

Program and Course Description

WS 2024/25

Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)

Master

Study regulation: WS 24/25

as per: 18.09.2024

Content

1	Overview	4
2	Introduction.....	5
2.1	Objective	6
2.2	Admission Requirements	7
2.3	Target group	8
2.4	Course structure	9
2.5	Advancement Requirements	11
2.6	Concept and advisory board	12
3	Qualification profil	13
3.1	Mission Statement	14
3.2	Study objectives	15
3.2.1	Subject-specific competencies of the degree program	15
3.2.2	Interdisciplinary competencies of the degree program	15
3.2.3	Examination concept of the course.....	16
3.2.4	Application relevance of the degree program	16
3.2.5	Contribution of individual modules to the course objectives	16
3.3	Possible occupational fields	19
4	Dual Studies.....	20
5	Description of Modules	22
5.1	Compulsory Modules	23
	Introductory Laboratory Course.....	24
	System Analysis and Control	26
	Energy Policies and Economies	28
	Numerical Methods and Computational Simulation	30
	Industrial Energy System Theory.....	32
	Industrial Energy System Project.....	34
	Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets	36
	Master Thesis	38
5.2	Core Electives.....	40
	Building Energy System	41
	Off-Grid Energy System	43
	Urban Area Energy System.....	45
5.3	Individual Elective	47
	Adaptive Systeme.....	48
	Aerodynamische Methoden.....	50
	Akustik.....	52
	Autonomes Fliegen.....	54
	CFD	56
	DOE / Datenanalyse	58

Energy Management and Energy Efficiency.....	59
Entrepreneurship Coaching.....	61
Fahrzeugstrukturauslegung.....	63
Flugzeugstrukturentwurf.....	65
Getriebe.....	67
Homologation.....	69
Mechatronik	71
Metallische Leichtbauwerkstoffe	74
Unfallrekonstruktion	76
Wasserstoffwirtschaft	78
Werkstofftechnologie.....	80

1 Overview

Name of course	Renewable Energy Systems
Type of study & degree	Master of Science full-time
First start date	October 1st, 2017 with an annual start in the winter semester
Normal period	3 semesters (90 ECTS, 46,5 SWS)
Duration of study	3 semesters
Place of study	THI Ingolstadt
Language of instruction	English
cooperation	no

Course director:

Name: Matthias Huber

Email: Matthias.Huber@thi.de

Tel.: +49 841 9348-2402

2 Introduction

The text describes the status of the courses on offer in the Renewable Energy Systems master's program according to the study and examination regulations of July 18, 2016 in the version of the amended articles of association dated April 29, 2024.

A complete overview of the modules, their content and examination **types** can be found in **Part 4 - Module descriptions** for the degree program.

In particular, the curriculum specifies the study goals and content of the individual compulsory modules, the subject-specific elective modules and the practical courses as well as the time layout of the weekly hours per module and study semester.

It also contains the more detailed provisions on course-related performance and participation certificates.

In the event of ambiguity, the subordinate study and examination regulations take precedence.

2.1 Objective

The master's program in Renewable Energy Systems is essentially based on the undergraduate bachelor's program in Energy Systems and Renewable Energies at the Technical University of Ingolstadt and aims to provide students with a deeper and detailed understanding of energy systems and their development. On this basis, the graduates can develop and apply their own ideas for design, planning, development, control and management of future energy systems in practice. The graduates proficient in the fields of renewable and conventional energy technology as well as in system analysis and design. They are able to expand their knowledge independently in this complex and dynamic subject area. This is achieved through the application of practical, proven methods, the deepening of theoretical principles, and the scientific research methods. The program also prepares students for the possibility of pursuing a doctoral degree or a research position. Additionally, they can effectively communicate their knowledge to non-experts and engage in scientific discussions with professionals in the production sector.

The knowledge acquired in the Renewable Energy System master's program enables graduates to take on qualified specialist and managerial tasks in all areas of energy technology and enable them to manage complex projects. The graduates have the intercultural and communicative competencies that are required in an international context. The master's course also gives students the opportunity to pursue a doctoral degree or work in research.

The program is offered completely in English.

2.2 Admission Requirements

The general legal admission requirements apply. The binding regulations for the curriculum can be found in:

- Study and examination regulations for the Renewable Energy Systems master's program in the version of July 18, 2016 (SPO RES) in the version of the amended articles of association dated 29 April 2024
- General examination regulations (APO) of the Technical University of Ingolstadt
- Enrollment statutes of the Technical University of Ingolstadt.

In addition to the general admission requirements, there is also an aptitude assessment procedure, which is described in the study and examination regulations for the Renewable Energy Systems master's program in the version of the amended articles of association dated 29 April 2024 (SPO RES) and on the documents submitted on the applicant's energy experience is based.

2.3 Target group

The target group of the Renewable Energy Systems master's program is made up of two different groups. On the one hand, the graduates of the ESYS course or similar German bachelor courses, on the other hand international graduates of technical courses that are equivalent to a bachelor's degree at THI and the experience in the field of energy technology through specialization within their studies or their bachelor thesis or through professional activity in the field of power engineering.

2.4 Course structure

The students expand their knowledge of regenerative technologies, whereby the focus is not on a single technology, but on the mutual interrelationships with one another and with the structure of requirements.

In order to familiarize all students with the basics of a technology and to establish a uniform knowledge level, the essential technological aspects of a certain renewable technologies are taught at the beginning of the so-called system courses. Main part of the courses, however, is about the efficient use of these technologies in an energy system. Thereby different methods of engineering from simulation and laboratory tests to project development are employed. The basic structure of the course is shown in Figure 1. For the EEE graduates of the THI, the short induction phase represents a repetition of the knowledge from the bachelor's degree, which is then deepened in the system-oriented tasks. For the international students, the introduction phase means a phase of intensive examination of partly new technologies, which can then be applied in practice.

The regular study time is 3 semesters, the first two being covered by courses and the third being reserved for the preparation of the master's thesis.

1. Semester				
Introductory Laboratory Course	System Analysis and Control	Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets	Elective course (p.e. Energy Management and Energy Efficiency)	Urban Area Energy Systems
2. Semester				
Energy Markets and Energy Policies	Numerical Methods and Computational Simulation	Off Grid Energy Systems	Industrial Energy Systems Theory	Industrial Energy Systems Project
3. Semester				
Master's Thesis				

Three of the four available energy system modules are selected and taught by the course management for each year. In these energy system modules, students have to design and dimension an energy system. Using a project-oriented approach, you will develop solutions for a task and will be advised by a team of specialists who will provide you with the necessary detailed knowledge of technologies. The students compare different technologies for the required issue and choose the most suitable. In doing so, they learn about the important boundary conditions and requirements for the planning, installation, financing and operation of these technologies. The idea on which the energy system modules are

based is that there is no single technology in the foreground, but the integral approach of meeting a specific demand with the best possible regenerative technology

2.5 Advancement Requirements

The topic for the master's thesis is assigned no earlier than the beginning of the second semester. To be eligible for the thesis topic assignment, students must have successfully completed a minimum of 30 ECTS credits.

2.6 Concept and advisory board

The course was developed in close collaboration with industry representatives, whose specific requirements were carefully considered. Its focus on sector coupling, interdisciplinarity, and systematic thinking reflects the importance of these areas to the economy, resulting in a well-rounded curriculum. The program aims to equip our master's graduates with the skills needed to assume managerial positions in companies and institutions or to pursue further academic qualifications, such as a doctorate. The advisory board, which includes students, alumni, professors from other universities, and industry representatives, provides valuable insights and guidance.

3 Qualification profil

3.1 Mission Statement

Creating a climate-friendly, sustainable, and secure energy supply is one of the great challenges of our time. Renewable energy sources are central to this effort, representing a rapidly growing industry with significant potential for regional, national, and international development. The program is founded on the understanding that modern sector-coupling energy systems increasingly integrate different renewable energy and storage technologies. However, many optimization opportunities remain untapped because experts in individual disciplines often miss the chance to leverage synergies. Therefore, individual technologies and various scientific methods are taught, but these are conveyed in the context of an energy system consideration:

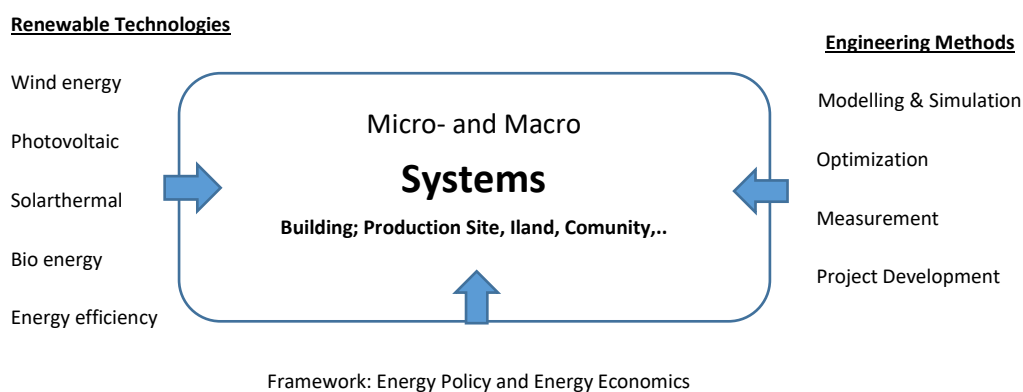


Fig.1: Conceptual representation of the RES master's course at THI

The master's program in Renewable Energy Systems enables students to take on specialist and managerial tasks in an interdisciplinary and international environment, in which in-depth specialist knowledge and its application are conveyed.

3.2 Study objectives

3.2.1 Subject-specific competencies of the degree program

Upon completion of the program, the participants have

- knowledge of the various energy supply technologies and their suitability in different applications
- knowledge of power distribution and load management
- the ability to recognize and assess systematic dependencies in energy systems
- the ability to select, dimension and plan complex energy systems including their dependencies
- the ability to simulate complex systems and interpret simulation results
- the ability to evaluate energy systems economically and ecologically
- the ability to assess political and economic boundary conditions for energy production

3.2.2 Interdisciplinary competencies of the degree program

The following interdisciplinary skills are of particular importance for the course.

- Scientific work
- Working together on larger assignments in teams
- Targeted and sensitive work in an intercultural context
- Fluent English including technical terms
- Conflict management
- Time management
- Project organization
- self-organisation
- Self-presentation

3.2.3 Examination concept of the course

The examinations are based on the desired learning outcomes of a module, the successful delivery of which is to be checked.

Courses and exams are held in English. Selected modules, including examinations, can be held in German as specified in the module handbook.

All modules are either compulsory or elective modules:

1. Compulsory modules are the modules of the course that are binding for all students. The energy system modules are compulsory, as the three taught out of the four possible modules are selected by the course director.

2. Compulsory elective modules are the modules of the course that are offered individually or alternatively in groups. Each student has to choose one of them. The selected module is treated as a compulsory module.

In the energy system modules, the focus is on imparting current specialist knowledge and its application in practice, as well as improving general skills. Therefore, these are checked by the examination form study or seminar paper including the presentation.

3.2.4 Application relevance of the degree program

In the drafting of the course curriculum, the aspect of application relevance was given high priority. A large number of discussions with company representatives have shown that there is a great need, especially in the interface areas between individual technologies. Interdisciplinary planning and working as well as coordination play an increasingly important role. The range of subjects in the degree program meets these requirements. The three large system modules deal with the use of different technologies in an energy system. Various methods of engineering work are to be used, from simulation and laboratory tests to project development. In the group work there, the students not only acquire specialist knowledge for practical use, but also practice the soft skills that are indispensable for today's working world, working together in teams and planning and managing projects.

The master's theses are usually written in companies. In addition to the practical relevance of the topics, the transfer of knowledge is of outstanding importance.

3.2.5 Contribution of individual modules to the course objectives

In the Energy System modules, the course imparts specialist skills and subject-specific applications. These teaching objectives are flanked by a business assessment of the solutions found. In the smaller modules, in-depth theoretical knowledge in selected areas of energy technology is imparted.

In addition to the specialist skills, the imparting of methodological, social and personal skills rounds off the course. The implementation of the qualification objectives of the course through the modules is described in detail in the module descriptions under learning objectives and content. The objectives-module matrix, which is shown on the following page, provides an overall overview of the competencies imparted per module.

Modules		Urban Area Energy Systems	Off Grid Energy Systems	Industrial Energy Systems	Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets	Elective, ie Energy Management and Energy Efficiency	System Analysis and Control	Introductory Laboratory course	Energy Policies and Economics	Numerical Methods and Computational simulation	Master thesis
Professional skills	Knowledge of the various energy supply technologies and their suitability in different applications	++	++	++	+	+	+	++		+	
	Knowledge of power distribution & load management	+	+	+	+	++	++	+	+	+	
	Recognizing and assessing systematic dependencies in energy systems	++	++	++	+						
	Selection, dimensioning and planning of complex energy systems including the dependencies	++	++	++	+		+				
Methodology	Simulation of complex systems and interpretation of simulation results	+	+	+	+	+	+	+	+	++	

	Modules				Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets	Elective, ie Energy Management and Energy Efficiency	System Analysis and Control	Introductory Laboratory course	Energy Policies and Economics	Numerical Methods and Computational simulation	Master thesis
	Aims Of Course	Urban Area Energy Systems	Off Grid Energy Systems	Industrial Energy Systems							
dolo-gical skills	Economic and ecological assessment of energy systems	+	+	+	+	++			++		
	Assessment of political and economic boundary conditions for energy production	+	+	+	++				++		
	Scientific work	+	+	+					+	+	++
Social skills	Working together on larger assignments in teams	+	+	+			+	++			
	Targeted and sensitive work in an intercultural context	+	+	+		+	+	+	+	+	
	Fluent English including technical terms	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	conflict management	+	+	+			+	+	+		
Per-sonal skills	Time management	+	+	+	+			+	+		+
	Project organization	+	+	+	+			+	+		+
	self-organisation	+	+	+	+		+	+	+	+	++
	Self-presentation	+	+	+	+			+	+		+

3.3 Possible occupational fields

The students should acquire a broad knowledge of regenerative energy systems, so that the graduates of the course are primarily prepared for specialist and managerial tasks in the following areas:

- Planning
- Government / Administration
- Utilities / municipal utilities
- Project development
- Science
- Production

The following sectors are the focus of the graduates' future fields of activity:

- Power engineering
- Building technology
- Environmental technology

However, the master's degree should also qualify and be accredited for academic work, so that a doctorate can also be followed.

4 Dual Studies

In this course of study, a dual degree is not possible. For dual study beginners in the winter semester 2023/24 & summer semester 2024, as well as for those who register late (§8b (1) Nr. 17 registration regulations), the dual requirements will be continually implemented until their completion. The following applies to these students:

In cooperation with selected industry partners, the study program Renewable Energy Systems can also be completed in a dual studies model. The dual study model is offered as a study program with in-depth practice, in which the regular study program is supplemented by intensive practical phases in a company.

In the dual study model, university and practical phases (especially during semester breaks and for the final thesis) regularly alternate during the course of study. The lecture times in the dual study model correspond to the standard study and lecture times at the THI.

By systematically linking the learning locations of university and company, students gain professional practical experience with selected practice partners as an integral part of their studies.

The curriculum of the dual study program model differs from the regular degree program concept in the following points:

- **Final thesis in the cooperation company**

In the dual study model, the final thesis is written at a cooperating company, usually on a practice-relevant topic related to the focus of study.

Organizationally, the dual study program model is characterized by the following components:

- **Introduction track**

A separate event for dual students is offered as part of the welcome day(s) at the beginning of the program.

- **Mentoring**

The central contact persons for dual students in the faculty are the respective program head of studies. They organize an annual mentoring meeting with the dual students of the respective study program.

- **Quality management**

In the evaluation and surveys at the THI on the quality assurance of the dual study separate question blocks are included.

- **„Forum dual“**

Organized by the Career Service and Student Counseling (CSS), the “Forum Dual” takes place once a year. The “Forum Dual” promotes the professional-organizational exchange between the dual cooperation partners and the faculty and serves to ensure the quality of the dual study program. All cooperation partner in the dual study program as well as representatives and dual students of the faculty are invited to the meeting.

Formal-legal regulation for dual studies for all degree programs of the THI are regulated in the APO (see §§ 17, 29 und 30) and the enrollment statutes (see §§ 8b und 18).

5 Description of Modules

5.1 Compulsory Modules

Introductory Laboratory Course			
Module abbreviation:	IntroLabC_M-RES	SPO-No.:	1
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Schrag, Tobias		
Lecturers:	Reum, Tobias; Schrag, Tobias; Steger, Fabian		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	1: Introductory Laboratory Course (IntroLabC_M-RES)		
Lecture types:	S - seminar (IntroLabC_M-RES)		
Examinations:	Portfolio Exam (IntroLabC_M-RES)		
Special features of the examination performance	Portfolio exam consisting of: <ul style="list-style-type: none"> • moodle quizzes 20% • presentations 40% • report 40% 		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The course follows to objectives</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. To create a common level of knowledge in the fields of thermodynamics, fluid dynamics, mechanics, electrical engineering, bio energy and solar energy 2. To enable the students to prepare, carry out, calculate and present complex experiments in the energy laboratories <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can calculate the error of an value determined in an experiment dependent on the errors of the measurement quantities. • are able to create reports on experiments according to a scientific standard • are able to carry out complex physical measurements, • are familiar with hard and software of different teststands • can evaluate different measurement methods as they know the advantages/disadvantages of different methods 			

<ul style="list-style-type: none"> • are have reached a common knowledge basis in the fields of thermodynamics, physics, electrical engineering, fluid dynamics, bio energy and solar radiation. • are able to present and discuss measurement results with respect to theory
<p>Content:</p> <p>The course consists of ca. 10 experiments. The experiments and excursions described below can change slightly due to resources available. The first experiments are carried out in very small groups (ca. 2 Persons) and then follow 2*4 experiments that are carried out in small groups (ca 6 Persons). In the first sessions several experiments are carried out. The aim is to establish a common level in problem perception, problem solution, calculation, presenting and reporting. The first four experiments aim to establish a common basis in thermodynamics, electronics, solar energy and fluid dynamics. The second circle of experiments aim to establish and advanced level in the same fields. The exemplary laboratory course given below reflects the structure, also some experiments may change due to resources: Initial Experiments in very small groups 2 sessions): Pressure/Volume Spring stiffness/energy storage Gravitational energy/air pressure PV-driven motors/ efficiency (mechanical and electrical engineering) The experiments in small groups PV-System: MPP-Tracking (elektrical eng.) DEC-Plant: HVAC-principles and sorption Heatexchanger: Dependence of hat transfer coefficient through flow rate (thermodynamics) CHP-Plant (thermodynamics) Wind channel (fluiddynamics) Test of solarthermal collector (solar thermal) Battery measurement (elektrical eng.) Steam power station (thermodynamics)</p>
<p>Literature:</p> <p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • BROWNE, Michael E., 2010. <i>Physics for engineering and science: [788 fully solved problems]</i>. 2. Auflage. New York [u.a.]: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-161399-6, 0-07-161399-4 • SPLINTER, Robert, 2017. <i>Illustrated encyclopedia of applied and engineering physics</i>. Boca Raton ; London ; New York: CRC Press. ISBN 978-1-4398-6086-1
<p>Additional remarks:</p> <p>None</p>

System Analysis and Control			
Module abbreviation:	SysAnaCon_M-RES	SPO-No.:	2
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Navarro Gevers, Daniel		
Lecturers:	Navarro Gevers, Daniel		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	2: System Analysis and Control (SysAnaCon_M-RES)		
Lecture types:	SU/Ü - lecture with integrated exercises (SysAnaCon_M-RES)		
Examinations:	schrP90 - written exam, 90 minutes (SysAnaCon_M-RES)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can model a physical system. • Can characterize a control loop understanding what is the controller, the actuator, the measurement device and the system, • Can take a decision on the dynamic needs of a system response • Understands different methods of tuning the controllers to fulfill the dynamic demands • Know the different controller types and can decide which controller is needed for each case. • are able to apply different controller tuning methods and are able to predict the dynamic behavior of a system • are able to evaluate and discuss simulation results with respect to theory and experiments • can take the decision of existing hardware to design a given 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • System description • Definition of a control loop • Stability in a control loop 			

<ul style="list-style-type: none">• Transfer function• Frequency response• Main control variables• Root locus method• Alternative Design Methods• Design variables in a control system (calculation frequency, sample frequency, variables to be measured etc.)• Response of first order and second order Systems• Speed Control of a Wind turbine• Frequency control in an electrical grid• Application to practical problems (computer lab Matlab)
Literature:
<i>Verpflichtend:</i> <ul style="list-style-type: none">• OGATA, Katsuhiko, 2010. <i>Modern control engineering</i>. 5. Auflage. Boston [u.a.]: Pearson. ISBN 978-0-13-713337-6, 0-13-713337-5 <i>Empfohlen:</i> <p>Keine</p>
Additional remarks:
None

Energy Policies and Economies			
Module abbreviation:	EnPolEc_M-RES	SPO-No.:	3
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Zörner, Wilfried		
Lecturers:	Mehta, Kedar; Zörner, Wilfried		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	3: Energy Policies and Economies (EnPolEc_M-RES)		
Lecture types:	S - seminar (EnPolEc_M-RES)		
Examinations:	SA - Seminar paper with oral examination (15 min), written elaboration (8-15 pages) and presentation (15-20 pages) (EnPolEc_M-RES)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand climate protection policies worldwide and their relation to energy issues • are able to critically reflect on and discuss issues of climate change and energy • understand different shaping of energy legislation in selected countries • are able to critically reflect on and discuss issues of energy legislation • understand renewable energies as an economic factor • understand the energy economy in selected countries • are able to critically reflect on and discuss issues of the energy economy 			
Content:			
<p>Energy and climate change</p> <ul style="list-style-type: none"> • Climate protection policies worldwide, in Germany and other selected countries • Energy legislation in Germany and other selected countries • Renewable energies as economic factor • Energy economy / industry in Germany and other selected countries 			

Literature:
<i>Verpflichtend:</i> Keine
<i>Empfohlen:</i> Keine
Additional remarks:
None

Numerical Methods and Computational Simulation			
Module abbreviation:	NumMetCS_M-RES	SPO-No.:	4
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Bschorer, Sabine		
Lecturers:	Bschorer, Sabine; Horák, Jiří		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	4: Numerical Methods and Computation Simulation (NumMetCS_M-RES)		
Lecture types:	SU/Ü - lecture with integrated exercises (NumMetCS_M-RES)		
Examinations:	schrP90 - written exam, 90 minutes (NumMetCS_M-RES)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can estimate the error of a numerical approximation of derivatives and use a suitable order of approximation for the given application, • understand the influence of the round-off error and conditioning on the numerical solution of linear algebraic equations and can assess which direct or iterative methods are suitable for the given purpose, • recognize the above methods in the finite difference discretization of the heat equation, can explain consistency, stability and convergence, are able to evaluate the merits of the explicit and implicit approaches, • are familiar with simple implementations of the discussed numerical methods in some widely used computer algebra system (e.g. MATLAB) or programming language • are familiar with the mathematical background of the Finite-Volume method • are able to apply different computational methods like Computational Fluid Dynamics and 1D simulation of thermal and hydraulic processes to problems in renewable energy systems • are able to evaluate and discuss simulation results with respect to theory and experiments 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Numerical approximation of derivatives 			

- Numerical solution of large systems of linear algebraic equations, round-off error,
- Numerical solution of the linear heat equation
- Introduction into numerical flow simulation theory (computational fluid dynamics, CFD)
- Finite-volume method and its mathematical background
- Application to 3D fluid simulation with commercial software
- Theory of computational simulation of thermal and hydraulic processes
- Thermal and hydraulic simulation in building services engineering
- Computational simulation of thermodynamic processes
- Application to practical problems (computer lab)

Literature:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Computational methods for fluid dynamics* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-99693-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99693-6>.
- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Computational methods for fluid dynamics* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-99693-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99693-6>.
- KAJISHIMA, Takeo, TAIRA, Kunihiko, 2017. *Computational fluid dynamics: incompressible turbulent flows* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-45304-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45304-0>.
- KAJISHIMA, Takeo, TAIRA, Kunihiko, 2017. *Computational fluid dynamics: incompressible turbulent flows* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-45304-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45304-0>.
- ANDERSON, Dale A. und andere, 2021. *Computational fluid mechanics and heat transfer*. F. Auflage. Boca Raton ; London ; New York: CRC Press, an imprint of Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-8153-5712-4, 978-0-3675-6903-7
- MOUKALLED, F., MANGANI, L., DARWISH, M., 2016. *The finite volume method in computational fluid dynamics: an advanced introduction with OpenFOAM and Matlab* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-16874-6, 978-3-319-16873-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16874-6>.
- REDDY, Junuthula Narasimha und David K. GARTLING, 2010. *The finite element method in heat transfer and fluid dynamics*. 3. Auflage. Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press, Taylor & Francis. ISBN 978-1-4398-8257-3
- TURYN, Larry, 2014. *Advanced engineering mathematics*. Boca Raton [u.a.]: CRC Press. ISBN 978-1-4398-3447-3
- STRANG, Gilbert, 2007. *Computational science and engineering*. Wellesley, Ma.: Wellesley-Cambridge Press. ISBN 978-0-9614088-1-7, 0-9614088-1-2
- STRANG, Gilbert. *Mathematical methods for engineers II* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://ocw.mit.edu/courses/18-086-mathematical-methods-for-engineers-ii-spring-2006/>

Additional remarks:

None

Industrial Energy System Theory			
Module abbreviation:	IndEnSysT	SPO-No.:	5
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Goldbrunner, Markus		
Lecturers:			
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	5: Industrial Energy System Theory (IndEnSysT)		
Lecture types:	Einsetzungstext ist leer!		
Examinations:	schrP90 - written exam, 90 minutes (IndEnSysT)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • have an overview of the most important consumers of electricity, heat and gas in a typical industrial operation • can establish and evaluate the different energy consumptions and efficiency improvement strategies in an industrial operation • are familiar with the biogas process, the construction of biogas plants, the most important components and process parameters and can dimension a biogas plant. • are familiar with the most important procedural basics and concepts of the combustion of solid biomass and the corresponding plant technology for heat and power generation and can design a corresponding power plant • know the most important procedural basics and concepts of the thermal gasification of solid biomass and the corresponding plant technology for heat and power generation • are able to project the energy supply of an industrial company with the acquired knowledge. 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Energy efficiency 			

<ul style="list-style-type: none"> • Rating of energy systems • Example project meat processing <ul style="list-style-type: none"> Definition of boundaries Applied thermodynamics for energy efficiency Presentation and Reporting • Cross cutting technologies <ul style="list-style-type: none"> Drives and pumps Mechanical power Lighting Thermal Energy Renewable Electricity Integration • Bio energy • Biogas • Anaerobic fermentation • Construction of biogas plants • operating parameters and environmental conditions • substrates and manure • process and plant engineering • process variants • biogas production and storage • Solid biomass • basics of combustion • special features and design of the furnace • combustion concepts • cyclic processes • plants for electricity and heat generation an their components • basics and concepts of gasification • Project • Building an energy-efficient and environmentally friendly energy supply for an industrial company
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • WELLINGER, Arthur, 2013. <i>The biogas handbook: science, production and application</i>. Oxford [u.a.]: Woodhead Publ.. ISBN 978-0-85709-498-8 • SPLIETHOFF, Hartmut, 2010. <i>Power generation from solid fuels</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-02855-7
Additional remarks:
None

Industrial Energy System Project			
Module abbreviation:	IndEnSysProj	SPO-No.:	6
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only summer term
Responsible for module:	Goldbrunner, Markus		
Lecturers:			
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	6: Industrial Energy System Project (IndEnSysProj)		
Lecture types:	Einsetzungstext ist leer!		
Examinations:	Proj - Project work (5-25 pages) with oral presentation (15 minutes) (IndEnSysProj)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>For a specific industrial plant the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • make a concept for a sustainable co2-free energy supply • work in a team, make time plans and divide up the various work packages • establish and evaluate the energy consumptions, the efficiency improvement and new renewable energy production strategies • design a biogas plant for the specific residues of the industrial plant • design a combustion biomass plant for the solid residues • summarize and present the results 			
Content:			
<p>Concepts for a specific industrial plant for a sustainable co2-free energy supply:</p> <ul style="list-style-type: none"> • project management • energy consumption • energy efficiency 			

<ul style="list-style-type: none">• energy concept• design of a biogas plants for specific residues• design of a solid biomass plant for the solid residues• presentation techniques• writing techniques
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• WELLINGER, Arthur, 2013. <i>The biogas handbook: science, production and application</i>. Oxford [u.a.]: Woodhead Publ.. ISBN 978-0-85709-498-8• SPLIETHOFF, Hartmut, 2010. <i>Power generation from solid fuels</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-02855-7• GRAHAM, Nick und Stanley E. PORTNY, 2015. <i>Project management for dummies</i>. S. Auflage. Chichester: Wiley. ISBN 978-1-119-02573-3
Additional remarks:
None

Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets			
Module abbreviation:	HydETEM_M-RES	SPO-No.:	9
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Huber, Matthias		
Lecturers:	Huber, Matthias		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	9: Hydrogen in Energy Technology and Energy Markets (HydETEM_M-RES)		
Lecture types:	SU/Ü - lecture with integrated exercises (HydETEM_M-RES)		
Examinations:	schrP90 - written exam, 90 minutes (HydETEM_M-RES)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can compare different hydrogen production/storage/logistic technologies • know about the electricity generation with fossil and renewable energy sources as competing and complementing technologies. • can differentiate current and future colors of hydrogen. • understand the possibilities and limits that hydrogen can play in future energy systems • know the substitution potential of hydrogen. • understand fundamental mechanism of energy markets • understand market mechanism of gas trading as well as technical boundaries. • understand market mechanism of of electricity trading as well as technical boundaries. 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of energy economics and markets (incl. price formation) • Different hydrogen production/storage/logistic technologies and their cost structures • Hydrogen generation with renewable energies and competing technologies based on fossile fuels • Colors of hydrogen. 			

<ul style="list-style-type: none">• Possibilities and limits that hydrogen can play in future energy systems• Substitution potential of hydrogen in other sectors.• Market mechanism of gas trading as well as technical boundaries.• Market mechanism of electricity trading as well as technical boundaries.
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• STOFT, Steven, . <i>Power system economics</i>.• SEDDON, Duncan , . <i>The Hydrogen Economy Fundamentals, Technology, Economics</i> . ISBN https://doi.org/10.1142/12593• SUBHES, Bhattacharyya, . <i>Energy Economics</i>.• QASCHNING, Volker, . <i>Renewable energy and climate change</i> . <p><i>Empfohlen:</i></p> <p>Keine</p>
Additional remarks:
None

Master Thesis			
Module abbreviation:	MA_RES	SPO-No.:	10
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Compulsory Subject	3
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Huber, Matthias		
Lecturers:	All lecturers		
Credit points / SWS:	30 ECTS / 0 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	0 h	
	Selbststudium:	750 h	
	Gesamtaufwand:	750 h	
Subjects of the module:	10: Master Thesis (MA_RES)		
Lecture types:	MA - Master Thesis (MA_RES)		
Examinations:	Master-Thesis (MA_RES)		
Special features of the examination performance	None		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can work independently on complex problems from the field of technical development at a high scientific level within a specified period of time using the specialist knowledge acquired as well as scientific methods and findings. • are also able to classify the results in technical and interdisciplinary contexts and to present them in the form of a scientific paper. • are able to work independently on a defined topic and discuss it competently. 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis of the problem and definition of the topic • Literature/patent research • Formulation of the research approach/procedure • Definition of a solution concept/approach • Planning and elaboration of the solution, analysis of the results • Classification of the subject-related and non-subject-related references 			

<ul style="list-style-type: none"> Application of scientific working methods, i.e. proceeding systematically, analytically and methodically correct, arguing logically and concisely as well as working goal-oriented and time-critical and presenting the results formally correct. <p>For dual students, the thesis must be prepared in cooperation with the respective dual company. The content details and the scientific standard are ensured in cooperation between the company's supervisor and the first examiner at the Technical University.</p>
<p>Literature:</p> <p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> RECKER, Jan, 2021. <i>Scientific Research in Information Systems: A Beginner's Guide</i> [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-030-85436-2. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85436-2. LÖVEI, Gábor L., 2021. <i>Writing and publishing scientific papers: a primer for the non-English speaker</i> [online]. Cambridge, UK: Open Book Publishers PDF e-Book. ISBN 978-1-80064-091-7, 978-1-80064-092-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.11647/OBP.0235.
<p>Additional remarks:</p> <p>None</p>

5.2 Core Electives

Building Energy System			
Module abbreviation:	BuildEnerSys_M-RES	SPO-No.:	7
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	General Elective Subject	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Schrag, Tobias		
Lecturers:			
Credit points / SWS:	10 ECTS / 8 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	93 h	
	Selbststudium:	157 h	
	Gesamtaufwand:	250 h	
Subjects of the module:	7.1: Building Energy System (BuildEnerSys_M-RES)		
Lecture types:	S - seminar (BuildEnerSys_M-RES)		
Examinations:	Portfolio Exam (BuildEnerSys_M-RES)		
Special features of the examination performance	Portfolio Exam: <ul style="list-style-type: none"> • Moodle quizz • Simulation exercise • Library course • Presentation • Report 		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
The students <ul style="list-style-type: none"> • are familiar with building energy systems for heat and cold supply such as solar thermal, geothermal, CHP, fossil fuel and heat pump based technologies • understand the economic and technical principles of planning, design and operation of different HVAC systems • can strategically combine different energy sources to identify technically, environmentally and economically optimal solutions • can model heating solutions with different energy sources and multiple users in a building • have an insight in the specific boundaries and challenges of energy engineering in modelling and simulation • are able to formulate and solve complex problems of real-world energy engineering 			

<ul style="list-style-type: none"> • are able to condense the experience and results of a multifaceted energy engineering project in compact reports and presentations.
Content:
<ul style="list-style-type: none"> • Energy Consumption in Buildings • HVAC-Systems • Climate adaptive building design • Solar thermal systems • Geothermal systems • Heat-pump based technologies • Building simulation • PVSystems • Economic Analysis • Detailed analysis of selected real-world case of district heating with multiple sources and consumers
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • DUFFIE, John A., BECKMAN, William A., BLAIR, Nathan, 2020. <i>Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind</i> [online]. Hoboken, New Jersey: Wiley PDF e-Book. ISBN 978-1-119-54031-1, 978-1-119-54030-4. Verfügbar unter: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119540328. • KLEE, Harold und Randall ALLEN, 2018. <i>Simulation of dynamic systems with MATLAB and Simulink</i>. t. Auflage. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-8777-2 • YANG, Jinhuan, YUAN, Xiao, Ji, Liang, 2020. <i>Solar photovoltaic power generation</i> [online]. Berlin ; Boston: De Gruyter PDF e-Book. ISBN 978-3-11-052483-3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1515/9783110524833. • GRASSI, Walter, 2018. <i>Heat pumps: fundamentals and applications</i> [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-62199-9. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62199-9.
Additional remarks:
None

Off-Grid Energy System			
Module abbreviation:	Off-GridEnSy_M-RES	SPO-No.:	7
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	General Elective Subject	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Navarro Gevers, Daniel		
Lecturers:	Ausin Calvo, Juan Carlos; Besner, Rebekka; Navarro Gevers, Daniel		
Credit points / SWS:	10 ECTS / 8 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	93 h	
	Selbststudium:	157 h	
	Gesamtaufwand:	250 h	
Subjects of the module:	7.1: Off-Grid Energy System (Off-GridEnSy_M-RES)		
Lecture types:	S - seminar (Off-GridEnSy_M-RES)		
Examinations:	Portfolio Exam (Off-GridEnSy_M-RES)		
Special features of the examination performance	<p>The portfolio examination consists of the following parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> • written exam 35% • working in group 25% • presentations 20% • reports 20%. 		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can model an offgrid electrical system Know the main components in an Offgrid System : Generators, Loads, safety devices... • know the principles of the grid frequency control • know the principles of the grid voltage control • are able to determine the stability of an off grid system • know how to do a power flow analysis • can take the decision of the needed requirements (Hardware an control) to design an offgrid system • can write the project specification for the given system 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Voltage Control 			

<ul style="list-style-type: none">• Frequency Control• Generators (Synchronous, Asynchronous)• Converters description• Load flow calculation• Load behavior• Energy Storage• Energy conversion and transport• Wind Power description
Literature:
<i>Verpflichtend:</i> Keine
<i>Empfohlen:</i> 1. LOUIE, HENRY, . <i>Off-Grid electrical systems in developing countries</i> . ISBN 978-3-319-91890-7 MOHANTY, PARIMITA ; MUNEEER, TARIQ ; KOLHE, MOHAN , . <i>Solar Photovoltaic System Applications : A Guidebook for Off-Grid Electrification</i> . ISBN 978-3-319-14663-8 ; 978-3-319-14662-1
Additional remarks:
None

Urban Area Energy System			
Module abbreviation:	UrbanAreaEnerSys_M-RES	SPO-No.:	7
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	General Elective Subject	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	English	1 semester	only winter term
Responsible for module:	Schrag, Tobias		
Lecturers:	Müller, Lucas; Schrag, Tobias; Summ, Thorsten; Weitz, Peter		
Credit points / SWS:	10 ECTS / 8 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	93 h	
	Selbststudium:	157 h	
	Gesamtaufwand:	250 h	
Subjects of the module:	7.1: Urban Area Energy System (UrbanAreaEnerSys_M-RES)		
Lecture types:	S - seminar (UrbanAreaEnerSys_M-RES)		
Examinations:	Portfolio Exam (UrbanAreaEnerSys_M-RES)		
Special features of the examination performance	Portofolioprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Initial Simulation Task • Management paper • Library Course • Presentation • Report 		
Usability for other study programs:	None		
Prerequisites according examination regulation:			
None			
Recommended prerequisites:			
None			
Objectives:			
The students <ul style="list-style-type: none"> • are familiar with different energy systems for heat and cold supply such as solar thermal, geothermal, CHP, fossil fuel and heat pump based technologies • understand the economic and technical principles of planning, design and operation of different energy supply systems • can strategically combine different energy sources to identify technically, environmentally and economically optimal solutions • know how to conceptually describe and how to model heating solutions with different energy sources and multiple users in an urban environment • have an insight in the specific boundaries and challenges of energy engineering in modelling and simulation • are able to formulate and solve complex problems of real-world energy engineering 			

<ul style="list-style-type: none"> • are able to condense the experience and results of a multifaceted energy engineering project in compact reports and presentations.
Content:
<ul style="list-style-type: none"> • District heating networks with focus on renewable sources and efficient fossil energy use (CHP), incl. heat storage • Solar thermal systems • Geothermal systems • Heat-pump based technologies • Fundamental of heating network modelling • Training in heating network model application • Detailed analysis of selected real-world case of district heating with multiple sources and consumers
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <p>Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • HASTINGS, S. Robert, 1994. <i>Passive solar commercial and institutional buildings: a sourcebook of examples and design insights</i>. Chichester u.a.: Wiley. ISBN 0-471-93943-9 • SUMATHI, S., L. ASHOK KUMAR und P. SUREKHA, 2015. <i>Solar PV and wind energy conversion systems: an introduction to theory, modeling with MATLAB/SIMULINK, and the role of soft computing techniques</i>. Cham [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-319-14940-0 • NAGPAL, Neetika Kaushal, ALHELOU, Hassan Haes, SIANO, Pierluigi, SANJEEVIKUMAR, Padmanaban, LAKSHMI, D., 2023. <i>Applications of big data and artificial intelligence in smart energy systems: Volume 2 Energy planning, operations, control and market perspectives</i> [online]. Gistrup, Denmark: River Publishers PDF e-Book. ISBN 9788770228268, 8770228264. Verfügbar unter: https://ieeexplore.ieee.org/book/10173467.
Additional remarks:
None

5.3 Individual Elective

Adaptive Systeme			
Module abbreviation:	Adapt_M-TE	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Müller, Dieter		
Lecturers:	Müller, Dieter		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Adaptive Systeme (Adapt_M-TE)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (Adapt_M-TE)		
Examinations:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Adapt_M-TE)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Fuzzy-Reglern • können mit einem Simulationsprogramm Eigenschaften von Fuzzy-Reglern testen • kennen den Aufbau und die Funktion von künstlichen neuronalen Netzen • können künstliche neuronale Netze simulieren • kennen Techniken zur Identifikation dynamischer Systeme • können die Parameter dynamischer Systeme mit Hilfe von Identifikationsalgorithmen bestimmen 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Fuzzy Regler • Künstliche neuronale Netze • Maximum Likelihood-Schätzer • Beobachter und erweiterter Beobachter • Kalmanfilter • Adaptive Reglerkonzepte 			

Literature:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- LUTZ, Holger und Wolfgang WENDT, 2021. *Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink*. 12. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel. ISBN 978-3-8085-5870-6
- UNBEHAUEN, Heinz, Band 1, [21992. *Regelungstechnik*. [7. Auflage. Braunschweig [u.a.]: Vieweg. ISBN 3-528-06469-2
- STRIETZEL, Roland, 1996. *Fuzzy-Regelung: mit 36 Tabellen*. München [u.a.]: Oldenbourg. ISBN 3-486-23359-9

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

Aerodynamische Methoden			
Module abbreviation:	AerodynM_M-LT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Stadlberger , Korbinian		
Lecturers:	Stadlberger , Korbinian		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Aerodynamische Methoden (AerodynM_M-LT)		
Lecture types:	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum (AerodynM_M-LT)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AerodynM_M-LT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • erhalten einen detaillierten Überblick über numerische Modellierungsmethoden von Profil-, Flügel- und Flugzeugumströmungen sowie über Methoden der experimentellen Aerodynamik • sind befähigt, die Stärken und Schwächen von aerodynamischen Modellierungsmethoden für gegebene Strömungsprobleme einzuschätzen • sind befähigt, einen aerodynamischen Datensatz zu erstellen und kritisch zu bewerten 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Aerodynamik inkl. Flügel- und Flugzeugumströmung • Numerische Modellierungsmethoden auf Grundlage der Potentialtheorie • Numerische Modellierungsmethoden im Bereich CFD • Semi-empirische Methoden • Experimentelle Aerodynamik im Windkanal • Experimentelle Aerodynamik im Flugversuch • Behandlung von Strömungsproblemen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Profilmströmung 			

- Flügelumströmung
- Flügel-Leitwerk-Kombination
- Flugzeugkonfiguration

Literature:*Verpflichtend:*

- GERSTEN, Klaus, 1991. *Einführung in die Strömungsmechanik: mit 10 Tabellen und 52 durchgerechneten Beispielen*. 6. Auflage. Braunschweig: Vieweg. ISBN 3-528-43344-2
- SCHLICHTING, Hermann, GERSTEN, Klaus, KRAUSE, Egon, OERTEL, Herbert, MAYES, Katherine, 2017. *Boundary-layer theory* [online]. Berlin ; Heidelberg: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-662-52919-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52919-5>.
- SCHLICHTING, Hermann und Erich TRUCKENBRODT, 2001. *Aerodynamik des Flugzeuges*. Berlin: Springer.
- BROCKHAUS, Rudolf, ALLES, Wolfgang, LUCKNER, Robert, 2011. *Flugregelung* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-642-01442-0, 978-3-642-01443-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01443-7>.
- SCHÜTZ, Thomas, 2013. *Hucho - Aerodynamik des Automobils: Strömungsmechanik, Wärmetechnik, Fahrdynamik, Komfort ; mit ... 49 Tabellen* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-1919-2, 978-3-8348-2316-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2316-8>.
- ROSSOW, Cord-Christian, 2014. *Handbuch der Luftfahrzeugtechnik: mit 1130 Bildern und 34 Tabellen* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-42341-1, 3-446-42341-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446436046>.
- THOMAS, Fred, 1984. *Grundlagen für den Entwurf von Segelflugzeugen*. 2. Auflage. Stuttgart: Motorbuch-Verl.. ISBN 3-87943-682-7

Empfohlen:

- KÜCHEMANN, Dietrich, 2012. *The aerodynamic design of aircraft: a detailed introduction to the current aerodynamic knowledge and practical guide to the solution of aircraft design problems*. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics. ISBN 978-1-62198-370-5
- ANDERSON, John David, 2001. *A history of aerodynamics and its impact on flying machines*. R. Auflage. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN 0-521-66955-3, 0-521-45435-2
- ANDERSON, John David, 2017. *Fundamentals of aerodynamics*. S. Auflage. New York, NY: McGraw Hill Education. ISBN 978-1-259-12991-9, 978-1-259-25134-4
- OSWATITSCH, Klaus, 1976. *Grundlagen der Gasdynamik*. Wien [u.a.]: Springer. ISBN 3-211-81318-7, 0-387-81318-7
- ZIEREP, Jürgen, 1991. *Ähnlichkeitsgesetze und Modellregeln der Strömungslehre* [online]. Karlsruhe: Braun-Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-662-21597-5, 978-3-7650-2041-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-21597-5>.
- MEIER, Hans-Ulrich und Burghard CIESLA, 2006. *Die Pfeilflügelentwicklung in Deutschland bis 1945: die Geschichte einer Entdeckung bis zu ihren ersten Anwendungen*. Bonn: Bernard & Graefe. ISBN 3-7637-6130-6
- OERTEL, Herbert und P. ERHARD, 2010. *Prandtl-essentials of fluid mechanics*. 3. Auflage. New York, NY [u.a.]: Springer. ISBN 978-1-4419-1563-4, 978-1-4419-1564-1
- WHITFORD, Ray, 1987. *Design for air combat*. 1. Auflage. London: Jane's. ISBN 0-7106-0426-2
- MOIR, Ian, SEABRIDGE, Allan, 2008. *Aircraft systems: mechanical, electrical, and avionics subsystems integration* [online]. New York, NY [u.a.]: Wiley PDF e-Book. ISBN 978-0-470-05996-8, 978-0-470-77093-1. Verfügbar unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470770931>.

Additional remarks:

Sichere Grundkenntnisse aus dem Bachelor Luftfahrttechnik werden erwartet.
PC-Übungen erfordern Eigeninitiative für den autodidaktischen Lernerfolg

Akustik			
Module abbreviation:	WModul-Akust_M-RES	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Allgemeinwissen- schaftliches Wahlpflichtfach	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Bienert, Jörg		
Lecturers:	Bienert, Jörg		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Akustik (WModul-Akust_M-RES)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (WModul-Akust_M-RES)		
Examinations:	LN - mündliche Prüfung, 15 Minuten (WModul-Akust_M-RES)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die akustischen Feldgrößen • können Pegel unterschiedlicher Signalarten berechnen • können die Schallwellenausbreitung auf Basis partieller Differenzialgleichungen (auch 3-dimensional) beschreiben • kennen Messverfahren einschließlich digitaler Datenerfassung und deren Frequenzanalyse • können die Anforderungen von Lärmschutz in akustische Messgrößen umsetzen • kennen die psychoakustische Wirkungsweise des Schalls • durchdringen die Schallausbreitung im Kraftfahrzeug und deren Reduktion • verstehen die Wirkungsweise von Schalldämmung und Absorption • verstehen die Beiträge von Kfz-Komponenten zur Gesamtfahrzeugakustik 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Schallfelds • Wellenausbreitung 			

- mathematische Beschreibung mit partiellen Differenzialgleichungen (1D und 3D)
- Elementarstrahler
- Spektrale Darstellungen
- Schallabsorption
- Fahrzeugakustik Grundlagen
- Schallwahrnehmung
- Messtechnik-Körperschall
- Vibroakustik
- Fahrgeräusche
- Akustische Komponenten im Fahrzeug
- Motorgeräusche
- Ladungswechselgeräusch
- Rollgeräusche
- Windgeräusche
- Nebenaggregate
- Störgeräusche
- Zusammenhang mit Schwingungsphänomenen
- weiterführende Mess- und Berechnungsverfahren
- Raumakustik / akustische Prüfräume

Literature:*Verpflichtend:*

- SINAMBARI, Gholam Reza, SENTPALI, Stefan, 2020. *Ingenieurakustik: physikalische Grundlagen, Anwendungsbeispiele und Übungen* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-27289-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27289-0>.
- MÖSER, Michael, 2015. *Technische Akustik* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-47704-5, 978-3-662-47703-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47704-5>.
- GENUIT, Klaus, 2010. *Sound-Engineering im Automobilbereich: Methoden zur Messung und Auswertung von Geräuschen und Schwingungen* [online]. Berlin ; Heidelberg: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-642-01414-7, 978-3-642-01415-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01415-4>.
- ZELLER, Peter, 2009. *Handbuch Fahrzeugakustik*. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Empfohlen:

Keine

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

Autonomes Fliegen			
Module abbreviation:	AutFlieg_FW_LT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Elsbacher, Gerhard		
Lecturers:	Elsbacher, Gerhard; Salamat, Babak		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Autonomes Fliegen (AutFlieg_FW_LT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (AutFlieg_FW_LT)		
Examinations:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AutFlieg_FW_LT)		
Special features of the examination performance			
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Ingenieurmathematik, Regelungstechnik, Dynamik, Eigenortung			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über Aufbau und Architekturen von UAVs (sowohl x-Copter als auch hybride Varianten) • kennen die Grundlagen des autonomen Fliegens • lernen eine 6DOF flugmechanische Simulation eines UAVs mit modernen Simulationswerkzeugen aufbauen, Simulationsszenarien definieren und Simulationen durchführen. • kennen die Grundlagen der Eigenortung und der Sensorik (z.B. GPS, IMU, Höhenmesser) • lernen die Grundlagen der Sensordatenfusion mit Kalman Filter • lernen die Grundlagen der Umfelderkennung (Verfahren, Sensoren, Architekturen) • sind in der Lage eine einfache Flugzustandsregelung und eine Pfadplanung für ein UAV auszulegen • arbeiten sich selbstständig und im Team in Themen des autonomen Fliegens ein und können über diese kompetent diskutieren 			
Content:			
Über die letzten Jahre haben UAVs (z.B. Quadcopter, ...) enorm an Bedeutung gewonnen. Das Anwendungsspektrum reicht von professionellen Luftaufnahmen über visuelle Inspektion von Industrieanlagen bis hin zur Paketauslieferung. Jedoch bedarf es zur Steuerung eines UAV eines erfahrenen Piloten und während des			

Flugs dessen ständige Aufmerksamkeit. Deshalb gibt es starkes Interesse nach Lösungsansätzen, die einen sicheren autonomen Flug ermöglichen. Dies setzt jedoch voraus, dass alle benötigte Sensorik und Rechenpower auf dem UAV mitgeführt werden muss, der nur über eine sehr beschränkte Nutzlast verfügt, was zu starken Einschränkungen führt.

Dieser Kurs führt in die Grundlagen des autonomen Fliegens von UAVs ein. Hierzu werden folgende Themengebiete abgedeckt:

- Überblick und Architekturen autonomer Systeme (UAV's)
- 3D Physik und Simulation von UAVs
- Navigation – Grundlagen, Verfahren, Sensoren, Sensordatenfusion
- Regelung und Pfadplanung (Konzepte, Prinzipien, Algorithmen und Auslegung)
- Umfelderkennung (Perception) – Verfahren und Konzepte maschinelles Sehen; Sensoren: LIDAR, Kamera, Ultraschall.

Literature:*Verpflichtend:*

- BROCKHAUS, Rudolf, ALLES, Wolfgang, LUCKNER, Robert, 2011. *Flugregelung* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-642-01442-0, 978-3-642-01443-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01443-7>.
- GARG, Pulin K, 2021. *Unmanned Aerial Vehicle*. Dulles: Mercury Learning and Information LCC. ISBN 978-1-68392-709-9
- CASTILLO, Pedro, Rogelio LOZANO und Alejandro E. DZUL, . *Modelling and Control of Mini-Flying Machines*. London: Springer. ISBN 1852339578

Empfohlen:

- MARSHALL, Douglas M, 2021. *Introduction to unmanned aircraft systems*. T. Auflage. ISBN 978-0-367-36659-9

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

CFD			
Module abbreviation:	CFD_M-FT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Költzsch, Konrad		
Lecturers:	Költzsch, Konrad		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Subjects of the module:	8: CFD (CFD_M-FT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (CFD_M-FT)		
Examinations:	SA - Seminararbeit (CFD_M-FT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Teilnehmer in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • ihre vertieften Kenntnisse der Strömungssimulation und der Finiten Elemente Methode sowie ihrer mathematischen Grundlagen wiederzugeben, • die Strömung anhand eines selbst gewählten oder vorgegebenen Anwendungsbeispiels (durch- oder umströmter Körper, z.B. Um- und Durchströmung eines Fahrzeugs) mittels des CFD-Softwarepakets OpenFOAM zu simulieren, • die FEM auf verschiedene Problemstellungen in der Fahrzeugtechnik, z.B. Crashberechnung, gekoppelte thermo-elastische oder nichtlineare Problemstellungen, Dynamik und Optimierung, anzuwenden, • komplexe Simulationsaufgaben in CFD und FEM in strukturierter Weise zu bearbeiten, Fehler im Berechnungsablauf zu erkennen und zu beseitigen, abweichende Ergebnisse gegenüber selbst recherchierten oder erzeugten Vergleichsdaten zu beurteilen, alles zu dokumentieren, zu präsentieren und im wissenschaftlich-technischen Umfeld kompetent zu diskutieren, • das zielgerichtete Arbeiten in der Regel im Team zu üben (soziale Kompetenz). 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Datenbeschaffung, gegebenenfalls mit 3D-Scanner • CAD-Datenbereinigung und -import, Oberflächen- und Volumenvernetzung 			

- Auswahl Solver, Rand- und Anfangsbedingungen, Turbulenzmodell
- Strömungsvisualisierung und Plausibilisierung der Ergebnisse
- Konvergenz-, Netzfeinheitsstudie und Validierung, Parameterstudie
- Praktika (z.B. „cavity flow“, Motorrad mit RANS)
- Literaturrecherche zum eigenen Anwendungsbeispiel
- gegebenenfalls eigenes Experiment im Windkanal oder Hydraulikprüfstand erforderlich

Literature:*Verpflichtend:*

- Ohne Autor. *OpenFOAM UserGuide* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://cfd.direct/open-foam/user-guide/>
- Ohne Autor. *Greenshields & Weller (2022) Notes on Computational. CFD Direct Ltd. Reading, GB. Fluid Dynamics: General Principles* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://doc.cfd.direct/notes/cfd-general-principles/index>

Empfohlen:

- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Numerische Strömungsmechanik* [online]. Berlin: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-46544-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46544-8>.
- LAURIEN, Eckart und Herbert OERTEL, 2018. *Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle – Lösungsmethoden – Qualität und Genauigkeit*. 6. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-21059-5, 3-658-21059-1
- WENDT, John F. und John David ANDERSON, 2010. *Computational fluid dynamics: an introduction*. 3. Auflage. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-09873-4
- SCHWARZE, Rüdiger, 2013. *CFD-Modellierung: Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen* [online]. Berlin ; Heidelberg: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-642-24378-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-24378-3>.
- MOUKALLED, F., MANGANI, L., DARWISH, M., 2016. *The finite volume method in computational fluid dynamics: an advanced introduction with OpenFOAM and Matlab* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-16874-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16874-6>.
- LECHELER, Stefan, 2018. *Numerische Strömungsberechnung: Schneller Einstieg in ANSYS CFX 18 durch einfache Beispiele* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-19192-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19192-4>.
- MARIĆ, Tomislav, Jens HÖPKEN und Kyle MOONEY, 2014. *The OpenFOAM technology primer*. 1. Auflage. [Duisburg]: Sourceflux. ISBN 978-3-00-046757-8

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

DOE / Datenanalyse			
Module abbreviation:	DOEDat_M-FT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Horák, Jiří		
Lecturers:	Horák, Jiří		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Subjects of the module:	8: DOE / Datenanalyse (DOEDat_M-FT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (DOEDat_M-FT)		
Examinations:	mdlP - mündliche Prüfung 15 - 30 Min. (DOEDat_M-FT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Noch zu bestimmen			
Content:			
Noch zu bestimmen			
Literature:			
<i>Verpflichtend:</i>			
Keine			
<i>Empfohlen:</i>			
Keine			
Additional remarks:			
Keine Anmerkungen			

Energy Management and Energy Efficiency			
Module abbreviation:	WMod_EnManaEnEff_M-RES	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Weitz, Peter		
Lecturers:	Patel, Dharmik; Weitz, Peter		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Energy Management and Energy Efficiency (WMod_EnManaEnEff_M-RES)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (WMod_EnManaEnEff_M-RES)		
Examinations:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (WMod_EnManaEnEff_M-RES)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> understand the design rules of a photovoltaic system and will be able to layout specific systems. are familiar with supply versus demand simulations of photovoltaic system in industrial environments and understand methods to increase self consumption of produced energy. understand the different contributions of the electricity bill and know methods to reduce costs. can analyze and understand electric load profiles and extract exposed loads. understand energy management systems and know how to manage exposed loads. are familiar with the cross-sectional technologies in industrial companies, can identify potential of savings and take measures to reduce energy consumption 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> Photovoltaic: design rules for solid photovoltaic system layout (connection module to inverter). Overall planning of photovoltaic systems. Simulation of provided energy. Electric load profile: analyzing electric load profiles and identification of exposed loads. Supply versus demand simulation of photovoltaic systems in industrial environments. Methods of supply and demand displacements. 			

<ul style="list-style-type: none">• Contributions to energy costs of industrial companies and methods to reduce the cost level.• Energy management systems in industrial companies (DIN EN ISO 50001 and DIN EN 16247).• Methods to identify, measure and manage energy consumption of exposed loads.• Methods to analyze general cross-sectional technologies (compressed air, ventilation, cooling, process heating, lighting, heat recovery).• Methods to identify and reduce the energy consumption of cross-sectional technologies (electricity and other energy sources).
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• BILGE, Ali Nezihi, 2015. <i>Energy systems and management</i> [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-16024-5, 978-3-319-16023-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16024-5.• THORPE, David, 2014. <i>Energy management in industry: the Earthscan Expert Guide</i>. F. Auflage. London: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-134-64941-9, 1-134-64941-X <p><i>Empfohlen:</i></p> <p>Keine</p>
Additional remarks:
Keine Anmerkungen

Entrepreneurship Coaching			
Module abbreviation:	MVM_EC	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Bader, Martin		
Lecturers:	Bader, Martin		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Subjects of the module:	8: Entrepreneurship Coaching (MVM_EC)		
Lecture types:	S - Seminar (MVM_EC)		
Examinations:	LN - Projektarbeit (MVM_EC)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Dieses Modul ist für alle Master-Studiengänge der THI geöffnet, soweit im Modulhandbuch des jeweiligen Studiengangs angeboten. Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Entweder ist bereits eine Geschäftsidee vorhanden oder die Studierenden interessieren sich für Themenvorschläge des Dozenten.			
Objectives:			
<p>After successful participation in the module course, students are able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. analyze customer and market needs on basis of advanced design thinking approaches, • develop and assess a business idea on this basis and apply it to a consistent business model, • identify and analyze key success factors for implementation, • prepare and apply implementation on basis of a minimal viable product approach, • apply the agile business development, prototype testing and lean startup methods and integrate the principles of entrepreneurial thinking in business and leadership, • prepare participation in a business plan competition at graduate level and to meet the specific challenges, <p>successfully integrate the listed competencies with the content of other modules from their degree program and develop new, overarching approaches.</p>			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Ideation • Value Proposition Design 			

- Business Model Canvas
- Business Model Innovation
- Minimal Viable Product & Preto-/Prototyping
- Business Planning

Literature:*Verpflichtend:*

3. AULET, Bill, Thomas DEMMIG und Marius URSACHE, 2013. *Disciplined entrepreneurship: 24 steps to a successful startup*. Hoboken, NJ: Wiley. ISBN 978-1-118-69228-8, 978-1-118-72088-2
- BAYSTARTUP GmbH, 2022. Handbuch Businessplan-Erstellung, Der Weg zum erfolgreichen Unternehmen. [online]. <https://www.bay-startup.de/startups/handbuch-businessplan-erstellung>: BayStartUP GmbH, 18.07.2022 [Accessed on: 18.07.2022]. Available via: https://www.bay-startup.de/fileadmin/Dokumente/Downloads/Handbuch_Businessplan_Erstellung.pdf

Empfohlen:

4. KAWASAKI, Guy, 2015. *The art of the start 2.0: The time-tested, battle-hardened guide for anyone starting anything*. London: Portfolio Penguin. ISBN 978-0-241-18726-5, 978-1-59184-811-0
- RIES, Eric, 2017. *The lean startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. New York: Currency. ISBN 978-1-5247-6240-7
- FUEGLISTALLER, Urs, FUST, Alexander, MÜLLER, Christoph, MÜLLER, Susan, ZELLWEGGER, Thomas, 2019. *Entrepreneurship: Modelle – Umsetzung – Perspektiven : Mit Fallbeispielen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz* [online]. Wiesbaden: Springer Gabler PDF e-Book. ISBN 978-3-658-26800-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26800-8>.
- GASSMANN, Oliver, Karolin FRANKENBERGER und Michaela CSIK, 2017. *Geschäftsmodelle entwickeln: 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator*. 2. Auflage. München: Hanser. ISBN 978-3446451759
- GASSMANN, Oliver, Karolin FRANKENBERGER und Michaela CHOUDURY, 2020. *Business Model Navigator: The Strategies Behind the Most Successful Companies*. 2. Auflage. Harlow: Pearson. ISBN 978-1292327129
- OSTERWALDER, Alexander und Yves PIGNEUR, 2010. *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. ISBN 978-3-593-39474-9

OSTERWALDER, Alexander und Yves PIGNEUR, 2014. *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*. ISBN 978-1118968055

Additional remarks:

Coaching is carried out (where possible) in cooperation with a business partner as a business mentor. Through this co-operation, each team receives a business mentor in addition to support from the THI lecturer.

Project work

The aim is, among other things, to use the various media in the further development of business models and for the final presentation.

Fahrzeugstrukturauslegung			
Module abbreviation:	Fahrzeugstrukturauslegung (Fzstraus_M-FT)	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Kessler, Jörg		
Lecturers:	Kessler, Jörg		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Fahrzeugstrukturauslegung (Fzstraus_M-FT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (Fzstraus_M-FT)		
Examinations:	mdIP - mündliche Prüfung 15 - 30 Min. (Fzstraus_M-FT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> erwerben vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Kapiteln der höheren Technischen Mechanik mit praxisorientierten Beispielen aus der Karosserietechnik erlangen vertieftes Verständnis für anwendungsorientierte Leichtbauformeln durch Herleitung und Beurteilung der Berechnungsmethodik – vom Kontinuum zum Leichtbauträger - können modellbeherrschende Gleichungen von Leichtbauträgern wissenschaftlich anwenden können geeignete Füge- und Verbindungsarten aktueller Karosseriebauweisen beurteilen und auswählen können zukünftige Fahrzeugkonzepte und Entwicklungen kompetent diskutieren 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> Tragwerksberechnung und Auslegung, Strukturoptimierung, lastoptimierte Gestaltung und Dimensionierung von Leichtbauträgern Behandlung ebener und gekrümmter Flächentragwerke, Herleitung und Anwendung partieller Differentialgleichungen mit Fokus auf Platte, Scheibe, schwach gekrümmten Schalen folgend der höheren technischen Mechanik 			

<ul style="list-style-type: none">• Bewertung und Auslegung von Leichtbaustrukturen hinsichtlich des Stabilitätsversagens von Balkensystemen, Knicken, Kippen, Stabilitätsversagen von dünnwandigen Flächentragwerken, Zylinderschale unter Axialdruck• Ausgewählte Füge- und Verbindungstechniken für Leichtbaukonstruktionen mit besonderen Schwerpunkt auf Fahrzeugtechnik (Löt- und Schweißverbindungen, Nietverbindungen, Umformtechnisches Fügen, Kombiniertes Fügen, Direktverschraubung etc)
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• GODULA-JOPEK, Agata, JEHLE, Walter, WELLNITZ, Jörg, 2012. <i>Hydrogen storage technologies: new materials, transport, and infrastructure</i> [online]. Weinheim: Wiley-VCH PDF e-Book. ISBN 978-3-527-64992-1, 978-3-527-64994-5. Verfügbar unter: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527649921.• PFLÜGER, Alf, 1981. <i>Elementare Schalenstatik</i> [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-642-52216-1, 978-3-642-52217-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-642-52216-1.• KLEIN, Bernd, GÄNSICKE, Thomas, 2019. <i>Leichtbau-Konstruktion: Dimensionierung, Strukturen, Werkstoffe und Gestaltung</i> [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-26846-6. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-26846-6. <p><i>Empfohlen:</i></p> <p>Keine</p>
Additional remarks:
Keine Anmerkungen

Flugzeugstrukturentwurf			
Module abbreviation:	FlzgStrukentw_M-LT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Burger, Uli		
Lecturers:	Burger, Uli; König, Ludwig		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Flugzeugstrukturentwurf (FlzgStrukentw_M-LT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (FlzgStrukentw_M-LT)		
Examinations:	SA - Seminararbeit (FlzgStrukentw_M-LT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Nach der Teilnahme an den Veranstaltungen sind die Teilnehmer in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • multidisziplinäre Entwurfsmethoden anzuwenden • die Hauptentwurfparameter von Verkehrsflugzeugen zu berechnen und zu analysieren • passende Flugzeugkonfigurationen für die Entwurfsaufgabe auszuwählen und zu analysieren • die Gestaltungselemente von Passagierkabinen zu definieren • die Familienbildung von Verkehrsflugzeugen durchzuführen • eine zur Entwurfsaufgabe passende Antriebstechnik und -integration auszulegen und zu analysieren • einfache Wirtschaftlichkeitsmodelle für kommerzielle Flugzeugen zu erstellen <p>Darüber hinaus erarbeiten sich die Teilnehmer das Wissen und die Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu ausgewählten Themen der Flugzeugzulassung • zum Stand der Technik im kommerziellen Flugzeugbau • zur Erarbeitung von Kompetenzen zum zielgerichteten Arbeiten im Team • zur professionellen Präsentation von Projektergebnissen <p>Des Weiteren erhalten die Studierenden Einblick in relevante Rahmenbedingungen für den Flugzeugentwurf hinsichtlich gesellschaftlicher Gesichtspunkte wie z.B. Umweltschutz und Nachhaltigkeit.</p>			

Content:
<ul style="list-style-type: none">• Stand der Technik im kommerziellen Flugzeugbau - Trendbetrachtungen, Verkehrsträgervergleiche, Wirtschaftlichkeitsaspekte, Auslegungsrichtlinien, Einführung in die Entwurfsproblematik, Grundlagen der Entwurfsaerodynamik, Durchführung von Parameterstudien zur Auslegung eines konkreten Flugzeugs, Anfertigung einer Marktanalyse, Festlegung der Entwurfsaufgabe, Gestaltung der Flugzeugkonfiguration, detaillierte Transportraumgestaltung.• Erlernen von Selbstorganisation und Aufgabendurchführung im Team.
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• TORENBEEK, Egbert, 2010. <i>Synthesis of subsonic airplane design: an introduction to the preliminary design of subsonic general aviation and transport aircraft, with emphasis on layout, aerodynamic design, propulsion and performance</i>. R. Auflage. Dordrecht [u.a.]: Kluwer. ISBN 978-90-481-8273-2• RAYMER, Daniel P., 2012. <i>Aircraft design: a conceptual approach</i>. 5. Auflage. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics. ISBN 978-1-60086-911-2, 1600869114• JENKINSON, Lloyd R., Paul SIMPKIN und Darren RHODES, 2003. <i>Civil jet aircraft design</i>. 1. Auflage. Oxford [u.a.]: Butterworth Heinemann. ISBN 0-340-74152-X• Aktuelle Journalbeiträge: Flight International, Aircraft Interiors International,... <p><i>Empfohlen:</i> Keine</p>
Additional remarks:
Keine Anmerkungen

Getriebe			
Module abbreviation:	Getriebe_M-TE	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Perponcher, Christian von		
Lecturers:	Perponcher, Christian von; Suchandt, Thomas		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Subjects of the module:	8: Getriebe (Getriebe_M-TE)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (Getriebe_M-TE)		
Examinations:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Getriebe_M-TE)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • kennen Getriebe für unterschiedliche stationäre und mobile Anwendungen • können auch komplexe Getriebestrukturen zielgerichtet analysieren und synthetisieren • können Verzahnungen auslegen und die Tragfähigkeit rechnerisch belegen • können die Qualität von Verzahnungen bewerten • kennen die Schadensbilder an Getrieben und die jeweiligen Ursachen 			
Content:			
Getriebekonzepte			
<ul style="list-style-type: none"> • Bauarten von Industrie-, Anlagen- und Fahrzeuggetrieben • Auslegung von Getrieben • Verzahnungsberechnung • Verzahnungstoleranzen • Herstellung von Verzahnungen • Schadensbilder an Getrieben 			

Praktikum
Literature:
<i>Verpflichtend:</i> Keine
<i>Empfohlen:</i> <ul style="list-style-type: none">• NIEMANN, G. und H. WINTER, 1989. <i>Maschinenelemente Bd. 2.</i> 2. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer. ISBN 978-3540111498• NAUNHEIMER, Harald, Bernd BERTSCHE und Gisbert LECHNER, 2007. <i>Fahrzeuggetriebe: Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion ; 85 Tabellen.</i> 2. Auflage. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-30625-2• RIEG, Frank et al., 2014. <i>Maschinenelemente.</i> 14. Auflage. München: Carl Hanser.
Additional remarks:
Im Rahmen der Vorlesung sind Gastvorträge vorgesehen

Homologation			
Module abbreviation:	WHom_M-FT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Waltz, Manuela		
Lecturers:	Hasler, Dirk		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		79 h
	Gesamtaufwand:		126 h
Subjects of the module:	8: Homologation (WHom_M-FT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (WHom_M-FT)		
Examinations:	LN - mündliche Prüfung, 15 Minuten (WHom_M-FT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> erwerben vertieftes Verständnis der Grundbegriffe und Methoden der Typprüfung PKW/Straßenfahrzeuge können die homologationsrelevanten Arbeitsschritte in den Gesamtentwicklungsprozess einordnen erlangen ein Grundverständnis und erhalten eine Übersicht zu den homologationsrelevanten Regelungen überblicken die unterschiedlichen Verfahren der Typprüfung USA, China und Europa 			
Content:			
<p>Vermittlung wesentlicher Abläufe und Inhalte der Zulassungsverfahren für Personenkraftwagen. Die von den Zulassungsbehörden erteilte Typpgenehmigung ist zentrale Grundlage für den Verkauf und den Betrieb von PKW in den weltweiten Märkten. Bereits in den frühen Schritten des Entwicklungsprozesses müssen homologationsrelevante Kriterien berücksichtigt und verfolgt werden. Die mit Homologation befassten Entwicklungsabteilungen arbeiten deshalb in einem interdisziplinären Feld aus technischer Fahrzeugentwicklung, rechtlichen Begrifflichkeiten und spezifischen Anforderungen der Märkte.</p>			

Literature:*Verpflichtend:*

- Diverse Entwicklungshandbücher enthalten i.d.R. auch Ausführungen zur Typenzulassung/Homologation; spezielle Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
- SIEBERT, Nils und andere, Juli 2021. *Die Genehmigungsverfahren für Kraftfahrzeuge: Typgenehmigung, Einzelgenehmigung, Marktüberwachung, Zulassung*. 2. Auflage. Bonn: Kirschbaum. ISBN 978-3-7812-2092-8, 3-7812-2092-3

Empfohlen:

Keine

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

Mechatronik			
Module abbreviation:	Mechatro_M-LT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	2
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Göllinger, Harald		
Lecturers:	Göllinger, Harald		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Mechatronik (Mechatro_M-LT)		
Lecture types:	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum (Mechatro_M-LT)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Mechatro_M-LT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verwenden die fachspezifische Terminologie sicher, • benennen die Eigenschaften von Sensoren und Aktoren, • können die Eigenschaften eines Mikrocontrollers benennen, • besitzen das mathematische Hintergrundwissen zur Lösung von mechatronischen Problemstellungen • beurteilen die Vor-/ und Nachteile verschiedener Bussysteme, • entwerfen einen zeitdiskreten Regelkreis mit Hilfe der z- Transformation und kennen Techniken, Regler auf einem Mikrocontroller zu implementieren, • wenden gelernte Methoden auf ähnliche Probleme der Mechatronik an, • lösen Aufgaben auch in einer Kleingruppe, und können dabei Fachliches kommunizieren und erklären, • arbeiten sich selbstständig und im Team in Themen der Mechatronik ein und können über diese kompetent diskutieren, • verstehen, wie der eigene Lernstil verbessert werden kann und verstehen, wie die Zusammenarbeit mit anderen verbessert werden kann. 			

Content:

Grundstruktur der Mechatronik

- Definition, Merkmale und Grundprinzipien der Mechatronik

Sensoren

- Klassifikation und Eigenschaften, Signalformen, Signalaufbereitung
- Messkette, integrierte und intelligente Sensorik
- Messung von Weg, Lage, Näherung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Druck, Durchfluss, Temperatur, Licht
- Sensoren im Kraftfahrzeug

Aktoren

- Übersicht, Klassifikation, Eigenschaften, Einsatzbereiche
- Elektromotoren: Gleichstrom, Synchron-, Asynchronmotoren, Schrittmotor
- Beispiele aus der Kraftfahrzeugtechnik

Modellbildung

- Prinzipien der Modellbildung
- Bausteine für die Modellbildung mechanischer, elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Systeme

Beobachter

- Theorie des Luenberger-Beobachters
- Einsatz zur Schätzung von Zustandsgrößen
- erweiterter Beobachter zur Schätzung von Offsets

Abtastregelung

- Näherungsweise Lösung mit Hilfe von Differenzenquotienten,
- z-Transformation
- Berücksichtigung des Halteglieds
- Aufbau eines abgetasteten Regelkreises
- Approximation mit Tustin und Euler-Differenzgleichung,
- Entwurf von Reglern unter Berücksichtigung der Stabilität,
- Deadbeat-Controller
- zeitdiskreter Zustandsraum, zeitdiskreter Beobachter

Mikrocontroller

- Aufbau,
- Schnittstellen und A/D-Wandlung
- Implementation einer Abtastregelung im Mikrocontroller

Literature:*Verpflichtend:*

- RODDECK, Werner, 2019. *Einführung in die Mechatronik* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-27775-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27775-8>.
- BOLTON, William, 2006. *Bausteine mechatronischer Systeme*. 3. Auflage. München ; Boston <<[u.a.]>>: Pearson Studium. ISBN 978-3-8273-7262-8, 3-8273-7262-3
- BERNSTEIN, Herbert, 2004. *Grundlagen der Mechatronik*. 2. Auflage. Berlin [u.a.]: VDE-Verl.. ISBN 3-8007-2754-4
- ISERMANN, Rolf, 2008. *Mechatronische Systeme: Grundlagen ; mit 103 Tabellen* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-32336-5, 3-540-32336-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32512-3>.

Empfohlen:

- LUTZ, Holger und Wolfgang WENDT, 2019. *Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink*. 11. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel. ISBN 978-3-8085-5869-0, 3-8085-5869-5
- UNBEHAUEN, Heinz, LEY, Frank, 2014. *Das Ingenieurwissen: Regelungs- und Steuerungstechnik* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-662-44026-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44026-1>.

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

Metallische Leichtbauwerkstoffe			
Module abbreviation:	MetLb_M-WR	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Kerschenlohr, Annegret		
Lecturers:	Kerschenlohr, Annegret		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		79 h
	Gesamtaufwand:		126 h
Subjects of the module:	8: Metallische Leichtbauwerkstoffe (MetLb_M-WR)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (MetLb_M-WR)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MetLb_M-WR)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • verstehen den Aufbau von metallischen Werkstoffen für den Leichtbau und für Hochtemperaturanwendungen • können mit diesen Kenntnissen die mechanischen und die physikalische Eigenschaften der Werkstoffe erklären und auf Anwendungen schließen • kennen Hochleistungswerkstoffe aus der Natur und können Potentiale für technische Werkstoffe ableiten 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau, Eigenschaften und Anwendungen von ausgewählten Konstruktionswerkstoffen für den Leichtbau und Hochtemperaturanwendungen • Einfluss von Legierungselementen in diesen Werkstoffsystemen auf Struktur- und Gefügeausbildung sowie die resultierenden Eigenschaften • Aufbau und Eigenschaften von Materialien aus der Natur und Übertrag auf technische Hochleistungswerkstoffe 			

Literature:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- KAMMER, Catrin, 2009. *Aluminium-Taschenbuch*. 16. Auflage. Düsseldorf: Alu Media GmbH. ISBN 978-3-942486-10-1, 978-3-87017-295-4
- KAMMER, Catrin, 2000. *Magnesium-Taschenbuch: Mg*. 1. Auflage. Düsseldorf: Aluminium-Verl.. ISBN 3-87017-264-9
- MAIER, Hans Jürgen, Thomas NIENDORF und Ralf BÜRCEL, 2019. *Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik: Grundlagen, Werkstoffbeanspruchungen, Hochtemperaturlegierungen und -beschichtungen*. 6. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-25313-4
- PETERS, Manfred, 2002. *Titan und Titanlegierungen* [online]. Weinheim: Wiley-VCH PDF e-Book. ISBN 978-3-527-61108-9. Verfügbar unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527611089>.
- OETTEL, Heinrich, 2025. *Schumann Metallografie*. 16. Auflage. ISBN 978-3-527-35106-0

Additional remarks:

Keine Anmerkungen

Unfallrekonstruktion			
Module abbreviation:	UnfRek_M-FT	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Helmer, Thomas		
Lecturers:	König, Thomas; Paula, Daniel; Stephan, Mario		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Subjects of the module:	8: Unfallrekonstruktion (UnfRek_M-FT)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (UnfRek_M-FT)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (UnfRek_M-FT)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen das gesamte Spektrum des Arbeitsgebiets der Verkehrsunfallrekonstruktion kennen • erlernen klassische und moderne Methoden der Verkehrsunfallaufnahme • lernen die mathematischen / physikalischen Grundlagen der Kollisionsanalyse • bekommen einen Einblick in biomechanische Grundlagen der Unfallrekonstruktion • erarbeiten den Leistungsumfang des Rekonstruktionsprogramms PC-Crash und können es auf „Anfängerniveau“ bedienen • kennen die Einflüsse von Fahrerassistenzsystemen und Elektrofahrzeugen auf die Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls • kennen digitale Spuren in Fahrzeugen und erhalten einen Einblick in die Interpretation und Verwendung bei der Unfallrekonstruktion 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> • Klassische Methoden der Unfallaufnahme und Unfallrekonstruktion • Fahrerassistenzsysteme, automatisierte Fahrfunktionen und Elektrofahrzeuge in der Unfallanalyse • Schadenkompatibilität und Bemerkbarkeit von Kleinkollisionen 			

<ul style="list-style-type: none">• Digitale Unfallspuren und ihre Verwendung bei der Unfallrekonstruktion• Weg-Zeit-Diagramm, Wurfweiten, Wegschränken, Stoßmodell nach Slibar• PC-Crash-Schulung zu Pkw-Pkw-, Fußgängerunfällen sowie zu Insassensimulation
Literature:
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• BURG, Heinz, MOSER, Andreas, 2017. <i>Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme, Fahr-dynamik, Simulation</i> [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-16143-9. Verfüg-bar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-16143-9.• HUGEMANN, Wolfgang und Mark BENECKE, . <i>Unfallrekonstruktion</i>. [Münster]: Verl. Autoren-team. ISBN 3-00-019419-3• KRAMER, Florian, 2013. <i>Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik - Simulation - Sicherheit im Entwicklungsprozess</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-2608-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2608-4.• JOHANNSEN, Heiko, 2013. <i>Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion: Grundlagen der Unfallaufklärung</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-01594-7. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-01594-7.• SCHÖNEBURG, Rodolfo, 2023. <i>Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik – Unfallvermei-dung – Insassenschutz – Sensorik – Sicherheit im Entwicklungsprozess</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42806-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-42806-8. <p><i>Empfohlen:</i></p> <p>Keine</p>
Additional remarks:
Keine Anmerkungen

Wasserstoffwirtschaft			
Module abbreviation:	WSW_M-WTW	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Akgün , Ertan		
Lecturers:	Akgün , Ertan; Gelner, Alexander		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Wasserstoffwirtschaft (WSW_M-WTW)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (WSW_M-WTW)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (WSW_M-WTW)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • kennen die wesentlichen Anwendungen von Wasserstoff, deren Relevanz sowie grundlegende Formen der Realisierung • verstehen die Zusammenhänge zwischen chemisch-physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff und den daraus folgenden Möglichkeiten und Herausforderungen in der Anwendung • kennen die unterschiedlichen Anwendungen und deren Bedeutung in Wärmeenergie, elektrische Energie, mechanischer Energie / Mobilität, stoffliche Verwendung / Produkten, Transport- und Speichermedium • kennen die Baugruppen und Ausführungsformen von Wasserstoffanwendungen und verstehen deren Funktionsweisen in unterschiedlichen Anwendungsgebieten • sind in der Lage, Konzepte hinsichtlich ihrer Umweltbilanz anhand etablierter Kenngrößen zu beurteilen und zu bewerten • haben die Kompetenz, die Wirtschaftlichkeit von Konzepten zu beurteilen • können Zusammenhänge abstrahieren und analysieren und erwerben so die Kompetenz, die Verwendung von Wasserstoff technisch, ökologisch und ökonomisch im Vergleich zu anderen Energieträgern zu beurteilen. 			

Content:

- Physikalische und chemische Eigenschaften von Wasserstoff
- Grundlagen der Wasserstoffwirtschaft
- Grundlagen der Wasserstoffverwendung
- Anwendung in der Industrie und Mobilität
- Ökologische Betrachtung / Nachhaltigkeit
- Ökonomische Betrachtung

Literature:*Verpflichtend:*

Keine

Empfohlen:

- VOORDE, Marcel H. van de, 2021. *Utilization of hydrogen for sustainable energy and fuels* [online]. Berlin ; Boston: De Gruyter PDF e-Book. ISBN 978-3-11-059627-4, 978-3-11-059410-2. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1515/9783110596274>.
- TÖPLER, Johannes, LEHMANN, Jochen, 2017. *Wasserstoff und Brennstoffzelle: Technologien und Marktperspektiven* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-53360-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53360-4>.
- GOCHERMANN, Josef, 2021. *Halbzeit der Energiewende?: An der Schwelle in eine neue Energiegesellschaft* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-662-63477-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63477-6>.
- STEIGER, R., TANTAU, A.D., 2020. *Geschäftsmodellkonzepte mit grünem Wasserstoff: Wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen für H2 als nachhaltiger Energieträger* [online]. Wiesbaden: Springer Gabler PDF e-Book. ISBN 978-3-658-30576-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30576-5>.
- KLELL, Manfred, EICHLSEDER, Helmut, TRATTNER, Alexander, 2018. *Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik: Erzeugung, Speicherung, Anwendung* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-20447-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20447-1>.

Additional remarks:

- Im Rahmen der Vorlesung sind Gastvorträge vorgesehen.
- Bonussystem: In der Lehrveranstaltung kann von jedem Studierenden ein Thema bearbeitet und präsentiert werden, das entsprechend seiner qualitativen Ausarbeitung und Präsentation zu Bonuspunkten führt, die zusätzlich auf die Prüfungsleistung angerechnet werden. Bezogen auf die in der Prüfung erreichbaren Punkte sind maximal 10 Prozent Bonuspunkte möglich. Es besteht kein Anspruch auf die Durchführung dieses Systems.

Werkstofftechnologie			
Module abbreviation:	Wtech_M-WR	SPO-No.:	8
Curriculum:	Programme	Module type	Semester
	Renewable Energy Systems (SPO WS 24/25)	Individual Elective	1
Modulattribute:	Language of instruction	Duration of module	Frequency of offer
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Responsible for module:	Kerschenlohr, Annegret		
Lecturers:	Kerschenlohr, Annegret		
Credit points / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Workload:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Subjects of the module:	8: Werkstofftechnologie (Wtech_M-WR)		
Lecture types:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (Wtech_M-WR)		
Examinations:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Wtech_M-WR)		
Special features of the examination performance	Keine		
Usability for other study programs:	Keine		
Prerequisites according examination regulation:			
Keine			
Recommended prerequisites:			
Keine			
Objectives:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> erwerben grundlegende Kenntnisse der metallurgischen Vorgänge bei spanlosen Fertigungsverfahren erkennen die metallurgischen Zusammenhänge der verschiedenen spanlosen Fertigungsverfahren können dazu beitragen, Fertigungsprozesse, durch ressourcenschonende Maßnahmen im Prozess und bei der Werkstoffauswahl, zu optimieren 			
Content:			
<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften, Qualität und Erstarrung von metallischen Schmelzen sowie deren Gefügeausbildung in Abhängigkeit von Prozessgrößen beim Formguss und bei der Einkristallherstellung Eigenschaften von metallischen Pulvern, Sintervorgänge bzw. Schmelzvorgänge und Gefügeausbildung im Rahmen der Pulvermetallurgie und der additiven Fertigung in Abhängigkeit von typischen Prozessgrößen 			
Literature:			
<i>Verpflichtend:</i>			
Keine			
<i>Empfohlen:</i>			

- CAMPBELL, John, 2003. *Castings*. ISBN 0-7506-4790-6
- SCHATT, Werner, . *Pulvermetallurgie, Technologien und Werkstoffe*. ISBN 978-3-540-23652-8
- KÖNIG, Wilfried, . *Fertigungsverfahren*. ISBN 978-3-662-54728-1

Additional remarks:

Keine Anmerkungen