



MODULHANDBUCH
Elektrotechnik/Informations-
technik (EIM)
(EI-M)

Stand: 20.04.2026

Studien- und Prüfungsordnung 20241

Modulhandbuch EI-M

Inhaltsverzeichnis

1. Semester.....	3
EIM-01: Höhere Mathematik.....	4
EIM-02: Theoretische Elektrotechnik.....	7
EIM-04: Management für Ingenieure.....	9
EIM-07: Elektromobilität.....	12
EIM-09: Regelungssysteme I.....	14
EIM-12: Advanced Embedded Systems.....	17
EIM-15: Embedded und industrielle Netzwerke.....	19
EIM-16: Bildverarbeitung.....	22
EIM-18: Angewandte Forschung.....	25
EIM-19: Künstliche Intelligenz für Ingenieure.....	27
2. Semester.....	29
EIM-03: Advanced C++ Programming.....	30
EIM-05: Wahlpflichtmodul.....	31
EIM-08: Elektrische Antriebe.....	32
EIM-10: Regelungssysteme II.....	33
EIM-11: Embedded Echtzeitsysteme.....	35
EIM-13: Microwave Engineering.....	36
EIM-14: Funkkommunikation.....	38
EIM-17: Signalverarbeitung.....	39
3. Semester.....	43
EIM-06: Masterarbeit.....	44

1. Semester

EIM-01: Höhere Mathematik

EIM-02: Theoretische Elektrotechnik

EIM-04: Management für Ingenieure

EIM-07: Elektromobilität

EIM-09: Regelungssysteme I

EIM-12: Advanced Embedded Systems

EIM-15: Embedded und industrielle Netzwerke

EIM-16: Bildverarbeitung

EIM-18: Angewandte Forschung

EIM-19: Künstliche Intelligenz für Ingenieure

EIM-01: Höhere Mathematik

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in: - Differential- und Integralrechnung von einer und mehreren Variablen - Vektorrechnung, - Komplexe Zahlen - Fourierreihen - Lineare Algebra	
Lehrform	Vorlesung	
Lernziele	- Die Studierenden verfügen über ein vertieftes theoretisches und empirisches Wissen über die Höhere Mathematik - Die Studierenden kennen Sinn, Zweck und Grenzen numerische Verfahren - Die Studierenden können geeignete numerische Verfahren auswählen	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausur K120	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Nachtigall	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge EIM und EI-BB	

LEHRVERANSTALTUNG: Höhere Mathematik		
Art	Vorlesung	
Nr.	EMI2201	
SWS	2,00 SWS	
Lerninhalt	Vektoranalysis - Skalare Felder, Vektorfelder, Differentialoperatoren - Vektorrechnung in Kugel- und Zylinderkoordinaten - Differentialoperatoren in Kugel- und Zylinderkoordinaten - Linien- und Oberflächen- und Volumenintegrale im Raum - Die Integralsätze (Green, Gauß, Stokes) - Die Maxwellschen Gleichungen und ihre physikalische Bedeutung - Lösungen der Maxwellschen Gleichungen	
Lehrveranstaltungs-sprache	de	

Literatur	Vorlesungsscript Hoffmann, A., Marx, B., Vogt, W., Mathematik für Ingenieure, Vol. 2. Pearson, 2008 Papula, L., Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vol. 2. Vieweg, 2001 Papula, L., Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vol. 3. Vieweg, 2008 Weltner, K., Wiesner, H., et al., Mathematik für Physiker, Band 2. Springer, 2006
------------------	---

LEHRVERANSTALTUNG: Numerische Methoden	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2202
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	1 Grundbegriffe und prinzipielle Vorgehensweise 2 Numerische Differentiation und Integration 2.1 Numerische Differentiation 2.2 Numerische Integration 3 Nichtlineare Gleichungen mit einer unabhängigen Variablen 3.1 Aufgabenstellung 3.2 Bisektionsverfahren 3.3 Newton-Verfahren 3.4 Sekanten-Verfahren 3.5 Ausweitung des Konvergenzbereichs lokal konvergenter Verfahren 3.5.1 Gedämpftes Newton-Verfahren 3.5.2 Kombination von Verfahren 3.6 Nullstellenbestimmung von reellen Polynomen 4 Nichtlineare Gleichungen mit mehreren unabhängigen Variablen 4.1 Aufgabenstellung 4.2 Newton-Verfahren 4.3 Quasi-Newton-Verfahren 5 Minimumsuche bei Funktionen mit einer unabhängigen Variable 5.1 Aufgabenstellung und prinzipielle Vorgehensweise 5.2 Bisektionsverfahren 5.3 Newton-Verfahren 6 Minimumsuche bei Funktionen mit mehreren unabhängigen Variablen 6.1 Aufgabenstellung und prinzipielle Vorgehensweise 6.2 Gauß-Seidel-Verfahren 6.3 Rosenbrock-Verfahren 6.4 Suche in negativer Gradientenrichtung 6.5 Newton-Verfahren 6.6 Fletcher-Reeves-Verfahren 6.7 Quasi-Newton-Verfahren 6.8 Minimumsuche mit Nebenbedingungen 6.8.1 Verwendung von Lagrange-Faktoren 6.8.2 Verwendung von Straffunktionen

	<p>6.9 Methode der kleinsten Quadrate als Spezialfall einer mehrdimensionalen Minimumsuche</p> <p>6.9.1 Direkte Lösung</p> <p>6.9.2 Update-Gleichungen</p> <p>7 Eigenwerte und Eigenvektoren einer Matrix</p> <p>7.1 Aufgabenstellung</p> <p>7.2 Grundlegende Zusammenhänge zwischen einer quadratischen Matrix und ihren Eigenwerten und Eigenvektoren</p> <p>7.3 Eigenvektorberechnung</p> <p>7.3.1 Direkte Methode</p> <p>7.3.2 Potenzmethode</p> <p>7.3.3 Inverse Potenzmethode</p> <p>7.3.4 Deflationstechnik</p> <p>8 Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <p>8.1 Aufgabenstellung</p> <p>8.2 Explizite numerische Integrationsverfahren</p> <p>8.2.1 Euler-Verfahren</p> <p>8.2.2 Modifiziertes Euler-Verfahren</p> <p>8.2.3 Runge-Kutta-Verfahren</p> <p>8.2.4 Schrittweitensteuerung</p> <p>8.2.5 Mehrschrittverfahren</p> <p>8.3 Numerische Stabilität von Einschrittverfahren</p>
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Engeln-Müllges, G., Niederdrenk, K., Wodicka, R., Numerik- Algorithmen, Springer, 10. Auflage, 2011

EIM-02: Theoretische Elektrotechnik

Empfohlene Vorkenntnisse	<p>Bachelor Elektrotechnik</p>	
Lehrform	Vorlesung	
Lernziele	Die Studierenden kennen die Maxwell"schen Gleichungen und können damit elektrotechnische Probleme beschreiben und lösen.	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausur 90 Minuten	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Nachtigall	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge EIM	

LEHRVERANSTALTUNG: Theoretische Elektrotechnik	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2203
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> &bull; Felder und deren mathematische Beschreibung &bull; Die grundlegende Phänomene der Elektrotechnik &bull; Maxwellgleichungen, Materialeigenschaften &bull; Statische Felder und deren Anwendungsfälle &bull; Stationäre Felder und deren Anwendungsfälle &bull; Langsam veränderliche Felder und deren Anwendungsfälle &bull; Schnell veränderliche Felder-Wellengleichung &bull; Numerische Methoden der Feldberechnung
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Henke, H., Elektromagnetische Felder - Theorie und Anwendung. Springer-Verlag, 4. Auflage, 2015, eBook: http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-19746-8</p> <p>Balanis, A. C., Advanced Engineering Electromagnetics, John Wiley & Sons, 2012</p> <p>Fleisch, D., A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University Press, 2009</p> <p>Strassacker, G., Süße, R., Rotation, Divergenz und Gradient - Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Springer, 2015</p> <p>Gustrau, F., Angewandte Feldtheorie - Eine praxisnahe Einführung in die Theorie elektromagnetischer Felder, Carl Hanser Verlag München, 2018</p>

EIM-04: Management für Ingenieure

Empfohlene Vorkenntnisse	- Praxiserfahrungen im industriellen Umfeld ist hilfreich	
Lehrform	Vorlesung/Seminar	
Lernziele	Die Teilnehmer*innen vertiefen in diesem Modul überfachliche Qualifikationen, durch eigene Erfahrungen im Praxissemester des Bachelor-Studiengangs und durch eventuelle Praxistätigkeit zwischen Bachelor- und Masterstudium motiviert. Der Schwerpunkt liegt auf den Bereichen, die von Ingenieur*innen verlangt werden, die Führungspositionen übernehmen. Durch diese Seminare wird Ihre Persönlichkeitsentwicklung gefördert.	
Dauer	2 Semester	
SWS	5 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	75,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	105,00 h
	Workload:	180,00 h
ECTS	6,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Seminar Management: Referat RE (benotet) Unternehmensplanung und -organisation: Referat RE (unbenotet) Seminar Patentrecht: HA	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Felhauer	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM; Pflichtmodul	

LEHRVERANSTALTUNG: Seminar Management	
Art	Seminar
Nr.	EMI2207
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen in Führungs- und Organisationstheorien - Organisationsstrukturen und -prozesse - Leadership und Unternehmensführung im Wandel - Change-Management - Agiles Management und Digitalisierung - Personal- und Teamführung - Praxisorientierte Fallstudien
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Führen Leisten Leben: Wirksames Management für eine neue Zeit - Fredmund Malik - Grundlagen des Managements: Basiswissen für Studium und Praxis - Georg Schreyögg, Jochen Koch - Reinventing Organizations - Frederic Laloux - Keine Regeln - Warum Netflix so erfolgreich ist Reed Hastings, Erin Meyer

	- Let my people go surfing - Yvon Chouinard
--	---

LEHRVERANSTALTUNG: Unternehmensplanung und -organisation	
Art	Seminar
Nr.	EMI2208
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Themen und Grundlagen einer Gründung - Struktur und Inhalte des Businessplans - Das "Summary" und der "Pitch" - Team, Personal, Management - Produkt und Idee - Rahmen - Rechtsform - Markt und Marketing - Innovation und Schutzrechte - AI / Künstliche Intelligenz - SWOT - Chancen und Risiken - Organisation und Ressourcen - Finanzplanung - Pitch (mündlich) - Erstellen Kurz-Businessplan
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<p>Hilfreiche Literatur zu Businessplan und Existenzgründung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Starthilfe - Der erfolgreiche Weg in die Selbstständigkeit Autor: BMWK (Herausgeber) Erscheinungsjahr: aktuelle Ausgabe z.&#8239;B. 2024 - Der Weg zum erfolgreichen Unternehmer Autor: Stefan Merath Erscheinungsjahr: 2008 / Aufl. 2018 - Businessplan Schritt für Schritt Autor: Gründerplattform / KfW Erscheinungsjahr: laufend aktualisiert - Existenzgründung: Der sichere Weg in die Selbstständigkeit Autoren: Günter Faltin & Andreas Renner Erscheinungsjahr: 2011

LEHRVERANSTALTUNG: Seminar Patentrecht	
Art	Seminar
Nr.	EMI2242
SWS	1,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundzüge des deutschen Patentrechts, des europäischen Patentübereinkommens und des Patent Cooperation Treaty - Grundzüge des deutschen Arbeitnehmererfinderrechts

	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und Interpretation einer Patentanmeldung bzw. eines erteilten Patents - Anmeldestrategien - Grundzüge von Patentverletzungsverfahren - Grundlegende Inhalte von Patentlizenzverträgen
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<p>Präsentationen, ausgewählte Patentschriften (werden vor dem Seminar bekanntgegeben)</p> <p>WIPO Intellectual Property Handbook http://www.wipo.int/about-ip/en/iprm/</p> <p>Deutsches Patent- und Markenamt - Informationen zu Patenten https://www.dpma.de/patente/</p> <p>Europäisches Patentamt - Europäisches Patentsystem https://www.epo.org/</p> <p>Bartenbach, K., Patentlizenz- und Know-how-Vertrag, 7. Auflage, Verlag Dr. Otto Schmidt, 2013</p>

EIM-07: Elektromobilität

Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrische Antriebe I, Elektrische Antriebe II und Elektromobilität I	
Lehrform	Vorlesung	
Lernziele	Die Studierenden können alle für den Entwurf einer elektrischen Maschine erforderlichen Spezifikationen aus den Rahmendaten der Ziel-Applikation abzuleiten. Auf dieser Basis können sie das elektromagnetische Design einer geeigneten E-Maschine mit analytischen und numerischen Methoden entwerfen. Die Studierenden lernen grundlegende praktische Fragestellungen rund um die Regelung und Steuerung von elektrischen Maschinen und leistungselektronischen Schaltungen kennen und erarbeiten simulative Lösungskonzepte.	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Entwurf Elektrischer Antriebe K60 (3/5) und Elektromobilität II PR (2/5)	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Christian Klöffler	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)	
Verwendbarkeit	EIM und MMR	

LEHRVERANSTALTUNG: Elektromobilität II	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2214
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> -Simulation von regelungstechnischen Konzepten mit Matlab/Simulink -Simulation von Hardwaretopologien mit Matlab/Simscape -Aufbaum realer Regelungssysteme für elektrische Antriebssysteme -Problemstellungen in der Praxis: <ul style="list-style-type: none"> - Winkelgeberabgleich - Charakterisierung, hochausgenutzter E-Motoren - Energy-Harvesting-Konzepte zur thermischen Konditionierung - Vor- und Nachteile verschiedener Ansteuerverfahren von Wechselrichtern - Simulative Lösungskonzepte der Fragestellungen
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Nuß, U., Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, Berlin, Offenbach, VDE-Verlag, 2010 Schröder, D., Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, 4.

	Auflage, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2015
--	--

LEHRVERANSTALTUNG: Entwurf Elektrischer Maschinen	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2254
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau von Drehstrommaschinen - Wicklungsarten und Aufbau - Grundlagen magnetischer Kreis in elektrischen Maschinen - Induktivitätsberechnung - Systemgleichungen - Verluste in elektrischen Maschinen - Entwurfs- und Berechnungsgänge - Numerische Feldberechnung
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	Müller, G. et. al., Berechnung elektrischer Maschinen , Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 2007 Binder,AG., Elektrische Maschinen und Antriebe, Berlin, Springer Verlag, 2012

EIM-09: Regelungssysteme I

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Regelungstechnik Signal- und Systemtheorie	
Lehrform	Vorlesung	
Lernziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls...</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Studierenden die wichtigsten parametrischen und nichtparametrischen linearen Modelle zur Beschreibung dynamischer Systeme im Zeit- und Frequenzbereich. - kennen die Studierenden die wesentlichen Vorgehensweisen und die unterschiedlichen Methoden der theoretischen und experimentellen Modellbildung. - können die Studierenden grundlegende physikalische Prinzipien anwenden, um mathematische Modelle für grundlegende mechanische Systeme herzuleiten. - kennen die Studierenden Verfahren zur Identifikation von Regelstreckenparametern und -strukturen. - können die Studierenden im Bildbereich zeitdiskrete Regelungssysteme analysieren und zeitdiskrete Regler entwerfen. - können die Studierenden aus dem Bildbereich bekannte zeitkontinuierliche Reglerentwurfverfahren auf zeitdiskrete Regelungssysteme übertragen. 	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	K120.	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Jörg Fischer	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM	

LEHRVERANSTALTUNG: Zeitdiskrete Regelungen	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2219
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Kennzeichen zeitdiskreter Regelkreise Festigung des Umgangs mit der z-Transformation Beurteilung des Verhaltens zeitdiskreter Regelkreise mittels Analyse der Pole und Nullstellen der z-Übertragungsfunktion Zeitdiskrete Reglerentwurfverfahren im z-Bereich Algebraische Stabilitätskriterien Strukturelle Maßnahmen zur Verbesserung des Regelverhaltens von</p>

	zeitdiskreten Regelkreisen
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	Nuß, U., Zeitdiskrete Regelung, Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2020 Lunze, J., Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Berlin, Springer Vieweg, 2020

LEHRVERANSTALTUNG: Modellbildung und Systemidentifikation	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2240
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Die Vorlesung behandelt die Modellierung dynamischer Systeme mittels theoretischer und experimenteller Methoden. Behandelt werden u.a. folgende Themen:</p> <p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweck der Modellbildung - Prinzipielle Möglichkeiten der Modellbildung - Begriffe: System, Dynamisches System, Modell <p>Mathematische Modelle dynamischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelle für lineare/nichtlineare, kontinuierliche/zeitdiskrete SISO/MIMO-Systeme - Linearisierung nichtlinearer Modelle <p>Theoretische Modellbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeines Vorgehen - Modellierung mechanischer Systeme (Translation und Rotation in 2D) mit Newton-Ansatz und Lagrange-Formalismus - Modellierung elektrischer Systeme <p>Experimentelle Modellbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeines Vorgehen - Kennwertermittlung - Fourier-Analyse - Frequenzgangmessung - Korellationsanalyse - Parameterschätzverfahren (Least-Squares-Verfahren)
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<p>Theoretische Modellbildung</p> <p>[1] Franklin, Powell, Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 7. Auflage, Pearson, 2014</p> <p>[2] M. Glöckler, Simulation mechatronischer Systeme, Springer Verlag, 2014</p> <p>[3] J. Lunze, Regelungstechnik I, Springer Verlag, 11. Auflage 2016</p> <p>[4] G. R. Fowles, G. L. Cassiday, Analytical Mechanics, Brooks/Cole Publishing, 2005</p> <p>Experimentelle Modellbildung</p> <p>[5] R. Isermann, M. Münchhof, Identification of Dynamic Systems, Springer Verlag, 2011</p> <p>[6] C. Bohn, H. Unbehauen, Identifikation dynamischer Systeme,</p>

	Springer Verlag, 2016
--	-----------------------

EIM-12: Advanced Embedded Systems

Empfohlene Vorkenntnisse	-C (Advanced Level) - Linux-Kenntnisse und praktische Erfahrungen	
Lehrform	Vorlesung/Labor	
Lernziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden komplexe Linux-Systeme bauen und beherrschen sicher die Kernel- und Systemprogrammierung.	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausur K60 Labor Kernel- und Systemprogrammierung muss mit Erfolg attestiert sein.	
Modulverantwortung	Frank Erdrich, M.Sc.	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Das Modul wird in den Studiengängen EIM und INF M angeboten.	

LEHRVERANSTALTUNG: Embedded Linux	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2243
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Definition Embedded Linux - Lebenszyklus eines Embedded Linux-Systems (Entwurf, Entwicklung, Deployment/Inverkehrbringung, Produktpflege) - Konzept der Bootloader - Root-Dateisystem, Inhalt und Erstellung - Buildsysteme für das RootFS (Yocto, Buildroot, Elbe, (...)) - Linux Kernel - Kerneltreiber - Init-System - Applikationsentwicklung und Cross-Compilierung - Debugging und Fehlersuche - Deployment - Produktpflege und Softwareupdates im Feld
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Building Embedded Linux Systems - Karim Yaghmour - O'Reilly - 2. Auflage 2008 Billimoria: Linux Kernel Programming, Packt, 2021 Madieu: Linux Device Driver Development, 2nd Edition, packt 2022

LEHRVERANSTALTUNG: Labor Kernel- und Systemprogrammierung	
Art	Labor
Nr.	EMI2244
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Bedienung eines Linux-Systems (Kommandozeile) - Vertiefung des Verständnisses des Bootvorgangs - Entwicklungsumgebung und Cross-Compilierung - Linux Kernel konfigurieren und compilieren - Treiberentwicklung im Linux Kerne - Init-System SystemD - Entwicklung von systemnahen Programmen - Debugging/Fehlersuche
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	Building Embedded Linux Systems - Karim Yaghmour - O'Reilly - 2. Auflage 2008 Billimoria: Linux Kernel Programming, Packt, 2021 Madieu: Linux Device Driver Development, 2nd Edition, packt 2022

EIM-15: Embedded und industrielle Netzwerke

Empfohlene Vorkenntnisse	-gutes Verständnis von IP-basierten Kommunikationsprotokollen -grundlegendes Verständnis von Automatisierungsanwendungen	
Lehrform	Vorlesung/Labor	
Lernziele	Die Studierenden erlangen einen vertieften Einblick in den internen Aufbau von Kommunikationsprotokollen, wie sie für Anwendungen des Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) unter Nutzung von Embedded Systemen und für industrielle Anwendungen (Industrial IoT, IIoT) eingesetzt werden. Auf diese Weise lernen sie auch die wichtigsten Entwurfparadigmen auf den unterschiedlichen Ebenen kennen und sind auf diese Weise in der Lage, nicht nur das für die Anwendung optimale Kommunikationsprotokoll auszuwählen und einzusetzen, sondern auch, entsprechende Anpassungen und Erweiterungen selbst zu entwerfen.	
Dauer	2 Semester	
SWS	6 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	90,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	120,00 h
	Workload:	210,00 h
ECTS	7,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Embedded und industrielle Netzwerke: K60. Internet of Things: K60. Das Labor ist unbenotet, muss aber bestanden werden.	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Axel Sikora	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)	
Verwendbarkeit	Die Studierenden können die erworbenen Kenntnisse sowohl in der Entwicklung als auch in der Umsetzung von embedded und industriellen Netzwerken einbringen.	

LEHRVERANSTALTUNG: Embedded und industrielle Netzwerke	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2205
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Learning content: 1) Introduction 1.1) Reference models 1.2) Service models 2) Real time capability 2.1) Requirements 2.2) Channel access protocols 3) Examples of protocols 3.1) Ethernet 3.2) Industrial Ethernet 3.3) Profinet

	<p>3.4) TSN Ethernet 4) Application programming 4.1) Socket interfaces 4.2) Embedded Web Programming 4.3) Best Practices for Embedded Implementation of Network Protocols 4.4) IoT Application Protocols - Introduction 4.5) IoT Application Protocols - Examples 4.6) IoT Application Protocols - OPC UA 4.7) Device descriptions</p>
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<p>Cirani, S., Ferrari, G., Picone, M., Veltri, L. "Internet of Things: Architectures, Protocols and Standards", Wiley, 2018. Jeschke, S., Brecher, C., Song, H. Rawat, D.B., "Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems", Springer Verlag, 2016. Schleipen, M., "Praxishandbuch OPC UA: Grundlagen - Implementierung - Nachrüstung - Praxisbeispiele", Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 2019 Schnell, G., Wiedemann, B., Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik: Grundlagen, Systeme und Trends der industriellen Kommunikation, Vieweg+Teubner Verlag, 2008 Sikora, A., Technische Grundlagen der Rechnerkommunikation: Internet-Protokolle und Anwendungen, Carl Hanser Verlag, 2003</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Lab Embedded und Industrial Networks	
Art	Labor
Nr.	EMI2206
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Praktische Nutzung von Schnittstellen an Embedded Systemen anhand ARM Cortex-M3 Plattform durch Parametrierung, Programmierung und Analyse der Netzwerkkommunikation - Messung von Kommunikationsparametern in industriellen Netzwerkprotokollen PROFINET und Real Time Ethernet - Verwendung von Anwendungsprotokoll HTTP über TCP/IP anhand eines Embedded Webservers <p>Laborversuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ethernet-Programmierung - Socket-Programmierung mit UDP - Socket-Programmierung mit TCP - Embedded Webserver Programmierung zur Nutzung von HTTP - Programmierung von OPC UA-Server-Anwendungen - Real-Time & TSN-Ethernet
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - wie in der Vorlesung, - sowie einschlägige Datenblätter, die auf dem Entwicklungsserver

	bereitgestellt werden.
--	------------------------

LEHRVERANSTALTUNG: Internet of Things	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI419
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Introduction to IoT</p> <ul style="list-style-type: none"> -Broader IoT context - The beginnings of the IoT - The promise of IoT - defining IoT as a concept - Market potential of IoT - The current state of the market <p>-Scope of IoT system</p> <ul style="list-style-type: none"> - What technologies does IoT encompass? - How does IoT relate to existing enterprise IT/OT systems and businessprocesses? - IoT value chain -Overview of typical IoT use cases IoT <p>Technical deep dive</p> <ul style="list-style-type: none"> -IoT system architecture - End-to-end system architecture - IoT service pattern - Deployment considerations and challenges <p>-IoT connectivity</p> <ul style="list-style-type: none"> - Overview of existing IoT connectivity landscape - Short range (BT, Wifi, Zigbee) - Long range (LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, LTE-M) - Emerging technologies - Satellite IoT - Analysis of capabilities of connectivity options - Strategies for the right IoT connectivity choice - Geo-location services - Towards sub \$1 devices <p>IoT platforms</p> <ul style="list-style-type: none"> - Overview of existing IoT platform landscape - Analysis of typical IoT platform capabilities - Examples of leading commercial IoT platforms
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben/siehe auch Skript

EIM-16: Bildverarbeitung

Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of mathematics for engineers, in particular complex numbers Basic knowledge of communications engineering and signal theory	
Lehrform	Vorlesung/Seminar/Labor	
Lernziele	<p>Nach erfolgreichem Besuch dieses Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> - verfügen die Studierenden über eine mentale Landkarte der zwei- und dreidimensionalen Bildverarbeitung, - haben die Studierenden gelernt, die Prinzipien der Linearen Algebra und Analytischen Geometrie gewinnbringend auf Problemstellung der dreidimensionalen Bildverarbeitung anzuwenden, - sind die Studierenden in der Lage, stereoskopische Bildverarbeitungssysteme zu implementieren. <p>Lernziele, Ergänzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - haben die Studierenden merkmalsbasierte Methoden des maschinellen Sehens kennengelernt - sind die Studierenden in der Lage verschiedene Algorithmen des elastischen Bildvergleichs zu implementieren - verfügen die Studierenden über die Fähigkeit tiefe neuronale Netze in Bildverarbeitungsaufgaben auszuwählen und einzusetzen 	
Dauer	1 Semester	
SWS	6 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	90,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	120,00 h
	Workload:	210,00 h
ECTS	7,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Maschinelles Sehen mit Labor: LA + K60 (1/2). Dreidimensionale Bildverarbeitung: RE + K60 (1/2). Das unbenotete Labor (LA) bzw. das unbenotete Referat (RE) ist Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur (K60).	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Hensel, Prof. Dr. Pflöschinger	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang Medizintechnik, Master-Studiengang Mechatronik und Robotik (MMR)	

LEHRVERANSTALTUNG: Dreidimensionale Bildverarbeitung	
Art	Vorlesung/Seminar
Nr.	EMI2230
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Analytische Geometrie zur Beschreibung des dreidimensionalen Raums, insbesondere rigide Transformationen und homogene Koordinaten - Quaternionen - OpenGL-Transformationen - Stereoskopie und Photogrammetrie: Kamera-Kalibrierung,

	<p>Epipolargeometrie, Rektifizierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Landmarken, oberflächen- und voxelbasierte Algorithmen zur Registrierung dreidimensionaler Bilddatensätze - Pixel-, voxel- und kantenbasierte Segmentieralgorithmen - Anwendung von Voronoi-Diagrammen und Delaunay-Triangulation in der dreidimensionalen Oberflächenrekonstruktion - Oberflächen- und Volumen-Rendering - Hough-Transformation, Distanz-Transformation - Wavelets - Splines - Ausgewählte Algorithmen der dreidimensionalen Bildverarbeitung (Marching Cubes Algorithmus und andere)
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Handels, H., Medizinische Bildverarbeitung - Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg+Teubner Verlag, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, 2009</p> <p>Schreer, O., Stereoanalyse und Bildsynthese, Springer, 2005</p> <p>Jähne, B., Digitale Bildverarbeitung, Springer, 7. neu bearbeitete Auflage, 2012</p> <p>Gonzalez, R. C., Woods, R. E., Digital Image Processing, Addison Wesley, 3rd International edition, 2008</p> <p>Dougherty, G., Digital Image Processing for Medical Applications, Springer, 2011</p> <p>Demant, C., Streicher-Abel, B., Springhoff, A., Industrielle Bildverarbeitung, Springer, 3. Auflage, 2011</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Maschinelles Sehen mit Labor	
Art	Vorlesung/Labor
Nr.	EMI2247
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<p>Lerninhalte Vorlesung:</p> <p>Merkmalsbasierte Verfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Merkmalsdetektoren und Merkmalsdeskriptoren - SIFT-Detektor und -Deskriptor <p>Bildtransformationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Affine und projektive Transformationen - Robuste Transformationsschätzung (RANSAC) <p>Elastischer Bildvergleich</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optischer Fluss und visuelle Odometrie (Lucas-Kanade, Horn-Schunck) <p>Maschinelles Lernen in der Bildverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clustering/Segmentierung: k-means, SLIC Superpixel, spektrale Methoden - Klassifikation: Support-Vector-Machines <p>Deep Learning im maschinellen Sehen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen tiefer neuronaler Netze in der Bildverarbeitung (convolutional neural networks, CNNs) - Training und Trainingsdatensatzgewinnung

	<ul style="list-style-type: none"> - Objektklassifikation mit neuronalen Netzen - Objektdetektion und Segmentierung mit neuronalen Netzen <p>Lerninhalte Labor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maschinelles Sehen in Matlab - Bildmosaik: Bildtransformationen und skaleninvariante Merkmalsdetektoren - Visuelle Odometrie: Berührungslose Geschwindigkeitsbestimmung in Videosequenzen - Deep Learning: Objektklassifikation und -detektion - Deep Learning: Keras, Tensorflow und pythonbasierte Open-Source Verwendung
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Szeliski, R., Computer Vision: Algorithms and Applications; Springer, 2011, online pdf version: http://szeliski.org/Book/ - Burger, Burge, Digital Image Processing - An algorithmic introduction, 3rd ed. Springer, 2015 - Gonzalez, Digital Image Processing, 4th ed., Pearson, 2017 - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning, MIT Press 2016, onlineversion: http://www.deeplearningbook.org/

EIM-18: Angewandte Forschung

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse über die Vorgehensweise und Prinzipien des wissenschaftlichen Arbeitens.
Lehrform	Labor
Lernziele	<p>Im Rahmen dieses Moduls können die Studierenden eine Teilaufgabe in einem Forschungsprojekt bearbeiten.</p> <p>Die individuellen Teilaufgaben werden von der/dem jeweiligen Leiter*in des Forschungsprojekts spezifiziert und betreut sowie von den Studierenden in Einzelarbeit bearbeitet. Durch die erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul weisen die Studierenden die Fähigkeit nach, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Teilaufgabe eines Forschungsprojekts selbständig nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten zu können. Dazu gehören insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Strukturierung der durchzuführenden Arbeiten - das Erheben, Analysieren und Bewerten von Informationen aus einschlägigen Informationsquellen zum Stand der Technik im betrachteten Forschungsgebiet - Klare Darstellung der Ergebnisse, Schlussfolgerungen und weiteren Empfehlungen. - Erstellen einer abschließenden Präsentation der erzielten Ergebnisse.
Dauer	1 bis 2 Semester
SWS	2 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 30,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 180,00 h
	Workload: 210,00 h
ECTS	7,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Projekt
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Felhauer
Empfohlenes Semester	1. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)
Verwendbarkeit	

LEHRVERANSTALTUNG: Labor angewandte Forschung	
Art	Labor
Nr.	EMI2236
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Im Rahmen dieses Labors arbeiten die Studierenden im Rahmen eines Teilprojekts in einem Forschungsprojekt mit. Sie werden während dieser Zeit vom Laborleiter angewiesen und betreut. Zum Abschluss ist ein Projektbericht zu erstellen, der benotet wird.
Lehrveranstaltungs-sprache	de

Literatur	In diesem Modul werden individuelle Teilprojekte aus Forschungsvorhaben durchgeführt. Die zu deren Bearbeitung notwendigen Informationsquellen werden projektspezifisch vom betreuenden Forschungsleiter zu Beginn des jeweiligen Teilprojekts angegeben.
------------------	---

EIM-19: Künstliche Intelligenz für Ingenieure

Empfohlene Vorkenntnisse	- Mathematische Grundlagen der Linearen Algebra (insbesondere Matrizen- und Vektorrechnung), Wahrscheinlichkeitsrechnung und bestenfalls numerischer Methoden. - Erfahrung in mindestens einer Programmiersprache (bestenfalls Python, alternativ Matlab oder C/C++). - Vorlesungen im Bereich der Signalverarbeitung und/oder Informationstheorie	
Lehrform	Vorlesung/Labor	
Lernziele	Kennenlernen und Anwenden grundlegender Methoden und Anwendungsfelder aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz.	
Dauer	2 Semester	
SWS	6 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	120,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	210,00 h
ECTS	7,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP		
Modulverantwortung	Prof. Dr. Christian Reich	
Empfohlenes Semester	1. Semester	
Häufigkeit	jährlich (SS+WS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM, Vertiefungsmodul	

LEHRVERANSTALTUNG: Seminar autonome mobile Systeme	
Art	Seminar
Nr.	EMI2249
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Es werden aktuelle und ausgewählte wissenschaftliche Publikationen zu den Themen mobile Systeme, autonome Systeme und Sensordatenfusion in studentischen Kleingruppen gelesen und aufbereitet. Anschließend erfolgt der Vortrag und Diskussion im Gruppenverband.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Jährlich wechselnde Publikationslisten, die durch den Lehrenden bereitgestellt werden

LEHRVERANSTALTUNG: Methoden und Anwendungen der Künstlichen Intelligenz	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2257
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Kennenlernen grundlegender Methoden (z.B. künstliche neuronale

	Netzwerke) und Anwendungen (z.B. Bildverarbeitung und Verarbeitung von Sensordaten) der Künstlichen Intelligenz und Datenanalyse.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	

LEHRVERANSTALTUNG: Labor Künstliche Intelligenz	
Art	Labor
Nr.	EMI2258
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Anwenden grundlegender Methoden (z.B. künstliche neuronale Netzwerke) und Anwendungen (z.B. Bildverarbeitung und Verarbeitung von Sensordaten) der Künstlichen Intelligenz und Datenanalyse.
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	

2. Semester

EIM-03: Advanced C++ Programming

EIM-05: Wahlpflichtmodul

EIM-08: Elektrische Antriebe

EIM-10: Regelungssysteme II

EIM-11: Embedded Echtzeitsysteme

EIM-13: Microwave Engineering

EIM-14: Funkkommunikation

EIM-17: Signalverarbeitung

EIM-03: Advanced C++ Programming

Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in C++ (entsprechend bspw. Vorlesung und Praktikum "Programmieren 2" aus Studiengang AI oder "Objektorientierte Softwareentwicklung" aus Studiengang EI)	
Lehrform	Vorlesung/Praktikum	
Lernziele	<p>Erfolgreiche Teilnehmer:innen(...)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (...) sind fortgeschrittene C++ Programmierer. - (...) kennen die wichtigsten "C++ best practices" - (...) können Performance messen und analysieren. - (...) können in Bezug auf Speicher oder Performance optimierten Code schreiben. - (...) nutzen verschiedene moderne Techniken zur Kompilierzeitberechnung um Laufzeitberechnungen zu reduzieren. - (...) kennen Details und Interna der Sprache C++ sowie Klassen und Algorithmen der Standardbibliothek. - (...) verwenden moderne C++-Konzepte und Design-Prinzipien um korrekten, effizienten, wartbaren und portablen C++-Code zu schreiben. - (...) schreiben effektive Klassen, Funktionen, Templates und Vererbungshierarchien. - (...) kennen häufige Fallstricke und Fehlerquellen der Sprache C++ und können diese effizient umgehen. - (...) können beurteilen, ob und welche Optimierungstechniken sinnvoll eingesetzt werden können. 	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Modulprüfung für "Advanced C++ Programming" (K60) "Praktikum Advanced C++ Programming" muss "m.E." attestiert sein.	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Kreilos	
Empfohlenes Semester	2. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang EIM; Masterstudiengang INFM	

LEHRVERANSTALTUNG: Advanced C++ Programming	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2259
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	C++ ist eine der beliebtesten Programmiersprachen und wird in allen Bereichen eingesetzt, in denen Geschwindigkeit, Vorhersagbarkeit und Zuverlässigkeit gefragt sind, von Embedded Systemen über Desktop-Anwendungen bis hin zum wissenschaftlichen Rechnen. In dieser

	<p>Vorlesung lernen Sie, effiziente und hochperformante C++-Programme unter Verwendung moderner Techniken zu schreiben.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Performance-Messung und -Analyse -Effektiver Einsatz moderner C++-Konzepte -STL-Konzepte und -Algorithmen -Generische Programmierung mit Templates -Kompilierzeit-Programmierung -Effizientes und sicheres Ressourcenmanagement -Paralleles Programmieren mit C++
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Andrist, B.: C++ High Performance, Second Edition, Packt Publishing, 2020</p> <p>Meyers, S.: Effective Modern C++, First Edition, O'Reilly Media 2014</p> <p>Meyers, S.: Effective C++, Third Edition, Addison-Wesley 2005</p> <p>Stroustrup, B.: A tour of C++, Third Edition, Addison-Wesley Professional 2022</p> <p>Stroustrup, B.: The C++ Programming Language. Addison-Wesley, 2013</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Praktikum Advanced C++ Programming	
Art	Praktikum
Nr.	EMI2260
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Praktische Anwendung der Inhalte der Vorlesung "Advanced C++ Programming"
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Andrist, B.: C++ High Performance, Second Edition, Packt Publishing, 2020</p> <p>Meyers, S.: Effective Modern C++, First Edition, O'Reilly Media 2014</p> <p>Meyers, S.: Effective C++, Third Edition, Addison-Wesley 2005</p> <p>Stroustrup, B.: A tour of C++, Third Edition, Addison-Wesley Professional 2022</p> <p>Stroustrup, B.: The C++ Programming Language. Addison-Wesley, 2013</p>

EIM-05: Wahlpflichtmodul

Empfohlene Vorkenntnisse	spezifisch je nach gewähltem Modul (vgl. semesterspezifischen Wahlpflichtkatalog)
Lehrform	Seminar
Lernziele	spezifisch je nach gewähltem Modul (vgl. semesterspezifischen Wahlpflichtkatalog)
Dauer	2 Semester
SWS	0 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 45,00 h

	Selbststudium/Gruppenarbeit:	105,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	spezifisch je nach gewähltem Modul (vgl. semesterspezifischen Wahlpflichtkatalog) i.d.R. Modulprüfung (K60) sowie Praktikum muss mit "m.E." attestiert sein	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Felhauer	
Empfohlenes Semester	2. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (SS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM	

EIM-08: Elektrische Antriebe

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Leistungselektronik und bezüglich der Funktionsweise elektrischer Maschinen	
Lehrform	Vorlesung/Labor	
Lernziele	Die Studierenden lernen die wichtigsten regelungstechnischen Modelle und das spezifische Verhalten der am weitesten verbreiteten Drehstrommaschinen kennen. Sie erlangen darüber hinaus einen Überblick über das Ineinandergreifen der verschiedenen Komponenten in hochdynamischen Antrieben und die Fähigkeit, dafür Regler auszulegen. Die vermittelten Kompetenzen werden im Rahmen von Laborversuchen gefestigt.	
Dauer	1 Semester	
SWS	4 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	90,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Mündliche Prüfung und Laborarbeit	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Uwe Nuß	
Empfohlenes Semester	2. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)	
Verwendbarkeit	In den Master-Studiengängen EIM (im Schwerpunkt "Automatisierungstechnik und Elektromobilität") und MMR	

LEHRVERANSTALTUNG: Regelung elektrischer Antriebe

Art	Vorlesung
Nr.	EMI2215
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Raumzeiger und Raumzeigerdifferenzialgleichungen

	Transformation von Raumzeigern und Raumzeigerdifferentialgleichungen zwischen ortsfesten und rotierenden Koordinatensystemen Beschreibung des dynamischen Verhaltens von permanentmagneterregten Synchronmaschinen Polradorientierte Regelung von permanentmagneterregten Synchronmaschinen Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Asynchronmaschinen Feldorientierte Regelung von Asynchronmaschinen Feldschwächung von Drehfeldmaschinen MTPA-Betrieb und Identifikation der Polradlage von permanentmagneterregten Synchronmaschinen Detaillierter Strom- und Drehzahlreglerentwurf für Drehstromantriebe
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Nuß, U., Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, 2. Auflage, Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2017 Schröder, D.; Böcker, J., Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, 5. Auflage, Berlin, Springer Vieweg, 2020 Quang, N.P., Dittrich, J.-A., Vector Control of Three-Phase AC Machines, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2008

LEHRVERANSTALTUNG: Labor Regelung elektrischer Antriebe	
Art	Labor
Nr.	EMI2255
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Inbetriebnahme strom-, drehzahl- und lage geregelter elektrischer Drehstromantriebe Untersuchen der Auswirkungen unterschiedlicher Regelverfahren und Reglereinstellungen auf die Antriebsdynamik Erstellen und Testen eigener Programmsequenzen für die Antriebsregelung
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Nuß, U., Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, 2. Auflage, Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2017 Schröder, D.; Böcker, J., Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, 5. Auflage, Berlin, Springer Vieweg, 2020 Quang, N.P., Dittrich, J.-A., Vector Control of Three-Phase AC Machines, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2008

EIM-10: Regelungssysteme II

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Regelungstechnik
Lehrform	Vorlesung
Lernziele	Die Studierenden verstehen, lineare und nichtlineare Zustandsraummethoden als Werkzeug zur Analyse von Regelstrecken

	und zum Entwurf von Regelungen anzuwenden. Bei linearen Regelungssystemen können die Studierenden die erworbenen zeitkontinuierlichen Analyse- und Syntheseverfahren auf zeitdiskrete Systeme übertragen.
Dauer	1 Semester
SWS	4 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 90,00 h
	Workload: 150,00 h
ECTS	5,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausur K90 und mündliche Prüfung
Modulverantwortung	Prof. Dr. Uwe Nuß
Empfohlenes Semester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)
Verwendbarkeit	In den Master-Studiengängen EIM (im Schwerpunkt "Automatisierungstechnik und Elektromobilität") und MMR

LEHRVERANSTALTUNG: Zustandsraummethoden	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2218
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Einführung in die Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme Normalformen von Zustandsgleichungen Allgemeine Lösung der zeitkontinuierlichen Zustandsgleichungen eines linearen, zeitinvarianten Systems Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit Entwurf von zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Zustandsreglern Entwurf von zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Zustandsbeobachtern
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Föllinger, O., Regelungstechnik, 13. Auflage, Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2022 Lunze, J., Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Berlin, Springer Vieweg, 2020 Nuß, U., Zeitdiskrete Regelung, Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2020

LEHRVERANSTALTUNG: Nichtlineare und adaptive Regelungssysteme	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2241
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	Beschreibung nichtlinearer Systeme im Zustandsraum Stabilitätsanalyse mit der Direkten Methode von Ljapunow Reglerentwurf mittels Ljapunow-Funktionen Reglerentwurf mittels exakter Linearisierung Strukturen adaptiver Regelungen

	Konstruktion von Adaptionalgorithmen Parameteridentifikation mittels der Methode der kleinsten Quadrate
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	Adamy, J., Nichtlineare Systeme und Regelungen, 3. Auflage, Berlin, Springer Vieweg, 2018

EIM-11: Embedded Echtzeitsysteme

Empfohlene Vorkenntnisse	-Ingenieur-Informatik -Embedded Systems 1
Lehrform	Vorlesung/Labor
Lernziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden komplexe Echtzeitanwendungen (Bare Metal und RTOS) in in C entwerfen, implementieren und testen.
Dauer	1 Semester
SWS	4 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 60,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 90,00 h
	Workload: 150,00 h
ECTS	5,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Klausur K60 Labor Embedded Systems 1 muss mit Erfolg attestiert sein.
Modulverantwortung	Prof. Dr. Daniel Fischer
Empfohlenes Semester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)
Verwendbarkeit	Das Modul wird in den Studiengängen EIM und INFM angeboten.

LEHRVERANSTALTUNG: Embedded Echtzeitsysteme	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2251
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Embedded Echtzeitsysteme (EEZS) - Architektur von EEZS - Scheduling - RTOS: Systemgrundlagen 1 - RTOS: Task - RTOS: Scheduling - RTOS: Queues - RTOS: Mutexe, Semaphore und Gatekeeper - Mixed Mode mit native Interrupts am Beispiel des Cortex-M - RTOS: Notifications und EventGroups - RTOS: Streambuffer und Messagebuffer - RTOS: Systemgrundlagen 2
Lehrveranstaltungs- sprache	de

sprache	
Literatur	<p>Xiaocong Fan: Real-Time Embedded Systems, Newnes, 2015</p> <p>Brian Amos: Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools, Packt Publishing, 2020</p> <p>Jacob Beningo: Embedded Software Design, Apress, 2022</p> <p>K.C. Wang: Embedded and Real-Time Operating Systems, Springer, 2017</p> <p>Jim Cooling: Real-time Operating Systems Book 1: The Theory, Independently published, 2017</p> <p>Jim Cooling: Real-time Operating Systems Book 2: The Practice, Independently published, 2. Auflage , 2019</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Labor Embedded Echtzeitsysteme	
Art	Labor
Nr.	EMI2256
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Sechs Versuche mit den folgenden Inhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Non-Preemptive FIFO Queue und Non-Preemptive Priority Queue - EEZS (FreeRTOS) mit Tasks, Queues, Mutexen, Gatekeeper - EEZS (FreeRTOS) mit Event Groups, Notifications und nativen Interrupts - Implementierung einer Regelung mit FreeRTOS. - EEZS als Asymmetric-Multicore-Anwendung - EEZS als Symmetric-Multicore-Anwendung
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<p>Xiaocong Fan: Real-Time Embedded Systems, Newnes, 2015</p> <p>Brian Amos: Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools, Packt Publishing, 2020</p> <p>Jacob Beningo: Embedded Software Design, Apress, 2022</p> <p>K.C. Wang: Embedded and Real-Time Operating Systems, Springer, 2017</p> <p>Jim Cooling: Real-time Operating Systems Book 1: The Theory, Independently published, 2017</p> <p>Jim Cooling: Real-time Operating Systems Book 2: The Practice, Independently published, 2. Auflage , 2019</p>

EIM-13: Microwave Engineering

Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of high-frequency engineering (HF I), i.e. transmission line theory and wave quantities.
Lehrform	Vorlesung/Seminar/Labor
Lernziele	<p>Students will learn the operating principles of the most important microwave components used in high-frequency engineering, including antennas, mixers, waveguides, couplers, filters, and power dividers.</p> <p>Students will become familiar with basic RF measurement techniques for the characterization of RF circuits and systems.</p> <p>Students will learn how to calculate noise behavior in high-frequency systems.</p>

	Students will be able to apply fundamental methods for the analysis and design of RF systems.	
Dauer	1 Semester	
SWS	5 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	75,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	75,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	M(2/3) + RE(1/3), LA	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Marlene Harter	
Empfohlenes Semester	2. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM	

LEHRVERANSTALTUNG: Microwave Engineering

Art	Vorlesung/Seminar
Nr.	EMI2220
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Linear and nonlinear components - Antennas - Waveguides - RF measurement techniques: spectrum analysis and network analysis - Noise
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Holger Heuermann, Microwave Engineering, Springer Vieweg Wiesbaden, September 20, 2023. - Erich Pehl, Microwave Engineering - Fundamentals, Transmission Lines, Antennas, Applications, 3rd edition, VDE Verlag, 2012. - David M. Pozar, Microwave Engineering, Wiley, Hoboken, NJ, 2005. - Jürgen Detlefsen, Uwe Siart, Fundamentals of High-Frequency Engineering, Oldenbourg Verlag Munich Vienna, 2nd edition, 2006.

LEHRVERANSTALTUNG: Microwave Engineering Lab

Art	Labor
Nr.	EMI2221
SWS	1,00 SWS
Lerninhalt	<p>Laboratory experiments include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Network analysis of passive microwave components - Nonlinearity of amplifiers and behavior of mixers - Determination of noise parameters of microwave components - Rectangular waveguides in microwave engineering
Lehrveranstaltungs-sprache	de

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Holger Heuermann, Microwave Engineering, Springer Vieweg Wiesbaden, September 20, 2023. - Erich Pehl, Microwave Engineering - Fundamentals, Transmission Lines, Antennas, Applications, 3rd edition, VDE Verlag, 2012. - David M. Pozar, Microwave Engineering, Wiley, Hoboken, NJ, 2005. - Jürgen Detlefsen, Uwe Siart, Fundamentals of High-Frequency Engineering, Oldenbourg Verlag Munich Vienna, 2nd edition, 2006.
------------------	---

EIM-14: Funkkommunikation

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Grundkenntnisse digitale Übertragungstechnik - Grundkenntnisse Funkübertragung - Grundkenntnisse Matrizenrechnung 	
Lehrform	Vorlesung/Seminar/Labor	
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden erhalten fundierte Kenntnisse über die systemtheoretische Vorgehensweise bei der Analyse und beim Design moderner drahtloser Kommunikationssysteme. - Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Wissen über die Anwendung moderner Verfahren zur Funkkommunikation - Die Studierenden erhalten praktische Erfahrung bei der messtechnischen Analyse von drahtlosen Kommunikationsverbindungen und -systemen. 	
Dauer	1 Semester	
SWS	5 SWS	
Aufwand	Lehrveranstaltung:	75,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit:	75,00 h
	Workload:	150,00 h
ECTS	5,00 ECTS	
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Wireless Communications: M; das Labor ist unbenotet, muss aber bestanden werden.	
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Felhauer	
Empfohlenes Semester	2. Semester	
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)	
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM	

LEHRVERANSTALTUNG: Wireless Communications	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2224
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	<ul style="list-style-type: none"> 1. Introduction overview and classification of wireless radio communication systems, special characteristics and challenges in wireless communications 2. Characterization of mobile wireless communication channels Properties and key parameters of wireless channels, radio propagation models, link budget, stochastic models, simulation and channel sounding

	3. Wireless transmission technologies Digital modulations (in particular OFDM) and diversity schemes, equalization, multiple access and duplex schemes, MIMO systems: capacity evaluation, spatial multiplexing, space-time coding (STC), spatial modulation, beamforming (massive MIMO)
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	- Molisch, A.: Wireless Communications. John Wiley & Sons Ltd., IEEE Press. 2011. - Rohling, H.: OFDM: Concepts for Future Communication Systems. Springer Verlag, Berlin. 2011. - Larsson, E.; Stoica, P.: Space-Time Block Coding for Wireless Communications. Cambridge University Press. 2008. - Paulraj A; Nabar R.; Gore, D.: Introduction to Space-Time Wireless Communications. Cambridge University Press. 2003. - Proakis, J.G.: Digital Communications. McGraw-Hill International. 2008.

LEHRVERANSTALTUNG: Labor Wireless Communications	
Art	Labor
Nr.	EMI2225
SWS	1,00 SWS
Lerninhalt	Laborübungen: Versuch 1: Messtechnische Analyse eines Systems zur Satellitennavigation Versuch 2: Versorgungs- und Protokollanalyse im fho-publicnet Campus-WLAN der Hochschule Offenburg Versuch 3: Messtechnische Analyse von digitalen Trägermodulationsverfahren
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Tse, D., Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge, Cambridge University Press, 2005 Bensky, A., Short-Range Wireless Communication: Fundamentals of RF System Design and Application, Heinemann Verlag, 2004 Rech, J., Wireless LANs, Heise-Verlag, München, 2004

EIM-17: Signalverarbeitung

Empfohlene Vorkenntnisse	- Kenntnisse von Lehrveranstaltungen aus dem Bereich "Signale und Systeme", insbesondere Beherrschung der Fourier- und der z-Transformation - Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung, wie z.B. aus der Vorlesung "Digitale Signalverarbeitung I" in Bachelor-Studiengängen der Fakultät EMI
--------------------------	--

	- Elementare Programmierkenntnisse
Lehrform	Vorlesung
Lernziele	Die Studierenden - beherrschen den Entwurf und die Implementierung von digitalen Filtern, - besitzen die Fähigkeit zur Anpassung des Entwurfs an die Struktur bzw. Architektur der einzusetzenden Hardware und/oder des dafür vorgesehenen integrierten DSPs, - erhalten ein Gespür für die Einsatzmöglichkeiten von Multiratenfiltern und der damit verbundenen Reduzierung von erforderlichen Ressourcen und deren Rechenlast. - verstehen das Konzept der Kanalkapazität und können Verfahren zur gleichzeitigen Kommunikation von mehreren Teilnehmer*innen über einen gemeinsamen Kanal beurteilen und entwerfen.
Dauer	1 Semester
SWS	6 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 90,00 h Selbststudium/Gruppenarbeit: 120,00 h Workload: 210,00 h
ECTS	7,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Mittel der Noten aus der Klausur Digitale Signalverarbeitung II (K90, Gewicht: 5/7) und der Klausur Statistical Signal Processing (K60, Gewicht: 2/7)
Modulverantwortung	Prof. Dr. Christian Reich
Empfohlenes Semester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Jahr (WS)
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM; Vertiefungsmodul

LEHRVERANSTALTUNG: Digitale Signalverarbeitung II	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2232
SWS	4,00 SWS
Lerninhalt	ENTWURF UND REALISIERUNG REKURSIVER (IIR-)FILTER Filterentwurf: - impulsinvariante, sprunginvariante, bilineare Transformation Filterstrukturen: - nichtkanonische, kanonische und transponierte Direktform - Kaskadenform, Parallelform DFT/FFT-ALGORITHMEN Definition, Anwendung auf einfache Folgen Interpretationsmöglichkeiten der Ergebnisse: - abgetastete Version der FT bei zeitbegrenzten Signalen - Fourier-Reihe bei periodischen Signalen - Komplexe Mischer- und Filterbank FFT-Algorithmen

	<p>- Zirkulare Faltung, Segmentierung, Overlap-Methoden MULTIRATENVERARBEITUNG Idealer zeitkontinuierlicher Abtastratenumsetzer Dezimation: - Beschreibung in Zeit- und Frequenzbereich - Aliasing, kontrolliertes Aliasing - mehrstufige Dezimation - Ökonomische Realisierung von Dezimationsfiltern - Kaskadierte MTAs. Interpolation: - Beschreibung in Zeit- und Frequenzbereich - Unterdrückung von Spiegelkomponenten - Ökonomische Realisierung von Interpolationsfiltern - Konstante und lineare Interpolation als Spezialfall ADAPTIVE FILTER - Vektorielle Beschreibung Einsatzfelder: - Prädiktor, Systemidentifikation - Entzerrung, Kompensation Optimallösung im Sinne der Minimierung des MQF LMS-Algorithmus: - Stochastische Approximation - Konvergenzbedingung WAVELETS UND FILTERBÄNKE - Haar Wavelets, Daubechies Wavelets - Perfekte Rekonstruktion - Polyphasenfilter - Anwendungen</p>
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<p>Kammeyer, K.D., Kroschel, K., Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB-Übungen, Vieweg+Teubner, 8. Auflage, 2012 Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., Discrete-Time Signal Processing, Pearson Prentice Hall, 3rd edition, 2009</p>

LEHRVERANSTALTUNG: Statistical Signal Processing	
Art	Vorlesung
Nr.	EMI2252
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Random Variables and Random Processes discrete and continuous random variables pdf, cdf, pmf, expectation, moments, variance transformations of random variables Parameter and Spectrum Estimation power spectral density and periodogram parameter estimation Decision Theory MAP, ML, hypothesis testing</p>

	<p>Applications Frame synchronization MIMO Analog-Digital-Conversion</p>
Lehrveranstaltungs- sprache	de
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Martin Bossert, Einführung in die Nachrichtentechnik, Oldenbourg Verlag, 2012. - T. Arens et al., Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag, 2008. - David MacKay: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003 - Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky: Signals & Systems. Pearson, 2013. - Alan V. Oppenheim, George V. Verghese: Signals, Systems and Inference. Pearson, 2017. - Steven Kay, Intuitive Probability and Random Processes using MATLAB. Springer, 2006

3. Semester

EIM-06: Masterarbeit

EIM-06: Masterarbeit

Empfohlene Vorkenntnisse	Die Ausgabe der Master-Thesis erfolgt frühestens, wenn 85% der erreichbaren Credits in diesem Studiengang (ohne Berücksichtigung der Master-Thesis) erworben wurden.
Lehrform	Wissenschaftl. Arbeit/Sem
Lernziele	Die Studierenden weisen die Fähigkeit nach, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Problemstellung aus dem Fachgebiet des Master-Studiengangs EIM selbständig nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten zu können. Dazu werden in Verbindung mit dem Seminar wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren folgende Kompetenzen erworben: - Formulierung einer wissenschaftlichen Vorgehensweise zur Bearbeitung der ausgewählten Aufgabenstellung - Erheben, Analysieren und Bewerten von Informationen aus einschlägigen Informationsquellen (Veröffentlichungen, Bücher etc.) und Darstellung des Stands der Technik im Kontext der Aufgabenstellung - Strukturierung des Themas - Klare Darstellung der Ergebnisse, Schlussfolgerungen und weiteren Empfehlungen. - Erstellen einer wissenschaftlichen Veröffentlichung gemäß IEEE-Richtlinien. - Erstellen einer abschließenden Präsentation der erzielten Ergebnisse
Dauer	1 Semester
SWS	0 SWS
Aufwand	Lehrveranstaltung: 30,00 h
	Selbststudium/Gruppenarbeit: 870,00 h
	Workload: 900,00 h
ECTS	30,00 ECTS
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	AA + KO Seminar wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren: KO
Modulverantwortung	Prof. Dr. Tobias Felhauer
Empfohlenes Semester	3. Semester
Häufigkeit	jedes Semester
Verwendbarkeit	Master-Studiengang EIM

LEHRVERANSTALTUNG: Master Thesis	
Art	Wissenschaftl. Arbeit/Seminar
Nr.	EMI2210
SWS	0,00 SWS
Lerninhalt	Individuelle Themenstellung wird in vorgegebener Zeit selbständig wissenschaftlich bearbeitet und dokumentiert
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Themenspezifisch

LEHRVERANSTALTUNG: Seminar wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren	
Art	Seminar
Nr.	EMI2211
SWS	2,00 SWS
Lerninhalt	<p>Einführung in wissenschaftliches Arbeiten zur Unterstützung der Abschlussarbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auseinandersetzung mit gängigen Theorien, Konzepten und Denkansätzen - Erkennen von wissenschaftlichem Forschungsbedarf und praktischer Relevanz - Strukturierung des Themas - Zielgerichtete Literaturrecherche und -verarbeitung
Lehrveranstaltungs-sprache	de
Literatur	Barley, Stephen R., When I write my Masterpiece: Thoughts on What Makes a Paper Interesting, Academy of Management Journal, Vol. 49, No. 1, 16-20, 2006