalte:	Studierende entwickeln in Projektteams ihr eigenes Forschungsvorhaben bzw. werden in aktuelle Forschungsvorhaben integriert. Sie diskutieren die Ergebnisse des Vorhabens sowohl in englischer als auch in deutscher Sprache und erarbeiten zu ihrem Forschungsvorhaben eine wissenschaftliche Veröffentlichung in englischer Sprache. Die Studierenden erarbeiten eine Präsentation zu ihrem Forschungsvorhaben und stellen diese in englischer Sprache vor.
Lehr- und Lernmethoden:	Projektarbeit
Prüfungsformen:	Projektbericht: Papers (70%) Referat: Posterpräsentation (30%)
Workload (30 Std. \cong 1 ECTS credit):	360 Std./12 Credits Projektarbeit 360 Std.
Präsenzzeit:	Keine
Selbststudium:	360 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	Lindenlauf, F. (2022): Wissenschaftliche Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften; 1. Aufl.; Springer Spektrum; ISBN-10: 3658367350
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	23.07.2025

9.2 Modellierung von Energiesystemen

Modulnummer:	9M203									
Art des Moduls:	Pflichtmodul									
ECTS credits:	6									
Sprache:	Deutsch									
Dauer des Moduls:	Einsemestrig									
Empfohlenes Studiensemester:	M2									
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester									
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Arjuna Nebel									
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Arjuna Nebel									
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können Energiesysteme modellieren und simulieren, indem die Fragestellung spezifizieren, die Systemgrenzen festlegen, geeignete Modellierungswerkzeuge auswählen, ein Energiesystemmodell implementieren, geeignete Annahmen treffen und Daten einbinden und Ergebnisse interpretieren und validieren, um Aussagen über techno-ökonomische Ausprägungen von verschiedenen Energiesystemen treffen zu können und optimale Systemkonfigurationen aufzuzeigen.</p>									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der objektorientierten Programmiersprache Python • Grundlagen der Energiesystemmodellierung • Grundlagen der mathematischen Optimierung • Umgang mit einer aktuellen Simulationssoftware wie z. B. Python in Jupyter Notebooks und der Bibliothek PyPSA • Simulation von Energiesystemen • Interpretation und Validierung • Beschränkungen der Energiesystemmodellierung 									
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Das seminaristische Format verzahnt Lehrvortrag, Diskussionen und Interaktionen und ermöglicht den Studierenden, das neuerworbene Wissen direkt anzuwenden und interaktiv zu überprüfen. Prinzipiell ist das Lehrformat am problemorientierten Lernen orientiert.</p> <p>In der wöchentlich stattfindenden offenen Modellierungs- und Übungsstunde werden Fragen zur semesterbegleitenden Programmierung von Energiesystemen beantwortet und Übungsfallbeispiele diskutiert.</p>									
Prüfungsformen:	Mündliche Prüfung (100%)									
Workload (30 h \triangleq 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar / Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung / Simulation</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>120 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Seminar / Vorlesung	30 Std.	Übung / Simulation	60 Std.	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
180 Std./6 Credits										
Seminar / Vorlesung	30 Std.									
Übung / Simulation	60 Std.									
Vor- und Nachbereitung	120 Std.									
Präsenzzeit:	60 Std.									
Selbststudium:	120 Std.									
Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Kenntnisse in</p> <ul style="list-style-type: none"> • der Informatik, • der elektrischen Energietechnik, • der Energiespeicher • der regenerativen und konventionellen Energieerzeugungstechnologien 									

	<ul style="list-style-type: none">• der Energiewirtschaft
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Quaschnig, V. (2019): Regenerative Energiesysteme; 10. Aufl.; München: Carl Hanser Verlag• Taylor, J. A. (2018): Convex Optimization of Power Systems; 1. Aufl.; Cambridge: University Press
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.3 Globale Wasserstofferzeugungs- und -nutzungspfade

Modulnummer:	9M206
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M2
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Peter Stenzel
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Peter Stenzel
Learning Outcome:	Die Studierenden konzeptionieren und bewerten globale, auf erneuerbaren Energien basierende, Energiepfade, indem sie, für Länder und Regionen, mit günstigen Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien im globalen Kontext, Konzepte zum Auf- bzw. Ausbau der lokalen Energieversorgung auf Basis von erneuerbarem Strom (u. A. aus Wind, PV, Wasserkraft, Geothermie) erstellen, Anlagen zur Wasserstofferzeugung auf Basis des Überschussstroms auslegen und die unter technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten besten Transport- Verteil-, und Nutzungstechnologien wählen, um die ingenieurwissenschaftliche Basis zur verantwortungsvollen Planung von nachhaltigen, gerechten und wirtschaftlichen internationalen Energiepartnerschaften durch Unternehmen und Staaten zu schaffen.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible Sektorenkopplung mit Wasserstoff • Globale Wasserstoffwirtschaft (Handels- und Finanzströme, Nachhaltigkeitsaspekte, Soziale Implikationen) • Grundlagen, Eigenschaften und Sicherheit von Wasserstoff • Wasserstofferzeugung • Wasserstoffspeicherung • Transport von Wasserstoff und Derivaten (Ammoniak, Methanol, synthetisches Methan, LOHC, LH₂ etc.) • Elektrolyse und Brennstoffzelle • Wasserstoffnutzung - Stofflicher Einsatz in der Industrie • Wasserstoffnutzung - Verkehr • Wasserstoffnutzung - Strom • Wasserstoffnutzung - Fernwärme, Raumwärme, Prozesswärme • Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen im Bereich Wasserstoff
Lehr- und Lernmethoden:	<p>In Vorlesungen werden die technischen und methodischen Grundlagen für die vergleichende Bewertung und Auslegung wasserstoffbasierter Energiepfade und deren Komponenten gelegt. Die technologiespezifischen Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile von Technologien für verschiedene Anwendungen werden durch die Betrachtung aktueller Fallbeispiele gemeinsam herausgearbeitet.</p> <p>Im Rahmen des Seminars werden Fragen zur semesterbegleitenden Projektarbeit zur Auslegung globaler Wasserstoffversorgungspfade beantwortet und Übungsfallbeispiele diskutiert.</p> <p>In Exkursionen werden die Lehrinhalte aus den Vorlesungen vertieft.</p>
Prüfungsformen:	<p>Projektarbeit (40 %)</p> <p>Mündliche Prüfung (60 %)</p>

Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits
	Vorlesung 70 Std.
	Seminar/ Übung 40 Std.
	Vor- und Nachbereitung 60 Std.
	Exkursion 10 Std.
Präsenzzeit:	70 Std.
Selbststudium:	110 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in <ul style="list-style-type: none"> • der Simulation von Energiesystemen, • der Technischen Thermodynamik, • der Bioenergie und regenerativen Gastechnik, • der Energiewirtschaft und Energiepolitik
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Cerbe, G., Lendt, B. (2017): Grundlagen der Gastechnik; 1. Aufl.; München: Carl Hanser Verlag • Schmidt, T. (2020): Wasserstofftechnik; 1. Aufl.; München: Carl Hanser Verlag • Sterner, M., Stadler, I. (2017): Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; 2. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

Vertiefungsmodule Methodik

9.4 CFD - Computational Fluid Dynamics

Modulnummer:	9M332																
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik																
ECTS credits:	6																
Sprache:	Englisch																
Dauer des Moduls:	Einsemestrig																
Empfohlenes Studiensemester:	M1																
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester																
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Ziller																
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Ziller, Herr Sturm, M.Eng.																
Learning Outcome:	Die Studierenden können Aufgabenstellungen in Zusammenhang mit Strömungsprozessen formulieren und modellieren, mit numerischen Methoden lösen, die Ergebnisse analysieren und deren Genauigkeit beurteilen, indem sie in Beispielen und in einem eigenen Projekt das Softwaretool ANSYS Fluent einsetzen, um Strömungsgeometrien und Netzen zu erzeugen, geeignete numerische Lösungsmethoden und Modelle anzuwenden und die Ergebnisse zu visualisieren und validieren, um reale Strömungsvorgänge sowohl in technischen als auch wissenschaftlichen Themenbereichen zur Optimierung und Analyse numerisch simulieren zu können.																
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen - was ist CFD: Aufbau und Möglichkeiten numerischer Strömungssimulation • Navier-Stokes-Gleichungen • Mathematische Modellbildung: zeitliche und räumliche Diskretisierungsmethoden, Finite-Volumen • Numerische Lösungsmethoden, Konvergenzkriterien • Netze und Gitter • Turbulenzmodelle und Wandfunktionen • Randbedingungen • Wärmeübertragungsmodelle (Konvektion, Leitung, Strahlung) • Validierung, Fehlerbetrachtung (Art, Ursache, Vermeidung) 																
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Die Vorlesung zur Besprechung der Grundlagen, die anhand von Beispielen und einfachen Excel-Programmierungen veranschaulicht wird. Zum Ende des Moduls wird ein Anwender aus der Praxis von seinen Erfahrungen berichten.</p> <p>Übungen/Rechnerpraktikum zum Erlernen der Bedienung des Softwarepakets ANSYS Fluent (Studierendenversion).</p> <p>Die selbständige Bearbeitung eines eigenen Projektes in Kleinstgruppen: Definition des Projektziels innerhalb des vorgegebenen Rahmens, Durchführung der CFD-Simulationen, Erstellung Poster oder Bericht, Ergebnispräsentation. Wöchentliche Reflexion des Projektfortschritts mit den Dozenten.</p> <p>Materialien zur Vor- und Nachbereitung (Vorlesungsmaterial, Übungsbeispiele, Vorgaben Projektarbeit) sind online in ILIAS</p>																
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)																
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td></td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung/Rechnerpraktikum</td> <td></td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td></td> <td>75 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td></td> <td>60 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits			Vorlesung		30 Std.	Übung/Rechnerpraktikum		15 Std.	Projektarbeit		75 Std.	Vor- und Nachbereitung		60 Std.
180 Std./6 Credits																	
Vorlesung		30 Std.															
Übung/Rechnerpraktikum		15 Std.															
Projektarbeit		75 Std.															
Vor- und Nachbereitung		60 Std.															

Präsenzzeit:	45 Std.
Selbststudium:	135 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in: Strömungslehre Numerische Mathematik
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Ansys Inc. (Hrsg.), (2006): ANSYS CFX-Solver Theory Guide; [o.Aufl.]; [o.O.] • Laurien, E.; Oertel, H. (2013): Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit; 5., überarb. und erw. Aufl.; Wiesbaden: Springer Vieweg • Ferziger, J. H.; Perić, M. (2002): Computational methods for Fluid Dynamics; 3.überarb. Aufl; Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag • Wendt, J. F.; Anderson, J. D. (Hrsg), (2009): Computational Fluid Dynamics; 3. überarb. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag • Oertel jr., H. (Hrsg) (2012): Prandtl – Führer durch die Strömungslehre: Grundlagen und Phänomene; 13., überarb. Aufl.; Wiesbaden: Springer Verlag • Lecheler, S. (2014): Numerische Strömungsberechnung: Schneller Einstieg durch anschauliche Beispiele mit ANSYS 15.0; 3., aktual. Aufl.; Wiesbaden: Springer Verlag
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Maschinenbau, Master Verfahrenstechnik – Prozessintensivierung, Master Green Building Engineering
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.5 Thermodynamische Modellbildung

Modulnummer:	9M204									
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik									
ECTS credits:	6									
Sprache:	Englisch									
Dauer des Moduls:	Einsemestrig									
Empfohlenes Studiensemester:	M1									
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester									
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Klaus Lambers									
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Klaus Lambers									
Learning Outcome:	Die Studierenden modellieren thermische Energiewandlungssysteme, indem sie den ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik sowie grundlegende Rechenverfahren der Wärmeübertragung anwenden, um thermische Systeme in beliebigen Simulationsumgebungen basierend auf grundlegenden physikalischen Zusammenhänge abzubilden.									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Abgrenzung von Systemen zur Schaffung von thermodynamischen Bilanzräumen • Definition der Begriffe Arbeit und Wärme als integrale Größen von Arbeitsstrom und Wärmestrom • Thermodynamisches Verständnis der Zustandsgröße Energie und seiner Erscheinungsformen • Ermittlung der Energie und Energieanteile eines Wärmestroms mittels eines T, - Diagramms • Energiewandlungsmaschinen und deren Effizienz • Berechnung des Wärmedurchgangs mittels Wärmeübergangskoeffizienten und Wärmeleitfähigkeit • Darstellung von Clausius-Rankine-Prozessen und Wärme- bzw. Kälteprozessen im log p,h-Diagramm unterschiedlicher Arbeitsstoffe zur Ermittlung von Systemeffizienzen und zur Auslegung der Hauptanlagenkomponenten • Berechnung und numerische Abbildung thermischer Energiespeicher • Herleitung von Gleichungssystem zur Modellierung von Wärmepumpen und thermischen Kraftwerksprozessen (ORC) 									
Lehr- und Lernmethoden:	In Vorlesungen, Vertiefungs- und Übungsveranstaltungen werden zunächst die Grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten erarbeitet und auf anschauliche Probleme der thermischen erneuerbaren Energietechnik angewandt. Dabei nimmt das Verständnis von Begriffen und Konzepten großen Raum ein. Ziel ist es zum einen, dass die Studierenden thermische Energiesystem numerisch beschreiben können, zum anderen wird auch das Abstraktionsvermögen von thermischen Energiesystemen und der Dialog hierüber gefördert. Eine große Herausforderung stellt hierbei gemäß der Conceptual-Change-Theorie die Veränderung bereits tief verankerter Konzepte dar. Beispielsweise unterscheidet sich die Definition des Begriffs der Wärme der Thermodynamik deutlich von Begriffsdefinitionen anderer Fachdisziplinen.									
Prüfungsformen:	Klausur (100%)									
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit) :	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">180 Std./6 Credits</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung / Seminar</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Lernumgebung ILU</td> <td style="text-align: right;">120 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung / Seminar	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	30 Std.	Lernumgebung ILU	120 Std.
180 Std./6 Credits										
Vorlesung / Seminar	30 Std.									
Vor- und Nachbereitung	30 Std.									
Lernumgebung ILU	120 Std.									
Präsenzzeit:	30 Std.									

Selbststudium:	150 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Arbeitstechniken
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Baehr, Hans Dieter; Kabelac, Stephan, (2005): Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen; 12. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag• Thermodynamics: and Engineering Approach, Cengel, Yunus A./ Boles, Michael A, 2010 McGraw-Hill, New York
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.6 Systemtechnik für Energieeffizienz

Modulnummer:	SYE							
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik							
ECTS credits:	6							
Sprache:	Deutsch							
Dauer des Moduls:	Einsemestrig							
Empfohlenes Studiensemester:	M1							
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester							
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Johanna May							
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Johanna May							
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können bestehende und neuartige Systeme und Produkte systematisch auf energetische Optimierungspotenziale hin analysieren und daraus Verbesserungen für die Energieeffizienz ableiten, indem sie funktionelle Anforderungen in technische Kennzahlen übersetzen, messtechnische Verfahren anwenden und eigene sowie Werte aus der Literatur kritisch bewerten. Sie ermitteln starke Einflussparameter, wenden Kreativitätsmethoden an, simulieren mit starken Einflüssen Funktionsmodelle und berücksichtigen die Sichtweisen verschiedener Stakeholder, um später im Beruf damit neuartige Systeme energieeffizienter konzipieren zu können oder bei bestehenden Systemen Anhaltspunkte zur Verbesserung der Energieeffizienz zu ermitteln.</p>							
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Energiebegriff und Energiekennzahlen • Messung elektrischer Energie und Thermografie • Methoden zur Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen • Zusammenhang mit der CO₂-Bilanz • Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI • Energieeffiziente Leuchtmittel • Druckluft, Abwärmenutzung • Analyse von Energiedaten und Generierung eigener Daten mithilfe von Jupyter Notebooks (python) 							
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Seminaristische Vorlesung, Projektarbeit und Laborpraktikum Die Vorlesung dient der Einführung in Begrifflichkeiten und der Nutzung von Jupyter Notebooks sowie der Vorstellung von Fallstudien. In Teamprojekten bearbeiten Studierende aktuelle Fallbeispiele und ermitteln anhand von vorhandenen und plausibel erzeugten Daten Energieeffizienzpotenziale</p>							
Prüfungsformen:	<p>Projektarbeit (50%) Mündliche Prüfung (50%)</p>							
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit) :	<p>180 Std./6 Credits</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Seminaristische Vorlesung</td> <td style="width: 50%;">60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>		Seminaristische Vorlesung	60 Std.	Praktikum	30 Std.	Vor- und Nachbearbeitung	90 Std.
Seminaristische Vorlesung	60 Std.							
Praktikum	30 Std.							
Vor- und Nachbearbeitung	90 Std.							
Präsenzzeit:	90 Std.							
Selbststudium:	90 Std.							
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Energietechnik, Elektrotechnik und Programmierung							
Zwingende Voraussetzungen:	Keine							

-
- Empfohlene Literatur:
- Hesselbach, J. (2012): Energie- und klimaeffiziente Produktion: Grundlagen, Leitlinien und Praxisbeispiele; 1. Aufl.; Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9956-9>
 - Wosnitza, F.; Hilgers, H.G. (2012): Energieeffizienz und Energiemanagement: Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten; 1. Aufl.; Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag; <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8671-2>
 - Brauner, G. (2019): Systemeffizienz bei regenerativer Stromerzeugung: Strategien für effiziente Energieversorgung bis 2050; 1. Aufl.; Wiesbaden: Springer Fachmedien; <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24854-3>
 - Günther, M. (2015): Energieeffizienz durch Erneuerbare Energien: Möglichkeiten, Potenziale, Systeme; 1. Aufl.; Wiesbaden: Springer Fachmedien; <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06753-3>
 - Pehnt, M. (2010): Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch; 1. korr. Aufl.; Berlin: Springer; <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14251-2>
 - Klein, B. (2023): Numerisches Python: Arbeiten mit NumPy, Matplotlib und Pandas; 2. Aufl.; München: Carl Hanser Verlag; ISBN 978-3-446-47170-2

Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik
--	-----------------------

Besonderheiten:	Keine
-----------------	-------

Letzte Aktualisierung:	05.07.2025
------------------------	------------

9.7 Management of International Renewable Energy Projects

Modulnummer:	9M205	
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Englisch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. Sabine Schlüter	
Dozierende:	Dr. Rui Costa Pedroso	
Learning Outcome:	The Students have enhanced managements skills of international projects by application of the different steps in a Theory of Change (ToC) through the project cycle phases, to manage complex renewable energy projects especially in the challenging conditions of developing countries	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • The role of project management in the context of international development • Theory of Change (ToC) for international development • Usage of theoretical conceptual frameworks to inform the project's ToC • Different steps in a ToC analysis through the project cycle phases • the concepts of Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact and Sustainability • ToC narrative formulation • Development of a log-frame matrix for project monitoring and evaluation • Project control by monitoring and evaluation plan • Resource planning of international projects • Financial planning of international projects 	
Lehr- und Lernmethoden:	<ul style="list-style-type: none"> • Introductory lectures with examples • Practical project proposal development work based on a simulated workshop environment (situation analysis - problem and solution tree analysis, assumptions and rationales, development of own ToC) • Guided work on TOC development and project proposal writing • Student presentations and mutual feedback 	
Prüfungsformen:	Hausarbeit: Essay (15%) Projektarbeit: Final project proposal (85%)	
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	30 Std.
	Vor- und Nachbereitung	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • European Commission (Hrsg.) (2004): Aid Delivery Methods Vol. 1: Project Cycle Management Guidelines. Supporting Effective Implementation of EC External ..., 149. Retrieved; Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/methodology-aid-delivery-methods-project-cycle-management-200403_en_2.pdf Zugriffsdatum: 30.06.2021 • Goergens, M., Kusek, J. Z. (2010). Making Monitoring and Evaluation Systems Work. A Capacity Development Tool Kit; Washington: The World Bank Group 	

-
- PREA (Pacific Research & Evaluation Associates) (Hrsg.) (2014). The Pacific Guide to Project Proposal Preparation Using the Logical Framework Approach; [o.O.]: Learner Guide - Pacific Climate Change Portal.
 - United Nations Development Programme [UNDP] (Hrsg.) (2009). Handbook on Planning, Monitoring and Evaluating for Development Results. Retrieved; Verfügbar unter: <http://web.undp.org/evaluation/handbook/documents/english/pme-handbook.pdf> Zugriffsdatum: 30.06.2021
 - United Nations Development Programme [UNDP] (Hrsg.) (2011). Outcome-level evaluation: A companion guide to the handbook on planning, monitoring and evaluating for development results for programme units and evaluators. Retrieved; Verfügbar unter: http://web.undp.org/evaluation/documents/guidance/UNDP_Guidance_on_Outcome-Level_Evaluation_2011.pdf Zugriffsdatum: 30.06.2021
 - Valters, C. (2014). The Theories of Change: time for a radical approach to learning in development | Overseas Development Institute (ODI). Verfügbar unter: <https://www.odi.org/publications/9883-theories-change-time-radical-approach-learning-development>. Zugriffsdatum: 19.11.2019
-

Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Renewable Energy Management, Master Integrated Water Resources Management, Master Natural Resources Management and Development
--	---

Besonderheiten:	Keine
-----------------	-------

Letzte Aktualisierung:	25.04.2026
------------------------	------------

9.8 Finite Elemente Methode

Modulnummer:	FEM								
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik								
ECTS credits:	6								
Sprache:	Deutsch								
Dauer des Moduls:	Einsemestrig								
Empfohlenes Studiensemester:	M2								
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester								
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Evers								
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Evers								
Learning Outcome:	Die Studierenden können technische Systeme mit Hilfe von rechnergestützten, numerischen Simulationen berechnen, indem sie Modelle der realen Systeme bilden, diese als Modelle in einem Simulationsprogramm erstellen und unter den gewünschten Randbedingungen die Berechnungen durchführen und auswerten, um später bei Entwicklungsaufgaben das Verhalten von zu entwickelnden Produkten im Voraus bestimmen und optimieren können.								
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Grundlagen • Stabelemente • Scheibenelemente • Konvergenz von Dreieck- und Rechteckelementen • Verschiebungsansätze höherer Ordnung • Elementmatrix zur Berechnung elektrischer Felder und magnetischer Felder • Symmetrieeigenschaften • Nichtlinearitäten • Newton–Raphson-Methode 								
Lehr- und Lernmethoden:	Die Vorlesung zur Besprechung der Grundlagen, die anhand von Beispielen veranschaulicht werden. Übungen/Rechnerpraktikum zum Erlernen der Bedienung des Softwarepakets ANSYS. Die selbständige Bearbeitung mehrerer kleiner Projekte in Kleinstgruppen: Definition des Projektziels innerhalb des vorgegebenen Rahmens, Durchführung der FEM-Simulationen Materialien zur Vor- und Nachbereitung (Vorlesungsmaterial, Übungsbeispiele, Vorgaben Projektarbeit) sind online in ILIAS.								
Prüfungsformen:	Projektarbeit (40%) Hausarbeit (60%)								
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Vorlesung</td> <td style="width: 50%;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung/Rechnerpraktikum</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>50 Std.</td> </tr> </table>	Vorlesung	30 Std.	Übung/Rechnerpraktikum	30 Std.	Projektarbeit	60 Std.	Vor- und Nachbereitung	50 Std.
Vorlesung	30 Std.								
Übung/Rechnerpraktikum	30 Std.								
Projektarbeit	60 Std.								
Vor- und Nachbereitung	50 Std.								
Präsenzzeit:	60 Std.								
Selbststudium:	120 Std.								
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in: Elektromagnetische Felder Numerische Mathematik								
Zwingende Voraussetzungen:	Keine								

Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Müller, G.; Groth, C. (2007): FEM für Praktiker, Bd.1: Grundlagen: Basiswissen und Arbeitsbeispiele zur Finite-Element-Methode mit dem Programm ANSYS Rev 9/10 (Edition expertsoft) ; 8.Auflage; Renningen: Expert-Verl.• Müller, G.; Groth, C. (2002): FEM für Praktiker, Bd.2: Strukturodynamik: Basiswissen und Arbeitsbeispiele zu FEM-Anwendungen der Strukturodynamik; 3. Aufl.; Renningen: Expert-Verl.• Schätzing, W. et al, (2014): FEM für Praktiker, Bd.4 Elektrotechnik: Basiswissen und Arbeitsbeispiele zu FEM-Anwendungen in der Elektrotechnik; 3. Aufl.; Renningen: Expert-Verl.
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.9 Energy Economics and Environment

Modulnummer:	9M207	
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Methodik	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Englisch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Ramchandra Bhandari	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Ramchandra Bhandari	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden analysieren die ökonomischen Rahmenbedingungen von erneuerbaren Energieprojekten, indem sie sich die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen erschließen und energiewirtschaftliche Kennzahlen mit Hilfe von makro- und mikroökonomischen Instrumenten, auf Basis systematisch erfasster Daten, erstellen und beurteilen, um den wirtschaftlichen Teil von ganzheitlichen Machbarkeitsstudien abzubilden. Die Studierenden evaluieren die Umweltauswirkungen aktueller Energieversorgungstechnologien sowie verfügbarer Energieressourcen, indem sie die computergestützten Ökobilanzierungsprogramme benutzen, um die komplexe und wechselseitig abhängige lokalen und globalen Umweltbelastungen verschiedener Versorgungsoptionen zu vergleichen und bewerten</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energien Kennzahlen – globale Betrachtung (Technologie, Politik, Preise) • Energiebilanzen (IEA Länderbeispiele) • Grundlagen der Energiewirtschaft – Theorie und Tools • Energiepreise sowie deren Bildungsmechanismen, einschließlich CO2 und anderen Steuereffekten, Auswirkungen des Demand Side Managements • Typologie der Energiemärkte (Strombörsen und deren Marktprinzipen; beispielhafte Erklärung von Kapazitätsmarkt, Regelenergie, Systemdienstleistung, usw.) • Machbarkeitsanalysen diverser Zukunftstechnologien (z.B. Elektromobilität, Wärmepumpen, Solarthermie, erneuerbare Stromerzeugung, usw.) mittels RETScreen und Finanzindikatoren • Marktprognose von den verschiedenen erneuerbaren Energietechnologien • Zusammenspiel von Nachhaltigkeit und Energie unter Verwendung der IAEA's Energy Indicators, unter Berücksichtigung der sozial-ökonomischer Aspekte • Ökobilanzierungen (eLCA mit GaBi) • Strategische Wirtschafts- und Unternehmensentscheidungen - Produktportfolio-Matrix. 	
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Studierende sammeln verschiedene Daten/Kennzahlen aus öffentlich zugänglichen Studien und Statistiken in den Bereichen Energieressourcen und Energieversorgung. Diese Daten werden mit zur Erstellung von Energiebilanzen eines Landes angewendet. Grundlagen der Energiewirtschaft sowie die Typologie der Energiemärkte werden in der Vorlesung behandelt. Preisbildungsmechanismen werden in Form von Tutorials erarbeitet. In Form von Vorlesungen werden die theoretische Themen Machbarkeitsanalyse und Ökobilanzierung erläutert, praktische Übungen werden mit Computer Tools durchgeführt.</p>	
Prüfungsformen:	Klausur (100%)	
Workload (30 Std. \cong 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	45 Std.
	Vor- und Nachbereitung	135 Std.
Präsenzzeit:	45 Std.	

Selbststudium:	135 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Bhattacharyya, S. C. (2011). Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance. Springer-Verlag London Limited.• Simkins, B. J., & Simkins, R. (Eds.). (2013). Energy Finance: Analysis and Valuation, Risk Management, and the Future of Energy. John Wiley & Sons.• RETScreen engineering textbooks (available at: retscreen.net)• ISO 14040 and 14044 (environmental LCA)• REN21. (2025). Renewables 2025: Global Status Report. REN21 Secretariat
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	15.04.2025

Vertiefungsmodule Technologie

9.10 Management in Energieverbundsystemen

Modulnummer:	MEVS
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie
ECTS credits:	6
Sprache:	Englisch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. habil. Ingo Stadler
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. habil. Ingo Stadler
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden analysieren und bewerten die Stabilität und Regelung elektrischer Verbundsysteme sowie Optionen zur Sektorenkopplung, Energiespeicherung und Blindleistungsbereitstellung,</p> <p>indem sie die Mechanismen der Frequenz- und Spannungsstabilität, die Organisation und Wirkungsweise von Regelleistung und Regelenergie, die relevanten Leitungsgleichungen und Differentialgleichungen zur Netzanalyse und Bilanzierung anwenden sowie technische und ökonomische Charakteristika von Speicher- und Demand-Response-Technologien berücksichtigen,</p> <p>um in einem zunehmend erneuerbar geprägten Energiesystem geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung von Stabilität, Spannungsqualität und Flexibilitätsbereitstellung entwickeln und beurteilen zu können.</p>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von elektrischen Verbundnetzen <ul style="list-style-type: none"> - Das Netz der UCTE - Erzeugerkapazitäten - Regelleistung - Ausgleichsenergie • Energiespeicherung <ul style="list-style-type: none"> - Energiespeicherung vor der Stromerzeugung - Elektrische Energiespeicher - Energiespeicherung nach der Stromanwendung • Diskussion von Optionen zukünftiger Energieversorgungssysteme und die damit auftretenden Herausforderungen und Probleme • Diskussion von Problemen und Lösungsansätzen zur Spannungsqualität im Kurzzeitbereich • Diskussion von Lösungsansätzen zur Wirkleistungsbilanz <ul style="list-style-type: none"> - Thermische Energiespeicherung in Zusammenspiel mit Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpen - Lastmanagement anhand von Beispielen wie Druckluftanlagen, Lüftungsanlagen und Pumpenanlagen - Demand Response - Druckluftspeicherung - Power-to-Gas • Großräumiger Stromtransport • Diskussion von Lösungsansätzen zur Blindleistungsbilanz mittels erneuerbarer Stromerzeuger • Marktintegration von Maßnahmen des Demand Response

Lehr- und Lernmethoden:	<p>Der Vorlesungsanteil besteht aus einer Mischung aus Präsentation vorbereiteter Unterlagen, notwendigen Herleitungen und Zwischenerklärungen an der Tafel, Diskussion und Fragerunden mit den Studierenden. Vorlesung und Übung werden dabei als Einheit betrachtet. D. h. wesentliche Erkenntnisse, die im Vorlesungsteil erarbeitet wurden, werden direkt an einzelnen Übungen vertieft. Hierbei wird den Studierenden auch Zeit gegeben, sich selbständig mit den Aufgaben auseinanderzusetzen, um dann in der anschließenden Diskussion gemeinsam eine Lösung zu finden.</p> <p>Ein Großteil der im Lehrskript dargestellten Inhalte sind auch in Lehrvideos verfilmt worden. Hier werden die grundlegenden Zusammenhänge ergänzend vom Lehrenden dargestellt und durch Filmeinspielungen ergänzt. So können Teile des Moduls als Flipped-Classroom-Veranstaltungen durchgeführt werden.</p> <p>In jedem neuen Semester wird eine Projektarbeit in Gruppenform durchgeführt, die in jedem neuen Durchlauf neu formuliert wird und an ein aktuelles Forschungsthema angegliedert wird und Bezug zum Modulinhalt hat.</p>								
Prüfungsformen:	Klausur (50%) Projektarbeit (50%)								
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>120 Std.</td> </tr> </table>	180 Std./6 Credits		Seminar	30 Std.	Praktikum	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
180 Std./6 Credits									
Seminar	30 Std.								
Praktikum	30 Std.								
Vor- und Nachbereitung	120 Std.								
Präsenzzeit:	60 Std.								
Selbststudium:	120 Std.								
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine								
Zwingende Voraussetzungen:	Keine								
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Stadler, I. (2006): Demand response: Nichtelektrische Speicher für Elektrizitätsversorgungssysteme mit hohem Anteil erneuerbarer Energien; Habilitation; Berlin: dissertation.de 								
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik								
Besonderheiten:	Keine								
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025								

9.11 Leistungselektronische Stellglieder für PV- und Windkraftanlagen

Modulnummer:	LSPW
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Lohner
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Lohner, Prof. Dr.-Ing. Christian Dick
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können elektronische und elektromagnetische Strukturen, Topologien und Regelungsverfahren verschiedener erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik & Wind) erläutern, erklären und z. T. auch entwickeln, indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> - die gesamte anlagenspezifische Systemtechnik in wesentliche Teile (Elektromechanik, Leistungselektronik, Steuerung/Regelung) gliedern, - Rechnermodelle von allen Teilen und auch der Gesamtanlage entwerfen und mit einem Simulationstool simulieren, - mit Leistungselektronik, Antrieben, klassischen Messgeräten umgehen, - sowie spezifische Regelungsalgorithmen erkennen und verstehen, <p>um als Ingenieure</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu konzeptionieren und zu dimensionieren, - Leistungselektronische Komponenten für EE zu entwickeln und - für EE spezifische Regelungen zu entwerfen.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzer Überblick über die verschiedenen erneuerbaren Energieträger und deren Potentiale (Photovoltaik; Windkraft etc.). • Prinzipien von netzgeführten wie von Inselwechselrichtern für Photovoltaikanlagen: <ul style="list-style-type: none"> - Physik der Solarzelle, - Stromrichtertopologie, - Systemarchitekturen: Zentral-, String- und Modulwechselrichter, - Steuerungsverfahren: PWM, Stromtoleranzbandregler, MPP-Tracking etc. - Modellbildung und Simulation eines netzgeführten PV-Wechselrichters mit MPP-Tracker. • Prinzipien von Windkraftanlagen <ul style="list-style-type: none"> - doppeltespeiste Asynchronmaschine - Anlage mit Synchronmaschine - windkraftspezifische Regelungsverfahren - Modellbildung und Simulation einer Kleinwindkraftanlage mit Synchrongenerator und Regelung <p>Simulationsübung: Es wird ein Wechselrichter für eine Photovoltaikanlage beispielhaft modelliert und mit einem Simulationstool simuliert. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf die anlagenspezifischen Regelungsverfahren (MPP-Tracking etc.) gerichtet. Ein Anschauungsbeispiel steht im Labor zur Verfügung</p> <p>Praktikum: Aufbauend auf der Simulation wird in einem ersten Praktikumsversuch ein kommerzieller Photovoltaik-Wechselrichter vermessen und analysiert. In einem zweiten Versuch wird eine doppeltespeiste Asynchronmaschine samt Konvertern als Stellglied für Windkraftanlagen untersucht.</p>
Lehr- und Lernmethoden:	Vorlesung

	Übung inkl. Simulation von Stellgliedern im Rechnerpool Praktikum	
Prüfungsformen:	Mündliche Prüfung (100%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung	30 Std.
	Übung/Simulation	15 Std.
	Praktikum	15 Std.
	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.	
Selbststudium:	120 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in: Leistungselektronik Elektrische Maschinen bzw. Antriebe	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Quaschnig, V. (2011): Regenerative Energiesysteme: Technologie, Berechnung, Simulation; 7. Aufl.; München: Hanser Verlag • Gfrörer, W.-G. (1998): Wechselrichter für Solaranlagen: Leistungselektronik zur Erzeugung von 230V-Wechselspannung aus der Solarbatterie; [o.Aufl.]; Poing: Franzis Verlag 	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025	

9.12 Regenerative Erzeugung und Nutzung von biogener Energie

Modulnummer:	RENE
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Christian Malek
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Christian Malek
Learning Outcome:	<p>Die Teilnehmer*innen sind nach Besuch der Veranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Methoden, Verfahren sowie Konzepte zur regenerativen Erzeugung und Nutzung von Energie zu analysieren, auszuarbeiten und zu bewerten, indem sie • die Gesamtsituation bzgl. des Klimaschutzes die CO₂-Problematik und des weltweiten Energiebedarfs verstehen • verschiedenste Energiewandlungstechnologien kennenlernen, analysieren und vergleichen können • unterschiedliche Energiesysteme zur Erzeugung und Nutzung biogener Energie berechnen können • Technologien zur regenerativbiogenen Energieerzeugung beschreiben und deren technologische Vor- und Nachteile für unterschiedliche Konzepte, Standorte und Anwendungen aufzeigen können • die Methoden zum Energiemanagement sowie zur Steigerung der Energieeffizienz anwenden können • mögliche Konzepte für industrielle, kommunale, gewerbliche sowie land- und forstwirtschaftliche Anwendungen erarbeiten können <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • im weiteren Studium und in der späteren Berufspraxis aufbauend auf ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Vor- und Nachteilen Konzepte zur regenerativen Energieerzeugung zu erarbeiten, zu beurteilen und zu bewerten, um schließlich fundierte Handlungsempfehlungen zu geben.
Modulinhalte:	<p>I) Energie und Klimaschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> • der Begriff Energie • Energiebedarf und Treibhauseffekt • Grundlagen des erneuerbaren biogenen Energienangebotes <p>II) CO₂-Emissionen - Kohlenstoffkreislauf</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über emittierte Mengen (zentral/dezentral und Branchen) • Gesetzliche Grundlagen, CO₂-Zertifikate, Emissionshandel, Abscheideverfahren, • Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft <p>III) Grundlagen der Biomasse-Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungsrechnung • Abgasberechnung • Bilanzierung • Kraftwerkstechnik • Anwendungsbeispiele und Reaktortypen

IV) Grundlagen der Synthesegaserzeugung

- Autotherme und allotherme Vergasung
- Bestimmung der Synthesegaszusammensetzung, chemische Gleichgewichte
- Bilanzierung und Wirkungsgrade
- Anwendungsbeispiele und Apparate

V) Grundlagen der Pyrolysetechnik

- Prozesstechnik der Pyrolyse
- Herstellung und Beeinflussung der Pyrolyseprodukte
- Bilanzierung und Wirkungsgrade
- Anwendungsbeispiele und Apparate

VI) Grundlagen der hydrothermalen Karbonisierung

- Prozesse der hydrothermalen Karbonisierung
- Produkte und Anwendungen der hydrothermalen Karbonisierung
- Bilanzierung und Wirkungsgrade
- Anwendungsbeispiele und Apparate

VII) Biologische Stoffwandlung zur Energiegewinnung

- Vergärung (Biogasanlagen), biologischer Abbau von Biomasse zu Biogas
- Nutzung in BHKWs – Kraft-Wärme-Kopplung
- Bilanzierung und Wirkungsgrade
- Anwendungsbeispiele und Apparate

VIII) Stoffliche/energetische Nutzung von biogener Energieträger

Herstellung von Wasserstoff, Methanol, Methan, synthetische Kraftstoffe, Basischemikalien

- Prozessketten zur Herstellung
- Katalytische Synthesen
- Bilanzierung und Wirkungsgrade
- Anwendungsbeispiele und Apparate

IX) Methodik zur Bewertung von Energiesystemen

- Analyse komplexer Energiesysteme, energetische/exergetische Wirkungsgrade
- Pinch-Analysen

X) Energiemanagementsystem nach DIN EN 50001

Lehr- und Lernmethoden:	Seminaristischer Unterricht, Projektarbeit, Literaturrecherche	
Prüfungsformen:	Mündliche Prüfung (100%)	
Workload (30 Std. \approx 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	20 Std.
	Vor- und Nachbereitung	130 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in: Technische Thermodynamik	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Quaschnig, V. (2011): Regenerative Energiesysteme: Technologie, Berechnung, Simulation; 7. Aufl.; München: Hanser Verlag • Kaltschmitt, M, Streicher, W., Wiese, A. (2006): Erneuerbare Energien. Springer • Normen zum Energiemanagement, TÜV Süd Akademie GmbH, Beuth 2013 • Ratka, Homann-Wenig, Ehrmeier: Technik Erneuerbarer Energien, utb 2015 	

Verwendung des Moduls in
weiteren Studiengängen: Master Elektrotechnik

Besonderheiten: Keine

Letzte Aktualisierung: 01.07.2025

9.13 Simulation geo- und solarthermischer Systeme

Modulnummer:	9M208	
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Klaus Lambers	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Klaus Lambers	
Learning Outcome:	Die Studierenden können thermische Energiewandlungssysteme simulieren, indem sie beispielhaft für geo- und solarthermische Systeme gegebene Randbedingungen systematisch aufbereiten, auf Basis des Ersten und Zweiten Hauptsatzes physikalische Modelle mit dynamischer Abfrage thermophysikalischer Stoffgrößen programmieren, um komplexe thermische Systeme in beliebiger Simulationsumgebung wirklichkeitsgetreu abbilden, dimensionieren und optimieren und Aussagen über deren Verhalten machen zu können.	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Physik und Modellbildung von Hochtemperaturkollektoren • Physik und Modellbildung von Wärmeübertragern • Physik und Modellbildung von Turbinen • Physik und Modellbildung von Verdichtern • Thermodynamik eines Solarkraftwerkes einschließlich der Wärmebereitstellung, der Wärmespeicherung und dem Wasser-Dampfkreislauf unter Berücksichtigung transienten Systemverhaltens • Thermodynamik eines wärmepumpenbasierten geothermischen Systems unter Berücksichtigung des Aspektes des Demand-Side-Managements • Umgang mit einer aktuellen Simulationssoftware wie z. B. Engineering Equation Solver (EES), Trnsys oder Matlab Simulink • Simulation von solarthermischen Kraftwerken • Simulation von Tiefengeothermiekraftwerken • Simulation von Wärmepumpensystemen 	
Lehr- und Lernmethoden:	<p>In Vorlesungen und Seminaren wird basierend auf dem Konzept des konstruktivistischen Lernens bei den Studierenden der Umbau von Wissensstrukturen dahingehend provoziert, dass sie in der Lage sind, nahezu beliebige Maschinen als thermodynamisches System zu abstrahieren und somit als physikalisches Modell abzubilden. Methodisch motivieren offene Fragestellungen zu aus dem Alltag bekannten Energiesystemen zum kontroversen moderierten Dialog.</p> <p>In der wöchentlich stattfindenden offenen Simulations- und Übungsstunde werden Fragen zur semesterbegleitenden Programmierung von geo- und solarthermische Energiesystemen beantwortet und Übungsfallbeispiele diskutiert.</p>	
Prüfungsformen:	Projektbericht (30%) Klausur (70%)	
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar/Vorlesung	30 Std.
	Übung/Simulation	60 Std.
	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
Präsenzzeit:	90 Std.	
Selbststudium:	90 Std.	

Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in <ul style="list-style-type: none">• der Technischen Thermodynamik• der Wärmeübertragung• der Geo- und Solarthermie• der Strömungsmechanik
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Baehr, H. D.; Kabelac, S. (2005): Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen; 12. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag• Stieglitz, R.; Heinzel, V. (2012): Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen; [o.Aufl.]; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag• Winter, C.-J. (1991): Solar Power Plants: Fundamentals, technology, systems, economics; [o.Aufl.]; Berlin:Springer Verlag• Mohr, M. et al, (1999): Praxis Solarthermischer Kraftwerke; [o.Aufl.]; Berlin: Springer Verlag• Duffie, J. A.; Beckman, W. A. (2006): Solar Engineering of Thermal Processes; 3. Aufl.; Hoboken: Wiley
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.14 Stromnetze für Erneuerbare Energien

Modulnummer:	SNEE		
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie		
ECTS credits:	6		
Sprache:	Deutsch, bei Bedarf Englisch		
Dauer des Moduls:	Einsemestrig		
Empfohlenes Studiensemester:	M2		
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester		
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Eberhard Waffenschmidt		
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Eberhard Waffenschmidt		
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erarbeiten die größten Herausforderungen an die elektrischen Verteilnetze zu und bewerten ihre Lösungsvorschläge,</p> <p>indem sie die verschiedenen Berechnungs-Methoden zur Analyse von elektrischen Netzen kennenlernen, anwendungsbezogen die passende Methode anwenden und die Grundlagen zur Steuerung und Regelung von elektrischen Netzen beim Einsatz von regelungstechnischen Berechnungsmethoden berücksichtigen,</p> <p>um beurteilen zu können, ob Stromnetze eines Netzbetreibers den zukünftigen Anforderungen genügen und in der Lage zu sein, einen sachgerechten Ausbau zu planen.</p>		
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Netzformen und Komponenten • Netzwerke berechnen und simulieren • Fehler-Management • Netz-Regelung • Netzanschluss von dezentralen Einspeisern • Ggf. Unterrichtssprache Englisch (bei Bedarf) 		
Lehr- und Lernmethoden:	Die Studierenden bearbeiten in Teams von 3 bis 4 Personen im Laufe des Semesters eine Aufgabenstellung. In moderierten Diskussionen entscheiden die Studierenden Vorgehen, Ziel und weitere Details zu Ihren Projektarbeiten. Begleitend dazu werden Fachinhalte durch Vorträge des Dozenten vermittelt, die dann unmittelbar in die Projektarbeit eingehen können. Die Ergebnisse der Projekte werden am Ende des Semesters durch Vorträge der Teams präsentiert und durch Fachartikel dokumentiert.		
Prüfungsformen:	Projektarbeit (60%) Mündliche Prüfung (40%)		
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits		
	Seminar	30 Std.	
	Übung	30 Std.	
	Projektarbeit	30 Std.	
	Vor- und Nachbereitung	90 Std.	
Präsenzzeit:	60 Std.		
Selbststudium:	120 Std.		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik		
Zwingende Voraussetzungen:	Keine		
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Heuck, K. et al (2007): Elektrische Energieversorgung: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis; 7. überarb., Aufl.; Wiebaden: Vieweg & Sohn Verlag 		

	<ul style="list-style-type: none">• Nelles, D., Tuttas, C. (1998): Elektrische Energietechnik; [o. Aufl.]; Stuttgart: Teubner Verlag• Crastan, V. (2007): Elektrische Energieversorgung 1: Netzelemente, Modellierung, stationäres Verhalten, Bemessung, Schalt- und Schutztechnik; 2. bearb. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.• VDE (Hrsg.) (2011): VDE-Anwendungsregel: Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz: Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105); Berlin: VDE
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.15 Technologien der Energiespeicherung

Modulnummer:	9M209									
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie									
ECTS credits:	6									
Sprache:	Deutsch									
Dauer des Moduls:	Einsemestrig									
Empfohlenes Studiensemester:	M2									
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester									
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr-Ing. Thorsten Schneiders									
Dozierende:	Prof. Dr-Ing. Thorsten Schneiders									
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden analysieren und bewerten die unterschiedlichen Technologien der Energiespeicherung, Anwendungsmöglichkeiten und Geschäftsmodelle von Energiespeichern,</p> <p>indem sie die verschiedenen Technologien der Energiespeicherung, ihrer Komponenten und Anlagen sowie ihre Anwendung im Energiesystem evaluieren und die betriebswirtschaftlichen und umwelttechnischen Aspekte der Implementierung von Energiespeichern diskutieren,</p> <p>um die Anwendungsfälle für die verschiedenen Arten von Energiespeicherung identifizieren und entsprechende Energiespeicher auslegen zu können.</p>									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Parameter von Energiespeichersystemen • Speicherkomponenten für elektrische Energie – Batteriearten • Chemische Energiespeicher • Mechanische Energiespeichersysteme • Thermische Speichersysteme • Wasserstofftechnologie • Pumpspeicherwerke • Hybridspeichersysteme – Methan-Wasserstoff • Effizienz diverser Systeme 									
Lehr- und Lernmethoden:	Vorlesung, Übung									
Prüfungsformen:	Open-Book Ausarbeitung (60%) Performance-Prüfung (40%)									
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>120 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung	30 Std.	Übung	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
180 Std./6 Credits										
Vorlesung	30 Std.									
Übung	30 Std.									
Vor- und Nachbereitung	120 Std.									
Präsenzzeit:	60 Std.									
Selbststudium:	120 Std.									
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine									
Zwingende Voraussetzungen:	Keine									
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Rummich, E. (2009): Energiespeicher: Grundlagen, Komponenten, Systeme und Anwendungen; [o. Aufl.]; Renningen: Expert Verlag, 									
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine									

Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

9.16 Hochspannungsübertragungstechnik

Modulnummer:	HSÜT
Art des Moduls:	Wahlpflichtmodul
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M2
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Christoph Humpert
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Christoph Humpert
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können Systeme und Betriebsmittel der Hochspannungsübertragungstechnik hinsichtlich technischer und betriebswirtschaftlicher Kriterien analysieren und auswählen, indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an Übertragungssysteme erkennen • Spannungsbelastungen im Nenn- und Fehlerfall bestimmen und Maßnahmen zur Reduktion der Belastungen auslegen • Vor- und Nachteile aktueller und zukünftiger Technologien analysieren und • vereinfachte Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen, <p>um später fundierte Entscheidungen hinsichtlich des optimalen Aus- und Umbaus der elektrischen Netze unter gesellschaftlichen und politischen Randbedingungen treffen zu können.</p>
Modulinhalte:	<p>Überspannungen und Isolationskoordination</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entstehung und Kategorien von Überspannungen • Ausbreitung von Überspannungen aufgrund von Wanderwellenvorgängen, Reflexionsvorgänge • Begrenzung von Überspannungen, Typen, Eigenschaften, Aufbau und Auswahl von Überspannungsableitern <p>Systeme der Hochspannungsübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hochspannungs-Drehstrom-Übertragung (HDÜ), optimale Übertragungsspannung, Struktur und verschiedene Typen von Schaltanlagen mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), Vor- und Nachteile gegenüber der Drehstrom-Übertragung, Struktur und Funktion von Umrichterstationen, Kostenvergleich, HGÜ-Netze <p>Betriebsmittel der Hochspannungsübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leistungsschalter, Funktionsprinzip, verschiedene Typen und Einsatzgebiete, Schaltgeräte für HGÜ-Systeme • Supraleitende Materialien, Einsatzgebiete, Kühltechnik, Verluste und Kosten, supraleitende Kabel und Strombegrenzer, Funktion und Einsatzgebiete
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Vorlesung, Übung, Praktikum, Projekt, Exkursion</p> <p>Der Vorlesungsanteil besteht aus einer Mischung aus Präsentation vorbereiteter Unterlagen, notwendigen Herleitungen und Zwischenerklärungen am Overhead-Projektor, Diskussion und Fragerunden mit den Studierenden unter Einsatz von PINGO und Filmsequenzen zum Thema. Vorlesung und Übung werden dabei als Einheit betrachtet. D. h.</p>

	<p>wesentliche Erkenntnisse, die im Vorlesungsteil erarbeitet wurden, werden direkt an einzelnen Übungen vertieft. Hierbei wird den Studierenden auch Zeit gegeben, sich selbstständig mit den Aufgaben auseinanderzusetzen, um dann in der anschließenden Diskussion gemeinsam eine Lösung zu finden.</p> <p>Einzelne Veranstaltungen werden als Flipped-Classroom-Veranstaltungen durchgeführt, in denen die Studierenden die Möglichkeit haben, sich den Stoff individuell zu erarbeiten und Ihre Fragen für die Präsenzveranstaltung zu formulieren. Hier wird dann über diese Fragen diskutiert, wobei sich die Studierenden mit Ihren unterschiedlichen Kompetenzen ergänzen können.</p> <p>Praktikum und Projektaufgabe ergänzen die Lehrveranstaltung, wobei in beiden Teilen eine selbstständige Vorbereitung und Durchführung von den Studierenden verlangt wird. In einer Exkursion (eintägig) werden unterschiedliche Betriebsmittel und System der Hochspannungsübertragungstechnik bei Netzbetreibern besichtigt.</p>	
Prüfungsformen:	Mündliche Prüfung (60%) Praktikumsbericht (40%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung/Übung	45 Std.
	Praktikum	15 Std.
	Projekt	40 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung	80 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.	
Selbststudium:	120 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Küchler, A. (2009): Hochspannungstechnik: Grundlagen – Technologie – Anwendung; 3. Aufl.; Berlin Heidelberg: Springer-Verlag • Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D. (2013): Elektrische Energieversorgung; 9. Auflage; Springer Vieweg Verlag 	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Elektrotechnik	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025	

9.17 Entwicklung von Photovoltaik

Modulnummer:	9M210		
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie		
ECTS credits:	6		
Sprache:	Deutsch		
Dauer des Moduls:	Einsemestrig		
Empfohlenes Studiensemester:	M2		
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester		
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. rer. nat. Ulf Blieske		
Dozierende:	Prof. Dr. rer. nat. Ulf Blieske		
Learning Outcome:	Die Studierenden entwickeln Komponenten für PV-Systeme (Zellen, Module, Gläser und Verkapselung) weiter, indem Sie in Übungen oder Projekten Fachliteratur recherchieren und die Funktionsweise der Komponenten analysieren und berechnen um später in führenden Forschungslaboren im Bereich der Photovoltaik erfolgreich zu arbeiten.		
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Funktion und Eigenschaften von Solarzelle berechnen • Silizium-Solarzellen auslegen und produzieren • Heteroübergängen und Tunnelioden erklären und analysieren • Solarmodule auf der Basis von Verbindungshalbleitern erklären • Die Funktionsweise von organischen Solarzellen erklären • Solarglas für Photovoltaik optimieren • Solarmodulkomponenten aus Kunststoff analysieren • Optimierung von Solarmodulkomponenten • Solarmodultechnologie weiter entwickeln • Solarmoduldesign weiter entwickeln • sozioökonomischen und betriebswirtschaftliche Zusammenhänge bei der Herstellung von PV-Modulen und in PV-Systemen berechnen 		
Lehr- und Lernmethoden:	Forschendes Lernen Projekte und Übungen Exkursion mit Vor- und Nachbereitung		
Prüfungsformen:	Projektarbeit (50%) Mündliche Prüfung (50%)		
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits		
	Seminar	30 Std.	
	Projekt	30 Std.	
	Exkursion	10 Std.	
	Vor- und Nachbereitung	110 Std.	
Präsenzzeit:	70 Std.		
Selbststudium:	120 Std.		
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
Zwingende Voraussetzungen:	Keine		
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Willeke, G.P. (2013): Advances in Photovoltaics (vol. 2), Semiconductors and Semimetals, Elsevier, ISBN 978-0-12-381343-5 • Blieske, U.; Stollwerck, G. (2013): Glass and Other Encapsulation Materials, in Semiconductors and Semimetals, Vol. 89, Burlington: Academic Press pp. 199-258 		

-
- Green, M., et al. (2019): Solar Cell Efficiency Tables (Version 53), Progress in Photovoltaics and Research and Applications, 27(1): 3-12, January 2019
 - Lim, B., et. al. (2018): LID-Free PERC + Solar Cells with Stable Efficiencies Up to 22.1%, Proceedings of the 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Munich: WIP, pp. 359-365
 - Kleider, J., et. al. (2018): Three-Terminal Tandem Solar Cells Combining Bottom Interdigitated Back Contact and Top Heterojunction Subcells: A New Architecture for High Power Conversion Efficiency, Proceedings of the 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Munich: WIP, pp. 35-38
 - Walter, A., et. al. (2018): Fully Inorganic Charge Transport Layers for High Efficiency Perovskite Solar Cells and Modules, Proceedings of the 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Munich: WIP
 - Reiners, N., Blieske, U., Siebentritt, S. (2018): Investigation on the Angle and Spectral Dependence of the Internal and the External Quantum Efficiency of Crystalline Silicon Solar Cells and Modules, IEEE Journal of Photovoltaics Vol. 8 (6), pp. 1738–1747
-

Verwendung des Moduls in
weiteren Studiengängen:

Keine

Besonderheiten:

Keine

Letzte Aktualisierung:

25.04.2025

9.18 Masterarbeit mit Kolloquium

Modulnummer:	9M211	
Art des Moduls:	Pflichtmodul	
ECTS credits:	30	
Sprache:	Deutsch oder Englisch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M3	
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. rer. nat. Ulf Blieske	
Dozierende:	Dozenten und Dozentinnen des Masterstudiengangs Erneuerbare Energien	
Learning Outcome:	Die Studierenden erforschen selbstständig innerhalb einer vorgegebenen Frist eine gestellte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe aus dem Fachgebiet der Erneuerbaren Energien mit hoher Komplexität und hohem Innovationsgehalt, indem sie den Stand der Technik recherchieren, eine geeignete ingenieurwissenschaftliche Methode wählen, die Ergebnisse klar und verständlich nach wissenschaftlichen Kriterien darstellen und diese diskutieren, um später promovieren zu können.	
Modulinhalte:	<p>Masterarbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Masterarbeit besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der erneuerbaren Energien sowie aus der schriftlichen Darstellung der angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse. Die Masterarbeit umfasst Aspekte der aktuellen Forschungsaktivitäten der am Kompetenzzentrum aktiven Arbeitsgruppen. <p>Die Studierenden sind damit ein tragender Teil der angewandten Forschung und damit direkt in die Forschungsarbeit eingebunden.</p>	
Lehr- und Lernmethoden:	Masterarbeit: Forschendes Lernen. Eigenständige Projektarbeit aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften, in der Regel allein durch einen Professor/eine Professorin angeleitet.	
Prüfungsformen:	Abschlussarbeit (§25-28 RPO) mit Kolloquium (§29 RPO)	
Workload (30 Std. \triangleq 1 ECTS credit):	900 Std./30 Credits	
	Masterarbeit	810 Std.
	Kolloquium	90 Std.
Präsenzzeit:	90 Std.	
Selbststudium:	810 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Gemäß Prüfungsordnung	
Empfohlene Literatur:	Themenabhängige, wissenschaftliche Fachliteratur	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025	

10 Modulmatrix

Modulmatrix Teil 1: Profil	Studiengang: Master Erneuerbare Energien	Fakultät für Anlagen-, Energie- und Maschinensysteme
---------------------------------------	---	---

Letzte Aktualisierung:
02.02.2026

V4 0 |
15.11.202
4

Module				ECTS - Punkte		Zuordnung Handlungsfelder				Zuordnung Kompetenzen Absolvent*innenprofil					Zuordnung Studiengangskriterien				
Semester	Modul	ggf. Modulnummer	Teilmodule	Teilmodul	Gesamt	Projektierung von EE-Systemen im internationalen Kontext	Virtuelle Abbildung von EE-Systemen	Forschen in Erneuerbaren Energien	Management im Berufsfeld der Erneuerbaren Energien	Teamfähigkeit	Digitales Arbeiten und Simulation	Wissenschaftsgeleitete Forschung, Präsentation und Dokumentation	Reflexion des eigenen Handelns	Globales Energiewirtschaftsverständnis und Energiemanagement	Physikalisch-mathematische Modellierung von Energiesystemen	Global Citizenship	Internationalisierung	Interdisziplinarität	Transfer
1 u. 2	Masterprojekt				12	x	x	x		x	x	x	x		x			x	x
1 o. 2 (Wi Se)	Modellierung von Energiesystemen	...			6		x	x	x		x	x	x		x				
Wi Se	Management of International Renewable Energy Projects				6	x			x	x		x	x	x		x	x	x	x
Wi Se	Systemtechnik für Energieeffizienz				6	x	x	x		x	x	x	x		x				x
Wi Se	Thermodynamische Modellbildung				6	x		x	x						x				
Wi Se	CFD (Comp. Fluid Dynamics)				6		x	x		x	x	x	x		x		x	x	x
Wi Se	Management in Energieverbundsystemen				6	x	x		x	x				x	x			x	x
Wi Se	Leistungselektronische Stellglieder für PV und Windkraftanlagen				6	x		x			x	x		x	x			x	
Wi Se	Regenerative Erzeugung und Nutzung von biogener Energie				6	x		x	x					x		x			

Module		ECTS - Punkte	Zuordnung Handlungsfelder				Zuordnung Kompetenzen Absolvent*innenprofil						Zuordnung Studiengangskriterien						
1 o. 2 (So Se)	Globale Wasserstoffherzeugung- und -nutzungspfade	6	x		x	x				x			x		x				x
So Se	Energy Economics and Environment	6	x				x						x		x	x	x		x
So Se	Finite Elemente Methode	6			x	x			x	x				x					
So Se	Simulation geo- und solarthermischer Systeme	6	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x					
So Se	Stromnetze für Erneuerbare Energien	6	x				x	x		x	x		x	x					
So Se	Technologie der Energiespeicherung	6	x			x	x	x		x			x		x	x	x		
So Se	Hochspannungsübertragungstechnik	6	x			x			x	x				x				x	x
So Se	Entwicklung von Photovoltaik	6	x		x	x	x	x	x	x	x			x					
3	Masterarbeit mit Kolloquium	30	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x

Impressum:

TH Köln
Gustav-Heinemann-Ufer 54
50968 Köln

www.th-koeln.de