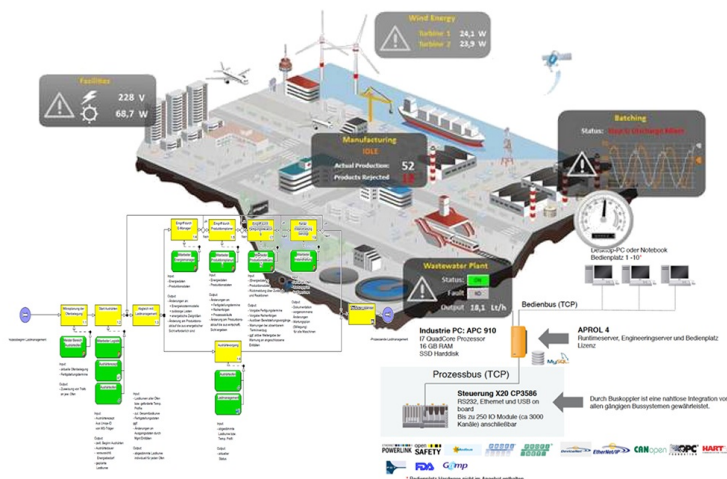


Studiengang
"Automatisierte Energiesysteme"
Master of Engineering

Modulhandbuch

© 2024 Technische Hochschule Wildau



Stand vom September 2024

Für das Studienjahr 2024/25

Studiengangssteckbrief	3
<i>Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Vollzeit</i>	4
<i>Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Teilzeit</i>	6
1. Semester	8
<i>Pflichtmodule</i>	8
AES-Projekt	8
Datenbanksysteme	11
Prozessleitsysteme	14
Spezielle Regelungssysteme	18
Systeme der Energieerzeugung	21
2. Semester	25
<i>Pflichtmodule</i>	25
Energiemanagement/-Beratung	25
Energiespeichersysteme	29
Systemdynamik und Simulation	33
<i>Wahlpflichtmodule - Wahlpflichtmodule</i>	36
Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme	36
Informationstechnik in der Instandhaltung	41
Maschinelles Lernen	44
3. Semester	47
<i>Pflichtmodule</i>	47
Master - Thesis und Kolloquium	47

Studiengangssteckbrief



Der Master-Studiengang Automatisierte Energiesysteme (AEM) führt die im Bachelor-Studiengang Automatisierungstechnik (AU) wie auch Physikalische Technologien/Energiesysteme (PT/E) erlangte grundlegende Berufsfähigkeit weiter und konzentriert sich dabei fachlich auf den Zukunftsbereich der dezentralen Energiesysteme. Es werden Technologien der Erzeugung und Nutzung von Energien vermittelt und deren Interdependenzen insbesondere in dezentral strukturierten Systemen vermittelt. Die automatisierte Verarbeitung von Prozesswissen sowie dessen Nutzung für Betrieb und Aufbau von komplexen, energieverfahrenstechnischen Anlagen steht im Mittelpunkt der dreisemestrigen Kompetenzvermittlung.

Studienziele

- " Grundlegende fachliche Basis für das spätere Berufsleben
- " Vertiefung die systematischen Inhalte der Automatisierungstechnik und der Physikalischen Technologien/Energiesysteme
- " Aufbau von vertiefenden Kompetenzen insbesondere in den Bereichen: Entwicklung und Auslegung von automatisierten Energiesystemen; Weiterentwicklung und Optimierung von Energiesystemen; Projektmanagement zur effizienten Auftragsabwicklung

Berufsperspektiven

Die Absolventin/der Absolvent beherrscht die optimale Auslegung von dezentralen, automatisierten Energiesystemen. Sie/er ist Ansprechpartner für die Dimensionierung, Aufrechterhaltung und Leistungsbeurteilung von Energiesystemen in der industriellen Fertigung und kommerziellen Anwendung. Das interdisziplinär angelegte Studium fördert insbesondere das fachübergreifende Denken und qualifiziert die Absolventen für die Branchen:

- " Regenerativer Energietechnik
- " Sondermaschinenbau (Automotive, Pharmazie)
- " Werkzeugmaschinenbau

Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Vollzeit

Modulname	PA	Sem.	CP	V	Ü	L	P	S	Ges.
Pflichtmodule - Pflicht									
AES-Projekt	KMP	1	7	0	3	0	3	0	6
		2	7	0	1	0	3	0	4
Datenbanksysteme	KMP	1	5	2	0	2	2	0	6
Prozessleitsysteme	KMP	1	5	2	0	0	2	0	4
Spezielle Regelungssysteme	SMP	1	5	2	1	1	0	0	4
Systeme der Energieerzeugung	FMP	1	5	4	0	1	0	0	5
Energiemanagement/-Beratung	FMP	2	5	2	0	0	2	0	4
Energiespeichersysteme	FMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Systemdynamik und Simulation	SMP	2	5	4	0	0	2	0	6
Wahlpflichtmodule - Wahlpflicht									
Cloud-Technologien	FMP	2	5	2	0	2	0	0	4
Controlling / Bilanzierung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Informationstechnik in der Instandhaltung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Instandhaltungsmanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Investitionsplanung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Maschinelles Lernen	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Statistische Versuchsplanung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Umwelt- und Qualitätsmanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Unternehmensführung/Technologiemanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Wirtschaftsrecht	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Weitere Studienleistungen									
Master - Thesis und Kolloquium	SMP	3	30						

Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Vollzeit

Summe der Semesterwochenstunden				22	9	6	14	0	51
Summe der zu erreichende CP aus WPM			10						
Summe der CP aus PM			50						
Summe weitere Studienleistungen			30						
Gesamtsumme CP			90						

V - Vorlesung

Ü - Übung

L - Labor

P - Projekt

PA - Prüfungsart

CP - Credit Points

PM - Pflichtmodule

WPM - Wahlpflichtmodule

SPM - Spezialisierungsmodule

SMP - Studienbegleitende Modulprüfung

KMP - Kombinierte Modulprüfung

FMP - Feste Modulprüfung

Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Teilzeit

Modulname	PA	Sem.	CP	V	Ü	L	P	S	Ges.
Pflichtmodule - Pflicht									
AES-Projekt	KMP	1	7	0	3	0	3	0	6
		2	7	0	1	0	3	0	4
Datenbanksysteme	KMP	1	5	2	0	2	2	0	6
Prozessleitsysteme	KMP	1	5	2	0	0	2	0	4
Spezielle Regelungssysteme	SMP	1	5	2	1	1	0	0	4
Systeme der Energieerzeugung	FMP	1	5	4	0	1	0	0	5
Energiemanagement/-Beratung	FMP	2	5	2	0	0	2	0	4
Energiespeichersysteme	FMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Systemdynamik und Simulation	SMP	2	5	4	0	0	2	0	6
Wahlpflichtmodule - Wahlpflicht									
Cloud-Technologien	FMP	2	5	2	0	2	0	0	4
Controlling / Bilanzierung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Informationstechnik in der Instandhaltung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Instandhaltungsmanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Investitionsplanung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Maschinelles Lernen	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Statistische Versuchsplanung	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Umwelt- und Qualitätsmanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Unternehmensführung/Technologiemanagement	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Wirtschaftsrecht	KMP	2	5	2	2	0	0	0	4
Weitere Studienleistungen									
Master - Thesis und Kolloquium	SMP	3	30						

Automatisierte Energiesysteme - Matrix - Teilzeit

Summe der Semesterwochenstunden				22	9	6	14	0	51
Summe der zu erreichende CP aus WPM			10						
Summe der CP aus PM			50						
Summe weitere Studienleistungen			30						
Gesamtsumme CP			90						

V - Vorlesung

Ü - Übung

L - Labor

P - Projekt

PA - Prüfungsart

CP - Credit Points

PM - Pflichtmodule

WPM - Wahlpflichtmodule

SPM - Spezialisierungsmodule

SMP - Studienbegleitende Modulprüfung

KMP - Kombinierte Modulprüfung

FMP - Feste Modulprüfung

AES-Projekt

Modulname AES-Projekt		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Stolpmann, Alexander & Krenz-Baath, René		
Stand vom 2024-08-27	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 15

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 6	V / Ü / L / P / S 0 / 3 / 0 / 3 / 0
	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 1 / 0 / 3 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 1 / 0 / 3 / 0
	Semester 1	SWS 6	V / Ü / L / P / S 0 / 3 / 0 / 3 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Elektrotechnik, Softwareengineering, Automatisierungstechnik sowie systemanalytisches Verständnis
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 300,0 Std.	Selbststudium 0,0 Std.	Projektarbeit 150,0 Std.	Prüfung 0,0 Std.	Summe 450 Std.

AES-Projekt

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden können ihr im Verlaufe des Masterstudiums erworbenes Wissen in einem konkreten Anwendungskontext gezielt vertiefen und erweitern. Sie stellen den Bezug zwischen ihrem Hochschulstudium und der praktischen Anwendung her.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können ihr Wissen auf komplexe Kontexte übertragen und themenspezifisches Wissen für ihre Belegarbeit zielgerichtet selbst erarbeiten.
- Die Studierenden können ihr Wissen auf konkrete Situationen und Problemstellungen im angestrebten beruflichen Umfeld anwenden und konkrete Themen bearbeiten.
- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Vorgehensweise und die während der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse mit ihrem bereits erworbenen Wissen zu verknüpfen und in einer Belegarbeit systematisch aufzubereiten und darzulegen.
- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Arbeit zu kommunizieren und zu präsentieren.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, sich aktiv in ein Team einzubringen. Sie können Inhalte und Ergebnisse ihrer Belegarbeit im Projektumfeld nachvollziehbar präsentieren.
- Die Studierenden können in angemessener Fachsprache kommunizieren, in Ansätzen auch auf Englisch. Sie können Aussagen und Lösungswege begründen.

Selbständigkeit

- Die Studierenden können ihre Arbeit im Team selbstdiszipliniert organisieren. Sie können die Bearbeitung des Belegthemas eigenständig planen, sich selbst Ziele setzen und diese kontinuierlich umsetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, den eigenen Kenntnisstand kritisch zu reflektieren. Sie können sich Fachwissen auf unterschiedliche Weise aneignen.

AES-Projekt

Inhalt

1. Das AES-Projekt bietet die Grundlage, um die im Master-Studium erworbenen Kenntnisse an einer praxisnahen Aufgabenstellung anzuwenden und umzusetzen. Die Teilnehmer sollen in Gruppen von bis zu acht Studierenden das Projekt selbständig bearbeiten. Jede Gruppe ist für eine sinnvolle Verteilung der Arbeit auf Teilprojektgruppen verantwortlich, die miteinander kooperieren. Dabei soll auch die systematische Kommunikation zwischen den Teilprojektgruppen und die Spezifikation gemeinsamer Schnittstellen trainiert werden.
2. In der Belegarbeit sind alle Stufen eines "Automatisierten Energiesysteme"-Projektes nachzuweisen. Bei der Arbeit werden geeignete Softwarewerkzeuge wie UML/CASE-Tools, Programmierumgebung und Textverarbeitung sowie Simulationswerkzeuge für energetische Flüsse wie auch Beratungstools eingesetzt. Das Projektthema, Inhalt, Aufbau und Struktur wird durch den verantwortlichen Dozenten spezifiziert.
3. In der begleitenden Übung werden Inhalte zur Arbeit mit Werkzeugen für Teamarbeit, Konfigurations- und Versionsmanagement wie auch technische Fragestellung zu Bussystemen in Automatisierungs- und Energiesystemen geklärt.

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Abel, J.; Kinkel, S.; Rally, P.; Scholz, O.; Schweizer, W.: Organisatorische Wandlungsfähigkeit produzierender Unternehmen. Unternehmenserfahrungen, Forschungs- und Transferbedarfe, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2008
- DENA: Energieberatung in Industrie und Gewerbe - der Schlüssel zum Kostensenken, Deutsche Energieagentur, 3. Aufl., 2013
- Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, 2014
- Diekmann, B & Rosenthal, E. (2014). *Energie : physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung* (3., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Wiesbaden : Springer Fachmedien.
- Kaltschmitt, M, Streicher, W & Wiese, A. (2006). *Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte* (4., aktualisierte, korr. und erg. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Langmann, R. (2017). *Taschenbuch der Automatisierung* (3., neu bearbeitete Auflage). München : Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- Weinert, N, Plank, M & Ullrich, A. (2017). *Metamorphose zur intelligenten und vernetzten Fabrik : Ergebnisse des Verbundforschungsprojekts MetamoFAB*. Berlin : Springer Vieweg.

Datenbanksysteme

Modulname Datenbanksysteme		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr.-Ing. Frank Gillert		
Stand vom 2023-08-09	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 6	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 2 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 6	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 2 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Informatik, Softwareengineering und Programmierung
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 90,0 Std.	Selbststudium 18,0 Std.	Projektarbeit 40,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Datenbanksysteme

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen die Grundlagen zu Funktionsweise und betrieblicher Bedeutung von RDBMS und können diese in Zusammenhang bringen.
- Die Studierenden kennen die Prinzipien der Datenbankmodellierung und können diese strukturiert darlegen.
- Die Studierenden kennen den Umgang mit einem RDBMS, indem sie die Editierung von Dateien und das Erstellen einfacher Abfragen durchführen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, sich in beliebige RDBMS zur Nutzung oder zum Verständnis von Unternehmensdatenstrukturen im Rahmen von z.B. Energieanalysen einzuarbeiten.
- Die Studierenden sind in der Lage, Implementierungen von Datenbanken im Rahmen der Laborübungen umzusetzen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Arbeitsergebnisse zu vertreten und übergreifende Diskussionen zu führen.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, sich Fachwissen eigenständig zu erschließen.

Inhalt

1. Unterschiede zwischen Dateisystemen und Datenbanksystemen
2. Daten, Datenherkunft, Datenorganisation, Datenbanken, Datenintegrität und -konsistenz
3. Mengen und Relationen
4. Datenbanktheorie
5. Datenbankmodellierung
6. Semantische Modelle (Entity Relationship Model)
7. Logische Modellebene
8. Physische Modellebene
9. Normalisierung nach Codd
10. Einführung in SQL
11. Erstellung von Datenbanken und Implementierung am Beispiel Access oder mysql
12. Erstellung von Abfragen
13. Datenbankarchitekturen
14. Datensicherheit und Datenschutz
15. Projekttag in Gruppenarbeit zum Thema Datenbank

Pflichtliteratur

Datenbanksysteme

Literaturempfehlungen

- Steiner, R. (2021). *Grundkurs Relationale Datenbanken : Einführung in die Praxis der Datenbankentwicklung für Ausbildung, Studium und IT-Beruf* (10., aktualisierte Auflage). Wiesbaden : Springer Vieweg.
- Schicker, E. (2017). *Datenbanken und SQL : Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungen in Oracle, SQL Server und MySQL* (5. Aufl. 2017). Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Challawala, S. (2017). *MySQL 8 for big data : effective data processing with MySQL 8, Hadoop, NoSQL APIs, and other big data tools*. Birmingham, England ; : Packt,.

Prozessleitsysteme

Modulname Prozessleitsysteme		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Kowalski, Horst		
Stand vom 2024-08-27	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 0 / 2 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 0 / 2 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Visualisierung, Softwareengineering sowie systemanalytisches Verständnis
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 28,0 Std.	Projektarbeit 60,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Prozessleitsysteme

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden verfügen über ein umfangreiches Wissen, wie man abstrakte Daten (z. B. Texte) und Zusammenhänge in eine graphische bzw. visuell erfassbare Form bringt.
- Die Studierenden kennen die Anforderungen an Prozessvisualisierung. Sie wissen, wie Prozessdaten erfasst und in Form von Datenbanken, Tabellen, Diagrammen, Ablaufplänen, Grafiken usw. dargestellt werden können. Sie kennen Visualisierungssoftware.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können Daten analysieren und für die Visualisierung aufbereiten. Sie können Lösungen für praktische Anwendungen entwickeln. Sie besitzen Fertigkeiten zur Realisierung von Algorithmen der Visualisierung von Prozessen.
- Die Studierenden können mit Hilfe von Visualisierungssoftware Prozesse und deren Abläufe darstellen. Sie nutzen Visualisierungssysteme, um die Überwachung und Steuerung von Anlagen zu implementieren.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden können ihre Gedanken, Pläne und Ziele grammatisch und semantisch auf den Punkt bringen und für andere situationsgerecht, präzise und verständlich erklären.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage sich an Regeln und Absprachen, die sie mit anderen vereinbart haben zu halten. Andere können sich auf sie verlassen.

Prozessleitsysteme

Inhalt

1. Energieerzeugung
 - 1.1 Verteilsysteme und Bereitstellung
2. Prozessleitsystem Allgemein
 - 2.1 Grundbegriffe rund um den Begriff Prozessleitsystem
 - 2.2 Ziel der Prozessleitsysteme
 - 2.3 Einsatzbeispiele der Prozessleitsysteme
3. Aufbau und Funktionen der Prozessleitsysteme
 - 3.1 Fachliche Teilgebiete
 - 3.2 Automatisierungsgrade
 - 3.3 Aufbau von Prozessleitsystemen
 - 3.4 Feldbusse
 - 3.6 Leittechnik-Bus (BDE)
 - 3.7 Hauptfunktionen von Prozessleitsystemen
(Signalaufbereitung, Regelungs- und Steuerungsfunktionen, Kaskadenregelung, Prozessoptimierungen etc.)
4. Visualisierungskonzepte
 - 4.1 Layout und Bedienbilder
5. Echtzeitsysteme
 - 5.1 Server und Architektur
6. Prozessschnittstellen
 - 6.1 Sensorik
 - 6.2 Aktorik
7. Funktionale Sicherheit
8. Datenbereitstellung
 - 8.1 Übergeordnete Systeme
 - 8.2 System-Optimierung
 - 8.3 Bus-Topologie
9. Planung der Prozessleitsysteme
 - 9.1 Voraussetzung
 - 9.2 Definition der Sensorik
 - 9.3 Definition der Aktorik
 - 9.4 Definition der Sicherheitstechnischen Komponenten
 - 9.5 Entwicklung eines Feldnetzwerkes
 - 9.6 Abschätzen der Ein- und Ausgangskonfiguration
 - 9.7 Abschätzung der Leistung und Aufbau der Controller-Topologie
 - 9.8 Ermittlung der Bedienplätze
 - 9.9 Festlegung des zu nutzenden Systems
10. Vernetzte Systeme in der Energiewirtschaft
 - 10.1 Situation der Energiewirtschaft auf Grund der dezentralen Energieerzeugung
 - 10.2 Prozessleitsysteme in den Energieerzeugungsanlagen
 - 10.3 Vernetzte Systeme in der Energiewirtschaft
 - 10.4 Optimierung der Vernetzung zu Prozessleitsystemen

Prozessleitsysteme

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Tauchnitz, T.; Maier, U.: Prozessleitsysteme und SPS-basierte Leitsysteme. München: Deutscher Industrieverlag, 2009
- Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, 2014
- Weinert, N, Plank, M & Ullrich, A. (2017). *Metamorphose zur intelligenten und vernetzten Fabrik : Ergebnisse des Verbundforschungsprojekts MetamoFAB*. Berlin : Springer Vieweg.
- Langmann, R. (2017). *Taschenbuch der Automatisierung* (3., neu bearbeitete Auflage). München : Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.

Spezielle Regelungssysteme

Modulname Spezielle Regelungssysteme		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr.-Ing. Alexander Köthe		
Stand vom 2023-08-09	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 1 / 1 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 1 / 1 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Regelungstechnik, systemanalytisches Verständnis, Matlab
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 40,0 Std.	Projektarbeit 48,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Spezielle Regelungssysteme

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden erlernen die Synthese von robusten Reglern im Frequenzbereich. Sie können Unsicherheiten, beispielsweise aufgrund nichtlinearer Effekte, für Ein- und Mehrgrößensysteme beschreiben und in der Reglersynthese integrieren. Sie erlernen die Methoden der modellbasierten Softwareentwicklung, die Standard in der Industrie ist.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können Regler im Frequenzbereich mittels Loop-Shaping (H^∞ -Synthese) für Ein- und Mehrgrößensysteme auslegen.
- Die Studierenden können selbständig Experimente durchführen, und hierbei auftretende Fehler selbständig analysieren und beseitigen.
- Die Studierenden können Unsicherheiten (bspw. durch Nichtlinearitäten oder nicht modellierter Dynamik) für technische Systeme ermitteln.
- Die Studierenden können strukturierte und unstrukturierte Unsicherheiten bei der Auslegung von Reglern (H^∞ - oder μ -Synthese) mitberücksichtigen.
- Die Studierenden können Anforderungen an Regelungssysteme in Form von funktionalen Anforderungen adressieren.
- Die Studierenden können StateFlow zur Umsetzung von verschiedenen Betriebszuständen bei der Auslegung von Regelungssystemen verwenden.
- Die Studierenden können Testfälle zur Überprüfung der funktionalen Anforderungen aufstellen und mit Matlab/Simulink automatisch testen.
- Die Studierenden können C-Code aus ihren, in Simulink erstellten Regelungssystemen, generieren und diesen auf eingebetteten Systemen testen.
- Die Studierenden lernen verschiedene Vorgehensmodelle kennen und können, basierend auf Anforderungen des Auftraggebers, den Prozess der modellbasierten Entwicklung von Regelungssystemen auf beliebige technische Fragestellungen anwenden.
- Die Studierenden können Referate für wissenschaftliche Konferenzen halten und ein wissenschaftliches Manuskript verfassen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, sich aktiv in eine Lerngruppe einzubringen.
- Die Studierenden können die Modulhalte mündlich wie schriftlich in angemessener Fachsprache kommunizieren. Sie können ihre Aussagen und Lösungswege begründen.
Verantwortungsbewusstsein zeichnet sie aus.

Selbständigkeit

- Die Studierenden können sich selbst Lernziele setzen. Sie können ihren Lernprozess planen und kontinuierlich umsetzen. Sie können eigene Kenntnisse und Fertigkeiten mit den gesetzten Lernzielen vergleichen und ggf. notwendige Lernschritte aktiv einleiten. Die Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und die Vorbereitung der Übungen sind dabei wichtige Bestandteile.

Spezielle Regelungssysteme

Inhalt

1. H^∞ -Loop Shaping im Frequenzbereich
 - 1.1 Definition von Gewichten
 - 1.2 Gemischtes Loop Shaping Problem
 - 1.3 Verallgemeinerte Regelkreisstruktur
 - 1.4 Beschreibung von Unsicherheiten
 - 1.4.1 Arten von Unsicherheiten
 - 1.4.2 Robuste Stabilität für SISO Systeme
 - 1.4.3 Berücksichtigung bei der Reglersynthese (H^∞ - und μ -Synthese)
 - 1.5 Unsicherheitsbeschreibung und Robustheit bei MIMO-Systemen
 - 1.5.1 Stabilitätsaspekte bei MIMO-Systemen (Small Gain Theorem)
 - 1.5.2 Robuste Stabilität
2. Modellbasierte Softwareentwicklung von Regelungssystemen mittels Matlab/Simulink
 - 2.1 Motivation und Vorstellung der Toolbox StateFlow (Matlab/Simulink)
 - 2.2 Vorgehen zum Entwicklungsprozess
 - 2.2.1 Prozessgesteuerte Vorgehensmodelle (V-Modell, Wasserfallmodell)
 - 2.2.2 Agile Vorgehensmodelle
 - 2.2.3 Definition von funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen
 - 2.3 Systementwicklung von Regelungssoftware
 - 2.3.1 Konfiguration von Simulinkmodellen
 - 2.3.2 Umschalten zwischen verschiedenen Regelungsgesetzen
 - 2.3.3 Automatisches Testen von Anforderungen
 - 2.4 Implementierung von Regelungssoftware auf eingebettete Systeme

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Angermann, A. (2009). *Matlab, Simulink, Stateflow : Grundlagen, Toolboxen, Beispiele* (6., aktualisierte Aufl.). München : Oldenbourg.
- Scherer, C, van den Hof, P & Heuberger, P. (2009). *Model-Based Control:: Bridging Rigorous Theory and Advanced Technology* (1). Springer.
- Hrycej, T. (2018). *Robuste Regelung : Ein Leitfaden für sicherheitskritische Anwendungen*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg.

Systeme der Energieerzeugung

Modulname Systeme der Energieerzeugung		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. Bernward Fleischhauer		
Stand vom 2024-03-07	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 5	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 1 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 5	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 1 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Elektrotechnik sowie systemanalytisches Verständnis
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 75,0 Std.	Selbststudium 73,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Systeme der Energieerzeugung

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen Systeme der Bereitstellung von elektrischer Energie, Wärme und auch von Treibstoffen.
- Sie haben einen Überblick über regenerative Energieformen, konventionellen Energiesysteme sowie Methoden der Energiewandlung.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der Energiewandlung natürlicher regenerativer Energieformen (Sonne, Wind, Wasser, Umweltwärme, Biomasse) - unter Einbeziehung von Kraft-Wärme-Kopplung - anzuwenden.
- Die Studierenden können Anlagen unter den Voraussetzungen der Technik entwerfen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage sich in der Gruppenarbeit an Regeln und Absprachen, die sie mit anderen vereinbart haben zu halten. Andere können sich auf sie verlassen.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Problemstellungen zu analysieren und zu bearbeiten.

Systeme der Energieerzeugung

Inhalt

1. 1 Energieträger
 - 1.1 Grundbegriffe Energietechnik
 - 1.2 System Erde - Umwelt, Ressourcen und Emissionen
 - 1.3 Regenerative Energien
 - 1.4 Fossile Energien
2. 2 Energiewandlungstechnik I - Regenerative Energien
 - 2.1 Windenergie
 - 2.2 Wasserkraft
 - 2.3 Tiefe Geothermie
 - 2.4 Umweltwärme mit Wärmepumpen
 - 2.5 Bioenergie
 - 2.6 Photovoltaik
 - 2.7 Nicht-konzentrierende Solarthermie
 - 2.8 Solarthermische Kraftwerke
 - 2.9 Brennstoffzellen
3. 3 Energiewandlungstechnik II - Konventionelle Energien
 - 3.1 Kohlekraftwerke
 - 3.2 Gaskraftwerke
 - 3.3 Nukleare Kraftwerke
4. 4 Energieeffizienz
 - 4.1 Kraft-Wärme-Kopplung
 - 4.2 Fernwärme
 - 4.3 Potentiale für Effizienzsteigerung
5. 5 Praktische Arbeiten und Analysen an Energiewandlungstechnologien

Pflichtliteratur

Systeme der Energieerzeugung

Literaturempfehlungen

- Bauer, G. (2023). *Photovoltaik – Physikalische Grundlagen und Konzepte*. Berlin : Springer Spektrum.
- Hau, E. (2008). *Windkraftanlagen : Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit* (4., vollst. neu bearb. Aufl.). Berlin : Springer Berlin.
- Brauner, G. (2016). *Energiesysteme: regenerativ und dezentral : Strategien für die Energiewende*. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Quaschnig, V.: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*, Hanser Verlag, 2020
- Kaltschmitt, M., Streicher, S. & Wiese, A.: *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, Springer, 2020
- Heinzl, A., Mahlendorf, F., Roes, J. (Hrsg.): *Brennstoffzellen: Entwicklung, Technologie, Anwendung*, Müller (C.F.), 2006
- Suttor, W.: *Blockheizkraftwerke*, Solarpraxis, 2014
- Staniszewski, A., Gierga, M.: *Energie-Einsparverordnung - Ausgabe 2016 - Leitfaden für Wohngebäude*, Wienerberger Ziegelindustrie, 2016
- Diekmann, B. & Rosenthal, E.: *Energie: Physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung*, Springer Verlag, 2014

Energiemanagement/-Beratung

Modulname Energiemanagement/-Beratung		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Gezer, Ramazan		
Stand vom 2024-09-15	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 0 / 2 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 0 / 2 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Systeme der Energieerzeugung, Energiespeichersysteme, Visualisierung von Systemprozessen, Systemanalytisches Verständnis
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 38,0 Std.	Projektarbeit 50,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Energiemanagement/-Beratung

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Kennen Sie die Grundlagen, Begriffe, Definitionen der Energie- und die damit verbundenen physikalischen Größen. Die Studierende können die physikalischen Größen berechnen.
- Die Studierende kennen Messverfahren zur Messung der physikalischen Größen und ausgewählte Messgeräte und deren Anwendung.
- Die Studierende können Energie-Berechnungen durchführen und diese im Haushalt beginnend bis hin zur Industrie und kennen Optimierungsmöglichkeiten.
- Die Studierenden kennen die Grundlagen des betrieblichen Energiemanagementsystems DIN EN ISO 50001 - im Sinne einer (normgerechten) Energieberatung in Industrie und Gewerbe.
- Die Studierenden haben einen Überblick über die Struktur und Definition, die Formen der Beratung in Haushalt, Industrie und Gewerbe, sowie des allgemeinen Energiemanagements im Sinne der Harmonisierung von Angebot und Nachfrage zeitlich und räumlich.
- Die Studierende kennen Energiemanagementsystem DIN EN ISO 50001 und angrenzende Normen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden wissen, ein Energieberatungsprojekt zu steuern und durchzuführen.
- Die Studierende kennen Möglichkeiten der Energieeinsparung und Optimierung.
- Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte neue Energiesysteme und die Dezentralisierung der Energieversorgung in der Zukunft beispielhaft für einen Einfamilienhaus zu planen.
- Die Studierenden können selbständig Projekte präsentieren.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden können ihre Gedanken, Pläne und Ziele fachlich auf den Punkt bringen und für andere situationsgerecht, präzise und verständlich ausdrücken..

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage sich an Regeln und Absprachen, die sie mit anderen vereinbart haben zu halten. Andere können sich auf sie verlassen.

Energiemanagement/-Beratung

Inhalt

1. Grundlagen, Begriffe, Definitionen physikalische Größen
2. Messgeräte, Messverfahren und sichere Messungen nach DIN VDE 0100.
3. Energiemanagement mögliche Kostenfaktoren für die DIN EN ISO 50001.
4. Möglichkeiten der Energieverbrauchsreduzierung
5. PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) nach DIN EN ISO 50001:2018-12
6. Zertifizierung des Unternehmens nach DIN EN ISO 50001:2018-12.
7. DIN EN ISO 50001:2018-12 und angrenzende Normen (ISO 50003, 50004, 50006 und 50015).
8. Am Beispiel Mobilität Betrachtung der Wirkungsgrade und Vergleich untereinander.
9. Energieberatung in Gewerbe und Industrie
10. Gebäudeenergieberatung - Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016 - GEG 10.1 Energie in Gebäuden (Wärme und elektrische Energie) 10.2 Wohngebäude (Haushalt) und Nichtwohngebäude 10.3 Energieeinsparung und Integration von RES und KWK in Gebäuden
11. Gebäudeenergieberatung 11.1 Berufsvorstellungsbild Gebäudeenergieberatung, Aufgabenstellung und staatl. Förderung, Energiearten von schwarz bis grün, Auswirkungen auf die Natur, Transmissionswärmeverluste 11.2 Transmissionswärmeverluste, Lambdawerte und Beispielwand berechnen 11.3 Energiespartipps und Möglichkeiten auch für Nicht-Eigentümer und für kleine Budgets 11.4 Rechtliche Aspekte der Energieberatung 11.5 Ökonomische Kalkulation der Maßnahmen 11.6 Wärmepumpe im Bestandsbau 11.7 Praxisbeispiel Energieberatung in Gruppenarbeit und Auswertung

Pflichtliteratur

Energiemanagement/-Beratung

Literaturempfehlungen

- Bürger, J. (2018). *Transformationsprozesse und Stromnetzausbau : Herausforderungen für die deutsche Energie-Infrastruktur*. Wiesbaden : Springer Vieweg.
- Quaschnig, V.: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*, Hanser Verlag, 2020
- Heinzl, A., Mahlendorf, F., Roes, J. (Hrsg.): *Brennstoffzellen: Entwicklung, Technologie, Anwendung*, Müller (C.F.), 2006
- DIN EN ISO 50001:2018-12, *Energiemanagementsysteme_- Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO_50001:2018)*; Deutsche Fassung EN_ISO_50001:2018. Berlin: Beuth Verlag GmbH. (über TH Bibliothek Datenbank 'Nautos' einsehbar)
- BMU & UBA: *DIN EN ISO 50001 - Energiemanagementsysteme in der Praxis - Ein Leitfaden für Unternehmen und Organisationen*, Bundesministerium f. Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2. Aufl., 2019
- Geilhausen, M. (2020). *Kompakter Leitfaden für Energiemanager : Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001:2018* (2., vollständig überarbeitete Auflage). Wiesbaden : Springer Vieweg.
- DENA: *Energieberatung in Industrie und Gewerbe - der Schlüssel zum Kostensenken*, Deutsche Energieagentur, 3. Aufl., 2013
- Suttor, W.: *Blockheizkraftwerke*, Solarpraxis, 2014
- Kaltschmitt, M., Streicher, S. & Wiese, A.: *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, Springer, 2020
- Staniszewski, A., Gierga, M.: *Energie-Einsparverordnung - Ausgabe 2016 - Leitfaden für Wohngebäude*, Wienerberger Ziegelindustrie, 2016
- Diekmann, B & Rosenthal, E. (2014). *Energie : physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung* (3., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Wiesbaden : Springer Fachmedien.

Energiespeichersysteme

Modulname Energiespeichersysteme		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr.-Ing. Christoph Gentner		
Stand vom 2024-09-15	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Elektrotechnik und Systeme der Energieerzeugung sowie systemanalytisches Verständnis
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Energiespeichersysteme

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden lernen die Speicherung von Energie als traditionellen fester Bestandteil des Energiemarktes - vgl. Pumpspeicherwerke (PSW) - sowie als wichtiges Handwerkzeug einer Dezentralisierung der Energieerzeugung im Rahmen der Energiewende kennen.
- Die Studierenden kennen die Grundlagen von Energiespeichersystemen für elektrische Energie, Wärme und über Trägerstoffe.
- Die Studierenden erlernen Bewertungsmethoden für wirtschaftliche Aspekte ebenso wie für das ökologische Standing.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können einen grundlegenden Überblick über Energiespeichersysteme für elektrische Energie, Wärme und über Trägerstoffe wiedergeben.
- Die Studierenden sind in der Lage, wirtschaftliche Aspekte ebenso wie das ökologische Standing zu bewerten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden vertiefen die Fähigkeit, sich in kleineren Lerngruppen zu organisieren, um gemeinsam Aufgaben zu bearbeiten.
- Sie können sich gegenseitig helfen, komplexere Zusammenhänge zu verstehen und dieses Wissen gemeinsam praktisch zur Lösung fachspezifischer Aufgaben anwenden.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, sich selbstständig die Nutzung von Bewertungsverfahren zu erarbeiten, um die in der Veranstaltung theoretischen Vorgehensweisen damit praktisch implementieren zu können.

Energiespeichersysteme

Inhalt

1. Block I: Energiespeicherung - Grundeinführung
 - 1.1 Energiespeicherung in Deutschland
 - 1.2 Grundbegriffe der Energiespeichertechnik
 - 1.3 Energiemanagement - räumliche und zeitliche Anpassung von Energieflüssen
2. Block II: Energieverteilung - Netze
 - 2.1 Stromnetze, HGÜ und smarte Technologien
 - 2.2 Wärmenetze
 - 2.3 Gasnetze, Trink- und Abwassernetze
3. Block III: Energiespeichertechnik I - Speicherung elektrischer Energie
 - 3.1 Elektrische Speicher - Induktive und kapazitive Systeme
 - 3.2 Elektrochemische Speicher - Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen
 - 3.3 Mechanische Speicher - Rotations-, Druckspeicher und Pumpspeicherwerke
 - 3.4 Biolog. und chem. Speicher - Biogas, Ethanol & Co., Wasserstoff und Methan
 - 3.5 Sonstiges - P2G, P2H, P2V, V2G etc.
4. Block IV: Energiespeichertechnik II - Wärme- und Kältespeicherung
 - 4.1 Sensible Wärmespeicher
 - 4.2 Latente Wärmespeicher
 - 4.3 Thermochemische Wärmespeicher
 - 4.4 Kältespeicherung
 - 4.5 Thermische Geospeichertechnik
5. Block V: Bewertung
 - 5.1 Wirtschaftliche Aspekte der Energiespeicherung
 - 5.2 Ökobilanz, Ressourcenverfügbarkeit und Nachhaltigkeit
6. Block VI: Übungen
 - 6.1 Übungen zur Speicherung Regenerativer Energien und KWK-Energien
 - 6.2 Kleine Vorlesungs-Experimente zu Energiespeicherung und Brennstoffzellen
 - 6.3 Ggf. Planungsübungen zur Integration von Energiespeichersystemen

Pflichtliteratur

- Sterner, M & Stadler, I. (2017). *Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration* (2. korrigierte und ergänzte Auflage). Berlin : Springer Vieweg.

Energiespeichersysteme

Literaturempfehlungen

- Heinzl, A., Mahlendorf, F., Roes, J. (Hrsg.): Brennstoffzellen: Entwicklung, Technologie, Anwendung, Müller (C.F.), 2006
- Suttor, W.: Blockheizkraftwerke, Solarpraxis, 2014
- Quaschnig, V.: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Hanser Verlag, 2020
- Kaltschmitt, M., Streicher, S. & Wiese, A.: Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, 2020
- Fisch, N., Bodmann, M., Kühl, L., Sasse, Ch. & Schnürer, H.: Wärmespeicher, Solarpraxis, 2005
- Zapf, M. (2022). *Stromspeicher und Power-to-Gas im deutschen Energiesystem : Rahmenbedingungen, Bedarf und Einsatzmöglichkeiten* (2., verbesserte und vollständig bearbeitete Auflage). Wiesbaden : Springer Vieweg.
- Brückmann, Ph. & Bopp, G.: Autonome Stromversorgung, Ökobuch, 2020
- Diekmann, B & Rosenthal, E. (2014). *Energie : physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung* (3., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Wiesbaden : Springer Fachmedien.

Systemdynamik und Simulation

Modulname Systemdynamik und Simulation		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Krenz-Baath, René		
Stand vom 2024-09-12	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 2 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 2 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Systemanalytisches Verständnis, Erfahrungen im Umgang mit Modellierungs- und Simulationswerkzeugen
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 90,0 Std.	Selbststudium 28,0 Std.	Projektarbeit 30,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Systemdynamik und Simulation

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden benennen allgemeine Methoden zur Modellbildung.
- Die Studierenden erklären Grundkonzepte energetischer Systeme. Sie charakterisieren typische Eigenschaften sowie Vor und Nachteile verschiedener Modellierungsmethoden für energetische Systeme und bewerten sie kritisch.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, Implementierungen im Rahmen der Laborübungen umzusetzen.
- Die Studierenden setzen grundlegende Simulationsmethoden insbesondere für diskrete Modelle praktisch ein.
- Die Studierenden arbeiten sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Simulationswerkzeuge ein.
- Die Studierenden führen Implementierungen von einfachen energetischen Modellen durch.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Arbeitsergebnisse zu vertreten und übergreifende Diskussionen zu führen.
- Die Studierenden lösen kleine Aufgaben in Teams von 2-3 Studierenden.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, sich Fachwissen eigenständig zu erschließen.
- Die Studierenden reflektieren ihr Handeln unter der Berücksichtigung von Simulationsmethoden.
- Die Studierenden bearbeiten alleine ein Projekt und stellen die Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Manuskript dar.

Inhalt

1. Systeme, Modelle, Modellbildung, Verwendung
2. Vom Wortmodell zum Wirkungsgraph
3. Vom Wirkungsgraph zum mathematischen Modell
4. Vom mathematischen Modell zur Simulation
5. Von der Systemsimulation zur Systemveränderung
6. Von der Systemdarstellung zum Systemverständnis
7. Praktische Anwendung: Simulationsmodelle elementarer dynamischer Energiesysteme

Pflichtliteratur

Systemdynamik und Simulation

Literaturempfehlungen

- Bossel, H. (2014). *Modellbildung und Simulation : Konzepte, Verfahren und Modelle zum Verhalten dynamischer Systeme. Ein Lehr- und Arbeitsbuch* (2., Aufl. 1994. Softcover reprint of the original 2nd ed. 1994). Wiesbaden : Vieweg & Teubner.
- Bossel, H. (2004). *Systeme, Dynamik, Simulation: Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme* Books on Demand.
- Bungartz, H. (2013). *Modellbildung und Simulation : eine anwendungsorientierte Einführung* (2., überarb. Aufl.). Berlin : Springer.
- Scherf, H. (2010). *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme - Eine Sammlung von Simulink- Beispielen* Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Fishwick, P. (1995). *Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds* Prentice Hall.
- Bärwolff, G & Tischendorf, C. (2022). *Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker* (4. Auflage). Berlin : Springer Spektrum.
- Angermann, A. (2009). *Matlab, Simulink, Stateflow : Grundlagen, Toolboxen, Beispiele* (6., aktualisierte Aufl.). München : Oldenbourg.
- Pietruszka, W. (2014). *MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis : Modellbildung, Berechnung und Simulation* (4., überarb., aktualisierte u. erw. Aufl. 2014). Wiesbaden : Springer Fachmedien.
- Schiessle, E, Reichert, M, Wolf, F & Linser, J. (o.D.). *Mechatronik*. Würzburg : Vogel.
- Das, S. (2022). *Modeling for hybrid and electric vehicles using simscape* / Cham, Switzerland :Springer Nature Switzerland AG,.

Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme

Modulname Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr.-Ing. Alexander Köthe		
Stand vom 2024-09-15	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Wahlpflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Regelungstechnik; Elektronik
Besondere Regelungen keine

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Lernziele
Kenntnisse/Wissen
<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der eingebetteten Systeme, Mikrocontroller und Sensoren – Digitale Regelungstechnik – Implementation von Reglern auf Mikrocontrollern – Echtzeitbetriebssysteme (RTOS) und Multitasking – Grundlagen des Schaltungsdesigns und PCB-Design-Tools – Leiterplattenlayout-Design, Routing und Fertigung – Kommunikationsschnittstellen und -protokolle (z. B. I2C, UART, CAN) für eingebettete Systeme – Software-Entwicklung für eingebettete Systeme – Software-Qualität, Testing und Debugging für eingebettete Systeme

Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme

Fertigkeiten

- Implementierung von Regelungssystemen auf Mikrocontrollern
- Entwurf von Schaltkreisen und Leiterplatten für eingebettete Systeme
- Implementierung von Kommunikationsschnittstellen und -protokollen für eingebettete Systeme
- Programmierung von Mikrocontrollern und Implementierung von Software für eingebettete Systeme
- Implementierung von Echtzeitbetriebssystemen und Multitasking
- Testen und Debugging von eingebetteten Systemen
- Anwendung von Design Patterns und Best Practices für eingebettete Systeme

Soziale Kompetenz

- Teamarbeit und Zusammenarbeit: Die Studierenden arbeiten in Teams zusammen, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Sie müssen lernen, effektiv zu kommunizieren, Ideen auszutauschen und Konflikte zu lösen, um das Projekt erfolgreich abzuschließen.
- Zeitmanagement und Organisation: Die Studierenden müssen lernen, ihre Zeit effektiv zu planen und zu organisieren, um das Projekt innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens abzuschließen.
- Problemlösung und Kreativität: Die Studierenden müssen lernen, kreative Lösungen für technische Herausforderungen zu entwickeln und Probleme effektiv zu lösen.
- Projektmanagement: Die Studierenden lernen, ein Projekt zu planen, zu organisieren und durchzuführen, indem sie ihre Ressourcen und Zeit effektiv nutzen, um das Projektziel zu erreichen.
- Präsentations- und Kommunikationsfähigkeiten: Die Studierenden müssen lernen, ihre Arbeit und ihre Ideen klar und prägnant zu präsentieren, sowohl schriftlich als auch mündlich. Sie müssen auch lernen, Feedback zu geben und zu empfangen, um ihr Projekt und ihre Präsentationen zu verbessern.
- Empathie und Respekt: Die Studierenden müssen lernen, Empathie für ihre Teammitglieder zu entwickeln und ihre Unterschiede zu respektieren, um eine positive und produktive Teamdynamik zu schaffen.

Selbständigkeit

- Eigenständige Umsetzung von Projektanforderungen: Die Studierenden müssen in der Lage sein, die Anforderungen des Projekts eigenständig zu verstehen und zu implementieren, um das Projekt erfolgreich abzuschließen.
- Selbstständige Durchführung von Experimenten: Die Studierenden müssen in der Lage sein, Experimente durchzuführen und Daten eigenständig zu analysieren, um fundierte Entscheidungen bei der Implementierung von Regelungssystemen auf Mikrocontrollern und anderen eingebetteten Systemen zu treffen.
- Selbstständige Problemlösung: Die Studierenden müssen in der Lage sein, technische Herausforderungen eigenständig zu lösen, indem sie ihr technisches Verständnis und ihre kreativen Fähigkeiten anwenden.
- Selbstständige Planung und Durchführung von Tests: Die Studierenden müssen in der Lage sein, Tests eigenständig zu planen und durchzuführen, um die Funktionsfähigkeit von eingebetteten Systemen zu überprüfen.

Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme

- Eigenständige Organisation und Durchführung von Forschungsarbeiten: Die Studierenden müssen in der Lage sein, eigenständig nach Informationen zu suchen und Forschungsarbeiten zu planen und durchzuführen, um neue Technologien und Methoden zu erforschen und anzuwenden.
-

Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme

Inhalt

1. Einführung in eingebettete Systeme und Mikrocontroller
 - 1.1 Grundlagen eingebetteter Systeme, Sensoren und Aktuatoren
 - 1.2 Einführung in den STM32-Mikrocontroller
 - 1.3 Einführung in die Software STCubeIDE
2. Programmierung des STM32-Mikrocontrollers mit der STCubeIDE
 - 2.1 Erstellen und Verwalten von Projekten in STCubeIDE
 - 2.2 Verwendung von Hardware Abstraction Layer (HAL)
 - 2.3 Programmierung von Interrupts und Timern
 - 2.4 Programmierung mit Registern ohne HAL
3. Regelungsentwicklung in Simulink und Umsetzung in C-Code
 - 3.1 Wiederholung der modellbasierten Softwareentwicklung mit Simulink
 - 3.2 Automatische Code-Generierung
 - 3.3 Implementierung der Regelung auf dem Mikrocontroller
4. Timing und Echtzeitbetriebssysteme (RTOS)
 - 4.1 Einführung in Echtzeitbetriebssysteme
 - 4.2 Verwendung von RTOS auf Mikrocontrollern
 - 4.3 Multitasking und Prioritäten
 - 4.4 Implementierung von RTOS auf dem STM32
5. Digitale Ein- und Ausgänge
 - 5.1 Verwendung Digitaler Ein- und Ausgänge
 - 5.2 Analog-Digital Wandler
 - 5.3 Einführung in die Pulsweitenmodulation (PWM)
6. Kommunikationsschnittstellen und Protokolle
 - 6.1 Parallele und serielle Schnittstellen
 - 6.2 Universal Asynchronous Receiver / Transmitter (UART) zur einfachen Kommunikation
 - 6.3 Bussysteme (I2C, SPI, CAN)
 - 6.4 Netzwerk-Kommunikation
7. Anforderungen und Debugging
 - 7.1 Einführung in Anforderungsmanagement und Software Engineering
 - 7.2 Verwendung von Debugging-Tools und -Techniken
 - 7.3 Verbesserung der Codequalität
8. Platinenentwurf und eigene Entwicklung von eingebetteten Systemen
 - 8.1 Grundlagen des Schaltungsdesigns und PCB-Design
 - 8.2 Entwurf von eigenen Platinen
 - 8.3 Integration von Software und Hardware

Entwicklung eingebetteter Regelungssysteme

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Barr, M & Massa, A. (2006). *Programming Embedded Systems*. O'Reilly Media.

Informationstechnik in der Instandhaltung

Modulname Informationstechnik in der Instandhaltung		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Kowalski, Horst		
Stand vom 2024-08-27	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Wahlpflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlagen der Informatik und Softwareentwicklung, Visualisierung
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Informationstechnik in der Instandhaltung

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen die Grundlagen der Rollen innerhalb der Instandhaltung.
- Die Studierenden kennen die Einordnung der Faktoren MTO in den Prozess der Instandhaltung.
- Die Studierenden können eine Bewertung und Optimierung von MTO Prozessen in der Instandhaltung führen und dokumentieren.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, mit Unterstützung von softwaretechnischen Werkzeugen eine Konzept für ein Informationstechnisch unterstütztes Instandhaltungsmanagement aufzubauen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden können ihre Gedanken, Pläne und Ziele grammatisch und semantisch auf den Punkt bringen und für andere situationsgerecht, präzise und verständlich erklären.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage sich an Regeln und Absprachen, die sie mit anderen vereinbart haben zu halten. Andere können sich auf sie verlassen.

Inhalt

1. Einordnung:
 - Was passiert bei der Instandhaltung?
 - Welche Informationsquellen existieren?
2. Menschenbild in der Instandhaltung
 - Welche Rollen gibt es in der Instandhaltung?
 - Welche Verantwortlichkeitsbereiche gibt es in der Instandhaltung?
3. Zieldefinition der Informationsvermittlung
 - Welche Anlagentypen sind zu unterscheiden?
 - Welchen Zielen dienen die Informationen?
 - Welche Informationsbedürfnisse entstehen?
4. Systementwurf
 - Werkzeugebene 1: Kennzeichnungssysteme
 - Werkzeugebene 2: Gerätemanager (Asset Management Systems)
 - Werkzeugebene 3: Integration in Steuerungs- und Leitsysteme
 - Werkzeugebene 4: Enterprise Resource Planning
5. Innovationen: Informationshaushalt in der Instandhaltung

Pflichtliteratur

Informationstechnik in der Instandhaltung

Literaturempfehlungen

- Kalaitzis, D. (2004). *Instandhaltungscontrolling : Führungs- und Steuerungssystem erfolgreicher Instandhaltung* (3., vollst. überarb. Aufl.). Köln : TÜV-Verl.
- Wildemann, H.: *Integratives Instandhaltungsmanagement*, TCW-Verlag 2008
- Reichel, J. et al.: *Betriebliche Instandhaltung*. Springer Verlag 2009
- Biedermann, H.: *Instandhaltungscontrolling und -budgetierung im Wandel: Planung, Kontrolle und Koordination der Instandhaltung*. TÜV-Media Verlag 2005
- May, C & Schimek, P. (2009). *Total Productive Management : Grundlagen und Einführung von TPM - oder wie Sie Operational Excellence erreichen* (2. überarb. und erg. Aufl.). Ansbach : CETPM Publ.
- Mayer, M.: *Grundlagen der Informationstechnik*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2002
- Jacob, M. (2013). *Management und Informationstechnik : Eine kompakte Darstellung*. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden.

Maschinelles Lernen

Modulname Maschinelles Lernen		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Stolpmann, Alexander		
Stand vom 2024-08-27	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Wahlpflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 2 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Systemanalytisches Verständnis, Erfahrungen im Umgang mit Programmierwerkzeugen.
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 38,0 Std.	Projektarbeit 50,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Maschinelles Lernen

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen verschiedene Methoden des maschinellen Lernens.
- Die Studierenden erklären Grundkonzepte des maschinellen Lernens. Sie charakterisieren typische Eigenschaften sowie Vor und Nachteile verschiedener Methoden und bewerten sie kritisch.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, Methoden des maschinellen Lernens im Rahmen der Laborübungen umzusetzen.
- Die Studierenden setzen grundlegende Lernmethoden praktisch ein.
- Die Studierenden arbeiten sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Softwaresysteme ein.
- Die Studierenden führen Implementierungen von einfachen Lernverfahren durch.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Arbeitsergebnisse zu vertreten und übergreifende Diskussionen zu führen.
- Die Studierenden lösen Aufgaben im selbstorganisierten Team.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, sich Fachwissen eigenständig zu erschließen.

Inhalt

1. Einführung
2. Anwendungen
3. Lernen
4. Maschinelles Lernen
5. Neuronale Netze
6. Deep Learning
7. Clusterverfahren
8. Genetische Algorithmen
9. Support Vector Machines

Pflichtliteratur

Maschinelles Lernen

Literaturempfehlungen

- Schwaiger, R & Schwender, J. (2019). *Neuronale Netze programmieren mit Python*. Rheinwerk Verlag.
- Deru, M & Ndiaye, A. (2019). *Deep Learning mit TensorFlow, Keras und TensorFlow.js*. Rheinwerk Verlag.
- Burkov, A, Lorenzen, K & mitp Verlags GmbH & Co. KG. (2019). *Machine Learning kompakt : alles, was Sie wissen müssen* (1. Auflage). Frechen : mitp.
- Nguyen, C & Zeigermann, O. (2018). *Machine Learning kurz & gut*. Oâ€™Reillys Taschenbibliothek, Dpunkt-Verlag.
- Nauck, D, Klawonn, F & Kruse, R. (1994). *Neuronale Netze und Fuzzy-Systeme : Grundlagen des Konnektionismus, neuronaler Fuzzy-Systeme und der Kopplung mit wissensbasierten Methoden*. Braunschweig u.a. : Vieweg.
- Rojas, R. (1993). *Theorie der neuronalen Netze: Eine systematische Einführung*. Springer-Verlag.
- Freeman, J & Skapura, D. (1991). *Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques (Computation and Neural Systems Series)*. Addison Wesley.

Master - Thesis und Kolloquium

Modulname Master - Thesis und Kolloquium		
Studiengang Automatisierte Energiesysteme	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr.-Ing. Alexander Köthe, Stolpmann, Alexander & Reiff-Stephan, Jörg		
Stand vom 2023-09-14	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 30

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 0	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 3	SWS 0	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 0,0 Std.	Selbststudium 0,0 Std.	Projektarbeit 899,0 Std.	Prüfung 1,0 Std.	Summe 900 Std.

Master - Thesis und Kolloquium

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen die fachspezifischen Inhalte des Studienganges.
- Die Studierenden wissen, wie sie sich aus dem Informationsangebot zum Stand ihrer Untersuchungen informieren und sich kritisch mit der zentralen wissenschaftlichen Literatur auseinandersetzen können.
- Die Studierenden wissen wie Fachbegriffe der Disziplin auf einem entsprechenden Niveau angewendet und zentrale Begriffe definiert sind und in einer Masterarbeit eingebracht werden.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, mithilfe fundierter technischer und informationstechnischer Theorien und Konzepte eine schlüssige Gliederung und Argumentationsstruktur zu erstellen.
- Die Studierenden können wissenschaftliche, ingenieur- und informationstechnische Methoden anwenden und auch, wenn nötig, weiterentwickeln.
- Die Studierenden wissen wie sie ihre eigenen empirischen Forschungsergebnisse deutlich kennbar und intersubjektiv nachvollziehbar machen.
- Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Sachverhalte zu analysieren sowie die wesentlichen inhaltlichen Punkte auf begrenztem Raum präzise und klar anhand nachvollziehbarer Kriterien herauszuarbeiten
- Die Studierenden wenden wissenschaftliche Darstellungs- und Aufbereitungstechniken formal korrekt an (Zitationsweise, Quellenarbeit, Literaturverzeichnis, etc.).

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden suchen aktiv Kontakt mit Forschungspartnern und Forschungsgruppen, um ihre Themen bearbeiten zu können.

Selbständigkeit

- Die Studierenden erkennen selbständig schwierige Bedingungen (Druck, Arbeitslast) und können konstruktiv damit umgehen.
- Die Studierenden können ihre eigenen Lern- und Arbeitsprozesse steuern.
- Die Studierenden können ihre eigene Leistungsfähigkeit einschätzen.

Inhalt

1. Die Masterarbeit soll nachweisen, dass der/die Studierende in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine wissenschaftliche Fragestellung selbständig zu bearbeiten. Der/die Studierende soll zeigen, dass er/sie die Fragestellung mit anerkannten wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, sinnvolle und nachvollziehbare Abgrenzungen und Konkretisierungen definieren und daraus Lösungen ableiten kann. Im Besonderen soll gezeigt werden, dass der/die Studierende das Potenzial und die Fähigkeiten hat, neues Forschungswissen mithilfe anerkannter Methoden zu schaffen.
2. Zur Masterarbeit wird eine mündliche Prüfung durchgeführt. Sie ist nach Vorliegen der beiden Gutachten durchzuführen. Die Prüfung inklusive Vorbereitung umfasst 6 CP und wird differenziert bewertet.

Master - Thesis und Kolloquium

Pflichtliteratur

- Leitfaden zum wissenschaftliches Arbeiten im Studiengang AU/AEM, 16.03.2020

Literaturempfehlungen