UNIVERSITÄT PADERBORN

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

MODULHANDBUCH FÜR DEN BACHELORSTUDIENGANG COMPUTER ENGINEERING V3B (CEBA V3B)

STAND: 8. SEPTEMBER 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Präambel und Hinweise **3**

2 1. Studienabschnitt **4**

3 2. Studienabschnitt **76**
3.1 Pflichtmodule 76
3.2 Wahlpflichtbereich Elektrotechnik 89
3.3 Wahlpflichtbereich Informatik 162
3.3.1 Bereich Computersysteme 162
3.3.2 Andere Bereiche 192

4 Weiterer Studienabschnitt **251**

5 Abschlussarbeit **261**

6 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester **265**

7 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester **266**

8 Übersicht der Modulangebote in englischer Sprache **267**

1 Präambel und Hinweise

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.

2 1. Studienabschnitt

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

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

Höhere Mathematik II (CE)			
Advanced Mathematics II (CE)			
Modulnummer / Module number: M.105.9532	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 3. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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	150	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 Engineers	L4 Ex2, WS	90	150	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.

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

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 • Partielle Differentialgleichungen: Separationsansatz, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung *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 • Partial Differential Equations: separation of variables, Laplace's equation, heat equation, wave equation
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.

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 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

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 der Veranstaltung „Höhere Mathematik C“.

	Prerequisites for participation are the „qualifizierte Teilnahme“ of the lecture “Advanced Mathematics C”.
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)
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 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.

Stochastik			
Probability			
Modulnummer / Module number: M.048.40704	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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
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.

-

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)
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
	Studiensemester / Semester number: 1. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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
	Studiensemester / Semester number: 2. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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

Halbleitertechnik			
Semiconductor Technology			
Modulnummer / Module number: M.048.40402	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 3. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10402 Halbleiterbauelemente	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.048.10402 Semiconductor Devices	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:
Empfohlen: Werkstoffe der Elektrotechnik

None

Prerequisites of course Halbleiterbauelemente:
Recommended: Materials for Electrical Engineering

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente:* **Kurzbeschreibung** Die Lehrveranstaltung „Halbleiterbauelemente“ 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 analogen Grundschaltungen sowie von logischen Gatterfunktionen. **Inhalt** Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: • Grundlagen elektronischer Halbleiterbauelemente • pn-Übergange und Halbleiterdioden • Bipolartransistoren • Heteroübergänge und Metall-Halbleiter-Kontakte • Feldeffekttransistoren • Analoge und digitale Grundschaltungen *Contents of the course Halbleiterbauelemente:* **Short Description** The course “Semiconductor Devices” 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, simple, basic analog and logic circuits are explained. **Contents** In detail the following topics are covered: • Fundamentals of electronic semiconductor devices • pn junctions and semiconductor diodes • Bipolar transistors • Heterojunctions and metal-semiconductor contacts • Field-effect transistors • Basic analog and digital circuits

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

Qualifizierte Teilnahme / 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

Qualified participation / 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 Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung über die Lehrveranstaltung “Halbleiterbauelemente”.

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

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)

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

Prof. Dr.-Ing. Nils Christopher Gerhardt

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** **Lehrveranstaltungsseite** [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre] *Hinweise der Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente:* **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 **Course Homepage** [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre] *Remarks of course Halbleiterbauelemente:* **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

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

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (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.

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

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.

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

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.

Programmierung			
Modulnummer / Module number: M.079.01201	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 1	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05100 Programmierung	V4 Ü2	90	150	P	500/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05100 Programming	L4 Ex2	90	150	C	500/40

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

keine

4 **Inhalte / Contents:**

Die Studierenden lernen

- *Faktenwissen:* unter anderem die wesentlichen Konstrukte einer Programmiersprache (derzeit Python, in geringem Umfang auch Java); die Grundkonzepte von Komposition und Abstraktion in der Programmierung zu verstehen
- *methodisches Wissen:* die gelernten Sprachkonstrukte sinnvoll und mit Verständnis anzuwenden; Software zu testen sowie Fehlerursachen zu finden und zu beseitigen; objektorientierte Grundkonzepte zu verstehen und anzuwenden; Software aus objektorientierten Bibliotheken wiederzuverwenden
- *Transferkompetenz:* praktische Erfahrungen in der Programmentwicklung auf neue Aufgaben zu übertragen
- *normativ-bewertenden Kompetenzen:* den Aufwand und die Durchführbarkeit von Programmieraufgabe zu beurteilen

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Gruppenarbeit
- Kooperationskompetenz
- Lernmotivation

Inhalte der Lehrveranstaltung Programmierung:
Softwareentwicklung ist ein zentrales Arbeitsgebiet der Informatik. Software-Entwickler müssen Aufgaben analysieren und modellieren, Software-Strukturen entwerfen und diese in einer Programmiersprache implementieren können. Dieser Modul vermittelt einführende und wissenschaftlich fundierte Kenntnisse und Fähigkeiten in der Programmierung. Zusammen mit den Modulen Programmierung 2, Programmiersprachen, Softwareengineering und dem Softwaretechnikpraktikum werden damit die wissenschaftlichen Grundlagen für das Arbeitsgebiet Software-Entwicklung gelegt und praktisch eingeübt.
Dieses Modul soll die Teilnehmer befähigen,

- eine für die Software-Entwicklung relevante Programmiersprache anzuwenden (zur Zeit Python, in geringerem Umfang auch Java)
- Grundbegriffe der objektorientierten Programmiermethodik einzusetzen,
- Algorithmen in Programmen zu implementieren.

Im Informatikstudium bildet dieses Modul zusammen mit den Pflichtmodulen Modellierung, Datenbanksysteme und Softwaretechnik den Kern der Grundausbildung in Gebiet Softwaretechnik. Dieses Modul umfasst die folgenden Inhalte:

1. Grundbegriffe zu Programmen und ihrer Ausführung
2. Klassen, Objekte, Datentypen
3. Programm- und Datenstrukturen
4. Objektorientierte Abstraktion
5. Objektorientierte Bibliotheken

Contents of the course Programmierung:
Software development is a central field of activity in computer science. Software developers must be able to analyse and model tasks, design software structures and implement them in a programming language. This module teaches introductory and fundamental knowledge and skills in programming. Together with the modules Programming 2, Programming Languages, Softwareengineering, and Software Praktikum, it sets and practises the foundations in the field of software development.
This module enables the participants to

- apply a programming language relevant in software development (currently Python, partially also Java),
- use basic terms of the object-oriented programming methodology,
- implement algorithms in programs.

This module forms the core of the basic training in the field of Software Technology in the computer science degree course, together with the mandatory modules Modeling, Database Systems, and Software Technology.
The module includes the following topics:

1. Basic terminology of programs and their execution
2. Classes, objects, data types
3. Program and data structures
4. Object-oriented abstraction
5. Object-oriented libraries

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

-

-

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

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

<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>Schriftliche 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 bzw. qualifizierte Teilnahme 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>Written exercises</td><td></td><td>CA</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Bestehen der Studienleistung</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.
keine</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit 8 Credits gewichtet.</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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Stefan Böttcher</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise / Other Notes:
Hinweise der Lehrveranstaltung Programmierung:
Methodische Umsetzung
Sprachkonstrukte und Programmiertechniken werden an typischen Beispielen eingeführt und erläutert und anschließend in den Übungen praktisch erprobt. Objektorientierte Methoden und Abstraktion werden überwiegend an der Benutzung von Bibliotheken erklärt. In Übungenstunden in Kleingruppen werden praktische Programmieraufgaben unter Anleitung an Rechnern bearbeitet.</td></tr>
</table>

	Remarks of course Programmierung: **Implementation method** Language constructs and programming techniques are introduced and explained on typical examples. They are then tried out in practice during the tutorials. Object-oriented methods and abstraction are demonstrated, mainly via the use of libraries. In tutorials in small groups, practical programming tasks are solved using the computer.

Modellierung			
Modulnummer / Module number: M.079.01202	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 1	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05102 Modellierung	V4 Ü2	90	150	P	500/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05102 Modelling	L4 Ex2	90	150	C	500/40

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

keine

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 • Grammatiken: reguläre und kontextfreie Grammatiken *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 • Grammars: regular and context-free grammars

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

- Grundkonzepte der vermittelten Kalküle erlernen
- einen Überblick über wissenschaftlich fundierte Modellierungsmethoden und -kalküle bekommen
- den konzeptionellen Kern der Kalküle beherrschen,
- die für die Methoden typischen Techniken erlernen,
- Kalküle an typischen Beispielen anwenden
- an einer größeren Aufgabe die Eignung der Kalküle für die Modellierung von Teilaspekten untersuchen
- den praktischen Wert von präzisen Beschreibungen erkennen.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Lernkompetenz
- Motivationale und volitionale Fähigkeiten

-

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

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

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

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

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

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

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 8 Credits gewichtet.
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)
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** Die Vorlesung nutzt Tafelanschrieb und Folien sowie kleine Aufgaben für die Studierenden während der Vorlesung. Sie wird sowohl durch Tafelübung 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** • Uwe Kastens, Hans Kleine Büning, Modellierung • Angelika Steger, Diskrete Strukturen • Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter *Remarks of course Modellierung:* **Implementation method** **Learning Material, Literature**

Algorithmen			
Modulnummer / Module number: M.079.01203	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 2	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05201 Datenstrukturen und Algorithmen	V4 Ü2 Z1	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 Data Structures and Algorithms	L4 Ex2 CEx1	105	135	C	400/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

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

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:**

Die Studierenden kennen effiziente Datenstrukturen und Algorithmen für ausgewählte grundlegende Probleme. Sie sind in der Lage Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse von Algorithmen und Datenstrukturen einzusetzen. Sie können selbstständig und kreative Algorithmen und Datenstrukturen entwickeln (wie gestalte ich den kreativen Prozess vom algorithmischen Problem zum effizienten Algorithmus?). Sie sind in der Lage mathematischer Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse einzusetzen. Sie können die Wechselwirkung zwischen Algorithmus und Datenstruktur an wesentlichen Beispielen erläutern. Sie können die Qualität von Algorithmen und algorithmischen Ansätzen unter Effizienzaspekten einschätzen. Sie können sich neue Algorithmen, Datenstrukturen und algorithmischen Ideen und Analysen aneignen.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Haltung und Einstellung
- Selbststeuerungskompetenz

-

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

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

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

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

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

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

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 8 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide
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

Digitaltechnik			
Modulnummer / Module number: M.079.01204	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 2	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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	90	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	90	C	300/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

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

Prerequisites of course Digitaltechnik:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the course “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 mit modernen Entwurfswerkzeugen umgesetzt. Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: • Darstellung von Information und Fehlerkorrigierende Codes • Boolesche Algebra • Gatter und Schaltnetze • Logikoptimierung (Optimierung zweistufiger Logik nach Quine/McCluskey) • Automaten und Schaltwerke (festverdrahtet, mikroprogrammierbar) • 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. In detail the following topics are covered: • Representation of information and error correcting codes • Boolean Algebra • Gates and combinational logic • Logic optimization (Optimization of two-level logic using the Quine/McCluskey algorithm) • Finite state machines and sequential circuits • 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 sind in der Lage • den Entwurfsablauf in der Digitaltechnik von der Spezifikation bis zur technischen Realisierung zu beschreiben, • die zugrunde liegenden mathematischen Modelle aus der Booleschen Algebra und der Automatentheorie anzuwenden, • digitale Schaltungsentwürfe im Hinblick auf vorgegebene Entwurfsziele zu analysieren, • einfache digitale Systeme selbständig zu konzipieren, sowie • einfache digitale Systeme mit den entsprechenden Entwurfswerkzeugen technisch zu realisieren. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Gruppenarbeit • Lernkompetenz -

<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>60-90 Minuten</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></td><td></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.
keine</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit 5 Credits gewichtet.</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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Marco Platzner</td></tr>
</table>

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Digitaltechnik:
Methodische Umsetzung

- Vorlesung mit Beamer und Tafel
- Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer
- Praktische Übungen zum Hardware-Entwurf (Teamarbeit)

Lernmaterialien, Literaturangaben

- Vorlesungsfolien und Übungsblätter
- Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen
- J. F. Wakerly, „Digital Design," 4th Edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson / Prentice Hall, 2007
- Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien im jeweiligen PANDA-Kurs

Remarks of course Digitaltechnik:
Implementation method

- Lecture based on slide presentation, extensions on blackboard
- Exercises in small groups based on exercise sheets with students presenting their own solutions
- Hardware design lab (in teams)

Teaching Material, Literature

- Handouts of lecture slides
- Exercise sheets and technical documentation for the computer-based exercises
- J. F. Wakerly, „Digital Design," 4th Edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson / Prentice Hall, 2007
- Additional links to books and other material available in PANDA

Rechnerarchitektur			
Modulnummer / Module number: M.079.01205	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 3	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05302 Rechnerarchitektur	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.079.05302 Computer Architecture	L2 Ex2	60	90	C	300/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

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

Prerequisites of course Rechnerarchitektur:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the course “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. • 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. • 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 sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • den Aufbau eines modernen Rechners sowie das Zusammenspiel von Hardware und Software zu beschreiben, • die zugrunde liegenden allgemeinen Entwurfsprinzipien und -strategien zu erklären und anzuwenden, • Rechnersysteme im Hinblick auf Leistung und Kosten zu analysieren und zu bewerten, sowie • selbständig einfache Assemblerprogramme zu schreiben. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Gruppenarbeit • Lernkompetenz -

<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>60-90 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></td><td></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.
keine</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit 5 Credits gewichtet.</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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b)</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** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer • Rechnerübungen zur Assemblerprogrammierung **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (3rd Edition); Morgan Kaufmann, 2007; ISBN: 978-0-12-370606-5, ISBN-10: 0-12-370606-8 • Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien *Remarks of course Rechnerarchitektur:* **Implementation method** • Lecture with projector and board • Exercises in small groups based on handed out problems covering foundations, presentation by participants • Computer-based exercises on assembly language programming **Teaching Material, Literature** • Handouts of lecture slides and exercise sheets • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (3rd Edition); Morgan Kaufmann, 2007; ISBN: 978-0-12-370606-5, ISBN-10: 0-12-370606-8 • Information about alternative and additional literature as well as teaching material on the course's website and in the lecture slides

Systemsoftware			
Modulnummer / Module number: M.079.01206	**Workload (h):** 240	**Leistungspunkte / Credits:** 8	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05401 Systemsoftware und systemnahe Programmierung	V4 Ü2 Z1	105	135	P	200/25

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05401 System software and system-level programming	L4 Ex2 CEx1	105	135	C	200/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Systemsoftware und systemnahe Programmierung:
Empfohlene Vorkenntnisse
Es ist dringend zu empfehlen, die Vorlesungen Programmierung und Modellierung erfolgreich abgeschlossen zu haben. Ebenso sollten Grundlagen der Rechnerarchitektur bekannt sein.

Prerequisites of course Systemsoftware und systemnahe Programmierung:
Recommended Proficiencies
It is highly recommended to be familiar with basics of programming (corresponding to the lecture programming), modelling techniques (corresponding to the lecture Modellierung) and basics of computer architecture.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Systemsoftware und systemnahe Programmierung:* Einführung in grundlegende Probleme, Aufgaben, Herausforderungen und Herangehensweisen für systemnahe Software (z. B. Betriebssysteme, Protokollstacks). Es wird ein konzeptioneller Zugang gewählt (anstelle eines beispielorientierten Ansatzes); besonderer Wert wird auf praktisch orientierte Programmierübungen in kleinen Projekten gelegt, die den selbständigen Umgang mit der Materie vertiefen. • Prozessmodell, Prozesswechsel • Scheduling • Zusammenhang mit grundlegenden Aspekten der Rechnerarchitektur (z. B. Interrupt) • Prozesskoordination (z. B. Semaphore) • Betriebsmittelverwaltung (z. B. Deadlocks, Bankier-Algorithmus) • Speicherverwaltung (virtueller Speicher, Paging, . . .) • Interprozesskommunikation, Client/Server • Grundlagen Rechnernetze, Internet • Systemnahe Programmierung (z. B. Socket-Schnittstelle, Thread-Bibliotheken) *Contents of the course Systemsoftware und systemnahe Programmierung:* Introduction to basic questions, tasks, challenges and approaches for system software - for example, operating systems or communication protocol stacks. We shall use a conceptual approach (as opposed to overly focusing on examples of any particular operating system), emphasising practical aspects of how to realise concrete problems in small projects. • Process model, process change • Scheduling • Connection with basic aspects of the computer architecture (e.g. interrupt) • Process coordination (e.g. semaphores) • Resource management (e.g. deadlocks, banker algorithm) • Memory management (virtual memory, paging, . . .) • Interprocess communication, client/server • Basics computer networks, Internet • System-oriented programming (e.g. socket interface, thread libraries)
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Dieses Modul kombiniert das konzeptionelle Verständnis systemnaher Programmierung mit Aspekten des praktischen Einsatzes dieser Techniken. Dabei werden Anforderungen an und Aufgaben von Betriebssystemen untersucht und daraus unterschiedliche Techniken abgeleitet (insbes. Abstraktion, Virtualisierung, Ressourcenmanagement). Die Wiederverwendung dieser Techniken an verschiedenen Stellen (z.B. Scheduling, Speicherverwaltung, Rechnernetze) wird betont und somit das methodische Verständnis gestärkt. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Lernkompetenz • Selbststeuerungskompetenz -

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

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

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 8 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr. Florian Klingler
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Systemsoftware und systemnahe Programmierung:* **Methodische Umsetzung** Die Vorlesung ist überwiegend folienorientiert, mit begleitendem Tafeleinsatz und Aufgaben für die Studierenden während der Vorlesung. Sie wird sowohl durch Tafelübung 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** Standardlehrbücher (z. B. Stallings, Betriebssysteme); Foliensatz der Vorlesung; Übungsblätter. *Remarks of course Systemsoftware und systemnahe Programmierung:* **Implementation method** The lecture is based on slide presentations, with accompanying discussions and black board developments. It includes small tasks for participants during class. The lecture itself is accompanied both by large-scale repetition classes as well as by small-scale tutorial groups. In these tutorial groups, participants can discuss homework assignments and lecture materials. **Learning Material, Literature** Standard textbooks (e.g., Stallings, Operating Systems). Slide handouts, homework assignments.

Software- und Systementwurf			
Modulnummer / Module number: M.079.01207	**Workload (h):** 360	**Leistungspunkte / Credits:** 12	**Turnus / Regular Cycle:** Sommer- / Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 3-4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 2	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05202 Software Engineering	V2 Ü1	45	75	P	300/30
b)	L.079.09700 Projektmanagement	V1	15	15	P	100

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05202 Software Engineering	L2 Ex1	45	75	C	300/30
b)			15	15		100

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Engineering:
Empfohlene Vorkenntnisse
Programmierung, Modellierung

Prerequisites of course Software Engineering:
Recommended Proficiencies
Programming, Modelling

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Software Engineering:* In der Vorlesung werden die Grundlagen der systematischen und ingenieursmäßigen Softwareentwicklung vermittelt. Im Fokus steht dabei die modellbasierte Softwareentwicklung. Die Vorlesung führt in wesentliche Vorgehensmodelle für die Softwareentwicklung ein, sowohl klassische als auch agile. Es werden Methoden für die Softwareentwicklung und -qualitätssicherung vermittelt, die innerhalb der Vorgehensmodelle zum Einsatz kommen. Außerdem werden Modellierungssprachen und Softwarewerkzeuge vorgestellt, mit denen die statischen und dynamischen Aspekte von Softwaresystemen beschrieben werden können. Insbesondere wird die objektorientierte Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language) eingeführt, die unterschiedliche Diagrammsprachen wie Klassendiagramme, Komponentendiagramme, Use-Case-Diagramme, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagramme und Zustandsdiagramme vereint. Modellierungswerkzeuge werden exemplarisch eingesetzt. Die Vorlesung wird abgerundet durch eine durchgängige Entwicklungsmethode von der Anforderungsspezifikation über den Architektur- und Softwareentwurf bis hin zur Implementierung und dem Testen der Software. Hierbei wird vor allem auf die Aspekte der systematischen Ableitung und Verfeinerung von Modellen, der Transformation von Modellen in Programmcode (Codegenerierung) sowie des modellbasierten Testens eingegangen. Es werden methodische Hinweise zur Erstellung der Ergebnisartefakte (u.a. Richtlinien, Architekturstile und Entwurfsmuster) und zur Prüfung ihrer Qualität sowie zum Einsatz der Modellierungssprachen im Softwareentwicklungsprozess gegeben. Darüber hinaus werden Techniken zur Definition und domänenspezifischen Anpassung von Modellierungssprachen (Metamodellierung, UML-Profile sowie Beispiele konkreter domänenspezifischer Sprachen (DSLs) wie SysML oder BPMN) betrachtet. Die Vorlesung wird durch Übungen begleitet, in denen die Vorlesungsinhalte aufgegriffen, vertieft und an beispielhaften Entwicklungsaufgaben selbst angewendet werden. Schwerpunkte der Veranstaltung sind: • Vorgehensmodelle (klassische, agile) • UML (Unified Modelling Language): Klassendiagramme, Use-Case-Diagramme, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagramme, Zustandsdiagramme • Modellbasiertes Vorgehensmodell • durchgängige Softwareentwicklungsmethode von der Anforderungspezifikation über Modellierung bis zur Implementierung und dem Test der Software • Modellbasiertes Testen • Domänenspezifische Sprachen (Metamodellierung, UML Profile, SysML, BPMN) *Inhalte der Lehrveranstaltung Projektmanagement:* Die Veranstaltung “Projektmanagement” vermittelt die theoretischen Grundlagen für das Management von Entwicklungsprojekten im IT-Bereich.

Contents of the course Software Engineering:
In der Vorlesung werden die Grundlagen der systematischen und ingenieursmäßigen Softwareentwicklung vermittelt. Im Fokus steht dabei die modellbasierte Softwareentwicklung. Die Vorlesung führt in wesentliche Vorgehensmodelle für die Softwareentwicklung ein, sowohl klassische als auch agile. Es werden Methoden für die Softwareentwicklung und -qualitätssicherung vermittelt, die innerhalb der Vorgehensmodelle zum Einsatz kommen. Außerdem werden Modellierungssprachen und Softwarewerkzeuge vorgestellt, mit denen die statischen und dynamischen Aspekte von Softwaresystemen beschrieben werden können. Insbesondere wird die objektorientierte Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language) eingeführt, die unterschiedliche Diagrammsprachen wie Klassendiagramme, Komponentendiagramme, Use-Case-Diagramme, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagramme und Zustandsdiagramme vereint. Modellierungswerkzeuge werden exemplarisch eingesetzt.
Die Vorlesung wird abgerundet durch eine durchgängige Entwicklungsmethode von der Anforderungsspezifikation über den Architektur- und Softwareentwurf bis hin zur Implementierung und dem Testen der Software. Hierbei wird vor allem auf die Aspekte der systematischen Ableitung und Verfeinerung von Modellen, der Transformation von Modellen in Programmcode (Codegenerierung) sowie des modellbasierten Testens eingegangen. Es werden methodische Hinweise zur Erstellung der Ergebnisartefakte (u.a. Richtlinien, Architekturstile und Entwurfsmuster) und zur Prüfung ihrer Qualität sowie zum Einsatz der Modellierungssprachen im Softwareentwicklungsprozess gegeben. Darüber hinaus werden Techniken zur Definition und domänenspezifischen Anpassung von Modellierungssprachen (Metamodellierung, UML-Profile sowie Beispiele konkreter domänenspezifischer Sprachen (DSLs) wie SysML oder BPMN) betrachtet.
Die Vorlesung wird durch Übungen begleitet, in der die Vorlesungsinhalte aufgegriffen, vertieft und an beispielhaften Entwicklungsaufgaben selbst angewendet werden.

- Vorgehensmodelle (klassische, agile)
- UML (Unified Modelling Language)
  - Klassendiagramme
  - Use-Case-Diagramme
  - Aktivitätendiagramme
  - Sequenzdiagramme
  - Zustandsdiagramme
- Modellbasiertes Vorgehensmodell
- durchgängige Softwareentwicklungsmethode von der Anforderungspezifikation über Modellierung bis zur Implementierung und dem Test der Software
- Modellbasiertes Testen
- Domänenspezifische Sprachen (Metamodellierung, UML Profile, SysML, BPMN)

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

Kenntnisse und Erfahrungen im Systementwurf (Hardware/Software), bestehend aus einer Einführung in das Projektmanagement, einer Einführung in den objektorientierten Systementwurf basierend auf UML, mit Betonung von Software für eingebettete Systeme und einem praktischen Projekt in Teamarbeit.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Gruppenarbeit
- Haltung und Einstellung
- Kooperationskompetenz
- Lernkompetenz
- Lernmotivation
- Motivationale und volitionale Fähigkeiten
- Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)
- Selbststeuerungskompetenz

-

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

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

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

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
b)	Testat oder Präsentation		QT

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

	zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
	a)	Written exercises		CA
	b)			

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 12 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
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 vertieft und in dem begleitenden Praktikumsanteil von den Studierenden an einem durchgängigen Beispiel selbst erprobt werden. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Folien, Tafelanschrieb, evtl. Vorlesungsaufzeichnung, Übungen, Praktikumsaufgabe (siehe Praktikum: Software Engineering) *Hinweise der Lehrveranstaltung Projektmanagement:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung und Fallstudien **Lernmaterialien, Literaturangaben** Vorlesungsfolien

	Remarks of course Software Engineering: **Implementation method** In der Vorlesung werden die Grundlagen, Begrifflichkeiten, Sprachen und Methoden des Software Engineering vermittelt, die dann in den begleitenden Übungen vertieft und in dem begleitenden Praktikumsanteil von den Studierenden an einem durchgängigen Beispiel selbst erprobt werden. **Learning Material, Literature** Folien, Tafelanschrieb, evtl. Vorlesungsaufzeichnung, Übungen, Praktikumsaufgabe (siehe Praktikum: Software Engineering)

3 2. Studienabschnitt

3.1 Pflichtmodule

Pflichtbereich / Compulsory Area	
Module / Modules	* Nachrichtentechnik * Schaltungstechnik
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	5
Lernziele / Learning objectives	

Nachrichtentechnik			
Communications Engineering			
Modulnummer / Module number: M.048.10901	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.048.10901 Nachrichtentechnik	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.048.10901 Communications Engineering	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 Nachrichtentechnik:* **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 Nachrichtentechnik:* **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 Nachrichtentechnik:* **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 Nachrichtentechnik:

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%

☒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 Master v5, Bachelorstudiengang Computer Engineering v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6), Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Bho Matthiesen
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Nachrichtentechnik:* **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 Nachrichtentechnik:
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.

Schaltungstechnik			
Circuit Design			
Modulnummer / Module number: M.048.41007	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 5	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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:**

Fachliche Kompetenzen
Der Studierende wird in der Lage sein,

- Analyse- und Entwurfsmethoden für analoge Systeme zu verstehen und zu beschreiben,
- Analyse- und Entwurfsmethoden für digitale Systeme zu verstehen und zu beschreiben,
- die Begrenzungen der verschiedenen Methoden zu beurteilen,.
- das Verhalten einfacher analoger und digitaler Schaltungen zu verstehen und zu berechnen,
- die Schritte bei der numerischen Simulation und des digitalen und analogen Schaltungsentwurfs zu beschreiben und
- typische Komponenten und Subsysteme zu beschreiben.

Fachübergreifende Kompetenzen Die Vorlesung vermittelt ein Verständnis des Zusammenspiels von unterschiedlichen Modellierungsverfahren, mathematischen Analyse-Ansätzen und Simulationstechniken, und wie diese effektiv für den Entwurf technischer Systeme einzusetzen sind. Die Methoden des Entwurfs analoger elektronischer Systeme sind übertragbar auf den Entwurf zeit- und amplitudenkontinuierlicher Systeme. Die Methoden des Entwurfs digitaler elektronischer Systeme sind übertragbar auf den Entwurf von zeit- und amplitudendiskreten Systemen.

Subject Competency:
The student will be able to,

- understand and describe analysis and design methods for analog systems,
- understand and describe analysis and design methods for digital systems,
- evaluate the limitations of the various methods,.
- understand and calculate the behavior of simple analog and digital circuits,
- describe the steps involved in numerical simulation and digital and analog circuit design,
- and to describe typical components and subsystems.

Interdisciplinary Competencies:
The course provides an understanding of the interplay between different modeling techniques, mathematical analysis approaches and simulation techniques, and how to use them effectively for the design of technical systems. The methods used in the design of analog electronic systems are transferable to the design of continuous-time and continuous-amplitude systems. The methods of digital electronic systems design are transferable to the design of discrete time and amplitude systems.

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)
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.

3.2 Wahlpflichtbereich Elektrotechnik

Wahlpflichtbereich / Compulsory Elective Area	Elektrotechnik / Electrical Engineering
Module / Modules	* Aktuelle Themen der Signalverarbeitung * Einführung in Algorithmen zur Bewegungsplanung * Energietechnik * Feldtheorie * Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme / Basics of Power Electronics and Drives * Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen / Fundamentals and Application of Phase-locked Loops * Integrierte Energiesystem * Messtechnik * Messtechnische Signalanalyse in Python * Numerische Verfahren für Ingenieure * Optische Informationsübertragung * Regelungstechnik * Regenerative Energien * Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) * Werkstoffe der Elektrotechnik * Zeitdiskrete Signalverarbeitung
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
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:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.048.10910	180	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5.-6. Semester	1	de

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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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 Entscheidungsfindungsalgorithmen:
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
	Studiensemester / Semester number: 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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

Feldtheorie			
Field Theory			
Modulnummer / Module number: M.048.10302	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 4. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10302 Feldtheorie	2V 2Ü, WS+SS	60	120	P	70/35

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10302 Field Theory	2L 2Ex, WS+SS	60	120	C	70/35

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

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Feldtheorie:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Grundlagen der Elektrotechnik.

None

Prerequisites of course Feldtheorie:
Recommended: Prior knowledge from the Higher Mathematics and Fundamentals of Electrical Engineering modules.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Feldtheorie:* **Kurzbeschreibung** In der Vorlesung 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, Lösung von Laplace- und Poissongleichung, Multipolentwicklung, Dielektrika • Magnetostatik: Lorentzkraft, Gesetz von Biot-Savart, Amperesches Gesetz, Vektorpotential, Magnetische Felder in Materie • Vervollständigung der Maxwellschen Gleichungen *Contents of the course Feldtheorie:* **Short description** In the lecture 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, solution of Laplace's and Poisson's equations, multipole evolution, dielectrics. • Magnetostatics: Lorentz force, law of Biot-Savart, Ampere's law, vector potential, magnetic fields in matter. • Completion of Maxwell's equations

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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b), Bachelorstudiengang Elektrotechnik v6 (EBA v6)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Dr.-Ing. Denis Sievers, Prof. Dr. Jens Förstner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung 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 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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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

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

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.

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. Florian Schlosser

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.048.40202	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.048.10202 Messtechnik	2V 2Ü, SS	60	90	P	70/70

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10202 Metrology	2L 2Ex, SS	60	90	C	70/70

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

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Messtechnik:
Empfohlen: Vorkenntnisse aus den Modulen Höhere Mathematik und Grundlagen der Elektrotechnik.

None

Prerequisites of course Messtechnik:
Recommended: Previous knowledge from the modules Higher Mathematics and Fundamentals of Electrical Engineering.

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	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)
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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (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
	Studiensemester / Semester number: 5. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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.

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:**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Krauter

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
	Studiensemester / Semester number: 5.-6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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.

Werkstoffe der Elektrotechnik			
Materials for Electrical Engineering			
Modulnummer / Module number: M.048.40401	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.10401 Werkstoffe der Elektrotechnik	2V 1Ü, SS	45	100	P	90/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.10401 Materials for Electrical Engineering	2L 1Ex, SS	45	100	C	90/30

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

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Keine

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

None

Prerequisites of course Werkstoffe der Elektrotechnik:
Recommended: Prior knowledge from the modules Higher Mathematics, Physics, and Foundations of Electrical Engineering.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffe der Elektrotechnik:* **Kurzbeschreibung** Die Lehrveranstaltung Werkstoffe der Elektrotechnik vermittelt aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht grundlegende Kenntnisse der Festkörperphysik, die für das Verständnis der charakteristischen Eigenschaften verschiedener Materialgruppen und die Funktionsweise der darauf basierenden elektrotechnischen und elektronischen Bauelemente erforderlich sind. Sie bildet somit ein Fundament für die Lehrveranstaltung Halbleiterbauelemente und darüber hinaus für eine Vielzahl von weiterführenden Lehrveranstaltungen wie insbesondere Halbleiterschaltungstechnik und Messtechnik. **Inhalt** Die Veranstaltung Werkstoffe der Elektrotechnik bietet zunächst eine ingenieurwissenschaftlich orientierte Einführung in die Grundlagen der Festkörperphysik. Daran anschließend werden mechanische und vor allem elektrische Eigenschaften der Metalle und Legierungen besprochen. Den Schwerpunkt bilden die Halbleiterwerkstoffe, wobei ausgehend von Bandstruktur und Bändermodell grundlegende Effekte diskutiert, die makroskopischen Halbleitergleichungen eingeführt und mit deren Hilfe einfache Grundstrukturen einschließlich des pn-Übergangs berechnet werden. Den Abschluss dieser Veranstaltung bietet eine jeweils atomistische und makroskopische Sicht auf dielektrische und magnetische Werkstoffe. *Contents of the course Werkstoffe der Elektrotechnik:* **Short Description** The course Materials for Electrical Engineering provides basics of solidstate physics from an engineering science perspective, which are needed to understand characteristic properties a different material classes and the function of electrical and electronic devices based on the latter. The course constitutes the basis for the courses Semiconductor Devices and furthermore for numerous continuative courses such as Semiconductor Circuit Technology and Measurement Technology. **Contents** The course Materials for Electrical Engineering provides an introduction to basics of solid-state physics from an engineering science perspective. Next, mechanical and in particular electrical properties of metals and alloys are discussed. The main focus of the course is constituted by semiconductors. Starting from band structures and band diagrams, basic effects are discussed, macroscopic model equations are introduced, and simple structures including pn junctions are calculated. Finally, atomistic and macroscopic views to each, dielectric and magnetic materials are taken.
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** **Fachliche Kompetenzen** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • das charakteristische Verhalten verschiedener Materialklassen zu beschreiben, • dieses Verhalten aus atomistischer Sicht zu erklären • und dabei die jeweils geeigneten Modelle auszuwählen und anzuwenden. **Fachübergreifende Kompetenzen** Die Studierenden • können methodisches Wissen bei der systematischen Problemanalyse einsetzen, • komplexe technische Systeme durch fortschreitende Abstraktion beschreiben, • sowie Lösungsvorschläge erarbeiten, präsentieren und im Team weiterentwickeln.

Professional Competence
After attending the course, the students will be able to

- describe the characteristic behavior of different material classes,
- to explain this behavior from an atomistic view
- and to select and apply the appropriate models.

(Soft) Skills
The students

- can use methodic knowledge for systematic problem analysis,
- can describe complex systems by gradual abstraction,
- and can generate, present, and develop solutions in a team.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Nils Christopher Gerhardt
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Werkstoffe der Elektrotechnik:* **Lehrveranstaltungsseite** [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre] **Methodische Umsetzung** • Vorlesungen mit überwiegendem Tafeleinsatz, unterstützt durch Lehrfilme, Animationen und Folien, • Präsenzübungen mit Aufgabenblättern, deren Lösungen die Studierenden vorbereiten, der Gruppe präsentieren und mit dieser sowie dem Übungsleiter gegebenenfalls vollenden. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • A. Thiede, Werkstoffe der Elektrotechnik, Vorlesungsskript Universität Paderborn • weiterführende und vertiefende Literatur / continuative and deepening literature • W. v. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner-Verlag, 1993 (51 XWO 1013) • K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, Teubner-Verlag, 1993 (41 UIQ 4016) • H. Vogel, Gerthsen Physik, Springer-Verlag, 1999 (41 UAP 1485) • R. Paul, Halbleiterphysik, Hüthig Verlag, 1975 (65 UIU 1589) • A. Möschwitzer, K. Lunze, Halbleiterelektronik-Lehrbuch, Verlag Technik,1984 (... YEM 1161) *Remarks of course Werkstoffe der Elektrotechnik:* **Course Homepage** [https://ei.uni-paderborn.de/hob/lehre] **Implementation** • Lectures with black board presentation, supported by teaching movies, animated graphics and transparencies, • Presence exercises with task sheets, with solutions to be prepared, presented to the group, and completed if necessary by help of the teacher by students. **Teaching Material, Literature** • A. Thiede, Werkstoffe der Elektrotechnik, Vorlesungsskript Universität Paderborn • weiterführende und vertiefende Literatur / continuative and deepening literature • W. v. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner-Verlag, 1993 (51 XWO 1013) • K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, Teubner-Verlag, 1993 (41 UIQ 4016) • H. Vogel, Gerthsen Physik, Springer-Verlag, 1999 (41 UAP 1485) • R. Paul, Halbleiterphysik, Hüthig Verlag, 1975 (65 UIU 1589) • A. Möschwitzer, K. Lunze, Halbleiterelektronik-Lehrbuch, Verlag Technik,1984 (... YEM 1161)

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

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

3.3 Wahlpflichtbereich Informatik

3.3.1 Bereich Computersysteme

Bereich / Area	Computer Systeme / Computer Systems
Module / Modules	* Betriebssysteme * Eingebettete Systeme * Embedded Machine Learning * IT-Sicherheit * Rechnernetze * Verteilte Systeme
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
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.

Betriebssysteme			
Modulnummer / Module number: M.079.01210	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.079.05520 Betriebssysteme	V3 Ü2	75	105	WP	30

	Course	form of teachin	contact-time (h)	self-study (h)	status (C/CE)	group size (TN)
a)	L.079.05520 Operating Systems	L3 Ex2	75	105	CE	30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung

Prerequisites of course Betriebssysteme:
Recommended Proficiencies
Lecture System Software and System-Level Programming

4 **Inhalte / Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:
Im Rahmen der Veranstaltung werden grundlegende Konzepte von Betriebssystemen besprochen, sowie spezifische Eigenschaften von Echtzeitbetriebssystemen und Betriebssystemen für eingebettete Systeme.

- Parallelismus
- Scheduling
- Synchronisation
- Inter-Process Communication
- Memory Management
- Security
- Eingebettete Systeme
- Echtzeitsysteme

Contents of the course Betriebssysteme:
In this class, we discuss general aspects of operating systems as well as specific characteristics of real-time operating systems and operating systems for embedded systems.

- Parallelism
- Scheduling
- Synchronization
- Inter-Process Communication
- Memory Management
- Security
- Embedded OS
- Real-Time OS

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

Lernziel ist das Verständnis fundamentaler Konzepte von Betriebssystemen. Die Studierenden verstehen diese Konzepte und sind in der Lage, diese an Beispielen anzuwenden.
Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

	zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
	a)	Written exercises		CA
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung			
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine			
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.			
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)			
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Plessl, Prof. Dr. Marco Platzner			
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit praktischen Übungen **Lernmaterialien, Literaturangaben** Folien, Lehrbücher *Remarks of course Betriebssysteme:* **Implementation method** Lecture with practical exercises **Learning Material, Literature** Slides, textbooks			

Eingebettete Systeme			
Modulnummer / Module number: M.079.01211	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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	WP	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	CE	50/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur sind hilfreich.

Prerequisites of course Eingebettete Systeme:
Recommended Proficiencies:
Knowledge of contents from the course “Computer Architecture” is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* Die Veranstaltung bietet eine Einführung in Eingebettete Systeme und vermittelt Grundlagen zu Spezifikationsmodellen, eingebetteten Zielarchitekturen und Methoden zum Entwurf von reaktiven und Echtzeitsystemen sowie zur Bewertung und Analyse von Prozessor-Performance und -Energie. • Einführung in Eingebettete Systeme • Spezifikationsmodelle: Zustandsorientiert, Datenflussorientiert • Zielarchitekturen: General-Purpose Prozessoren, Digitale Signalprozessoren, Mikrocontroller, ASIPs, FPGAs und ASICs, System-on-Chip • Reaktive und Echtzeitsysteme: Tasksdefinitionen, Programmieransätze, Echtzeitscheduling, gemeinsam genutzte Ressourcen • Performance und Energie: Worst-case execution time analysis, Energiemetriken, Techniken zur Energieminimierung *Contents of the course Eingebettete Systeme:* This course provides an introduction into the field of embedded systems and covers foundations of specification models, embedded target architectures and methods for designing reactive and real-time systems as well as methods for the evaluation and analysis of processor performance and energy consumption. • Introduction to embedded systems • Specification models: state-based, dataflow-based • Target architectures: general-purpose processors, digital signal processors, microcontrollers, ASIPs, FPGAs and ASICs, system-on-chip • Reactive and real-time systems: Task definitions, programming approaches, real-time scheduling, shared resources • Performance and energy: worst-case execution time analysis, energy metrics, techniques for minimizing energy
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die Eigenschaften eingebetteter Systeme zu benennen, • Spezifikationsmodelle für eingebettete Systeme mit ihren Eigenschaften zu erklären, • die Entwurfsziele und Eigenschaften wesentlicher Typen von eingebetteten Zielarchitekturen zu erklären, • Ansätze zur Programmierung von Echtzeitsystemen aufzuzählen, • Methoden zur Analyse von Echtzeiteigenschaften anzuwenden, • Methoden zur Bestimmung der Worst-case execution time anzuwenden und • die Bedeutung von Performance- und Energie-Metriken einzuschätzen. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Gruppenarbeit • Lernkompetenz -

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Interaktive Übungen im Hörsaal • Rechnerübungen mit eingebetteten Zielarchitekturen (DSP, ARM, FPGA) **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen • Peter Marwedel: Embedded System Design, Springer, 2011. • Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien *Remarks of course Eingebettete Systeme:* **Implementation method:** • Lecture with projector and board • Interactive exercises in the lecture room • Computer-based exercises with embedded target architectures (ARM, FPGA) **Learning Material, Literature:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen • Peter Marwedel: Embedded System Design, Springer, 2011. • Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien

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

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			
Modulnummer / Module number: M.079.01221	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05500 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.079.05500 IT Security	L2 Ex2	60	90	C	150/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Rechnernetze, Programmierung, Systemsoftware und systemnahe Programmierung

Prerequisites of course IT-Sicherheit:
Recommended Proficiencies:
Computer networks, Programming, System software and system-level programming

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. In der Veranstaltung werden folgende Themen behandelt: • Ausgewählte Sicherheitsprobleme • Grundlagen der angewandten Kryptographie • Sicherheitsziele und Sicherheitsmodelle • 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 covers the following topics: • Selected security problems • Foundations of applied cryptography • Security goals and security models • Network security • Application security
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Studierende verstehen die wesentlichen Konzepte, Methoden und Mechanismen zum Schutz von Daten und Systemen vor Manipulation und Missbrauch auf einem grundlegenden, praxisorientierten, wissenschaftlichen Niveau. Sie sind in der Lage, die Konzepte zur Erhöhung der Systemsicherheit korrekt einzusetzen, einfache Sicherheitsprotokolle zu entwickeln und diese zu bewerten. Sie verstehen die Ursachen von Sicherheits-Problemen heutiger Systeme, sind in der Lage, grundlegende Konzepte auch in neuen Anwendungskontexten einzusetzen und besitzen ein generelles Bewusstsein für mögliche Sicherheitsbedrohungen und Risiken. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Einsatz und Engagement • Lernkompetenz • Lernmotivation -

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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer • Praktische Übungen zur IT Sicherheit **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown *Remarks of course IT-Sicherheit:* **Implementation method:** • Presentation with projector and blackboard writing • Exercises in small groups, presentations of solutions by students • Practical exercises with standard security tools **Learning Material, Literature:** • Lecture slides and excercise sheets • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown

Rechnernetze			
Modulnummer / Module number: M.079.01212	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung oder vergleichbar.

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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 bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Written exercises or participation in small project		CA

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

Bestehen der Studienleistung

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
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.

Verteilte Systeme

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01213	180	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5	1	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05533 Verteilte Systeme	V2 Ü3	75	105	P	50/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05533 Distributed Systems	L2 Ex3	75	105	C	50/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2* und *Betriebssysteme* sind hilfreich.

Prerequisites of course Verteilte Systeme:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2* und *Operating Systems* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:* Verteilte Systeme sind in unserem Alltag allgegenwärtig und unterstützen die von uns genutzten Dienste, ohne dass wir dies überhaupt bemerken. Von Cloud-Plattformen wie Google Drive und Apple iCloud über soziale Netzwerke wie Instagram und TikTok bis hin zu Kryptowährungen wie Bitcoin und sogar KI-Chatbots wie ChatGPT - sie alle basieren auf einer Reihe miteinander verbundener Maschinen, die als ein System zusammenarbeiten. In diesem Kurs werden Ihnen die Konzepte und Prinzipien des Aufbaus verteilter Systeme vorgestellt. Konkret behandeln wir die folgenden Themen: • Kommunikation: Remote Procedure Call (RPC), Multicast • Clocks: Clock-Synchronisierung, logische Uhren • Global state and snapshots • Replikation: Primary-Backup und replizierte State Machine • Konsistenzmodelle: Eventualkonsistenz, kausale Konsistenz, sequenzielle Konsistenz, Linearizierbarkeit • Fehlertoleranz: Paxos, Raft, Byzantinische Fehlertoleranz • Transaktionen und Serializability • Anwendungen: Distributed Hash Table, Blockchain *Contents of the course Verteilte Systeme:* Distributed systems are everywhere in our daily lives, powering the services we use without us even noticing. From cloud platforms like Google Drive and Apple iCloud, to social networks such as Instagram and TikTok, to cryptocurrency such as Bitcoin and even AI chatbots such as ChatGPT, all rely on collections of interconnected machines working together as one system. This course will introduce you to the concepts and principles of building distributed systems. Specifically, we will cover the following topics: • Communication: remote procedure call (RPC), multicast • Clocks: clock synchronization, logical clocks • Global state and snapshots • Replication: primary-backup and replicated state machine • Consistency models: eventual consistency, causal consistency, sequential consistency, linearizability • Fault tolerance: Paxos, Raft, Byzantine fault tolerance • Transactions and serializability • Applications: distributed hash table, blockchain

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

Teilnehmer sind in der Lage,

- verteilte Systeme zur Erhöhung von Leistungsfähigkeit oder Fehlertoleranz zum Einsatz zu bringen und geeignet zu dimensionieren;
- sie können geeignete Systemansätze (Client-Server, P2P, . . .) benennen und situationsgerecht auswählen und diese Auswahl architekturell begründen;
- sie haben algorithmische Problemstellungen für verteilte Systeme verstanden, können aus einer allgemeinen Problembeschreibung die zu lösenden algorithmische Aufgabe isolieren und eine begründete Wahl treffen.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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 bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

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
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Holger Karl
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:* **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: Distributed Systems (4th edition, Van Steen, Tanenbaum) • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Verteilte Systeme:* **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: Distributed Systems (4th edition, Van Steen, Tanenbaum) • 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
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** en

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.

3.3.2 Andere Bereiche

Andere Bereiche / Other Areas	
Module / Modules	* Berechenbarkeit und Komplexität * Betriebssysteme * Eingebettete Systeme * Rechnernetze * Verteilte Systeme * Datenbanksysteme * Einführung in Kryptographie * Einführung in Hochleistungsrechnen * Programmiersprachen * Grundlegende Algorithmen * Introduction to Knowledge Representation and Reasoning * IT Sicherheit * Modellbasierte Softwareentwicklung * Practical Usable Security and Privacy * Introduction to Knowledge Representation and Reasoning
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	6
Lernziele / Learning objectives	

Die Module in diesem Wahlpflichtbereich ermöglichen eine Verbreiterung der Informatikkenntnisse.

Berechenbarkeit und Komplexität			
Computability and Complexity			
Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01508	180	6	Sommersemester

	Studiensemester / Semester number:	Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):	Sprache / Teaching Language:
	6	1	de

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

Betriebssysteme			
Modulnummer / Module number: M.079.01210	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05520 Betriebssysteme	V3 Ü2	75	105	WP	30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05520 Operating Systems	L3 Ex2	75	105	CE	30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung

Prerequisites of course Betriebssysteme:
Recommended Proficiencies
Lecture System Software and System-Level Programming

4 **Inhalte / Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:
Im Rahmen der Veranstaltung werden grundlegende Konzepte von Betriebssystemen besprochen, sowie spezifische Eigenschaften von Echtzeitbetriebssystemen und Betriebssystemen für eingebettete Systeme.

- Parallelismus
- Scheduling
- Synchronisation
- Inter-Process Communication
- Memory Management
- Security
- Eingebettete Systeme
- Echtzeitsysteme

Contents of the course Betriebssysteme:
In this class, we discuss general aspects of operating systems as well as specific characteristics of real-time operating systems and operating systems for embedded systems.

- Parallelism
- Scheduling
- Synchronization
- Inter-Process Communication
- Memory Management
- Security
- Embedded OS
- Real-Time OS

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

Lernziel ist das Verständnis fundamentaler Konzepte von Betriebssystemen. Die Studierenden verstehen diese Konzepte und sind in der Lage, diese an Beispielen anzuwenden.
Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:** Bestehen der Studienleistung
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Christian Plessl, Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Betriebssysteme:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit praktischen Übungen **Lernmaterialien, Literaturangaben** Folien, Lehrbücher

	Remarks of course Betriebssysteme: **Implementation method** Lecture with practical exercises **Learning Material, Literature** Slides, textbooks

Eingebettete Systeme			
Modulnummer / Module number: M.079.01211	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 4	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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	WP	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	CE	50/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur sind hilfreich.

Prerequisites of course Eingebettete Systeme:
Recommended Proficiencies:
Knowledge of contents from the course “Computer Architecture” is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* Die Veranstaltung bietet eine Einführung in Eingebettete Systeme und vermittelt Grundlagen zu Spezifikationsmodellen, eingebetteten Zielarchitekturen und Methoden zum Entwurf von reaktiven und Echtzeitsystemen sowie zur Bewertung und Analyse von Prozessor-Performance und -Energie. • Einführung in Eingebettete Systeme • Spezifikationsmodelle: Zustandsorientiert, Datenflussorientiert • Zielarchitekturen: General-Purpose Prozessoren, Digitale Signalprozessoren, Mikrocontroller, ASIPs, FPGAs und ASICs, System-on-Chip • Reaktive und Echtzeitsysteme: Tasksdefinitionen, Programmieransätze, Echtzeitscheduling, gemeinsam genutzte Ressourcen • Performance und Energie: Worst-case execution time analysis, Energiemetriken, Techniken zur Energieminimierung *Contents of the course Eingebettete Systeme:* This course provides an introduction into the field of embedded systems and covers foundations of specification models, embedded target architectures and methods for designing reactive and real-time systems as well as methods for the evaluation and analysis of processor performance and energy consumption. • Introduction to embedded systems • Specification models: state-based, dataflow-based • Target architectures: general-purpose processors, digital signal processors, microcontrollers, ASIPs, FPGAs and ASICs, system-on-chip • Reactive and real-time systems: Task definitions, programming approaches, real-time scheduling, shared resources • Performance and energy: worst-case execution time analysis, energy metrics, techniques for minimizing energy
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, • die Eigenschaften eingebetteter Systeme zu benennen, • Spezifikationsmodelle für eingebettete Systeme mit ihren Eigenschaften zu erklären, • die Entwurfsziele und Eigenschaften wesentlicher Typen von eingebetteten Zielarchitekturen zu erklären, • Ansätze zur Programmierung von Echtzeitsystemen aufzuzählen, • Methoden zur Analyse von Echtzeiteigenschaften anzuwenden, • Methoden zur Bestimmung der Worst-case execution time anzuwenden und • die Bedeutung von Performance- und Energie-Metriken einzuschätzen. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Gruppenarbeit • Lernkompetenz -

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Eingebettete Systeme:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Interaktive Übungen im Hörsaal • Rechnerübungen mit eingebetteten Zielarchitekturen (DSP, ARM, FPGA) **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen • Peter Marwedel: Embedded System Design, Springer, 2011. • Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien *Remarks of course Eingebettete Systeme:* **Implementation method:** • Lecture with projector and board • Interactive exercises in the lecture room • Computer-based exercises with embedded target architectures (ARM, FPGA) **Learning Material, Literature:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen • Peter Marwedel: Embedded System Design, Springer, 2011. • Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien

Rechnernetze			
Modulnummer / Module number: M.079.01212	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

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:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung oder vergleichbar.

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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 bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Written exercises or participation in small project		CA

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

Bestehen der Studienleistung

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
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.

Verteilte Systeme

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01213	180	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5	1	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.079.05533 Verteilte Systeme	V2 Ü3	75	105	P	50/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05533 Distributed Systems	L2 Ex3	75	105	C	50/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2* und *Betriebssysteme* sind hilfreich.

Prerequisites of course Verteilte Systeme:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2* und *Operating Systems* is beneficial.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:* Verteilte Systeme sind in unserem Alltag allgegenwärtig und unterstützen die von uns genutzten Dienste, ohne dass wir dies überhaupt bemerken. Von Cloud-Plattformen wie Google Drive und Apple iCloud über soziale Netzwerke wie Instagram und TikTok bis hin zu Kryptowährungen wie Bitcoin und sogar KI-Chatbots wie ChatGPT - sie alle basieren auf einer Reihe miteinander verbundener Maschinen, die als ein System zusammenarbeiten. In diesem Kurs werden Ihnen die Konzepte und Prinzipien des Aufbaus verteilter Systeme vorgestellt. Konkret behandeln wir die folgenden Themen: • Kommunikation: Remote Procedure Call (RPC), Multicast • Clocks: Clock-Synchronisierung, logische Uhren • Global state and snapshots • Replikation: Primary-Backup und replizierte State Machine • Konsistenzmodelle: Eventualkonsistenz, kausale Konsistenz, sequenzielle Konsistenz, Linearizierbarkeit • Fehlertoleranz: Paxos, Raft, Byzantinische Fehlertoleranz • Transaktionen und Serializability • Anwendungen: Distributed Hash Table, Blockchain *Contents of the course Verteilte Systeme:* Distributed systems are everywhere in our daily lives, powering the services we use without us even noticing. From cloud platforms like Google Drive and Apple iCloud, to social networks such as Instagram and TikTok, to cryptocurrency such as Bitcoin and even AI chatbots such as ChatGPT, all rely on collections of interconnected machines working together as one system. This course will introduce you to the concepts and principles of building distributed systems. Specifically, we will cover the following topics: • Communication: remote procedure call (RPC), multicast • Clocks: clock synchronization, logical clocks • Global state and snapshots • Replication: primary-backup and replicated state machine • Consistency models: eventual consistency, causal consistency, sequential consistency, linearizability • Fault tolerance: Paxos, Raft, Byzantine fault tolerance • Transactions and serializability • Applications: distributed hash table, blockchain

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

Teilnehmer sind in der Lage,

- verteilte Systeme zur Erhöhung von Leistungsfähigkeit oder Fehlertoleranz zum Einsatz zu bringen und geeignet zu dimensionieren;
- sie können geeignete Systemansätze (Client-Server, P2P, . . .) benennen und situationsgerecht auswählen und diese Auswahl architekturell begründen;
- sie haben algorithmische Problemstellungen für verteilte Systeme verstanden, können aus einer allgemeinen Problembeschreibung die zu lösenden algorithmische Aufgabe isolieren und eine begründete Wahl treffen.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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 bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

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
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Holger Karl
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:* **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: Distributed Systems (4th edition, Van Steen, Tanenbaum) • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Verteilte Systeme:* **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: Distributed Systems (4th edition, Van Steen, Tanenbaum) • Additional literature will be announced in the course.

Datenbanksysteme			
Modulnummer / Module number: M.079.01215	**Workload (h):** 150	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 2	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05203 Datenbanksysteme	V2 Ü2	60	90	P	400/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05203 Database Systems	L2 Ex2	60	90	C	400/40

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Datenbanksysteme:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse in der Programmierung werden in dem Umfang vorausgesetzt, wie sie in den Veranstaltungen Programmierung und Programmiersprachen gelehrt werden. Elementare Kenntnisse der Logik der Modellierung aus der Vorlesung Modellierung werden ebenfalls vorausgesetzt.

Prerequisites of course Datenbanksysteme:
Recommended Proficiencies
Knowledge in programming as offered in the courses Programming and Programming Languages. Furthermore, knowledge in logic and modelling as offered in the course Modelling.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Datenbanksysteme:* Datenbanken spielen eine zentrale Rolle in Unternehmen, weil ein Großteil des Wissen 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. Dieses Modul erschließt die Grundlagen für Datenbanksysteme, die in nahezu allen Unternehmen in der Praxis eingesetzt werden. • Relationales Datenmodell, relationale Algebra und relationale Kalküle • SQL (Datendefinitonssprache, Datenmanipulationssprache und Anfragesprache) • Eingebettetes SQL • Sichten, Zugriffskontrolle und View-Update-Problematik • Anfrageoptimierung • Datenintegrität • Funktionale Abhängigkeiten und Datenbankschemaentwurf • Transaktionen (Synchronisation und Recovery) • NoSQL-Datenbanken *Contents of the course Datenbanksysteme:* Database systems play a central role in enterprises because a major part of the enterprise's knowledge is stored as data in databases. It is cruical for each enterprise that stored data are correct and consistent, and that data can be accessed and updated efficiently. Furthermore, databases are the major data source for numerous application programs, and they are updated by application programs. That is why data organisation and processing of huge data collections as well as the embedding of databases into applications play a central role in the construction of correct and efficient applications. This module contributes the fundamentals of database systems as they are used in practice in nearly all enterprises. • Relational data model, relational algebra, and relational calculi • SQL (data definiton language, data manipulation language, and query language) • Embedded SQL • Views, access control, and view-update-problem • Query optimisation • Data integrity • Functional dependencies and database schema design • Transactions (synchronization and recovery) • NoSQL databases

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

Studierende lernen

- *Faktenwissen:* Theorie und Konzepte relationaler Anfragesprachen kennen; Konzepte des Datenbankentwurfs kennen; Konzepte der Synchronisation und Recovery von Transaktionen kennen
- *Vermittlung von methodischem Wissen in Kleingruppen-Präsenz-Übungen:* komplexe Anfragen an relationale Datenbanken korrekt formulieren; ein Datenbankschema möglichst redundanzfrei entwerfen
- *in praktischen Übungen am Rechner:* eigene SQL-Anfragen an existierende relationale Datenbanken stellen; Programme zu schreiben, die Datenbestände aus Datenbanken lesen oder verändern; eigene Datenbanken zu definieren und aufzubauen
- *Vermittlung von Transferkompetenz:* die erworbenen Kompetenzen und Fertigkeiten auf andere Datenquellen oder andere Datenbanksysteme übertragen; Umgang mit Zugriffsrechten
- *Vermittlung von normativ-bewertenden Kompetenzen:* die Eignung und Grenzen des relationalen Datenmodells bewerten und einschätzen; den Programmieraufwand für Datenbankanfragen und Datenbankprogrammierung einschätzen; die Folgen einer Datenbankschema-Änderung erkennen und abschätzen; die Risiken eines schlecht entworfenen Datenbankschemas bewerten; den Aufwand und Nutzen von Synchronisation und Recovery abschätzen

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Gruppenarbeit
- Lernkompetenz
- Lernmotivation

-

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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)

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

Dr. Rita Hartel, Prof. Dr. Stefan Böttcher

13 **Sonstige Hinweise / Other Notes:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Datenbanksysteme:
Methodische Umsetzung
Die Grundlagen und Konzepte von Datenbanksystemen werden im Rahmen einer Vorlesung eingeführt und anschließend in Präsenzübungen in Kleingruppen sowie in Heimübungen vertieft und durch praktische Übungen ergänzt.
Lernmaterialien, Literaturangaben

- Lehrbuch: Kemper, Eickler: Datenbanksysteme , Oldenbourg-Verlag, neueste Ausgabe.
- Lehrbuch: Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, neueste Ausgabe.

Remarks of course Datenbanksysteme:
Implementation method
Foundations and concepts of database systems are introduced within a lecture. Additional tutorial sessions in smaller groups and homework assignments support deeper understanding and practical experience with the concepts learned.
Learning Material, Literature

- Textbook: Kemper, Eickler: Datenbanksysteme , Oldenbourg-Verlag, newest Edition.
- Textbook: Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, newest Edition.

Einführung in Kryptographie			
Modulnummer / Module number: M.079.01216	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Sommersemester
	Studiensemester / Semester number: 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05503 Einführung in Kryptographie	V3 Ü2	75	105	WP	100/25

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05503 Introdution to Cryptography	L3 Ex2	75	105	CE	100/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:
Empfohlene Vorkenntnisse
Datenstrukturen und Algorithmen sowie Berechenbarkeit und Komplexität

Prerequisites of course Einführung in Kryptographie:
Recommended Proficiencies
Data structures, algorithms, computability and complexity

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:* 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. • 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:* This lecture presents the most important tasks and methods of modern cryptography. Further, some of the most important security requirements of modern cryptography are discussed informally. The advantages and disadvantages of symmetrical and asymmetric cryptography are explained. Important basic cryptographic concepts such as encryption methods and digital signatures are presented. • Cryptography and its objectives and tasks • Symmetric and asymmetric cryptography • Basic security notions and cryptanalysis • Symmetric ciphers - DES, AES • Asymmetric ciphers - RSA, Elgamal • Key exchange protocols - Diffie-Hellman • Hash functions and MACs - SHA3 • Digital signatures - RSA, Elgamal, DSA
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Studierende sind in der Lage Sicherheitsanforderungen mittels kryptographischer Aufgaben zu formulieren. Sie kennen die wichtigsten kryptographischen Basistechniken und ihre Einsatzmöglichkeiten. Studierende können einschätzen, ob umgesetzte kryptographische Lösungen gegebenen Anforderungen genügen und sie können für gegebene Sicherheitsanforderungen die geeigneten kryptographischen Verfahren auszuwählen. Studierende können einschätzen, welche Anpassungen an kryptographische Verfahren unproblematisch sind und welche sicherheitskritisch sind. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Lernkompetenz • Selbststeuerungskompetenz -

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Johannes Blömer
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Einführung in Kryptographie:* **Methodische Umsetzung** Eine Mischung aus Folien und Tafelanschrieb. Alle wichtigen Konzepte und Techniken werden in Übungen anhand von Beispielen weiter vertieft. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography, Chapman and Hall, Johannes Buchmann: Einführung in Kryptographie, Springer Verlag, A Graduate Course in Applied Cryptography: https://crypto.stanford.edu/~dabo/cryptobook/, Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben *Remarks of course Einführung in Kryptographie:* **Implementation method** Slides and blackboard writing. All important concepts and techniques are further deepened with examples in exercises. **Learning Material, Literature** Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography, Chapman and Hall, Johannes Buchmann: Einführung in Kryptographie, Springer Verlag, A Graduate Course in Applied Cryptography, Lecture slides, excercises

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

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	WP	30

	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	CE	30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Einführung in Hochleistungsrechnen:
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Lehrveranstaltungen “Rechnerarchitektur” und “Systemsoftware und systemnahe Programmierung” auf.

Prerequisites of course Einführung in Hochleistungsrechnen:
This course builds on the contents of the courses “Computer Architecture” and “System Software and System-Level Programming”.

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:**

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

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

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Gruppenarbeit
- Lernkompetenz
- Selbststeuerungskompetenz

After attending the course, 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,
- apply programming techniques for parallel processing in the design and implementation of software in a practical way,
- execute parallel applications on high-performance computers and perform performance evaluation.

Non-cognitive Skills:

- Group work
- Learning skills
- Self-direction skills

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 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 | 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:** 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 6 Credits gewichtet. Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
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

Programmiersprachen			
Modulnummer / Module number: M.079.01218	**Workload (h):** 120	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 1	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05101 Programmiersprachen	V2 Ü1	45	75	P	500/40

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05101 Programming Languages	L2 Ex1	45	75	C	500/40

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Programmiersprachen:
Empfohlene Vorkenntnisse
Die Veranstaltung Programmierung bzw. Kenntnisse im Umgang mit (mindestens einer) Programmiersprache.

Prerequisites of course Programmiersprachen:
Recommended Proficiencies
The course Programming or proficiency in using at least one programming language.

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Programmiersprachen:* In der Veranstaltung “Programmierung” haben Sie bereits eine grundlegende Einführung in die Programmierung mit *einer* sogenannten *imperativen* Programmiersprache genossen, die Berechnungen durch Sequenzen einzelner Befehle beschreiben. Die Veranstaltung “Programmiersprachen” baut hierauf auf und vermittelt Einblicke in *andere* wichtige sogenannte Programmierparadigmen, speziell in die funktionale Programmierung und Logikprogrammierung. Inhaltsübersicht: • Grundlegende Konzepte der Funktionalen Programmierung • Seiteneffekte, Programmieren ohne Seiteneffekte • Rekursion und Aggregation • Grundlegende Konzepte der Logikprogrammierung • Auswertung von Ausdrücken und Regeln, Unifizierung • Logikprogrammierung in Prolog • Eingeschränkte aber effiziente Auswertung in Datalog *Contents of the course Programmiersprachen:* In the course “Programming”, you have already enjoyed a basic introduction to programming with what is known as an *imperative* programming language, which describes calculations using sequences of individual commands. The “Programming Languages” course builds on top of this and provides insights into *other* important so-called programming paradigms, especially into functional programming and logic programming. Contents overview: • Basic concepts of functional programming • Side effects, programming without side effects • Recursion and aggregation • Basic concepts of logic programming • Evaluation of expressions and rules, unification • Logic programming in Prolog • Limited but efficient evaluation in data log

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

- Die Studierenden verstehen die grundlegenden syntaktischen und semantischen Konzepte von Programmiersprachen.
- Sie können Programme und die darin verwendeten Sprachkonstrukte in angemessen präziser Weise erläutern.
- Sie sind in der Lage, einfache Grammatiken, Typspezifikationen und funktionale Programme zu entwickeln.
- Sie besitzen die Fähigkeit neue Programmier- und Anwendungssprachen selbstständig zu erlernen.
- Sie haben praktisch mit einer Reihe verschiedener Programmiersprachen gearbeitet.
- Sie haben Einblick gewonnen in die Probleme des Entwurfs neuer Programmier- und Anwendungssprachen.
- Sie können typische Eigenschaften von objektorientierten und funktionalen Sprachen erklären.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Lernmotivation
- Einsatz und Engagement
- Gruppenarbeit
- Kooperationskompetenz
- Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)
- Selbststeuerungskompetenz

-

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)			100%

<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>Schriftliche 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 bzw. qualifizierte Teilnahme 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>Written exercises</td><td></td><td>CA</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations:
Bestehen der Studienleistung</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.
keine</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.</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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Prof. Dr. Stefan Böttcher</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise / Other Notes:</td></tr>
</table>

Grundlegende Algorithmen

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01219	180	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5	1	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.079.05511 Grundlegende Algorithmen	V3 Ü2	75	105	WP	100/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05511 Fundamental Algorithms	L3 Ex2	75	105	CE	100/30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

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 vorausgesetzt.

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 assumed.

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 wenden Entwurfsmethoden für effiziente Datenstrukturen und Algorithmen für schwierige Probleme wie Matching, Netzwerk-Fluß u.a. an. Sie nutzen mathematisch fundierte Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse von Algorithmen und Datenstrukturen. Darüber hinaus entwickeln sie selbstständig, kreativ Algorithmen und Datenstrukturen (Wie gestalte ich den kreativen Prozess vom algorithmischen Problem zum effizienten Algorithmus?) unter Nutzung von Entwurfsmethoden und ihrem Verständnis für die Struktur des algorithmischen Problems. Zudem nutzen sie einfache Varianten von fortgeschrittenen algorithmische Modellen wie online, approximative oder randomisierte Algorithmen. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Haltung und Einstellung • Selbststeuerungskompetenz -

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
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. • erwartete Aktivitäten der Studierenden: aktive Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben. • Übungsblätter, Lösungen werden in Übungsgruppen vorgestellt und diskutiert. • In Übungen und Hausaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Standardlehrbücher, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter *Remarks of course Grundlegende Algorithmen:* **Implementation method** • Lecture with beamer and blackboard. • Exercises in small groups. • expected student activities: active participation in exercises, homework. • Exercise sheets, solutions are presented and discussed in tutorials. • In exercises and homework, design and analysis of algorithms are practiced on selected examples. **Learning Material, Literature** Standard textbooks, slides of the lecture, exercise sheets

IT-Sicherheit

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01221	150	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5	1	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05500 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.079.05500 IT Security	L2 Ex2	60	90	C	150/25

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Rechnernetze, Programmierung, Systemsoftware und systemnahe Programmierung

Prerequisites of course IT-Sicherheit:
Recommended Proficiencies:
Computer networks, Programming, System software and system-level programming

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. In der Veranstaltung werden folgende Themen behandelt: • Ausgewählte Sicherheitsprobleme • Grundlagen der angewandten Kryptographie • Sicherheitsziele und Sicherheitsmodelle • 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 covers the following topics: • Selected security problems • Foundations of applied cryptography • Security goals and security models • Network security • Application security
5	**Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences:** Studierende verstehen die wesentlichen Konzepte, Methoden und Mechanismen zum Schutz von Daten und Systemen vor Manipulation und Missbrauch auf einem grundlegenden, praxisorientierten, wissenschaftlichen Niveau. Sie sind in der Lage, die Konzepte zur Erhöhung der Systemsicherheit korrekt einzusetzen, einfache Sicherheitsprotokolle zu entwickeln und diese zu bewerten. Sie verstehen die Ursachen von Sicherheits-Problemen heutiger Systeme, sind in der Lage, grundlegende Konzepte auch in neuen Anwendungskontexten einzusetzen und besitzen ein generelles Bewusstsein für mögliche Sicherheitsbedrohungen und Risiken. **Nichtkognitive Kompetenzen:** • Einsatz und Engagement • Lernkompetenz • Lernmotivation -

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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung IT-Sicherheit:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer • Praktische Übungen zur IT Sicherheit **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Vorlesungsfolien und Übungsblätter • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown *Remarks of course IT-Sicherheit:* **Implementation method:** • Presentation with projector and blackboard writing • Exercises in small groups, presentations of solutions by students • Practical exercises with standard security tools **Learning Material, Literature:** • Lecture slides and excercise sheets • Sicherheit und Kryptographie im Internet, Jörg Schwenk • Computer Security, William Stallings und Lawrie Brown

Modellbasierte Softwareentwicklung			
Modulnummer / Module number: M.079.01222	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05543 Modellbasierte Softwareentwicklung	V3 Ü2	75	105	WP	75/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05543 Model-Based Software Engineering	L3 Ex2	75	105	CE	75/30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

keine

keine

4	**Inhalte / Contents:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Modellbasierte Softwareentwicklung:* In der modellbasierten Softwareentwicklung steht das Modell einer Software im Mittelpunkt. Es wird dabei nicht nur zu Dokumentationszwecken, sondern auch zur Entwicklung selbst verwendet (auch modellgetriebene Softwareentwicklung genannt). Übliche modellbasierte Techniken beinhalten unter anderem den Entwurf von Modellierungssprachen anhand von statischer und dynamischer Semantik sowie Metamodellierung sowie die Anwendung der Modelle in Form von Modelltransformationen, oder auch zum Model Checking oder für das Reverse Engineering von Softwarearchitekturen. Den Trend zur modellbasierten und modellgetriebenen Softwareentwicklung kann man sowohl in der Forschung, als auch in der Praxis beobachten und stellt daher eine wichtige Grundlage für die Ausbildung eines Softwareentwicklers dar. • Software-Modelle, u.A. mit UML • Views und Viewpoints • Metamodellierung • Statische und Dynamische Semantik • Modelltransformationen • Softwarearchitekturen • Praxiseinsatz der modellbasierten und modellgetriebenen Softwareentwicklung • aktuelle Trends und Forschungsthemen in der modellbasierten und modellgetriebenen Softwareentwicklung *Contents of the course Modellbasierte Softwareentwicklung:* Model-Based Software Engineering (MBSE) focusses on the model of a software as an important and primary artefact. This model is not only used for the purpose of documentation, but also for the development (also called model-driven software development). Typical model-based techniques include, amongst others, the design of modeling languages via meta modelling and a definition of the language's static and dynamic semantics. MBSE is relevant for application areas such as model transformations, model checking, or reverse engineering of software architectures. The trend towards model-based and model-driven software development is visible within research and practice. Thus, it is an important foundation for the education of a software developer. • Software Models, amongst others with UML • Views and Viewpoints • Metamodelling • Static and Dynamic Semantics • Model Transformations • Software Architectures • Practical application of model-based and model-driven software development • Current trends and research topics within model-based and model-driven software development

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

Die Studierenden sollen grundlegende Verfahren zur Konstruktion großer Softwaresysteme kennen und ihre Anwendung beherrschen. Sie sollen die Vor- und Nachteile von Spezifikationstechniken erfahren, die Notwendigkeit von Design erkennen und Modelle zur Verbesserung der Softwarequalität einsetzen können. Unter anderem wird auf das Paradigma des „Model Driven Development“ eingegangen, das einen wesentlichen Produktivitäts- und Qualitätsgewinn bei der Softwareentwicklung verspricht.

Nichtkognitive Kompetenzen:

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prerequisites for assigning credits:** Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. keine
10	**Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:** Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.
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)
12	**Modulbeauftragte/r / Module coordinator:** Prof. Dr. Gregor Engels
13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Modellbasierte Softwareentwicklung:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit Beamer und praktische Rechnerübungen. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Ghezzi: Fundamentals of Software Engineering (Addison Wesley) • Reiko Heckel, Gabriele Taentzer: Graph Transformation for Software Engineers - With Applications to Model-Based Development and Domain-Specific Language Engineering. Springer 2020 • Marco Brambilla, Jordi Cabot, Manuel Wimmer: Model-Driven Software Engineering in Practice, Second Edition. Synthesis Lectures on Software Engineering, Morgan & Claypool Publishers 2017 *Remarks of course Modellbasierte Softwareentwicklung:* **Implementation method** Lecture with projector and practical tooling exercises **Learning Material, Literature** • Ghezzi: Fundamentals of Software Engineering (Addison Wesley) • Reiko Heckel, Gabriele Taentzer: Graph Transformation for Software Engineers - With Applications to Model-Based Development and Domain-Specific Language Engineering. Springer 2020 • Marco Brambilla, Jordi Cabot, Manuel Wimmer: Model-Driven Software Engineering in Practice, Second Edition. Synthesis Lectures on Software Engineering, Morgan & Claypool Publishers 2017

Parallelität und Kommunikation			
Modulnummer / Module number: M.079.01223	**Workload (h):** 180	**Leistungspunkte / Credits:** 6	**Turnus / Regular Cycle:** Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 5	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.079.05602 Parallelität und Kommunikation	V3 Ü2	75	105	WP	60/30

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.079.05602 Parallelism and Communication	L3 Ex2	75	105	CE	60/30

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Parallelität und Kommunikation:
Empfohlene Vorkenntnisse
Grundkenntnisse einiger grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen und deren Analysen wird vorausgesetzt.

Prerequisites of course Parallelität und Kommunikation:
Recommended Proficiencies
Basic Knowledge of some basic algorithms and data structures and their analyses is assumed.

4 **Inhalte / Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Parallelität und Kommunikation:
Die Vorlesung beschäftigt sich mit effizienten Methoden, Kommunikation zwischen Mitglieder eines Netzwerks zu realisieren. Solche Netzwerke können z.B. LANs, WANs, Peer-to-Peer Systeme, das Internet oder Parallelrechner sein. In der Vorlesung stellen wir verteilte Algorithmen vor, Kommunikation durch Routing im Netzwerk, durch Simulation des Kommunikationsgraphen auf dem Netzwerk und mit Hilfe globaler Variablen zu realisieren. Zudem werden effiziente Methoden zur Verwaltung von globalem Speicher in Netzwerken vorgestellt. Diese Algorithmen werden bezüglich Korrektheit und Effizienz analysiert.

- Permutationsrouting auf Gittern
- Sortiernetzwerke
- Oblivious Routing und probabilistisches Routing im Butterfly-Netzwerk
- Datenverwaltung in Netzwerken

Contents of the course Parallelität und Kommunikation:
The lecture deals with efficient methods to realize communication between members of a network. Such networks may e.g. LANs, WANs, peer-to-peer systems, the Internet, or parallel computers. In the lecture we present distributed algorithms to realize communication by routing in the network, by simulating the communication graph on the network and by using global variables. In addition, efficient methods for managing global storage in networks are presented. These algorithms are analyzed for correctness and efficiency.

- Permutation routing on grids
- Sorting networks
- Oblivious Routing and probabilistic routing on the butterfly network
- Data management in networks

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

Die Studierenden lernen die wichtigsten Techniken und Algorithmen im Bereich Netzwerkkommunikation kennen. Sie können entscheiden, in welcher Situation welcher Routing-Algorithmus geeignet ist. Sie können Routing-Algorithmen an neue Situationen anpassen.
Nichtkognitive Kompetenzen:

- Haltung und Einstellung
- Selbststeuerungskompetenz

-

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 Minuten bzw. 40 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)			100%

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

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

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

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

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

Bestehen der Studienleistung

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)

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

Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Parallelität und Kommunikation:* **Methodische Umsetzung** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Übungen in Kleingruppen • erwartete Aktivitäten der Studierenden: Lösung von Übungsaufgaben, Mitarbeit in den Übungen **Lernmaterialien, Literaturangaben** Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes, Frank Thomson Leighton, M. Kaufmann Publishers, 1992, Skript, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter *Remarks of course Parallelität und Kommunikation:* **Implementation method** • Lecture with beamer and blackboard • Practice in small groups • Expected activities of the students: Solving homework exercises, contribution to the tutorials **Learning Material, Literature** Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes, Frank Thomson Leighton, M. Kaufmann Publishers, 1992, script, slides of the lecture, exercise sheets

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
	Studiensemester / Semester number: 6	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** en

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.

4 Weiterer Studienabschnitt

Weiterer Studienabschnitt	
Module / Modules	* Recht und Gesellschaft (EIM-I) * Soft Skills (EIM-I)
Katalogverantwortlicher / Catalogue advisor	Prüfungsausschutzvorsitzender CE (PAV CE)
Leistungspunkte / Credits ECTS	11
Lernziele / Learning objectives	

Recht und Gesellschaft

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01208	150	5	Sommer- / Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	5-6	2	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.09705 Gesellschaft und Informationstechnik	V2 Ü1	45	45	P	30
b)	L.079.09704 Gründungs- und IT Recht II	V2	30	30	P	300

		Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
	a)	L.079.09705 Society and Information Technology	L2 Ex1	45	45	C	30
	b)			30	30		300
2	**Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module:** keine none						
3	**Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:** keine keine						

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 IEEE und ACM herausgegeben werden. Die Veranstaltung umfasst unter anderem folgende Inhalte: • Geschichte der Informatik • Einführung in Ethik • Kommunikation in Netzwerken • Sicherheit von Computern und Netzwerken • Geistiges Eigentum • Datenschutz • Zuverlässigkeit von Computern • Wechselwirkungen zwischen Informatik und Gesellschaft *Inhalte der Lehrveranstaltung Gründungs- und IT Recht II:* Das Modul behandelt Themen des IT-Rechts. Gegenstand des Moduls Gründungs- und IT-Recht II werden u. a. folgende Themen sein: • Daten und Informationen – ihre Bedeutung für Recht und Ökonomie im Überblick • Geschäftsmodelle und IT: digitale Güter im Vertragsrecht/Außendarstellung des Unternehmens im Netz („Homepage“)/Moderne Vertriebsformen im Vertragsrecht sowie werberechtliche Grundlagen für IT-Zusammenhänge/Social Media und Recht • Rechtlicher Schutz von Informationstechnologien (bzw. entsprechenden Produkten) • Verantwortlichkeit für Inhalte im Netz • Datenschutz und Datensicherheit in ihrer Bedeutung für gegründete Unternehmen • Methodische und didaktische Einführung in das juristische Arbeiten als Vorbereitung für die Anfertigung der Projektarbeiten (in Gruppenarbeit) • eigenständige Bearbeitung der Projektarbeiten (Gruppenarbeit) inkl. anleitender Hinweisen

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, are able to analyze the impact of information technology products and services and identify potential areas of conflict, and are familiar with ethical codes of conduct, such as those issued by the IEEE and ACM professional organizations.
Topics include:

- History of computer science
- Introduction to ethics
- Communication in networks
- Security of computers and networks
- Intellectual property
- Data protection
- Reliability of computers
- Interactions between computer science and society

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

Die Studierenden sind in der Lage die gesellschaftlichen Auswirkungen informationstechnischer Produkte und Dienstleistungen zu analysieren und zu bewerten und können erste Einschätzungen zu Fragestellungen aus dem rechtlichen Bereich, insbesondere Patentrecht, geben.
Nichtkognitive Kompetenzen:

- Haltung und Einstellung

-

6 **Prüfungsleistung** / **Assessments:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	60-90 Minuten bzw. 25 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) - b)			100%

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

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
b)	Testat oder Präsentation		QT

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

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)	Written exercises		AA
b)			

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.

keine

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

Das Modul wird mit 5 Credits gewichtet.

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)

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

Dr. Harald Selke

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Gesellschaft und Informationstechnik:* **Methodische Umsetzung** • Vorlesung mit Beamer • Übungen mit Diskussionen in Kleingruppen • Übungsaufgaben **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. *Hinweise der Lehrveranstaltung Gründungs- und IT Recht II:* **Methodische Umsetzung** Vorlesung, Diskussion und Fallbeispiele **Lernmaterialien, Literaturangaben** Vorlesungsfolien und weitere Materialien werden zur Verfügung gestellt. *Remarks of course Gesellschaft und Informationstechnik:* **Implementation method** • Lecture with beamer and blackboard • Tutorials with discussions in small groups • 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.

Soft Skills

Modulnummer / Module number:	**Workload (h):**	**Leistungspunkte / Credits:**	**Turnus / Regular Cycle:**
M.079.01209	180	6	Wintersemester
	Studiensemester / Semester number:	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):**	**Sprache / Teaching Language:**
	1, 5	1	de

1 **Modulstruktur / Module structure:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.90802 Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik		30	30	P	1
b)	Proseminar	PS2	15	105	P	15

	Course	**form of teachin**	**contact-time (h)**	**self-study (h)**	**status (C/CE)**	**group size (TN)**
a)	L.048.90802 Languages, Writing and Presentation Techniques		30	30	C	1
b)	Proseminar	PS2	15	105	C	15

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

keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen / Admission requierements:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik:
Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Proseminar:
Empfohlene Vorkenntnisse
Je nach gewähltem Thema.

Prerequisites of course Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik:
None

Prerequisites of course Proseminar:
Recommended Proficiencies
Depending on the selected topic.

4 **Inhalte** / **Contents:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik:
Die Studierenden wählen, je nach Vorkenntnissen und Interesse, aus dem Angebot der Universität Paderborn eine Veranstaltung aus dem Bereich moderne Sprachen, wissenschaftliches Schreiben, Präsentieren wissenschaftlicher Themen oder Technikethik. Im Hinblick auf das Berufsprofil der Absolventen Computer Engineering, reflektiert durch den englischsprachigen Masterstudiengang Computer Engineering bzw. die geforderten englischsprachigen Anteile im deutschsprachigen Masterstudiengang Computer Engineering, wird der Besuch von Englisch-Kursen dringend empfohlen.

Inhalte der Lehrveranstaltung Proseminar:
Im Proseminar soll beispielhaft die Einarbeitung in ein wissenschaftliches Thema erlernt und abstraktes Denken gestärkt werden. Die Inhalte sollen schriftlich und mündlich präsentiert werden. Dazu soll Basiswissen in Bezug auf Literaturrecherche, Rhetorik und aktuelle Präsentationstechniken sowie in Bezug auf Kritikfähigkeit und Feedbackmethoden erworben und angewendet werden.
Die vermittelte Inhaltskompetenz betreffs der fachlichen Ausrichtung des Proseminars ist abhängig vom jeweiligen Thema der Veranstaltung. Unabhängig davon werden den Studierenden im Proseminar Fakten zur Erstellung und dem Ablauf von Präsentationen (Medienkompetenz), sowie dem Umgang mit Literatur, sowie zur Anfertigung schriftlicher Ausarbeitungen vermittelt.

Contents of the course Proseminar:
In the Proseminar, the working on a scientific topic is to be learned in an exemplary manner and abstract thinking is to be strengthened. The contents are to be presented orally and in writing. For this purpose, basic knowledge of literature research, rhetoric and up-to-date presentation techniques as well as the ability to be criticized and feedback methods will be acquired and applied.
The conveyed content competence concerning the professional orientation of the proseminar depends on the respective topic of the course. Independently of this, the students in the Proseminar are taught facts about the creation and the process of presentations (media competence), as well as the handling of literature and the preparation of written elaborations.

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

-

-

6 **Prüfungsleistung** / **Assessments:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Referat		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) - b)			100%

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

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

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

zu	**Type of achievement**	**Duration or Scope**	**SL / QT**
a)			QP
b)			

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.

keine

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

Das Modul wird mit 6 Credits gewichtet.

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)

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

Prof. Dr.-Ing. Katrin Temmen

13	**Sonstige Hinweise / Other Notes:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik:* Anmeldehinweis: Bei der Lehrveranstaltung „Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik“ gehen wir aus pragmatischen Gründen wie folgt vor: Sie wählen aus dem gesamtuniversitären Angebot eine Veranstaltung, die zu den im Modulhandbuch angegebenen Randbedingungen passt, lassen sich Ihre erfolgreiche Teilnahme schriftlich bestätigen und reichen mir den Nachweis bis zum • WiSe: 31.03. oder • SoSe: 30.09. ein (Briefkasten neben P1.6.09.2 oder als pdf per Mail an Katrin.Temmen@upb.de). Ich veranlasse, dass dies in PAUL eingetragen wird. Bitte achten Sie darauf, dass auf dem Nachweis neben Ihrer Matrikelnummer auch das zugehörige Modul (Bachelor v2: L.048.90802 / M.079.0116; Bachelor v3 & v3b: L.048.90802 / M.079.01209; Master v3: L.048.90801 / M.048.42941) vermerkt ist. Katrin Temmen *Hinweise der Lehrveranstaltung Proseminar:* **Methodische Umsetzung** Referate mit schriftlicher Ausarbeitung und Vortrag. **Lernmaterialien, Literaturangaben** Je nach gewähltem Thema. *Remarks of course Sprachen, Schreib- und Präsentationstechnik:* Registration Note: For the course “Languages, Writing and Presentation Techniques”, please proceed as follows for pragmatic reasons: Select a course from the overall university course program matching the conditions specified in the module handbook, obtain a written confirmation of your successful participation and pass this proof on to me (letterbox next to room P1.6.09.2 or pdf-file to Katrin.Temmen@upb.de) before start of • Winter semester: by 31 March or • Summer semester: by 30 September. I will then have this registered in PAUL. Please ensure that besides your matriculation number the respective module (Bachelor v2: L.048.90802 / M.079.0116; Bachelor v3 & v3b: L.048.90802 / M.079.01209; Master v3: L.048.90801 / M.048.42941) is also mentioned on the proof of registration. Katrin Temmen *Remarks of course Proseminar:* **Implementation method** Presentations with seminar paper **Learning Material, Literature** Depending on the selected topic.

5 Abschlussarbeit

Abschlussarbeit			
Bachelors Project			
Modulnummer / Module number: A.048.16001	**Workload (h):** 450	**Leistungspunkte / Credits:** 15	**Turnus / Regular Cycle:** Sommer- / Wintersemester
	Studiensemester / Semester number: 6. Semester	**Dauer (in Sem.) / Duration (in sem.):** 1	**Sprache / Teaching Language:** de / en

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 (AM 56/17 § 11 Abs. 3) und nach qualifizierter Teilnahme am Mentorenprogramm.

keine

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.

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

-

6 **Prüfungsleistung / Assessments:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Abschlussarbeit		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)			100%

<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>Arbeitsplan</td><td>90h</td><td>QT</td></tr>
<tr><td>b)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
<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>Working Plan</td><td>90h</td><td>QP</td></tr>
<tr><td>b)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></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 und die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen wurde.
The credit points are awarded after passing the module examination (MAP) and providing proof of the qualified participation.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade:
Das Modul wird mit 30 Leistungspunkte gewichtet.
The module is weighted with 30 credits.</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 v3 (CEBA v3), Bachelorstudiengang Computer Engineering v3b (CEBA v3b)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r / Module coordinator:
Dr.-Ing. Carsten Balewski</td></tr>
</table>

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** **Methodische Umsetzung** • Arbeitsplan: Direkte Absprache mit Betreuer. • Bachelorarbeit: Selbständiges Arbeiten unterstützt durch individuelle Betreuung

6 Übersicht des Modulangebotes im Wintersemester

- A.048.16001 Abschlussarbeit 261
- M.048.10101 Grundlagen der Elektrotechnik A 18
- M.048.10901 Nachrichtentechnik 76
- M.048.10903 Optische Informationsübertragung 135
- M.048.10910 Aktuelle Themen der Signalverarbeitung 89
- M.048.10911 Numerische Verfahren für Ingenieure 130
- M.048.10913 Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen 113
- M.048.11107 Messtechnische Signalanalyse in Python 126
- M.048.11112 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) 149
- M.048.11114 Grundlagen Leistungselektronik und Antriebssysteme 109
- M.048.11115 Integrierte Energiesysteme 117
- M.048.40201 Energietechnik 98
- M.048.40402 Halbleitertechnik 27
- M.048.40814 Praktikum Mikrocontroller-Elektronik 32
- M.048.41007 Schaltungstechnik 84
- M.048.41101 Regelungstechnik 140
- M.079.01201 Programmierung 44
- M.079.01202 Modellierung 49
- M.079.01205 Rechnerarchitektur 62
- M.079.01207 Software- und Systementwurf 70
- M.079.01208 Recht und Gesellschaft 251
- M.079.01209 Soft Skills 257
- M.079.01210 Betriebssysteme 197
- M.079.01212 Rechnernetze 205
- M.079.01213 Verteilte Systeme 209
- M.079.01218 Programmiersprachen 227
- M.079.01219 Grundlegende Algorithmen 231
- M.079.01221 IT-Sicherheit 235
- M.079.01222 Modellbasierte Softwareentwicklung 239
- M.079.01223 Parallelität und Kommunikation 243
- M.079.2312 Rechnernetze 187
- M.105.9502 Höhere Mathematik I (CE) 4
- M.105.9532 Höhere Mathematik II (CE) 11

7 Übersicht des Modulangebotes im Sommersemester

- A.048.16001 Abschlussarbeit 261
- M.048.10102 Grundlagen der Elektrotechnik B 23
- M.048.10302 Feldtheorie 105
- M.048.10701 Signaltheorie 36
- M.048.10702 Systemtheorie 40
- M.048.10908 Zeitdiskrete Signalverarbeitung 157
- M.048.10911 Numerische Verfahren für Ingenieure 130
- M.048.10913 Grundlagen und Anwendung von Phasenregelkreisen 113
- M.048.11105 Regenerative Energien 144
- M.048.11113 Einführung in Planungs- und Entscheidungsfindungsalgorithmen 93
- M.048.40202 Messtechnik 121
- M.048.40401 Werkstoffe der Elektrotechnik 153
- M.048.40704 Stochastik 15
- M.079.01203 Algorithmen 53
- M.079.01204 Digitaltechnik 58
- M.079.01206 Systemsoftware 66
- M.079.01207 Software- und Systementwurf 70
- M.079.01208 Recht und Gesellschaft 251
- M.079.01211 Eingebettete Systeme 201
- M.079.01215 Datenbanksysteme 213
- M.079.01216 Einführung in Kryptographie 218
- M.079.01226 Einführung in Hochleistungsrechnen 222
- M.079.01508 Berechenbarkeit und Komplexität 192
- M.079.2331 Embedded Machine Learning 170
- M.079.2431 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning 247

8 Übersicht der Modulangebote in englischer Sprache

- A.048.16001 Bachelors Project 261
- M.079.2312 Computer Networks 187
- M.079.2331 Embedded Machine Learning 170
- M.079.2431 Introduction to Knowledge Representation and Reasoning 247

Erzeugt am 8. September 2026 um 11:49.