



MODULHANDBUCH
**Renewable Energy and Data En-
gineering (RED)**
(RED-M)

Stand: 30.04.2026

Studien- und Prüfungsordnung 20242

Modulhandbuch RED-M

Inhaltsverzeichnis

1. Semester.....	4
RED-01: Energy Systems 1.....	5
RED-03: Energy Economics.....	7
RED-04: Energy Informatics.....	9
RED-06: Languages and Soft Skills.....	11
RED-07: Required Electives.....	12
2. Semester.....	16
RED-02: Energy Systems 2.....	17
RED-05: Power Grids.....	17
3. Semester.....	19
RED-08: Master-Arbeit.....	20

1. Semester

RED-01: Energy Systems 1

RED-03: Energy Economics

RED-04: Energy Informatics

RED-06: Languages and Soft Skills

RED-07: Required Electives

RED-01: Energy Systems 1

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Vorlesung/Übung/Labor
Lernziele	The students are familiar with various types of battery and hydrogen technologies for energy conversion, storage and transport. They have a specifically high understanding of lithium-ion batteries, polymer electrolyte membrane fuel cells, and alkaline electrolyzers. On the fundamental level, they know the thermodynamic and kinetic working principles of electrochemical cells as well as the physical properties of hydrogen as chemical energy carrier. On the technology level, the students know the setup and design principles of different energy storage systems, including their properties in terms of efficiency, durability and energy density. On the application level, the students are aware of applicability, requirements, and potential of different energy storage and transport systems. They have an insight into the economic status and sustainability of energy storage technologies and understand the future trends in research and development.
Dauer	1 Semester
SWS	10 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 150,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 150,00 h
	Workload: 300,00 h
ECTS	10,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Power Plants and Power Systems: Klausurarbeit, 90 Min., und Laborarbeit; Gewichtung Modulnote: 50 % Battery and Hydrogen Technologies: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50 %
Modulverantwortung	
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Power Plants and Power Systems	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	M+V2051
SWS	6,00 SWS
Lerninhalt	
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	

LEHRVERANSTALTUNG: Battery and Hydrogen Technologies	
--	--

Art	Vorlesung/Übung/Labor
Nr.	M+V2053
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction and history: Why energy storage? / Classification of energy storage technologies / History / Electrochemical energy storage and conversion - Battery technology: Overview and properties of batteries / Lithium-ion battery technology / Battery system technology - Hydrogen, electrolyzers and fuel cells: Hydrogen as energy carrier / Overview and properties of fuel cells and electrolyzers / Alkaline water electrolysis / Polymer electrolyte membrane fuel cell - Stationary applications: Backup power / Renewable energy storage / Industry-scale storage / Grid-scale storage / Power-to-X, electrofuels and hydrogen economy - Mobile applications: Past, present and future of electric vehicles / Electric vehicle technologies / Sustainability / Vehicle-to-grid
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Wolfgang Bessler, Lecture notes - Reiner Korthauer, Lithium-ion batteries: Basics and applications, Springer 2018 - Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, Fuel cell fundamentals, Wiley 2016

RED-03: Energy Economics

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Vorlesung/Übung
Lernziele	
Dauer	2 Semester
SWS	8 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 120,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 120,00 h
	Workload: 240,00 h
ECTS	8,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Energy Economics: mündliche Prüfung und Hausarbeit; Gewichtung Modulnote: 50 % Operations Research in Energy Economics: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50 %
Modulverantwortung	Prof. Dr. Niklas Hartmann
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Energy Economics	
Art	Vorlesung/Übung
Nr.	M+V3037
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Terminology in the energy sector - Primary energy resources (conventional and renewable) and energy conversion chains - Environment protection (impact of exploitation, transport and conversion on environment, environment protection and international law) - Structure of the energy sector (government agencies, organisations, industry, etc. involved and their role; Regulations in the energy sector by example of Germany and Europe; Liberalisation in the energy market; regulation of grid-bound energy sector) - Cost calculation; Learning Curves; Investment appraisal Methods - Energy demand and energy systems (sectors; daily, weekly and seasonal load profiles; electricity market and heat market; district heating; cogeneration) - Electrical supply (example Germany, Europe; power plant fleet; virtual power plants; base load, middle load, peak load; decentralised energy supply; grid topology; grid operation; quality and reliability of grid operation)
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Bhattacharyya, S.C.: Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, London, 2019 - Erdmann, G.; Zweifel, P.: Energieökonomik - Theorie und Anwendungen,

	<p>Springer, Berlin / Heidelberg, 2022</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konstantin, P.: Praxisbuch Energiewirtschaft. Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt, 4th edition, Springer, Berlin, 2017 - Narbel, P. A., J. P. Hansen, J. R. Lien.: Energy Technologies and Economics, Springer, 2014 - Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M.: Energiewirtschaft - Einführung in Theorie und Politik, 3rd edition, Oldenbourg, Munich, 2012
--	--

LEHRVERANSTALTUNG: Operations Research in Energy Economics	
Art	Vorlesung/Übung
Nr.	M+V3038
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. System analysis in Energy Economics (data acquisition and data refinement, data representation, regression techniques) 2. Optimization problems in Energy Economics (types of problems; e.g. development of power plant fleet; resource planning) 3. Approaches to develop models for optimization problems in energy sector 4. Application of selected computational optimization techniques
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Poler, R., J. Mula, M. Díaz-Madroñero: Operations Research Problems: Statements and Solutions, Springer, Berlin / Heidelberg, 2014 - Kasana, H.S.; Kumar, K.D.: Introductory Operations Research - Theory and Applications, Springer, Berlin / Heidelberg, 2004 - J. K. Sharma: Business Statistics, Second Edition, Pearson India, 2006 - Suhl, L.; Mellouli, T.: Optimierungssysteme - Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen, 2nd edition, Springer, Berlin, 2009 - Williams, H. P.: Model Building in Mathematical Programming, 5th Edition, John Wiley & Sons, 2013

RED-04: Energy Informatics

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Vorlesung/Labor
Lernziele	
Dauer	2 Semester
SWS	10 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 150,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 150,00 h
	Workload: 300,00 h
ECTS	10,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Energy Data Engineering 1 and Database Systems: Hausarbeit und Referat; Gewichtung Modulnote: 2/3 Energy Data Engineering 2: Hausarbeit und Referat; Gewichtung Modulnote: 1/3
Modulverantwortung	Prof. Dr. Manuel Lämmle
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Database Systems	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	M+V2052
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Relational database technologies and products - Data modeling (ER model and Relational database model) - Normal forms - Structured Query Language (SQL) - Data Control/Definition/Manipulation Language - Transactions - Interfaces to database systems - Time series database systems (basics)
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Elvis C. Foster; Shripad Godbole (2016): Database Systems: A Pragmatic Approach, ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-1192-2, ISBN-13 (electronic): 978-1-4842-1191-5, DOI 10.1007/978-1-4842-1191-5 - Shafali Naik (2014); Concepts of database management system; Delhi : Pearson; ISBN 9789332537231, 9332537232; Nummer 1892760444 (K10Plus-Nummer) - Mike Fleckenstein, Lorraine Fellows (2018): Modern Data Strategy; Springer International Publishing AG; Druck ISBN 9783319689920, E-Book ISBN 9783319689937 - Saake, Gunter; Heuer, Andreas; Sattler, Kai-Uwe (2018): Datenbanken - Konzepte und Sprachen. 6. Aufl. Frechen: mitp.

	<p>- Elmasri, Ramez A.; Navathe, Shamkant B.; Shafir, Angelika (2011): Grundlagen von Datenbanksystemen. Bachelorausg., 3., aktualisierte Aufl., [Nachdr.]. München: Pearson Studium (IT - Informatik)</p> <p>- Kemper, Alfons Heinrich; Eickler, André (2015): Datenbanksysteme. Eine Einführung. 10., erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter Studium.</p>
--	---

LEHRVERANSTALTUNG: Energieinformatik 1/Energy Data Engineering 1	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	M+V3049
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Data Mining Terminology and concepts - Data Mining process models - Exploratory Data Analysis - Descriptive Statistics - Classification and Regression Models (Decision Trees, Random Forest, K-nearest neighbours, Naive Bayes, ...) - Model Evaluation and Comparison - Clustering - Linear Regression - Time Series Analysis
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Reddy, T. Agami, Applied data analysis and modeling for energy engineers and scientists; Springer Science & Business Media, 2011</p> <p>Witten, I. H. and Hall, M. A., Data mining: Practical machine learning tools and techniques, 3rd ed. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2011</p> <p>Han, J., Kamber, M., and Pei, J., Data Mining: Concepts and Techniques, 3rd ed. Burlington: Elsevier Science, 2011</p> <p>Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J. H., The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction, 2nd ed. Springer series in statistics. New York: Springer, 2009</p> <p>Alpayd&#305;n, E., Maschinelles Lernen. München: Oldenbourg, 2008.</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Energy Data Engineering 2	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	M+V3050
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	

RED-06: Languages and Soft Skills

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Seminar
Lernziele	
Dauer	1 Semester
SWS	4 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 90,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 90,00 h
	Workload: 180,00 h
ECTS	4,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausurarbeit, 120 Min. und Laborarbeit
Modulverantwortung	Prof. Dr. Jörg Bausch
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)
Verwendbarkeit	Master RED

RED-07: Required Electives

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Seminar
Lernziele	
Dauer	2 Semester
SWS	14 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 60,00 h
	Workload: 120,00 h
ECTS	14,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Jörg Bausch
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Renewable Heatig and Cooling	
Art	Vorlesung/Seminar
Nr.	M+V2054
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - introduction: heating and cooling demand, technology matrix - conventional heating technologies - compression heat pumps: technologies and systems - solar thermal collectors and system - biomass - cooling technologies: compression chillers and solar cooling - district heating and cooling systems: from first to fifth generation district heating and cooling networks - sector coupling and advanced technologies: PV+batteries, carnot battery, hydrogen.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture Notes - Gerhard Stryi-Hipp, Renewable Heating and Cooling, Woodhead Publishing, 2016, https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-213-6.01001-8 - T. Reddy: Heating and Cooling of Buildings: Principles and Practice of Energy Efficient Design

LEHRVERANSTALTUNG: Communication, Rhetoric and Presentation	
Art	Workshop

Nr.	M+V2056
SWS	0,00 SWS
Lerninhalt	<p>Rhetoric</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principles of rhetoric e.g. articulation, pronunciation, modulation - Meaningful speech- - Free speech - Practical exercises <p>Communication</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theoretical models like Watzlawick, Schulz von Thun - Practical exercises <p>Presentation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparation of presentations - Structuring methods - Visualisation methods - Beginnings and endings - Incidents
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Barnes, Graham (1977): Transactional analysis after Eric Berne: teachings and practices of three TA schools. New York: Harper. - Hofstede, Geert (2005): Cultures and Organizations - Software of the Mind: Intercultural Cooperation and Its Importance for Survival. McGraw-Hill Professional - Schulz von Thun, Friedemann (1981/2008): Miteinander reden. Störungen und Klärungen. Reinbek: Rowohlt.

LEHRVERANSTALTUNG: Grid Control	
Art	Vorlesung
Nr.	M+V2058
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>This lecture covers key aspects of modern power systems, starting with Transmission Network Planning, which focuses on the design and development of networks essential for transporting electrical energy efficiently. We will explore the Transition from Synchronous Machines to Grid-Forming Inverters, highlighting how these inverters stabilize the grid amidst increasing renewable energy integration. The topic of Loop Flows addresses the unintended electricity flow in interconnected systems, examining its impact on stability and operational challenges. We will also discuss high voltage direct current (HVDC), Flexible AC Transmission Systems (FACTS), which enhance transmission network controllability and capacity. Additionally, Phase Shifting Transformers will be covered, detailing how they manage power flows by altering voltage phase angles. Finally, we will delve into Distribution Network Planning, focusing on strategies for efficiently delivering electricity to end-users while accommodating load growth and distributed energy resources.</p>
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	

LEHRVERANSTALTUNG: Gebäudeintegrierte Photovoltaik	
Art	Seminar
Nr.	M+V2059
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Gängige Außenwand- und Fassadensysteme, einschließlich Dach als "fünfte Fassade" eines Gebäudes für die bauteilintegrierte Anwendung von Photovoltaikmodulen - Planungsanforderungen - Baurechtliche Rahmenbedingungen - Anwendung eines gängigen Planungswerkzeugs (z.B. PV*SOL)
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Allianz BIPV (Hrsg.): Checkliste Brandsicherheit für bauwerksintegrierte Photovoltaik-Anlagen (BIPV) - bauordnungsrechtliche Vorgaben, Anwendungsregeln und Ausführungshinweise für den Planungsprozess und Bauablauf, 2021 - Corti, P. et al.: Building Integrated Photovoltaics: A practical handbook for solar buildings" stakeholders: SUPSI, 2020 - Haselhuhn, R.; Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (Hrsg.): Leitfaden Photovoltaische Anlagen: Leitfaden für das Elektro- und Dachdeckerhandwerk, für Fachplaner, Architekten, Bauherren und Weiterbildungsinstitutionen. 4., komplett überarb. Aufl. Berlin: DGS, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, 2010 &#8212; ISBN 978-3-00-030330-2 - Ragonesi, M. et al.: Bautechnik der Gebäudehülle: Bau & Energie. Zürich: VdF Hochschulverlag, 2. Aufl. 2016 - Weller, B. et al.: Institut für Internationale Architektur-Dokumentation (Hrsg.): Photovoltaik: Technik - Gestaltung - Konstruktion, Edition Detail Detail Praxis. 1. Aufl. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 2009 &#8212; ISBN 978-3-920034-25-6

LEHRVERANSTALTUNG: Industrial Energy Management	
Art	Vorlesung/Seminar
Nr.	M+V3008
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - introduction to energy market and energy consulting in Germany - topics, demand, practical examples - costs of energy in Germany and Europe, energy management systems(ISO 50001, energy audits...), demand side management - electricity production in Europe, European power markets, price development and price building (taxes and levies), merit order principle, energy transition (solar, wind, geothermal) - natural gas in Europe, European gas exchanges, price developmentand price building (taxes and levies), energy transition (green gas,hydrogen) - Procurement strategies for different types of companies, PPAs - Corporate Social Responsibility Directive CSRD, Corporate Carbon Footprint, product carbon footprint, German and European Sustainability Goals

	- Q + A
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	Paper / slides from lecturer

2. Semester

RED-02: Energy Systems 2

RED-05: Power Grids

RED-02: Energy Systems 2

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Vorlesung/Übung/Labor
Lernziele	The students know the essential technologies for energy conversion and storage in industry. They know the boundary conditions for the collection of energy-related data industry. They are able to setup a monitoring platform and to perform a energy flow analysis. Based on the energy flow analysis, they can propose energy efficiency measures. The students are able to implement an energy management system (e.g. according to DIN EN ISO 50001). The students learn the principles of project management.
Dauer	1 Semester
SWS	8 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 120,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 120,00 h
	Workload: 240,00 h
ECTS	8,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausurarbeit, 180 Min. und Laborarbeit
Modulverantwortung	Prof. Dr. Peter Treffinger
Empfohlenes Semester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Energy Usage in Industrial Processes	
Art	Vorlesung/Übung
Nr.	M+V3048
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	1. Energy conversion and energy storage in industry 2. Energy efficiency measures 3. Visualisation, monitoring, data acquisition and control of industrial processes 4.. Energy efficiency in the context of regulations and standards (DIN EN ISO 50001, EN 16001, EN 15232, ...) Exercises: Data analysis of monitoring data, energy balances of industrial plants.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Neugebauer (ed.): Handbuch Ressourcenorientierte Produktion. München: Carl Hanser Verlag, 2014.

RED-05: Power Grids

Empfohlene	
------------	--

Vorkenntnisse	
Lehrform	Vorlesung/Labor
Lernziele	
Dauer	1 Semester
SWS	6 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 210,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 210,00 h
	Workload: 420,00 h
ECTS	6,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausurarbeit, 120 Min., und Laborarbeit
Modulverantwortung	Professor Dr.-Ing. Jörg Bausch
Empfohlenes Semester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Grid Operation, Analysis and Communication	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	M+V3052
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selection/dimensioning of network structures including communication structures. 2. Methods of network analyses and network planning. 3. Software for load flow and short circuit calculation and for the analysis of power system faults. 4. Selective network protection, criteria for network protection, power system control. 5. Operations in electric power systems. 6. Grid stability and reliability. 7. Operational management of networks. Lab Work: Experimental network analyses with test rig.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Heuck, Klaus, Dettmann, Klaus-Dieter, Schulz, Detlef: Elektrische Energieversorgung. 8. Auflage, Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2010. - Hiller, Thomas, Bodach, Mirko, Castor, Walter: Praxishandbuch Stromverteilungsnetze. Würzburg: Vogel Buchverlag, 2014. - Ungrad, Helmut, Winkler, Willibald, Wiszniewski, Andrzej: Schutztechnik in Elektroenergiesystemen (Taschenbuch). 2. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.

3. Semester

RED-08: Master-Arbeit

RED-08: Master-Arbeit

Empfohlene Vorkenntnisse	
Lehrform	Wissenschaftl. Arbeit/Sem
Lernziele	
Dauer	1 Semester
SWS	2 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 0,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 900,00 h
	Workload: 900,00 h
ECTS	30,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Abschlussarbeit und Referat
Modulverantwortung	Professor Dr.-Ing. Jörg Bausch
Empfohlenes Semester	3. Semester
Häufigkeit	jedes Semester
Verwendbarkeit	Master RED

LEHRVERANSTALTUNG: Master-Arbeit	
Art	Wissenschaftl. Arbeit
Nr.	M+V3053
SWS	0,00 SWS
Lerninhalt	
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	

LEHRVERANSTALTUNG: Präsentation und Verteidigung	
Art	Seminar
Nr.	M+V3053
SWS	0,00 SWS
Lerninhalt	
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	