

Fakultät Technik und Informatik
Department Informations- und
Elektrotechnik

Modulhandbuch

Studiengang
Automatisierung (M.Sc.)

09.05.2019

Department Informations- und Elektrotechnik
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Berliner Tor 7 (Haus B)
20099 Hamburg

T +49.40.428 75-8020
www.haw-hamburg.de

Inhaltsverzeichnis

Prüfungsformen	3
Modulbeschreibungen	4
Nichtlineare Regelung.....	5
Antriebstechnik für mobile Systeme.....	7
Embedded Control.....	9
Mehrgrößenregelung	11
Dezentrale Energieversorgung	13
Betriebssysteme und Echtzeitprogrammierung	15
Seminar Autonome Systeme	17
Verbundprojekt Autonome Systeme	18
Wahlpflichtmodul (Beispiel).....	19
Masterarbeit mit Kolloquium	21

Prüfungsformen

Entsprechend § 14 APSO-INGI, jeweils in der geltenden Fassung, werden die Prüfungsformen für das anschließende Modulhandbuch wie folgt definiert:

1. Fallstudie (FS)

Die Fallstudie ist eine schriftliche Arbeit mit begründeter Lösung. In einer Fallstudie werden einzeln oder in Gruppen durch die Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse Praxisprobleme erfasst, analysiert und gelöst. Die Bearbeitung erfolgt veranstaltungsbegleitend. Die Bearbeitungszeit endet spätestens mit dem Ablauf der Lehrveranstaltung in dem jeweiligen Semester. Die Bearbeitungsdauer kann in den studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnungen näher geregelt werden.

2. Hausarbeit (H)

Eine Hausarbeit ist eine nicht unter Aufsicht anzufertigende schriftliche Ausarbeitung, durch die die oder der Studierende die selbstständige Bearbeitung eines gestellten Themas nachweist. Die Bearbeitungszeit einer Hausarbeit beläuft sich auf bis zu drei Monate. Handelt es sich bei der Hausarbeit um eine Prüfungsleistung, dann kann in der studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnung bestimmt werden, ob nach Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung innerhalb einer Frist von in der Regel einem Monat ein Kolloquium zu halten ist. Die Dauer des Kolloquiums beträgt mindestens 15, höchstens 45 Minuten.

3. Klausur (K)

Eine Klausur ist eine unter Aufsicht anzufertigende schriftliche Arbeit, in der die Studierenden ohne Hilfsmittel oder unter Benutzung der zugelassenen Hilfsmittel die gestellten Aufgaben allein und selbstständig bearbeiten. Die Dauer einer Klausur beträgt mindestens 60, höchstens 240 Minuten.

4. Kolloquium (KO)

Ist bei einzelnen Prüfungsarten, der Bachelor- oder Masterarbeit ein Kolloquium vorgesehen, so handelt es sich dabei um ein Prüfungsgespräch, in dem die Studierenden in freier Rede darlegen müssen, dass sie den Prüfungsstoff beherrschen. Das Kolloquium ist ein Prüfungsgespräch von mindestens 15 und höchstens 45 Minuten Dauer, welches auch dazu dient, festzustellen, ob es sich bei der zu erbringenden Leistung um eine selbstständig erbrachte Leistung handelt. Kolloquien können als Einzelprüfung oder als Gruppenprüfung durchgeführt werden. Bei Gruppenprüfungen ist die Gruppengröße bei der Festlegung der Prüfungsdauer angemessen zu berücksichtigen.

5. Konstruktionsarbeit (KN)

Eine Konstruktionsarbeit ist eine schriftliche Arbeit, durch die anhand fachpraktischer Aufgaben die konstruktiven Fähigkeiten unter Beweis zu stellen sind. Die Bearbeitungszeit beträgt höchstens drei Monate.

6. Laborabschluss (LA)

Ein Laborabschluss ist erfolgreich erbracht, wenn die Studierenden die von der Prüferin oder dem Prüfer festgelegten experimentellen Arbeiten innerhalb des Semesters erfolgreich durchgeführt haben und ihre Kenntnisse durch versuchsbegleitende Kolloquien und/oder anhand von Protokollen und/oder durch schriftliche Aufgabenlösungen nachgewiesen haben. Die Dauer des Kolloquiums beträgt mindestens 15, höchstens 45 Minuten. Die schriftlichen Ausarbeitungen sind innerhalb einer von der Prüferin bzw. dem Prüfer festgesetzten Frist abzugeben. Diese Frist endet spätestens mit Ablauf des jeweiligen Semesters, in dem die zugeordnete Lehrveranstaltungsart durchgeführt wird.

7. Laborprüfung (LR)

Eine Laborprüfung besteht aus einem Laborabschluss und am Ende der Lehrveranstaltung aus einer abschließenden Überprüfung der Leistung. Bei dieser Überprüfung sollen die Studierenden eine experimentelle Aufgabe allein und selbständig lösen. Die Dauer der Überprüfung beträgt mindestens 60, höchstens 240 Minuten.

8. Mündliche Prüfung (M)

Eine mündliche Prüfung ist ein Prüfungsgespräch, in dem die Studierenden darlegen müssen, dass sie den Prüfungsstoff beherrschen. Sie dauert in der Regel mindestens 15 und höchstens 45 Minuten. Mündliche Prüfungen können als Einzelprüfung oder als Gruppenprüfung durchgeführt werden. Eine mündliche Prüfung ist von einer oder einem Prüfenden und Beisitzenden nach § 13 Absatz 4 abzunehmen. Die mündliche Prüfung kann anstatt von einer Prüferin oder einem Prüfer auch von mindestens zwei Prüfenden abgenommen werden (Kollegialprüfung); dabei ist die oder der Studierende in den einzelnen Prüfungsfächern verantwortlich jeweils nur von einer Prüferin oder einem Prüfer zu prüfen. Die in der mündlichen Prüfung erbrachte Leistung wird sowohl bei einer Prüfung durch mehrere Prüfer, als auch bei einer Prüfung durch eine Prüferin oder einen Prüfer und eine Beisitzerin oder einen Beisitzer nur von der oder dem Prüfenden bewertet und benotet. Die verantwortliche Prüferin oder der verantwortliche Prüfer hört die anderen Prüferinnen oder Prüfer bzw. die Beisitzerin oder Beisitzer vor der Festsetzung der Note an. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Es wird von den Prüfenden und der oder dem Beisitzenden unterzeichnet und bleibt bei den Prüfungsakten.

9. Projekt (Pj)

Ein Projekt ist eine zu bearbeitende fachübergreifende Aufgabe aus dem jeweiligen Berufsfeld des Studiengangs. Die Ergebnisse des Projektes sind zu dokumentieren. Die Bearbeitungszeit beträgt zwischen 6 bis 26 Wochen und wird mit einem Kolloquium abgeschlossen. In der jeweiligen studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnung können zusätzliche Bedingungen zu Form, Inhalt und Ziel des Projektes und eine andere Form des Abschlusses als durch ein Kolloquium festgelegt werden.

10. Referat (R)

Ein Referat ist ein Vortrag über 15 bis 45 Minuten Dauer anhand einer selbst gefertigten schriftlichen Ausarbeitung. An das Referat schließt sich unter Führung einer Diskussionsleitung ein Gespräch an. Das Referat soll in freien Formulierungen gehalten werden. Die bei dem Vortrag vorgestellten Präsentationen bzw. Grafiken sind dem Prüfer in schriftlicher oder elektronischer Form zu übergeben. In der zusätzlichen schriftlichen Ausarbeitung, die dem Prüfer zu übergeben ist, sind die wichtigsten Ergebnisse zusammenzufassen.

11. Test (T)

Der Test ist eine schriftliche Arbeit, in dem die Studierenden nachweisen, dass sie Aufgaben zu einem klar umgrenzten Thema unter Klausurbedingungen bearbeiten können. Die Dauer eines Tests beträgt mindestens 15, höchstens 90 Minuten. In studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnungen kann bestimmt werden, dass die Einzelergebnisse der Tests mit in die Bewertung der Klausuren einbezogen werden.

12. Übungstestat (ÜT)

Ein Übungstestat ist erfolgreich abgeschlossen, wenn die Studierenden die von der Prüferin oder dem Prüfer festgelegten theoretischen Aufgaben durch schriftliche Aufgabenlösungen erfolgreich erbracht sowie ihre Kenntnisse durch Kolloquien oder Referate nachgewiesen haben. Die Dauer des Kolloquiums beträgt mindestens 15, höchstens 45 Minuten. Die schriftlichen Ausarbeitungen sind innerhalb einer von der Prüferin bzw. dem Prüfer festgesetzten Frist abzugeben. Diese Frist endet spätestens mit Ablauf des jeweiligen Semesters, in dem die zugeordnete Lehrveranstaltungsart (Übung) durchgeführt wird.

Modulbeschreibungen

Nichtlineare Regelung	
Modulkennziffer	NR / NRP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jochen Maaß
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. Semester /
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Grundlagen der Algebra und Analysis, Grundkenntnisse in MATLAB/Simulink, Grundkenntnisse in Regelungstechnik
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen unter Nutzung von Systemen gewöhnlicher Differentialgleichungen, des Phasenportraits und der zeitlichen Betrachtung die wichtigsten Methoden zur Beschreibung nichtlinearer dynamischer Systeme, um diese einordnen und erfolgsversprechende Methoden zur Regelung dieser auswählen zu können. • können einfache Regelstrecken analysieren und mit Hilfe von d'Alembertschen Äquivalenten, Lagrange-Termen zweiter Ordnung und Parameter-Schätzalgorithmen ein Modell entwickeln, um daraus Simulationen zu erzeugen und modellbasierte Regler zu formulieren. • können modellbasierte nichtlineare Regler mit den Verfahren der globalen Linearisierung, des „Gain Scheduling“ und basierend auf Lyapunov-Funktionen entwerfen, analysieren und simulieren, um regelungstechnische Aufgaben in der Praxis mit verbesserter Leistungsfähigkeit im Vergleich zu Standard-Reglern zu lösen. • kennen die algebraischen und softwaretechnischen Schritte mit Hilfe der lokalen Linearisierung, der „Unscented Transformation“ und des Partikelfilteralgorithmus, um nichtlineare Beobachter zur Sensordatenfusion und Zustandsschätzung zu entwickeln.
Inhalte des Moduls	Modellbildung mit den Methoden der Statik und d'Alembertschen Kräften, sowie dem Verfahren nach Lagrange/Euler, Least-Squares-, Gradienten- sowie evolutionäre Verfahren zur Parameterschätzung parameterlinearer und nicht parameterlinearer Modelle, Zustandsraumdarstellung von ODE-Systemen, Grundprinzipien numerischer Solver für die Simulation nichtlinearer Systeme, Normalform für affine Systeme und nichtlineare Zustandstransformation (Lie-Ableitung), Globale (Teil-)Linearisierung (Input-, Input-State-, Input-Output-Linearisierung) in Feedback- und Feedforward-Struktur, Stabilitätsanalyse und Reglersynthese mit Lyapunov-Funktionen, Beobachter für nichtlineare Systeme (EKF, UKF, Partikelfilter), Experimentelle Realisierung eines nichtlinearen Reglers.

Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	<p>Regelhafte Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K) (PL) Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL)</p> <p>Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform im Modul wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p> <p>Laborpraktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)</p>
Zugehörige Lehrveranstaltungen	NR (Seminaristischer Unterricht) NRP (Laborpraktikum)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	NR: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen NRP: Laborübungen
Literatur	<p>Jeweils in der aktuellen Ausgabe:</p> <p>Slotine, J.; Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag Unbehauen, H.: Regelungstechnik 2, Vieweg Verlag Khalil, H.: Nonlinear Systems, Prentice Hall</p>

Antriebstechnik für mobile Systeme	
Modulkennziffer	AS / ASP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Röther
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester / SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Kenntnisse in elektrischen Antrieben, Leistungselektronik und Mathematik, Kenntnisse in der Automatisierungs- und Regelungstechnik
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen grundlegende Zusammenhänge in der elektrischen Antriebstechnik, um ein Antriebssystem für mobile Anwendungen zu beschreiben und zu analysieren; • haben vertieftes Wissen in der Regelung von Bewegungsabläufen mit drehzahlveränderbaren elektrischen Antrieben und können die wesentlichen Parameter der Übertragungs- bzw. Regelstrecke ermitteln, um Steuerungen und Regelungen mit elektrischen Antrieben zu entwerfen und zu optimieren; • sind in der Lage, für mobile Systeme ein elektrisches Antriebssystem mit seinen einzelnen Komponenten zu entwerfen, in der Simulation zu erproben und im Experiment zu realisieren.
Inhalte des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Mechanisches Übertragungssystem, Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschine, Zugehörige leistungselektronische Stellglieder • Elektrische Maschinen für Servo- und Direktantriebe • Aufbau elektrischer Antriebssysteme inkl. deren Steuer- und Regeleinrichtungen: Feldorientierte Regelung von Asynchron- und Synchronmaschinen, Identifikation des dynamischen Verhaltens von Regelstrecke, Reglerstrukturen und Regleroptimierung • Anwendungen, z.B.: Werkzeugmaschinenindustrie / Robotik, Flurförderfahrzeuge, Hebezeuge / Krantechnik, Elektromobilität, Traktion / Schiffsantriebe • Simulation elektrischer Antriebssysteme
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	<p>Regelhafte Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K) (PL) Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL)</p> <p>Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform im Modul wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p> <p>Laborpraktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)</p>

Zugehörige Lehrveranstaltungen	AS (Seminaristischer Unterricht) ASP (Laborpraktikum)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	AS: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen ASP: Laborübungen
Literatur	Jeweils in der aktuellen Fassung: Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag Jäger, R.; Stein, E.: Leistungselektronik, VDE-Verlag Anke, D.: Leistungselektronik, Oldenbourg Verlag Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebssysteme, Vieweg+Teubner Verlag Schulze, M.: Elektrische Servoantriebe, Carl Hanser Verlag

Embedded Control	
Modulkennziffer	EC / ECP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ulfert Meiners
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester/ WiSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Grundlagen der Software Entwicklung, der Computertechnik, der Regelungstechnik und Grundkenntnisse Matlab/Simulink
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen typische Eigenschaften und Architekturen von Embedded Systemen für die Automatisierungstechnik kennen und können für eine konkrete Aufgabenstellung systematisch eine geeignete Embedded Plattform auswählen. • lernen moderne Entwicklungsmethoden wie das Rapid Prototyping und den Einsatz von Simulationen für die Entwicklung eines Embedded Systems kennen und können diese Methoden für eine konkrete Aufgabenstellung unter Zuhilfenahme moderner Entwicklungswerkzeuge anwenden. • lernen das Prinzip von modellbasierten prädiktiven Reglern und deren Einsatz in adaptiven Regelkreisen einschließlich der zugehörigen Identifikationsverfahren kennen. Die Studierenden können für eine vorgegebene Aufgabenstellung einen modellbasierten prädiktiven Regler entwerfen, Nebenbedingungen formulieren, den Regler in der Simulation erproben und im Experiment realisieren. • können die Methodik der objektorientierten Programmierung für die Softwareentwicklung eines Embedded Systems in der Automatisierungstechnik anwenden.
Inhalte des Moduls	Definition und Anwendungen von Embedded Control Systems, Typische Embedded Hardware-Architekturen, Prinzip Rapid Control Prototyping, Hardware-In-the-Loop, Software-In-the-Loop, System-Simulation, Rapid Control Prototyping mit Simulink Realtime Target, Stateflow und Realtime Workshop, Grundkonzept modellbasierter prädiktiver Regelungen (MPC), Mathematische Prozessmodelle und deren Identifikation mit Messdaten, Grundkonzepte adaptiver Regelungen, Objektorientierte SW-Entwicklung für Embedded Control Systeme
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung

<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)</p>	<p>Regelhafte Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K) (PL) Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL) Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform im Modul wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Laborpraktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)</p>
<p>Zugehörige Lehrveranstaltungen</p>	<p>EC (Seminaristischer Unterricht) ECP (Laborpraktikum)</p>
<p>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</p>	<p>EC: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen ECP: Laborübungen</p>
<p>Literatur</p>	<p>Jeweils in der aktuellen Ausgabe: K. Berns, B. Schürmann, M. Tapp: Eingebettete Systeme – Systemgrundlagen und Entwicklung eingebetteter Systeme. Vieweg+Teubner. D.Abel, A. Bollig: Rapid Control Prototyping - Methoden und Anwendungen. Springer. R. Dittmar, B.-M. Pfeiffer: Modellbasierte Prädiktive Regelung. Oldenbourg Verlag, Landau, Lozano, M'Saad, Karimi: Adaptive Control. Springer.</p>

Mehrgrößenregelung	
Modulkennziffer	MR / MRP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Florian Wenck
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester / Wintersemester
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Signal- und Systemtheorie, Grundlagen der Regelungstechnik, Reglersynthese, Zustandsregelung
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können Mehrgrößensysteme im Zustandsraum und im Bildbereich formal beschreiben, um Mehrgrößensysteme formalen Analyse- und Entwurfsverfahren zugänglich zu machen, - verstehen hierbei die Bedeutung und den Nachweis von Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Integrität bei Mehrgrößensystemen, um Entscheidungen zu entsprechenden weiterführenden Maßnahmen treffen zu können, - beherrschen verschiedenste Reglerentwurfsverfahren, Methoden der Zustands- und Störgrößenbeobachtung und dezentrale Regelungsstrategien für Mehrgrößensysteme und sind in der Lage, diese eigenständig auszuwählen und geeignet umzusetzen, um komplexe multivariable praktische Problemstellungen lösen zu können, - sind in der Lage, Mehrgrößenregelkreise mit entworfenen Mehrgrößenreglern rechnergestützt zu simulieren, um diese hinsichtlich der Anforderungserfüllung a-priori testen und evaluieren zu können.
Inhalte des Moduls	Zustandsregelung und -beobachtung für Eingrößensystemen (SISO), Einführung in Mehrgrößensysteme (MIMO), Beschreibung und Verhalten von Mehrgrößensystemen im Zustandsraum und im Bildbereich, Zustandstransformation und Normalformen des Zustandsraummodells, Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Integrität, Zustands- und Ausgangsrückführungen, Entwurfsverfahren: Einstellregeln, Polzuweisung, PI-Mehrgrößenregler, Optimalregler, Zustands- und Störgrößenbeobachtung und Beobachterentwurfsverfahren für MIMO-Systeme, Störgrößenaufschaltung, Einführung in die dezentrale Regelung, Entkopplungsmaßnahmen
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelhafte Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K)(PL) Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL) Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Praktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	MR (Seminaristischer Unterricht) MRP (Laborpraktikum)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	MR: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen MRP: Laborübungen
Literatur	Jeweils in der aktuellen Ausgabe: Lunze, J.: Regelungstechnik 2, Springer Verlag Schulz, G.: Regelungstechnik 2, Oldenbourg Verlag Skogestad, S.; Postlethwaite, I.: Multivariable Feedback Control, Wiley and Sons Verlag Unbehauen, H.: Regelungstechnik 2, Vieweg Verlag Franklin, G.: Feedback Control of Dynamic Systems, Pearson Verlag Bode, H.: Systeme der Regelungstechnik mit MATLAB und Simulink, Oldenbourg Verlag

Dezentrale Energieversorgung	
Modulkennziffer	DE / DEP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Gustav Vaupel
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester / SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Grundlagen und fortgeschrittene Kenntnisse der Energietechnik
Lehrsprache	Englisch oder Deutsch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - können mit Hilfe der theoretischen Grundlagen unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und technischer Gesichtspunkte dezentrale Systeme zur Energieversorgung und integrierte Energiesysteme beschreiben und analysieren. - sind in der Lage, für eine dezentrale Energieversorgung und für integrierte Energiesysteme ein detailliertes Konzept anhand von Beispielen zu entwerfen, mit vereinfachten Modellen für verschiedene Lastsituationen auszulegen und zu erproben und im Modell mit digitaler Simulation zu realisieren. - verstehen die grundlegenden Prinzipien der Versorgungssicherheit und Netzqualität und können sie basierend auf aktuelle Normen und Richtlinien in Versorgungssystemen bewerten. - kennen und verstehen die zur Energieverteilung und Energieerzeugung durch dezentrale Einheiten passenden Normen, Richtlinien und Gesetze, um sie in der Praxis bei Projekten einzusetzen.
Inhalte des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen und Definitionen der Energietechnik (z. B. Leistungselektronik, Netzberechnungen, Kurzschlussstromberechnungen) - Innovative Anlagentechnik (z.B. Windkraftanlagen, Solaranlagen, Brennstoffzellen, CO₂-Sequestation, Energiespeichertechniken, virtuelle Kraftwerke, Kraft-Wärme-Kombinationen) - Umweltverträgliche Energieversorgung für Städte und Regionen (Bedarfsstruktur, Energieflussdiagramme, Energieeinsparung, Wärmekraftkopplung) - Gesetzliche, normative Rahmenbedingungen und Richtlinien für Erneuerbare Energien und deren Netzanbindung - Energiemanagement, Energieeffizienz, Automation - Versorgungssicherheit, Netzqualität, Regelung, Schutz - Kosten-Nutzen-Analysen, Risikoanalysen und der Szenario-Entwicklung - Simulation von Energiesystemen und ihrer Komponenten - Applikationen mobiler Systeme (Elektrofahrzeug, Schiffe, Bahn)

Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	<p>Regelhafte Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K)(PL)</p> <p>Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL)</p> <p>Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p> <p>Praktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)</p>
Zugehörige Lehrveranstaltungen	<p>DE (Seminaristischer Unterricht)</p> <p>DEP (Laborpraktikum)</p>
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	<p>DE: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen</p> <p>DEP: Laborübungen</p>
Literatur	<p>Jeweils in der aktuellen Ausgabe:</p> <p>Nelles, D.: Elektrische Energietechnik, Teubner Verlag</p> <p>Brinkmann, K. Einführung in die elektrische Energiewirtschaft, Vieweg</p> <p>Heuck, K.; Dettmann, K.-D.: Elektrische Energieversorgung, Vieweg Verlag</p> <p>Knies, W.; Schierack, K.: Elektrische Anlagentechnik, Carl Hanser Verlag</p> <p>Blume, D.; Schlabbach, J.: Spannungsqualität in elektrischen Netzen, VDE Verlag</p> <p>Jarass/Obermaier/Voigt: Windenergie - Zuverlässige Integration in die Energieversorgung</p> <p>Schulz: Integration von Windkraftanlagen in Energieversorgungsnetze : Stand der Technik und Perspektiven für die dezentrale Stromerzeugung</p> <p>Gasch/Twele: Windkraftanlagen</p> <p>Karl, J.: Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag</p> <p>Sternner, Stadler: Energiespeicher, Springer</p> <p>Seip, G.: Electrical Installations Handbook, Publicis Corporate Publishing</p>

Betriebssysteme und Echtzeitprogrammierung	
Modulkennziffer	EP / EPP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Florian Wenck
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester/ SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	5 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 78 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Prozedurale Programmierung in C, Software Entwicklung, Rechnertechnik
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - kennen den prinzipiellen Aufbau und die Arbeitsweise moderner Betriebssysteme, insbesondere Echtzeitbetriebssysteme, um deren Notwendigkeit und Bedeutung im Kontext automatisierungstechnischer Anwendungen zu verstehen, - verfügen über vertiefte Kenntnisse der Anforderungen und Eigenschaften von skalierbaren Betriebssystemen zur Echtzeitverarbeitung, um diese auch an automatisierungstechnischen Systemen mit Embedded Architektur geeignet zum Einsatz zu bringen, - können systemnah gegen die API eines Echtzeitbetriebssystems programmieren, um die erlernten Konzepte und Methoden praktisch auf automatisierungstechnische Problemstellungen anwenden zu können.
Inhalte des Moduls	Entwicklung der Rechnerhardware und historische Entwicklung der Betriebssysteme, System-Calls, Prozesse- und Threads und deren Zustände, Prozess- und Threadverwaltung, allgemeine Scheduling-Algorithmen, Real-Time Scheduling-Algorithmen, Prozesssynchronisation, kritische Bereiche und deren Modellierung, Semaphoren, Monitore, Speicherpartitionierung, Algorithmen zur Speicherverwaltung, virtuelle Speicherverwaltung, MMU, IO und Filesystem, Buffering, DMA, Gerätetreiber, Fileorganisation, verteilte Systeme: Client-Server Architekturen, Message Passing, Echtzeitprogrammierung, Interruptverarbeitung, synchrone und asynchrone Programmierung, Sprachen zur Echtzeitprogrammierung, automatisierungstechnische Anwendungsbeispiele
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelmäßige Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K)(PL). Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL). Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

	Praktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) (PVL)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	EP (Seminaristischer Unterricht) ERP (Laborpraktikum)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	EP: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen EPP: Laborübungen
Literatur	Jeweils in der aktuellen Ausgabe: Stallings, W.: Operating Systems, Prentice Hall International Glatz, E.: Betriebssysteme, dPunkt Verlag Tannenbaum, A.-S.: Moderne Betriebssysteme, Addison-Wesley Verlag Brinkschulte, U.; Wörn, H.: Echtzeitsysteme, Springer Verlag Lui, J.: Real Time Systems, Pearson Verlag

Seminar Autonome Systeme	
Modulkennziffer	ASS
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Florian Wenck
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester / WiSe und SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	2 LP 1,5 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 27 h Selbststudium: 33 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Schulenglisch, technisches Englisch, Präsentationstechniken, gleichzeitige Teilnahme am Verbundprojekt Autonome Systeme
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über vertiefte Kenntnisse in speziellen, überwiegend direkt mit dem Verbundprojekt Autonome Systeme zusammenhängenden, Themen, um die Arbeit am Verbundprojekt zu unterstützen, - können englischsprachige Originalliteratur aus Konferenzbänden und Fachzeitschriften verstehen und im Rahmen eines Seminarvortrags zusammengefasst wiedergeben und - verstehen es, selbstständig weitergehende Informationen zum Thema durch gegebene Literaturverweise in den entsprechenden Bibliotheks-Informationssystemen und Datenbanken zu finden, zu beschaffen und mit einzubeziehen, um verbessert auf eine mögliche weitergehende wissenschaftliche Laufbahn vorbereitet zu sein.
Inhalte des Moduls	Auswahl und weitestgehend eigenständiges Durcharbeiten eines englischsprachigen Konferenzbeitrags oder Fachartikels zu einem wissenschaftlichen Thema, Halten eines Seminarvortrags zum Thema mit anschließender Diskussion mit Auditorium
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelmäßige Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminar: erfolgreiches Bestehen eines Referats (PL)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	ASS (Seminar)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	ASS: Selbstständiges Bearbeiten einer theoretischen Problemstellung
Literatur	wird zu den jeweiligen Themen speziell angegeben

Verbundprojekt Autonome Systeme	
Modulkennziffer	VPJ1 und VPJ2
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jochen Maaß
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	Ein Semester / 1. und 2. Semester / WiSe und SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	16 LP 4 + 4 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 144 h Selbststudium: 336 h
Art des Moduls	Pflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Kenntnisse aus den Bereichen Regelungs-, Energie- und Antriebstechnik, Programmierkenntnisse
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - können die theoretischen Kenntnisse aus den Bereichen Regelungstechnik, Antriebstechnik, Embedded Systems und Energietechnik in einem zusammenhängenden Projekt zur Anwendung bringen. - verfügen über vertiefte theoretische Kenntnisse in speziellen für das Projekt erforderlichen Themen, um kooperative autonome Systeme zu entwerfen, zu implementieren und zu bewerten.
Inhalte des Moduls	Entwurf und Realisierung der Automatisierungs-Komponenten eines autonomen Fahrzeugs: Aufbau und Antrieb und Energieversorgung, Regelungstechnische Modellbildung, Entwurf und Aufbau eines Bahnführungssystems Inbetriebnahme eines autonomen On-Board-Rechners unter MATLAB / TWINCAT, Embedded XPC Target. Realisierung einer Kamera-gestützten Sensorik einschließlich Bildauswertung. Geleiteter Entwicklungsprozess, System-Engineering, Teammanagement, Abstimmung im Team und zwischen Teams
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelmäßige Prüfungsform für die Modulprüfung: Pj Projekt: Erfolgreiche Mitarbeit im Projekt (SL für VPJ1), erfolgreiche Präsentation und Abschlussbericht (PL für VPJ2)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	Projekt: Projektarbeit
Literatur	Wird entsprechend den jeweiligen Schwerpunkten speziell angegeben

Ereignisdiskrete Systeme (beispielhaft für WP)	
Modulkennziffer	WP / WPP
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Florian Wenck
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 1. oder 2. Semester / WiSe und SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	6 LP 3 + 1 SWS
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 72 h Selbststudium: 108 h
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Empfohlen: Steuerungstechnik, Grundkenntnisse Automatentheorie und Petrinetze
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können ereignisdiskrete Signale und Systeme identifizieren, um sie von anderen Systemklassen abzugrenzen, - kennen geeigneten Beschreibungsformen und kompositionale Modellbildung für ereignisdiskrete Systeme und können diese auf ereignisdiskrete Systeme anwenden, um praktische gekoppelte Systeme industrieller Größenordnung für die Entwurfsverfahren handhabbar zu machen, - verstehen hierbei die Bedeutung und den Nachweis von Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit bei ereignisdiskreten Systemen, um Entscheidungen zu entsprechenden weiterführenden Maßnahmen treffen zu können, - beherrschen unterschiedliche monolithische und strukturierte Steuerungsentwurfsverfahren sowie deren automatische SPS-Codegenerierung und sind in der Lage diese eigenständig auszuwählen und umzusetzen, um beweisbar korrekte Steuerungen für praktische automatisierungstechnische Problemstellungen zu entwickeln.
Inhalte des Moduls	Definition und Abgrenzung ereignisdiskreter Systeme, mathematische Grundlagen und Grafentheorie, Einführung in die Komplexitätstheorie, reguläre Sprachen und Automaten, kompositionale Modellbildung, Petrinetze, Analyse logischer ereignisdiskreter Systeme, monolithischer Steuerungsentwurf und strukturierte Entwurfsverfahren für logische ereignisdiskrete Systeme, automatische SPS-Codegenerierung und Implementierungsfragen, Einführung in die MAX-PLUS-Algebra, Modellierung und Analyse zeitbewerteter ereignisdiskreter Systeme
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung, Master-Studiengang Informations- und Kommunikationstechnik, Master-Studiengang Mikroelektronische Systeme
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelmäßige Prüfungsform für die Modulprüfung: Seminaristischer Unterricht: erfolgreiches Bestehen einer Klausur (K)(PL) Weitere mögliche Prüfungsformen: mündliche Prüfung (M) oder Referat (R) (PL)

	Bei mehr als einer möglichen Prüfungsform wird die zu erbringende Prüfungsform von dem verantwortlichen Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Praktikum: erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen durch Absolvieren der Laboraufgaben (LA) oder Erstellen eines Referats (R) (PVL)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	WP (Seminaristischer Unterricht) WPP (Laborpraktikum)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	WP: Seminaristischer Unterricht, Tafelarbeit, Rechnerpräsentationen WPP: Laborübungen
Literatur	Jeweils in der aktuellen Ausgabe: Cassandras, C.G.; Lafortune S.: Introduction to Discrete Event Systems, Springer Verlag Lunze, J.: Ereignisdiskrete Systeme, Oldenbourg Verlag Moody, J.O.; Antsaklis, P.J.: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets, Kluwer Wenck, F.: Modellbildung, Analyse und Steuerungsentwurf für gekoppelte ereignisdiskrete Systeme, Shaker Verlag Kumar, R.; Garg, V.K.: Modelling and Control of Logical Discrete Event Systems, Kluwer

Masterarbeit mit Kolloquium	
Modulkennziffer	MT / MK
Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r	Prüfungsausschussvorsitzender
Dauer/ Semester/ Angebotsturnus	ein Semester / 3. Semester / WiSe und SoSe
Leistungspunkte (LP) / Semesterwochenstunden (SWS)	27 LP Masterarbeit 3 LP Kolloquium
Arbeitsaufwand (Workload)	Präsenzstudium: 0 h Selbststudium: 900 h
Art des Moduls	Thesis
Teilnahmevoraussetzungen / Vorkenntnisse	Die Masterarbeit kann angemeldet werden, wenn die Modulprüfungen der ersten beiden Semester in einem Umfang von mindestens 50 ECTS erfolgreich abgelegt worden sind.
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Zu erwerbende Kompetenzen / Lernergebnisse	<p>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind in der Lage, eine komplexe Aufgabenstellung aus den wissenschaftlichen, anwendungsorientierten oder beruflichen Tätigkeitsfeldern des Studiengangs selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse zu bearbeiten und dabei in die fächerübergreifenden Zusammenhänge einzuordnen, - können ihr Theorie- und Methodenwissen selbstständig anwenden, - verfügen über vertiefte Problemlösungskompetenz, - kennen die Randbedingungen, den Stand der Technik und die gesetzlichen Regelungen, Normen und Standards, der für die Lösung der Aufgabenstellung relevanten Gegenstandsbereiche, - können die Lösungsansätze darstellen, bewerten und diskutieren - in schriftlicher Form und als Referat. <p>Sozial- und Selbstkompetenzen:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können Aufgabenstellungen mit fachübergreifendem Charakter bearbeiten und können dabei Schnittstellen erkennen und definieren, - können ingenieurtechnische Lösungen auswerten und bewerten und die Ergebnisse wirtschaftlich betrachten, - können die Ergebnisse wissenschaftlich darstellen und präsentieren und komplexe Zusammenhänge in kurzer schriftlicher Form möglichst umfassend darstellen und das Wesentliche vom Unwesentlichen unterscheiden.
Inhalte des Moduls	<p>Die Masterthesis ist eine theoretische, programmiertechnische, empirische und/ oder experimentelle Abschlussarbeit mit schriftlicher Ausarbeitung. In der Masterarbeit sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, ein Problem aus den wissenschaftlichen, anwendungsorientierten oder beruflichen Tätigkeitsfeldern dieses Studiengangs selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse zu bearbeiten und dabei in die fächerübergreifenden Zusammenhänge einzuordnen.</p> <p>Die Bearbeitung erfolgt in der Regel in folgenden Phasen:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Einarbeitung in die Thematik und in den aktuellen Stand der Technik/Forschung. - Einarbeitung/Auswahl der Methoden und Techniken zur Problemlösung. - Entwicklung eines Lösungskonzeptes. - Implementierung/Realisierung des eigenen Konzeptes/Ansatzes. - Validierung und Bewertung der Ergebnisse. - Darstellung der Ergebnisse in schriftlicher Form. - Kolloquium bestehend aus einem Referat mit anschließender Diskussion <p>In der Masterarbeit wird eine individuelle Aufgabenstellung entsprechend der Lernziele in Abstimmung zwischen einer Professorin oder einem Professor und einem Unternehmen oder eine Aufgabenstellung im Rahmen der Projektbearbeitung an der Hochschule bearbeitet. Die Festlegung der Aufgabenstellung erfolgt immer durch eine Hochschullehrerin oder einen Hochschullehrer.</p>
Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang Automatisierung
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Studien- und Prüfungsleistungen)	Regelmäßige Prüfungsform für die Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (27 CP) und Kolloquium mit Vortrag und Prüfungsgespräch (3 CP)
Zugehörige Lehrveranstaltungen	MT (Masterarbeit mit Kolloquium)
Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen	MT: Selbständige wissenschaftliche Arbeit
Literatur	<p>Jeweils in der aktuellen Ausgabe:</p> <p>H. Corsten, J. Deppe: Technik des wissenschaftlichen Arbeitens. 3. Auflage. München.</p> <p>N. Franck, J. Stary: Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens. Eine praktische Anleitung, 15. Aufl., Paderborn.</p> <p>M. Kornmeier: Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht: für Bachelor, Master und Dissertation, 4. Aufl., UTB (Haupt- Verlag) Bern.</p> <p>A. Brink: Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten. München/Wien.</p> <p>T. Plümper: Effizient Schreiben: Leitfaden zum Verfassen von Qualifizierungsarbeiten und wissenschaftlichen Texten, Oldenbourg Verlag.</p>