UNIVERSITÄT PADERBORN

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

MODULHANDBUCH FÜR DEN BACHELORSTUDIENGANG COMPUTER ENGINEERING V4 (CEBA V4)

STAND: 8. SEPTEMBER 2026

Inhaltsverzeichnis

1 1. Studienabschnitt **4**
1.1 Pflichtmodule 4

2 2. Studienabschnitt **78**
2.1 Pflichtmodule 78
2.2 Wahlpflichtbereich Elektrotechnik 96
2.3 Wahlpflichtbereich Informatik 170
2.3.1 Bereich Computersysteme 170
2.3.2 Andere Bereiche 194

3 Weiterer Studienabschnitt **253**
3.1 Pflichtmodule 253

4 Abschlussarbeit **262**

5 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester **266**

6 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester **267**

7 Übersicht der Modulangebote in englischer Sprache **268**

Inhaltsverzeichnis

Aus technischen Gründen wurde die Präambel des Modulhandbuches ausgelagert. Sie ist unter Prüfungsordnungen und Modulhandbücher unter dem Punkt “Modulhandbücher” auf den Seiten des Instituts EIM-E zu finden. Wir bitten um Beachtung dieser Präambel.

Bei Fragen zum vorliegenden Modulhandbuch oder zur Präambel wenden Sie sich bitte entweder

- an den Prüfungsausschuss Computer Engineering,
- an die Fachstudienberater Computer Engineering,
- an die Studienberatung Elektrotechnik oder
- an die PAUL-Studierendenbetreuung Elektrotechnik.

Bitte beachten Sie auch, dass

1. in diesem Modulhandbuch alle laut Prüfungsordnung vorgesehenen Module aufgelistet werden, auch wenn Sie in dem entsprechenden Semester nicht angeboten werden.
2. dieses Modulhandbuch den Datenbestand des Erzeugungsdatum beinhaltet. Alle Angaben sind ohne Gewähr.

1 1. Studienabschnitt

1.1 Pflichtmodule

Höhere Mathematik I (CE)			
Advanced Mathematics I (CE)			
Modulnummer / Module number: M.105.9502	**Workload (h):** 480	**Leistungspunkte / Credits:** 16	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 1. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 2	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.105.95100 Höhere Mathematik A für Elektrotechniker	4V 2Ü, WS	90	150	P	200/40
b)	L.105.95200 Höhere Mathematik B für Elektrotechniker	4V 2Ü, SS	90	150	P	170/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.105.95100 Advanced Mathematics A for Electrical Engineers	4L 2Ex, WS	90	150	C	200/40
b)	L.105.95200 Advanced Mathematics B for Electrical Engineers	4L 2Ex, SS	90	150	C	170/40

2	**Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:** Keine None
3	**Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:** Keine None
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik A für Elektrotechniker:* **Kurzbeschreibung:** Die Vorlesung bietet eine erste Einführung in die Grundlagen der Mathematik, die während des Studiums der Elektrotechnik benötigt werden, insbesondere werden Grundbegriffe und Grundtechniken der Analysis behandelt (Differential- und Integralrechnung in einer reellen Variablen). **Inhalt:** • Grundlagen: Mengen und Funktionen (insbesondere Polynomfunktionen, Exponentialfunktion und trigonometrische Funktionen), Vektorrechnung in zwei und drei Dimensionen, komplexe Zahlen, vollständige Induktion • Konvergenz und Stetigkeit: reelle und komplexe Zahlenfolgen, Grenzwerte, Stetigkeit reeller Funktionen, Zwischenwertsatz • Differentialrechnung in einer reellen Variablen: Differentialquotient, Differenzierbarkeit, Ableitungsregeln, Mittelwertsatz, Extremwertprobleme, Taylorpolynome • Integralrechnung in einer reellen Variablen: Riemann-Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationsmethoden • Gewöhnliche Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, lineare Differentialgleichungen erster Ordnung • Unendliche Reihen: Konvergenzkriterien, Potenzreihen, Taylorreihen *Inhalte der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik B für Elektrotechniker:* **Kurzbeschreibung:** Einführung in die Grundlagen der Mathematik, die während des Studiums der Elektrotechnik benötigt werden; insbesondere in die Grundbegriffe und Grundtechniken der Linearen Algebra und der Analysis in mehreren Variablen. **Inhalt:** • Lineare Algebra: Vektorräume, Basis und Dimension, Skalarprodukt, lineare Gleichungssysteme und Matrizen, Gauß-Algorithmus, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren • Differentialgleichungen: lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung, Systeme linearer Differentialgleichungen • Differentialrechnung in mehreren Variablen: Konvergenz, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, partielle Ableitungen, Kettenregel, Extremwerte mit und ohne Nebenbedingungen

Contents of the course Höhere Mathematik A für Elektrotechniker:
Contents:

- Basics: sets and functions (polynomial functions, exponential function, trigonometric functions), Euclidean vectors, complex numbers, mathematical induction
- Convergence and Continuity: real and complex sequences, limits, continuous functions, intermediate value theorem
- Differential Calculus in One Real Variable: differentiabiliy and derivative, rules for differentiation, mean value theorem, maxima and minima, Taylor polynomials
- Integration in One Real Variable: Riemann integral, fundamental theorem of calculus, rules for integration
- Ordinary Differential Equations: separation of variables, first order linear differential equations
- Series: convergence tests, power series, Taylor series

Contents of the course Höhere Mathematik B für Elektrotechniker:
Contents:

- Linear Algebra: vector spaces, bases and dimension, inner product, systems of linear equations and matrices, Gauss elimination, determinants, eigenvalues and eigenvectors
- Differential Equations: higher order linear differential equations, systems of linear differential equations
- Differential Calculus in Several Variables: convergence, continuity, differentiability, partial derivatives, chain rule, maxima and minima

5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** a) **Fachliche Kompetenzen:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die Grundbegriffe der Analysis zu verstehen und • die Grundtechniken der Analysis anzuwenden. **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills** Die Studierenden • haben die Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt, • haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt, • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden. b) **Fachliche Kompetenzen:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die Grundbegriffe der Linearen Algebra und der Analysis zu verstehen und • die Grundtechniken der Linearen Algebra und der Analysis anzuwenden. **Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills** Die Studierenden • haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt, • haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt, • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

a)

Fachliche Kompetenzen:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- die Grundbegriffe der Analysis zu verstehen und
- die Grundtechniken der Analysis anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills
Die Studierenden

- haben die Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,
- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

b)

Fachliche Kompetenzen:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- die Grundbegriffe der Linearen Algebra und der Analysis zu verstehen und
- die Grundtechniken der Linearen Algebra und der Analysis anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills
Die Studierenden

- haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,
- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur	120-180 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a) - b)	Written Examination	120-180 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben und Testate	45 - 60 min	QT
b)	Übungsaufgaben und Testate	45 - 60 min	QT

Qualifizierte Teilnahme zu den Lehrveranstaltungen des Moduls gemäß § 39 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Homework and tests	45 - 60 min	QP
b)	Homework and tests	45 - 60 min	QP

Qualified participation in the courses of the module according to § 39 Special Regulations. Details on the form and scope or duration will be announced by the instructor within the first three weeks of the lecture period at the latest.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Veranstaltungen „Höhere Mathematik A“ und „Höhere Mathematik B“.

Prerequisites for participation in examinations are the „qualifizierte Teilnahmen“ of the lectures “Advanced Mathematics A” and “Advanced “Mathematics B”

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Dr. Cornelia Kaiser

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Modulseite** `http://www2.math.uni-paderborn.de/` **Lernmaterialien, Literaturangaben** Hinweise auf Lehrbücher werden in der Vorlesung gegeben. *Hinweise der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik A für Elektrotechniker:* Methodische Umsetzung: • Vorlesungen mit Tafeleinsatz, teilweise Folien- bzw. Beamer-Präsentation • Präsenzübungen, in denen die theoretischen Konzepte in Kleingruppen vertieft werden • fakultative Zentralübung zur Unterstützung des Selbststudiums *Hinweise der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik B für Elektrotechniker:* Methodische Umsetzung: • Vorlesungen mit Tafeleinsatz, teilweise Folien- bzw. Beamer-Präsentation • Präsenzübungen, in denen die theoretischen Konzepte in Kleingruppen vertieft werden • fakultative Zentralübung zur Unterstützung des Selbststudiums **module page** `http://www2.math.uni-paderborn.de/` **Learning materials, references**. References to textbooks will be provided in lecture. *Remarks of course Höhere Mathematik A für Elektrotechniker:* Methodical implementation: • Lectures with use of blackboard, partly slide or beamer presentation. • Classroom exercises in which the theoretical concepts are deepened in small groups • optional central exercise to support self-study *Remarks of course Höhere Mathematik B für Elektrotechniker:* Methodical implementation: • Lectures with use of blackboard, partly slide or beamer presentation. • Classroom exercises in which the theoretical concepts are deepened in small groups • optional central exercise to support self-study

Stochastik für Ingenieure			
Probability for Engineers			
Modulnummer / Module number: M.048.10704	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10704 Stochastik für Ingenieure	2V 2Ü, SS	60	90	P	140/70

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10704 Probability for Engineers	2L 2Ex, SS	60	90	C	140/70

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Stochastik für Ingenieure:
Empfohlen: Modul Höhere Mathematik; Signaltheorie sollte zumindest gleichzeitig belegt werden

None

Prerequisites of course Stochastik für Ingenieure:
Recommended: Module „Höhere Mathematik“ (Advanced Math); “Signaltheorie” (signal theory) should be taken at least concurrently

4 **Inhalte / Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Stochastik für Ingenieure:
Kurzbeschreibung
Die Wahrscheinlichkeitstheorie ist ein leistungsfähiges Werkzeug, das Ingenieure zur Analyse und Modellierung von zufälligen Phänomenen verwenden. Diese Veranstaltung bietet eine Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie mit einigen ausgewählten Anwendungen in der Elektrotechnik.
Inhalt
Themen, die in dieser Veranstaltung behandelt werden, beinhalten: diskrete und kontinuierliche Zufallsvariablen; Markoff-Ketten; gebräuchliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Erwartungswert; Gesetz der großen Zahlen; Statistik; Zufallsvektoren; im weiteren Sinne stationäre Zufallsprozesse.

Contents of the course Stochastik für Ingenieure:
Short Description
Probability theory is a powerful tool that engineers use to analyze and model random phenomena. This course provides an introduction to probability with some selected applications in electrical engineering.
Contents
Topics in the course include: discrete and continuous random variables; common probability distributions; Markov chains; expectation; law of large numbers; statistics; random vectors; wide-sense stationary random processes.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachliche Kompetenzen
In dieser Lehrveranstaltung erwerben Studenten ein grundlegendes Verständnis der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie verstehen, wie man Wahrscheinlichkeitstheorie in der Elektrotechnik einsetzen kann und sie können diese auf relevante Gebiete (wie z.B. in der Nachrichtentechnik) anwenden.
Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills
Studenten werden das Vertrauen in ihre Fähigkeiten entwickeln, mathematisches Probleme in Analyse und Design zu lösen. Sie werden in der Lage sein, die in dieser Veranstaltung gelernten Prinzipien auf andere Bereiche zu übertragen.

Professional Competence
In this course, students will acquire a basic understanding of probability. They will understand how to apply probability theory to relevant fields in electrical engineering (such as communications).
(Soft) Skills
Students will develop confidence in their ability to solve mathematical problems of analysis and design. They will be able to apply the principles they have learnt in this course to other areas.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Tanuj Hasija, Prof. Dr. Peter Schreier
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Stochastik für Ingenieure:* **Lehrveranstaltungsseite** `http://sst.upb.de/teaching` **Methodische Umsetzung** • Vorlesung • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner **Lernmaterialien, Literaturangaben** Die Vorlesungsfolien stehen online zur Verfügung. Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.

	Remarks of course Stochastik für Ingenieure: **Course Homepage** `http://sst.upb.de/teaching` **Implementation** • Lecture • Tutorials and some computer exercises **Teaching Material, Literature** Lecture slides will be available online. References will be given during first lecture.

Grundlagen der Elektrotechnik A			
Fundamentals of Electrical Engineering A			
Modulnummer / Module number: M.048.10101	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 1. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.10101 Grundlagen der Elektrotechnik A	4V 2Ü, WS	90	150	P	175/45

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10101 Fundamentals of Electrical Engineering A	4L 2Ex, WS	90	150	C	175/45

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik A:
Empfohlen: *Keine Vorkenntnisse auf dem Gebiet Elektrotechnik notwendig* Beständiges Aufgreifen der in den parallel laufenden Veranstaltungen zur Physik und der Mathematik vermittelten Kenntnisse

None

Prerequisites of course Grundlagen der Elektrotechnik A:
Recommended: *No prior knowledge of electrical engineering required* Continuous picking up of the knowledge acquired in simultaneous physics and mathematics courses

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik A:* **Kurzbeschreibung** Einführung in die Grundlagen der Elektrotechnik als Basis für weiterführende Veranstaltungen **Inhalt** • Einleitung (Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik, Maß-System, Basis-Maßeinheiten, Größengleichungen) • Elektrische Ladungen und Felder (Einführung der physikalischen Größen (el. Ladung, el. Kraft, el. Feldstärke, el. Arbeit, el. Spannung, el. Potential), Feldbegriff) • Elektrostatik (einfache Felder, Linien-, Flächen- und Raumladungen, Influenz, Dipole, Materie im el. Feld, Kapazität/Kondensator) • Elektrischer Stromkreis (bewegte Ladungen, Kirchhoffsche Regeln, lineare & nichtlineare Zweipole, Quellen, Verbraucher, Widerstand, Grundschaltungen, Energie, Leistung) • Theorie der Gleichstromnetzwerke (Ersatzquellen, Überlagerungssatz, Knoten- und Maschenanalyse) • Magnetostatik (magn. Wirkung des el. Stroms, magn. Feldstärke, magn. Flussdichte, Durchflutungsgesetz, Lorentzkraft, Materie im magn. Feld, Induktivität/Spule) • Elektrodynamik (Selbstinduktion, Induktionsgesetz, Lenzsche Regel, magn. Kopplung von Stromkreisen, Gegeninduktion, Induktivitäten im Eisenkreis, magn. Energie) *Contents of the course Grundlagen der Elektrotechnik A:* **Short Description** Introduction to the fundamentals of electrical engineering to provide a basis for advanced courses **Contents** • Introduction (engineering science electrical engineering, system of units, base units, equation between quantities) • Electric charges and fields (introduction of physical quantities (electr. charge, electr. force, electr. field strength, electr. work, electr. voltage, electr. potential), concept of field) • Electrostatics (basic fields, line/surface/spatial charges, electrostatic induction, dipoles, matter in the electr. field, capacity/capacitor) • Electric circuit (moving electric charges, Kirchhoff's Laws, linear & nonlinear two terminal networks, sources, consumer load, resistance/resistor, basic circuits, energy, power) • Theory of DC-networks (equivalent sources, principle of superposition, node and mesh analysis) • Magnetostatics (magn. effect of electr. current, magn. field strength, magn. flux density, magnetic flux law, Lorentz force, matter in the magn. field, inductivity/inductor) • Electrodynamics (self-induction, law of induction, Lenz's Rule, magn. coupling of electric circuits, mutual induction, inductance in the iron circle, magn. energy)

5

Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:

Fachkompetenz:

- Verständnis der Begriffswelt der Elektrotechnik, der grundlegenden elektrotechnischen Phänomene und Zusammenhänge (Begriffe, Größen, Methoden, Materialien, Bauelemente, Komponenten, Systeme, Normen)
- Kenntnisse der Eigenschaften der wichtigsten elektrotechnischen Bauelemente, Komponenten und Systeme
- Sicherer Umgang mit den elektrotechnischen Grundgesetzen
- Anwendung mathematischer Methoden auf Fragestellungen der Elektrotechnik: Matrizenrechnung, Differential-, Integralrechnung, Differentialgleichungen
- Strukturierung und Bemessung einfacher elektrotechnischer Komponenten und Systeme nach gegebenen Anforderungen
- Methoden zur systematischen Analyse von elektrischen Netzwerken
- Methoden zur Modellierung technischer Systeme

Fachübergreifende Kompetenzen:
Übertragung der vermittelten Methoden zur Analyse und Synthese auf verwandte Problemstellungen

Domain competence:

- Understanding the concepts of electrical engineering, the basic phenomena and interrelationships of electrical engineering (terms, quantities, methods, materials, devices, components, systems, standards)
- Knowledge of the properties of the most important electrical elements, components, and system
- Confident application of the basic laws of electrical engineering
- Application of mathematical methods to electrical problems: matrices, calculus, differential equations
- Structuring and dimensioning simple electrical components and systems according to given specifications
- Methods for systematically analyzing electctrical networks
- Methods for modelling technical systems

Key qualifications:
Transferring the acquired analysis and synthesis methods to related problems

6

Prüfungsleistung / Assessments:

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	120-180 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Elektrotechnik Lehramt BK Bachelor v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Bachelor v5b, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Markus Hennig

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik A:* **Lehrveranstaltungsseite** `https://go.upb.de/get-a` **Methodische Umsetzung** • Inhalte werden im Rahmen einer Vorlesung eingeführt • Konkretisierung von theoretischen & methodischen Konzepten an praktischen Beispielen (wenn möglich aus der Erfahrungswelt der Studierenden) und durch Analogien zu anderen technischen Disziplinen • Vertiefung der Inhalte in Präsenzübungen **Lernmaterialien, Literaturangaben** Bereitstellung eines Skripts, Hinweise auf Lehrbücher aus der Lehrbuchsammlung (Auszug) • Materialien zur Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik A (Skript) • Albach, Manfred: Grundlagen der Elektrotechnik 1. Pearson Studium, 4., aktualisierte Auflage, 2020 • Paul, Steffen; Paul, Reinhold: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1 und 2. Springer, 2022 bzw. 2019 • Pregla, Reinhold: Grundlagen der Elektrotechnik. VDE Verlag GmbH, 9. Edition, 2016 *Remarks of course Grundlagen der Elektrotechnik A:* **Course Homepage** `https://go.upb.de/get-a` **Implementation** • Introduction of contents as part of the lecture • Confirmation of theoretical & methodic concepts by using practical examples (if possible from the students' realm of experiences) as well as through analogies involving other technical disciplines • Reinforcement of contents through labs **Teaching Material, Literature** Allocation of a script, information on textbooks stocked in the textbook collection (excerpt) • Materialien zur Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik A (Skript) • Albach, Manfred: Grundlagen der Elektrotechnik 1. Pearson Studium, 4., aktualisierte Auflage, 2020 • Paul, Steffen; Paul, Reinhold: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1 und 2. Springer, 2022 bzw. 2019 • Pregla, Reinhold: Grundlagen der Elektrotechnik. VDE Verlag GmbH, 9. Edition, 2016

Grundlagen der Elektrotechnik B			
Fundamentals of Electrical Engineering B			
Modulnummer / Module number: M.048.10102	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 2. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.10102 Grundlagen der Elektrotechnik B	4V 2Ü, SS	90	150	P	150/50

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10102 Fundamentals of Electrical Engineering B	4L 2Ex, SS	90	150	C	150/50

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik B:
Empfohlen: GET-A HM-A Physik und Mathematik auf Oberstufenniveau

None

Prerequisites of course Grundlagen der Elektrotechnik B:
Recommended: GET-A HM-A Physik und Mathematik auf Oberstufenniveau

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik B:* **Kurzbeschreibung** Die Veranstaltung vermittelt den Umgang mit den elektrotechnischen Grundgrößen. Im Mittelpunkt stehen elektrische Netzwerke und ihre Grundkomponenten Widerstand, Kondensator, Spule und Transformator. Neben dem Gleichstrom-Gleichspannung-Verhalten werden elementare dynamische Ausgleichsvorgänge betrachtet. Einen weiteren wichtigen Schwerpunkt bildet die komplexe Wechselstromrechnung zur Untersuchung sinusförmiger Vorgänge. **Inhalt** • Netzwerke mit instationären Vorgängen: Beschreibung durch Differenzialgleichungen • Begriffe: elektrische Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad • lineare Netzwerke mit periodischen Vorgängen: komplexe Rechnung, Frequenzverhalten, Frequenzkennlinien, Ortskurven, Schwingkreise, Resonanz • Wirk-, Blind-, Scheinleistung, Effektivwert • Magnetische Felder, Materialien und Komponenten • Transformatoren und Übertrager: Funktionsprinzip, Eigenschaften, Ersatzschaltbild, Bemessung, Einsatzgebiete. • Prinzipien elektromechanischer Energiewandlung und deren Anwendungen: Elektrostatische Kraft, Lorentzkraft, magnetische Kräfte *Contents of the course Grundlagen der Elektrotechnik B:* **Brief description:** The course teaches how to deal with the electrical basic quantities. The focus is on electrical networks and their basic components such as resistors, capacitors, inductors, and transformers. In addition to the static direct current behavior (DC-analysis), elementary transient processes are also considered. Another important focus is the complex alternating current calculation for the analysis of sinusoidal processes (AC-analysis). **Content:** • Networks with non-stationary processes: description using differential equations • Terms: electrical work, energy, power, efficiency • Linear networks with periodic processes: complex calculation, frequency response, frequency characteristics, locus diagrams, oscillating circuits, resonance • Active, reactive, apparent power, effective value • Magnetic fields, materials and components • Transformers (for power and signals): functional principles, properties, equivalent circuit diagram, dimensioning, areas of application. • Principles of electromechanical energy conversion and their applications: electrostatic force, Lorentz force, magnetic forces.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachliche Kompetenzen** Die Studierenden erlernen den sicheren Umgang mit den elektrotechnischen Grundgrößen. Sie lernen verschiedene Modellbeschreibungen elektrischer Komponenten und Netzwerke kennen und sind in der Lage, diese problemangepasst anzuwenden und damit einfache Berechnungen selbstständig durchzuführen. **Fachübergreifende Kompetenzen** Die Studierenden können Sachverhalte zunehmend abstrahieren und größere Zusammenhänge erkennen.

Technical competences / skills
The students learn how to handle the electrical basic quantities safely. They learn about various model descriptions of electrical components and networks and are able to apply them appropriately in order to solve problems and to perform simple calculations autonomously.
Interdisciplinary competences
The students improve their abilities to abstract factual situations and to recognize larger contexts.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	120-180 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben oder Kurzklausuren (Tests)		SL

Studienleistung zu den Lehrveranstaltungen des Moduls gemäß § 39 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Exercise assignments or short tests		AA

Academic achievement in the courses of the module according to § 39 Special Regulations. Details on the form and scope or duration will be announced by the instructor within the first three weeks of the lecture period at the latest.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Grundlagen der Elektrotechnik B”.

Prerequisite for the participation in the module final examination is the passing of the academic achievement on the course “Fundamentals of Electrical Engineering B”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Elektrotechnik Lehramt BK Bachelor v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Bachelor v5b, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Jakub Kucka
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik B:* • Die Vorlesung ist über **PANDA** organisiert. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • J. Kucka: GET B Folien • J. Böcker: Vorlesungsskript: Grundlagen der Elektrotechnik Teil B • M. Albach: Grundlagen der Elektrotechnik, Band 2. Periodische und nicht periodische Signalformen, Pearson Studium, 2005 • R. Kories, H. Schmidt-Walter: Taschenbuch der Elektrotechnik, Verlag Harri Deutsch *Remarks of course Grundlagen der Elektrotechnik B:* • The course organization takes place in **PANDA**. **Teaching Material, Literature** • J. Kucka: GET B Slides • J. Böcker: Vorlesungsskript: Grundlagen der Elektrotechnik Teil B • M. Albach: Grundlagen der Elektrotechnik, Band 2. Periodische und nicht periodische Signalformen, Pearson Studium, 2005 • R. Kories, H. Schmidt-Walter: Taschenbuch der Elektrotechnik, Verlag Harri Deutsch

Systemtheorie			
System Theory			
Modulnummer / Module number: M.048.10702	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10702 Systemtheorie	2V 2Ü, SS	60	90	P	145/70

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10702 System Theory	2L 2Ex, SS	60	90	C	145/70

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Systemtheorie:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik.

None

Prerequisites of course Systemtheorie:
Recommended: Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electronics.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Systemtheorie:* **Kurzbeschreibung** Die Systemtheorie stellt universelle Werkzeuge für die domänenübergreifende Analyse von dynamischen Systemen bereit. Dies ermöglicht die systematische Untersuchung von Systemen aus sehr unterschiedlichen Anwendungsbereichen, wie etwa der Energieversorgung, der Mobilität oder der Verfahrenstechnik. Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die Systemtheorie. Es werden grundlegende Konzepte und Methoden vorgestellt, mathematisch formalisiert und angewendet. Weiterführende Anwendungen in der Signaltheorie, der Automation und der Regelungstechnik werden vorbereitet. **Inhalt** Die Veranstaltung beginnt mit der systematischen Modellierung von dynamischen Systemen. Dabei wird illustriert, dass Bilanzgleichungen der Schlüssel zur Beschreibung vieler Prozesse sind. Die resultierenden mathematischen Modelle führen häufig auf Differentialgleichungssysteme. Es wird gezeigt, dass Zustandsraummodelle und Übertragungsfunktionen eine kompakte und universelle Darstellung derartiger Systeme erlauben. Anschließend wird erläutert, wie die mathematischen Modelle zur Vorhersage des Systemverhaltens und der Berechnung von Systemreaktionen genutzt werden können. Im zweiten Teil der Veranstaltung geht es um die Untersuchung wesentlicher Eigenschaften dynamischer Systeme. Zunächst werden Anforderungen an lineare, zeitinvariante und kausale Systeme definiert. Anschließend wird die Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit derartiger Systeme untersucht. Im weiteren Verlauf wird der Frequenzgang und die Stabilität (von Ruhelagen) linearer Systeme diskutiert. Da der Großteil realer Prozesse zeitkontinuierlich abläuft, liegt der Fokus der Veranstaltung auf zeitkontinuierlichen Systemen. Die Überwachung und Regelung derartiger Prozesse basiert jedoch häufig auf zeitdiskreten Signalen. Im letzten Teil der Veranstaltung wird daher die Diskretisierung zeitkontinuierlicher Systeme behandelt. Für die resultierenden zeitdiskreten Systeme werden wiederum Konzepte wie Steuerbarkeit, Frequenzgang und Stabilität untersucht. Abschließend wird die systematische Identifikation zeitdiskreter Systeme anhand von gemessenen Ein- und Ausgangssignalen kurz angesprochen. *Contents of the course Systemtheorie:* **Short Description** Systems theory provides universal tools for cross-domain analysis of dynamical systems. It allows to systematically investigate systems from very different fields of application such as power supply, mobility, or process engineering. The course offers an introduction to systems theory. Fundamental concepts and methods are presented, mathematically formalized, and applied. We further prepare advanced applications in signals theory, automation, and control engineering. **Contents** The course starts with the systematic modelling of dynamical systems. We illustrate that balance equations are essential for the description of many processes. The resulting mathematical models usually are systems of differential equations. We show that state space models and transfer functions offer a compact and universal way of describing those systems. Next, we address the prediction of the systems' behavior based on the derived mathematical model. The second part of the course deals with the analysis of central characteristics of dynamical systems. We initially define our understanding of linear, time-invariant and causal systems. Afterwards, we analyze controllability and observability of those systems. Furthermore, frequency responses and stability (of equilibria) of linear systems are discussed. Since most real processes operate in continuous-time, the focus of the course is on continuous-time systems. However, monitoring and control often builds on discrete-time signals. The last part of the course thus addresses the discretization of continuous-time systems. For the resulting discrete-time systems, we reconsider concepts like controllability, frequency response, and stability. Finally, the systematic identification of discrete-time systems based on measured input and output signals is briefly discussed.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren,
- lineare zeitinvariante Systeme im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben,
- das Abtasttheorem zu verwenden, um zeitkontinuierliche Signale mit zeitdiskreten Systemen zu verarbeiten.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Domain competence:
After attending this course, students will be able to:

- analyze continuous-time and discrete-time signals in the time and frequency domains
- describe linear time-invariant systems in the time and frequency domains
- use the sampling theorem to process continuous-time signals with discrete-time systems.

Key qualifications:
Students are able to:

- apply their knowledge to other subject areas
- apply a structured approach to systematic analysis
- further educate themselves because of the abstract and precise treatment of topics in this course

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Erdal Kayacan
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Systemtheorie:* **Methodische Umsetzung** Die Vorlesung baut auf Folien in Kombination mit Tafelanschrieben auf. Es finden Präsenzübungen mit Übungsaufgaben und gelegentliche Demonstrationen am Rechner statt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Lernmaterialien, ein Skript und Verweise auf weiterführende Literatur werden während der Veranstaltung bereitgestellt. *Remarks of course Systemtheorie:* **Implementation** The course is taught based on slides in combination with writing on the board. There will be exercises and occasional demonstrations with computers. **Teaching Material, Literature** Course material, lecture notes, and additional literature will be provided during the lecture.

Signaltheorie			
Signal Theory			
Modulnummer / Module number: M.048.10701	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10701 Signaltheorie	2V 2Ü, SS	60	90	P	170/85

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10701 Signal Theory	2L 2Ex, SS	60	90	C	170/85

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Signaltheorie:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik.

None

Prerequisites of course Signaltheorie:
Recommended: Background in Advanced Mathematics, Physics, and Fundamentals of Electrical Engineering.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Signaltheorie:* **Kurzbeschreibung** In dieser Veranstaltung werden zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich behandelt. Dabei werden Fourier-Reihen, die Fourier-Transformation, die zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) und die diskrete Fourier Transformation (DFT) eingeführt. Der durch das Abtasttheorem gegebene Zusammenhang zwischen zeitdiskreten und zeitkontinuierlichen Signalen wird ausführlich besprochen. **Inhalt** • Einführung • Signale: Klassifizierung und einfache Operationen • Systeme: Klassifizierung und einfache Eigenschaften von LTI Systemen • Fourier-Reihen von periodischen zeitkontinuierlichen Signalen • Fourier-Transformation von zeitkontinuierlichen Signalen • Zeitdiskrete Fourier-Transformation • Sampling • Diskrete Fourier-Transformation • Spektralanalyse *Contents of the course Signaltheorie:* **Short Description** This course covers continuous- and discrete-time signals in the time and frequency domains. This includes Fourier series, the Fourier transform, the discrete-time Fourier transform (DTFT), and the discrete Fourier transform (DFT). The connection between discrete-time and continuous-time signals given by the sampling theorem is discussed in detail. **Contents** • Introduction • Signals: Classification and simple operations • Systems: Classification and simple properties of LTI systems • Fourier series of continuous-time signals • Discrete-time Fourier transform • Sampling • Discrete Fourier transform • Spectral analysis

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren,
- lineare zeitinvariante Systeme im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben,
- das Abtasttheorem zu verwenden, um zeitkontinuierliche Signale mit zeitdiskreten Systemen zu verarbeiten.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Domain competence:
After attending this course, students will be able to:

- analyze continuous-time and discrete-time signals in the time and frequency domains
- describe linear time-invariant systems in the time and frequency domains
- use the sampling theorem to process continuous-time signals with discrete-time systems.

Key qualifications:
Students are able to:

- apply their knowledge to other subject areas
- apply a structured approach to systematic analysis
- further educate themselves because of the abstract and precise treatment of topics in this course.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Tanuj Hasija, Prof. Dr. Peter Schreier
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Signaltheorie:* **Lehrveranstaltungsseite** `sst.upb.de/teaching` **Methodische Umsetzung** • Vorlesung • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner **Lernmaterialien, Literaturangaben** Die Vorlesungsfolien stehen online zur Verfügung. Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben. *Remarks of course Signaltheorie:* **Course Homepage** `sst.upb.de/teaching` **Implementation** • Lecture • Tutorials with problems, some also involving programming demonstrations **Teaching Material, Literature** Lecture slides are available online. Literature references are given in the first lecture.

Praktikum Mikrocontroller-Elektronik			
Laboratory Course Microcontroller Electronics			
Modulnummer / Module number: M.048.40814	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 3. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.40814 Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik	1V P5, WS	90	90	P	5

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.40814 Laboratory Course Microcontroller and Interface Electronics	1L P5, WS	90	90	C	5

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik:
Empfohlen: Grundlagen der Elektrotechnik, Digitaltechnik, Programmierung

None

Prerequisites of course Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik:
Recommended: Fundamentals of Electrical Engineering, Digital Design, Programming

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik:* Anhand konkreter Aufgabenstellungen soll die Einbindung von Mikrocontrollern beim Systementwurf geübt werden. Der Schwerpunkt liegt auf den Schnittstellen zwischen den digitalen Controllern und der analogen Außenwelt. Zur Vorbereitung werden messtechnische Grundlagen vermittelt und praktisch angewendet. Beispiele für Aufgabenbereiche sind: • Aufnahme, Speicherung und Weiterverarbeitung von Daten • Ansteuerung von Sensoren über verschiedene Bussysteme • Visualisierung von Ergebnissen und Grafiken auf Displays • Entwurf und Implementierung von endlichen Automaten *Contents of the course Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik:* The integration of microcontrollers in system design is to be practiced based on concrete tasks. Emphasis is on the interfaces between the digital controllers and the external analog world. In preparation, the fundamentals of measurement engineering are taught and practically applied. Examples of task areas include: • Acquisition, storage and processing of data • Control of sensors via various bus systems • Visualization of data on displays • Design and implementation of finite automata
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studenten in der Lage, • den internen Aufbau und Funktionsweise eines Mikrocontrollers zu erklären. • die Vor- und Nachteile verschiedener Mikrocontroller-Schnittstellen gegenüberzustellen und im jeweiligen Anwendungskontext korrekt zu benutzen. • mit technischer Dokumentation umzugehen. • Quelltext sinnhaft zu strukturieren und wartbaren Quelltext zu schreiben. Upon completion of the course, students will be able to • explain the internal structure and operation of a microcontroller. • compare the advantages and disadvantages of different microcontroller interfaces and use them correctly in the respective application context. • make use of technical documentation. • structure source code in a meaningful way and write maintainable source code.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Kolloquium und schriftliche Hausarbeit	20-30min und ca. 10 Seiten	100%

Wichtiger Hinweis zur Prüfungsleistung “Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik” Eine * Teilnahme an dem Praktikum ist nur mit einer gültigen Prüfungsanmeldung möglich! * Abmeldung von der Prüfung ist nur mit Genehmigung des Dozenten Prof. Bernd Henning möglich.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Colloquium and written homework	20-30min and ca. 10 Pages	100%

**Important note for the examination “Practical Microcontroller and Interface Electronics
A * Participation in the practical course is only possible with a valid exam registration! * Deregistration from the exam is only possible with the permission of the lecturer Prof. Bernd Henning.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Bernd Henning
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Wichtiger Hinweis zum "Praktikum Mikrocontroller und Interface-Elektronik"** Eine • Anmeldung nach der ANmeldephase bzw. eine • Abmeldung nach der ABmeldephase ist nur mit Genehmigung durch den Dozenten Prof. Bernd Henning mit dem entsprechenden Formular möglich. **Important Remark concerning "Laboratory Course Microcontroller Electronics"** • registration after the end of the course registration period and • deregistration after the end of the course deregistration period is only allowed with permission of professor Bernd Henning using the corresponding form.

Grundlagen des VLSI-Entwurfs			
Foundations of VLSI-Design			
Modulnummer / Module number: M.048.40001	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 3. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11007 Grundlagen des VLSI-Entwurfs	2V 2Ü, WS	60	120	WP	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11007 Fundamentals of VLSI Design	2L 2Ex, WS	60	120	CE	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen des VLSI-Entwurfs:
Keine

None

Prerequisites of course Grundlagen des VLSI-Entwurfs:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen des VLSI-Entwurfs:* **Kurzbeschreibung** Die Veranstaltung Grundlagen des VLSI-Entwurfs behandelt den Entwurf hochintegrierter Schaltungen (engl. “Very Large Scale Integrated Circuits” = VLSI) auf der Basis von Hardware-Beschreibungssprachen (engl. Hardware Description Languages) und digitalen CMOS-Bauelementen basierend auf Transistoren. Es werden die technologischen und schaltungstechnischen Grundlagen behandelt, sowie die grundlegenden Entwurfsmethoden vermittelt, die aktuell auch industriell eingesetzt werden, um mikroelektronische digitale Bausteine mit mehreren Millionen Transistoren zu realisieren. **Inhalt** Aufbauend auf einer Einführung in die unterschiedlichen Abstraktionsebenen des Systementwurfs erfolgt eine Einführung in den Entwurfsablauf von hochintegrierten digitalen Schaltungen. Darauf aufbauend werden die verschiedenen Entwurfsstile von VLSI-Schaltungen und ihre Anwendungsgebiete behandelt. Im Hauptteil der Vorlesung werden CMOS-Halbleitertechnologien, die CMOS-Schaltungstechnik und der optimale Entwurf von digitalen CMOS-Schaltungen unter den Gesichtspunkten Verlustleistung, Verzögerungszeiten, Taktgeschwindigkeit, Robustheit und Kosten behandelt. Schließlich werden ausgesuchte wichtige Teilkomponenten und Konzepte von komplexen digitalen Schaltungen behandelt, wie z.B. die grundlegenden CMOS-Schaltungen digitaler Bauelemente, Takterzeugung und -verteilung, Speicherbausteine, I/O-Schaltungen und grundlegende Testkonzepte und -Schaltungen. **Praxisbezug** In den Übungen werden die in der Vorlesung vermittelten Methoden praktisch angewandt. Auf Basis der Hardwarebeschreibungssprache VHDL bzw. Verilog werden im Rahmen von konkreten Beispielen digitale Schaltungen analysiert, synthetisiert und im Standardzellen-Entwurf implementiert. Als Entwurfsumgebung stehen Software-Werkzeuge der Firmen Cadence, Synopsys und Siemens EDA zur Verfügung, die auch in der Industrie fuör den Chipentwurf verwendet werden. *Contents of the course Grundlagen des VLSI-Entwurfs:* **Contents of the course Fundamentals of VLSI Design:** Summary The course Fundamentals of VLSI Design deals with the design of very large-scale integrated circuits (VLSI) based on hardware description languages and digital CMOS devices based on transistors. The technological and circuit fundamentals are covered, as well as the basic design methods that are currently also used industrially to realize microelectronic digital devices with several million transistors. **Contents** Based on an introduction to the different abstraction levels of system design, an introduction to the design flow of highly integrated digital circuits is given, where different design styles of VLSI circuits and their application areas are covered. In the main part of the lecture, CMOS semiconductor technologies, CMOS circuit technology and the optimal design of digital CMOS circuits are presented from the viewpoints of power dissipation, delay times, clock speed, robustness, and cost. Finally, selected important subcomponents and concepts of complex digital circuits will be covered, such as basic CMOS circuitry of digital devices, clock generation and distribution, memory devices, I/O circuits, and basic test concepts and circuits. Practical relevance In the exercises the presented methods are applied practically. Based on the hardware description language VHDL or Verilog, digital circuits are analyzed, synthesized, and implemented in standard cell design by concrete examples. Software tools from the companies Cadence, Synopsys, and Siemens EDA, which are also used in industry for chip design, are available as a design environment.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Lernergebnisse
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- grundlegende Fachliteratur zum Entwurf und zur Analyse von CMOS-Schaltungen nachzuvollziehen und anzuwenden,
- das Grundprinzip digitaler CMOS-Schaltungen und deren statisches und dynamisches Verhalten zu verstehen,
- den Aufbau komplexerer Schaltungen aus grundlegenden CMOS-Schaltungen zu verstehen und zu analysieren,
- komplexere digitale Schaltungen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen nachzuvollziehen und
- Werkzeuge zur Simulation und Synthese digitaler Schaltungen sowie zum Layoutentwurf anzuwenden

Fachübergreifende Kompetenzen
Die Studierenden können

- ihre gewonnenen Erkenntnisse und Arbeitsergebnisse einem Fachpublikum präsentieren,
- eigenständig sich Wissen aus Literatur erarbeiten und anwenden und
- methodenorientiert komplexere technische Zusammenhänge erfassen und systematisch analysieren.

Learning outcomes
After attending this course, students will be able to

- understand and apply basic literature about CMOS design and analysis,
- understand the basic principle of digital CMOS circuits and their static and dynamic behavior,
- understand and analyze the construction of more complex circuits from basic CMOS circuits,
- understand more complex digital circuits at different levels of abstraction, and
- apply tools for simulation and synthesis of digital circuits as well as for layout design.

Interdisciplinary competencies
Students will be able to

- present their findings and work results to an expert audience,
- independently acquire and apply knowledge from literature, and
- comprehend and systematically analyze complex technical contexts in a method-oriented manner.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Lennart Bamberg, apl. Prof. Dr. Wolfgang Mueller
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlagen des VLSI-Entwurfs:* **Lehrveranstaltungsseite** `http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/entwurf-mikroelektronischer-systeme/` **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen, überwiegend mit Powerpoint-Präsentationen und Beamer • Handschriftliche Herleitungen auf Tablet und Beamer • Praxisübung in Form eines konkreten Projektes **Lernmaterialien, Literaturangaben** Bereitstellung der Folien zur Vorlesung; Hinweise auf Lehrbücher werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

	Remarks of course Grundlagen des VLSI-Entwurfs: **Course Homepage** `http://www.hni.uni-paderborn.de/sct/lehre/entwurf-mikroelektronischer-systeme/` **Implementation** • Lectures, mainly with PowerPoint presentations and beamer. • Handwritten derivations on tablet and beamer • Practical exercise in the form of a concrete project **Teaching Material, Literature** Provide slides for lecture; references to textbooks will be provided in lecture.

Halbleiterbauelemente für Computer Engineering			
Semiconductor Devices for Computer Engineers			
Modulnummer / Module number: M.048.40002	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 3. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.40002 Halbleiterbauelemente für Computer Engineering	2V 2Ü, WS	60	90	P	115/55

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.40002 Semiconductor Devices Computer Engineers	2L 2Ex, WS	60	90	C	115/55

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:
Keine

None

Prerequisites of course Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:* **Kurzbeschreibung** Die Lehrveranstaltung „Halbleiterbauelemente für Computer Engineering“ behandelt die Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente. Ausgehend vom Leitungsmechanismus in Halbleitern werden auf der Basis von Ladungsträgerdichten die Funktionen von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren erläutert. Darauf aufbauend folgen die Beschreibungen von Grundschaltungen wie z.B. logischen Gatterfunktionen. **Inhalt** Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: • Grundlagen der Festkörperphysik • Einführung in die Halbleiterphysik • Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente • pn-Übergange und Halbleiterdioden • Bipolartransistoren • Feldeffekttransistoren • Grundschaltungen und Logikgatter *Contents of the course Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:* **Short Description** The course “Semiconductor Devices for Computer Engineering” focuses on the electronic characteristics of semiconductor devices. Starting from the charge carrier densities the principles of diodes, bipolar and field effect transistors will be explained. Additionally, basic circuits such as logic gates are explained. **Contents** In detail the following topics are covered: • Fundamentals of solid state physics • Introduction to semiconductor physics • Fundamentals of electronic semiconductor devices • pn junctions and semiconductor diodes • Bipolar transistors • Field effect transistors • Basic circuits and logic gates

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachliche Kompetenzen:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- die elektrische Leitfähigkeit undotierter und dotierter Halbleiter zu berechnen und das Verhalten eines pn-Überganges zu beschreiben
- die grundlegende Funktion eines Bipolartransistors zu beschreiben und die Stromdichten im Transistor zu berechnen
- die Funktion eines Feldeffekttransistors zu beschreiben und die Stromdichte im Transistor zu berechnen
- Grundschaltungen mit einem Operationsverstärker zu berechnen
- digitale Grundschaltungen zu erstellen

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden können

- die trainierten Problemlösungsstrategien disziplinübergreifend einsetzen,
- ihre Lösungen den anderen Teilnehmern präsentieren und
- die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen.

Domain competence:
After attending the course, the students will be able

- to describe the electrical conductivity of undoped and doped semiconductors and the principle of a pn junction,
- to explain the operational principle of a bipolar transistor and to calculate the current densities in the device
- to explain the operational principle of a field effect transistor and to calculate the current densities in the device
- to calculate the currents and voltages in operational amplifier circutries
- to explain digital logic circuits.

Key qualifications:
The students

- are able to apply the practiced strategies for problem solving across varying disciplines,
- have experience in presenting their solutions to their fellow students, and
- know how to improve their competences by private study.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben oder Kurzklausuren (Tests)		SL

Studienleistung zu den Lehrveranstaltungen des Moduls gemäß § 39 Besondere Bestimmungen. Näheres zu Form und Umfang bzw. Dauer gibt die Lehrkraft spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Exercise assignments or short tests		AA

Study Achievement in the courses of the module according to § 39 Special Regulations. Details on the form and scope or duration will be announced by the instructor within the first three weeks of the lecture period at the latest.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Halbleiterbauelemente für CE”.

Prerequisite for the participation in the module final examination is the passing of the academic achievement on the course “Semiconductor Devices for CE”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Prof. Dr.-Ing. Nils Christopher Gerhardt

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:
Lehrveranstaltungsseite [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre]
Methodische Umsetzung

- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer

Lernmaterialien, Literaturangaben

- Volesungsfolien
- Skript
- Übungszettel Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im dazugehörigen Pandakurs
- Reisch: Halbleiterbauelemente
- Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente
- Singh: Semiconductor Devices
- S.M.Sze: Physics of Semiconductor Devices
- E. Ivers-Tiffee, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik

Remarks of course Halbleiterbauelemente für Computer Engineering:
Course Homepage [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre]
Implementation

- Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard
- Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions

Teaching Material, Literature

- Handouts of lecture slides
- Scriptum
- Exercise sheets Additional links to books and other materials are available on the corresponding Panda course
- Reisch: Halbleiterbauelemente
- Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente
- Singh: Semiconductor Devices
- S.M.Sze: Physics of Semiconductor Devices
- E. Ivers-Tiffee, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik

Datenstrukturen und Algorithmen			
Data Structures and Algorithms			
Modulnummer / Module number: M.079.01507	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 3	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05302 Datenstrukturen und Algorithmen	V4 Ü2 Z1	105	135	P	300/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05302 Data Structures and Algorithms	L2 Ex2 CEx1	105	135	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse u. a. mit mathematischen Methoden zu erlernen

none

Prerequisites of course Datenstrukturen und Algorithmen:
Recommended Proficiencies:
Willingness and ability to learn the creative process of algorithm design and efficiency analysis using mathematical methods

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:* Algorithmen bilden die Grundlage jeder Hardware und Software: Ein Schaltkreis setzt einen Algorithmus in Hardware um, ein Programm macht einen Algorithmus "für den Rechner verstehbar". Algorithmen spielen daher eine zentrale Rolle in der Informatik. Wesentliches Ziel des Algorithmenentwurfs ist die (Ressourcen-) Effizienz, d.h. die Entwicklung von Algorithmen, die ein gegebenes Problem möglichst schnell oder mit möglichst geringem Speicherbedarf lösen. Untrennbar verbunden mit effizienten Algorithmen sind effiziente Datenstrukturen, also Methoden, große Datenmengen im Rechner so zu organisieren, dass Anfragen wie Suchen, Einfügen, Löschen aber auch komplexere Anfragen effizient beantwortet werden können. Die in dieser Veranstaltung vorgestellten Entwurfs- und Analysemethoden für effiziente Algorithmen und Datenstrukturen sowie die grundlegenden Beispiele wie Sortierverfahren, dynamische Suchstrukturen und Graphenalgorithmen gehören zu den wissenschaftlichen Grundlagen für Algorithmenentwicklung und Programmierung in weiten Bereichen der Informatik. • Einführung: Rechenmodelle, Effizienzmaße, Beispiele • Sortierverfahren: Quicksort, Heapsort, Mergesort • Datenstrukturen: Verkette Listen, Bäume, Graphen, Dynamische Suchbäumen, Hashing, Prioritätswarteschlangen • Entwurfs- und Analyseverfahren: Rekursion und das Mastertheorem, Teile-und-Herrsche, Dynamische Programmierung, Backtracking, Branch & Bound, Greedy Algorithmen • Graphenalgorithmen: Kürzeste Wege, Minimale Spannbäume *Contents of the course Datenstrukturen und Algorithmen:* Algorithms form the basis of all hardware and software: A circuit converts an algorithm into hardware, a program makes an algorithm "understandable for the computer". Algorithms therefore play a central role in computer science. The main goal of algorithm design is (resource-) efficiency, i.e. the development of algorithms that solve a given problem as quickly as possible or with the least possible memory requirement. In addition to efficient algorithms, efficient data structures are required. These are methods to organize large amounts of data in the computer in such a way that requests like search, insertion and deletion of data items is supported, but also more complex queries can be answered efficiently. Design and analysis methods for efficient algorithms and data structures as well as basic examples such as sorting methods, dynamic search structures and graph algorithms are among the scientific foundations for algorithm development and programming in computer science. • Introduction: calculation models, efficiency measures, examples • Sorting method: Quicksort, Heapsort, Mergesort • Data structures: linked lists, trees, graphs, dynamic search trees, hashing, priority queues • Design and analysis methods: recursion and the master theorem, divide and conquer, dynamic programming, backtracking, branch & bound, greedy algorithms • Graph algorithms: Shortest paths, minimum spanning trees

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden

- effiziente Datenstrukturen und Algorithmen für ausgewählte grundlegende Probleme erklären und anwenden,
- Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse von Algorithmen und Datenstrukturen einsetzen,
- selbstständig und kreativ Algorithmen und Datenstrukturen entwickeln,
- mathematische Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse einsetzen,
- die Wechselwirkung zwischen Algorithmus und Datenstruktur an wesentlichen Beispielen erläutern,
- die Qualität von Algorithmen und algorithmischen Ansätzen unter Effizienzaspekten einschätzen,
- sich neue Algorithmen, Datenstrukturen und algorithmische Ideen und Analysen aneignen.

Upon completion of the module, students will be able to

- explain and apply efficient data structures and algorithms to selected fundamental problems.
- use methods for correctness proof and efficiency analysis of algorithms and data structures.
- independently and creatively develop algorithms and data structures.
- apply mathematical methods for correctness proof and efficiency analysis.
- explain the interaction between algorithm and data structure using essential examples.
- assess the quality of algorithms and algorithmic approaches from an efficiency point of view.
- acquire new algorithms, data structures and algorithmic ideas and analyses.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	120-180 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Übungsaufgaben</td><td></td><td>SL</td></tr>
</table>
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of achievement</th><th>Duration or Scope</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Assignments</td><td></td><td>CA</td></tr>
</table>
Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Datenstrukturen und Algorithmen“.
Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Data Structures and Algorithms”.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Sevag Gharibian</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Übungen in Kleingruppen • erwartete Aktivitäten der Studierenden: aktive Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben • Übungsblätter, Musterlösungen werden in Zentralübungen vorgestellt • In Übungen und Hausaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt. **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Standardlehrbücher, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter *Remarks of course Datenstrukturen und Algorithmen:* **Implementation method:** • Lecture with projector and blackboard • Exercises in small groups • Expected activities of the students: active participation in exercises, homework • Exercise sheets, sample solutions are presented in the additional central tutorial • In exercises and homework, design and analyze algorithms on selected examples is practiced **Learning Material, Literature:** • Standard textbooks, slides of the lecture, exercise sheets

Modellierung			
Modelling			
Modulnummer / Module number: M.079.01506	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 1	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	2024.CE.1003 Modellierung	V4 Ü2	90	90	P	450/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	2024.CE.1003 Modelling	L4 Ex2	90	90	C	450/40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Modellierung:* Das Modellieren ist eine für das Fach Informatik typische Arbeitsmethode, die in allen Gebieten des Faches angewandt wird. Aufgaben, Probleme oder Strukturen werden untersucht und als Ganzes oder in Teilaspekten beschrieben, bevor sie durch den Entwurf von Software, Algorithmen, Daten und/oder Hardware gelöst bzw. implementiert werden. Mit der Modellierung eines Problems zeigt man, ob und wie es verstanden wurde. Damit ist sie Voraussetzung und Maßstab für die Lösung und sie liefert meist auch den Schlüssel für einen systematischen Entwurf. Als Ausdrucksmittel für die Modellierung steht ein breites Spektrum von Kalkülen und Notationen zur Verfügung. Sie sind spezifisch für unterschiedliche Arten von Problemen und Aufgaben. Deshalb werden in den verschiedenen Gebieten der Informatik unterschiedliche Modellierungsmethoden eingesetzt. In den entwurfsorientierten Gebieten (Softwaretechnik, Hardware-Entwurf) ist die Bedeutung der Modellierung und die Vielfalt der Methoden natürlich besonders stark ausgeprägt. • Grundlagen für Kalküle: Mengen, Terme, Relationen, Beweismethoden • Modellierung mit Graphen: Wegprobleme, Erreichbarkeit, Bäume, Färbbarkeit • Logik: Aussagenlogik, Folgerung, Resolution, Prädikatenlogik • Modellierung von Abläufen: reguläre Ausdrücke, endliche Automaten *Contents of the course Modellierung:* Modelling is a typical method in computer science that is used on all areas of that subject. Requirements, problems, and structures need to be studied and described in a holistic or partial way before solutions can be developed and implemented by the design of appropriate software, algorithms, data, and/or hardware. By coming up with a model for a problem, one demonstrates that it has been rigorously understood. In this way, it is a prerequisite and key aspect for a solution and provides the base for a systematic design. Models can be expressed by a wide spectrum of calculi and notation. Specific approaches are available for different kinds of problems and requirements. For that reason, different modelling methods have been designed in different areas of computer science. In design-oriented areas (software engineering, hardware development) the importance of modelling, and therefore the variety of methods, is particularly high. • Fundamentals of calculi: sets, terms, relations, proof methods • Modelling with graphs: path problems, reachability, trees, colourability • Logic: propositional logic, inference, resolution, predicate logic • Modelling of processes: regular expressions, finite automata
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • grundlegende Literatur im Bereich der Modellierung verstehen, • für ein gegebenes Problem eine geeignete Modellierungstechnik auswählen und das Problem mit dieser Technik beschreiben Der erfolgreiche Abschluss dieses Moduls ermächtigt Studierende, erlernte Modellierungstechniken anzuwenden, grundsätzliche Techniken zu erweitern und verfeinern, um somit neuartige Probleme zu modellieren. Sie werden darüber hinaus ermächtigt, diese im Techniken im Rahmen verschiedener Anwendungen zu implementieren, analysieren und bewerten. -

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	120-180 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Modellierung“.

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Modelling”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Scheideler, Prof. Dr.-Ing. Anni-Yasmin Turhan
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Modellierung:* **Methodische Umsetzung** In der Vorlesung werden • die grundlegenden Begriffe eingeführt, • mathematische Konzepte formuliert, analysiert und in Teilen bewiesen • die theoretischen Inhalte anhand einfacher Beispiele veranschaulicht In den Übungen werden • die erlernten Konzepte umfassend auf Fragestellungen verschiedener Komplexität angewendet • weiter führende Beispiele betrachtet, um das Erlernte zu erweitern bzw. um weitere Perspektiven zu ergänzen Die Studienleistung • dient der besseren Vorbereitung auf die Abschlussprüfung • motiviert Studierende, kontinuierlich mitzuarbeiten • ermöglicht regelmäßige Rückmeldungen über den eigenen Lernfortschritt **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Uwe Kastens, Hans Kleine Büning: Modellierung • Angelika Steger: Diskrete Strukturen • Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter

Remarks of course Modellierung:
Implementation Method
In the lecture

- the basic concepts are introduced
- mathematical concepts are formulated, analyzed and proved in parts
- the theoretical contents are illustrated by means of simple examples

In the tutorials

- the learned concepts are applied comprehensively to problems of different complexity
- further leading examples are considered in order to extend what has been learned or to add further perspectives.

The coursework

- serves to better prepare students for the final exam
- motivates students to work on an ongoing basis
- enables regular feedback on one's own learning progress

Learning Material, Literature

- Uwe Kastens, Hans Kleine Büning: Modellierung
- Angelika Steger: Diskrete Strukturen
- Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter

Programmierung 2			
Programming 2			
Modulnummer / Module number: M.079.01502	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 2	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05201 Programmierung 2	V3 Ü4	105	135	P	400/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05201 Programming 2	L3 Ex4	105	135	C	400/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Programmierung 2:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Programmierung 1*.

none

Prerequisites of course Programmierung 2:
Recommended prior knowledge
Knowledge from the module *Programming 1*.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Programmierung 2:* Die Veranstaltung setzt auf den Kenntnissen der Lehrveranstaltung *Programmierung I* auf und erweitert und vertieft diese. Dabei liegt der Schwerpunkt auf objektorientierter Programmierung sowie der Konzeption und Implementierung von grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen wie Such- und Sortierverfahren, Bäumen und Graphen und ihrer Traversierung sowie auf der korrekten Implementierung nebenläufiger Programme. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Vererbung (Ober- und Unterklassen, Überschreiben und Überdecken, abstrakte Methoden und Klassen, multiple Vererbung) • Bibliotheken (Einbindung, Anwendung) • Array-basierte Such- und Sortieralgorithmen (binäre Suche, Rank, Bubble-, Index- und Radix-Sort) • Dynamische Datenstrukturen (lineare Liste, Ringliste, Binär- und allgemeine Bäume, Tiefensuche, Ausdrucksbäume und ihre Auswertung) • Elementare Algorithmen auf Graphen (Implementierung von Graphen durch Arrays, Tiefen- und Breitensuche, Zyklensuche) • Backtracking-Algorithmen (z.B. 8-Damen-Problem) • Nebenläufige Programmierung (Threads, Generatoren, Stoppen und Aufwecken von Prozessen, kritische Abschnitte, Lese-/Schreibsperren, Warteschlangen und beschränkte Puffer, 5-Philosophen-Problem) *Contents of the course Programmierung 2:* The course builds on the knowledge of the lecture *Programming I* and extends and deepens it. The focus is on object-oriented programming as well as the conception and implementation of basic algorithms and data structures, such as search and sorting methods, trees and graphs and their traversal as well as the correct implementation of concurrent programs. The course includes the following contents: • Inheritance (superclasses and subclasses, method overriding/hiding, abstract methods and classes, multiple inheritance) • Libraries (integration, usage) • Array-based search and sort algorithms (binary search, rank search, bubble search, index sort, radix sort) • Dynamic data structures (linear lists, circular lists, binary and general trees, depth-first search, expression trees and their evaluation) • Elementary algorithms on graphs (implementation of graphs by arrays, depth-first search and breadth-first search, cycle detection) • Backtracking algorithms (e.g. 8-queens problem) • Concurrent programming (threads, generators, stopping and waking-up processes, critical sections, read/write locks, queues and bounded buffers, 5 philosophers' problem)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Nach Abschluss dieses Moduls können Studierende

- fortgeschrittene Konzepte objektorientierter Programmiersprachen erklären und anwenden
- die grundlegenden Such- und Sortieralgorithmen erklären, implementieren und anwenden
- dynamische Datenstrukturen verstehen, sinnvoll einsetzen und implementieren
- Datenstrukturen und Algorithmen aus Softwarebibliotheken finden und nutzen
- selbständig dynamische Datenstrukturen entwerfen und implementieren
- selbständig vollständige Programme kleinen und mittleren Umfangs erstellen
- einfache nebenläufige Programme erstellen
- typische Probleme bei der nebenläufigen Programmierung identifizieren und lösen
- Lösungsansätze für Programmierprobleme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln
- Lösungsansätze für Programmierprobleme und deren Aufwand bewerten
- eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen

Upon completion of this module, students will be able to

- explain and apply advanced concepts of object-oriented programming languages
- explain, implement, and apply basic search and sorting algorithms
- understand, use, and implement dynamic data structures
- find and use data structures and algorithms from software libraries
- design and implement dynamic data structures
- create complete programs of small and medium size
- create simple concurrent programs
- identify and solve typical concurrent programming problems
- develop solutions for programming problems in small groups
- evaluate approaches to solving programming problems and their effort
- assess own analytical and conceptual skills

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	120-180 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Übungsaufgaben oder Kurzklausur</td><td></td><td>SL</td></tr>
</table>
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of achievement</th><th>Duration or Scope</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Assignments or short written exam</td><td></td><td>AA</td></tr>
</table>
Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Programmierung II“.
Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Programming II”.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Stefan Böttcher</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Programmierung 2:* **Methodische Umsetzung** Die Inhalte werden im Vorlesungsteil an typischen Beispielen eingeführt, in den praktischen Übungen unter Anleitung erprobt und in Übungsaufgaben in eigenständiger Bearbeitung der Studierenden vertieft. Dabei wird die Anwendung der wichtigsten Softwareentwicklungswerkzeuge wie Editor, Interpreter und Debugger eingeübt. **Literaturangaben** • Python-Tutorials von `https://www.pdfdrive.com/python-tutorial-books.html` • Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3 - Das umfassende Handbuch, Rheinwerk Computing • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben *Remarks of course Programmierung 2:* **Implementation Method** The contents are introduced in the lecture part with typical examples, tested in the practical exercises under guidance, and deepened in assignments in independent work of the students. The use of the most important software development tools such as editor, interpreter and debugger is practiced. **Learning Material, Literature** • Python tutorials from `https://www.pdfdrive.com/python-tutorial-books.html` • Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3 - Das umfassende Handbuch, Rheinwerk Computing • Additional literature will be announced in the course

Programmierung 1			
Programming 1			
Modulnummer / Module number: M.079.01501	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 1	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05100 Programmierung 1	V3 Ü4	105	135	P	450/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05100 Programming 1	L3 Ex4	105	135	C	450/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Programmierung 1:* Die Veranstaltung richtet sich an Studierende mit wenigen oder keinen Vorkenntnissen in der Softwareentwicklung. Sie führt die Studierenden an diese Tätigkeit heran, indem sie auf systematische und wissenschaftlich fundierte Art und Weise die grundlegenden Bausteine der imperativen und objektorientierten Programmierung in Python vermittelt und deren Anwendung praktisch einübt. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Grundlegende Programmierbausteine (Variablen, Operatoren und Ausdrücke, Zuweisungen, Verzweigungen, Schleifen, Ein- und Ausgabe) • Elementare Datentypen und Typverträglichkeit (Integer, String, Float, Boolean) • Funktionen (Definition, Aufruf, Parameter, Rückgabewerte) • Automatische Tests (Entwurf, Implementierung, Ausführung) • Datentypen (Arrays, Dictionaries) • Rekursion (rekursive Problemreduktion, Abbruchbedingung, Zusammenhang zur Iteration) • Klassen (Klassen und Objekte, Attribute und Methoden, Überladung, Sichtbarkeit, Delegation, Gleichheit und Identität, statische und nicht-statische Attribute) • Ausnahmen (Definition, Behandlung) • Dateizugriff und Betriebssystemaufrufe (Lesen und Schreiben, sequentiell und Direktzugriff) *Contents of the course Programmierung 1:* The course is intended for students with little or no prior knowledge of software development. It introduces students to this activity by teaching the basic building blocks of imperative and object-oriented programming in Python in a systematic and scientifically sound manner and by practicing their application. The course includes the following contents: • Basic building blocks of programming (variables, operators and expressions, assignments, branching, loops, input and output). • Elementary data types and type compatibility (integer, string, float, boolean) • Functions (definition, call, parameters, return values) • Automated tests (design, implementation, execution) • Data types (arrays, dictionaries) • Recursion (recursive problem reduction, termination condition, relation to iteration) • Classes (classes and objects, attributes and methods, overloading, visibility, delegation, equality and identity, static and non-static attributes) • Exceptions (definition, handling) • File access and operating system calls (read and write, sequential and direct access)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Nach Abschluss dieses Moduls können Studierende

- Syntax und Semantik der wesentlichen Sprachkonstrukte einer objektorientierten Sprache erläutern
- Grundkonzepte der imperativen und objektorientierten Programmierung erläutern, einfache algorithmische Lösungsmuster nachvollziehen und diese passend für gegebene Problemstellungen auswählen
- einfache Algorithmen und Objektstrukturen zur Problemlösung entwerfen, implementieren und testen
- für einfache Anwendungsprobleme eine geeignete programmtechnische Lösung auswählen
- grundlegende Programmentwurfsprinzipien und -methoden anwenden
- der Anwendungsdomäne entsprechende einfache Objektstrukturen entwerfen
- die grundlegenden Werkzeuge der Softwareentwicklung effektiv einsetzen
- Lösungsansätze für Programmierprobleme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln
- Lösungsansätze für Programmierprobleme bewerten
- eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen

Upon completion of this module, students will be able to

- explain the syntax and semantics of the main language constructs of an object-oriented language
- explain basic concepts of imperative and object-oriented programming, understand simple algorithmic solution patterns and select them appropriately for given problems
- design, implement and test simple algorithms and object structures to solve problems
- select a suitable programming solution for simple application problems
- apply basic program design principles and methods
- design simple object structures appropriate to the application domain
- effectively use the basic tools of software development
- develop solutions for programming problems in small groups
- evaluate approaches to solving programming problems
- assess their own analytical and conceptual skills

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	120-180min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben oder Kurzklausur		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments or short written exam		AA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Programmierung I“.

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Programming I”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Prof. Dr. Stefan Böttcher

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Programmierung 1:* **Methodische Umsetzung** Die Inhalte werden im Vorlesungsteil an typischen Beispielen eingeführt, in den praktischen Übungen unter Anleitung erprobt und in Übungsaufgaben in eigenständiger Bearbeitung der Studierenden vertieft. Dabei wird die Anwendung der wichtigsten Softwareentwicklungswerkzeuge wie Editor, Interpreter und Debugger eingeübt. **Literaturangaben** • Mark Lutz: Learning Python, 5th ed., O'Reilly • Thomas Theis: Einstieg in Python, Rheinwerk Computing • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben *Remarks of course Programmierung 1:* **Implementation Method** The contents are introduced in the lecture part with typical examples, tested in the practical exercises under guidance, and deepened in assignments in independent work of the students. The use of the most important software development tools such as editor, interpreter and debugger is practiced. **Literature** • Mark Lutz: Learning Python, 5th ed., O'Reilly • Thomas Theis: Einstieg in Python, Rheinwerk Computing • Additional literature will be announced in the course

Digitaltechnik			
Digital Design			
Modulnummer / Module number: M.079.01511	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 2	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05200 Digitaltechnik	V2 Ü2	60	120	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05200 Digital Design	L2 Ex2	60	120	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitaltechnik:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Modellierung* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Digitaltechnik:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the module *Modelling* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Digitaltechnik:* Die Veranstaltung gibt eine Einführung in den Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme. Dabei wird der Bogen vom Logikentwurf auf Gatterebene bis hin zu komplexeren Systemen auf Register-Transfer-Ebene gespannt. Die vermittelten Techniken und Methoden werden in den Übungen an Beispielen vertieft und mit modernen Entwurfswerkzeugen umgesetzt. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Boolesche Algebra • Gatter und Schaltnetze • Logikoptimierung (Optimierung zweistufiger Logik nach Quine/McCluskey) • Automaten und Schaltwerke (festverdrahtet, mikroprogrammierbar) • Darstellung von Information und fehlerkorrigierende Codes • Arithmetische Einheiten als Entwurfsbeispiele • Entwurf auf Register-Transfer-Ebene • Hardware-Beschreibungssprachen und Entwurf mit VHDL *Contents of the course Digitaltechnik:* This course provides an introduction to the design of digital circuits and systems. Topics range from logic design at the gate level to the design of more complex systems on the register-transfer level. The imparted techniques and methods are reinforced through theoretical examples in the exercises and through working with modern design tools in tutorial sessions. The course includes the following contents: • Boolean Algebra • Gates and combinational logic • Logic optimization (Optimization of two-level logic using the Quine/McCluskey algorithm) • Finite state machines and sequential circuits • Representation of information and error correcting codes • Arithmetic units as design examples • Design at Register-Transfer-Level • Hardware-Description Languages and VHDL design
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • den Entwurfsablauf in der Digitaltechnik von der Spezifikation bis zur technischen Realisierung beschreiben, • die zugrunde liegenden mathematischen Modelle aus der Booleschen Algebra und der Automatentheorie anwenden, • digitale Schaltungsentwürfe im Hinblick auf vorgegebene Entwurfsziele analysieren, • einfache digitale Systeme selbständig konzipieren, sowie • einfache digitale Systeme mit den entsprechenden Entwurfswerkzeugen technisch realisieren.

Students will be able to

- describe the design flow for digital systems from specification to technological realisation,
- apply the underlying mathematical models from Boolean algebra and automata theory,
- analyse digital designs with respect to given design goals,
- conceptualise small digital designs on their own, as well as
- realise small digital designs with corresponding design tools own their own.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Prof. Dr. Marco Platzner

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Digitaltechnik:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und Rechen- sowie praktischen Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Rechenübungen werden Aufgaben ausgegeben und danach werden im Rahmen von Präsenzübungen in Kleingruppen die Lösungen durch die Übungsteilnehmer vorgestellt und diskutiert. In den praktischen Übungen wird ein Tutorial zum Schaltungsentwurf mit der Hardwarebeschreibungssprache VHDL durchgeführt und dann Aufgaben ausgegeben, die von den Übungsteilnehmern in Kleingruppen als Entwurfsbeispiele mit FPGA-Technologie umgesetzt werden. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Aufgabenblätter für Rechenübungen • Tutorial, Aufgabenblätter für Entwurfsbeispiele und technische Dokumentationen für die praktischen Übungen • J. F. Wakerly, „Digital Design,“ 4th Edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson / Prentice Hall, 2007 • Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien werden in der Veranstaltung bekannt gegeben. *Remarks of course Digitaltechnik:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and pencil&paper as well as practical exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the pencil&paper exercises, problems are handed out and then the solutions are presented and discussed in small groups. In the practical exercises, a tutorial on circuit design with the hardware description language VHDL is carried out and then assignments are given out, which are implemented by the exercise participants in small groups as design examples with FPGA technology. **Learning Material, Literature** • Lecture slides, assignment sheets for pencil&paper exercises. • Tutorial, assignment sheets for design examples and technical documentation for the practical exercises. • J. F. Wakerly, “Digital Design,” 4th Edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson / Prentice Hall, 2007. • Current references to supplementary literature and teaching materials will be announced in the course.

Rechnerarchitektur			
Computer Architecture			
Modulnummer / Module number: M.079.01512	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 3	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05303 Rechnerarchitektur	V2 Ü2	60	120	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05303 Computer Architecture	L2 Ex2	60	120	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Digitaltechnik* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Rechnerarchitektur:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the module *Digital Design* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:* Die Vorlesung gibt eine Einführung in den Aufbau und Entwurf moderner Rechensysteme. Insbesondere wird vermittelt, wie durch ein effizientes Zusammenspiel von Hardware und Software kostengünstige und leistungsstarke Rechner entwickelt werden können. Die vorgestellten Techniken und Methoden werden in den Übungen an Beispielen vertieft. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Grundstrukturen, von Neumann Rechner • Befehlssätze und Assemblerprogrammierung • Leistungsbewertung • Datenpfad und Steuerung • Pipelining • Speicherhierarchie, insbesondere Cache-Management und virtueller Speicher • Ein-/Ausgabe *Contents of the course Rechnerarchitektur:* This course provides an introduction to the organisation and design of modern computing systems. A focus is set on the efficient interplay between hardware and software that is required for designing cost-effective and high performance computers. During exercise session, the presented techniques and methods are reinforced. The course includes the following contents: • Basic organisation, von Neumann computer • Instruction sets and assembly language programming • Performance evaluation • Data path and control • Pipelining • Memory hierarchy, in particular cache management and virtual memory • Input/Output
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • den Aufbau eines modernen Rechners sowie das Zusammenspiel von Hardware und Software beschreiben, • die zugrunde liegenden allgemeinen Entwurfsprinzipien und -strategien erklären und anwenden, • Rechnersysteme im Hinblick auf Leistung und Kosten analysieren und bewerten, sowie • selbständig einfache Assemblerprogramme schreiben. Students will be able to • describe the organisation of a modern computer and the interplay between hardware and software, • apply the underlying design principles and strategies, • analyse computer systems with respect to performance and cost, as well as • create small assembly language programs on their own.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written examination</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Christian Plessl, Prof. Dr. Marco Platzner</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und Rechen- sowie praktischen Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Rechenübungen werden Aufgaben ausgegeben und danach werden im Rahmen von Präsenzübungen in Kleingruppen die Lösungen durch die Übungsteilnehmer vorgestellt und diskutiert. In den praktischen Übungen werden Aufgaben ausgegeben und von den Übungsteilnehmern in Kleingruppen als Assemblerprogramme umgesetzt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien und Aufgabenblätter für Rechenübungen • Aufgabenblätter für praktische Übungen und technische Dokumentation zur Assemblerprogrammierung • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (RISC-V Edition); Morgan Kaufmann, 2018 • Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien werden in der Vorlesung bekannt gegeben. *Remarks of course Rechnerarchitektur:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and pencil&paper as well as practical exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the pencil&paper exercises, assignments are handed out and then the solutions are presented and discussed by the exercise participants in small groups within the framework of presence exercises. In the practical exercises, assignments are handed out and implemented by the exercise participants in small groups as assembly programs. **Learning Material, Literature** • Lecture slides and exercise sheets for pencil&paper exercises • Assignment sheets for practical exercises and technical documentation for assembly language programming. • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design - The Hardware / Software Interface (RISC-V Edition); Morgan Kaufmann, 2018. • Current references to supplementary literature and teaching materials will be announced in the lecture.

Rechnernetze			
Computer Networks			
Modulnummer / Module number: M.079.01513	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05506 Rechnernetze	V2 Ü2	60	90	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05506 Computer Networks	L2 Ex2	60	90	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2*, *Modellierung*, *Digitaltechnik* und *Datenstrukturen und Algorithmen* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Rechnernetze:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2*, *Modelling*, *Digital Design* and *Data Structures and Algorithms* are useful.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnernetze:* Das Internet ist schon seit Jahrzehnten der Motor unserer digitalen Welt. Es ist auch eine der wichtigsten Erfindungen in der Geschichte der Menschheit. Während jeder das Internet für verschiedene Sachen wie Nachrichten, soziale Netzwerke und Videokonferenzen nutzt, verstehen nur wenige, wie es wirklich funktioniert. In diesem Kurs geht es um die Details des Internets und die wichtigen Schichten in seiner Architektur. Wir schauen uns vor allem diese Konzepte an: • Physikalische Schicht: Übertragungsmedium, Signal, Codierung und Modulation, grundlegende Grenzen • Datenverbindungsschicht: Framing, Fehlererkennung und -korrektur, drahtlose Netzwerke, Ethernet • Netzwerkschicht: Adressierung, IP-Weiterleitung, Routing-Algorithmen, OSPF, BGP • Transportschicht: Zuverlässigkeit, UDP, TCP, Überlastungskontrolle • Anwendungsschicht: DNS, Web, Video-Streaming, Linux-Netzwerkstack *Contents of the course Rechnernetze:* The Internet has been powering our digital society for decades. The Internet is also one of the most important inventions in human history. While everyone uses the Internet for different activities, including messaging, social networking, and video conferencing, the main principles behind the construction of the Internet are only accessible to a few. This course will dive into the low-level details of the Internet, covering the important layers in the layered architecture of the Internet design. Specifically, we will cover the following concepts: • Physical layer: transmission medium, signal, encoding and modulation, fundamental limits • Data link layer: framing, error detection and correction, wireless networks, Ethernet • Network layer: addressing, IP forwarding, routing algorithms, OSPF, BGP • Transport layer: reliability, UDP, TCP, congestion control • Application layer: DNS, Web, video streaming, Linux network stack
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • die wesentlichen Aufgaben bei Konstruktion und Bau eines Rechnernetzes benennen und wesentliche Architekturansätze beschreiben, • unterschiedliche Lösungen für ein Problem aufzählen, deren Vor- und Nachteile herausfinden und sich, gemäß der Anforderungen, für eine Lösung entscheiden und • Schwachstellen existierender Lösungen identifizieren und neue Kommunikationsprotokolle entwickeln und deren Leistungsfähigkeit bewerten. Students will be able to • Identify the main tasks involved in designing and building a computer network and describe the main architectural approaches, • List different solutions to a problem, identify their advantages and disadvantages and decide on a solution according to the requirements, and • Identify weaknesses of existing solutions and develop new communication protocols and evaluate their performance.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written examination</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Lin Wang</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Rechnernetze:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und begleitenden Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Übungen werden sowohl konzeptionelle/analytische als auch praktische Aufgaben ausgegeben und von den Teilnehmern in Kleingruppen gelöst und anschließend diskutiert. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Übungsblätter • Standardlehrbücher: Computer Networks (Tanenbaum, Wetherall, Feamster), Computer Networking: A Top-Down Approach (Kurose, Ross) • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Rechnernetze:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and accompanying exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the exercises, both conceptual/analytical and practical tasks are given out and solved by the participants in small groups and then discussed. **Learning Material, Literature** • Lecture slides, exercise sheets • Standard textbooks: Computer Networks (Tanenbaum, Wetherall, Feamster), Computer Networking: A Top-Down Approach (Kurose, Ross) • Additional literature will be announced in the course.

2 2. Studienabschnitt

2.1 Pflichtmodule

Signal- und Informationsübertragung			
Signal and Information Transmission			
Modulnummer / Module number: M.048.10951	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.10951 Signal- und Informationsübertragung	2V 2Ü, WS	60	90	P	65/65

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10951 Signal and Information Transmission	2L 2Ex, WS	60	90	C	65/65

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3	**Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:** Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module. **Andere Studiengänge:** Keine *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Signal- und Informationsübertragung:* **Empfohlen:** Vorkenntnisse aus den Modulen Signal- und Systemtheorie (LTI-Systeme, Fouriertransformation), Vorkenntnisse aus Stochastik für Ingenieure (Zufallsvariablen, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Zufallsprozesse). Programmierkenntnisse sind wünschenswert. **Mandatory for WGBAET:** Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Signal- und Informationsübertragung:* **Recommended:** Prior knowledge from the modules Signal Theory and System Theory (LTI systems, Fourier transform), prior knowledge from Stochastics for Engineers (random variables, conditional probabilities, random processes). Programming knowledge is desirable.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Signal- und Informationsübertragung:* **Kurzbeschreibung** Die Veranstaltung Signal- und Informationsübertragung gibt einen Einblick in das weite Feld der Informationstechnik. Sie beschäftigt sich mit der Codierung und dem Senden, Übertragen und Empfangen von Information. Übertragungssysteme werden mit den Techniken der Signal- und Systemtheorie, der Signalraumdarstellung und der statistischen Signalbeschreibung behandelt. Während analoge Übertragungsverfahren nur kurz diskutiert werden, liegt der Schwerpunkt bei der Behandlung digitaler Übertragungsverfahren, deren Elemente am Beispiel linearer Modulationsverfahren diskutiert werden. Die Vorlesung schließt mit einer kurzen Einführung in die Informationstheorie, welche die Grundlage der modernen Nachrichtentechnik bildet. Die Lehrveranstaltung ist die Basis für weitergehende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Informationstechnik. **Inhalt** • Signale und Systeme der Nachrichtentechnik: Begriff des LTI-Systems, Fouriertransformation, zeitdiskrete Signalverarbeitung (DFT), Signalraum und orthonormale Basen, Abtasttheorem, Amplitudenquantisierung, Pulscodemodulation, idealer Tiefpass, idealer Bandpass, äquivalente Basisbanddarstellung reeller Bandpasssysteme, Mischerstrukturen • Analoge Modulationsverfahren: Zweiseitenband-Amplitudenmodulation, Einseitenband-AM, Frequenzumsetzung und Empfängerarchitekturen, Frequenzmodulation • Digitale Übertragungsverfahren am Beispiel linearer Modulationsverfahren: Signalraumkonstellationen (ASK/PAM, PSK, QAM), Pulsformung, Nyquistkriterium, AWGN-Kanalmodell, Matched Filter, ML-Entscheidungsregel, Fehlerratenberechnung • Einführung in die Informationstheorie: Entropie, Quellencodierungstheorem, Huffman-Codierung, Transinformation, Kanalkapazität, Kanalcodierungstheorem

Contents of the course Signal- und Informationsübertragung:
Short Description
The course Signal and Information Transmission provides an insight into the broad field of information technology. It deals with coding, transmitting and receiving of information. Transmission systems are treated with the techniques of signal and system theory, signal space representation, and statistical signal description. While analog transmission techniques are discussed only briefly, the emphasis is on the treatment of digital transmission techniques, the elements of which are discussed using linear modulation as an example. The lecture concludes with a short introduction to information theory, which is the foundation of modern communications engineering. This course is the basis for more advanced courses in the field of information technology.
Contents

- Signals and systems in communications engineering: concept of LTI system, Fourier transform, discrete-time signal processing (DFT), signal space and orthonormal bases, sampling theorem, amplitude quantization, pulse code modulation, ideal lowpass filter, ideal bandpass filter, equivalent baseband representation of real-valued bandpass systems, mixer structures.
- Analog modulation methods: double-sideband amplitude modulation, single-sideband AM, frequency conversion and receiver architectures, frequency modulation.
- Digital transmission methods using linear modulation as an example: signal space constellations (ASK/PAM, PSK, QAM), pulse shaping, Nyquist criterion, AWGN channel model, matched filter, ML decision rule, error rate calculation.
- Introduction to information theory: entropy, source coding theorem, Huffman coding, mutual information, channel capacity, channel coding theorem.

5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachkompetenz:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • Nachrichtentechnische Systeme mit Methoden der Signal- und Systemtheorie zu beschreiben und zu analysieren, • die Vorteile einer Beschreibung von Signalen als stochastische Prozesse zu erkennen, und Nutz- und Störsignale als Zufallsprozesse zu beschreiben und zu analysieren, • die wesentlichen Komponenten eines digitalen Übertragungssystems zu verstehen, • sinnvolle Entwurfsentscheidungen für die Elemente eines Übertragungssystems für vorgegebene Übertragungsverhältnisse zu treffen, • die Leistungsfähigkeit eines Kommunikationssystems zu bewerten und Kenngrößen für Bandbreiten- und Leistungseffizienz zu berechnen, • die überragende Bedeutung der Shannon'schen Informationstheorie für die moderne Nachrichtentechnik zu erkennen, Entropie und Kanalkapazität von einfachen Quellen und Kanälen zu berechnen. **Fachübergreifende Kompetenzen:** Die Studierenden • können die Kenntnisse und Fertigkeiten der Modellierung von Signalen als stochastische Prozesse disziplinübergreifend einsetzen, • können die Methoden und Techniken der Signal- und Systemtheorie auf vielfältige Bereiche der Signalverarbeitung anwenden, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse von Kommunikationssystemen einsetzen, • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden. Die hier beschriebenen Kompetenzen werden so auch in der Ingenieurpraxis eingesetzt.

Domain competences:
After completion of the course students will be able to

- describe and analyze communication systems using methods of signal and systems theory,
- recognize the advantages of describing signals as stochastic processes, and describe and analyze desired signals and distortions as random processes,
- understand the essential components of a digital transmission system,
- make reasonable design decisions for the elements of a transmission system for given bandwidth, signal-to-noise power ratio and data rate constraints,
- evaluate the performance of a communication system and calculate parameters for bandwidth and power efficiency,
- recognize the paramount importance of Shannon's information theory to modern communications systems, calculate entropy and channel capacity of simple sources and channels.

Interdisciplinary competences:
The students

- can apply the knowledge and skills of modeling signals as stochastic processes across disciplines,
- can apply the methods and techniques of signal and systems theory to diverse areas of signal processing,
- can apply the method-oriented procedures in the systematic analysis of communication systems,
- are able to extend the learnt skills and competences to related areas by self study. The competences described here are also applied in engineering practice.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	90-150 min	100%

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the examination will be conducted.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Bho Matthiesen
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Signal- und Informationsübertragung:* **Lehrveranstaltungsseite** `https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/nachrichtentechnik` **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen mit Tafeleinsatz, ergänzt durch Folien zu ausgewählten Themen • Präsenzübungen mit Übungsblättern sowie Rechnerübungen • Demonstration von Vorlesungsinhalten anhand realer technischer Systeme im Hörsaal. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Bereitstellung eines Skripts, das im Laufe der Vorlesung kapitelweise ergänzt wird, sowie begleitender Folien zu ausgewählten Themen. Weiterführende Literatur: • U. Madhow, Introduction to Communication Systems, Cambridge University Press, 2014. • R.G. Gallager, Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008. • P.A. Höher, Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, 2. Auflage, Springer Vieweg, 2013. • C. Roppel, Grundlagen der Nachrichtentechnik, 2. Auflage, Hanser, 2023. • K.-D. Kammeyer und A. Dekorsy, Nachrichtenübertragung, 6. Auflage, Springer Vieweg, 2018. • U. Madhow, Fundamentals of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008. • A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.

Remarks of course Signal- und Informationsübertragung:
Course Homepage
`https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/lehre/nachrichtentechnik`
Implementation

- Lectures using the blackboard, supplemented by slides on selected topics.
- Classroom exercises with exercise sheets as well as computer exercises.
- Demonstration of lecture content using real technical systems in the lecture hall.

Teaching Material, Literature
Provision of lecture notes that are extended chapter by chapter during the course, together with accompanying slides on selected topics.
Further reading:

- U. Madhow, Introduction to Communication Systems, Cambridge University Press, 2014.
- R.G. Gallager, Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008.
- P.A. Höher, Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, 2nd edition, Springer Vieweg, 2013.
- C. Roppel, Grundlagen der Nachrichtentechnik, 2nd edition, Hanser, 2023.
- K.-D. Kammeyer and A. Dekorsy, Nachrichtenübertragung, 6th edition, Springer Vieweg, 2018.
- U. Madhow, Fundamentals of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008.
- A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.

Betriebssysteme			
Operating Systems			
Modulnummer / Module number: M.079.01514	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05404 Betriebssysteme	V2 Ü2	60	120	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05404 Operating Systems	L2 Ex2	60	120	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Modellierung* und *Rechnerarchitektur* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Betriebssysteme:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Modelling* and *Computer Architecture* are useful.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:* Die Vorlesung Betriebssysteme behandelt grundlegende konzeptionelle und technologische Grundlagen von Betriebssystemen. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Einführung in Betriebssysteme • Zusammenfassung Rechnerarchitektur • Prozesse und Threads • Synchronisation und Interprozess-Kommunikation • Ablaufplanung • Speicherverwaltung • Virtualisierung • Aspekte der Sicherheit *Contents of the course Betriebssysteme:* The lecture Operating Systems deals with basic conceptual and technological principles of operating systems. The course includes the following contents: • Introduction to operating systems • Summary of computer architecture • Processes and threads • Synchronisation and inter process communication • Scheduling • Memory management • Virtualization • Aspects of security
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • die grundlegenden Konzepte von und Anforderungen an Betriebssysteme beschreiben, • Synchronisations- und Kommunikationsmechanismen von Prozessen und Threads aufzählen, deren Eigenschaften vergleichen und an einfachen Programmbeispielen anwenden, • Methoden der Ablaufplanung erklären und an einfachen Programmbeispielen anwenden, • das Zusammenspiel von Speicherverwaltung Prozess- bzw. Threadverwaltung erklären und • die Aspekte von Virtualisierung und Sicherheit auf Ebene der Betriebssysteme diskutieren und einordnen. Students will be able to • Describe the basic concepts of and requirements for operating systems, • List synchronisation and communication mechanisms of processes and threads, compare their properties and apply them to simple programme examples, • explain methods of scheduling and apply them to simple programme examples, • explain the interaction of memory management, process management and thread management, and • discuss and classify the aspects of virtualisation and security at the level of operating systems.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written examination</td><td>90-120 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Christian Plessl, Prof. Dr. Marco Platzner</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und begleitenden Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Übungen werden sowohl konzeptionelle/analytische als auch praktische Aufgaben ausgegeben und von den Teilnehmern in Kleingruppen gelöst und anschließend diskutiert. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Übungsblätter • Standardlehrbücher • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Betriebssysteme:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and accompanying exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the exercises, both conceptual/analytical and practical tasks are given out and solved by the participants in small groups and then discussed. **Learning Material, Literature** • Lecture slides, exercise sheets • Standard text books, in particular Tanenbaum on Computer Networks • Additional literature will be announced in the course.

Einführung in Data Science			
Introduction to Data Science			
Modulnummer / Module number: M.079.01510	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	2024.5002 Einführung in Data Science	V2 Ü2	60	90	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	2024.5002 Introduction to Data Science	L2 Ex2	60	90	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in Data Science:* Eine zunehmende Anzahl von Geräten des täglichen Gebrauchs wird von datengetriebenen Verfahren gesteuert. In diesem Modul werden die Grundlagen wichtiger datengetriebener Verfahren vermittelt. Ausgangspunkt für dieses Modul werden grundlegende Definitionen und Algorithmen bilden. Darauf aufbauend werden Implementierungen und Anwendungen dieser Verfahren diskutiert. Die praktischen Übungen mit echten Daten werden die teilnehmenden Studierenden in die Lage versetzen, praktische Fragestellungen mit den besprochenen Verfahren zu adressieren. Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Das Messproblem • Daten repräsentieren • Daten akquirieren • Daten reinigen • Daten visualisieren • Unüberwachte Verfahren • Überwachte Verfahren • Anwendungen *Contents of the course Einführung in Data Science:* An increasing number of everyday items is operated by means of data-driven approaches. In this module, we will learn the fundamentals of some popular data-driven algorithms. The starting point for the modul will be basic definitions and algorithms. Implementations and applications of these approaches will be subsequently discussed. The exercises will be carried out with real datasets and help the students to develops the insights necessary to tackle real-life problems with the algorithms presented in the course. The lecture will address the following topics: • The measurement problem • Data representation • Data acquisition • Data cleaning • Data visualization • Unsupervised algorithms • Supervised algorithms • Applications
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden • Messfehler in Daten modellieren, • Daten anwendungsgerecht modellieren, • Messfehler bei der Anwendung von datengetriebenen Verfahren berücksichtigen, • Verfahren evaluieren, • Verfahren zur Reinigung von Daten erklären, implementieren und anwenden, • einfache überwachte und unüberwachte Verfahren erklären, implementieren und anwenden, • Implementierungen einfacher Verfahren optimieren.

After the completion of this module, the students will be able to

- model measurement errors in data,
- model data for given applications,
- take measurement errors into consideration when using data-driven methods,
- evaluate data-driven approaches,
- explain, implement and use data cleaning methods,
- explain, implement and use unsupervised and supervised algorithms,
- optimize implementations of the data-driven algorithms.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Einführung in Data Science“.

	Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Introduction to Data Science”.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Einführung in Data Science:* **Methodische Umsetzung** In den wöchentlichen Vorlesungen werden neue Inhalte behandelt. Die Übungen sind sowohl theoretischer als auch praktischer Natur. Die Lernenden sollen zeigen, dass sie die Konzepte verstanden haben und sie auf praktische Probleme anwenden können. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Tom Mitchell: “Machine Learning”. McGraw-Hill, 1997 • Christopher Bishop: “Pattern Recognition and Machine Learning”. Springer, 2006 • Christopher Manning, Hinrich Schütze. “Foundations of Statistical Natural Language Processing”, 2022 *Remarks of course Einführung in Data Science:* **Implementation Method** The weekly lectures cover new content on a weekly basis. The exercises are both theoretical and practical in nature. The learners are to show that they understood the concepts and can apply them to practical problems. **Learning Material, Literature** • Tom Mitchell: “Machine Learning”. McGraw-Hill, 1997 • Christopher Bishop: “Pattern Recognition and Machine Learning”. Springer, 2006 • Christopher Manning, Hinrich Schütze. “Foundations of Statistical Natural Language Processing”, 2022

Systementwurf-Teamprojekt			
System design team project			
Modulnummer / Module number: M.079.01291	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	2024.5051 Systementwurf-Teamprojekt	Ü6	90	90	P	15

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	2024.5051 System design team project	Ex6	90	90	C	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4 **Inhalte / Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Systementwurf-Teamprojekt:
Die Veranstaltung Systementwurf-Teamprojekt bearbeitet eine Gruppe von in der Regel 8-15 Studierenden über den Zeitraum eines Semesters ein vom Veranstalter vorgegebenes Thema. Inhaltlich soll das Systementwurf-Teamprojekt die Umsetzung eines mittelgrossen technischen Projekts vermitteln. Die Themen des Systementwurf-Teamprojekts decken das gesamte Spektrum der Lehr- und Forschungsgebiete der Institute für Elektro- und Informationstechnik sowie Informatik ab.

Contents of the course Systementwurf-Teamprojekt:
The course System Design Team Project involves a group of usually 8-15 students working on a topic specified by the organizer over the course of a semester. In terms of content, the system design team project is intended to teach the implementation of a medium-sized technical project. The topics of the System Design Team Project cover the entire spectrum of the teaching and research areas of the Institutes of Electrical Engineering and Information Technology as well as Computer Science.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Die Studierenden können

- sich in ein fachliches Gebiet vertiefen und sich fehlende Kenntnisse selbständig aneignen,
- im Team kooperativ eine technische Projektaufgabe umsetzen,
- Methoden und Werkzeuge zur verteilten Erstellung von Projekten und Dokumentationen anwenden,
- ein technisches Projekt angemessen dokumentieren und
- den Projektfortschritt und die erzielten Ergebnisse präsentieren.

Students will be able to

- delve into a technical area and acquire missing knowledge independently,
- cooperatively implement a technical project task in a team,
- apply methods and tools for the distributed creation of projects and documentation,
- document a technical project appropriately and
- present the progress of the project and the results achieved.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Projektarbeit	30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Project	30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Systementwurf-Teamprojekt:* **Methodische Umsetzung** Die Zahl der Teilnehmer ist auf 15 Personen pro Gruppe begrenzt. Es finden Plenumstreffen (alle Teilnehmer und der Veranstalter) statt, insbesondere zur Vorstellung der Themen und der Lernergebnisse, für eine Zwischenpräsentation und eine Endpräsentation. Am Ende des Projekts ist ein Bericht zu erstellen. Die Gruppen treffen sich wöchentlich. Das Projektthema wird inhaltlich verfeinert und in Arbeitsschritte zerlegt, denen Studierende mit festen Verantwortlichkeiten zugeteilt werden. Die Projektarbeit findet unter Verwendung eines Version Control Systems (z.B. git) und LateX/BibTex zur Erstellung von Berichten statt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Grobe Aufgabenstellung je nach Projektthema. • Literatur und Materialien wie technische Dokumentationen sind abhängig vom Projektthema. *Remarks of course Systementwurf-Teamprojekt:* **Methodical implementation** . The number of participants is limited to 15 people per group. Plenary meetings (all participants and the organizer) will be held, especially for the presentation of the topics and learning outcomes, for an intermediate presentation and a final presentation. At the end of the project, a report is to be prepared. The groups meet weekly. The project topic is refined in terms of content and broken down into work steps to which students are assigned with fixed responsibilities. The project work takes place using a version control system (e.g. git) and LateX/BibTex for report generation. **Learning materials, references** • Rough assignment depending on the project topic. • Literature and materials like technical documentations depend on the project topic.

2.2 Wahlpflichtbereich Elektrotechnik

Wahlpflichtbereich / Compulsory Elective Area	Elektrotechnik / Electrical Engineering
Module / Modules	* Aktuelle Themen der Signalverarbeitung * Einführung in Algorithmen zur Bewegungsplanung * Energieeffizienz in der Industrie * Energietechnik * Elektromagnetische Feldtheorie * Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme / Basics of Power Electronics and Drives * Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen / Fundamentals and Application of Phase-locked Loops * Höhere Mathematik II (Wahlmodul CE) * Integrierte Energiesysteme * Messtechnik * Messtechnische Signalanalyse in Python * Numerische Verfahren für Ingenieure * Optische Informationsübertragung * Regelungstechnik * Regenerative Energien * Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) * Zeitdiskrete Signalverarbeitung
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung / Written or Oral Examination
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min / 120-180 min or 30-45 min
Lernziele / Learning objectives	

In diesem Wahlpflichtbereich können Module aus dem Bachelor-Lehrangebot der Elektrotechnik gewählt werden.

Aktuelle Themen der Signalverarbeitung			
Current topics in signal processing			
Modulnummer / Module number: M.048.10910	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10910 Aktuelle Themen der Signal-verarbeitung	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10910 Current Topics in Systems Control	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Aktuelle Themen der Signalverarbeitung:
Empfohlen: Signal- und Systemtheorie, mindestens Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeits-theorie und linearen Algebra

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Aktuelle Themen der Signalverarbeitung:* **Recommended:** Signal and system theory, at least a basic understanding of probability and linear algebra
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Aktuelle Themen der Signalverarbeitung:* **Kurzbeschreibung** Diese Veranstaltung behandelt eine Auswahl von aktuellen Themen in der Signalverarbeitung. Ein Teil der Veranstaltung besteht aus regulären Vorlesungen, wohingegen der andere aktive Mitarbeit von Studenten voraussetzt. **Inhalt** Zunächst werden in diesem Kurs relevante Aspekte aus der linearen Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie wiederholt. Danach werden Studenten angeleitet, aktuelle Veröffentlichungen aus der Signalverarbeitungsliteratur zu lesen, zu analysieren und dann auch zu präsentieren. *Contents of the course Aktuelle Themen der Signalverarbeitung:* **Short Description** This course covers a selection of current topics in signal processing. One part of this course will follow a regular lecture format, while the other part will require active student participation. **Contents** This course will first review relevant aspects of linear algebra and probability theory. Then students will learn how to read, analyze, and present recent papers from the signal processing literature.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** In dieser Veranstaltung werden Studenten mit aktuellen Forschungsthemen in der Signalverarbeitung vertraut gemacht. Studenten lernen, wissenschaftliche Veröffentlichungen zu verstehen und kritisch zu bewerten. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Die in dieser Veranstaltung gelernten Prinzipien können auf andere Gebiete angewandt werden. In this course, students will familiarize themselves with some current research topics in signal processing. They will learn to read and understand scientific publications and to critically evaluate results. Students will develop confidence in their ability to solve mathematical problems of analysis and design. They will be able to apply the principles they have learnt in this course to other areas.
6	**Prüfungsleistung / Assessments:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Peter Schreier
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Aktuelle Themen der Signalverarbeitung:* **Lehrveranstaltungsseite** `http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/` **Methodische Umsetzung** Vorlesung und Übung mit aktiver Beteiligung der Studenten, Präsentationen von Studenten **Lernmaterialien, Literaturangaben** Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.

	Remarks of course Aktuelle Themen der Signalverarbeitung: **Course Homepage** `http://sst.uni-paderborn.de/teaching/courses/` **Implementation** Lectures and tutorials with active student participation, student presentations **Teaching Material, Literature** References will be given in the first lecture.

Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen			
Introduction to Planning and Decision-Making Algorithms			
Modulnummer / Module number: M.048.11113	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11113 Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgo-rithmen	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11113 Introduction to Planning and Decision-Making Algorithms	2L, 2EX, SS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Einführung in Planungs- und Entscheidungs-findungsalgorithmen:
Keine

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen:* None
4	**Inhalte** / **Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen:* Die Vorlesung gibt eine Einführung in Algorithmen, die es Systemen ermöglicht, für uns Menschen in komplexen Umgebungen zu planen, in denen unsere eigene Wahrnehmung nicht genügt, um den Wert kleiner Schritte auf dem Weg zu einem weit entfernten Ziel vorauszusehen. Die Einführung in solche Algorithmen für diskrete Planungs- und Entscheidungsräume ist das Kernthema des vorliegenden Kurses. Der Kurs ist damit insbesondere für Studenten mit Interesse an Robotik, KI, Algorithmen und Computer Vision relevant. Inhaltlich behandelt der Kurs die Grundlagen der diskreten Planungsalgorithmen, einschließlich: • Diskrete suchbasierte Planung (Label Korrektur, Dijkstra, A*, etc.) • Prinzip der dynamischen Programmierung • Sequenzielle Entscheidungstheorie und entscheidungstheoretische Planung. • Grundlagen des bestärkenden Lernens (Reinforcement Learning). • Planung unter Unsicherheiten und partielle Beobachtbarkeit. • Sampling-basierte Bewegungsplanung. *Contents of the course Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen:* The course introduces algorithms that enable systems to plan for us humans in complex environments where our own perception is not sufficient to predict the value of small steps on the way to a distant goal. The introduction to such algorithms for discrete planning and decision spaces is the core topic of this course. The course is, therefore, particularly relevant for students with an interest in robotics, AI, algorithms, and computer vision. In terms of content, the course covers the fundamentals of discrete planning algorithms, including: • Discrete search-based planning (label correction, Dijkstra, A*, etc.) • Principle of dynamic programming • Sequential decision theory and decision-theoretic planning. • Basics of reinforcement learning. • Planning under uncertainty and partial observability. • Sampling-based motion planning.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Lernergebnisse und Kompetenzen:
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Suchbasierte Planungsalgorithmen zu analysieren und zu implementieren.
- Den Rechenaufwand von suchbasierten Planungsalgorithmen zu bewerten.
- Planungsprobleme als sequenzielle Entscheidungsprobleme zu formulieren.
- Sequenzielle Entscheidungsprobleme mit Reinforcement Learning zu lösen.
- Probleme zu verstehen, die sich aus der Planung unter unsicheren Informationen ergeben.
- Unsichere Planungsprobleme in Planungsprobleme in Informationsräumen umzuwandeln.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Erstellen von Simulationsumgebungen für Planungs- und Entscheidungsfindungsprobleme.
- Implementierung von Planungs- und Reinforcement Learning Algorithmen in Python.
- Anwendung von Wissen aus der System- und Wahrscheinlichkeitstheorie, um Algorithmen zu entwerfen und sequentielle Entscheidungsprobleme zu lösen.

Weiter haben die Studierenden ihre Kooperations- und Teamfähigkeit bei der Bearbeitung von Hausübungen erweitert.

Learning outcomes and competencies:
After completing the module, students will be able to

- Analyze and implement search-based scheduling algorithms.
- Evaluate the computational complexity of search-based planning algorithms.
- Formulate planning problems as sequential decision problems.
- Solve sequential decision problems with reinforcement learning.
- Understand problems arising from planning under uncertain information.
- Convert uncertain planning problems into planning problems in information spaces.

Interdisciplinary competencies:
Upon completion of the module, students will be able to:

- Create simulation environments for planning and decision-making.
- Implement planning and reinforcement learning algorithms in Python.
- Apply knowledge from systems and probability theory to design algorithms and solve sequential decision-making problems.

The students also improved their cooperation and teamwork skills when working on homework.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Informatik v4 (IBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr. Adrian Redder

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen:* **Lehrveranstaltungsseite:** `https://en.ei.uni-paderborn.de/de/rat` **Methodische Umsetzung:** • Tafelanschrieb im Wechsel mit kurzen Präsentationen und Simulationen. • Quizze zur Wiederholung. • Gruppenübungen (Theorie und Simulation). • Hausübungen (Theorie und Simulation) zum Erlangen von Bonuspunkten um die Modulnote um maximal 0,7 zu verbessern. **Literatur:** * Planning Algorithms, Steven M. LaValle, 2006. * Dynamic Programming and Optimal Control, Dimitri P. Bertsekas, vol. 1, 2012. * Vorlesungsskript *Remarks of course Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen:* **Course Homepage:** `https://en.ei.uni-paderborn.de/de/rat` **Implementation:** * Blackboard writing alternating with short presentations and simulations. * Quizzes for repetition. * Group exercise (theory and simulation). * Homework (theory and simulation) to gain bonus points to improve the module grade by a maximum of 0,7. **Literature:** * Planning Algorithms, Steven M. LaValle, 2006. * Dynamic Programming and Optimal Control, Dimitri P. Bertsekas, vol. 1, 2012. * Lecture notes

Energietechnik			
Energy Technology			
Modulnummer / Module number: M.048.40201	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10201 Energietechnik	2V 2Ü, WS	60	90	P	70/70

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10201 Energy Technology	2L 2Ex, WS	60	90	C	70/70

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energietechnik:
Keine

None

Prerequisites of course Energietechnik:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Energietechnik:* **Kurzbeschreibung** In der Lehrveranstaltung Elektrische Energietechnik werden zunächst die physikalischen Grundlagen der Energie (Einheiten, Primär-, und Endenergie) und Energiewandlung (Brenn- und Heizwert; Carnot-, Joule-, Otto-, und Dieselprozess, Wirkungsgrade) vermittelt. Verstärkt wird dann auf die elektrische Energiewandlung, deren Betriebsmittel, Parameter und Modellierung eingegangen (Drehstrom, Synchronmaschine, Transformator, Zeigerdiagramm, Wirk- und Blindleistung). Die verschiedenen Kraftwerkstypen und ihre Betriebseigenschaften werden erklärt (Kohle, Gas, GuD, Wasserkraft, Windkraft, Solarthermie, PV, Geothermie, Biomasse). Anschließend wird auf die Elektrizitätsübertragung (inkl. HGÜ) und -Speicherung (optional) eingegangen. Neben der traditionellen, zentralen Energieversorgung wird auf die dezentrale Energieversorgung basierend auf erneuerbaren Energieträgern eingegangen. Praxisbezogene energiewirtschaftliche Betrachtungen runden die Veranstaltung ab. **Inhalt** • Einleitung • Energiebegriffe, Energieerhaltungssatz, 2.HS Thermodynamik • allgemeines Gasgesetz, Zustandsänderungen • Verbrennungsprozess, Wärmekapazität, latente Wärme, Verdampfungswärme • Kreisprozesse (Carnot, Otto, Diesel, Joule) • Thermische Kraftwerke (Kohle, Gas, GuD, Öl, Atom, Solarthermie, Geothermie) • Wasser- und Windkraftnutzung, solare Einstrahlung, Photovoltaik • Drehfeldmaschinen und Übertragungssysteme • Behandlung von Drehstromsystemen: Dreiphasensystem, Symmetrische und unsymmetrische Komponenten • Wichtige Betriebsmittel, Eigenschaften, Modelle: Synchronmaschine, Transformator, Leitungen, Kraftwerksregelung • Stromübertragung und Speicherung • Energieverbrauchsstruktur, Lastanpassungsoptionen • Energieversorgung und Energiewirtschaft • optional: Exkursion zu einer Energieforschungseinrichtung oder einem Energieprojekt

	Contents of the course Energietechnik: **Short Description** In the course Electrical Power Engineering the physical basics of energy (units, primary and final energy) and energy conversion (calorific and heating value; Carnot-, Joule-, Otto-, and Diesel-process, efficiencies) are taught. Electrical energy conversion, its equipment, parameters and modeling (three-phase system, synchronous machine, transformer, vector diagram, active and reactive power) are then dealt with more intensively. The different types of power plants and their operating characteristics are explained (coal, gas, CCGT, hydro, wind, solar thermal, PV, geothermal, biomass). Electricity conversion, transmission (power lines, incl. HVDC) and storage are then explained. In addition to the traditional, centralized energy supply, the decentralized energy supply based on renewable energy sources is discussed. Practical energy management considerations round off the course. **Contents** • Introduction • Energy terms and units, Law of conservation of energy, 2. Law of Thermodynamics • General gas law, Changes of state • Heat capacity, Latent heat, Heat of vaporization • Cyclic processes (Carnot, Otto, Diesel, Joule) • Thermal power plants (coal, gas, combined cycle, oil, nuclear, solar thermal, geothermal) • Hydro and wind power generation, photovoltaics, geothermal energy • Three-phase machines and transmission systems • Treatment of three-phase systems: Three-phase system, Symmetrical and non-symmetrical components • Relevant equipment, characteristics, models: synchronous machine, transformer • Power transmission and storage • Energy consumption structure, load matching options. • Power supply and energy economics • Optional: field trip to an energy research facility or an energy project.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachliche Kompetenzen** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • mit den Grundlagen der elektrischen Energietechnik vertraut zu machen. • elektrische Energieversorgungssysteme sowohl in ihrer Gesamtheit also auch in gewissen Details zu verstehen, zu analysieren, zu beurteilen und im groben Umfang zu planen. **Fachübergreifende Kompetenzen** Die Studierenden sind in der Lage die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der Implementierung von Energiesystemen einsetzen und • sind in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Professional Competence:
Fachliche Kompetenzen / Professional Competence After attending the course, students will be able to,

- to become familiar with the basics of electrical power engineering.
- to understand, analyze, evaluate and plan electrical power supply systems both in their entirety and in certain details on a rough scale.

Cross-disciplinary competencies:
Interdisciplinary competences / (Soft) Skills Students are able to apply the knowledge and skills across disciplines,

- are able to apply method-oriented approaches to the implementation of energy systems and
- are able to further their own education.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	120-180 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Henning Meschede

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Energietechnik:
Lehrveranstaltungsseite
`http://www.nek.upb.de/lehre` https://panda.uni-paderborn.de/
Methodische Umsetzung
Vorlesung mit darauf aufbauenden Übungen
Lernmaterialien, Literaturangaben
Siehe Literaturhinweise, Präsentationen befinden sich in PANDA / see literature list, all presentations are available via the PANDA system

- Manuskript zur Vorlesung Elektrische Energietechnik auf PANDA https://panda.uni-paderborn.de/ https://panda.uni-paderborn.de/course/view.php?id=39675

*Registration and exam information: https://paul.uni-paderborn.de http://www.nek.upb.de/lehre/vorlesungen/energietechnik
*Videos der Vorlesungen (Playlist): https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlrT9WFBzWjre1C0j1YUVMqT

- A. Schwab: Elektroenergiesysteme; 3. Auflage, Springer, 2012, ISBN 978-3-643-21957-3
- D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze; 7. Auflage, Springer, 2011, ISBN 978-3-642-19246-3
- K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: Elektrische Energieversorgung; 9. Auflage, 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3
- J. Schlabbach, F. Frank: Netzanschluss von EEG-Anlagen; 2. Auflage, VDE, 2016, ISBN 978-3-8007-4192-2
- R. Marenbach, D.Nelles, C. Tuttas: Elektrische Energietechnik; Springer, 2013, ISBN 978-3-8348-1740-2
- G. Herold: Elektrische Energieversorgung 1; 3. Auflage, 2011, ISBN 978-3-935340-69-4
- A. Betz: Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1926; Ökobuch Verlag (unveränderter Nachdruck), 1994.
- E. Hau: Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 6. Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, 2016.
- S. Heier, Siegfried; Windkraftanlagen: Systemauslegung, Netzintegration und Regelung; 7. Auflage, Vieweg & Teuber Verlag / Springer, 2022.
- V. Quaschning, Volker; Regenerative Energiesysteme, Hanser-Verlag, 11. Auflage, 2021.
- World Meteorological Organization: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, CIMO-Guide, 2018-20. ISBN: 978-92-63-10008-5. Update für 2023: https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no.8/preliminary-2023-edition-wmo-no-8
- Duffie, John; Beckmann, William: Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition, Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-0470873663
- Green, Martin: Solar cells: operating principles, technology, and system applications, Prentice-Hall, 1986, ISBN: 978-0858235809
- S. Krauter: Solar Electric Power Generation; 1. Auflage, Springer, 2006, ISBN 978-3-540-31345-8

Bemerkungen
Optional: Exkursion zu einer Energieforschungseinrichtung oder einem Energieprojekt

Remarks of course Energietechnik:
Course Homepage
http://www.nek.upb.de/lehre
Implementation
Lecture with related exercises
Teaching Material, Literature
see literature list, all presentations are available via the PANDA system

- Lecture notes Elektrische Energietechnik Main: https://panda.uni-paderborn.de/ https://panda.uni-paderborn.de/course/view.php?id=39675 http://www.nek.upb.de/lehre/vorlesungen/energietechnik

*Registration and exam information: https://paul.uni-paderborn.de
*Videos of the lectures (playlist): https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlrT9WFBzWjre1C0j1YUVMqT

- A. Schwab: Elektroenergiesysteme; 3. Auflage, Springer, 2012, ISBN 978-3-643-21957-3
- D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze; 7. Auflage, Springer, 2011, ISBN 978-3-642-19246-3
- K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: Elektrische Energieversorgung; 9. Auflage, 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3
- J. Schlabbach, F. Frank: Netzanschluss von EEG-Anlagen; 2. Auflage, VDE, 2016, ISBN 978-3-8007-4192-2
- R. Marenbach, D.Nelles, C. Tuttas: Elektrische Energietechnik; Springer, 2013, ISBN 978-3-8348-1740-2
- G. Herold: Elektrische Energieversorgung 1; 3. Auflage, 2011, ISBN 978-3-935340-69-4 *A. Betz: Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1926; Ökobuch Verlag (unveränderter Nachdruck), 1994.
- E. Hau: Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 6. Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, 2016.
- S. Heier, Siegfried; Windkraftanlagen: Systemauslegung, Netzintegration und Regelung; 7. Auflage, Vieweg & Teuber Verlag / Springer, 2022.
- V. Quaschning, Volker; Regenerative Energiesysteme, Hanser-Verlag, 11. Auflage, 2021.
- World Meteorological Organization: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, CIMO-Guide, 2018-20. ISBN: 978-92-63-10008-5. Update for 2023: https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no.8/preliminary-2023-edition-wmo-no-8
- Duffie, John; Beckmann, William: Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition, Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-0470873663
- Green, Martin: Solar cells: operating principles, technology, and system applications, Prentice-Hall, 1986, ISBN: 978-0858235809
- S. Krauter: Solar Electric Power Generation; 1. Auflage, Springer, 2006, ISBN 978-3-540-31345-8

Comments Excursion to an energy research institute or an energy-related project

Elektromagnetische Feldtheorie			
Electromagnetic Field Theory			
Modulnummer / Module number: M.048.10304	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.10304 Elektromagnetische Feldtheorie	2V 2Ü, WS	60	120	P	70/35

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10304 Electromagnetic Field Theory	2L 2Ex, WS	60	120	C	70/35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Elektromagnetische Feldtheorie:
Keine

None

Prerequisites of course Elektromagnetische Feldtheorie:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Elektromagnetische Feldtheorie:* **Kurzbeschreibung** In der Vorlesung Elektromagnetische Feldtheorie werden die Grundgleichungen der Elektrodynamik ausführlich in ihrer Gesamtheit diskutiert und anschaulich gedeutet. Die Veranstaltung wiederholt dazu einige wichtige mathematische Grundlagen, vorwiegend aus der Vektoranalysis. Weitere wichtige Konzepte umfassen die konstitutiven Beziehungen und Modelle für Felder in Materie, die Stetigkeit der Felder an Materialgrenzen sowie die physikalische Herleitung der Energie im elektromagnetischen Feld. Anschließend werden aus diesen Grundgleichungen die verschiedenen Teilgebiete deduktiv entwickelt, zunächst die Elektrostatik und das elektrische Strömungsfeld, anschließend die Magnetostatik. Für alle diese Teilbereiche werden die mathematischen Darstellungen durch anschauliche exemplarische Beispiele begleitet. **Inhalt** Die Vorlesung Feldtheorie gliedert sich wie folgt • Elektrostatik: Elektrostatische Kraft, elektrisches Feld, Feldlinien, Gaußsches Gesetz, elektrostatisches Potential, Energie, Leiter, Kapazität, Lösungsansätze fürvon Laplace- und Poissonglei- chungen, Multipolentwicklung, Dielektrika • Magnetostatik: stationäre Ströme, Ohmsches Gesetz, Lorentzkraft, Gesetz von Biot-Savart, Amperesches Gesetz, Vektorpotenti- al, Magnetische Felder in Materie • Quasistatik & Elektrodynamik: Induktion, Verschiebungsstrom, vollständige Maxwellsche Gleichungen, ebene Wellen, Skineffekt *Contents of the course Elektromagnetische Feldtheorie:* **Short description** In the lecture Electromagnetic Field Theory, the basic equations of electrodynamics are discussed in detail in their entirety and interpreted in an illustrative way. To this end, the course reviews some important mathematical principles, primarily from vector analysis. Other important concepts include the constitutive relations and models for fields in matter, the continuity of fields at material boundaries, and the physical derivation of energy in the electromagnetic field. Then, from these basic equations, the various subfields are developed deductively, first electrostatics and the electric flow field, then magnetostatics. For all these subfields, the mathematical representations are accompanied by illustrative exemplary examples. **Contents The lecture field theory is structured as follows • Electrostatics: electrostatic force, electric field, field lines, Gauss' law, electrostatic potential, energy, conductors, capacitance, solutions of Laplace and Poisson equations, multipole expansion, dielectrics. • Magnetostatics: stationary currents, Ohm's law, Lorentz force, Biot-Savart's law, Ampere's law, vector potentials, magnetic fields in matter. • Quasistatics & Electrodynamics: induction, displacement current, complete Maxwell's equations, plane waves, skin effect

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachübergreifende Kompetenzen
Die Studierenden

- lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen
- erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung,
- erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz

Cross-disciplinary competencies:
The students

- learn to apply the acquired knowledge and skills across disciplines,
- expand their cooperation and teamwork skills as well as presentation skills when working on exercises,
- learn strategies for acquiring knowledge by studying literature and using the Internet,
- acquire a subject-related foreign language competence.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written Examination	120-180 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Denis Sievers, Prof. Dr. Jens Förstner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Elektromagnetische Feldtheorie:* **Lehrveranstaltungsseite** `http://www.tet.upb.de/` **Methodische Umsetzung** Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die daneben aber auch einen großen Anteil an Feldvisualisierungen enthält. In den Übungen wird die Theorie anhand von einfachen Fragestellungen und Rechenbeispielen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden. *Remarks of course Elektromagnetische Feldtheorie:* **Course Homepage** `http://www.tet.upb.de/` **Methodological Implementation**. The theoretical concepts are presented in the form of a lecture, which also contains a large proportion of field visualizations. In the exercises, the theory is deepened by means of simple questions and calculation examples, which are solved independently during the presence exercises.

Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme			
Basics of Power Electronics and Drives			
Modulnummer / Module number: M.048.11114	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11114 Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11114 Basics of Power Electronics and Drives	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:
Empfohlen:
GET-A, GET-B

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:* **Recommended:** FEE-A, FEE-B
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:* **Kurzbeschreibung** Diese Lehrveranstaltung vermittelt die Grundlagen elektrischer Antriebssysteme und leistungselektronischer Umrichter. Sie erläutert ausführlich die typischen Komponenten eines modernen Antriebssystems: mechanische Last und Getriebe, elektrische Maschinen und leistungselektronische Umrichter zum Antrieb der Maschinen. **Inhalt** • Antriebstechnische Aufgabenstellungen, typische Lastkennlinien, Getriebe • Gleichstrommaschine • Asynchronmaschine • Synchronmaschine • Grundlagen der Leistungselektronik • Gleichstromsteller • Dreiphasige Wechselrichter • Diodengleichrichter *Contents of the course Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:* **Short Description** This course teaches the basics of electrical drive systems and power electronic converters. It explains the typical components of a modern drive system in depth: mechanical loads and gearing, electrical machines, and power electronics converters to drive the machines. **Contents** • Drive-related tasks, typical load characteristics, gearbox • DC machines, induction machines, synchronous machines • power electronics basics • DC-DC converters • three-phase inverter • diode rectifiers
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: • die Komponenten eines typischen elektrischen Antriebssystems zu erklären • einfache Berechnungen zur Dimensionierung durchzuführen • die grundlegenden Funktionsprinzipien von leistungselektronischen Umrichtern zu erklären • sich im Selbststudium komplexere Umrichtertopologien und Dimensionierungsaufgaben anzueignen

After successfully completing the module, students will be able to:

- explain the components of a typical electric drive system
- do simple calculations related to sizing
- explain the basic operation principles of power electronic converters
- perform self study to understand more complex converter topologies and sizing tasks

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Jakub Kucka
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:* • Organisation über **PANDA**. **Methodische Umsetzung** • Präsentationsfolien mit ergänzenden Informationen auf der Tafel • Gruppenübungen mit Übungsaufgaben zu typischen Berechnungen • Teile der Veranstaltung werden als Rechnerübung angeboten *Remarks of course Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme:* • Course is organized via **PANDA**. **Implementation** • Presentation slides extended by blackboard • Group exercises showing solutions to typical calculation tasks • Parts of the course are offered as computer exercises

Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen			
Fundamentals and Application of Phase-locked Loops			
Modulnummer / Module number: M.048.10913	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommer- / Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.10913 Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen	2V 2Ü, WS/SS	60	120	P	30/30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.10913 Fundamentals and Application of Phase-locked Loops	2L 2Ex, WS/SS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen:
Empfohlen:
Signal-, Regelungs- und Systemtheorie von linearen zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Systemen.

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen:* **Recommended:** Signal, control and system theory of linear continuous-time and discrete-time systems.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen:* • Grundlagen des Phasenregelkreises (PLL) • Aufbau und Eigenschaften eines Phasenregelkreises • Anwendungen (Modulation, Demodulation) • Analoge und digitale Bausteine der PLL • Schaltende Differentialgleichung - Linearisierung - Ereignisgesteuerte Modellierung • Design eines Frequenz Synthesizers • Allgemeine Randbedingungen und Stabilität • Konzepte zur Parameterbestimmung • Design des spannungsgesteuerten Oszillators *Contents of the course Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen:* • Fundamentals of Phase-Locked Loop (PLL) • Structure and characteristics of a Phase-Locked Loop • Applications (Modulation, Demodulation) • Analog and digital components of the PLL • Switching differential equation - Linearization - Event-driven modeling • Design of a frequency synthesizer • General boundary conditions and stability • Concepts for parameter determination • Design of the voltage-controlled oscillator
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • den Phasenregelkreis und dessen Funktionsweise zu beschreiben, • eine Frequenzsynthese, eine Phasen- und Frequenzmodulation und eine Taktsynchronisation mittels eines Phasenregelkreises durchzuführen, • Mixed-Signal-Architekturen linear und nichtlinear zu modellieren und • den Phasenregelkreis unter Berücksichtigung von Phasenrauschen, der Stabilität und der nicht-linearen Eigenschaften entwerfen. After attending the course, students will be able to: • Describe the phase-locked loop (PLL) and its operation, • Perform frequency synthesis, phase and frequency modulation, and clock synchronization using a phase-locked loop, • Model mixed-signal architectures both linearly and non-linearly, and • Design the phase-locked loop considering phase noise, stability, and non-linear characteristics.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-150 min oder 20-30 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written or Oral Examination</td><td>90-150 min or 20-30 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Dr.-Ing. Christian Hedayat</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Modulseite** tba **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) **Lernmaterialien, Literaturangaben** Handouts und Übungsaufgaben; Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben **Module Homepage** tba **Implementation** Lectures and exercises (including some computer simulations) **Teaching Material, Literature** Handouts and tutorial questions; literature references will be given in the first lecture

Höhere Mathematik II (Wahlmodul CE)			
Advanced Mathematics II (Compulserory Elective CE)			
Modulnummer / Module number: M.105.9539	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.105.95300 Höhere Mathematik C für Elektrotechniker	V4 Ü2, WS	90	90	P	165/65

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.105.95300 Advanced Mathematics C for Electrical Engineering	L4 Ex2, WS	90	90	C	165/65

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Empfohlen:
Vorkenntnisse aus dem Modul Höhere Mathematik für Elektrotechniker I werden erwartet.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:
Keine

Recommended:
Previous knowledge of the module “Avanced Mathematics I” is expected.

Prerequisites of course Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:* *Kurzbeschreibung:* Die Studierenden erlernen fortgeschrittene mathematische Techniken für Anwendungen in der Elektrotechnik. *Inhalt:* • Vektoranalysis: Wegintegrale, Vektorfelder und Potentiale, Divergenz, Laplace-Operator und Rotation • Integration in mehreren Variablen: mehrdimensionales Riemann-Integral, Integrale über Normalbereiche, Zylinder- und Kugelkoordinaten • Integralsätze: Oberflächenintegrale, Integralsatz von Gauß, Integralsatz von Stokes *Contents of the course Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:* *Contents:* • Vector Calculus: line integrals, vector fields and potentials, divergence, Laplace operator und curl • Integration in Several Variables: multivariable Riemann integral, integration over simple areas, cylindrical and spherical coordinates • Theorems from Vector Calculus: surface integrals, Gauss's theorem, Stokes's theorem
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Fachliche Kompetenzen / Professional Competence Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die Grundbegriffe der Analysis mehrerer Veränderlicher zu verstehen und • die Grundtechniken der Analysis mehrerer Veränderlicher anzuwenden. Fachübergreifende Kompetenzen / (Soft) Skills Die Studierenden • haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt, • haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt, • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden. Fachliche Kompetenzen / Professional Competence After attending this course, students will be able to, • understand the basic concepts of calculus of several variables and • apply the basic techniques of analysis of multiple variables. Interdisciplinary Competences / (Soft) Skills The students • Have recognized the great importance of mathematical methodical thinking (definition, theorem, proof), • have developed the ability of abstract mathematical thinking and reasoning, • can apply the knowledge and skills across disciplines, and • are able to self-educate through the abstract and precise treatment of the content.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur</td><td>120-180 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written Examination</td><td>120-180 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Dr. Cornelia Kaiser</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Modulseite** http://www2.math.uni-paderborn.de/ **Lernmaterialien, Literaturangaben** Hinweise auf Lehrbücher werden in der Vorlesung gegeben. *Hinweise der Lehrveranstaltung Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:* Methodische Umsetzung: • Vorlesungen mit Tafeleinsatz, teilweise Folien- bzw. Beamer-Präsentation • Präsenzübungen, in denen die theoretischen Konzepte in Kleingruppen vertieft werden **module page** http://www2.math.uni-paderborn.de/ **Learning materials, references**. References to textbooks will be provided in lecture. *Remarks of course Höhere Mathematik C für Elektrotechniker:* Methodical implementation: • Lectures with use of blackboard, partly slide or beamer presentation. • Classroom exercises, in which the theoretical concepts are deepened in small groups.

Integrierte Energiesysteme			
Integrated Energy Systems			
Modulnummer / Module number: M.048.11115	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Studiensemester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11115 Integrierte Energiesysteme	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11115 Integrated Energy Systems	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Integrierte Energiesysteme:
Keine

Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2.
Other degree courses: None

Prerequisites of course Integrierte Energiesysteme:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Integrierte Energiesysteme:* Ein integriertes Energiesystem umfasst die ganzheitliche Betrachtung von thermischen, elektrischen und chemischen Energiesystemen und der damit verbundenen Bereitstellung und Umwandlung von Energie, der Energieverteilung und dem Verständnis des Energiebedarfs. In dieser Veranstaltung werden die Grundlagen von integrierten Energiesystemen vermittelt. Dazu werden aufbauend auf den Beschreibungen der wesentlichen Einzelkomponenten insbesondere ihr Zusammenwirken in Hinblick auf die Deckung des Energiebedarfs analysiert. Dementsprechend werden Aspekte der Sektorenkopplung als Bestandteil von Energiesystemen eingeführt. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dabei auf technischen Aspekten der energetischen Transformation von Industriebetrieben. Hierzu zählen insbesondere die Untersuchung von Potenzialen zur Effizienzsteigerung, die Elektrifizierung von Prozesswärme sowie die Analyse und Bewertung von Flexibilisierungsoptionen im industriellen Energieeinsatz. Zusätzlich zur technischen Beschreibung und Auslegung von Energiesystemen werden auch ökologischen und ökonomischen Aspekte zur ganzheitlichen Bewertung von Energiesystemen vorgestellt. Anhand dieser Grundlagen werden dann integrierte Energiesysteme in immer komplexeren Beispielen berechnet und ausgelegt. *Contents of the course Integrierte Energiesysteme:* An integrated energy system involves a holistic approach to thermal, electrical and chemical energy systems, as well as the associated provision and conversion of energy, energy distribution and an understanding of energy demand. This course covers the fundamentals of integrated energy systems. Building on descriptions of the key individual components, the course analyses in particular how they interact to meet energy demand. Accordingly, aspects of sector coupling are introduced as an integral part of energy systems. Particular attention is paid to the technical aspects of the energy transition in industrial facilities. These include, in particular, the investigation of potential for efficiency improvements, the electrification of process heat, and the analysis and assessment of flexibility options in industrial energy use. In addition to the technical description and design of energy systems, ecological and economic aspects are also presented for the holistic assessment of energy systems. Using these fundamentals, integrated energy systems are then calculated and designed in increasingly complex examples.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Das Modul vermittelt die technischen Hintergründe von integrierten, nachhaltigen Energiesystemen. Studierende kennen den Aufbau und die Funktionen einzelner Energiesysteme (Stromnetz, Gasnetz, Wärmenetze, Mobilität, etc.) sowie darauf aufbauend Prinzipien der Sektorenkopplung. Zudem sind die Teilnehmenden in der Lage, Energiesysteme auszulegen und mit Methoden der ökonomischen und ökologischen Bilanzierung zu bewerten. Neben den fachlichen Inhalten steht in dieser Veranstaltung besonders die Anregung zur kritischen Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Texten und Studien im Vordergrund. Das Moudl setzt die aktive Mitarbeit von Studierenden voraus. The module provides the technical background of integrated, sustainable energy systems. Students know the structure and functions of individual energy systems (electricity grid, gas grid, heating grids, mobility, etc.) as well as the principles of sector coupling. Furthermore, the participants are able to design and evaluate energy systems with methods of economic and ecological balancing. In addition to the technical content, the focus of this course is on encouraging critical discussion of scientific texts and studies. The module requires the active participation of students.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-180 min oder 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written or Oral Examination</td><td>120-180 min or 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5, UF Technik Lehramt GyGe Master v5</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Dr.-Ing. Florian Schlosser</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:**
	
	Modulseite
	`https://ei.uni-paderborn.de/est/lehre`
	Methodische Umsetzung
	Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner)
	Lernmaterialien, Literaturangaben
	Handouts und Übungsaufgaben; Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben
	
	Module Homepage
	`https://ei.uni-paderborn.de/en/est/course-offerings`
	Implementation
	Lectures and exercises (including some computer simulations)
	Teaching Material, Literature
	Handouts and tutorial questions; literature references will be given in the first lecture

Messtechnik			
Metrology			
Modulnummer / Module number: M.048.10203	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10203 Messtechnik	2V 2Ü, SS	60	120	P	70/70

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10203 Metrology	2L 2Ex, SS	60	120	C	70/70

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Messtechnik:
Keine

None

Prerequisites of course Messtechnik:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Messtechnik:* **Kurzbeschreibung** In der Vorlesung Messtechnik werden die Grundlagen der Metrologie zur qualitativen und quantitativen Bestimmung physikalischer und technischer Größen erörtert. Die Lehrveranstaltung Messtechnik vermittelt dabei Methoden zur Charakterisierung des Informationsgehaltes von Messgrößen und die Behandlung von mit Messabweichungen bzw. Messunsicherheit behafteten Messgrößen. Die Funktion und die Realisierung wichtiger Messschaltungen werden vorgestellt sowie die Anwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften ausgewählter Messgeräte charakterisiert. **Inhalt** Die Vorlesung gliedert sich wie folgt • Allgemeine Grundlagen der Messtechnik • Messabweichung und Messunsicherheit • Messbrückenschaltungen (Gleichstrom-, Gleichspannungs-, Wechselstrom-, Wechselspannungsspeisung, Trägerfrequenzmessbrücke) • Messung elektrischer Größen (Strom, Spannung, Leistung, Arbeit, Gleich- und Wechselgrößen, Messschaltungen, Messungen in Drehstromnetzen) • Messverstärker • Digitale Messtechnik (Quantisierung, Abtasttheorem, ADU-, DAU-Verfahren) • Geräte der digitalen Messtechnik (Universalzähler, Rechnergestützte Datenerfassung, Oszilloskop, Vielfachmessgerät, FFT-Analysator) • Signalanalyse (Amplituden-, Zeit-, Frequenz-, Verschiebezeitbereich) *Contents of the course Messtechnik:* **Short Description** The lecture Metrology covers the fundamentals of metrology for the qualitative and quantitative determination of physical and technical quantities. The course introduces methods to characterise the information content of measured quantities and the handling of measured quantities with measurement deviations or measurement uncertainty. The function and realisation of important measuring circuits are presented and the application possibilities and properties of selected measuring devices are characterised. **Contents** The lecture is structured as follows • General basics of metrology • Measurement deviation and measurement uncertainty • Bridge circuits • Measurement of electrical quantities (current, voltage, power, work, DC and AC quantities, measurement circuits, measurements in three-phase systems) • Measuring amplifier • Digital measurement technology (quantisation, sampling theorem, ADC, DAC) • Digital measuring equipment (universal counter, computer-aided data acquisition, oscilloscope, multimeter, FFT analyser) • Signal analysis (amplitude, time, frequency, correlation)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- für die experimentelle Bestimmung physikalischer Größen geeignete Messschaltungen bzw. technische Komponenten auszuwählen (Lösung),
- Methoden zur Bestimmung der Gesamtmessabweichung bzw. Gesamtmessunsicherheit aus verschiedenen Einzelmesswerten bzw. messgrößen anzuwenden,
- Messsignalmerkmale im Amplituden-, Zeit- , Verschiebezeit- und Frequenzbereich zu charakterisieren (Lösung),
- Messergebnisse korrekt darzustellen.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- erweitern ihre Kooperations und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen,
- erlernen Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium.

Domain competence:
After attending the course, students are able to

- select suitable measuring circuits or technical components for the experimental determination of physical quantities (solution),
- apply methods to determine the total measurement deviation or total measurement uncertainty from different individual measured values or measured quantities,
- Characterise measurement signal features in the time, frequency, correlated and statistical domain (solution),
- present measurement results correctly.

Key qualifications:
The Students

- can apply the acquired knowledge and skills in an interdisciplinary manner and with complex issues,
- expand their ability to cooperate and work in a team as well as their presentation skills while work on exercises,
- learn strategies for acquiring knowledge by studying literature.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-150 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	Type of examination	Duration or scope	Weighting for the module grade
a)	Written Examination	90-150 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Elektrotechnik Lehramt BK Bachelor v5b, Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Bernd Henning
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Messtechnik:* **Lehrveranstaltungsseite** `http://emt.upb.de` **Methodische Umsetzung** Die Lehrinhalte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert. Zur Darstellung und Charakterisierung ausgewählter und komplexerer Zusammenhänge werden zusätzlich Matlab-Programme eingesetzt. In den Übungen werden die Lehrveranstaltungsinhalte anhand einfacher in der Praxis relevanter Aufgabenstellungen vertieft, die während der Präsenzübungen selbstständig gelöst werden. Ein Tutorium bietet den Studierenden darüber hinaus die Möglichkeit die Lehrveranstaltungsinhalte zu festigen. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

	Remarks of course Messtechnik: **Course Homepage** `http://emt.upb.de` **Implementation** **Teaching Material, Literature**

Messtechnische Signalanalyse in Python			
Metrological Signal Analysis with Python			
Modulnummer / Module number: M.048.11107	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11107 Messtechnische Signalanalyse in Python	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11107 Metrological Signal Analysis with Python	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Messtechnische Signalanalyse in Python:
Empfohlen: Inhalte der Veranstaltungen Signaltheorie, Systemtheorie, Stochastik für Ingenieure, Grundlagen der Programmierung für Ingenieure sowie Messtechnik werden vorausgesetzt.

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Messtechnische Signalanalyse in Python:* **Recommended:** Contents of the courses signal theory, system theory, stochastics for engineers, basics of programming for engineers and measurement technology are required.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Messtechnische Signalanalyse in Python:* **Kurzbeschreibung** In der Lehrveranstaltung "Messtechnische Signalanalyse in Python" werden Methoden zur Analyse realer Messsignale vorgestellt und mittels der Programmierung in Python angewendet. Zu Beginn wird eine Kurzeinführung in den Umgang mit Python gegeben. Im Folgenden werden verschiedene Arten von Signalen betrachtet und beispielsweise im Zeit- und Frequenzbereich analysiert. Des Weiteren werden Methoden zur Signal(vor)verarbeitung bzw. Signalaufbereitung, zur Systemidentifikation sowie zur multivariaten Datenanalyse präsentiert und angewendet. **Inhalt** Die Veranstaltung behandelt folgende Themen: • Kurzeinführung in Python • Signale und Signalarten • Signaleigenschaften und Kenngrößen • Signalvorverarbeitung und Signalaufbereitung • Systemidentifikation / Inverse Verfahren • Multivariate Datenanalyse *Contents of the course Messtechnische Signalanalyse in Python:* **Short Description** The course Metrological Signal Analysis in Python methods for analysing real measurement signals are presented and applied using the Python programming language. At the beginning, a short introduction to the use of Python is given. In the following, different types of signals are considered and analysed, for example, in the time and frequency domain. Furthermore, methods for signal(pre)processing, signal conditioning, system identification and system identification and multivariate data analysis are presented and applied. **Contents** The lecture is structured as follows • Short introduction to Python • Signals and signal types • Signal properties and characteristics • Signal pre-processing and signal conditions • System identification / inverse methods • Multivariate data analysis

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- verschiedene Signalarten zu erkennen, zu unterscheiden sowie ihre relevanten Kenngrößen auszuwählen und zu bestimmen.
- zu einer gegebenen Fragestellung relevante Methoden zur Signalaufbereitung und Signalanalyse auszuwählen und mittels Python anzuwenden.
- Ergebnisse und Aussagen kritisch zu hinterfragen.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden können

- Grundkenntnisse aus verschiedenen Lehrveranstaltungen zur Anwendung bringen.
- neu erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten fachübergreifend und bei komplexen Fragestellungen einsetzen.
- ihr Wissen selbstständig anhand von Literaturquellen erweitern.

Domain competence:
After attending the course, students are able to

- recognise and differentiate between types of signals and select and determine their relevant parameters,
- select relevant methods for signal processing and signal analysis for a given problem and apply them using Python,
- critically question results and statements.

Key qualifications:
The Students

- can apply basic knowledge from various courses,
- use newly acquired knowledge and skills in an interdisciplinary manner and with complex issues,
- expand their knowledge independently using literature sources.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5, UF Technik Lehramt GyGe Master v5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Leander Claes
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Messtechnische Signalanalyse in Python:* **Methodische Umsetzung** • Vorlesungsteil mit Präsentation und Erarbeitung komplexer Zusammenhänge • Übungsteil mit praktischen Aufgaben zur Lösung am Rechner *Remarks of course Messtechnische Signalanalyse in Python:* **Implementation** • Lecture part with presentation and elaboration of complex interrelationships. • Exercise part with practical tasks to be solved on the computer

Numerische Verfahren für Ingenieure			
Numerical Methods for Engineers			
Modulnummer / Module number: M.048.10911	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommer- / Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.10911 Numerische Verfahren für Ingenieure	2V 2Ü, WS+SS	60	120	P	30/30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.10911 Numerical Methods for Engineers	2L 2Ex, WS+SS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerische Verfahren für Ingenieure:
Empfohlen: Grundlegende Kenntnisse in „Lineare Algebra“ und „Analysis“ (Pflichtmodul „Höhere Mathematik I“) werden vorausgesetzt.

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Numerische Verfahren für Ingenieure:* **Recommended:** Basic knowledge of "linear algebra" and "real analysis" (contents of mandatory module "Advanced Mathematics I") is required.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Verfahren für Ingenieure:* In dieser Veranstaltung werden grundlegende Konzepte und Methoden der numerischen Mathematik mit Fokus auf deren Anwendung in der Ingenieurpraxis theoretisch behandelt und auf einem Computer praktisch umgesetzt. Ziel ist es, ein solides Verständnis für wichtige Standardverfahren und deren Einsatzmöglichkeiten zu vermitteln, wobei auch theoretische Aspekte wie Fehleranalyse, Fehlerabschätzung und Konvergenzverhalten betrachtet werden. Von besonderem praktischen Interesse sind numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen, die häufig bei der Modellierung physikalisch-technischer Problemstellungen (z.B. transiente Vorgänge in elektrischen Netzwerken) auftreten und die ein guter Einstieg in weit verbreitete Verfahren zur Simulation elektromagnetischer Felder (z.B. Methode der finiten Integration, Randelementmethode und Finite-Elemente-Methode) sind. Themengebiete: 1. Fehleranalyse (Fehlerarten, Fehlerdefinitionen, Fehlerfortpflanzung, LANDAU-Symbol) 2. Interpolation (Polynominterpolation, Interpolationsformel von LAGRANGE, Interpolationsformel von NEWTON, Spline-Interpolation) 3. Nichtlineare Gleichungen (Fixpunktiteration, NEWTON Verfahren, Sekantenverfahren, regula falsi, Bisektionsverfahren) 4. Integration (Interpolationsquadratur, Formeln von NEWTON-COTES, GAUSS-Quadratur, RICHARDSON-Extrapolation, ROMBERG-Integration) 5. Gewöhnliche Differentialgleichungen (Einschritt- und Mehrschrittverfahren, EULER-Polygonzugverfahren, TAYLOR-Verfahren, RUNGE-KUTTA-Verfahren, Prediktor-Korrektor-Verfahren, Finite Differenzenverfahren)

	Contents of the course Numerische Verfahren für Ingenieure: In this course basic concepts and methods of numerical mathematics with focus on their application in engineering practice are treated theoretically and implemented practically on a computer. The aim is to provide a solid understanding of important standard methods and their applications, including theoretical aspects such as error analysis, error estimation and convergence behavior. Of particular practical interest are numerical methods for the solution of ordinary differential equations, which frequently occur in the modeling of physical-technical problems (eg transient processes in electrical networks) and which are a good introduction to widely used methods for the simulation of electromagnetic fields (eg Finite Integration Technique, Boundary Element Method and Finite Element Method). Topics: 1. Error analysis (Types of error, error definitions, error propagation, LANDAU symbol) 2. Interpolation (Polynomial interpolation, LAGRANGE interpolation formula, NEWTON interpolation formula, spline interpolation) 3. Nonlinear equations (Fixed point iteration, NEWTON method, secant method, regula falsi, bisection method) 4. Integration (Interpolation quadrature, formulas of NEWTON-COTES, GAUSS quadrature, RICHARDSOn extrapolation, ROMBERG integration) 5. Ordinary differential equations (One-step and multi-step methods, EULER method, TAYLOR method, RUNGE-KUTTA method, predictor-corrector method, finite difference method)
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachkompetenz:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • einfache physikalische Feldprobleme mathematisch zu formulieren (Modellbildung, Analysieren) • eine geeignete numerische Lösungsmethode zu auszuwählen, anzuwenden und zu überprüfen (Anwenden, Synthetisieren, Evaluieren) • die gewonnenen Ergebnisse zu veranschaulichen und physikalisch zu bewerten (Evaluieren) **Fachübergreifende Kompetenzen:** Die Studierenden • lernen, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen, • erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung von Übungen • erlernen, Strategien zum Wissenserwerb durch Literaturstudium und Internetnutzung

Domain competence:
After attending the course, the student will be able to

- mathematically model simple physical field problems
- transfer, apply, validate numerical methods on physical problems
- to physically interpret and visualise the obtained results

Key qualifications:
The students

- learn to transfer the acquired skills also to other disciplines
- extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the exercises
- learn strategies to acquire knowledge from literature and internet

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Denis Sievers
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Numerische Verfahren für Ingenieure:* **Methodische Umsetzung** Die theoretischen Konzepte werden in der Form einer Vorlesung präsentiert, die von einer programmierpraktischen Übung begleitet wird, in welcher die vorgestellten Algorithmen auf einem Computer umgesetzt und anhand einfacher Praxisbeispiele erprobt werden. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Vorlesungsfolien und Tafelanschrieb; weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben. *Remarks of course Numerische Verfahren für Ingenieure:* **Implementation** The theoretical concepts are presented in form of a lecture. In the corresponding exercises the treated numerical methods are practised by implementing or adapting small programs on a computer. **Teaching Material, Literature** Lecture slides and blackboard text; Further literature recommendations will be announced in the lecture.

Optische Informationsübertragung			
Optical Information Transmission			
Modulnummer / Module number: M.048.10903	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10903 Optische Informationsübertragung	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10903 Optical Information Transmission	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optische Informationsübertragung:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik.

	Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. **Other degree courses:** None *Prerequisites of course Optische Informationsübertragung:* **Recommended:** Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and the Foundations of Electronics.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Optische Informationsübertragung:* **Kurzbeschreibung** Die Veranstaltung Optische Informationsübertragung (4 SWS, 6 Leistungspunkte) gibt einen Einblick in die moderne optische Informationsübertragung, auf der Internet und Telefonnetz weitgehend beruhen. Dabei werden Kenntnisse für ultra-breitbandige Kommunikationssysteme vermittelt, denn jeder Lichtwellenleiter ist rund 1000mal so breitbandig wie die leistungsfähigsten Satelliten im Mikrowellenbereich. Die optische Nachrichtenübertragung selbst wird durch den Wellenaspekt der elektromagnetischen Strahlung beschrieben, Emission, Verstärkung, ggf. Umwandlung und Absorption von Photonen dagegen durch den Teilchenaspekt. Aus diesem Dualismus und Grundkenntnissen in Nachrichtentechnik und Elektronik wird das Verständnis optischer Datenübertragungsstrecken entwickelt. Besondere Bedeutung haben Wellenlängenmultiplexsysteme mit hoher Kapazität – möglich sind >10 Tbit/s oder transozeanische Streckenlängen. **Inhalt** Optische Informationsübertragung (4 SWS, 6 Leistungspunkte): Diese Veranstaltung vermittelt ausgehend von den Grundlagen wie Maxwell-Gleichungen die Wellenausbreitung, ebenso Begriffe wie Polarisation und Führung von elektromagnetischer Wellen durch dielektrische Schichtwellenleiter und kreiszylindrische Wellenleiter, zu denen auch die Lichtwellenleiter (Glasfasern) gehören. Weiterhin werden Begriffe wie Dispersion und deren Auswirkung auf die Übertragung vermittelt. Darüber hinaus werden Komponenten wie Laser, Photodioden, optische Verstärker, optische Empfänger und Regeneratoren erläutert, ebenso Modulation und Signalformate wie Wellenlängenmultiplex. Hierbei werden die wichtigsten Zusammenhänge vermittelt. *Contents of the course Optische Informationsübertragung:* **Short Description** The course Optical Information Transmission (4 SWS, 6 credits) introduces into modern optical communications on which internet and telephony rely. This lecture will impart also knowledge on ultra-broadband communication systems. Every optical waveguide is about 1000 times as broadband as most efficient microwave communication satellites. Optical transmission can be explained by the wave model whereas effects like emission, absorption and amplification of photons are modeled by the particle aspect. This dualism and basic knowledge of communications and electronics lead to an understanding of optical communications. Wavelength multiplex has an eminent importance because of it's high capacity beyond 10Tbit/s or transoceanic spans. **Contents** Optical Information Transmission (4 SWS, 6 credits): This course explains the wave propagation by Maxwell's equations as well as terms as polarization and wave guiding by dielectric parallel waveguides and cylindrical waveguides as optical fibers. Furthermore, items as dispersion are explained and their effects on transmission. Beyond this, components like lasers, photodiodes, optical amplifiers and optical receivers and regenerators will be dealt with as well as modulation and signal formats like wavelength multiplex as an effective technique for broadband transmission. In this lecture, the most important contexts will be given.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- die Funktionsweise von Komponenten, Phänomenen und Systemen der Optischen Nachrichtentechnik zu verstehen, modellieren und anzuwenden und
- Kenntnisse der Optoelektronik anzuwenden.

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen,
- können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Domain competence:
After attending the course, the students will be able to

- describe, model and apply the function of components, systems and effects of optical communications and
- apply knowledge of optoelectronics

Key qualifications:
The students

- are able to apply the knowledge and skills to a wide range of disciplines,
- are able to make use of a methodical procedure when undertaking systematic analysis and
- are, due to the abstract and precise treatment of the contents, in a position to continue and develop their learning themselves

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Keine None
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Reinhold Noé

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Modulseite** http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177 *Hinweise der Lehrveranstaltung Optische Informationsübertragung:* --- **ACHTUNG - WICHTIGER HINWEIS** Die Lehrveranstaltung findet im WiSe 2026/27 bzw. im SoSe 2026 nicht statt. Bitte beachten Sie auch die Aushänge im Fachgebiet. --- **Lehrveranstaltungsseite** http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177 **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen mit Folien-Präsentation, • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner **Lernmaterialien, Literaturangaben** R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7 R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7 **Module Homepage** http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177 *Remarks of course Optische Informationsübertragung:* --- **ATTENTION - IMPORTANT NOTICE** The course doesn't take place in winter term 2026/27 summer term 2026. Please see the notice boards of the group. --- **Course Homepage** http://ont.uni-paderborn.de/index.php?2177 **Implementation** • Lectures using presentations via transparencies, • Exercise classes with exercise sheets and demonstrations on computer. **Teaching Material, Literature** R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7 R. Noe, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage / 2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN ISBN 978-3-662-49623-7

Regelungstechnik			
Automatic Control			
Modulnummer / Module number: M.048.41101	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11101 Regelungstechnik	2V 2Ü, WS	60	90	P	50/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11101 Automatic Control	2L 2Ex, WS	60	90	C	50/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Regelungstechnik:
Empfohlen: Bachelorlehrveranstaltungen zur Systemtheorie werden vorausgesetzt.

None

Prerequisites of course Regelungstechnik:
Recommended: Undergraduate-level systems theory

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Regelungstechnik:* **Kurzbeschreibung** Aufbauend auf die Systemtheorie Veranstaltung befasst sich dieser Kurs mit dem Entwurf von Regelungssystemen im Frequenzbereich und im Zustandsraum. Sowohl zeitkontinuierliche als zeitdiskrete Systeme werden untersucht. Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studenten der Ingenieurwissenschaften, er kann aber auch für Studenten der Physik und anderer Naturwissenschaften von Nutzen sein. **Inhalt** • Zeitbereichsanalyse und Systemverhalten von LTI-SISO-Systemen • Stabilitätsanalyse und das Wurzelortskurvenverfahren • Frequenzganganalyse: Bode- und Nyquist-Verfahren • Reglerentwurf und Kompensation • Zustandsrückführung und Polvorgabe (Polplatzierung) *Contents of the course Regelungstechnik:* **Short Description** This course builds on a systems theory course and focuses on the design of control systems, using transfer function and state space methods. Continuous-time as well as discrete-time systems are treated. The course is primarily intended to serve engineering students, but can also be useful to students in physics and other natural sciences. **Contents** • Time-Domain Analysis and Performance of LTI SISO Systems • Stability Analysis and the Root Locus Method • Frequency-Response Analysis: Bode and Nyquist Methods • Controller Design and Compensation • State-Feedback Control and Pole Placement
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachkompetenz** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • das dynamische Verhalten von rückgekoppelten Systemen mit linearer zeitinvarianter Dynamik zu analysieren • geeignete Regeleinrichtungen zu entwerfen. **Fachübergreifende Kompetenzen** Die Studierenden • können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen, • können methodenorientiertes Vorgehen bei der systematischen Analyse und Synthese einsetzen und • sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden

Domain competence:
After attending this course, students will be able to

- study the dynamics of feedback systems with linear time-invariant dynamics
- design appropriate control systems

Key qualifications:
Students learn

- to use systematic analysis and synthesis methods that can be employed in a variety of disciplines, both in engineering and natural sciences
- precise methods based on abstractions that can be used to further independent learning.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).

The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Erdal Kayacan
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Regelungstechnik:* **Lehrveranstaltungsseite** `https://en.ei.uni-paderborn.de/rat` **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen mit Tafeleinsatz und Folien-Präsentationen • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner und im Labor. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Literaturempfehlungen erfolgen während des Kurses. *Remarks of course Regelungstechnik:* **Course Homepage** `https://en.ei.uni-paderborn.de/rat` **Implementation** • Lectures using blackboard and slides • Tutorials with study guides, computer simulations and lab demonstrations **Teaching Material, Literature** Literature recommendations are made during the course.

Regenerative Energien			
Renewable Energies			
Modulnummer / Module number: M.048.11105	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.11105 Regnerative Energien	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.11105 Renewable Energies	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Regnerative Energien:
Keine

Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2.
Other degree courses: None

Prerequisites of course Regnerative Energien:
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Regnerative Energien:* **Kurzbeschreibung** Die Vorlesung vermittelt die Therorie und Anwendung erneuerbarer Energien, insbesondere der Solar- und Windenergie. Eingangs werden die Gründe für die Substitution fossiler & nuklearer Energiequellen dargestellt; es folgen Vorkommen, Potentialanalysen und spezifische Charakteristika erneuerbarer Energien. Ziel ist die intelligente Kombination verschiedener Energieformen um zu einer nachhaltigen, sicheren und preiswerten Energieversorgung zu gelangen. **Inhalt** Die Vorlesung Regenerative Energien behandelt die technischen Verfahren zur Wandlung regenerativer Energien und deren Speicherung sowie ihre Integration in bestehende Energieversorgungssysteme. Weiterhin wird das Entwickeln von Szenarien zukünftiger Energieversorgungsstrukturen mit regenerativen Energieanteilen innerhalb der wirtschaftlichen, gesetzlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen behandelt. Übersicht der Vorlesung Regenerative Energien *1. Photovoltaik* Einleitung *Aufbau und Funktionsweise einer Solarzelle* Herstellung einer Solarzelle *Elektrische Beschreibung von Solarzellen* Ersatzschaltbild *Eindiodenmodell* Zweidiodenmodell *Temperaturabhängigkeit* Leistungsfähigkeit einer Solarzelle *Photovoltaische Systeme* Reihenschaltung von Solarzellen *Parallelschaltung von Solarzellen (jeweils sowohl homogen als auch inhomogene?)* Solargenerator *Wechselrichter *2. Solarthermie* Einleitung *solare Einstrahlung* Solarthermische Energienutzung *Solarkollektoren* Konzentrierende Solarthermie *3. Windkraftnutzung* Einleitung *Nutzung und Leistung der Windenergie* Kräfte *Atmosphärenschichten* Messtechnik *Anemometrie* Windfahnen *Meteorologische Parameter* Kenngrößen der Windenergie *Bauformen von Windkraftanlagen* Widerstandsläufer *Auftriebsläufer* Vertikalachsenanlagen *Drehzahlregelung* Drehzahlvariable pitchgeregelte Anlagen *Momentregelung* Pitchregelung *Netzsynchrone Anlagen mit Stallregelung* Netzsynchrone Anlagen mit aktiver Stallregelung *Elektrische Maschinen* Synchromaschine *Asynchromaschine* Netzbetrieb *Windparks* Energieertragsprognose *4. Wasserkraftnutzung* Einleitung *Kraftwerkstypen* Laufwasserkraftwerk *Pumpspeicherkraftwerk* Dargebot der Wasserkraft *Turbinen für Wasserkraftwerke* Weitere technische Anlagen zur Wasserkraftnutzung *Wellenkraftwerke* Gezeitenkraftwerke *Meeresströmungskraftwerk *5. Weitere Nutzung regenerativer Energien *Biomasse* Vorkommen an Biomasse *Bioenergieträger* Biomasseanlagen *Geothermie* Geothermievorkommen *Geothermische Kraftwerkskonzepte* Kraft-Wärme-Kopplung mit geothermischer Energiequellen *Umweltaspekte und Risiken* Wärmepumpen *Brennstoffzellen und Wasserstofferzeugung* Wasserstofferzeugung und Speicherung *Brennstoffzellen *6. Speicherung

	Contents of the course Regnerative Energien: **Short Description** The lecture teaches the theory and application of renewable energies, especially solar and wind energy. At the beginning the reasons for the substitution of fossil & nuclear energy sources are presented; this is followed by occurrences, potential analyses and specific characteristics of renewable energies. The goal is the intelligent combination of different forms of energy in order to achieve a sustainable, secure and inexpensive energy supply. **Contents** The lecture Regenerative Energies deals with the technical processes for the conversion of renewable energies and their storage as well as their integration into existing energy supply systems. Furthermore, the development of scenarios of future energy supply structures with regenerative energy shares within the economic, legal and social framework conditions is treated. Overview of the lecture Regenerative Energies *1. photovoltaics* Introduction *Construction and function of a solar cell* Manufacture of a solar cell *Electrical description of solar cells* Equivalent circuit diagram *Single diode model* Two diode model *Temperature dependence* Power capability of a solar cell *Photovoltaic systems* series connection of solar cells *Parallel connection of solar cells (both homogeneous and inhomogeneous?)* Solar generator *Inverter *2. solar thermal* introduction *solar irradiation* solar thermal energy use *solar collectors* concentrating solar thermal energy *3. wind power utilization* Introduction *Use and performance of wind energy* Power *atmospheric layers* Measurement techniques *Anemometry* wind vanes *Meteorological parameters* Known parameters of wind energy *Designs of wind turbines* Resistive rotors *Lift rotors* Vertical axis turbines *Rotation speed control* Variable speed pitch controlled turbines *torque control* pitch control *Net synchronous plants with stall control* Net synchronous plants with active stall control *Electric machines* Synchronous machine *Asynchronous machine* grid operation *wind farms* Energy yield forecast *4. hydropower utilization* Introduction *Types of power plants* River power plant *Pumped storage power plant* Driven hydroelectric power *Turbines for hydroelectric power plants* Other technical equipment for hydropower utilization *Wave power plants* Tidal power plants *Sea current power plant *5. further utilization of renewable energies *Biomass* Resources of biomass *Bioenergy sources* biomass plants *geothermal energy* Geothermal energy deposits *Geothermal power plant concepts* Cogeneration with geothermal energy sources *Environmental aspects and risks* Heat pumps *Fuel cells and hydrogen production* Hydrogen production and storage *Fuel cells *6. storage
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen** / **Learning outcomes and competences:** Funktionsweisen erneuerbarer Energien, insbesondere Wasserkraft, Photovoltaik und Windenergie, werden in diesem Modul vermittelt. Ihre Anwendung, die damit verbundenen Probleme sowie deren Lösung sind ein wichtiger Teil der Lernergebnisse. Darüber hinaus wird außerdem ein Blick auf weitere regenerative Energieträger geworfen, die in der heutigen Zeit noch keine große Anwendung finden. Perspektiven sowie Probleme werden beleuchtet. Operation of renewable energies (in particular hydro power, photovoltaics, and wind energy) are taught in this module. Their application, the associated problems as well as their solutions are a significant part of the learning outcomes. In addition, a look is also taken at other renewable energy sources that are not yet widely used today. Perspectives as well as problems will be highlighted.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-180 min oder 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written or Oral Examination</td><td>120-180 min or 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5, UF Technik Lehramt GyGe Master v5</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr.-Ing. Stefan Krauter</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Regnerative Energien:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit begleitender Übung. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Playlist der Videos der Vorlesung: https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlrLZ8LfzuMKaedZzaG_H0HN Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Volker Quaschning Skript Elektrische Energietechnik; Stefan Krauter Solar Electric Power Generation -photovoltaic Energy Systems: Modeling of Optical and Thermal Performance, Electrical Yield, Energy Balance, Effect on Reduction of Greenhouse Gas Emissions; Stefan Krauter Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit; Erich Hau Einführung in die Windenergietechnik; Alois P. Schaffarczyk *Remarks of course Regnerative Energien:* **Methodical approach** Lecture with related Exercise **Teaching Material, Literature** Playlist of videos of lecture: https://youtube.com/playlist?list=PLpgi7D_IhqlrLZ8LfzuMKaedZzaG_H0HN

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)			
Programmable Logic Control (PLC)			
Modulnummer / Module number: M.048.11112	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.048.11112 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	2V 2Ü, WS	60	120	P	30/30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.11112 Programmable Logic Control (PLC)	2L 2Ex, WS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS):
Keine

Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2.
Other degree courses: None

Prerequisites of course Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS):
None

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS):* **Kurzbeschreibung** Das Lehrveranstaltung führt in die Grundlagen der Automatisierungstechnik mit Hilfe von Speicherprogrammierbaren Steuerungen in Hinblick auf den Lehrstoff in Berufskollegs ein. Dieses geschieht am Beispiel der IEC 61131-3, welche die Basis aller verwendenten SPS-Sprachen ist. Neben der theoretischen Betrachtung wird innerhalb des Moduls dieses innerhalb kleiner Projekte an der Hardware Siemens S7-1200 umgesetzt, dokumentiert und präsentiert. **Inhalt** • Einführung • Aufbau und Funktion von Automatisierungsgeräten • Grundzüge der Programmiernorm IEC 61131-3 • Einführung in die Programmiersprachen AWL, KOP, FUP und deren Abwandlungen • Einführung in die Hochsprachen ST und AS • evtl. Ausblick auf weitere in Bezug stehender Themen • Praxis: Umsetzung eines kleines Projektes inkl. Dokumentation und Präsentation *Contents of the course Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS):* **Short Description** The module introduces the basics of automation technology with the help of programmable logic controllers with regard to the subject matter in vocational colleges. This is done using the example of IEC 61131-3, which is the basis of all PLC languages used. In addition to the theoretical consideration, this is implemented within the module within small projects on the hardware Siemens S7-1200, documented and presented. **Contents** • Introduction • Structure and function of automation devices • Basic structure of the programming standard IEC 61131-3 • Introduction to the programming languages IL, LD, FBD and their modifications • Introduction to the high-level languages ST and SFC • Possibly outlook on further related topics • Practice: Implementation of a small project incl. documentation and presentation

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Nach Bestehen dieses Moduls können die Studierenden

- Aufbau und Struktur speicherprogrammierbarer Steuerungen erläutern
- speicherprogrammierbare Steurungen nach IEC 61131-3 in AWL, KOP und FUP programmieren
- speicherprogrammierbare Sterungen in ST und AS programmieren
- eine speicherprogrammierbare Steuerung in der Software “TIA-Portal” pojektieren, simulieren und programmieren

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden lernen

- die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einzusetzen
- erweitern ihre Kooperations- und Teamfähigkeit sowie Präsentationskompetenz bei der Bearbeitung des Projektes
- erwerben eine fachbezogene Fremdsprachenkompetenz.

Domain competence:
After passing this module, students will be able to

- explain the design and structure of programmable logic controllers
- program programmable logic controllers according to IEC 61131-3 in AWL, KOP and FUP
- program programmable logic controllers in ST and AS
- project, simulate and program a programmable logic controller in the software “TIA-Portal

Key qualifications:
The students learn

- to transfer the learned skills also to other disciplines,
- extend their cooperation and team capabilities as well as the presentation skills in the context of solving the project
- learn strategies to acquire knowledge from literature and internet.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or Oral Examination	120-180 min or 30-45 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** keine none
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5, UF Technik Lehramt GyGe Master v5
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** Das Modul / die Lehrveranstaltung ist auf 12 Plätze begrenzt. Das Modul ist vorrangig für Studierende der Master-Studiengänge Lehramt an Berufskollegs für Elektrotechnik bzw. Maschinenbau. Freie Plätze werden dann an Studierende der anderen Studiengänge nach dem Windhundverfahren vergeben. The module / course is limited to 12 participants. This module is primarily for students of the master's degree programs in teaching at vocational colleges for electrical engineering or mechanical engineering. Free places are then allocated to students of the other degree programs on a first-come, first-served basis.

Zeitdiskrete Signalverarbeitung			
Discrete-Time Signal Processing			
Modulnummer / Module number: M.048.10908	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.10908 Zeitdiskrete Signalverarbeitung	2V 2Ü, SS	60	120	P	30/30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.048.10908 Discrete-Time Signal Processing	2L 2Ex, SS	60	120	C	30/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

Keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zwingend für WGBAET: Erfolgreicher Abschluss der nach Studienverlaufsplan im 1. und 2. Fachsemester abzuschließenden Module.
Andere Studiengänge: Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Zeitdiskrete Signalverarbeitung:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Nachrichtentechnik und Signaltheorie

Mandatory for WGBAET: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2.
Other degree courses: None

Prerequisites of course Zeitdiskrete Signalverarbeitung:
Recommended: Previous knowledge from the course Communications Engineering and Signal Theory

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Zeitdiskrete Signalverarbeitung:* **Kurzbeschreibung** Die Vorlesung Zeitdiskrete Signalverarbeitung gibt eine Einführung in elementare Techniken der digitalen Signalverarbeitung. Es wird besonderer Wert auf eine möglichst anschauliche und praxisorientierte Beschreibung gelegt. Die Studierenden sammeln eigene praktische Erfahrung in den Übungen durch den Einsatz von Python. **Inhalt** • Beschreibung zeitdiskreter Signale und Systeme im Zeit- und Frequenzbereich • Differenzengleichungen und z-Transformation • Entwurf digitaler Filter (FIR und IIR Filter) • Diskrete und schnelle Fouriertransformation • Realisierung von Filtern im Frequenzbereich, Overlap-Add und Overlap-Save • Multiratensignalverarbeitung *Contents of the course Zeitdiskrete Signalverarbeitung:* **Short description** The lecture Time Discrete Signal Processing gives an introduction to elementary techniques of digital signal processing. Special emphasis is placed on a description that is as descriptive and practice-oriented as possible. Students gain their own practical experience in the exercises through the use of Python. **Content • Description of discrete-time signals and systems in the time and frequency domains. • Difference equations and z-transform • Design of digital filters (FIR and IIR filters) • Discrete and fast Fourier transforms • Realization of filters in the frequency domain, overlap add and overlap save • Multirate signal processing

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Fachkompetenz:
Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,

- Zeitdiskrete Signale und Systeme im Zeit- und Frequenzbereich mit Methoden der Signalverarbeitung zu beschreiben
- Zeitdiskrete Systeme bzgl. Stabilität, Einschwingverhalten etc. zu analysieren und zu bewerten
- Selbständig digitale Filter mit vorgegebenen Eigenschaften zu entwerfen
- Digitale Filter recheneffizient in Software zu realisieren
- Auch komplexere Signalverarbeitungsalgorithmen recheneffizient in Python zu implementieren

Fachübergreifende Kompetenzen:
Die Studierenden

- Haben weitreichende Fertigkeiten in Python erworben, die sie auch außerhalb der Realisierung von Signalverarbeitungsalgorithmen einsetzen können
- Können aus einer vorgegebenen Aufgabenstellung ein Programm entwerfen, realisieren, testen und die erzielten Ergebnisse auswerten, anschaulich präsentieren und diskutieren
- Können in einer Gruppe umfangreichere Aufgabenstellungen gemeinsam analysieren, in Teilaufgaben zerlegen und lösungsorientiert bearbeiten

Specialized competence:
After attending the course, students will be able to,

- describe discrete-time signals and systems in the time and frequency domain using signal processing methods
- Analyze and evaluate discrete-time systems with respect to stability, transient response, etc.
- Independently design digital filters with given properties
- Implement digital filters in software in a computationally efficient manner
- Implement more complex signal processing algorithms in a computationally efficient manner in Python.

Cross-disciplinary competencies:
Students will

- Have acquired extensive skills in Python that they can apply outside the realization of signal processing algorithms
- Are able to design, implement and test a program from a given task and evaluate, present and discuss the obtained results in a descriptive way
- Can analyze more extensive tasks together in a group, break them down into subtasks and work on them in a solution-oriented manner.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-180 min oder 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written or Oral Examination</td><td>120-180 min or 30-45 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
BF Automatisierungstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, BF Elektrotechnik Lehramt BK Master v5, BF Informationstechnik Lehramt BK affine Fächer Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v7 (EBA v7), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V5</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Dr.-Ing. Jörg Schmalenströer</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Zeitdiskrete Signalverarbeitung:* **Lehrveranstaltungsseite** `https://ei.uni-paderborn.de/nt/lehre/veranstaltungen/zeitdiskrete-signalverarbeitung` **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen mit überwiegendem Tafeleinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation • Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner • Praktische Übungen mit Matlab, in denen Studierende eigenständig Lösungswege erarbeiten und Signalverarbeitungsalgorithmen implementieren, testen, sowie Ergebnisse auswerten **Lernmaterialien, Literaturangaben** Bereitstellung eines ausführlichen Skripts und stichwortartiger Zusammenfassungsfolien für jede Vorlesung **Weitere Literatur** • G. Doblinger, Zeitdiskrete Signale und Systeme, J. Schlembach Fachverlag, 2007 *Remarks of course Zeitdiskrete Signalverarbeitung:* **Course Homepage** https://ei.uni-paderborn.de/en/nt/teaching/veranstaltungen/time-discrete-signal-processing **Methodical implementation** • Lectures with predominant use of blackboard, occasional slide presentation • Classroom exercises with exercise sheets and demonstrations on the computer • Practical exercises with Matlab, in which students work out solutions independently and implement signal processing algorithms, test them and evaluate the results. **Learning materials, bibliography**. Provision of a detailed script and keyword summary slides for each lecture. **Further Reading** • G. Doblinger, Zeitdiskrete Signale und Systeme, J. Schlembach Fachverlag, 2007

2.3 Wahlpflichtbereich Informatik

2.3.1 Bereich Computersysteme

Bereich / Area	Computer Systeme / Computer Systems
Module / Modules	* Einführung in Hochleistungsrechnen * Eingebettete Systeme * Embedded Machine Learning * IT-Sicherheit * Verteilte Systeme
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung / Written or Oral Examination
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min / 120-180 min or 30-45 min
Lernziele / Learning objectives	

In diesem Wahlpflichtbereich können Module aus dem Bereich Computer Systeme in der Informatik gewählt werden. Dadurch wird die Fokussierung auf wichtige Themen des Computer Engineering gesichert.

Einführung in Hochleistungsrechnen			
Introduction to High-Performance Computing			
Modulnummer / Module number: M.079.01226	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.079.05602 Einführung in Hochleistungs-rechnen	V2 Ü3	75	105	P	25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05602 Introduction to High-Performance Computing	L2 Ex3	75	105	C	25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Einführung in Hochleistungsrechnen:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Rechnerarchitektur* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Einführung in Hochleistungsrechnen:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the module *Computer Architecture* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in Hochleistungsrechnen:* Hochleistungsrechner sind eine zentrale Technologie für Modellierung, Simulation und Datenanalyse in zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen. Dieses Modul ist eine erste Einführung in das Hochleistungsrechnen und vermittelt einen Überblick über die Architektur, Leistungsbewertung, Programmierung und Optimierung paralleler Computersysteme. Im Fokus steht dabei die Erarbeitung eines übergreifenden Verständnisses von Hardwarearchitektur und Methoden der performance-orientierten Programmierung in Theorie und Praxis. Zur Vermittlung praktischer Fähigkeiten beinhaltet die Lehrveranstaltung auch einen erheblichen Anteil von Programmierübungen und Praktika auf Hochleistungsrechnern. Dabei werden sowohl Anwendungen aus dem Bereich der Computersimulation, wie auch aus dem Bereich der Datanalyse betrachtet. Als Programmiersprache kommt die Sprache Julia zum Einsatz, die moderne dynamische Programmierparadigmen mit hoher Performanz vereint und besonders für numerische Berechnungen, Datenanalyse und Hochleistungsrechnen geeignet ist. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Übersicht über die Architektur von Parallel- und Hochleistungsrechnern • Leistungsbewertung von parallelen Programmen und Hochleistungsrechnern • Modelle und Programmiermuster für parallele Programmierung • Optimierung serieller Programme • Vektorisierung • Parallelisierung mit gemeinsamem Speicher (Multi-threading) • Parallelisierung mit verteiltem Speicher • Anwendungen und Fallstudien • Beschleuniger (GPU) *Contents of the course Einführung in Hochleistungsrechnen:* High-performance computing is a key technology for modeling, simulation, and data analysis in numerous scientific and engineering applications. This module provides an introduction to high performance computing and gives an overview of the architecture, performance evaluation, programming and optimization of parallel computer systems. The focus is on developing an joint understanding of hardware architecture and methods of performance-oriented programming in theory and practice. In order to impart practical skills, the course also includes a considerable amount of programming exercises and practical training on high-performance computers. Applications from the area of computer simulation as well as from the area of data analysis are considered. The programming language used is Julia, which combines modern dynamic programming paradigms with high performance and is especially suited for numerical computation, data analysis and high performance computing. Topic Overview: • Overview of parallel and high-performance computing architecture. • Performance evaluation of parallel programs and high-performance computers • Models and programming patterns for parallel programming • Optimization of serial programs • Vectorization • Parallelization with shared memory (multi-threading) • Parallelization with distributed memory • Applications and case studies • Accelerators (GPU)

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Nach Abschluss dieses Moduls können Studierende

- die grundlegenden Ansätze zur Modellierung, Leistungsbewertung und Optimierung von Rechnersystemen erklären und auf Fallstudien anwenden.
- die Ebenen von Parallelverarbeitung in modernen Rechnersystemen benennen, ihre Eigenschaften charakterisieren und daraus Optimierungsstrategien ableiten.
- Programmiertechniken zur Parallelverarbeitung beim Entwurf und der Implementierung von Software praktisch anwenden
- Parallele Anwendungen auf Hochleistungsrechnern ausführen und eine Leistungsbewertung durchführen.

Upon completion of this module, students will be able to

- explain the basic approaches to modeling, performance evaluation, and optimization of computer systems and apply them to case studies.
- name the levels of parallel processing in modern computer systems, characterize their properties, and derive optimization strategies from them.
- practically apply programming techniques for parallel processing in the design and implementation of software.
- run parallel applications on high performance computers and perform performance evaluation.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

	none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Plessl
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Einführung in Hochleistungsrechnen:* **Methodische Umsetzung** In der Vorlesung werden die Grundlagen, Begriffe und Methoden des Hochleistungsrechnens vermittelt und mit Programmierbeispielen veranschaulicht. In den begleitenden Übungen werden die theoretischen Grundlagen vertieft und im begleitenden Praktikum in Programmierübungen anhand praktischer Fallstudien und kleinen Projekten in Kleingruppen selbst erprobt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien • Programmierbeispiele • Webseite *Remarks of course Einführung in Hochleistungsrechnen:* **Implementation method** In the lecture, the basics, terms and methods of high-performance computing are taught and illustrated with programming examples. In the accompanying exercises, the theoretical basics are deepened and tested in the accompanying practical course in programming exercises using practical case studies and small projects in small groups. **Learning Material, Literature** • Lecture slides • Programming examples • Companion web page

Eingebettete Systeme			
Embedded Systems			
Modulnummer / Module number: M.079.01211	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05620 Eingebettete Systeme	V3 Ü2	75	105	P	50/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05620 Embedded Systems	L3 Ex2	75	105	C	50/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Rechnerarchitektur*, *Betriebssysteme* sowie *Programmierung* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Eingebettete Systeme:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Computer Architecture*, *Operating Systems* and *Programming* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* Eingebettete Systeme sind informationsverarbeitende Systeme, die in einen physikalischen Prozess oder eine physikalische Umgebung eingebunden sind. Beispiele dafür finden sich in der Industrieautomatisierung, der Robotik, der Automobiltechnik, in medizintechnischen Produkten und in der Konsumerelektronik. Die verwandten Begriffe Software-intensive Systeme und Cyber-physikalische Systeme beschreiben solche eingebettete Systeme und betonen den zunehmenden Softwareanteil und die Kombination der beiden Aspekte der digitalen Informationsverarbeitung (cyber) und der physikalischen Prozesse (physical). Die Veranstaltung bietet eine Einführung in eingebettete Systeme mit ihren Hardware- und Softwareanteilen und umfasst folgende Inhalte: • Einführung in eingebettete Systeme • Spezifikationsmodelle für eingebettete Systeme: zustandsorientierte und datenflussorientierte Modelle • Zielarchitekturen: General-Purpose Prozessoren, Digitale Signalprozessoren, Mikrokontroller, ASIPs, FPGAs und ASICs, Systems on Chip • Reaktive und Echtzeitsysteme: Taskdefinitionen, Programmierparadigmen, Echtzeitscheduling, gemeinsam genutzte Ressourcen • Performance und Energie: Analyse der Worst-case Execution Time (WCET), Energiemetriken, Techniken zur Energieminimierung *Contents of the course Eingebettete Systeme:* Embedded systems are information-processing systems that are integrated into a physical process or environment. Examples can be found in industrial automation, robotics, automotive technology, medical technology products and consumer electronics. The related terms software-intensive systems and cyber-physical systems describe such embedded systems and emphasise the increasing software content and the combination of the two aspects of digital information processing (cyber) and physical processes (physical). The course offers an introduction to embedded systems with their hardware and software layers and includes the following contents: • Introduction to embedded systems • Specification modes for embedded systems: state-based and dataflow-based models • Target architectures: General-purpose processors, digital signal processors, micro controllers, ASIPs, FPGAs and ASICs, Systems on Chip • Reactive and real-time systems: Task definitions, Programming paradigms, real-time scheduling, shared resources • Performance and energy: Analysis of the Worst-case Execution Time (WCET), energy metrics, techniques for energy reductions
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • die Eigenschaften eingebetteter Systeme und ihrer Varianten benennen, • Spezifikationsmodelle für eingebettete Systeme mit ihren Eigenschaften erklären, • Ansätze zur Programmierung von Echtzeitsystemen erklären, • Methoden zur Analyse von Echtzeiteigenschaften für Uniprozessorsysteme auswählen und anwenden, • Methoden zur Bestimmung der Worst-case execution time auswählen und anwenden und • die Bedeutung von Performance- und Energiemetriken einschätzen.

Students will be able to

- name characteristics of embedded systems and their variants,
- explain specification models for embedded systems with their properties,
- explain programming paradigms for real-time systems,
- select and apply methods for the analysis of real-time properties for uniprocessor systems,
- select and apply methods for determining the worst-case execution time, and
- assess the importance of performance and energy metrics.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Eingebettete Systeme“. Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Embedded Systems”.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und Rechen- sowie praktischen Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Rechenübungen werden Aufgaben ausgegeben und deren Lösungen während einer Übungseinheit vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich werden Quizze zur Lernerfolgskontrolle angeboten. In den praktischen Übungen werden Aufgaben ausgegeben und als Programmierbeispiele mit einem Echtzeitbetriebssystem auf einem eingebetteten Prozessor in Gruppen von einem bis drei Teilnehmern umgesetzt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Aufgabenblätter für Rechenübungen, Quizze • Aufgabenblätter für Programmierbeispiele, technische Dokumentationen • Peter Marwedel: Embedded System Design, 4th edition, Springer, Open Access, 2021 • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Remarks of course Eingebettete Systeme:
Implementation Method
The course consists of a lecture and paper&pencil and practical exercises. The lecture is held with beamer and blackboard. In the paper&pencil exercises, problems are handed out and their solutions are presented and discussed during a later practice session. In addition, quizzes are offered to check the learning success. In the practical exercises, tasks are handed out and implemented in groups of one to three participants as programming examples with a real-time operating system on an embedded processor.
Learning Material, Literature

- Lecture slides, exercise sheets for paper&pencil exercises, quizzes
- Task descriptions for programming examples, technical documentation
- Peter Marwedel: Embedded System Design, 4th edition, Springer, Open Access, 2021
- Additional literature will be announced in the course.

Embedded Machine Learning			
Embedded Machine Learning			
Modulnummer / Module number: M.079.2331	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.079.05648 Embedded Machine Learning	V2 Ü3	75	105	P	100/30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05648 Embedded Machine Learning	L2 Ex3	75	105	C	100/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Embedded Machine Learning:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen Programmierung 1, Rechnerarchitektur und Einführung in Data Science sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Embedded Machine Learning:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules Programming 1, Computer Architecture and Introduction to Data Science are beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Embedded Machine Learning:* Eingebettetes maschinelles Lernen bezeichnet die Integration von Verfahren des maschinellen Lernens in eingebettete Systeme mit stark begrenzten Rechen-, Speicher- und Energieressourcen. Im Gegensatz zu cloudbasierten Ansätzen erfolgt die Datenverarbeitung und Inferenz lokal auf dem Zielsystem, beispielsweise auf Mikrocontrollern oder spezialisierten System-On-Chip Plattformen. Intelligente Funktionen werden direkt dort ausgeführt, wo Daten entstehen. Dadurch lassen sich Reaktionszeiten reduzieren, Energie sparen und Datenschutz erhöhen. Die wachsende Bedeutung des eingebetteten maschinellen Lernens ergibt sich aus der zunehmenden Verbreitung vernetzter Geräte und dem Bedarf an autonomer Entscheidungsfindung in Echtzeit. Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Konzepte und Methoden des maschinellen Lernens für eingebettete Systeme und behandelt deren praxisnahe Umsetzung unter Einsatz aktueller Entwicklungswerkzeuge. • Einführung in eingebettetes maschinelles Lernen • Sensoren, Datenaufnahme und Signalvorverarbeitung • Klassische Verfahren des maschinellen Lernens, z.B. k-Nearest Neighbor, Support Vector Machine, Decision Tree • Neuronale Netzwerke und Deep Learning, z.B. Multilayer-Perceptron, Convolutional Neural Network • Bibliotheken, Programmierschnittstellen und Frameworks für maschinelles Lernen, z.B. SiKit-Learn, PyTorch, TensorFlow, Keras • Modellkompression: Pruning und Quantisierung • Prozessoren und Hardwarebeschleuniger *Contents of the course Embedded Machine Learning:* Embedded machine learning refers to the integration of machine learning processes into embedded systems with severely limited computing, memory, and energy resources. In contrast to cloud-based approaches, data processing and inference take place locally on the target system, for example on microcontrollers or specialized system-on-chip platforms. Intelligent functions are executed directly where data is generated. This reduces response times, saves energy, and increases data protection. The growing importance of embedded machine learning stems from the increasing prevalence of networked devices and the need for autonomous real-time decision-making. The course teaches fundamental concepts and methods of machine learning for embedded systems and covers their practical implementation using current development tools. • Introduction to embedded machine learning • Sensors, data acquisition, and signal preprocessing • Classical machine learning methods, e.g., k-nearest neighbor, support vector machine, decision tree • Neural networks and deep learning, e.g., multilayer perceptron, convolutional neural network • Libraries, programming interfaces, and frameworks for machine learning, e.g., SiKit-Learn, PyTorch, TensorFlow, Keras • Model compression: pruning and quantization • Processors and hardware accelerators

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Die Studierenden können

- den Aufbau und die Herausforderungen von Systemen des eingebetteten maschinellen Lernens benennen,
- die Funktionsweise von klassischen Verfahren des maschinellen Lernens und von tiefen neuronalen Netzen erklären,
- für gegebene Anwendungsfälle Verfahren des maschinellen Lernens auswählen und anwenden,
- Hardwareumgebungen und Software-Werkzeuge auswählen und anwenden,
- Methoden zur Modellkompression erklären und
- die Bedeutung von Parametern wie Genauigkeit der Modelle, Latenz und Durchsatz, Speicherbedarf und Energiebedarf einschätzen.

Students will be able to

- describe the structure and challenges of embedded machine learning systems,
- explain how classical machine learning methods and deep neural networks work,
- select and apply machine learning methods for given use cases,
- select and apply hardware environments and software tools,
- explain methods for model compression, and
- assess the significance of parameters such as model accuracy, latency and throughput, memory requirements, and energy consumption.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

	zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
	a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung Passing of course achievement
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Embedded Machine Learning:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung gliedert sich in eine Vorlesung sowie in Rechen- und praktische Übungen. Die Vorlesung wird mittels Beamerpräsentationen und Tafelanschrieb durchgeführt. In den Rechenübungen werden Aufgaben gestellt, deren Lösungen im Rahmen der Übungseinheiten erarbeitet, vorgestellt und diskutiert werden. Die praktischen Übungen umfassen die Bearbeitung ausgewählter Aufgaben anhand konkreter Anwendungsbeispiele, die auf einem eingebetteten System mit einem 32-Bit-Mikrocontroller (STM32) und entsprechender Sensorik umgesetzt werden. Die Implementierung erfolgt in den Programmiersprachen Python und C. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Aufgabenblätter für Rechenübungen • Aufgabenblätter für Anwendungsbeispiele, technische Dokumentationen • Cem Ünsalan, Berkan Höke, Eren Atmaca: Embedded Machine Learning with Microcontrollers, Springer, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-70912-8 • Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, https://www.deeplearningbook.org • Andriy Burkov: The hundred-page machine learning book • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Remarks of course Embedded Machine Learning:
Implementation Method
The course is divided into lectures and computational and practical exercises. The lectures are conducted with the aid of projector presentations and blackboard notes. In the computational exercises, tasks are set whose solutions are worked out, presented, and discussed during the exercise sessions. The practical exercises involve working on selected tasks using concrete application examples, which are implemented on an embedded system with a 32-bit microcontroller (STM32) and corresponding sensor technology. The implementation is carried out in the programming languages Python and C.
Learning Material, Literature

- Lecture slides, worksheets for calculation exercises
- Worksheets for application examples, technical documentation
- Cem Ünsalan, Berkan Höke, Eren Atmaca: Embedded Machine Learning with Microcontrollers, Springer, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-70912-8
- Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, https://www.deeplearningbook.org
- Andriy Burkov: The hundred-page machine learning book
- Further literature will be announced during the course.

IT-Sicherheit			
IT Security			
Modulnummer / Module number: M.079.01515	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language:	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05403 IT-Sicherheit	V2 Ü2	60	90	P	150/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05403 IT Security	L2 Ex2	60	90	C	150/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* In der Vorlesung werden die wesentlichen Begriffe und Probleme der IT Sicherheit vorgestellt. Es werden klassische und moderne Angriffstechniken auf Netzwerkprotokolle, Passwort-Datenbanken, Computersysteme und Webanwendungen vorgestellt und geeignete Gegenmaßnahmen diskutiert. Hierzu gehört auch die Vorstellung praxisrelevanter kryptographischer Protokolle und Algorithmen sowie deren Sicherheitseigenschaften. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Ausgewählte Sicherheitsprobleme • Sicherheitsziele und Sicherheitsmodelle • Grundlagen der angewandten Kryptographie • Kryptographische Protokolle und Angriffe • Netzwerksicherheit • Anwendungssicherheit *Contents of the course IT-Sicherheit:* This course introduces and discusses foundational concepts and problems of IT security. Classical and modern attack techniques on network protocols, password databases, computersystems and Web applications are described, and suitable countermeasures are discussed. This includes in particular the introduction of cryptographic protocols and algorithms with practical relevance, as well as their security properties. The course includes the following contents: • Selected security problems • Security goals and security models • Foundations of applied cryptography • Cryptographic protocols and attacks • Network security • Application security
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • die wesentlichen Konzepte, Methoden und Mechanismen zum Schutz von Daten und Systemen vor Manipulation und Missbrauch verstehen • Konzepte zur Erhöhung der Systemsicherheit korrekt einsetzen • einfache Sicherheitsprotokolle entwickeln und bewerten • die Ursachen von Sicherheits-Problemen heutiger Systeme verstehen • praktische Sicherheitsevaluierung von grundlegenden Applikationen und kryptographischen Protokollen durchführen

Students will be able to

- understand the essential concepts, methods, and mechanisms for protecting data and systems from manipulation and misuse
- use concepts to increase the security of systems correctly
- develop and evaluate simple security protocols
- understand the causes of security problems in today's systems
- conduct practical security evaluations of basic applications and cryptographic protocols

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung "IT-Sicherheit".

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course "IT Security".

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* **Methodische Umsetzung:** Die Inhalte werden durch eine Präsentation in Form einer Vorlesung mit Beamer vermittelt. Dazu werden sie in Präsenzübungen in Kleingruppen, sowie durch individuelle praktische Aufgaben vertieft. **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Wissenschaftliche Literatur • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course IT-Sicherheit:* **Implementation method:** The topics are conveyed through lecture presentations. They are further deepened in practical exercises in small groups, as well as through individual practical tasks. **Learning Material, Literature:** • Lecture slides and exercise sheets • Scientific literature • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings and Lawrie Brown • Additional literature will be announced in the course.

Rechnernetze			
Computer Networks			
Modulnummer / Module number: M.079.2312	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05501 Rechnernetze	V2 Ü3	75	105	WP	60/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05501 Computer Networks	L2 Ex3	75	105	CE	60/30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Die Module Programmierung, Programmiersprachen, Software Engineering, Datenbanksysteme, Modellierung, Datenstrukturen und Algorithmen, Digitaltechnik, Analysis für Informatiker und Lineare Algebra für Informatiker müssen bestanden sein. Bei Studierenden des Nebenfachs Mathematik werden dabei die Module „Analysis 1“ und „Lineare Algebra 1“ statt der Module „Analysis für Informatiker“ und „Lineare Algebra für Informatiker“ berücksichtigt.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung oder vergleichbar.

	The modules Programming, Programming Languages, Software Engineering, Database Systems, Modelling, Data Structures and Algorithms, Digital Design, Calculus for Computer Science and Linear Algebra for Computer Science must have been passed. For students of the minor subject Mathematics, the modules “Calculus 1” and “Linear Algebra 1” are taken into account instead of the modules “Calculus for Computer Science” and “Linear Algebra for Computer Science”. *Prerequisites of course Rechnernetze:* **Recommended Proficiencies** Operating system and system software basics.
4	**Inhalte** / **Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnernetze:* Das Internet ist schon seit Jahrzehnten der Motor unserer digitalen Welt. Es ist auch eine der wichtigsten Erfindungen in der Geschichte der Menschheit. Während jeder das Internet für verschiedene Sachen wie Nachrichten, soziale Netzwerke und Videokonferenzen nutzt, verstehen nur wenige, wie es wirklich funktioniert. In diesem Kurs geht es um die Details des Internets und die wichtigen Schichten in seiner Architektur. Wir schauen uns vor allem diese Konzepte an: • Physikalische Schicht: Übertragungsmedium, Signal, Codierung und Modulation, grundlegende Grenzen • Datenverbindungsschicht: Framing, Fehlererkennung und -korrektur, drahtlose Netzwerke, Ethernet • Netzwerkschicht: Adressierung, IP-Weiterleitung, Routing-Algorithmen, OSPF, BGP • Transportschicht: Zuverlässigkeit, UDP, TCP, Überlastungskontrolle • Anwendungsschicht: DNS, Web, Video-Streaming, Linux-Netzwerkstack *Contents of the course Rechnernetze:* The Internet has been powering our digital society for decades. The Internet is also one of the most important inventions in human history. While everyone uses the Internet for different activities, including messaging, social networking, and video conferencing, the main principles behind the construction of the Internet are only accessible to a few. This course will dive into the low-level details of the Internet, covering the important layers in the layered architecture of the Internet design. Specifically, we will cover the following concepts: • Physical layer: transmission medium, signal, encoding and modulation, fundamental limits • Data link layer: framing, error detection and correction, wireless networks, Ethernet • Network layer: addressing, IP forwarding, routing algorithms, OSPF, BGP • Transport layer: reliability, UDP, TCP, congestion control • Application layer: DNS, Web, video streaming, Linux network stack

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Die Teilnehmer sind in der Lage

- die Grundprinzipien von Computernetzwerken und dem Internet zu erklären.
- die Schichtenarchitektur zu beschreiben und die wesentliche(n) Funktion(en) jeder Schicht zu erklären.
- grundlegende Informationstheorie und Netzprotokollspezifikationen anzuwenden, um Netzeigenschaften wie maximale Bitrate, Größe des Congestion Window, Datenübertragungszeit usw. zu berechnen
- Netzwerkprotokolle zu implementieren, um eigene spezifische Netzwerke aufzubauen.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

Students are able to

- explain the basic principles of computer networks and the Internet.
- describe the layered architecture and explain the essential function(s) in each layer.
- apply basic information theory and network protocol specifications to calculate network properties such as maximum bit rate, congestion window size, data transfer time, etc.
- implement network protocols to build own customized networks.

Non-cognitive Skills:

- Commitment
- Learning competence

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden werden Art und Dauer der Prüfungsleistung spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination	90-120 min or 40 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Schriftliche Übungsaufgaben oder Mitarbeit in Kleinprojekt		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Written exercises or participation in small project		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 2).

The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Prof. Dr. Lin Wang

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Methodische Umsetzung
Foliengestützte Vorlesungen mit Diskussionen an der Tafel, begleitet von Übungen als Hausaufgaben und Bonus-Laborbeschreibungen.
Lernmaterialien, Literaturangaben

- Folien, Handouts, Übungsaufgaben
- Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, David Wetherall. Computer Networks (6th edition).
- Larry Peterson, Bruce Davie. Computer Networks: A Systems Approach.

Remarks of course Rechnernetze:
Implementation method
Slides-based lectures with blackboard discussions, accompanied by exercises as homework assignments and bonus lab descriptions.
Learning Material, Literature

- Slides, handouts, homework assignments
- Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, David Wetherall. Computer Networks (6th edition).
- Larry Peterson, Bruce Davie. Computer Networks: A Systems Approach.

2.3.2 Andere Bereiche

Andere Bereiche / Other Areas	
Module / Modules	* Angriffsicherer Softwareentwurf * Berechenbarkeit und Komplexität * Datenbases and Information Systems * Datenbanken * Einführung in Kryptographie * Foundations of the Semantic Web * Grundlagen der Algorithmischen Geometrie * Grundlegende Algorithmen * Introduction to Knowledge Representation and Reasoning * IT Sicherheit * Software Engineering * Systems Engineering * Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE).
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Prüfungsform / Type of examination	Klausur oder mündliche Prüfung / Written or Oral Examination
Dauer bzw. Umfang / Duration or Scope	120-180 min oder 30-45 min / 120-180 min or 30-45 min
Lernziele / Learning objectives	

Die Module in diesem Wahlpflichtbereich ermöglichen eine Verbreiterung der Informatikkenntnisse.

Secure Software Engineering			
Secure Software Engineering			
Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.2115	180	6	Wintersemester

Sprache / Language:	**Studiensemester / Semester number:**	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)**
en	5	1	P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05640 Secure Software Engineering	V3 Ü2	75	105	P	100/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05640 Secure Software Engineering	L3 Ex2	75	105	C	100/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Secure Software Engineering:* Was braucht es, um Softwaresysteme angriffssicher zu entwickeln? Dies ist die Schlüsselfrage, der wir in dieser Veranstaltung auf den Grund gehen. Um sie zu beantworten ist es erforderlich, ein Verständnis der folgenden Kernbereiche des angriffssicheren Softwareentwurfs zu entwickeln: Bedrohungsmodellierung, sicheres Design, sichere Programmierung, Sicherheitsvalidierung, sicheres Deployment und sichere Wartung. Diese Bereiche werden in dieser Veranstaltung auf beispielorientierte Weise abgedeckt. Diskutiert werden aktuelle Techniken, die auf diese Bereiche anwendbar sind, sowie die Lektionen, die aus konkreten Sicherheitsvorfällen gelernt werden können. 1. Einführung in die Bedrohungsmodellierung und -analyse 2. Buffer Overflows: Prinzip, Exploits und Gegenmaßnahmen 3. Andere Code Injection-Schwachstellen: Prinzipien, Exploits und Gegenmaßnahmen 4. Crypto: gängige Algorithmen und Fallstricke 5. Zugriffskontrolle in Java und Android 6. Informationsfluss und Nutzungskontrolle 7. Automatische Erkennung von Schwachstellen: Codeanalyse, Fuzz Testing, modellbasiertes Testen 8. Systematische Sicherheitsanalyse 9. Softwareaktualisierung und -wartung Im praktischen Teil “Build it, break it, fix it”, lernen Studierende, eine eigene kleine Software zu entwickeln, dann von einem anderen Team brechen zu lassen (und umgekehrt deren Implementierung zu “hacken”), und die gefundenen Schwachstellen dann zu beheben. *Contents of the course Secure Software Engineering:* What does it take to engineer software systems securely? This is the key question we wish to address in this course. Answering it requires to develop an understanding of the following key areas of secure software engineering: threat modeling, secure design, secure coding, security validation, secure deployment and maintenance. In this course we will be covering those areas in an example-driven style, discussing current techniques applicable to those areas and lessons learned from concrete real-world security breaches. 1. Introduction to threat modeling and analysis 2. Buffer overflows: principle, exploits and mitigations 3. Other code injection vulnerabilities: principle, exploits and mitigations 4. Crypto: common algorithms and pitfalls 5. Access control in Java and Android 6. Information flow and usage control 7. Automatic vulnerability detection: code analysis, fuzz testing, model-based testing 8. Systematic security analysis 9. Software updating and maintenance In the hands-on part “build it, break it, fix it”, students learn to develop their own small piece of software, then have another team break it (and conversely “hack” their implementation), and then fix the vulnerabilities they find.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Ziel der Veranstaltung ist es, dass die Studierenden ein fundiertes Verständnis der allerwichtigsten Aspekte des angriffssicheren Softwareentwurfs erhalten. Das schließt die Fähigkeit ein, Bedrohungen von Softwaresystemen zu identifizieren und zu modellieren, um die gängigsten Klassen von Schwachstellen zu vermeiden, sowie Techniken und Werkzeuge zu identifizieren und anzuwenden, um das Einführen von Sicherheitsschwachstellen zu verhindern oder zu identifizieren.
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die Elemente, sogenannte Security Touchpoints, eines typischen Secure Software Development Lifecycles beschreiben und unterscheiden
- erklären und bewerten, inwiefern die Maßnahmen an diesen Security Touchpoints erfolgreichen Angriffen auf das zu entwickelnde System entgegenwirken
- konkrete aktuelle Maßnahmen wie beispielsweise aktuelle Schnittstellen zur Authentisierung oder Verschlüsselung benennen
- zudem benennen, was es zu beachten gibt, ob diese Schnittstellen korrekt eingesetzt werden
- die bekanntesten Schwachstellenkategorien benennen und unterscheiden sowie erklären, welche Arten von Gegenmaßnahmen ihnen entgegenwirken
- bestimmte Arten von Schwachstellen selbst in Programmcode erkennen, erklären, ausnutzen aber auch beheben.

After having attended this course, students will have developed a solid understanding of the most important aspects of secure software engineering. This includes the ability to identify and model threats to software systems, to avoid the most common classes of vulnerabilities, and to identify and apply techniques and tools to avoid or identify the introduction of security vulnerabilities.
Upon completion of the module, students will be able to

- describe and distinguish the elements of a typical Secure Software Development Lifecycle, called security touchpoints.
- explain and evaluate to what extent the measures taken at these security touchpoints counteract successful attacks on the system being developed
- name concrete current measures such as current interfaces for authentication or encryption
- also name what needs to be considered to ensure that these interfaces are used correctly
- name and distinguish the best known categories of vulnerabilities and explain what types of countermeasures counteract them
- recognize certain types of vulnerabilities even in program code, explain them, exploit them but also fix them.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

	⊠Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7	**Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:** keine none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Eric Bodden
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Secure Software Engineering:* **Methodische Umsetzung** Vorlesungen und Kleingruppenübungen zur Klausurvorbereitung sowie Praktikum “Build-it, break-it, fix-it”. **Lernmaterialien, Literaturangaben:** Gary McGraw: Software Security: Building Security In (2006, Addison-Wesley Professional). Über UPB als e-book verfügbar. • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

	Remarks of course Secure Software Engineering: **Implementation Method** Lectures and small-group exercises for exam preparation as well as “build-it, break-it, fix-it” practical course. **Learning Material, Literature:** Gary McGraw: Software Security: Building Security In (2006, Addison-Wesley Professional). Available through UPB as e-book. • Additional literature will be announced in the course.

Berechenbarkeit und Komplexität			
Computability and Complexity			
Modulnummer / Module number: M.079.01508	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05402 Berechenbarkeit und Komplexität	V3 Ü2	75	105	P	200/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05402 Computability and Complexity	L3 Ex2	75	105	C	200/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Berechenbarkeit und Komplexität:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Modellierung* und *Datenstrukturen und Algorithmen* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Berechenbarkeit und Komplexität:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Modelling* and *Data structures and algorithms* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Berechenbarkeit und Komplexität:* Einführung in grundlegende Methoden und Techniken zur Charakterisierung der Schwierigkeit von Berechnungsproblemen. Als formales Rechenmodel werden Turingmaschinen definiert. Ausgehend hiervon werden die wichtigsten Begriffe und Techniken der Berechenbarkeitstheorie (wie z. B. Entscheidbarkeit, Unentscheidbarkeit, Diagonalisierung, Reduktionen) und der Komplexitätstheorie (wie z. B. Zeitkomplexiät, Klassen P und NP, NP-Vollständigkeit, polynomielle Reduktionen) definiert und erläutert. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Einführung: Sprachen, Rechenmodelle, Simulationen • Berechenbarkeit: Entscheidbare, unentscheidbare Sprachen, Diagonalisierung, Halteproblem, Reduktionen, Beispiele • Komplexität: Laufzeiten, Klassen P und NP, polynomielle Reduktionen, NP-Vollständigkeit, SAT, Satz von Cook-Levin, Beispiele • Approximationsalgorithmen *Contents of the course Berechenbarkeit und Komplexität:* Introduction to basic methods and techniques for the characterization of the complexity of computational problems. We will use the Turing machine as computation model. Based on that, the most important notation and techniques in the area of computability (e.g., decidability, undecidability, diagonalization, reductions) and computational complexity (e.g., time complexity, classes P and NP, NP-completeness, polynomial reductions) will be defined and explained. The course includes the following contents: • Introduction: languages, computational models, simulations • Computability: decidable and undecidable languages, diagonalization, halting problem, reductions, examples • Computational complexity: runtime, classes P and NP, polynomial reduction, NP-completeness, SAT, Cook-Levin theorem, examples • approximation algorithms
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • grundlegende Literatur im Bereich der Berechenbarkeit und Komplexitätstheorie verstehen, • selbständig Probleme in diesem Bereich analysieren und klassifizieren, • Hypothesen zur Komplexität von Problemen entwickeln und diese anschließend verifizieren oder falsifizieren und • darauf aufbauend neue Hypothesen formulieren. Students will be able to • understand basic literature in the area of computability and complexity theory, • solve and classify problems in this area on their own, • develop hypotheses on the complexity of problems and prove or disprove them, and • based on that formulate new hypotheses.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Berechenbarkeit und Komplexität“.

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Computability and Complexity”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Scheideler
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Berechenbarkeit und Komplexität:* **Methodische Umsetzung** Die Vorlesung nutzt Tafelanschrieb und Folien sowie kleine Aufgaben für die Studierenden während der Vorlesung. Sie wird sowohl durch eine Zentralübung als auch durch Kleingruppentutorien begleitet. Studierende haben in den Kleingruppen Gelegenheit, Aufgaben in der Gruppe zu bearbeiten und Übungsblätter durch Tutoren benoten zu lassen. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Michael Sipser: Introduction to the Theory of Computation • Uwe Schöning: Theoretische Informatik - kurz gefasst • Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter *Remarks of course Berechenbarkeit und Komplexität:* **Implementation Method** The lecture uses a blackboard and slides as well as small exercises for the students during the lecture. It will be supported by a central tutorial as well as small tutorial groups. Students have the opportunity in tutorial groups to work on problems in a group and will get their exercise sheets graded by tutors. **Learning Material, Literature** • Michael Sipser: Introduction to the Theory of Computation • Uwe Schöning: Theoretische Informatik - kurz gefasst • Slides of the lecture; exercise sheets

Databases and Information Systems			
Databases and Information Systems			
Modulnummer / Module number: M.079.2412	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05532 Databases and Information Systems	V3 Ü2	75	105	P	100/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05532 Databases and Information Systems	L3 Ex2	75	105	C	100/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Databases and Information Systems:
Empfohlene Vorkenntnisse
Studierende sollten Vorkenntnisse in relationalen Datenbanken und SQL haben, die in etwa denen des Moduls *Datenbanken* entsprechen, sowie Vorkenntnisse im Programmieren, die in etwa denen der Module *Programmierung 1* und *Programmierung 2* entsprechen.

	none *Prerequisites of course Databases and Information Systems:* **Recommended Proficiencies:** Students should have prior knowledge of relational databases and SQL corresponding to the contents taught in the module *Databases*, and prior knowledge of programming corresponding to the contents taught in the lectures *Programming 1* and *Programming 2*.
4	**Inhalte** / **Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Databases and Information Systems:* Datenspeicherung und Datenmanagement spielen eine zentrale Rolle in verschiedensten Bereichen, z.B. Unternehmen, Forschung und Medizin, weil ein Großteil des Wissens in Daten abgelegt ist. Zudem wachsen die Mengen gespeicherter Daten ständig, und eine Verarbeitung dieser riesigen Datenmengen erfordert Kenntnisse, die über SQL und traditionelle Datenbanken hinausgehen. Beispiele für diese riesigen Datenmengen sind Genomdatenbanken, Textdokumentsammlungen, Sensordaten, Satellitendaten, Daten aus Kameras, Mikrofonen, oder RFID-Tags, Telekommunikationsdaten, Wetterdaten, Finanzdaten, Newsreader, Daten aus Messenger-Diensten, etc.. Anwendungen oder Informationssysteme zu entwickeln, die bei diesen Datenmengen akzeptable Antwortzeiten haben, erfordert Kenntnisse über Nicht-Standard-Datenmodelle, Kompression, Indizierung riesiger Datenbestände und effiziente Suche auf diesen Datenbeständen. Dieses Modul behandelt schwerpunktmäßig Algorithmen zur Kompression und zur effizienten Verarbeitung von komplexen, strukturierten Massendaten einschließlich Textdaten, Genomdaten, baumstrukturierter Daten und Graph-Daten. Zu den Inhalten gehört: • Überblick über Suchmaschinen und Informationssysteme • Succinct-Codierungstechniken • String-Kompressionsalgorithmen • Genom-Datenbanken • Verarbeitung riesiger Baum-Datenbestände und Baum-Kompression • Graph-Datenbanken und Graph-Kompression • Suchalgorithmen für Big Data und für Datenströme

	Contents of the course Databases and Information Systems: Data storage and data management play a central role in a wide variety of fields, e.g., in industry, research and medicine, as a large part of knowledge is stored in form of data. In addition, the amount of stored data is constantly growing, and processing this huge amount of data requires skills that go beyond SQL and traditional databases. Examples of this huge amount of data include genome databases, text document collections, sensor data, satellite data, data from cameras, microphones, or RFID tags, telecommunication data, weather data, financial data, newsreaders, data from messenger services, etc.. Developing applications or information systems that have acceptable response times on these data sets requires knowledge of non-standard data models, compression, indexing of huge data sets, and efficient search on these data sets. This module focuses on algorithms for compression and efficient processing of complex, structured massive data including text data, genomic data, tree-structured data, and graph data. Content includes: • Overview of search engines and information systems. • Succinct coding techniques • String compression algorithms • Genome databases • Processing of huge tree datasets and tree compression • Graph databases and graph compression • Search algorithms for Big Data and for data streams
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen** / **Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Kompressionsverfahren für sequenzielle Daten (Strings, Bitsequenzen, . . .) und Integers zu erklären, anzuwenden und zu implementieren. • Kompressionsverfahren für Bäume und Graphen und Verfahren zur Suche auf und zur Änderung der komprimierten Daten zu erklären, anzuwenden und zu implementieren. • Optimierte Suchverfahren auf Strings mit Hilfe von Suffix Array, LCP Array und Burrows-Wheeler-Transformation (BWT) sowie Verfahren zur Konstruktion von Suffix Array, LCP Array und BWT zu erklären, anzuwenden und zu implementieren. • Grammatik-basierte Kompressions- und Rekompressionsverfahren für sequenzielle Daten, Bäume und Graphen und Verfahren zur Verarbeitung der so komprimierten Daten zu erklären, anzuwenden und zu implementieren. • Herausforderungen bei der Verarbeitung von Genomdaten zu diskutieren und Verfahren zur Kompression und Sequenzierung von Genomdaten zu erklären, anzuwenden und zu implementieren. • Stärken, Schwächen und Herausforderungen der verschiedenen Kompressionsverfahren erläutern und für eine gegebene Anwendung ein geeignetes Verfahren auswählen. • sich neueste Forschungsergebnisse im Bereich dieser Lehrveranstaltung anhand von wissenschaftlichen Papers zu erarbeiten.

After completing the module, students will be able to

- explain, apply, and implement compression methods for sequential data (strings, bit sequences, . . .) and integers.
- explain, apply, and implement compression methods for trees and graphs and methods to search within and modify compressed data.
- explain, apply, and implement optimized search procedures on strings using suffix arrays, LCP arrays, and the Burrows-Wheeler Transform (BWT) and procedures for constructing suffix arrays, LCP arrays, and the BWT.
- explain, apply, and implement grammar-based compression and recompression techniques for sequential data, trees, and graphs, and methods for processing the resulting compressed data.
- discuss challenges in processing genome data and explain, apply, and implement procedures for compressing and sequencing genome data.
- explain strengths, weaknesses, and challenges of various compression methods and select an appropriate method for a given application.
- acquire the latest research results in the field of this course using scientific papers.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung Passing of course achievement
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Stefan Böttcher
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Databases and Information Systems:* **Methodische Umsetzung** Grundlegende Konzepte werden in einer Vorlesung präsentiert. Zusätzlich werden theoretische Konzepte in Tutorien in Kleingruppen vertieft. Zudem erwerben Studierende praktische Kenntnisse durch Computer-gestützte Übungen, in denen sie aufbauend auf den in der Vorlesung erläuterten Konzepten ihre eigenen Informationssysteme, Such- oder Kompressionsalgorithmen entwickeln und implementieren. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Verweise auf aktuelles Lernmaterial werden in der Vorlesung gegeben. *Remarks of course Databases and Information Systems:* **Implementation method** Fundamentals and concepts are presented within a lecture. Additional theoretical concepts are reinforced in small group tutorial sessions. In addition, students acquire practical experience through computer-based exercises in which they develop and implement their own information systems, search or compression algorithms based on the concepts explained in the lecture. **Learning Material, Literature** References to current learning materials will be given in lecture.

Datenbanken			
Databases			
Modulnummer / Module number: M.079.01509	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05203 Datenbanken	V3 Ü2	75	105	P	400/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05203 Databases	L3 Ex2	75	105	C	400/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Datenbanken:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Kenntnisse in der Programmierung werden in dem Umfang vorausgesetzt, wie sie im Modul *Programmierung 1* gelehrt werden. Elementare Kenntnisse der Logik und der Modellierung aus dem Modul *Modellierung* werden empfohlen.

none

Prerequisites of course Datenbanken:
Recommended Proficiencies:
Knowledge of programming is required to the extent taught in the module *Programming 1*. Elementary knowledge of logic and modeling is recommended to the extent taught in the module *Modeling*.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Datenbanken:* Datenbanken spielen eine zentrale Rolle in Unternehmen, weil ein Großteil des Wissens der Unternehmen als Daten in Datenbanken gespeichert wird. Für das Unternehmen ist es entscheidend, dass diese Daten korrekt, insbesondere konsistent, sind und dass sie effizient erfragt und aktualisiert werden können. Weiterhin sind die in Datenbanken abgelegten Datenbestände die wesentliche Datenquelle für eine Vielzahl von Anwendungsprogrammen, sie werden aber auch durch Anwendungsprogramme aktualisiert. Deshalb kommt der Organisation und Verarbeitung großer Datenbestände sowie der Einbindung von Datenbanken in Anwendungen eine zentrale Rolle bei der Erstellung korrekter und effizienter Anwendungen zu. Durch die Nutzung zunehmend größerer Datenbestände (Big Data) entstehen neuartige Anforderungen (Umgang mit Volume, Variety, Velocity), die neue Techniken in der Datenbankwelt erfordern. So werden verteilte Datenbanken immer wichtiger, und der Umgang mit Netzwerkunterbrechungen erfordert geschickte, je nach Anwendung unterschiedliche Kompromisse zwischen Erreichbarkeit, Aktualität und Konsistenz verteilter Daten. NoSQL-Datenbanken sind für diese speziellen Bedürfnisse konzipiert und setzen – im Gegensatz zu den traditionellen relationalen Datenbanksystemen – den Fokus auf eine deutlich flexiblere Datenorganisation. Dieses Modul erschließt die Grundlagen für verschiedenartige Datenbanksysteme, die in nahezu allen Unternehmen in der Praxis eingesetzt werden. Die Inhalte umfassen im Einzelnen: • Relationales Datenmodell und relationale Algebra • SQL – Datendefinitonssprache, Datenmanipulationssprache und Anfragesprache; Stored Procedures; Assertions • Zugriffskontrolle und Sichten – Views in SQL; Rechtevergabe in SQL • Physische Datenorganisation und Indizes • Anfrageoptimierung • Datenintegrität • Funktionale Abhängigkeiten und Datenbankschemaentwurf – Normalformen; Transformationseigenschaften; Integritätsbedingungen (Schlüssel und Fremdschlüssel); Trigger in SQL • Transaktionen – Synchronisation; Recovery; Atomic Commit Protokolle • NoSQL-Datenbanken – Graph-Datenbanken; Dokumenten-orientierte Datenbanken; Key-Value Stores; Column Stores; Frameworks zur Auswertung verteilter Daten/Streamprocessing (Map/Reduce, Apache Spark, Apache Flink) • Hauptspeicher-Datenbanken • Eingebettetes SQL – SQL-Einbettung in Java bzw. Python; SQL Injection und Prepared Statements • Datenschutz in Datenbanken – Herausforderungen und Grenzen

Contents of the course Datenbanken:
Databases play a central role in companies because much of each company's knowledge is stored as data in databases. It is crucial for the company that this data is correct, especially consistent, and that it can be efficiently queried and updated. Furthermore, the data sets stored in databases are an important data source for a large number of application programs, but they are also updated by application programs. Therefore, the organization and processing of large data sets and the integration of databases into applications play a central role in the creation of correct and efficient applications. The use of increasingly large data sets (Big Data) gives rise to new types of requirements (handling of Volume, Variety, Velocity), which necessitate new techniques in the database world. For example, distributed databases are becoming increasingly important, and dealing with network interruptions requires trade-offs between accessibility, timeliness, and consistency of distributed data, which vary depending on the application. NoSQL databases are designed for these specific needs and - in contrast to traditional relational database systems - focus on a much more flexible data organization.
This module provides the fundamentals for various types of database systems that are used in practice in almost all companies. The contents include in detail:

- Relational data model and relational algebra
- SQL - data definition language, data manipulation language and query language; stored procedures; assertions
- Access control and views - views in SQL; access right assignments in SQL
- Physical data organization and indices
- Query optimization
- Data integrity
- Functional dependencies and database schema design - normal forms; transformation properties; integrity constraints (keys and foreign keys); triggers in SQL
- Transactions - synchronization; recovery; atomic commit protocols
- NoSQL databases - graph databases; document-oriented databases; key-value stores; column stores; frameworks for evaluating distributed data/stream processing (Map/Reduce, Apache Spark, Apache Flink)
- Main memory databases
- Embedded SQL - SQL embedding in Java or Python; SQL injection and prepared statements
- Privacy in database systems - challenges and limitations

5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss dieses Moduls können Studierende • Operatoren der relationalen Anfragesprachen benennen und deren Bedeutungen erklären • Anfragen in relationaler Algebra, SQL und Cypher korrekt interpretieren und formulieren und an existierende relationale Datenbanken bzw. Graph-Datenbanken stellen. • Programme schreiben, die Datenbestände aus Datenbanken lesen oder verändern • ein Datenbankschema möglichst redundanzfrei entwerfen und darauf aufbauend eine Datenbank definieren und aufbauen. Weiterhin können die Studierenden die Risiken eines schlecht entworfenen Datenbankschemas bewerten. • verteilte Datenanalyse mit Map/Reduce, Apache Spark und Apache Flink durchführen. • den Programmieraufwand für Datenbankanfragen und Datenbankprogrammierung einschätzen sowie Anfragen manuell optimieren. • die Folgen einer Datenbankschema-Änderung erkennen und abschätzen • den Aufwand und Nutzen von Synchronisation und Recovery verstehen und die Techniken und Verfahren in diesen Bereichen praktisch einsetzen. • die Eignung und Grenzen des relationalen Datenmodells bewerten und einschätzen und mit alternativen Datenmodellen vergleichen • die erworbenen Kompetenzen und Fertigkeiten auf andere Datenquellen oder andere Datenbanksysteme übertragen • mit anderen Studierenden in Kleingruppen kooperieren, um gemeinsam eine geeignete Lösung für eine gegebene Aufgabe im Bereich der vermittelten Inhalte zu erstellen After completing the module, students will be able to • name operators of relational query languages and explain their meanings • correctly interpret and formulate queries in relational algebra, SQL, and Cypher and submit them to existing relational databases or graph databases. • write programs that read or modify the data of the database • design a database schema as redundancy-free as possible and define and build a database based on it. Furthermore, students can evaluate the risks of a poorly designed database schema. • perform distributed data analysis using Map/Reduce, Apache Spark and Apache Flink. • assess the programming effort required for database queries and database programming, and manually optimize queries. • identify and assess the consequences of a change within the database schema. • understand the effort and benefits of transaction synchronization and recovery and make practical use of the techniques and procedures in these areas. • evaluate and assess the suitability and limitations of the relational data model and compare it with alternative data models • transfer the acquired competencies and skills to other data sources or other database systems • cooperate with other students in small groups to jointly create a suitable solution for a given task in the area of the content taught

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 Minuten	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 minutes	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period by the latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Datenbanken“.

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Databases”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr. Rita Hartel, Prof. Dr. Stefan Böttcher
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Datenbanken:* **Methodische Umsetzung** Die Grundlagen und Konzepte von Datenbanksystemen werden in einer Präsentation im Rahmen einer Vorlesung eingeführt und anschließend in Präsenzübungen in Kleingruppen sowie in Übungsaufgaben vertieft und durch praktische Übungen ergänzt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Lehrbuch: Kemper, Eickler: Datenbanksysteme. Eine Einführung. Oldenbourg-Verlag, neueste Ausgabe. • Lehrbuch: Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, neueste Ausgabe. • Lehrbuch: Heuer, Saake: Datenbanksysteme – Konzepte und Sprachen. Mitp-Verlag, neueste Ausgabe. • Lehrbuch: Sadalage, Fowler: NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence, Addison-Wesley Professional, neueste Ausgabe. *Remarks of course Datenbanken:* **Implementation method** The fundamentals and concepts of database systems will be introduced in a lecture presentation, followed by classroom exercises in small groups and assignments and they will be supplemented by practical exercises. **Learning Material, Literature** • Kemper, Eickler: Datenbanksysteme. Eine Einführung. Oldenbourg-Verlag, latest edition • Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, latest edition. • Heuer, Saake: Datenbanksysteme – Konzepte und Sprachen. Mitp-Verlag, latest edition • Sadalage, Fowler: NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence, Addison-Wesley Professional, latest edtion

Einführung in Kryptographie			
Introduction to Cryptography			
Modulnummer / Module number: M.079.2210	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05638 Einführung in Kryptographie	V3 Ü2	75	105	P	100/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05638 Introdution to Cryptography	L3 Ex2	75	105	C	100/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Datenstrukturen und Algorithmen* sowie *Berechenbarkeit und Komplexität* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Einführung in Kryptographie:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Data Structures and Algorithms* as well as *Computability and Complexity* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:* Kryptographie ist eine wichtige Basistechnik der IT-Sicherheit. So beruhen Internet-Protokolle wie TLS auf kryptgraphischen Primitiven wie Schlüsselaustausch, Verschlüsselung und Signaturen. In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Aufgaben und Methoden der modernen Kryptographie vorgestellt. Weiter werden einige der wichtigsten Sicherheitsanforderungen moderner Kryptographie informell diskutiert. Es werden die Vor- und Nachteile symmetrischer und asymmetrischer Kryptographie erläutert. Wichtige kryptographische Basiskonstruktionen wie Verschlüsselungsverfahren und digitale Signaturen werden vorgestellt. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Aufgaben der Kryptographie • Symmetrische und asymmetrische Verfahren • Elementare Sicherheitskonzepte und Kryptanalyse • Symmetrische Verschlüsselungsverfahren - DES, AES • Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren - RSA, Elgamal • Schlüsselaustauschverfahren - Diffie-Hellman • Hashfunktionen und MACs - SHA3 • Digitale Signaturen - RSA, Elgamal, DSA *Contents of the course Einführung in Kryptographie:* Cryptography is an important basic technique in IT security. Internet protocols such as TLS are based on cryptographic primitives such as key exchange, encryption and signatures. In this lecture, the most important tasks and methods of modern cryptography are presented. Further, some of the most important security requirements of modern cryptography are discussed informally. The advantages and disadvantages of symmetric and asymmetric cryptography are explained. Important basic cryptographic constructs such as encryption schemes and digital signatures are introduced. The course includes the following contents: • Tasks of cryptography • Symmetric and asymmetric methods • Elementary security concepts and cryptanalysis • Symmetrical encryption methods - DES, AES • Asymmetric encryption methods - RSA, Elgamal • Key exchange methods - Diffie-Hellman • Hash functions and MACs - SHA3 • Digital signatures - RSA, Elgamal, DSA
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden • Sicherheitsanforderungen mittels kryptographischer Aufgaben formulieren. • die wichtigsten kryptographischen Basistechniken und ihre Einsatzmöglichkeiten. • einschätzen, ob umgesetzte kryptographische Lösungen gegebenen Anforderungen genügen • können für gegebene Sicherheitsanforderungen die geeigneten kryptographischen Verfahren auswählen. • können einschätzen, welche Anpassungen an kryptographische Verfahren unproblematisch sind und welche sicherheitskritisch sind.

Upon completion of the module students are able to

- formulate security requirements using cryptographic tasks.
- understand the most important basic cryptographic techniques and their possible applications.
- assess whether implemented cryptographic solutions meet given requirements.
- can select the appropriate cryptographic techniques for given security requirements.
- can assess which adaptations to cryptographic procedures are unproblematic and which are security-critical.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

	The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Johannes Blömer
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:* **Methodische Umsetzung** Grundlegende Konzepte werden in einer Vorlesung präsentiert. Zusätzlich werden theoretische Konzepte in Tutorien in Kleingruppen vertieft. In schriftlichen Übungen und in Lesegruppen wird der praktischer Einsatz dieser Konzepte eingeübt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography, Chapman and Hall, • Johannes Buchmann: Einführung in Kryptographie, Springer Verlag, • Dan Boneh, Victor Shoup: A Graduate Course in Applied Cryptography: https://crypto.stanford.edu/~dabo/cryptobook/, • Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben *Remarks of course Einführung in Kryptographie:* **Implementation method** Basic concepts are presented in a lecture. In addition, theoretical concepts are deepened in tutorials in small groups. Written exercises and reading groups will be used to practice the practical application of these concepts. **Learning Material, Literature** • Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography, Chapman and Hall, • Johannes Buchmann: Einführung in Kryptographie, Springer Verlag, • Dan Boneh, Victor Shoup: A Graduate Course in Applied Cryptography, • Lecture slides, excercises

Foundations of the Semantic Web			
Foundations of the Semantic Web			
Modulnummer / Module number: M.079.2414	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.079.05530 Foundations of the Semantic Web	V2 Ü1 P2	75	105	P	25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05530 Foundations of the Semantic Web	L2 Ex1 P2	75	105	C	25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Foundations of the Semantic Web:* Die Vision hinter dem Semantic Web ist ein Web, in dem Menschen und Maschinen kollaborieren können, um neue Erkenntnisse effizient und datengetrieben zu gewinnen. Die derzeitige Implementierung dieser Vision ist eine Erweiterung des klassischen Webs, in der die Semantik von Daten explizit repräsentiert wird. Die wachsende Popularität und Nutzung dieses Konzepts lässt sich leicht daran ablesen, dass ca. 50% der Webseiten im Web mit Semantic Web Inhalten ausgezeichnet sind. In dieser Lehrveranstaltung werden zentrale Sprachen und Methoden des Semantic Webs vorgestellt. Die Vorlesung vermittelt alle Grundlagen, die zur erfolgreichen Implementierung und Nutzung von Semantic Web Methoden benötigt werden. Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Das Data Web • Daten beschreiben: Das Resource Description Framework (RDF) • Datenschemata: RDF Schema • Ontologien bauen: Die Web Ontology Language (OWL) • Daten Abfragen: SPARQL • Datenextraktion für das Semantic Web • Datenintegration für das Semantic Web *Contents of the course Foundations of the Semantic Web:* The vision behind the Semantic Web is that of a Web, where humans and machines collaborate to gather new knowledge efficiently and in a data-driven fashion. The current implementation of this vision is an extension of the document Web, in which the meaning of data is represented explicitly. The growing popularity and use of this implementation can be easily inferred from ca. 50% of the web sites now contain some Semantic Web knowledge bases. In this course, the students will be presented with some central languages and methods of the Semantic Web. The lecture presents all foundations that are necessary to implement and use Semantic Web techniques: The lecutre contains the following topics: • Introduction to the Data Web • How to describe data: The Resource Description Framework (RDF) • Data schemas: RDF Schema • Building ontologies: The Web Ontology Language (OWL) • Querying data: SPARQL • Data extraction for the Semantic Web • Data integration for the Semantic Web
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden • Wissensgraphen aus Spezifikationen in natürlicher Sprache modellieren, • die Syntax und Semantik wesentlicher Sprachen aus dem Semantik Web erklären und anwenden, • Inferenzverfahren für formale Sprachen wie RDF, RDFS und ALC erklären, implementieren und anwenden, • Wissensgraphen aus textuellen Datenbeständen extrahieren, integrieren, säubern und fusionieren, • Anfragen an Wissensgraphen selbständig verfassen, ausführen und auswerten.

After completing this module, the students can

- model RDF knowledge graphs based on specifications in natural language,
- explain and use the syntax and semantics of the core languages of the Semantic Web,
- explain, implement and use inference methods for simple formal languages like RDF, RDFS and ALC,
- extract, link, clean, and fuse knowledge graphs from text corpora,
- compose, execute and evaluate queries described in natural language.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

	The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Foundations of the Semantic Web:* **Methodische Umsetzung** In den wöchentlichen Vorlesungen (2 SWS) werden neue Inhalte behandelt. Neben formalen Betrachtungen werden auch Anwendungen und entsprechende Einschränkungen der im Laufe des Kurses vorgestellten Sprachen und Methoden behandelt. Die Übungen (1 SWS) sind sowohl theoretischer als auch praktischer Natur. Die Lernenden sollen zeigen, dass sie die Konzepte verstanden haben und sie auf praktische Probleme anwenden können. Das Miniprojekt (2 SWS) vermittelt den Studierenden eine ganzheitliche Sicht, wie ein komplexes Problem mit Hilfe von Technologien des Semantic Web gelöst werden kann. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Folien, Übungsaufgaben • Hitzler, P., Krötzsch, M., Rudolph, S., & Sure, Y. (2007). Semantic Web: Grundlagen. Springer-Verlag. • Hogan, A. et al. (2021). Knowledge graphs. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(4), 1-37. *Remarks of course Foundations of the Semantic Web:* **Implementation Method** The weekly lectures (2 SWS) cover new content on a weekly basis. In addition to formal considerations, we will cover applications and corresponding limitations of the languages and methods presented throughout the course. The exercises (1 SWS) are both theoretical and practical in nature. The learners are to show that they understood the concepts and can apply them to practical problems. The mini-project (2 SWS) gives the students a holistic view of how to solve a complex problem using Semantic Web technologies. **Learning Material, Literature** • Slides, exercises • Hitzler, P., Krötzsch, M., Rudolph, S., & Sure, Y. (2007). Semantic Web: Grundlagen. Springer-Verlag. • Hogan, A. et al. (2021). Knowledge graphs. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(4), 1-37.

Grundlagen der Algorithmischen Geometrie			
Fundamentals of Computational Geometry			
Modulnummer / Module number: M.079.2215	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05603 Grundlagen der Algorithmischen Geometrie	V3 Ü2	75	105	P	50/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05603 Fundamentals of Computational Geometry	L3 Ex2	75	105	C	50/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:
Empfohlene Vorkenntnisse
Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse mit mathematischen Methoden zu erlernen. Grundkenntnisse einiger grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen und deren Analyse wird angenommen.

	none *Prerequisites of course Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:* **Recommended Proficiencies** Willingness and ability to learn the creative process of algorithm design and efficiency analysis using mathematical methods. Basic Knowledge of some basic algorithms and data structures and their analyses is assumed.
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:* Es werden grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen aus dem Bereich der algorithmischen Geometrie behandelt. Die Grundelemente der Eingabe sind geometrische Daten. Die Probleme werden geometrisch formuliert. Zur Lösung der Probleme werden Algorithmen gesucht und entwickelt, die in der Regel mit Datenstrukturen arbeiten. Die Datenstrukturen können klassische Datenstrukturen oder spezielle geometrische oder räumliche Datenstrukturen sein. Der Sweep-Ansatz wird als grundlegendes algorithmisches Programmier-Paradigma eingeführt. Dieser stellt als Sweep-Line- oder Sweep-Plane-Ansatz eine Schlüsseltechnik der algorithmischen Geometrie dar. Er wird an verschiedenen Problemen demonstriert. Die Algorithmen werden theoretisch analysiert. Dazu wird Laufzeit und Speicherplatz bestimmt und die Korrektheit der Algorithmen bewiesen. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Geometrische Daten: Punkte, Linien, Kreise, Polygone, Körper. • Algorithmen für geometrische Probleme: Bereichssuche, Schnittprobleme, Nachbarschaftssuche, Bewegungsplanung, Sichtbarkeit, konvexe Hüllen, Konturberechnungen. • Datenstrukturen zur Lösung geometrischer Probleme: Voronoi-Diagramme, Delaunay-Triangulierung, Bereichsbäume, k-d-Bäume, BSP-Bäume, Prioritätssuchbäume. • Sweep-Line-Algorithmen: Schnitt von Liniensegmenten, dichtestes Punktepaar, Sichtbarkeit *Contents of the course Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:* Fundamental algorithms and data structures from the field of computational geometry are covered. The basic elements of the input are geometric data. The problems are formulated geometrically. Algorithms are searched and developed to solve the problems, usually using data structures. The data structures can be classical data structures or special geometric or spatial data structures. The sweep approach is introduced as a fundamental algorithmic programming paradigm. As a sweep-line or sweep-plane approach, this represents a key technique in algorithmic geometry. It is demonstrated on several problems. The algorithms are analyzed theoretically. For this purpose, runtime and memory space are determined and the correctness of the algorithms is proven. The course includes the following contents: • Geometric data: Points, lines, circles, polygons, solids. • Algorithms for geometric problems: Range search, intersection problems, neighborhood search, motion planning, visibility, convex hulls, contour computations. • Data structures for solving geometric problems: Voronoi diagrams, Delaunay triangulation, range trees, k-d trees, BSP trees, priority search trees. • Sweep line algorithms: Intersection of line segments, closest pair of points, visibility.

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Die Studierenden können

- grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen für Problemstellungen der algorithmischen Geometrie benennen, erklären und anwenden
- grundlegende algorithmische Problemstellungen in Anwendungsproblemen der algorithmischen Geometrie erkennen und geeignete Algorithmen und Datenstrukturen dafür auswählen
- Laufzeit- und Speicherplatzabschätzung von geometrischen Datenstrukturen und Algorithmen analysieren, vergleichen und untersuchen
- beurteilen, welche Auswirkungen die Wahl von Datenstrukturen auf die Effizienz von Algorithmen der algorithmischen Geometrie hat
- eigene effiziente Algorithmen auf Basis des Sweep-Line Paradigmas für weitere geometrische Probleme entwickeln
- eigene effiziente Algorithmen auf Basis des Voronoi-Diagramms für weitere geometrische Probleme entwickeln, die sich mit dieser Struktur geeignet lösen lassen
- Problemstellungen der algorithmischen Geometrie und entsprechende Lösungsvorschläge mit Fachexperten diskutieren

Students will be able to

- name, explain and apply basic algorithms and data structures for problems in computational geometry.
- identify basic algorithmic problems in algorithmic geometry application problems and select appropriate algorithms and data structures for them.
- analyze, compare, and investigate run-time and memory estimation of geometric data structures and algorithms
- evaluate what impact the choice of data structures has on the efficiency of algorithmic geometry algorithms
- develop own efficient algorithms based on the sweep-line paradigm for further geometric problems
- develop own efficient algorithms based on the Voronoi diagram for further geometric problems which can be solved suitably with this structure
- discuss problems of algorithmic geometry and corresponding solution proposals with experts in the field

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2).

The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:**

Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)

12 **Modulbeauftragte/r / Module coordinator:**

Dr. Matthias Fischer

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:
Methodische Umsetzung
Die Inhalte werden durch eine Präsentation im Rahmen einer Vorlesung vermittelt. Die Vorlesung erfolgt in der Regel mit Beamer und Tafelanschrieb. In Übungen und Übungsaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen vorgestellt und von den Studierenden in Präsenzübungen in Kleingruppen sowie in Übungsaufgaben vertieft und selbst entwickelt und durch praktische Übungen ergänzt. Musterlösungen von Übungsblättern werden in Zentralübungen vorgestellt. Die erwarteten Aktivitäten der Studierenden sind die Mitarbeit bei Präsenzübungen und das selbstständige Bearbeiten der Übungsaufgaben.
Lernmaterialien

- Vorlesungsfolien, Übungsblätter, ggfs. Musterlösungen, Vorlesungsaufzeichnung aus früheren Jahren, Tafelanschrieb

Literaturangaben

- Algorithmische Geometrie, Rolf Klein, Springer-Verlag, 2005.
- Computational Geometry - An Introduction, Franco P. Preparata; Springer, 1993.
- Lectures on Discrete Geomtetry, Jiri Matousek, Springer-Verlag, 2002.
- Computational Geometry: Algorithms and Applications, Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Springer-Verlag, 2008.
- Handbook of Discrete and Computational Geometry, Jacob E. Goodman, Joseph O'Rourke, CRC Press, 1997.
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Remarks of course Grundlagen der Algorithmischen Geometrie:
Implementation Method
The contents are taught by means of a presentation within the framework of a lecture. The lecture is usually held with beamer and blackboard. In tutorials and assignments, design and analysis of algorithms are presented on selected examples and are deepened and developed by the students themselves in tutorials in small groups as well as in assignments and supplemented by practical exercises. Sample solutions of exercise sheets are presented in central exercises. The expected activities of the students are participation in presence exercises and independent work on assignments.
Learning Material

- Lecture slides, exercise sheets, sample solutions if applicable, lecture recordings from previous years, blackboard transcription

Literature

- Algorithmische Geometrie, Rolf Klein, Springer-Verlag, 2005.
- Computational Geometry - An Introduction, Franco P. Preparata; Springer, 1993.
- Lectures on Discrete Geomtetry, Jiri Matousek, Springer-Verlag, 2002.
- Computational Geometry: Algorithms and Applications, Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Springer-Verlag, 2008.
- Handbook of Discrete and Computational Geometry, Jacob E. Goodman, Joseph O'Rourke, CRC Press, 1997.
- Additional literature will be announced in the course.

Grundlegende Algorithmen

Fundamental Algorithms

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.2211	180	6	Wintersemester
Sprache / Language:	**Studiensemester / Semester number:**	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)**
en	5	1	P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.079.05502 Grundlegende Algorithmen	V3 Ü2	75	105	P	75/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05502 Fundamental Algorithms	L3 Ex2	75	105	C	75/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlegende Algorithmen:
Empfohlene Vorkenntnisse
Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse mit mathematischen Methoden zu erlernen. Grundkenntnisse einiger grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen und deren Analysen werden empfohlen.

none

Prerequisites of course Grundlegende Algorithmen:
Recommended Proficiencies
Willingness and ability to learn the creative process of algorithm design and efficiency analysis using mathematical methods. Basic knowledge of some basic algorithms and data structures and their analyses is recommended.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlegende Algorithmen:* In dieser Veranstaltung werden die folgenden algorithmischen Paradigmen untersucht, einschließlich genauer Analysen von Laufzeit und Korrektheit: • Fortgeschrittene Suchstrukturen: Bereichssuche, Splay-Bäume, (a,b)-Bäume • Prioritätswarteschlangen und Anwendungen: Fortgeschrittene Heap-Implementierungen, Anwendungen • Graphenalgorithmen: Zusammenhangskomponenten, kürzeste Wege, Matchings • Netzwerkflüsse: Algorithmus von Ford und Fulkerson, Preflow-Push-Algorithmus, Anwendungen • Lineare Programmierung: Geometrische Interpretation, Dualität, Anwendungen • String Matching-Algorithmen, Knuth-Morris-Pratt-Algorithmus, Boyer-Moore-Algorithmus *Contents of the course Grundlegende Algorithmen:* This course studies the following algorithmic paradigms, including rigorous analyses of runtime and correctness: • Advanced search structures: range Searching, Splay Trees, (a,b)-Trees • Priority queues and applications: advanced realisations of heaps, applications • Graph algorithms: connected components, shortest paths, matchings • Network flows: Ford-Fulkerson algorithm, Preflow-Push algorithm, applications • Linear programming: Geometric interpretation, duality theory, applications • String Matching Algorithms, Knuth-Morris-Pratt Algorithm, Boyer-Moore Algorithm
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden sind in der Lage: • Algorithmen für fortgeschrittene Probleme zu entwerfen • zu erkennen, wann Probleme mit Hilfe bestehender Algorithmen gelöst werden können, wie z. B. Netzwerkfluss und lineare Programmierung • die Korrektheit von Algorithmen rigoros zu beweisen • Strenge Analyse von Algorithmus-Laufzeiten • Verwendung der Dualität der linearen Programmierung für theoretische Analysen Students are able to: • Design algorithms for more advanced problems • Identify when problems can be solved using existing algorithmic frameworks, such as network flow and linear programming • Rigorously prove correctness of algorithms • Rigorously analyze algorithm runtimes • Use linear programming duality for theoretical analyses

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2).

The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Sevag Gharibian
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Grundlegende Algorithmen:* **Methodische Umsetzung** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb. • Übungen in Kleingruppen. • Übungsblätter, Lösungen werden in Übungsgruppen vorgestellt und diskutiert. • In Übungen und Übungsaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter • T.H. Corman, C.E.Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms. MIT Press, 2002. • J. Kleinberg, E. Tardos. Algorithm Design. Pearson, 2006. *Remarks of course Grundlegende Algorithmen:* **Implementation method** • Lecture with projector and blackboard. • Exercises in small groups. • Exercise sheets, solutions are presented and discussed in tutorials. • In exercises and assignments, design and analysis of algorithms are practiced on selected examples. **Learning Material, Literature** • Slides of the lecture, exercise sheets. • T.H. Corman, C.E.Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms. MIT Press, 2002. • J. Kleinberg, E. Tardos. Algorithm Design. Pearson, 2006.

IT-Sicherheit			
IT Security			
Modulnummer / Module number: M.079.01515	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language:	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05403 IT-Sicherheit	V2 Ü2	60	90	P	150/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05403 IT Security	L2 Ex2	60	90	C	150/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* In der Vorlesung werden die wesentlichen Begriffe und Probleme der IT Sicherheit vorgestellt. Es werden klassische und moderne Angriffstechniken auf Netzwerkprotokolle, Passwort-Datenbanken, Computersysteme und Webanwendungen vorgestellt und geeignete Gegenmaßnahmen diskutiert. Hierzu gehört auch die Vorstellung praxisrelevanter kryptographischer Protokolle und Algorithmen sowie deren Sicherheitseigenschaften. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Ausgewählte Sicherheitsprobleme • Sicherheitsziele und Sicherheitsmodelle • Grundlagen der angewandten Kryptographie • Kryptographische Protokolle und Angriffe • Netzwerksicherheit • Anwendungssicherheit *Contents of the course IT-Sicherheit:* This course introduces and discusses foundational concepts and problems of IT security. Classical and modern attack techniques on network protocols, password databases, computersystems and Web applications are described, and suitable countermeasures are discussed. This includes in particular the introduction of cryptographic protocols and algorithms with practical relevance, as well as their security properties. The course includes the following contents: • Selected security problems • Security goals and security models • Foundations of applied cryptography • Cryptographic protocols and attacks • Network security • Application security
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • die wesentlichen Konzepte, Methoden und Mechanismen zum Schutz von Daten und Systemen vor Manipulation und Missbrauch verstehen • Konzepte zur Erhöhung der Systemsicherheit korrekt einsetzen • einfache Sicherheitsprotokolle entwickeln und bewerten • die Ursachen von Sicherheits-Problemen heutiger Systeme verstehen • praktische Sicherheitsevaluierung von grundlegenden Applikationen und kryptographischen Protokollen durchführen

Students will be able to

- understand the essential concepts, methods, and mechanisms for protecting data and systems from manipulation and misuse
- use concepts to increase the security of systems correctly
- develop and evaluate simple security protocols
- understand the causes of security problems in today's systems
- conduct practical security evaluations of basic applications and cryptographic protocols

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		CA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung "IT-Sicherheit".

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course "IT Security".

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* **Methodische Umsetzung:** Die Inhalte werden durch eine Präsentation in Form einer Vorlesung mit Beamer vermittelt. Dazu werden sie in Präsenzübungen in Kleingruppen, sowie durch individuelle praktische Aufgaben vertieft. **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Wissenschaftliche Literatur • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course IT-Sicherheit:* **Implementation method:** The topics are conveyed through lecture presentations. They are further deepened in practical exercises in small groups, as well as through individual practical tasks. **Learning Material, Literature:** • Lecture slides and exercise sheets • Scientific literature • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings and Lawrie Brown • Additional literature will be announced in the course.

Introduction to Knowledge Representation and Reasoning			
Introduction to Knowledge Representation and Reasoning			
Modulnummer / Module number: M.079.2431	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: en	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05645 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning	V3 Ü2	75	105	P	35

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05645 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning	L3 Ex2	75	105	C	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:
Empfohlene Vorkenntnisse

- gute Kenntnisse zu Aussagenlogik und grundlegendes Wissen zu Prädikatenlogik
- Kenntniss der Methoden zum Erfüllbarkeitstest in Aussagenlogik (aus dem Modul “Modellierung”)
- Kenntnis zu Entscheidbarbarkeit und der grundlegenden Komplexitätsklassen (z.B. P, NP, PSpace)

	none *Prerequisites of course Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:* **Recommended Proficiencies** • solid knowledge on propositional logic and on foundations of first-order predicate logic • familiarity with the satisfiability test of propositional formulas (as taught in “Modellierung”) • familiarity with decidability and the basic complexity classes (e.g. P, NP, PSpace)
4	**Inhalte** / **Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:* Dieses Modul führt grundlegende Formalismen der Logik-basierten Wissenrepräsentation ein: • Defaultlogik • Datalog • Beschreibungslogiken. Es werden zudem verschiedentliche Schlussfolgerungsprobleme eingeführt und deren Eigenschaften analysiert: • nicht-monotones Schliessen, • Regel-basiertes Schliessen • Methoden zum Lernen von Logikformeln aus Beispielen. Die Vorlesung behandelt auch Formalismen, die als Standards in der Praxis relevant sind, wie • OWL • SHACL *Contents of the course Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:* This module introduces fundmental formalisms for logic-based knowledge representation: • default logic • datalog • description logics. There is also an introduction to several inference problems and their properties will be analysed in the lecture: • non-monontonic reasoning, • rule-based reasoning • methods for learning logic formulas from examples The lecture also covers KR formalisms that became standards in practice such as: • OWL • SHACL

5 **Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:**

Die Studierenden können

- erklären was einen Logik-basierten Formalismus charakterisiert
- Grundbegriffe der Wissenrepräsentation kompetent verwenden und erklären
- elementare Formalismen der Wissensrepräsentation anwenden
- elementare Inferenzprobleme lösen
- Methoden zur Analyse von Schlussfolgerungsproblemen anwenden und erklären

Students will be able to

- explain how a logic-based formalism is characterized
- use and explain basic technical notions of knowledge representation
- use and apply basic knowledge representation formalisms
- solve basic inference problems
- apply and explain methods for analysing inference problems

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung Passing of course achievement
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Anni-Yasmin Turhan
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:* Dieses Modul besteht aus Vorlesung und Übung. Die Vorlesung führt die Begriffe, Methoden und Resultate ein. Die Übungsgruppen dienen der praktischen Anwendung von Gelerntem sowie Klärung von Fragen. Prüfungsrelevante Lernmaterialien sind der Tafelanschrieb und die Lösungen der Übungsblätter. Weiterführende Literatur wird in der Veranstaltung und im Panda-Kurs bekannt gegeben. *Remarks of course Introduction to Knowledge Representation and Reasoning:* This module consists of the lecture and the exercise sessions (tutorials). The lecture introduces the notions, methods and results. The tutorials deepen and apply the methods and notions presented in the lecture and clarify questions from students. The material relevant to the examination are the things written on the black board and solutions to the exercise sheets. Additional literature will be announced in the lecture and in the Panda course.

Software Engineering			
Software Engineering			
Modulnummer / Module number: M.079.01503	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05300 Software Engineering	V2 Ü2	60	120	P	300/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05300 Software Engineering	L2 Ex2	60	120	C	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Engineering:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2* und *Modellierung* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Software Engineering:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2* and *Modelling* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Software Engineering:* In der Veranstaltung werden die Grundlagen der systematischen und ingenieursmäßigen Softwareentwicklung vermittelt. Im Fokus steht dabei eine durchgängige modellbasierte Entwicklungsmethode. Der Kurs führt in wesentliche Vorgehensmodelle für die Softwareentwicklung ein. Es werden Methoden für die Softwareentwicklung und Qualitätssicherung vermittelt, die innerhalb der Vorgehensmodelle zum Einsatz kommen. Außerdem werden Modellierungssprachen vorgestellt, mit denen die statischen und dynamischen Aspekte von Softwaresystemen beschrieben werden können. Hierzu wird die objektorientierte Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language) eingeführt, die dedizierte Diagrammsprachen vereint. Methodische Hinweise zum Einsatz der Modellierungssprachen im Softwareentwicklungsprozess, zur Erstellung der Ergebnisartefakte und zur Prüfung ihrer Qualität werden gegeben. Modellierungswerkzeuge werden exemplarisch eingesetzt. Schließlich werden spezifische Programmierkonzepte und werkzeuge für die Softwareentwicklung im Team betrachtet. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Einführung in die Konzepte und Begrifflichkeiten der Softwaretechnik (Software Engineering) • Softwarelebenszyklus und Vorgehensmodelle (klassische, agile, hybride) • Modellierungssprachen und modellbasierte Softwareentwicklung • UML (Unified Modeling Language): Klassendiagramme, Use-Case-Diagramme, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagramme, Zustandsdiagramme, Komponentendiagramme • durchgängige Softwareentwicklungsmethode von der Anforderungsspezifikation über Modellierung (Softwarearchitektur, Softwareentwurf) bis zur Implementierung und dem Test der Software • Transformation und Konsistenz von Modellen, Codegenerierung • spezifische Programmierkonzepte (Objektorientierung, Typisierung, Schnittstellen) für die arbeitsteilige Softwareentwicklung im Team • Softwaretesten und modellbasiertes Testen • Konzepte und Werkzeuge für Quellcode-Verwaltung, Continuous Integration/Delivery

	Contents of the course Software Engineering: The fundamentals for the systematic development of software (i.e., software engineering) are conveyed in this course. Our focus is on a continuous model-based software engineering method. The course introduces important software process models. Methods and practices for software development and quality assurance are considered which are used within the software processes. We look at modelling languages that are designed for specifying the static and dynamic aspects of software systems. In particular, we present the object-oriented modelling language UML (Unified Modeling Language) that combines a family of dedicated diagrammatic languages. Methodical guidelines are given for employing the modelling languages within the software development process, for producing the corresponding software artefacts, and for checking their quality. Software modelling tools are exemplarily used. Finally, specific programming concepts for supporting software development in teams are examined. The course includes the following contents: • introduction to concepts and terminology of software engineering • software process models (traditional, agile, hybrid) • modelling languages and model-based software development • UML (Unified Modeling Language): class diagrams, use case diagrams, activity diagrams, sequence diagrams, statechart diagrams, component diagrams • continuous software engineering method from requirements engineering along software modelling (software architecture, software design) to implementation and testing • transformation and consistency of models, code generation • specific programming concepts (object-orientation, type systems, interfaces) for team software development • software testing and model based testing • concepts and tools for source-code management, continuous integration/delivery
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls • für eine gegebene Problemstellung systematisch und schrittweise eine Softwarelösung unter Einhaltung eines Prozessmodells und Einsatz einer (modellbasierten) Entwicklungsmethode entwickeln • die Unterschiede von Vorgehensmodellen erklären, die Beziehungen und Übergänge zwischen verschieden Entwicklungsphasen eines Vorgehensmodells verstehen und für ein Entwicklungsprojekt ein geeignetes Vorgehen wählen • wichtige Modellierungssprachen, insbesondere die verschiedenen Diagrammsprachen der UML, für die einzelnen Entwicklungsschritte bei der Modellierung der unterschiedlichen Aspekte einer Softwarelösung auswählen und verwenden, um korrekte und passende Softwaremodelle zu erstellen • die Qualität von Softwaremodellen und (Zwischen-) Ergebnissen bewerten • zur Überprüfung der Qualität der entwickelten Softwarelösung Techniken des Softwaretestens und des modellbasierten Testens einsetzen • Konzepte und Softwareentwicklungswerkzeuge für die arbeitsteilige Softwareentwicklung im Team auswählen und einsetzen • eine größere, zusammenhängende Softwaremodellierungsaufgabe über einen längeren Zeitraum selbstorganisiert im Team bearbeiten und hierbei die Bedeutung der verschiedenen Phasen, Methoden und Softwarewerkzeuge verstehen

Students will be able to

- develop systematically and stepwise a software solution for a given problem by following a software process model and applying a (model-based) software engineering method
- explain the differences between software process models, understand the interdependencies and transitions between different phases of the software process, and select an appropriate software process model for a software development project
- select and use important modelling languages, particularly the different diagram languages of the UML, for the individual development steps in the modelling of the diverse aspects of a software solution in order to create correct and adequate models of the software
- evaluate the quality of software models and (intermediate) results
- apply techniques of software testing and model-based testing to check the quality of a software solution
- choose and employ concepts and software tools for team-based software development
- accomplish a large, coherent software modelling task over a longer period of time in a self-organized team and thereby understand the relevance of the different phases, methods, and software tools

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

	The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr. Stefan Sauer, Prof. Dr. Eric Bodden
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Software Engineering:* **Methodische Umsetzung** In der Vorlesung werden die Grundlagen, Begrifflichkeiten, Sprachen und Methoden des Software Engineering vermittelt, die dann in den begleitenden Übungen (Zentralübung, Präsenz- und/oder Heimübungen in Kleingruppen) vertieft und in dem begleitenden Praktikumsanteil im Team an einem durchgängigen Beispiel von den Studierenden selbst erprobt werden. Hierbei kommen gängige Software-Engineering-Werkzeuge zum Einsatz. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Präsentationsfolien, ggf. Tafelanschrieb, i.d.R. Vorlesungsaufzeichnung • Übungsaufgaben und Lösungshinweise • Praktikumsaufgabe mit Beispielartefakten • Konkrete Literatur zu den einzelnen Themengebieten wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Software Engineering:* **Implementation Method** Foundations, terminology, languages, and methods of software engineering are conveyed in the lectures. The contents are then intensified in the supplementary practical exercises (central exercise, exercises in presence and/or homework assignments in small groups) and applied by small teams of students in the complementary teamwork lab exercise along a comprehensive example. Students will use typical software engineering tools for accomplishing these tasks. **Learning Material, Literature** • presentation slides, blackboard/whiteboard sketches (if applicable), recordings of lectures (generally) • exercise tasks/assignments and solution notes • lab exercise assignment with corresponding software artefact examples • concrete literature on the particular topics will be announced in the course

Systems Engineering			
Systems Engineering			
Modulnummer / Module number: M.079.2119	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** WP

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05505 Systems Engineering	V2 Ü3	75	105	P	25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05505 Systems Engineering	L2 Ex3	75	105	C	25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

none

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Systems Engineering:* Durch den technischen Wandel von mechatronischen zu intelligenten technischen Systemen (ITS) stehen Unternehmen und Entwicklungsteams vor vielen Herausforderungen. Wesentlich ist die Zunahme der Komplexität und Vernetzung von Systemen (Produkte). Bestehende Ansätze in der Produktentstehung können diese nicht effizient und effektiv abdecken. Systems Engineering stellt sich hierfür als vielversprechender Ansatz auf, die Herausforderungen zu lösen. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Intelligente Technische Systeme (ITS) • Systems Engineering 101 • Der Produktlebenszyklus • Technische & Managment Prozesse • Tailoring und Anwendung von Systems Engineering • Model-based Systems Engineering 101 *Contents of the course Systems Engineering:* Due to the technical change from mechatronic to intelligent technical systems (ITS), companies and development teams are facing many challenges. A key factor is the increase in complexity and networking of systems (products). Existing approaches in product development cannot cover this efficiently and effectively. Systems Engineering presents itself as a promising approach to solve these challenges. The course covers the following contents: • Intelligent Technical Systems (ITS) • Systems Engineering 101 • The Product Life Cycle • Technical & Management Processes • Tailoring and Application of Systems Engineering • Model-based Systems Engineering 101
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • Intelligente technische Systeme und ihre Systemelemente bestimmen und abstrahieren, • Grundlagen des Systems Engineering verstehen und an Beispielen maßgeschneidert anwenden, • Technische und Management Prozesse verstehen und an Beispielen anwenden, • Grundlagen des Model-based System Engineering verstehen. Students will be able to • identify and abstract intelligent technical systems and their system elements, • understand the fundamentals of systems engineering and apply them to examples in a tailored manner, • understand technical and management processes and apply them to examples, • understand the basics of model-based systems engineering.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung / Assessments:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur, mündliche Prüfung oder Referat</td><td>90-120 min, 30-45 min oder 30 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Type of examination</th><th>Duration or scope</th><th>Weighting for the module grade</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Written or oral examination or report</td><td>90-120 min or 30-45 min or 30 min</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:
keine
none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:
Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination was passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2).
The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:
Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu</td></tr>
</table>

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Systems Engineering:* **Methodische Umsetzung** • Themenspezifische Informationsvermittlung aus Theorie und Praxis • Tieferlegung der vermittelten Inhalte über Übungen und anwendungsnahe Aufgaben **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Steffen, D.; Czaja, A.; Wiederkehr, O.; Tschirner, C.: Systems Engineering in industrial practice. Heinz Nixdorf Institute, University Paderborn, 2013, Unter: https://www.hni.uni-paderborn.de/en/spe/systemsengineering/ • Dumitrescu, R.; Albers, A.; Riedel, O.; Stark, R.;Gausemeier, J. (Eds): Engineering in Germany – Status quo in Business and Science. Federal Ministry of Education and Research, 2021 Unter: https://www.advanced-systems-engineering.de/#studie • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Systems Engineering:* **Implementation Method** • Topic-specific information transfer from theory and practice • Deepening of the imparted contents via exercises and application-oriented tasks **Learning Material, Literature** • Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Steffen, D.; Czaja, A.; Wiederkehr, O.; Tschirner, C.: Systems Engineering in industrial practice. Heinz Nixdorf Institute, University Paderborn, 2013, Under: https://www.hni.uni-paderborn.de/en/spe/systemsengineering/ • Dumitrescu, R.; Albers, A.; Riedel, O.; Stark, R.;Gausemeier, J. (Eds): Engineering in Germany – Status quo in Business and Science. Federal Ministry of Education and Research, 2021 Under: https://www.advanced-systems-engineering.de/#studie • Additional literature will be announced in the course.

Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen			
Distributed Algorithms and Data Structures			
Modulnummer / Module number: M.079.2214	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05610 Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen	V3 Ü2	75	105	P	50/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05610 Distributed Algorithms and Data Structures	L3 Ex2	75	105	C	50/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Datenstrukturen und Algorithmen* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the module *Data Structures and Algorithms* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:* Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der verteilten Algorithmen und Datenstrukturen. Einen Schwerpunkt bilden dabei hochskalierbare Datenstrukturen, die auch für sehr große und dynamische verteilte Systeme anwendbar sind. Nach einer Einführung in die Netzwerktheorie werden zunächst grundlegende Designprinzipien für verteilte Algorithmen und Datenstrukturen vorgestellt wie z.B. das Konzept der selbststabilisierenden Systeme. Danach folgt eine kurze Einführung in verteilte Programmierung, damit die in der Vorlesung vorgestellten Datenstrukturen auch implementiert werden können. Anschließend werden zunächst prozessorientierte Datenstrukturen und dann informationsorientierte Datenstrukturen vorgestellt. • Einleitung • Netzwerktheorie • Designprinzipien für verteilte Algorithmen und Datenstrukturen • Einführung in verteilte Programmierung • Prozessorientierte Datenstrukturen: (Zyklische) Listen, de Bruijn Graphen, Skip Graphen, Delaunay Graphen • Informationsorientierte Datenstrukturen: Verteiltes Hashing, verteilte Queue, verteilter Stack, verteilter Heap *Contents of the course Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:* The lecture gives an introduction to distributed algorithms and data structures. An emphasis will be on data structures that are highly scalable in a sense that they can even be used for very large and dynamic distributed systems. After an introduction to network theory, some basic design principles for distributed algorithms and data structures are presented like the concept of self-stabilizing systems. Afterwards, an introduction to distributed programming is given, so that the data structures presented in the course can be implemented. After that, first, process-oriented data structures are presented, and then information-oriented data structures are presented. • Introduction • Network theory • Design principles for distributed algorithms and data structures • Introduction to distributed programming • Process-oriented data structures: (cyclic) lists, de Bruijn graphs, skip graphs, Delaunay graphs • Information-oriented data structures: distributed hashing, distibuted queue, distributed stack, distributed heap
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • grundlegende Literatur im Bereich verteilte Algorithmen und Datenstrukturen verstehen, • selbständig adäquate Techniken und Verfahren im Bereich der verteilten Algorithmen und Datenstrukturen anwenden, • algorithmische Probleme gemäß ihrer Lösbarkeit und Komplexität einschätzen und • grundlegende verteilte Datenstrukturen implementieren.

Students will be able to

- understand basic literature in the area of distributed algorithms and data structures,
- apply adequate techniques and approaches in hte area of distributed algorithms and data structures,
- judge the computability and complexity of algorithmic problems, and
- implement basic distributed data structures.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur, mündliche Prüfung oder Referat	90-120 min, 30-45 min oder 30 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written or oral examination or report	90-120 min or 30-45 min or 30 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben, schriftliche Ausarbeitung oder Referat		SL

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments, course paper or presentation		CA

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination was passed.

10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 2). The module is weighted according to twice the number of credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4), Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Scheideler
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:* **Methodische Umsetzung** Die Vorlesung nutzt Tafelanschrieb und Folien sowie kleine Aufgaben für die Studierenden während der Vorlesung. Sie wird durch Tutorien begleitet. Studierende haben in den Tutorien Gelegenheit, Aufgaben in der Gruppe zu bearbeiten und Lösungen zu den Übungsblättern mit den Tutoren zu diskutieren. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen:* **Implementation Method** The lecture uses a blackboard and slides as well as small exercises for the students during the lecture. It will be supported by tutorial groups. Students have the opportunity in tutorial groups to work on problems in a group and to discuss solutions of the exercise sheets with the tutors. **Learning Material, Literature** • Slides of the lecture; exercise sheets • Additional literature will be announced in the course.

3 Weiterer Studienabschnitt

3.1 Pflichtmodule

Gesellschaft und Informationstechnik			
Society and Information Technology			
Modulnummer / Module number: M.079.01292	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	2024.CE.4006 Gesellschaft und Informationstechnik	V3 Ü2	75	75	P	200/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	2024.CE.4006 Society and Information Technology	L3 Ex2	75	75	C	200/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

	none
4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Gesellschaft und Informationstechnik:* Die Veranstaltung gibt einen Überblick über die gesellschaftlichen Aspekte der Informationstechnik und versetzt die Studierenden in die Lage, die gesellschaftliche und ethische Bedeutung des Fachs zu beurteilen und Konsequenzen für verantwortungsbewusstes Handeln zu ziehen. Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen Informationstechnik und Gesellschaft, sind in der Lage, die Auswirkungen informationstechnischer Produkte und Dienstleistungen zu analysieren und potentielle Konfliktfelder zu identifizieren, und kennen ethische Verhaltensregeln, wie sie zum Beispiel von den Berufsorganisationen GI, IEEE und ACM herausgegeben werden. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Geschichte der Informatik: Geschichte des Schreibens, Rechnens und Kommunizierens, Wechselwirkungen zwischen der Entwicklung von Gesellschaft und Technologien, Charakteristika und Potenziale des Digitalen, Informationstechnologie zwischen Herrschaftsinstrument oder Empowerment • Einführung in Ethik: Ethische Theorien, Theorie der Gerechtigkeit, Ethische Leitlinien • Vernetzte Kommunikation: Wissensgesellschaft, Informationsfreiheit, Meinungsfreiheit und Zensur, Chatkontrolle, Netzneutralität, Störerhaftung • Geistiges Eigentum: Urheberrecht, Digital Rights Management, Markenrecht, Patentrecht, Software als Produkt, Free and Open Software, Creative Commons • Datenschutz: Entstehung des Datenschutz, Datenschutz vs. Privatsphäre, Grundkonzepte des Datenschutzes, Grundsätze der DSGVO, Rechte der Betroffenen, Technisch-organisatorische Maßnahmen, Auftragsverarbeitung, Datenschutz-Management • Datenschutzgefährdende Technologien: Datenspuren im Netz und in der realen Welt, Datenspeicherung im Ausland, Gesichtserkennung, Social Profiling, Predictive Policing, RFID-Technologie, Surveillance Capitalism, Big Data, De-Pseudonymisierung • Informatik und das Militär: Militärgeschichte der Informatik, Kernprobleme im militärischen Bereich, Besonderheiten von Software, Fehler und Zuverlässigkeit von Computern, Autonome Waffensysteme, Cyberwar

	Contents of the course Gesellschaft und Informationstechnik: The course provides an overview of the social aspects of information technology and enables students to assess the social and ethical significance of the subject and to draw consequences for responsible action. Students understand the connections between information technology and society. They are able to analyze the impact of products and services based on information technology. They can identify potential areas of conflict and are familiar with ethical codes of conduct, such as those issued by professional organizations such as GI, IEEE and ACM. The course includes the following contents: • History of computing: history of writing, computing and communicating, interactions between the evolution of society and technologies, characteristics and potentials of the digital, information technology between instrument of domination or empowerment. • Introduction to ethics: ethical theories, theory of justice, ethical guidelines • Networked communication: knowledge society, freedom of information, freedom of expression and censorship, chat control, net neutrality, liability of service providers • Intellectual property: copyright law, digital rights management, trademark law, patent law, software as a product, free and open software, creative commons • Data protection: origins of data protection, data protection vs. privacy, basic concepts of data protection, principles of the GDPR, rights of data subjects, technical and organizational measures, processing by another, data protection management • Privacy-threatening technologies: data traces on the internet and in the real world, data storage abroad, facial recognition, social profiling, predictive policing, RFID technology, surveillance capitalism, big data, de-pseudonymization. • Computer science and the military: military history of computer science, core problems in the military domain, specifics of software, computer failures and reliability, autonomous weapon systems, cyberwar
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • ethische Herausforderungen in der Arbeit von Informatikerinnen und Informatikern erkennen, • Grundkonzepte der behandelten Themenfelder (Geschichte, Ethik, Datenschutz, geistiges Eigentum etc.) erklären, • Systemanforderungen auf Grundlage der ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen formulieren, • Wechselwirkungen zwischen rechtlichen Rahmenbedingungen und Informatiksystemen analysieren, • informatische Aspekte in gesellschaftlich relevanten Ereignissen bewerten. Students will be able to • recognize ethical challenges in the work of computer scientists, • explain basic concepts of the topics covered (history, ethics, privacy, intellectual property, etc.), • formulate system requirements based on ethical and legal frameworks, • analyze interactions between legal frameworks and informatics systems, • evaluate informatics aspects in socially relevant events.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Written examination	90-120 min	100%

The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Assignments		AA

Within the first three weeks of the lecture period each respective lecturer will specify the manner in which the course achievement will be conducted.

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Gesellschaft und Informationstechnik“.

Prerequisite for the participation in the examination is the study achievement in the course “Society and Information Technology”.

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).

	The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr. Harald Selke
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Gesellschaft und Informationstechnik:* **Methodische Umsetzung** Die Inhalte werden durch den Dozenten im Rahmen der Vorlesung präsentiert, wobei interaktive Elemente sowie punktuell das Flipped-Classroom-Konzept zur Anwendung kommen. In wöchentlich zu bearbeitenden Übungsaufgaben werden Fallbeispiele und Szenarien erarbeitet. In den Übungen diskutieren die Studierenden in Kleingruppen und referieren in den Übungen sowie in den Übungsaufgaben erarbeitete Positionen und Lösungsvorschläge. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Michael J. Quinn: Ethics for the Information Age. 8th edition, Pearson, 2019. • Sara Baase, Timothy M. Henry: A Gift of Fire: Social, Legal, and Ethical Issues for Computing Technology. 5th edition, Pearson, 2018. • Felix Winkelnkemper: Interface Evolution – Die Geschichte des Computers als Geschichte seiner Nutzungsschnittstelle. Eigenverlag, 2021. • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Gesellschaft und Informationstechnik:* **Implementation Method** The contents are presented by the lecturer in the lecture, using interactive elements and occasionally the flipped classroom concept. Case studies and scenarios are studied in weekly assignments. In the tutorials, students discuss in small groups and present positions and proposed solutions developed in the tutorials as well as in the assignments. **Learning Material, Literature** • Michael J. Quinn: Ethics for the Information Age. 8th edition, Pearson, 2019. • Sara Baase, Timothy M. Henry: A Gift of Fire: Social, Legal, and Ethical Issues for Computing Technology. 5th edition, Pearson, 2018. • Felix Winkelnkemper: Interface Evolution – Die Geschichte des Computers als Geschichte seiner Nutzungsschnittstelle. Eigenverlag, 2021. • Additional literature will be announced in the course.

Proseminar			
Proseminar			
Modulnummer / Module number: M.079.01518	**Workload (h):** 120	**Leistungspunkte / Credits:** 4	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
Sprache / Language: de	**Studiensemester / Semester number:** 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.075.. Proseminar	PS2	30	90	P	15

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.075.. Proseminar	PS2	30	90	C	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Die Anzahl der Teilnehmenden ist in der Regel auf 15 beschränkt.

The number of participants is limited to 15.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Proseminar:* Im Proseminar wird die Einarbeitung in ein wissenschaftliches Thema erlernt und wissenschaftliches Denken und Arbeiten gestärkt. Die Inhalte werden schriftlich und mündlich präsentiert. Dazu werden Basiswissen in Bezug auf Literaturrecherche, Rhetorik und aktuelle Präsentationstechniken sowie in Bezug auf Kritikfähigkeit und Feedbackmethoden erworben und angewendet. Die Studierenden lernen in der praktischen Durchführung das Erarbeiten eines Themas, die Auswahl von Quellen und Inhalten, das Halten von Vorträgen, den Umgang mit Fragen und Diskussionsbeiträgen sowie das Anfertigen von größeren schriftlichen Texten. Die erarbeiteten Kompetenzen im Proseminar bereiten das Bewältigen ähnlicher Situationen später im Studium (Abschlussarbeit, ggf. Master-Studiengang) und im Beruf (Präsentationen, Berichte) vor. Die fachliche Ausrichtung des Proseminars ist abhängig vom jeweiligen Thema der Veranstaltung. *Contents of the course Proseminar:* In the proseminar, students learn how to approach a scientific topic and strengthen their scientific thinking and working skills. The contents are presented in writing and orally. For this purpose, basic knowledge regarding literature research, rhetoric and current presentation techniques as well as regarding the ability to give and receive criticism and feedback methods are acquired and applied. In the practical implementation, students learn how to develop a topic, select sources and content, give presentations, deal with questions and contributions to discussions, and prepare larger written texts. The competencies acquired in the proseminar prepare students to deal with similar situations later in their studies (thesis, possibly Master's program) and in their careers (presentations, reports). The orientation of the proseminar depends on the topic of the course.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden können • ein fachliches Themengebiet auf wissenschaftlichem Niveau selbständig erarbeiten, insbesondere auch durch gründliche Literaturrecherche, die das Studium wissenschaftlicher Veröffentlichungen einschließt, • Konzepte und Sachverhalte erklären, die für das gewählte Themengebiet relevant sind, • geeignete Quellen auswählen, • Inhalte aus verschiedenen Quellen sichten, verstehen und zu einem Gesamtbild zusammenfügen, • erarbeitete Erkenntnisse in Form von Ausarbeitungen im wissenschaftlichen Stil und in Form einer wissenschaftlichen Präsentation darstellen, • fachliche Themen mit anderen diskutieren, • die eigenen Arbeitsweisen reflektieren und kommunizieren.

Students will be able to

- Independently develop a subject area at a scientific level, in particular also through thorough literature research, which includes the study of scientific publications,
- explain concepts and facts relevant to the chosen subject area,
- select appropriate sources,
- examine and understand content from a variety of sources and synthesize it into an overall view,
- present developed findings in the form of elaborations in scientific style and in the form of a scientific presentation,
- discuss scientific topics with others,
- reflect on and communicate their own methods of working.

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Seminarvortrag mit schriftlicher Ausarbeitung		100%

Die Dauer der Präsentation einschließlich der Diskussion soll 30-45 Minuten betragen. Die schriftliche Ausarbeitung soll einen Umfang von bis zu 20 Seiten DIN A4 haben.
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a)	Presentation with seminar paper		100%

The duration of the presentation including the discussion should be 30-45 minutes. The written elaboration should have a length of up to 20 pages DIN A4.
The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

keine

none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** Für das Proseminar können alle Proseminare aus dem Angebot des Bachelorstudiengangs Informatik gewählt werden. *Hinweise der Lehrveranstaltung Proseminar:* **Methodische Umsetzung** In den ersten semesterbegleitenden Sitzungen des Proseminars lernen die Studierenden zunächst, das Thema einzugrenzen, um dann eine wissenschaftliche Perspektive auf das zu behandelnde Thema auszuwählen und zu entwickeln. Die Studierenden werden in die wesentlichen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens eingeführt (Recherche, Präsentation, wissenschaftlicher Stil, Entwicklung eines roten Fadens, Umgang mit Quellen). Die Studierenden erhalten während der Erarbeitung des Themas semesterbegleitend Rückmeldungen sowohl von den Betreuenden als auch von anderen Seminarteilnehmenden. Das erarbeitete Thema wird im Rahmen des Proseminars vorgestellt. Die Präsentationen finden nach Maßgabe der Lehrenden entweder in semesterbegleitenden Sitzungen oder als Blockseminar statt. An die Präsentation schließt sich eine Diskussion an. Der Termin für die Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung wird frühzeitig bekanntgegeben. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Je nach gewähltem Thema. For the proseminar all proseminars can be selected from the range of the Bachelor's program in Computer Science. *Remarks of course Proseminar:* **Implementation method** In the first sessions of the proseminar, students first learn to narrow down the topic, and then to select and develop a scientific perspective on the topic to be addressed. Students are introduced to the essential techniques of scientific work (research, presentation, scientific style, developing a common thread, dealing with sources). Students will receive feedback from both supervisors and other seminar participants throughout the semester as they develop their topic. The topic researched will be presented in the proseminar. Presentations will take place either in term sessions or as a block seminar, as determined by the instructor. The presentation will be followed by a discussion. The deadline for the submission of the seminar paper will be announced in due time. **Learning Material, Literature** Depending on the selected topic.

4 Abschlussarbeit

Abschlussarbeit			
Final Degree Module			
Modulnummer / Module number: A.048.16002	**Workload (h):** 450	**Leistungspunkte / Credits:** 15	**Turnus / Regular Cycle:** Sommer- / Wintersemester
Sprache / Language: de / en	**Studiensemester / Semester number:** 6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Modulstatus (P/WP) Module status (C/CE)** P

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	Arbeitsplan (CEBA)		15	75	P	
b)	Bachelorarbeit (CE)		30	330	P	

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	Working Plan (CEBA)		15	75	C	
b)	Bachelor Thesis (CE)		30	330	C	

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Zulassung zum Modul Abschlussarbeit erfolgt erst nach erfolgreichem Abschluss des ersten Studienabschnittes.

Admission to the final thesis module is only granted after successful completion of the first study section.

4	**Inhalte / Contents:** **Arbeitsplan:** Nach Themenabsprache mit dem Betreuer erfolgt eine erste grobe Einarbeitung. Auf dieser Grundlage und einer ersten Literaturrecherche ist durch den Studierenden ein Arbeitsplan vorzulegen, der die zu erzielenden Ergebnisse samt Meilensteine für die Arbeit dokumentiert. **Bachelorarbeit:** In der Bachelor-Arbeit wird ein Problem nach wissenschaftlichen Methoden innerhalb einer bestimmten Frist bearbeitet. Die Arbeit ist thematisch in das wissenschaftliche Umfeld der Fakultät mit ihren vielschichtigen engen Kooperationen mit Betrieben und der Industrie eingebettet. Diese Vernetzung eröffnet vielfältige und interessante Aufgabenstellungen für Bachelor-Arbeiten und dient der Förderung des Berufsfeld- und Arbeitsmarktbezugs und dem Erwerb von fachübergreifenden Kompetenzen. **Working plan:** After the topic has been agreed upon with the supervisor, an initial rough draft is made. On this basis and a first literature research, the student has to submit a work plan documenting the results to be achieved including milestones for the work. **Bachelor thesis:** In the bachelor thesis a problem is worked on according to scientific methods within a certain period of time. The thesis is thematically embedded in the scientific environment of the faculty with its multi-layered close cooperation with companies and industry. This networking opens up diverse and interesting tasks for Bachelor's theses and serves to promote the professional field and labor market reference and the acquisition of interdisciplinary skills.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Im Rahmen ihrer Abschlussarbeit bearbeiten die Studierenden ein Problem nach wissenschaftlichen Methoden innerhalb einer bestimmten Frist. Die im Zuge des Studiums erworbenen fachlichmethodischen sowie fachübergreifenden Kompetenzen sollen dazu entsprechend eingesetzt werden. Dazu gehören insbesondere auch die Strukturierung und Planung der einzelnen Arbeitsschritte sowie die Präsentation der Ergebnisse nach Abschluss der Arbeit. **Nichtkognitive Kompetenzen** • Einsatz und Engagement • Haltung und Einstellung • Lernmotivation • Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich) • Selbststeuerungskompetenz Within the framework of their final thesis, students work on a problem according to scientific methods within a certain period of time. The subject-specific methodological and interdisciplinary competencies acquired in the course of the studies are to be applied accordingly. This includes in particular the structuring and planning of the individual work steps as well as the presentation of the results after completion of the work. **Non-cognitive competencies** • Commitment and engagement • Attitude and mindset • Motivation to learn • Writing and reading skills (scientific) • Self-direction skills

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Bachelorarbeit inkl. Abschlusspräsentation	max. 50 DIN A4-Seiten inkl. 30-45 min	100%

☒Final module exam (MAP) □Module exam (MP) □Partial module exams (MTP)

zu	**Type of examination**	**Duration or scope**	**Weighting for the module grade**
a) - b)	Bachelor thesis incl. final presentation	max. 50 DIN A4-Pages incl. 30-45 min	100%

7 **Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study Achievement:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Arbeitsplan	90h	QT
b)			

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Working Plan	90h	QP
b)			

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:**

Keine

None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn der Arbeitsplan nachgewiesen und die Masterarbeit bestanden wurde.

Credits are awarded when the bachelor's thesis has been passed and the work plan has been verified.

10 **Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:**

Das Modul wird mit der doppelten Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 2).

	The module is weighted according to the twice the number of its credits (factor 2).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen oder Studiengangversionen / Reuse in degree courses or degree course versions:** Bachelorstudiengang Computer Engineering v4 (CEBA v4)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Carsten Balewski
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Arbeitsplan: Je nach gewähltem Thema in Absprache mit dem Betreuer. • Masterarbeit: Je nach gewähltem Thema in Absprache mit dem Betreuer. **Methodische Umsetzung** • Arbeitsplan: Direkte Absprache mit Betreuer. • Bachelorarbeit: Selbständiges Arbeiten unterstützt durch individuelle Betreuung **Learning Materials, References** • Work plan: Depending on the chosen topic in consultation with the supervisor. • Master thesis: Depending on the chosen topic in consultation with the supervisor. **Methodological implementation**. • Work plan: Direct consultation with supervisor. • Bachelor thesis: Independent work supported by individual supervision.

5 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester

- A.048.16002 Abschlussarbeit 262
- M.048.10101 Grundlagen der Elektrotechnik A 15
- M.048.10304 Elektromagnetische Feldtheorie 113
- M.048.10903 Optische Informationsübertragung 147
- M.048.10910 Aktuelle Themen der Signalverarbeitung 96
- M.048.10911 Numerische Verfahren für Ingenieure 142
- M.048.10913 Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen 121
- M.048.10951 Signal- und Informationsübertragung 78
- M.048.11107 Messtechnische Signalanalyse in Python 138
- M.048.11112 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) 161
- M.048.11114 Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme 117
- M.048.11115 Integrierte Energiesysteme 129
- M.048.40001 Grundlagen des VLSI-Entwurfs 36
- M.048.40002 Halbleiterbauelemente für Computer Engineering 41
- M.048.40201 Energietechnik 106
- M.048.40814 Praktikum Mikrocontroller-Elektronik 32
- M.048.41101 Regelungstechnik 152
- M.079.01291 Systementwurf-Teamprojekt 93
- M.079.01501 Programmierung 1 61
- M.079.01503 Software Engineering 240
- M.079.01506 Modellierung 51
- M.079.01507 Datenstrukturen und Algorithmen 46
- M.079.01510 Einführung in Data Science 89
- M.079.01512 Rechnerarchitektur 70
- M.079.01513 Rechnernetze 74
- M.079.01518 Proseminar 258
- M.079.2115 Secure Software Engineering 194
- M.079.2210 Einführung in Kryptographie 215
- M.079.2211 Grundlegende Algorithmen 228
- M.079.2312 Rechnernetze 189
- M.079.2412 Databases and Information Systems 204
- M.105.9502 Höhere Mathematik I (CE) 4
- M.105.9539 Höhere Mathematik II (Wahlmodul CE) 125

6 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester

- A.048.16002 Abschlussarbeit 262
- M.048.10102 Grundlagen der Elektrotechnik B 20
- M.048.10203 Messtechnik 133
- M.048.10701 Signaltheorie 28
- M.048.10702 Systemtheorie 24
- M.048.10704 Stochastik für Ingenieure 11
- M.048.10908 Zeitdiskrete Signalverarbeitung 165
- M.048.10911 Numerische Verfahren für Ingenieure 142
- M.048.10913 Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen 121
- M.048.11105 Regenerative Energien 156
- M.048.11113 Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen 101
- M.079.01211 Eingebettete Systeme 175
- M.079.01226 Einführung in Hochleistungsrechnen 170
- M.079.01292 Gesellschaft und Informationstechnik 253
- M.079.01502 Programmierung 2 56
- M.079.01508 Berechenbarkeit und Komplexität 200
- M.079.01509 Datenbanken 209
- M.079.01511 Digitaltechnik 66
- M.079.01514 Betriebssysteme 85
- M.079.01515 IT-Sicherheit 232
- M.079.2119 Systems Engineering 245
- M.079.2214 Verteilte Algorithmen und Datenstrukturen 249
- M.079.2215 Grundlagen der Algorithmischen Geometrie 223
- M.079.2331 Embedded Machine Learning 180
- M.079.2414 Foundations of the Semantic Web 219
- M.079.2431 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning 236

7 Übersicht der Modulangebote in englischer Sprache

- A.048.16002 Final Degree Module 262
- M.079.2115 Secure Software Engineering 194
- M.079.2210 Introduction to Cryptography 215
- M.079.2211 Fundamental Algorithms 228
- M.079.2312 Computer Networks 189
- M.079.2331 Embedded Machine Learning 180
- M.079.2412 Databases and Information Systems 204
- M.079.2414 Foundations of the Semantic Web 219
- M.079.2431 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning 236

Erzeugt am 8. September 2026 um 11:52.