

Text erstellt von der Arbeitsgruppe Fachqualifikationsrahmen (Juli – Oktober 2021)

Positionspapier für Bachelorstudiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik an HAWen

1 Präambel

Mit dem Positionspapier beabsichtigt der Fachbereichstag Elektro- und Informationstechnik (FBTEI) eine Orientierung für die Hochschulausbildung in Bachelorstudiengängen der Elektrotechnik und Informationstechnik und artverwandten Disziplinen zu geben. Der Fachbereichstag Elektro- und Informationstechnik ist ein Zusammenschluss von Fakultäten/Fachbereichen aus diesem Gebiet deutscher Fachhochschulen / Hochschulen für angewandte Wissenschaften, HAW.

Das Positionspapier basiert auf der Erklärung von Bologna der Bildungsminister:innen der europäischen Staaten aus dem Jahr 1999 über die Schaffung eines gemeinsamen europäischen Hochschulraumes und die grundsätzliche Angleichung der Studienabschlüsse in Europa bis zum Jahr 2010. Es orientiert sich an den diversen Beschlüssen der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz und berücksichtigt die Empfehlungen des Wissenschaftsrats.

Darüber hinaus fließen in das Positionspapier Erfahrungen und aktuelle Entwicklungen der Ingenieurausbildung ein, die auch durch Rückmeldungen der Anforderungen in der Industrie und Wirtschaft erhoben werden.

Die Ausgestaltung der Studiengänge obliegt selbstverständlich den Hochschulen und den in den Ländern gegebenen Rahmen. Dieses Positionspapier soll aber eine Hilfestellung sein; es hat einen orientierenden, nicht einen regulierenden Charakter.

2 Studienabschlüsse

Die Studienabschlüsse im Ingenieurbereich an (Fach-)hochschulen wandelten sich im Laufe der Jahre vom graduierten Ingenieur (Ing. (grad)) der Ingenieurschulen, dem Diplom-Ingenieur (FH) der Fachhochschulen und mit der Bologna-Reform ab 1999 zu Bachelor- und Masterabschlüssen heute in den Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW). In dieser Empfehlung stehen die Bachelorabschlüsse im Vordergrund.

Im Ingenieurbereich, so auch in der Elektrotechnik und Informationstechnik, finden sich überwiegend die Abschlüsse Bachelor of Science (B.Sc.) oder Bachelor of Engineering (B.Eng.). Diese sind unabhängig vom Hochschultyp gleichwertig, aber hochschultypspezifisch (HAW vs. Universitäten).

Bei der Konzipierung der Curricula für Studiengänge ist eine konsequente Modularisierung vorzusehen. So wird es den Bachelor- und Master- Studierenden ermöglicht, sowohl in gewissen Bereichen eine Auswahl von Fächern (auch hochschulübergreifend) vorzunehmen, als auch die Hochschulen zu wechseln [1].

3 Die Besonderheiten der HAW-Ausbildung

Eine Besonderheit des deutschen Ingenieurstudiums sind die beiden unterschiedlichen Profile, die an Universitäten / Technischen Universitäten einerseits bzw. an Fachhochschulen / Hochschulen für angewandte Wissenschaften andererseits, ausgebildet werden. Auch wenn sich viele Überschneidungen und Gemeinsamkeiten erkennen lassen, haben sich die beiden Profile doch hervorragend bewährt und zu einer guten Akzeptanz auf dem Arbeitsmarkt geführt.

Gemeinsamkeiten der beiden Profile sind eine solide mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung und eine wissenschaftlich fundierte Ingenieurausbildung.

Das stark praxisorientierte Profil der Ausbildung an den Hochschulen für angewandte Wissenschaften (vormals Fachhochschulen) bildet Absolventinnen und Absolventen aus, die die Methodenkompetenz zur Lösung von betrieblichen Ingenieurproblemen mit den Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Arbeit verknüpfen. Da der Absolvent / die Absolventin Teile seiner / ihrer Ausbildung in der betrieblichen Praxis absolviert hat, ist er / sie in diesem Umfeld nach Beendigung des Studiums sofort effektiv einsetzbar. Typische Arbeitsplätze finden sich in Konstruktionsbüros, Versuchs- und Testabteilungen, in der Produktentwicklung, in der Fertigung, in der Produktionstechnik und im Produktionsmanagement, in Projektgruppen, aber auch in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Die unterschiedlichen Profile der Ingenieurausbildung werden auch in den Curricula der gestuften Abschlüsse deutlich. Dies ist sinnvoll und eine konsequente Fortsetzung der erfolgreichen Profilbildung des Dipl.-Ing. (FH) zum Bachelor und Master.

Die Gesamtdauer des Bachelor- und Masterstudiums (Regelstudienzeit) ist nach der Bologna-Reform auf 10 Semester fixiert. Als Aufteilung Bachelor/Master sind Modelle mit 6+4, 7+3 oder 8+2 Semestern möglich. Da in vielen Bundesländern weiterhin das Praxissemester als wichtiges Profilelement der HAWen gesehen wird, finden wir in vielen Bundesländern das 7+3-Modell.

Grundsätzlich muss für die Bachelor- und Master-Ausbildung der unterschiedlichen Hochschultypen gelten: „anders, aber gleichwertig“. Durch die Einhaltung von Mindestkriterien und die Modularisierung des Studiums wird der Übergang von einem zum anderen Hochschultyp ohne Restriktionen möglich sein.

4 Qualitätssicherung

Ein Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse wurde im Zusammenwirken der Hochschulrektorenkonferenz, der Kultusministerkonferenz und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet und von der Kultusministerkonferenz am 21.04.2005 allgemein beschlossen. Mit diesem Papier soll ein allgemeingültiges Qualitätsprofil für die Abschlüsse der Hochschulen für angewandte Wissenschaften für die Elektrotechnik und Informationstechnik beschrieben werden.

Die Föderalismusreform wird divergierend statt konvergierend wirken, deshalb ist eine fachlich orientierte Qualitätssicherung überregional nötig, um international vergleichbar zu sein. Der Qualitätssicherung muss deshalb besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da die Länder zumeist die Qualitätskontrolle den Hochschulen bzw. den Akkreditierungsagenturen abgegeben haben. Die Mitgliedsfachbereiche des Fachbereichstages Elektro- und Informationstechnik unterstützen die Agenturen zur Akkreditierung der Studiengänge aktiv.

Der Akkreditierungsprozess sollte allgemein anerkannte Qualitätsstandards dadurch auf

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Dauer sichern, dass die Akkreditierung befristet erfolgt und durch eine Reakkreditierung überprüft wird. Die Qualität des Studienerfolges wird dagegen regelmäßig durch interne und externe Evaluation sichergestellt. Deshalb hat der Fachbereichstag Elektro- und Informationstechnik für die Bachelor-Studiengänge die folgenden „Empfehlungen für die Bachelor- und Master-Ausbildung der elektrotechnischen und artverwandten Studiengänge an Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland“ verabschiedet. In diesem Papier werden die Anforderungen für die von den Mitglieds-Fachbereichen/Fakultäten zu entwickelnden Curricula formuliert.

5 Empfehlungen für die Bachelorausbildung der elektrotechnischen und informationstechnischen und artverwandten Studiengänge an Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) in Deutschland

Mit dem Positionspapier beabsichtigt der Fachbereichstag eine Orientierung für die Hochschulausbildung in Bachelor- und Masterstudiengängen zu geben. Die Anforderungen beziehen sich sowohl auf theorie- als auch anwendungsorientierte Studiengänge. Die Profilausrichtung der Elektrotechnik und Informationstechnik-Studiengänge obliegt den Hochschulen. Aufgrund des breiten Feldes der Elektrotechnik und Informationstechnik ist eine umfängliche Ausbildung nicht möglich, sondern in der Regel durch Spezialisierungen gegeben.

Das Qualifizierungsprofil des Studiengangs wird von den einzelnen Hochschulen definiert. Es besteht die Auffassung, dass insbesondere durch den Inhalt und nicht durch den Titel der Ausbildungskomplexe die Entscheidung, ob ein theorie- oder anwendungsorientiertes Profil vorliegt, bestimmt wird. Diese Entscheidung obliegt daher im Einzelfall der Eigenverantwortung des Fachbereiches/der Fakultät. An den HAWen sind signifikante praxisorientierte Anteile in Form von Praxisphasen oder Praxissemestern integraler Bestandteil der Ausbildung.

Die angegebenen Bezeichnungen benennen Lehrinhalte und nicht Lehrveranstaltungen. Lehrinhalte verschiedener Ausbildungsblöcke können daher auch in einer gemeinsamen Lehrveranstaltung vermittelt werden (z. B. Regelungstechnik und spezielle mathematische Methoden).

Gemäß KMK-Vorgabe sind Bachelor-Studiengänge von 6 bis 8 Semestern (180-240 ECTS) zulässig. Zusammen mit einem konsekutiven Master-Studiengang sind dann insgesamt 300 ECTS (=10 Semester) zu erwerben. Die Länge bzw. der Umfang der Master-Studiengänge richten sich daher unmittelbar nach den Bachelor-Studiengängen.

5.1 Bachelor-Abschluss

Das Bachelorstudium der elektrotechnischen und informationstechnischen und artverwandten Studiengänge ist eine wissenschaftlich fundierte, berufsbefähigende Grundlagenausbildung mit ingenieurtechnischen Vertiefungen.

Die Empfehlungen zu Inhalten und Zuordnung zu den Kompetenzstufen der Lehrgebiete sowie zu den Modulen sollen sicherstellen, dass die erforderlichen Kompetenzen erworben werden.

Der Praxisbezug in Studium und Lehre ist sicher zu stellen.

5.2 Allgemeine Voraussetzungen

- Vorlesungen sind als seminaristische Lehrveranstaltungen anzustreben bei einer Gruppengröße von maximal 60 Studierenden.
- Laborpraktika sollen in der Regel gruppenweise stattfinden. Im Einzelfall können sich bei inhaltlicher und/oder didaktischer Notwendigkeit hiervon mitunter auch deutliche Abweichungen ergeben.
- Lehrformen wie projektorientiertes Lernen und ähnliche Alternativen sind anzustreben.
- Mindestens 5-6 Studiensemester in Form von diversen Lehrveranstaltungen an den HAWen mit mindestens 30 ECTS-Credits pro Semester.
- Empfohlen wird ein zusammenhängendes Praxissemester.
- Mindestens ein ingenieurwissenschaftliches Projekt (Thesis); dieses kann im Praxissemester enthalten sein.
- Mindestens 180 ECTS-Credits für Lehrveranstaltungen einschließlich Abschlussprüfung und Projekt (Thesis).
- Zusätzliche Qualifikationen sollten angeboten werden (z.B. Sprachen).
- Das Curriculum sollte möglichst so gestaltet sein, dass ggf. ein längerer zusammenhängender Zeitraum (mindestens 3 Monate, z.B. Praxisphase) für einen optionalen Auslandsaufenthalt ohne Zeitverlust integriert ist.

5.3 Ausbildungsblöcke für Bachelor-Studium in Elektrotechnik und Informationstechnik und in artverwandten Studiengängen

Die inhaltlichen Beschreibungen und die Tiefe für die Wissensvermittlung sind in nachstehenden Tabellen als Empfehlung aufgelistet. Die Umfänge ergeben sich aus den Kompetenzen in Anlehnung an die Begrifflichkeiten des Bloomschen Taxonomiemodells.

Kennen:

Vermittlung im Kontext, Herstellen des Alltags- und Berufsbezugs, technische und historische Hintergründe, Verwendung der Begriffe in der Kommunikation mit Studierenden, populärwissenschaftliche Ergänzungen

Verstehen zusätzlich:

Anheben auf die wissenschaftliche Ebene, Erklären auf Basis bereits bekannter Fachbegriffe, Durchführen eigener Berechnungen und Messungen, einfache praktische Anwendung, Kompetenz-Überprüfung, Voraussetzen des Verständnisses im weiteren Studienverlauf, Selbstverständlichkeit erlangen

Anwenden zusätzlich:

Sicherung der Kompetenzen für den Kontext des Stoffs höherer Semester, Selbstverständlichkeit bei der Vermittlung fortgeschrittenen Lernstoffs insbesondere auch in Laborpraktika und Projekten

Umsetzen zusätzlich:

Einsatz und Vertiefung der Kompetenzen im allgemeinen technischen Umfeld,

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

beispielsweise in interdisziplinären Projekten, im Praxissemester, in Haus- oder Abschlussarbeiten, durch Werkstudierendentätigkeiten oder studentische Hilfskrafttätigkeiten

Die nachfolgenden Themenkomplexe bieten die Möglichkeit der Erstellung eines Curriculums durch die Auswahl einzelner Elemente. Fachspezifische weiterführende Themenkomplexe können ergänzt werden; die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Mathematik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Zahlen, algebraische Strukturen	Umsetzen	Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen, reelle Zahlen, komplexe Zahlen, Mengenlehre, Aussagenlogik
Abbildungen und Funktionen auf Zahlenmengen	Anwenden	Definition der Funktion bzw. Abbildung, Urbildraum, Bildraum, Abbildungsvorschrift, In-, bi- und Surjektivität, Einbettung, Wichtige Funktionsbeispiele (Polynome, trigonometrische Funktionen und ihre Umkehrfunktionen, Exponentialfunktion und Logarithmus, Hyperbelfunktionen und ihre Umkehrung, Kegelschnitt Funktionen), grundlegende Funktionseigenschaften (Stetigkeit, Nullstellen, Pole, Symmetrie und Periodizität)
Folgen und Reihen	Verstehen	Zahlenfolgen, Funktionenfolgen, Häufungsstellen, punktweise und absolute Konvergenz, Stetigkeit, Zahlenreihen, Konvergenzkriterien, Cauchy-Reihe, harmonische Reihe, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz
Grundlagen der Differenzialrechnung	Umsetzen	Differenzialrechnung einer reellen Variablen (Differenzierbarkeit, Mittelwertsatz, Differenziationsregeln, Grenzwertprobleme, Extrema und Wendepunkte), numerische Verfahren: einseitiger und zentraler Differenzenquotient
Grundlagen der Integralrechnung	Umsetzen	Flächeninhalte und Maße, Riemann- und Lebesgue-Integral, Integrale über reelle Funktionen, Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung, Produktregel, Substitution, Integrale über rationale Funktionen, uneigentliche Integrale, numerische Verfahren: Trapezregel und Simpsonregel
Gewöhnliche Differenzialgleichungen	Verstehen	Klassifizierung von Differenzialgleichungen (DGLen), homogene und inhomogene gewöhnliche lineare DGLen, Exponentialansatz, Variation der Konstanten, Trennung der Veränderlichen bei nichtlinearen DGLen, spezielle lineare DGLen mit nichtkonstanten Koeffizienten (z.B. Euler'sche Differenzialgleichung), einfache numerische Lösungsverfahren, Konvergenzbedingungen
Vektorräume	Umsetzen	Vektorraumaxiome, Spezielle Vektorräume und kartesische Produkte mit Schwerpunkt auf Vektorräumen über den reellen und komplexen Zahlen, Basis und Basis erzeugende/generierende Systeme, Vektorräume auf Funktionenmengen, Anwendung auf den \mathbb{R}^3 -Räumen, Lineare Abhängigkeit, lineare Unabhängigkeit, Lineare Abbildungen,

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
		lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten, Spur, Eigenwerte und Eigenvektoren, Normalformen, Bilineare Abbildungen
Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung und analytische Geometrie	Umsetzen	Skalarprodukt und Vektorprodukt, Gram-Schmidt'sche Orthogonalisierung, lineare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme (LGS) und Matrizen, Determinante, Spur, Eigenwerte und Eigenvektoren, Bilineare Abbildungen, Koordinatentransformation, Drehmatrix, Hauptachsentransformation, Lösung von LGS: Gauß-Eliminationsverfahren, ausgewählte numerische Verfahren, Jordan'sche Normalform, Singulärwertzerlegung, Exponentialfunktion für Matrizen
Orthogonale Funktionensysteme	Umsetzen	Inneres Produkt von Funktionen, Wichtige Beispiele orthogonaler Funktionensysteme (trigonometrische Funktionen und komplexe Exponentialfunktionen, Legendrepolynome, Besselfunktionen)
Integraltransformationen	Umsetzen	Fourier- und Laplacetransformation, wichtige Sätze und Rechenregeln (u.a. Verschiebungs- und Dämpfungssatz, Endwertsatz), Korrespondenztabelle, Gibbs'sches Phänomen, Transformation der Heaviside- und Delta-Distribution, Lösung von Differenzialgleichungen mittels Integraltransformationen
Funktionen mehrerer Variabler und Vektoranalysis	Umsetzen	partielle Ableitungen, Richtungsableitung, totales Differenzial, Satz von Schwarz, Parameterintegrale und deren Ableitung, Vektordifferenzialoperatoren (div, grad, rot, Laplace) und Identitäten (z.B. $\text{div}(\text{rot}) = 0$), Integrale über Funktionen aus dem \mathbb{R}^n (Weg-, Flächen- und Volumenintegrale, Normalgebiete), Im \mathbb{R}^3 : Zylinder- und Kugelkoordinatensystem, Umrechnung von Vektordifferenzialoperatoren in allgemeine krummlinige Koordinatensysteme, Integralsätze: Gauß, Stokes, Green'sche Formeln => u.U. in Fachvorlesungen
Differenzialgleichungssysteme	Umsetzen	Reduzierung von linearen DGLen höherer Ordnung auf Systeme 1. Ordnung, analytische und einfache numerische Lösungsverfahren, Linearisierung nichtlinearer DGL-Systeme, Stabilität von DGL-Systemen => u.U. in Fachvorlesungen
Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik	Verstehen	Wahrscheinlichkeits-Axiome, bedingte Wahrscheinlichkeit, Satz von Bayes, stochastische Unabhängigkeit, Kombinatorik, stochastische Prozesse, Erwartungswert und Varianz, wichtige Verteilungen: Binomial-, Exponential-, Poisson- und Normalverteilung, Gesetze der großen Zahlen, Hauptsatz der Statistik, Schätztheorie, (Maximum-)-Likelihood-Schätzer, Konfidenzintervalle, Grundlagen Testtheorie, lineare Regression
Grundlagen der Graphentheorie	Verstehen	Einführung in die Graphentheorie: Knoten und Kanten, gerichtete und ungerichtete Graphen, Dreiecksungleichung, Satz von Dirac, Bäume, ausgewählte Algorithmen, Einführung

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
		in die Kombinatorik=> u.U. in Fachvorlesungen

Physik / Werkstoffe

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Mechanik des Massenpunktes und des starren Körpers	Umsetzen	Grundlagen der Kinematik, Einführung in die Newton'sche Mechanik, Grundlagen der Relativistischen Mechanik
Mechanik deformierbarer Körper	Kennen	Elastisches Verhalten kubischer und isotroper Werkstoffe, Spannungs- und Dehnungstensor, Viskoplastizität, Härte,
	Kennen	Sprödigkeit, Prüfmethode für Werkstoffeigenschaften
Strömungen in Gasen und Flüssigkeiten	Verstehen	Laminarströmung, Bernoulli-Gleichung, Reibungsvorgänge
Thermodynamik	Verstehen	Temperatur, Wärmeleitung, Wärmekapazität, Wärmetransport in Gasen und Flüssigkeiten, Konvektion, thermische Ausdehnung, kinetische Gastheorie, innere Energie, 1. und 2. Hauptsatz, Entropie, thermischer Wirkungsgrad, Aggregatzustände, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Wärmeleitungsgleichung, Diffusionsgleichung, statistische Physik, freie Energie, Enthalpie, Joule-Thompson-Effekt
Schwingungen und Wellen	Anwenden	Schwingungen mechanischer Systeme, gekoppelte Schwingungen, Anregung, Dämpfung, Resonanz, Longitudinal- und Transversal-Welle, Schallwellen, Torsionswellen, Beugung und Interferenz
Freie Elektronen und Ionen	Kennen	Gasentladungen, Stoßionisation, Plasma
Optik	Verstehen	Geometrische Optik, Brechungsgesetz, Totalreflexion, Linsen und Hohlspiegel, Optische Abbildung, Chromatische Dispersion, Polarisation, Fermat'sches Prinzip, Auflösungsvermögen optischer Instrumente
Atomaufbau und Quantentheorie	Kennen	Bohr'sches Atommodell, Teilchen und Wellen (Photonen, Elektronen), Doppelspaltversuch, Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Teilchen im Potentialtopf, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator
Grundlagen der chemischen Bindung	Kennen	Periodensystem, metallische und nichtmetallische Elemente, Elektronegativität, Bindungsarten, Kristallstrukturen, Grundlagen der kovalenten Bindung zweiatomiger Moleküle, Molekülorbitale, Kristalldefekte, polykristalline und amorphe Festkörper, Gläser und Keramiken, Polymere, Flüssigkristalle
Phasendiagramme, Legierungen	Kennen	Einfache binäre Systeme, Eutektika, Intermetallische Verbindungen
Dielektrika, Kondensatormaterialien	Verstehen	Polarisationsmechanismen, dielektrische Verluste, komplexe Dielektrizitätszahl, Dielektrizitätsmatrix, Kondensatortypen, Verluste, Ersatzschaltbilder, Elektrolytkondensator, Langevin-

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
		Funktion, neue Kondensator Technologien, Supercaps
Ferroelektrische Keramiken, Piezo- Materialien	Kennen	Grundprinzip der ferroelektrischen Ordnung, Weiss'sche Bezirke, Hysteresekurve, Curie-Temperatur, Anwendung der Keramiken für Kondensatoren, Piezoelektrische Eigenschaften, Anwendungen als Energiewandler, Koppelungstensor, Schwingquarz
Magnetische Materialien	Verstehen	Dia- und Paramagnetismus, Ferro- und Ferri-Magnetismus, Weiss'sche Bezirke, Hysteresekurve, Curie-Temperatur, Hart- und Weichmagnetische Materialien, Anwendungsbereiche, Magnetische Feldlinien an Grenzflächen, Verluste in Magnetkernen (Hysteresese, Wirbelströme), Magnetische Speichermedien, Magnetostraktion
Elektrische Ströme in Festkörpern und Flüssigkeiten	Kennen	Elektronengasmodell, freie Weglänge, Beweglichkeit, Begründung für ohmsches und nichtohmsches Verhalten, Diffusionsströme, Entstehung von Diffusionsspannungen, anisotrope Leitfähigkeit, Temperaturgradient als Ursache für Ströme, Begrenzungen des klassischen Elektronengasmodells in Metallen
Grundlagen der Festkörperphysik	Verstehen	Hinweis: Bitte siehe auch das Themengebiet: Halbleiterelektronik und Schaltungstechnik Bildung von Energiebändern, Energiebänder in Metallen, Halbleiter und Isolatoren, Zustandsdichten, Verteilungsfunktionen (Boltzmann-Verteilung, Fermi-Dirac Verteilung), Elektronen und Löcher, Dotierung von Halbleitern, Bändermodell im Gleichgewicht, Nichtgleichgewichtszustände, Generation und Rekombination, Wechselwirkungen von Halbleitern mit Licht, pn-Übergang als Diode, Eigenschwingungen (Phononen), Heterostrukturen Hinweis: siehe ähnliche Themen unter Halbleiter-Elektronik und Schaltungstechnik'
Supraleitung	Kennen	Typen von Supraleitern, Sprungtemperatur, Meissner-Ochsenfeld-Effekt, Grundlagen der Anwendungen in Elektrotechnik und Sensorik, Hochtemperatur-Supraleiter
Grundlagen der Elektrochemie	Verstehen	Elektrolytische Dissoziation von Säuren, Basen und Salzen, Ionische Leitfähigkeit, Polarisation von Elektroden im Elektrolyten, Batterien, Akkus, Brennstoffzellen, Elektrolytische Korrosion

Allgemeine Elektrotechnik / Grundlagen der Elektrotechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Grundlagen und Grundbegriffe der Elektrizitätslehre	Umsetzen	Ladung, Potenzial, elektrisches Feld, Strom, Spannung
Elektrische Netzwerke bei	Verstehen	Widerstand und Leitwert, Ohm'sches Gesetz, Strom- und

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Gleichstrom		Spannungsquellen, Kirchhoff'sche Sätze, Knotenspannungsanalyse, Maschenstromanalyse, Superpositionsprinzip, Inzidenzmatrizen, Zweipoltheorie, Energie, Leistung, Wirkungsgrad, Grundlagen elektrischer Messtechnik, nichtlineare 2-pol Kennlinien
Grundlagen der Elektrostatik	Verstehen	Coulomb'sches Gesetz, Influenz und Polarisation, Verschiebungsfluss und -dichte, Gaußscher Satz der Elektrostatik, Stromdichtefeld, Berechnung elektrostatischer Felder und stationärer Strömungsfelder für einfache oder diskrete Anordnungen, Superpositionsprinzip, Prinzip der Spiegelladungen, Kapazität, Ladevorgang eines Kondensators, elektrische Energie und -dichte, Kräfte auf Ladungen und Dielektrika
Grundlagen der Magnetostatik	Verstehen	Fluss und Flussdichte, magnetische Feldstärke und mag. Spannung, Durchflutungsgesetz, magnetischer Widerstand, magnetische Materialien, magnetische Hysterese, Berechnung einfacher Magnetfelder, Biot-Savart'sches Gesetz, Berechnung technischer Magnetkreise
Elektromagnetische Induktion	Umsetzen	Faraday'sches Induktionsgesetz, Ruhe- und Bewegungsinduktion, Selbstinduktivität und Gegeninduktivität, Wirbelströme, Stromverdrängung
Energie und Kräfte im magnetischen Feld	Verstehen	Magnetische Energie und -dichte, Ummagnetisierungsverluste, Lorentzkraft, Ampere'sches Kraftgesetz, Kräfte auf Grenzflächen, Grundlagen der Gleichstrommaschine
Berechnung linearer Netzwerke bei sinusförmiger Erregung	Umsetzen	Netzwerke bei sinusförmiger Erregung im Zeitbereich (nur kennen), Berechnung von Wechselstromkreisen über die komplexe Ebene, topologisches Zeigerdiagramm, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Frequenzkennlinien, Ortskurven, Maschen- und Schnittmengengleichungen, Maschenimpedanz-, Schnittmengenadmittanz- und Knotenadmittanzverfahren, Vierpoltheorie (nur kennen)
Grundlagen spezieller Bauelemente, Baugruppen und Schaltungen der Wechselstromtechnik	Umsetzen	Reale passive Bauelemente, Resonanz und Schwingkreise, Hoch- und Tiefpass, Wechselstrommessbrücken, aktive Bauelemente und elektronische Grundsaltungen (Diode, Transistor, Operationsverstärkerschaltungen, Gyrator), Transformator, Dreileitersystem, Drehfeld und Drehfeldmaschinen (→ Elektronik, Messtechnik)

Informatik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Formale Konzepte der Informatik	Umsetzen	Information und Codierung (Zahlen, Zeichen, Bit, Codes), Boolesche Funktionen und Algebra, Höhere Programmiersprache, Objektorientierte Programmierung,

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
		Betriebssysteme (Struktur, Funktion, Bedienung)
Algorithmen und Datenstrukturen	Anwenden	Grundl. Informatik (Automaten, Grammatik, Datenstrukturen), Web-Anwendungen (Funktionsweise, Programmierung), Meth. SW-Engineering (Konventionen, Schritte, Test, UML)
Programmierpraktikum	Verstehen	Algorithmen (insbes. Sorting & Searching), Rechnerarchitekturen, Internet (Protokolle, Domains, Dienste, HTML), mobile Anwendungen

Messtechnik und Sensoren

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Fehlerrechnung	Anwenden	Absoluter und relativer Fehler, Fehlerursachen, systematische und zufällige Fehler, statistische Auswertung, Mittelwert, Standardabweichung, Fehlergrenzen und Klassengenauigkeit, Garantiefehlergrenze, Fehlerfortpflanzung der systematischen und zufälligen Fehler, maximal möglicher Fehler, (GUM)
Analoge Messinstrumente	Verstehen	Drehspulinstrument, Dreheiseninstrument, Messbereichserweiterung, Vielfachmessinstrument, Ersatzschaltbild für Strom- und Spannungsmessgerät, Differentialgleichung und Übertragungsfunktion eines elektromechanischen Messgerätes
Messen von Strom und Spannung	Verstehen	Mittelwert, Effektivwert, Scheitelwert, Gleichrichtwert, Diodengleichrichter, Thermoumformer, Gleichstrom/Wechselstrom- Komparator, Normalelement, Spannungs- und Stromkompensator
Leistungsmessung	Verstehen	Spannungsrichtige, stromrichtige, quellrichtige und verbraucherrichtige Messung, Leistungsmessung im Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrom-Netz, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Aron-Schaltung, elektronische Leistungsmessung, Elektrizitätszähler
Messung von ohm'schen Widerständen	Umsetzen	Strom- und spannungsrichtige Messung bzw. Spannungs- und Stromfehler-Schaltung, Bürden (Shuntwiderstände)
	Anwenden	Vergleich mit Referenzwiderstand, Leistungsmessung, Konstantstromspeisung bzw. 4-Leiter-Messung, Wheatstone-Messbrücke, spannungs- und stromgespeiste Messbrücke, Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Thomson-Messbrücke
Messung von Blindwiderständen	Verstehen	Vergleich mit Referenzelement, Leistungsmessung, selbst- und fremderregter Schwingkreis, Messen des Phasenwinkels, Wechselspannungs-Abgleichmessbrücke, Abgleich- und Phasenbedingung, Beispiele: Kapazitäts- und Induktivitäts-Messbrücken nach Wien, Maxwell, Maxwell-Wien u.a.
Teiler und Messwandler	Anwenden	Unbelastete und belastete Teiler, reine und gemischte Teiler, frequenzunabhängige RC-Teiler, Tastkopf bzw. Taster bei einem

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
	Anwenden	Oszilloskop, Strom-und Spannungswandler, Strom- und Spannungsfehler, Fehlerwinkel
Oszilloskop	Anwenden	Elektronenstrahlröhre, Baugruppen und Wirkungsweise, Betriebsmodi, Abtast- bzw. Sampling-Oszilloskop, Echtzeit- und Äquivalenzzeit- (sequentielle/getriggerte und zufällige) Abtastung
Gegengekoppelte OP-Verstärker	Umsetzen	Operationsverstärker, Vierpol-Ersatzschaltbild, Offset-Spannung, Offset-Strom, Biasstrom, Offsetdrift, Gegenkopplung, Grundsaltungen des nichtinvertierenden Spannungsverstärker (u/u- und u/i-Verstärker) und des invertierender Stromverstärker (i/u- und i/i-Verstärker), Anwendungen des Spannungs- und Strom-Verstärkers, analoge Rechenschaltungen wie Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer, Dividierer, Differenzierer, Integrierer, Logarithmierer, Präzisionsgleichrichter analoge Regler
Zeit- und Frequenzmessung	Anwenden	Frequenzsignale, analoge und digitale Messung eines Zeitintervalls und einer Frequenz, Zähler, digitale Periodendauer- und Frequenz-Messung, Quantisierungsfehler und Messfehler, Universal- und rechnende Zähler
A/D-Umsetzung	Anwenden	Analoge und digitale Signale, Signalstruktur-Umsetzung, Darstellung digitaler Signale, Dualzahl, Abtastung, Nyquist-Theorem, Shannon-Theorem, Aliasing, Quantisierungsfehler, Abtast- Halte-Kreis, Analog-Digital-Umsetzer (ADU) und Digital-Analog-Umsetzer (DAU), Parallel-ADU mit Komparatoren, inkrementaler Stufen-Umsetzer, inkrementaler Nachlauf-Umsetzer, ADU mit sukzessiver Approximation, Ein- und Zwei-Rampen-Umsetzer, Sigma-Delta-Wandler
Einführung in die Sensorik	Verstehen	Messkette, statisches und dynamisches Verhalten, Korrektur des dynamischen Fehlers, Messeffekte, Linearisierung von Kennlinien
Messen magnetischer Größen	Anwenden	Hall-Sensor, Rogowski-Spirale, Magnetometer, Feldplatten, Kernresonanz-Magnetfeldmessung
Messen mechanischer Größen	Anwenden	Dehnungsmessstreifen, piezoelektrischer Kraftsensor, kodierte und inkrementale Längen- und Winkelgeber, Tauchanker- und Queranker-Aufnehmer, Differential-Aufnehmer, Differential-Transformator, kapazitive Aufnehmer, Endlagenschalter, schwingende Saite; Druck- und Durchfluss-Messung, Schwingungsmessung
Drehzahlmessung	Anwenden	Gleichspannungsgenerator, Induktions-Drehzahlaufnehmer, magnetischer und fotoelektrischer Aufnehmer
Temperatur-Messung	Anwenden	Widerstandsaufnehmer, Thermoelement, pn-Übergang, Quarz-Thermometer
Optische Sensoren	Anwenden	Optische Messgrößen, äußerer Fotoeffekt, Sperrschicht-Fotoeffekt, Fotodiode, Fototransistor, Fotowiderstand

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Digitaltechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Digitaltechnik	Anwenden	Informationskodierung, Zahlensysteme und Zahlenkonvertierung (Dezimal, Binär, Hexadezimal), Bool'sche Algebra, Schaltalgebra (wichtige Sätze, z.B. De-Morgan), Karnaugh-Veitch Diagram, Schaltnetze (Dekodierer und Kodierer, Multi- und Demultiplexorer, Vergleicher), Realisierung elementarer arithmetischer Operatoren (Volladdierer, Ripple-Carry Addierer), Speicherelemente (Latches und Flipflops), Schaltwerke, (Schiebe-)Register, Automaten (Mealy, Moore), grundlegende Entwurfsverfahren, asynchrone und synchrone Zähler
Rechnerarchitektur und -organisation	Kennen	Rechenwerke (ALU), Speicherwerke (ROM, RAM), Rechnerarchitekturen (von Neumann und Harvard, RISC, CISC), Pipelining, Speicherorganisation, Caches, virtueller Speicher, Instruction-Level-Parallelism, Superskalare Architekturen, Out-of-Order Execution, Task-Level-Parallelism, Mehrkernsysteme
Programmierpraktikum	Anwenden	Grundlagen und Umgang mit Hilfsmitteln zur Programmerstellung (Editor, Bibliotheken, Compiler, Linker, Lader, IDE, Debugger), Praktische Umsetzung von Programmieraufgaben auf einem Mikroprozessor, z.B.: sequenzielle Abläufe, Schleifen, Ein-/Ausgabe über Schnittstellen (z.B. SPI, UART), Timer- und extern gesteuerte Interrupts, Datenzugriff über DMA-Controller
Eingebettete Systeme	Kennen	Aufbau von Mikrocontrollern und -komponenten (Timer, Watchdog, Capture- und Compare-Einheit, DMA), Interruptsteuerung, Bussysteme, Peripheriebusse (synchron/asynchrone, serielle/parallele Kommunikation), Echtzeitbetriebssysteme, Einhalten von Zeitbedingungen, Scheduling-Verfahren

Signale und Systeme

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Signale und Transformation	Umsetzen	Signaloperationen und –Eigenschaften, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale, Energie und Leistung
Fourier- und Laplace-Transformation (Aspekte dieses Themenkomplexes sind auch in Mathematik vorhanden)	Anwenden	Fourier-Reihe, Fourier Transformation, Laplace-Transformation, Eigenschaften, Rücktransformation, Diskrete Fourier- Transformation, Fast-Fourier-Transformation, Faltung bzw. Convolution, Beziehungen zwischen Fourier und Laplace Lösung von Differentialgleichungen, Anfangs- und Endwertsätze
Systeme	Verstehen	Definition und Einteilung, LTI/LSI-Systeme, kontinuierliche, diskrete, analoge, digitale Systeme,

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
	Kennen	kausale und nichtkausale Systeme, gedächtnisbehaftete und -lose Systeme, elementare Signalverarbeitung
Zeitkontinuierliche LTI Systeme	Anwenden	Linearisierung, Beschreibung im Zeitbereich und Bildbereich von Fourier- und Laplace-Transformation, Stabilität, Frequenzverhalten, Bode-Diagramm, Pol-Nullstellen-Plan, zeitkontinuierliche Filter, Phasen- und Gruppenlaufzeit, Grundlagen Eingrößenregler: Übertragungsfunktion, Stabilität, P, I, PI- und PID-Regler als Beispiele
zeitdiskrete Signale und Systeme	Umsetzen	Delta-Impulskamm, Abtasttheorem, abgetastete vs. zeitdiskrete Signale, zeitdiskrete Fourier-Transformation und zugehörige Sätze, z-Transformation, Lösung von Differenzgleichungen, Entwurfsgrundlagen für digitale Filter

Photonik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Grundlagen der Opto Halbleiter	Kennen	Direkte und indirekte Halbleiter, Verbindungshalbleiter, Halbleiterheterostrukturen und Mischkristalle, Gitteranpassung, Quantenstrukturen, Herstellertechnologie
Wechselwirkung Licht-Halbleiter	Verstehen	Lichterzeugung und -absorption in Halbleitern: Wechselwirkung von Strahlung und Ladungsträgern, spontane und stimulierte Emission, optische Verstärkung, Strom- und Wellenführung, strahlende und nichtstrahlende Rekombination
Optoelektronische Halbleiterbauelemente	Verstehen	Leuchtdiode (LED), Laserdiode, Fotodiode und Solarzelle, optische Verstärker und Modulatoren, mathematische Beschreibung der stationären und dynamischen Eigenschaften.
Anwendungen	Umsetzen	Laser und Fotodioden für die optische Nachrichtentechnik, Faserkopplung, Grundlagen optischer Übertragungssysteme, Messtechnik (optische Übertragungsfunktion, OTDR, Spektralanalyse, optisches Radar), und Sensorik (Laserabsorptionsspektroskopie). Auslegung von Photovoltaikanlagen.

Halbleiterelektronik und Schaltungstechnik, Schaltungen / Bauelemente

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Grundlagen der Halbleiterphysik	Verstehen	Bändermodell, Löcherkonzept, direkte und indirekte Halbleiter, Eigen- und Störstellenleitung, Drift, Diffusion, Ladungsträgertransport, Beweglichkeit, thermodynamisches Gleichgewicht, Generation und Rekombination, Ausgleichsvorgänge, Bilanzgleichungen, Ladungsträgerlebensdauer, Diffusionslänge

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Halbleitertechnologie	Verstehen	Grundlagen der Waferherstellung, Dotierung, Isolation und Kontaktierung
Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen	Anwenden	Halbleiterdioden: pn- und Schottky-Diode, Zenerdiode, Kapazitätsdiode, Kennlinien, Durchbrücheffekte, Schalt- und Gleichrichterverhalten, Temperaturabhängigkeiten Bipolartransistoren: Aufbau und Wirkungsweise, Klein- und Großsignalverhalten, Kennlinienfelder, Temperaturabhängigkeiten Feldeffekttransistoren (FETs): Aufbau und Wirkungsweise, JFET, MOSFET, Klein- und Großsignalverhalten, Vergleich zum Bipolartransistor, Temperaturabhängigkeiten, Integrierte Schaltungen: Integrationstechnologien, MOS- und Bipolartechnologie, analoge Schaltungen, Operationsverstärker (OPV), Oszillatoren, digitale Schaltungen, Gatter, CMOS-Schaltungstechnik
	Verstehen	Optoelektronische Bauelemente: Wechselwirkung Licht-Materie, Leuchtdiode, Photodiode, Laserdiode
Grundbegriffe elektrischer Netze	Anwenden	Topologie, Graphen, Kirchhoffsche Regeln, Überlagerungssatz, Reziprozität, Quellen, Ersatzschaltbilder
Passive Zweipole	Anwenden	Widerstände, Kondensatoren, Spulen, magnetische Bauelemente
Eintore	Verstehen	Modellierung und mathematische Beschreibung, Eigenschaften, lineare Eintore, Widerstandsgerade, nichtlineare Eintore, Dioden, Diodenschaltungen und Arbeitspunkteinstellung, lineare Quellen, Grundsaltungen, Reihen- und Parallelschaltung
Zweitore	Verstehen	Mathematische Beschreibung durch Impedanz-, Admittanz, Hybrid- und Kettenmatrizen, T- und Pi-Ersatzschaltung, Eigenschaften, gesteuerte Quellen, Reihen-, Parallel- und Kettenschaltung, Betriebsverhalten
Zweitorschaltungen	Verstehen	Transistoren: Modellierung von Bipolartransistor und Feldeffekttransistor, Ersatzschaltbilder, Vierpolparameter, Grundsaltungen, Arbeitspunkteinstellung, Kleinsignalansteuerung
Operationsverstärker	Anwenden	lineare und nichtlineare Modellierung, Übertragungskennlinie, Idealisierungen und reale OPVs, Gegenkopplung und Mitkopplung, Grundsaltungen, lineare invertierende und nichtinvertierende Verstärker, Frequenzverhalten, Stabilität, Rechnergestützte Analyse (z.B. mittels PSPICE), Komparator
Digitale Schaltungen	Anwenden	Inverter, Schmitt-Trigger, Gatter, Speicherschaltungen, Multivibratoren, Zeitverhalten

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik
Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021
12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Energietechnik, Leistungselektronik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Aufgaben und Bedeutung der Elektrischen Energieversorgung	Kennen	Geschichtlicher Überblick, Primärenergieträger, Regenerative Energien, Eigenschaften elektrischer Energie
Aufbau der Elektrischen Energieversorgung	Verstehen	Aufbau der elektrischen Energieversorgung, Aufgaben einer zukünftigen Energieversorgung
Energieumwandlung in Kraftwerken	Verstehen	Energiequellen und Energievorräte, Kraftwerksarten
Elektrizitätswirtschaft	Anwenden (für Wirtschaftsingenieure)	Investitions- und Kostenrechnung, Gestehungskosten elektrischer Energie, wirtschaftliche Energieversorgung
Das Drehstromsystem	Anwenden	Aufbau des Drehstromnetzes, Spannungen und Ströme im symmetrischen Drehstromnetz, Matrizenbeschreibung: symmetrische Komponenten, Transformationsgleichungen, Leistungen in Wechsel- und Drehstromsystemen, Elemente des symmetrischen Drehstromnetzes und deren Ersatzschaltungen
Grundlagen der elektromechanischen Energieumwandlung	Anwenden	Grundgesetze, Spannungsinduktion, Leistungsbilanz, Drehmoment, Grundformen elektrischer Maschinen
Elektrische Energieversorgungsnetze	Umsetzen	Grundformen der Netze, Aufbau der Übertragungs- und Verteilnetze, Grundlagen der elektrischen Betriebsmittel, Wahl der Netzspannung, Aufgaben des Netzbetriebs, Lastflussrechnung im Maschennetz, Potentialverfahren, Spannungs- und Lastflussberechnung, Verbundbetrieb, unsymmetrische Belastungen
Leistungselektronische Energieumformung	Umsetzen	passive Bauelemente, Grundlagen der Halbleiterelektronik, Leistungshalbleiter (Diode, Bipolartransistor, Thyristor/GTO/, MOSFET, IGBT): Aufbau, Funktionsweise, allgemeine Eigenschaften und Schaltverhalten, Bauteilbeanspruchung und Ausfallmechanismen (Grundlagen), typische Einsatzgebiete Leistungselektronische Grundsaltungen: (Gleichrichter, Hoch- und Tiefsetzsteller, Stromrichter, ein- und dreiphasiger Wechselrichter): Aufbau, Funktionsweise, Lösung der DGLen für Strom und Spannung, Bauteilbelastung, Herleitung Steuerkennlinien

Hochspannungstechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Hochspannungstechnik	Umsetzen	Elektrisches Feld, homogenes Dielektrikum, Schwaigerscher Ausnutzungsfaktor, Inhomogenes Dielektrikum, Elektrische Festigkeit, Durchschlagsmechanismen, Erzeugung hoher Wechselspannungen, Prüftransformatoren,

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
		Kaskadenschaltung, Resonanzschaltung, Erzeugung hoher Gleichspannungen, Greinacher-Kaskade, Erzeugung hoher Stoßspannungen, VDE-Schaltungen a und b, Marx-Generator, Messung hoher Wechsel-, Gleich- und Stoßspannungen, Verlustfaktor- und TE-Messung

Elektrische Maschinen

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Magnetkreise	Umsetzen	Berechnung von Fluss, magnetischer Spannung, Durchflutung und magnetischem Widerstand, verwendete Magnetkreismaterialien und deren Eigenschaften, Verlustmechanismen, Leistungsaufteilung, Kraft und Drehmoment
Gleichstrommaschine	Verstehen	Prinzipieller Aufbau, Magnetkreis der GM, Kommutatorwicklung, Wendepol- und Kompensationswicklung, Ankerrückwirkung, Spannungsinduktion, Kraft- und Momentenbildung, Ersatzschaltbild, Gleichstrom-Nebenschluss- und Gleichstrom-Reihenschluss-maschine, Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie, Drehzahlstellmethoden
Transformator	Verstehen	Prinzipieller Aufbau, Modellbildung und Betriebsverhalten (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Lastkennlinien), Sättigung, Verluste, Oberwellen, Einschaltverhalten, Leistung und Baugröße
Drehfeldmaschinen	Verstehen	Entstehung und Berechnung des Drehfeldes, Raumzeigerdarstellung
Asynchronmaschine	Verstehen	Prinzipieller Aufbau, Magnetkreis der ASM, Kurzschlussläufer, Schleifringläufer ASM, Spannungsinduktion, Kraft- und Momentenbildung, Maschinenmodell, (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Stromortskurve), Energiebilanz, Drehzahl-Drehmoment- Kennlinie, Stromverdrängungsläufer, Verhalten am starren Netz, Drehzahlstellmethoden, Stromortskurven
Synchronmaschine	Verstehen	Prinzipieller Aufbau der Vollpol- und Schenkelpolmaschine, Magnetkreis der SM, Spannungsinduktion, Kraft- und Momentenbildung, Maschinenmodell (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Stromortskurve), Betriebsarten, Drehzahl-Drehmoment- Kennlinie, Lastkennlinie, Verhalten am starren Netz, Drehzahlstellung
Betriebsbedingungen und Auswahl	Umsetzen	Verluste, Erwärmung, Kühlung, Betriebsarten, einfache Regelkreise mit elektrischen Maschinen, und Leistungsauswahl elektrischer Maschinen

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Hochfrequenztechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Strom- und Spannungswellen auf Leitungen, Leistungswellen	umsetzen	Ersatzschaltbild längshomogener TEM-Wellenleiter, Telegraphengleichungen, Wellen als Lösungen, Leistungsbilanz, Entwurf verschiedener Streifenleitungen mit CAD-Tools, Charakteristische Impedanz, Trade Off 50 Ohm bei Koaxialleitungen
Zusammenhang zu Feldwellen, Skineffekt	Weglassen (?), kennen	Skin Effekt Halbraum
Reflexion von Wellen durch Impedanzen, Smith-Chart	umsetzen	Belastete Leitungen, komplexer Reflexionsfaktor, Transformationen: Impedanzebene/Admittanzeben und Reflexionsfaktorebene, Smith-Diagramm, Mehrfachreflexionen kaskadierter Wellenleitungen insbes. in der Time Domain
Reale Bauelemente	umsetzen	Einfache Ersatzschaltbilder, Frequenzüberhöhung, Güte von realen Bauelementen: Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Ferritperlen
Beschreibung linearer, zeitinvarianter Wellen- N-Tore durch Streuparameter	verstehen	Schnittstellendefinition von Ein-Toren, Zweitoren, Charakterisierung von verlustlosen, reziproken und symmetrischen 2-Toren durch Streuparameter
Signalflussgraphen	verstehen	Systematische Erstellung von Signalflussgrafen für lineare zeitinvariante Systeme, Mason-Regel, Umwandlung von Signalflussgraphen
Übertragungsfunktionen, Leistungsgewinne, lineare Verzerrungen	kennen	Definition von Übertragungsfunktionen und Übertragungsmatrizen; (siehe auch 145) Betriebsleistungsverstärkung Verfügbarer Gewinn, lineare und nichtlineare Verzerrungen: Kompressionspunkte(nichtlinear), Intercept Point (nichtlinear), Klirrfaktoren (nichtlinear), Gruppenlaufzeit (lineare Verzerrung)
Filter, Koppler, Verstärker	kennen	Verfügbarer Gewinn linearer Verstärker, Kreise konstanter Verstärkung, Stabilitätskreise
Elektronisches Rauschen	verstehen	Ursachen, Spektren; Rauschquellen, Korrelation von Rauschquellen, Rauschtemperatur; Rauschen in linearen Zweitoren; Rauschzahl, Friissche Kettenrauschzahl
Grundlagen Antennen	verstehen	Nahfeld / Fernfeld, Antennenimpedanz., Reziprozitätstheorem, Diskussion von Antenneneigenschaften anhand verschiedener Antennentypen und Anwendungen
Einführung in Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit	Umsetzen	Grundlegenden Problemidentifikation: Statisch, stationär, quasistationär, dynamisch. EMV vs. EMVU; Gegenmaßnahmen; Schirmung, Masseanbindung, ;

Nachrichtentechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Grundbegriffe der	Umsetzen	Quellen, Kanäle (AWGN, idealisierte und reale Kanalmodelle),

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Nachrichten- und Informationstechnik		Signale (inkl. komplexe Basisbandsignale), Systeme, Ziele und Bewertungskriterien
Grundbegriffe der Informationstheorie	Anwenden	Ziele der Informationstheorie, Informationsmaß (Entropie, mittlere wechselseitige Information), Wirkungsweise und Verfahren der Quellencodierung, Quellencodierungs-Theorem, sichere Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle, Wirkungsweise und Verfahren der Kanalcodierung, Kanalcodierungs-Theorem, Grundbegriffe der Kryptographie (nicht unbedingt geeignet für Bachelor-Studium)
Darstellung von analogen Quellensignalen	Verstehen	Abtastung und Rekonstruktion, Pulsmodulation (PCM, Kompondierung, DPCM), Redundanz- und Irrelevanzreduktion (ggf. anhand der Beispiele MP3 bzw. JPEG)
Übertragungsverfahren	Kennen	Analoge Modulationsverfahren (Amplituden-, Frequenz-, Phasenmodulation; Sender, Empfänger, Auswirkung von Störungen), Digitale Übertragungsverfahren (Basisband- und trägermodulierte Verfahren; Sender, optimaler Empfänger, Symbol-/Bitfehlerrate), Bewertung von Modulations-/Übertragungsverfahren, Austausch zwischen Leistungs- und Bandbreiteneffizienz, Takt- und Trägersynchronisation
Kommunikationsnetze und Protokolle	Kennen	ISO-OSI Schichtenmodell, Internet und die Protokollfamilie TCP/IP, ARQ Verfahren, Vielfachfachzugriffstechniken (ALOHA-Protokolle, Kollisionsauflösung), Multiplexverfahren: TDM, FDM, CDMA; Optionale Themen aus Kommunikationsnetze: Paketübertragung (ATM, Ethernet), Routing, Warteraumtheorie

Regelungstechnik / Automatisierungstechnik / Steuerungstechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Modellbildung	Umsetzen	Mathematische Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Systemen (Übertragungsglied, Strukturbild, Übertragungsfunktion, Linearisierung), Beschreibung von Systemen mit Differentialgleichungen und Differentialgleichungssystemen, lineare zeitinvariante Systeme, Modellierung im Zustandsraum, Zustandsgrößen und Trajektorien, Überführung in zeitdiskrete Systeme
Eigenschaften rückgekoppelter Systeme	Anwenden	Einfluss von Parameteränderungen in der Regelstrecke, stationäres und transientes Verhalten, Stabilität von linearen Regelsystemen, Stabilitätsuntersuchungen im Frequenzbereich, Auswirkungen von Störgrößen
Entwurf von Regelkreisen	Verstehen	Kenngößen zur Beschreibung des Regelverhaltens, Gütekriterien und optimales Verhalten, PI-, PD- und PID-Regler, Realisierung von Reglern als elektrische / elektronische und digitale Ausführungen, Realisierung von Stalleinrichtungen

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Zeitinvariante diskrete Systeme	Kennen	Frequenzgang, Übertragungsfunktion, digitale Berechnung von Spektren zeitkontinuierlicher Funktionen, diskrete Fourier-Transformation, Differenzgleichungen, z-Transformation, Bandbegrenzte Signale und Systeme: Interpolation, Approximation, zeitdiskrete (digitale) Simulation zeitkontinuierlicher Systeme, Struktur von Abtastregelungen, Abtastung, (Quantisierung, D/A- und A/D-Umsetzung => Messtechnik), zeitdiskretes Modell der Abtastregelung eines zeitkontinuierlichen Systems, quasikontinuierliche Abtastregelungen, Parameteroptimierte Regelalgorithmen, Stabilität zeitdiskreter Systeme
Systembeschreibung und –analyse im Zustandsraum	Umsetzen	Lösen der Zustandsgleichungen mittels Laplace- und z-Transformation, Umformen in Frequenzgänge, Stabilitätsbetrachtung, Pole und Nullstellen, Frequenzgang im s- z- und $j\omega$ -Bereich, Analyse von Systemen hinsichtlich statischem und dynamischem Verhalten, Zusammenhang Zeitbereich und Bildbereich (s, z, $j\omega$)

Mikro- und Feingerätetechnik

Themenkomplexe	Kompetenzstufe	Themen
Technische Darstellung	Verstehen	Technisches Darstellen mechanischer und elektrischer Komponenten, Vorzugszahlen, Toleranzen und Passungen, Temperatureinfluss, Toleranzketten, Rauheiten
Leiterplatten	Verstehen	Entwurf, Herstellung, Bestückung, Kontaktierung, Prüfung
Grundlagen der Beanspruchung und Beanspruchbarkeit	Kennen	Grundlagen der technischen Mechanik, thermische, elektrische und chemische Beanspruchung

Quellen, Vorlagen

- [1] Positionspapier für die Bachelor- und Master-Ausbildung der maschinenbaulichen und artverwandten Studiengänge an Hoch- und Fachhochschulen in Deutschland
 Fachbereichstag Maschinenbau e.V.
 Arbeitsgruppe Qualität
www.fbt-maschinenbau.de
 2., überarbeitete Auflage, 2018
- [2] Michael Berger, Fachbereichstag Elektrotechnik und Informationstechnik, „Was gehört zu den Grundlagenthemen in einem Erststudium Elektrotechnik und Informationstechnik“, Ergebnisse der Befragung 2019 (nur für Mitglieder)

Positionspapier Elektrotechnik und Informationstechnik

Arbeitsgruppe FBTEI 2020/2021

12.11.2021, Benedikt Faupel, Robert Hönl, Oliver Jack, Reinhart Job

- zugänglich)
- [3] Fachqualifikationsrahmen für Studiengängen und Promotionen in Elektrotechnik und Informationstechnik – Empfehlungen für Universitäten, beschlossen von der Plenarversammlung des FTEI e.V. am 10.7.2020

Weitere Quelle von Interesse zur Ergänzung

- [1] Positionspapier zur Bachelor- und Master-Ausbildung an Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland für das Fachgebiet Mechatronik, erstellt vom Fachbereichstags Mechatronik,
http://fbt-mechatronik.de/docu/position_paper/index.html
Fassung vom 24.5.2018