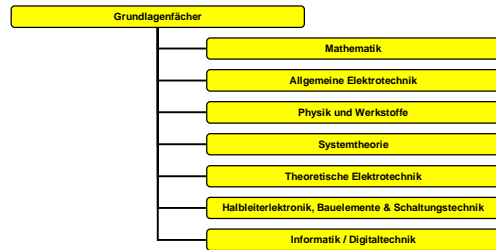


Fächerkatalog Grundstudium Elektrotechnik und Informationstechnik

Stand: 09. April 2010

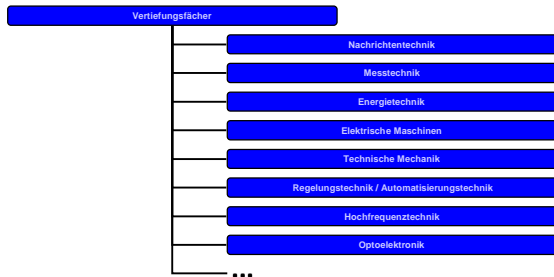
Fächerkatalog Grundstudium Elektrotechnik und Informationstechnik

Vorwort



Fächerkatalog Grundstudium Elektrotechnik und Informationstechnik

Anhang



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

Es ist Aufgabe der ingenieurwissenschaftlichen Fakultätentage, einen weitgehend vergleichbaren Ausbildungsstandard in den wissenschaftlichen Grundlagen der jeweiligen Ingenieurausbildung sicherzustellen. Die „Thesen und Empfehlungen zur universitären Ingenieurausbildung“ der DFG („Eigenberger Studie“) betonen zur Rolle der Fakultätentage (§ 1.2): „Es wäre ein Schritt in die falsche Richtung, wenn die auf diese Weise erreichte, vergleichbar hohe Ausbildungsqualität in Deutschland zu Gunsten einer (nur schwer zu definierenden) Profilierung einzelner Hochschulen geopfert würde.“ Vor diesem Hintergrund soll der vorliegende Fächerkatalog die bewährte Vergleichbarkeit der universitären Ausbildung in Elektrotechnik und Informationstechnik sicherstellen.

Der Fächerkatalog ist in die folgenden Kategorien gegliedert:

- Mathematik
- Allgemeine Grundlagen:
 - Allgemeine Elektrotechnik
 - Physik und Werkstoffe
 - Systemtheorie (Signale und Systeme)
 - Theoretische Elektrotechnik
 - Halbleiterelektronik, Bauelemente und Schaltungstechnik
 - Informatik und Grundlagen der Digitaltechnik
- Anhang: Vertiefungsfächer
 - Nachrichtentechnik
 - Messtechnik
 - Energietechnik
 - Elektrische Maschinen
 - Technische Mechanik
 - Automatisierungstechnik
 - Hochfrequenztechnik
 - Optoelektronik



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

Die Fächerbezeichnungen stehen dabei für Stoffkomplexe, die zum Teil überlappen, so dass eine gewisse Redundanz in den Fächerbeschreibungen unvermeidlich ist. Selbst wenn die Redundanz berücksichtigt wird, sind sie insgesamt zu umfangreich für ein Grundstudium im Rahmen der Bachelorstudiengänge. In vielen Fächern wurde daher gekennzeichnet, welche Themen als unerlässlich angesehen werden. Die entsprechend gekennzeichneten Kerninhalte zu den Allgemeinen Grundlagen und zur Mathematik sollten deshalb im Grundstudium weitestgehend abgedeckt werden (ca. 90%).

Die Vertiefungsfächer im Anhang werden an den einzelnen Universitäten wie auch in unterschiedlichen Vertiefungsrichtungen des Studiums der Elektrotechnik und Informationstechnik in unterschiedlich starker Ausprägung vertreten sein. Der Fakultätentag will hier keine Vorgaben machen, vielmehr sollen diese Modulbeschreibungen als Anregungen verstanden werden. Die Liste erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die wichtigsten Inhalte der Vertiefungsfächer können gegebenenfalls auch schon in den Grundlagenfächern gelehrt werden (Beispiel: Mechanik in der Physik, Grundprinzipien elektrischer Maschinen in der Allgemeinen Elektrotechnik).



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

Praktika, Projektarbeiten und Seminarveranstaltungen

Zum Fach „Allgemeine Elektrotechnik“ soll ein begleitendes Pflicht-Praktikum durchgeführt werden, für die Fächer Informatik und Physik wird dies empfohlen. Die Vertiefungsfächer sollen, soweit möglich, durch Wahlpraktika ergänzt werden. Zudem soll mindestens ein Projekt und ein Seminar durchgeführt werden.

Die Praktika haben zum Ziel, die Anwendung fachspezifischer Methoden bei der Vorbereitung und Durchführung von eigenen Experimenten und Messungen zu trainieren sowie die schriftliche Ausarbeitung zu üben.

In einem Projekt sollen komplexe Aufgabenstellungen und wissenschaftliche Erkenntnisse arbeitsteilig in Teams in befristeter Zeit erarbeitet werden. Die Ergebnisse sollen schriftlich dargelegt und zusätzlich, wie auch in Seminarveranstaltungen, in Vorträgen präsentiert werden. Die Planung und Arbeitsaufteilung soll dabei von den Teams maßgeblich selbst entwickelt werden, da auch dies einen für die Ingenieurausbildung besonders geeigneten Beitrag zum Erwerb von „Soft Skills“ darstellt.



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

Die zu erwerbenden Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen sind gemäß des Modells der 4ING- Fakultätentage unterteilt in

- I. **Fachwissen und –kenntnisse:** Innerhalb eines Arbeits- oder Lernbereichs aus dem Gedächtnis abrufbare Informationen über Fakten, den Kontext, in dem die Fakten stehen, und Regeln, welche die Fakten im Kontext verknüpfen.
- II. **Fertigkeiten:** Die Fähigkeit, Kenntnisse auf Standardsituationen anzuwenden und einzusetzen, um Standardaufgaben auszuführen und Standardprobleme zu lösen.
- III. **Fachkompetenz:** Die nachgewiesene Fähigkeit, selbständig Regeln und Zusammenhänge hinter Fakten in Kontexten zu erkennen, diese zu bewerten und systematisch zur Erarbeitung von Vorgehensweisen einzusetzen, und ggf. zur Weiterentwicklung auf veränderte Arbeits- und Lernsituationen im **fachlich-beruflichen** Umfeld anzuwenden.
- IV. **Personale Kompetenz (Sozialkompetenz, Selbstkompetenz):** Die nachgewiesene Fähigkeit, selbständig Regeln und Zusammenhänge hinter Fakten in Kontexten zu erkennen, diese zu bewerten und systematisch zur Erarbeitung von Vorgehensweisen einzusetzen, und ggf. zur Weiterentwicklung auf veränderte Arbeits- und Lernsituationen im **sozialen** bzw. **persönlichen** Umfeld anzuwenden. Diese werden überwiegend in Praktika, Projekten und Seminaren vermittelt.



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

In den Fächerkategorien sollen die Kompetenzen wie folgt gewichtet werden:

Kompetenzen	Mathematik	Allgem. Grundlagen	Vertiefungsfächer
I	30%	30%	25%
II	30%	30%	35%
III	35%	35%	35%
IV	5%	5%	5%



Fächerkatalog Grundstudium – Vorwort

Das Niveau der universitären Ausbildung kann durch eine reine Themenzusammenstellung nur in wenigen Fällen gekennzeichnet werden. Es wird im Wesentlichen durch folgende Punkte charakterisiert:

- Die Studierenden sollen sowohl lernen, mit welchen Methoden man Ingenieursaufgabenstellungen löst wie auch, warum diese Methoden eingesetzt werden dürfen.
- Die Studierenden sollen damit auch ein Bewusstsein über die Grenzen dieser Methoden entwickeln, und daraus die Fähigkeit zur Abstraktion und Übertragung auf neue Aufgabenstellungen und andere Gebiete der Ingenieurwissenschaften erlernen.
- Nur die an Universitäten vorhandene Forschungsinfrastruktur sichert in Kombination mit den an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten üblichen gemeinsamen Forschungsprojekten mit Industriepartnern eine praxisorientierte Ausbildung basierend auf einer breiten und soliden Grundgebildung („Nichts ist praktischer als eine gute Theorie“).
- Die Studierenden sollen damit die Fähigkeit erlangen, selbstständig zu lernen und sich weiteres Wissen anzueignen.

Sie sollen erlernen, in Teams und größeren Projekten zu arbeiten, technische Zusammenhänge zu erläutern, und die möglichen Auswirkungen technischer Entwicklungen zu verstehen und zu berücksichtigen.

Hinweis: Zur Kennzeichnung des universitären Niveaus sind bei einigen der Fächer Lehrbücher angegeben. Dies soll ausdrücklich nicht als besondere Empfehlung verstanden werden, sondern nur als Beispiel für den typischen universitären Anspruch.

Für die Ständige Kommission des FTET
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tj Aach, 9. April 2010



Mathematik – Kerninhalte – Überblick

Zahlen und algebraische Strukturen

Abbildungen und Funktionen auf Zahlenmengen

Vektorräume

Strukturen auf Vektorräumen

Folgen und Reihen

Grundlagen der Differenzialrechnung, Vektoranalysis

Grundlagen der Integralrechnung

Theorie komplexer Funktionen

Approximation von Funktionen

Funktionaltransformationen

Stochastik

Differenzialgleichungen

Numerische Mathematik (Ausgleichsrechnung, iterative Lösungsverfahren)



Mathematik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (1)

	Notwendig
Zahlen und algebraische Strukturen	Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen, reelle Zahlen, komplexe Zahlen
Abbildungen und Funktionen auf Zahlenmengen	Definition der Funktion bzw. Abbildung, Urbildraum, Bildraum, Abbildungsvorschrift, Einbettung, Wichtige Funktionsbeispiele (Polynome, trigonometrische Funktionen und ihre Umkehrfunktionen, Exponentialfunktion und Logarithmus, Hyperbelfunktionen und ihre Umkehrung, Kegelschnittfunktionen), grundlegende Funktionseigenschaften (Stetigkeit, Nullstellen, Pole)
Vektorräume	Spezielle Vektorräume und kartesische Produkte, Definition des Vektorraums mit Schwerpunkt auf Vektorräumen über den reellen und komplexen Zahlen, Vektorräume auf Funktionenmengen, Anwendung auf den \mathbb{R}^3 , Lineare Abhängigkeit, Basis, Generatorsysteme, Lineare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten, Spur, Eigenwerte und Eigenvektoren, Normalformen, Bilineare Abbildungen
Strukturen auf Vektorräumen	Metrische und normierte Räume, Unitäre Räume, Skalarprodukt, Orthonormierung, affiner Raum, Ortsvektoren vs. Vektoren, Koordinatensysteme
Folgen und Reihen	Zahlenfolgen, Funktionenfolgen, Häufungsstellen, Konvergenz, Stetigkeit, Zahlenreihen, Konvergenzkriterien, Reihen von Funktionen
Grundlagen der Differenzialrechnung, Vektoranalysis	Differenzialrechnung einer reellen Variablen (Differenzierbarkeit, Mittelwertsatz, Differenzialregeln, Grenzwertprobleme, Extrema), Differenzialrechnung mehrerer reeller Variablen (partielle Ableitungen, Richtungsableitung, vollständiges Differenzial, Extrema ohne und mit Nebenbedingungen)



Mathematik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (2)

	Notwendig
Grundlagen der Integralrechnung	Flächeninhalte und Maße, Riemann- und Lebesgue-Integral, Integrale über reelle Funktionen (Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung, Produktregel, Substitution, Integrale über rationale Funktionen), Integrale über Funktionen aus dem \mathbb{R}^n (Flächen-, Volumen und n -dimensionale Volumenintegrale, Weg- und Oberflächenintegrale)
Theorie komplexer Funktionen	Holomorphe Funktionen, Singularitäten, Residuensatz, konforme Abbildung, spezielle Funktionen
Orthogonale Funktionensysteme	Inneres Produkt von Funktionen, Wichtige Beispiele orthogonaler Funktionensysteme (trigonometrische Funktionen und komplexe Exponentialfunktionen, Polynomsysteme, Besselfunktionen)
Approximation von Funktionen	Analoge Approximation (Taylorreihenentwicklungen, Polynomentwicklungen, Fourierreihen), hybride Approximation (Treppenfunktionen, Trapezfunktionen), diskrete Approximation (diskrete Fourierreihe, z-Transformation)
Funktionaltransformationen	Fouriertransformation, Laplacetransformation, Operatoren, Operatoren als Abbildungen, lineare Operatoren, Differenzial- und Integraloperatoren, Dirac's Delta
Stochastik	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie (statistische und axiomatische Wahrscheinlichkeitstheorie, Stichprobentheorie), Stochastische Prozesse
Differenzialgleichungen	Klassifizierung von Differenzialgleichungen (DGL), Gewöhnliche lineare DGL (Lineare DGL 1. Ordnung, Systeme von linearen DGLen 1. Ordnung, Reduzierung von linearen DGLen höherer Ordnung auf Systeme 1. Ordnung), partielle lineare DGLen (DGLen 1. Ordnung, Klassifizierung von DGLen 2. Ordnung, Randwertprobleme, Wichtige DGLen aus Physik und Technik), Numerische Mathematik (Ausgleichsrechnung, iterative Lösungsverfahren)



Mathematik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen die wichtigsten mathematischen Grundbegriffe und Methoden zur Beschreibung elektro- und informationstechnischer Vorgänge kennen lernen und selbstständig anwenden können. Insbesondere sollen die Grundlagen und mathematischen Arbeitsmethoden für die wichtigen theoretischen Schwerpunktsfächer „Systemtheorie und Theoretische Elektrotechnik“ erlernt werden.

Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Voraussetzungen und Nebenbedingungen zu erkennen, unter denen mathematische Vorgehensweisen angewendet werden dürfen. Darüber hinaus sollen sie weitere mathematischen Arbeitsweisen kennen und anwenden lernen, welche für eine Weiterbildung im Bereich der Ingenieurmathematik erforderlich sind.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Mathematik – Charakterisierung des Niveaus

Der universitäre Anspruch an die Mathematikausbildung ergibt sich zunächst aus dem Inhalt der Veranstaltungen. Er entspricht den Ansprüchen die z.B. auch für eine angewandte Physik gelten. Die Studierenden sollen nicht nur in der Lage sein, mathematische Verfahren schematisch anzuwenden, sondern sie sollen grundsätzlich auch die Herleitung der Methoden verstehen und dadurch Einsicht die Grenzen der Anwendung erhalten. Typisch für eine universitäre Mathematikausbildung ist z.B. die Behandlung von Vektorräumen mit beliebiger Dimension und von Funktionenräumen.

Mathematik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Grundsätzlich werden Mathematikkenntnisse vorausgesetzt, die dem jetzigen Abitur mit Grundkurs Mathematik (G9) entsprechen. Dazu gehören insbesondere die typische Schulalgebra, die elementaren Funktionen, Geometrie und Vektorrechnung. Rechnen mit komplexen Zahlen sowie die Grundlagen der Differenzial- und der Integralrechnung einer Veränderlichen.

Die Mathematikurse müssen mit dem ersten Semester beginnen. Es ist anzustreben, dass zu Beginn der Lehrveranstaltung Systemtheorie die wichtigsten mathematischen Grundlagen vorhanden sind (lineare Algebra, Differenzialgleichungen, Funktionaltransformationen).



Allgemeine Elektrotechnik – Kerninhalte - Überblick

Grundbegriffe und Grundgesetze der Elektrizitätslehre

Vorgänge in elektrischen Netzwerken bei Gleichstrom

Elektrothermische Energiewandlungsvorgänge in Gleichstromkreisen

Das stationäre elektrische Strömungsfeld

Das elektrostatische Feld, elektrische Erscheinungen in Nichtleitern

Der stationäre Magnetismus

Elektromagnetische Induktion

Energie und Kräfte im magnetischen Feld

Berechnung linearer Stromkreise bei sinusförmiger Erregung

Spezielle Bauelemente, Baugruppen und Schaltungen der Wechselstromtechnik

Berechnung elektrischer Stromkreise bei nichtsinusförmiger Erregung

Leitungstheorie



Allgemeine Elektrotechnik – Kerninhalte (1)

	Notwendig
Grundbegriffe und Grundgesetze der Elektrizitätslehre	Ladung, Spannung, Potential, Feldstärke, Maschensatz
Vorgänge in elektrischen Netzwerken bei Gleichstrom	Stromstärke und Stromdichte, Widerstand und Leitwert, Ohmsches Gesetz, Strom- und Spannungsquellen, Energie, Leistung Wirkungsgrad, elektrische Messschreib (Grundlagen), Grundstromkreis, Kirchhoffsche Sätze, Superpositionsprinzip, Zweipoltheorie, Knotenspannungsanalyse, Maschenstromanalyse.
Elektrothermische Energiewandlungsvorgänge in Gleichstromkreisen	Grundgesetze der Erwärmung und des Wärmeaustauschs, Erwärmungs- und Abkühlungsvorgang, Anwendungsbeispiele
Das stationäre elektrische Strömungsfeld	Grundgleichungen, Berechnung symmetrischer Felder, Leistungsumsatz, Grenzflächen
Das elektrostatische Feld, elektrische Erscheinungen in Nichtleitern	Influenz und Polarisation, Verschiebungsfeld, Verschiebungsfeldstärke, Kapazität und Kondensatoren, Berechnung symmetrischer Felder, Feldberechnung durch Superposition, Prinzip der Spiegelbildungen, Grenzflächen, Energien und Kräfte, Verschiebungsstrom und Verschiebungstromdichte, Aufl- und Entladung eines Kondensators
Der stationäre Magnetismus	Magnetfeldstärke und Magnetfluss, magnetische Spannung und Feldstärke, Durchflutungsgesetz, magnetischer Widerstand, magnetische Materialien, Berechnung einfacher Magnetfelder, Gesetz von Biot-Savart, Grenzflächen, Berechnung technischer Magnetkreise
Elektromagnetische Induktion	Faradaysches Induktionsgesetz, Ruhe- und Bewegungsinduktion, Selbstinduktion u. Induktivität, Gegeninduktion u. Gegeninduktivität, Wirbelströme
Energie und Kräfte im magnetischen Feld	Energie und Energiedichte, Ummagnetisierungsverluste, Lorentzkraft, Ampèresches Kraftgesetz, Kräfte und Momente auf Induktivitäten, Kräfte auf Trennflächen, Gleichstrommaschinen



Allgemeine Elektrotechnik – Kerninhalte (2)

	Notwendig
Berechnung linearer Stromkreise bei sinusförmiger Erregung	Beschreibungsgrößen, Netzwerke bei sinusförmiger Erregung im Zeitbereich, die Berechnung von Wechselstromkreisen über die komplexe Ebene, Leistung, topologisches Zeigerdiagramm, Ortskurven, Frequenzkennlinien, Graphentheorie, Maschen- und Schnittmengengleichungen, Maschenimpedanz-, Schnittmengenadmittanz- und Knotenadmittanzverfahren, Vierpoltheorie
Spezielle Bauelemente, Baugruppen und Schaltungen der Wechselstromtechnik	Reale, passive Bauelemente, Resonanz und Schwingkreise, Wechselstrommessbrücken, aktive Bauelemente und elektronische Grundsaltungen (Diode, Transistor, Operationsverstärkerschaltungen, Gyrtor) Transformator, Dreiphasensystem, Drehfeld und Drehfeldmaschinen
Berechnung elektrischer Stromkreise bei nichtsinusförmiger Erregung	Darstellung nichtsinusförmiger Größen durch Fourierreihen sowie Fourier- und Laplacetransformation, Berechnung des Systemverhaltens, Impulsantwort, Sprungantwort und Übertragungsfunktion, Duhamelsche Integral, Ausgleichsvorgänge in linearen zeitinvarianten Systemen
Leitungstheorie	Ausgleichsvorgänge auf Leitungen, stationäre Vorgänge bei sinusförmiger Erregung



Allgemeine Elektrotechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen die physikalischen Zusammenhänge und Erscheinungen des Elektromagnetismus verstehen, den zur Beschreibung erforderlichen mathematischen Apparat beherrschen und auf einfache Problemstellungen anwenden können.

Sie sollen in der Lage sein, lineare zeitvariante elektrische und elektronische Schaltungen und Systeme bei Erregung durch Gleichgrößen, sowie bei einfachsten transienten Vorgängen zu analysieren. Weiterhin soll die Fähigkeit zur Analyse einfacher nichtlinearer Schaltungen bei Gleichstromerregung vermittelt werden. Die Studierenden sollen die Beschreibung der wesentlichsten Umwandlungen von elektrischer Energie in andere Energieformen und umgekehrt kennen, auf Probleme der Ingenieurpraxis anwenden können und mit den entsprechenden technischen Realisierungen in den Grundlagen vertraut sein.

Die Studierenden sollen in der Lage sein, lineare zeitvariante elektrische und elektronische Schaltungen und Systeme bei Erregung durch einwellige Wechselspannungen im stationären Fall zu analysieren und die Eigenschaften von entsprechenden Baugruppen, Systemen und Verfahren kennen. Sie sollen weiterhin befähigt werden, lineare zeitvariante elektrische und elektronische Schaltungen und Systeme bei Erregung durch mehrwellige Wechselspannungen sowohl im stationären Fall als auch bei transienten Vorgängen zu analysieren und die Eigenschaften von entsprechenden Baugruppen, Systemen und Verfahren zu beherrschen. Weiterhin soll die Fähigkeit zur Analyse einfacher nichtlinearer Schaltungen vermittelt werden.

Sie sollen die Besonderheiten der Ausbreitung elektrischer Energie längs Leitungen sowohl im stationären Fall als auch bei transienten Vorgängen verstehen, den mathematischen Formalismus beherrschen und auf praxisrelevante Probleme anwenden können.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Allgemeine Elektrotechnik – Charakterisierung des Niveaus

Das universitäre Niveau ergibt sich unmittelbar aus den anzustrebenden Fähigkeiten zur Abstraktion und zur mathematischen Behandlung. Die Verinnerlichung dieser Vorgehensweise ist typisch für die Anforderungen an einen Ingenieur auf Universitätsniveau.

Allgemeine Elektrotechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Die Veranstaltung beginnt mit dem ersten Studiensemester. Je nach Gliederung in den verschiedenen universitären Studienverläufen können einige der Themen auch in die Vorlesung „Netzwerk- und Systemtheorie“ verlegt werden. Ebenso gibt es eine enge Verknüpfung mit der „Schaltungstechnik“.

Zu Beginn der Vorlesung können nur die Abiturkenntnisse in den Grundkursen Physik und Mathematik vorausgesetzt werden. Es ist in der Regel nicht möglich, die Mathematikausbildung so zu organisieren, dass alle benötigten mathematischen Begriffe und Methoden schon jeweils vorhanden sind. Gelegentliche heuristische mathematische Einführungen (z.B. Grundbegriffe der Volumenintegrale, Fourierreihen, Differenzialgleichungen) sind unvermeidlich.



Physik und Werkstoffe – Kerninhalte - Überblick

Mechanik des Massepunktes und des starren Körpers
 Mechanik deformierbarer Körper (soweit nicht Thema der „Technischen Mechanik“)
 Strömungen in Gasen und Flüssigkeiten
 Wärmelehre, (Thermodynamik)
 Schwingungen und Wellen
 Freie Elektronen und Ionen
 Optik
 Aufbau der Atome und Quantentheorie
 Grundlagen der „Chemischen Bindung“
 Phasendiagramme, Legierungen
 Dielektrische Eigenschaften von Materialien, Kondensatormaterialien
 Ferroelektrische Keramiken, Piezzo-Materialien
 Magnetische Materialien
 Elektrische Ströme in Festkörpern und Flüssigkeiten
 Grundlagen der Festkörperphysik
 Supraleitungen und supraleitende Werkstoffe
 Grundlagen der Elektrochemie



Physik und Werkstoffe – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (1)

	Notwendig	Empfehlenswert
Mechanik des Massenpunktes und des starren Körpers	Grundlagen der Kinematik Einführung in die Newton'sche Mechanik	Relativistische Mechanik
Mechanik deformierbarer Körper	Elastisches Verhalten kubischer und isotroper Werkstoffe	Spannungs- und Dehnungstensor, Anelastisches Verhalten, Viskoplastizität, Härte, Sprödigkeit, Prüfmethoden für Werkstoffeigenschaften
Strömungen in Gasen und Flüssigkeiten	Laminarströmung, Reibungsvorgänge	
Thermodynamik	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	Schwingungen mechanischer Systeme, gekoppelte Schwingungen, Anregung, Dämpfung, Resonanz, Longitudinal- und Transversal-Wellen, Schallwellen	Torsionswellen, Fourieranalyse periodischer Vorgänge
Freie Elektronen und Ionen		Gasentladungen, Stoßionisation, Plasma
Optik	Geometrische Optik, Brechungsgesetz, Totalreflexion, Linsen und Hohlspiegel, Optische Abbildung, Chromatische Dispersion, Beugung, Interferenz, Polarisation, Lichtwellenleiter	Fermat'sches Prinzip, Auflösungsvermögen optischer Instrumente

Physik und Werkstoffe – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (2)

	Notwendig	Empfehlenswert
Atom Aufbau und Quantentheorie	Bohr'sches Atommodell, Teilchen und Wellen (Photonen, Elektronen)	Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Teilchen im Potentialtopf, Tunneleffekt
Grundlagen der „Chemischen Bindung“	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	Einfache binäre Systeme, Eutektika	Intermetallische Verbindungen
Dielektrika, Kondensatormaterial	Polarisationsmechanismen, dielektrische Verluste, komplexe Dielektrizitätszahl, Dielektrizitätsmatrix, Kondensatorarten, Verluste, Ersatzschaltbilder, Elektrolytkondensator	Länglein-Funktion, neue Kondensatortchnologien, Supercaps
Ferroelektrische Keramiken, Piezo-Materialien	Grundprinzip der ferroelektrischen Ordnung, Weiss'sche Bezüge, Hysteresekurve, Curie-Temperatur, Anwendung der Keramiken für Kondensatoren, Piezo-elektrische Eigenschaften, Anwendungen als Energiewandler	Koppelquarz, Schwingquarz
Magnetische Materialien	Dia- und Paramagnetismus, Ferro- und Ferri-Magnetismus, Weiss'sche Bezüge, Hysteresekurve, Curie-Temperatur, Hart- und Weichmagnetische Materialien, Anwendungsbereiche, Magnetische Feldlinien an Grenzflächen und „Magnetischer Kreis“, Verluste in Magnetelementen (Hysteresis, Wirbelströme)	Magnetische Speichermedien, Magnestriktion
Elektrische Ströme in Festkörpern und Flüssigkeiten	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

Physik und Werkstoffe – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (3)

	Notwendig	Empfehlenswert
Grundlagen der Festkörperphysik	Bildung von Energiebändern, Energiebänder in Metallen, Halbleitern 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
Supraleitungen und supraleitende Werkstoffe		Typen von Supraleitern, Sprungtemperatur, Meissner-Ochsenfeld-Effekt, Grundlagen der Anwendungen in Elektrotechnik und Sensorik, Hochtemperatur-Supraleiter
Grundlagen der Elektrochemie	Elektrolytische Dissoziation von Säuren, Basen und Salzen, Ionische Leitfähigkeit	Polarisation von Elektroden im Elektrolyten, Batterien, Akkus, Brennstoffzellen, Elektrolytische Korrosion

Physik und Werkstoffe – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen Physik vor allem im Hinblick auf die Anwendung physikalischer Erscheinungen und Gesetze lernen. Dazu gehört auch die Unterscheidung zwischen physikalischen Grundgesetzen und phänomenologischen Gesetzen (z.B. Ohmsches Verhalten).

In einem Grundkurs der Physik für Elektrotechniker können einige wichtige Teilgebiete der Physik zunächst außer acht bleiben: Physik der Elementarteilchen, allg. Relativitätstheorie, formale Quantenmechanik, detaillierte statistische Mechanik, nichtlineare Dynamik.

Die vertiefte Behandlung der Mechanik wird in einem Grundkurs „Theoretische Mechanik“ oder „Technische Mechanik“ erfolgen. Die Einführung in elektrische und magnetische Vorgänge, Elektrodynamik und elektromagnetische Wellen kann ebenfalls vollständig entfallen.

Daher sollte die Einführung in die Physik für Elektrotechniker nicht mit Teilen der Einführung in die Physik für Physiker zusammengelegt werden.

Unverzichtbar für die Ausbildung von Ingenieuren erscheint die Thermodynamik, insbesondere im Hinblick auf den Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen. Bei der gewachsenen Bedeutung optoelektronischer Systeme ist auch eine Einführung in die Optik unverzichtbar.

In den Grundkursen „Physik“ und „Werkstoffe der Elektrotechnik“ sollen insbesondere die Grundlagen für das Verständnis der Bauelemente der Elektrotechnik und Elektronik gelegt werden. Außerdem sollte bereits in den Grundkursen die Anwendung des Lemmaterials für die Messtechnik, die Sensorik und die Aktorik behandelt werden.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %

Physik und Werkstoffe – Charakterisierung des Niveaus

Der Grundkurs „Physik für Elektrotechniker“ hat eine andere Zielrichtung als derjenige für Physiker und ist auch in der Stoffauswahl eingeschränkt, sollte aber im Niveau demjenigen einer „Einführung in die Experimentalphysik“ vergleichbar sein. Wesentlich für eine universitäre Ausbildung ist nicht in erster Linie Faktenwissen, sondern das Erfassen von Zusammenhängen und das Erlernen übergeordneter Betrachtungsweisen. Dies kann an typischen Einzelfällen veranschaulicht werden. Die Studierenden sollen auch die Zweckmäßigkeit des abstrakten Denkens und der mathematischen Behandlung frühzeitig erkennen.

Beispiele dafür sind:

- Zusammenfassende Behandlung von Schwingungen und Wellen.
- Der Begriff des Feldes.
- Das Gas als Modellsustanz auch für Leitfähigkeits-Erscheinungen.
- Die Elektronenaktivität zur Veranschaulichung der Eigenschaften von Elementen und zur Charakterisierung der chemischen Bindungen.

Ein physikalisches Praktikum ist wünschenswert, sollte aber bevorzugt auf messtechnische Anwendungen ausgerichtet sein.

Es gibt zahlreiche Einführungen in die Physik mit unterschiedlichem Anspruch.

Als Richtwert für ein anspruchsvolles universitäres Niveau können die den Grundkurs betreffenden Abschnitte aus dem bekannten Physiklehrbuch von „Gerthsen“ dienen. Typisch sind auch die traditionellen Lehrbücher von „Dobrninski/Krakau/Vogel“ bzw. „Stropef“. In neueren Lehrbüchern finden sich teilweise besonders schöne Veranschaulichungen, aber leider auch viele anspruchsvolle Formeln ohne ausreichende Herleitung. Dies könnte die Studierenden zum Erlernen von modischem Faktenwissen verleiten.

Für die Einführung in die Werkstoffe der Elektrotechnik gibt es inzwischen gute und im Niveau angepasste Taschenbücher (Schaumburg „Einführung in die Werkstoffe der Elektrotechnik“, Ivers-Tiffée/von Münch „Werkstoffe der Elektrotechnik“).



Physik und Werkstoffe – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Es wird erwartet, dass die Studierenden gute Kenntnisse der Physik aus der gymnasialen Oberstufe mitbringen, möglichst im Leistungskurs. Einfache Grundkenntnisse der Chemie sind wünschenswert, aber nicht notwendig.

Mathematische Voraussetzungen sind: Elementare Mathematik, Grundkenntnisse in Vektorrechnung, Lineare Gleichungssysteme, Integral- und Differentialrechnung

Weitergehende Kenntnisse aus Mathematikleistungskursen (einfache Differentialgleichungen, komplexe Rechnung) sind wünschenswert.



Systemtheorie – Kerninhalte – Überblick

Signale und Transformation

Fouriertransformation

Laplace-Transformation

Abtastung und zeitdiskrete Fouriertransformation

Z-Transformation

Systeme

Zeitkontinuierliche LTI Systeme

Netzwerktheorie

Stochastische Signale im Zeitbereich

Stochastische Signale im Frequenzbereich

Einfluss linearer Systeme auf Zufallssignale



Systemtheorie – Kerninhalte – Detaillierte Angaben

Signale und Transformation	Signaloperationen und -eigenschaften, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale, Energie und Leistung
Fouriertransformation	Eigenschaften, Rücktransformation
Laplace-Transformation	Eigenschaften, Rücktransformation, Beziehungen zwischen Fourier- und Laplace-Transformation, Lösung von Differentialgleichungen
Abtastung und zeitdiskrete Fouriertransformation	Delta-Impulsantwort, Abtasttheorem, abgetastete vs. Zeitdiskrete Signale, zeitdiskrete Fourier-Transformation und zugehörige Sätze
Z-Transformation	Eigenschaften, Rücktransformation, Lösung von Differenzgleichungen
Systeme	Definition und Einteilung, LTI-Systeme, kontinuierliche, diskrete, analoge, digitale Systeme, kausale und nichtkausale Systeme, gedächtnisbehaftete und -lose Systeme, Charakterisierung von Tief-/Band-/Hochpassen, Entwurfsgrundlagen für digitale Filter, elementare Signalverarbeitung
Zeitkontinuierliche LTI Systeme	Beschreibung im Zeit- und Frequenzbereich, Stabilität, Frequenzverhalten, Phasen- und Gruppenlaufzeit, zeitkontinuierliche Filter
Netzwerktheorie	Netzwerkbegriff, Einteilung von Netzwerken, Elemente, Erregungen, Kirchhoffsche Gesetze, Topologie, Zweigstromanalyse, Knotenspannungsanalyse, Zweitore, Mehrpole, Rückkopplungen, Netzwerke mit Energiespeichern (L, C), Netzwerke erster und zweiter Ordnung, Zustandsbeschreibung, Berechnung im Frequenzbereich
Stochastische Signale im Zeitbereich	Begriffe, Prozesse, Ergodizität, Stationarität, Verteilungsfunktion, Verteilungsdichtefunktion, Momente, Erwartungswerte, Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen, diskrete Zufallsprozesse
Stochastische Signale im Frequenzbereich	Definition der spektralen Leistungsdichte (Wiener-Khinchine Theorem), Parsevalsches Theorem, Weißes Rauschen, Spektrale Leistungsdichte diskreter Zufallsprozesse
Einfluss linearer Systeme auf Zufallssignale	Autokorrelationsfunktion am Systemausgang, Kreuzkorrelationsfunktion zwischen Ein- und Ausgang (Wiener-Lee-Beziehungen), Spektrale Leistungsdichte am Systemausgang, Kreuzspektrum zwischen Ein- und Ausgang, Wiener Filter
Eventuell im Master-Studium	Netzwerke höherer Ordnung, Frequenzgang, Netzwerksynthese, Netzwerksarten, Approximationstheorie, Realisierung von Einportfunktionen, Kaskadenentwurf



Systemtheorie- Lerninhalte und Kompetenzen

In der Systemtheorie werden Reaktionen eines Systems auf Eingangsgrößen, also Ursache-Wirkungs-Beziehungen, in abstrahierter Form betrachtet und so einer mathematischen Behandlung zugänglich gemacht. Diese Art der Lösung technischer Aufgaben charakterisiert typisch das wissenschaftlich-technische Niveau des universitären Ingenieurs. Sie ermöglicht auch die analoge Vorgehensweise bei der Lösung technischer Probleme mit sehr unterschiedlichen Erscheinungsformen.

Aufgabe einer entsprechenden universitären Lehrveranstaltung ist es, die Einsicht in die Zweckmäßigkeit dieser Vorgehensweise zu vermitteln und die Studierenden in die entsprechenden Methoden einzuführen. Damit ist die Grundlage für viele Fächer des Hauptstudiums gelegt, insbesondere Signalverarbeitung, Nachrichtentechnik und Regelungstechnik.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Systemtheorie – Charakterisierung des Niveaus

Das universitäre Niveau ergibt sich unmittelbar aus den anzustrebenden Fähigkeiten zur Abstrahierung und zur mathematischen Behandlung. Die Verinnerlichung dieser Vorgehensweise ist typisch für die Anforderungen an einen Ingenieur auf Universitätsniveau.

Systemtheorie – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen für das Studium sind einerseits die technischen Studieninhalte aus den Einführungen in die Elektrotechnik und die Physik. Andererseits sollten aus den Mathematik-Veranstaltungen Kenntnisse in linearer Algebra, Differentialgleichungen, Funktionstheorie und Fourier-, Laplace- und z-Transformation vorhanden sein. In der Regel ist die Veranstaltung so platziert, dass sie das Grundstudium abschließt.



Theoretische Elektrotechnik – Kerninhalte - Überblick

Mathematische Grundlagen

Elektrostatik

Stationäres Strömungsfeld

Magnetisches Feld stationärer Ströme

Quasistationäre Felder

Ergänzung der Maxwell'schen Gleichungen, Elektrodynamik

Ausbreitung von Wellen im Freiraum und in Leitungen



Theoretische Elektrotechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben

Mathematische Grundlagen	Koordinatensysteme, Differentialoperatoren, Gradienten-, Wirbel- und Quellenfelder, Integralsätze
Elektrostatik	Elektrische Feldstärke, elektrisches Potential, elektrische Verschiebungsdichte, Feldgleichungen, Grenzbedingungen, Felder einfacher Symmetrie, Punktladung, Dipol, Polflächensatz, allgemeine Materialgleichung, Kapazitätsbegriff in Mehrleitersystemen, Spiegelungsmethode, Feldenergie
Stationäres Strömungsfeld	Elektrische Stromdichte, eingepäigte Feldstärke, Feldgleichungen, Grenzbedingungen, Materialgleichungen
Magnetisches Feld stationärer Ströme	Magnetische Flussdichte (Induktion), magnetische Feldstärke, Feldgleichungen, Grenzbedingungen, Vektorpotential, Lösungen für das Magnetfeld stationärer Ströme, magnetischer Dipol, magnetischer Fluss, Induktionskoeffizienten, Magnetisierung, Materialgleichung
Quasistationäre Felder	Kontinuitätsgleichung, erste und zweite Maxwell'sche Gleichung, Induktionsgesetz für bewegte Materie, magnetische Feldenergie
Ergänzung der Maxwell'schen Gleichungen, Elektrodynamik	Die vollständigen Maxwell'schen Gleichungen, Energieumwandlung im elektromagnetischen Feld, Poynting'scher Vektor, Ebene Wellenfelder Wellengleichung, ebene-, homogene-, transversale Wellenfelder
Ausbreitung von Wellen im Freiraum und in Leitungen	Polarisation, Reflexion, Brechung, Phasengeschwindigkeit Dispersion, harmonische Wellen, Gruppengeschwindigkeit, Dämpfung Geführte TEM-, TE-, TM-Wellen, Leitungsgleichungen, Stromverdrängung Elektrodynamische Potentiale, Hertz'scher Dipol



Theoretische Elektrotechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Theoretische Elektrotechnik behandelt die Maxwell'sche Theorie oder die Theorie der elektromagnetischen Felder einschließlich der elektromagnetischen Wellen sowie die Wirkung der Felder in Materie.

Sie ist daher die theoretische Grundlage für das Verständnis der elektromagnetischen Vorgänge, die Beschreibung von Komponenten und die Behandlung von Netzwerken. Mit ihrem hohen theoretischen Anspruch ist sie ein typisch universitäres Lehrfach.

Sie ist insbesondere Voraussetzung für das vertiefte Verständnis beispielsweise hochfrequenter Wellenausbreitung, von elektrischen Maschinen sowie von Informationsübertragung durch elektrische und optische Leitungen.

Die Studenten sollen ein vertieftes Verständnis der Vorgänge erwerben und sie sollen in der Lage sein, ihre jeweiligen Probleme durch analytische Rechenverfahren zu lösen oder auch numerische Methoden qualifiziert einzusetzen.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Theoretische Elektrotechnik – Charakterisierung des Niveaus

Der universitäre Anspruch ergibt sich in diesem Fach unmittelbar aus dem Inhalt. Um den Anspruch zu charakterisieren, kann auch als Beispiel die theoretische Behandlung der Wellenausbreitung auf Leitungen herangezogen werden. Die in den Grundlagen und in vielen Fachbüchern dargestellten pragmatischen Herleitungen durch Serienschaltung konzentrierter Elemente werden erst in der theoretischen Elektrotechnik gerechtfertigt und auf allgemeine Leitungsgeometrien ausgedehnt.

Das typische universitäre Niveau wird beispielsweise auch in den folgenden beiden Lehrbüchern dargestellt:

Symonyi, K.: Theoretische Elektrotechnik;

Plonsey, R., Collin, E.: Principles and Applications of Electromagnetic Fields

Theoretische Elektrotechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen für das erfolgreiche Studium dieses Faches sind diejenigen Kenntnisse, die in den Grundlagenkursen der Elektrotechnik und in der universitären Mathematikausbildung vermittelt werden. Daher ist es zweckmäßig, die Lehrveranstaltung möglichst erst nach Ablauf der allgemeinen Mathematik-Ausbildung zu platzieren.



Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Kerninhalte - Überblick

Halbleiterelektronik
 Grundlagen der Halbleiterphysik
 Halbleitertechnologie
 Bauelemente
 Passive Zweipole
 Halbleiterbauelemente
 Schaltungstechnik
 Grundbegriffe elektrischer Netze
 Eintore
 Zweitore
 Analoge Zweitorschaltungen
 Digitale Schaltungen



Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben(1)

Halbleiterelektronik		
	Notwendig	Empfehlenswert
Grundlagen der Halbleiterphysik	Bändermodell, Löcherkonzept, direkte und indirekte Halbleiter, Eigen- und Stromleitung, Diffusion, Ladungsträgertransport, Beweglichkeit, thermodynamisches Gleichgewicht, Generation und Rekombination, Ausgleichsvorgänge, Bilanzgleichungen, Ladungsträgerlebensdauer, Diffusionslänge	
Halbleitertechnologie		Grundlagen der Waferherstellung, Dotierung, Isolation und Kontaktierung
Bauelemente		
Passive Zweipole	Widerstände, Kondensatoren, Spulen, magnetische Bauelemente	
Halbleiterbauelemente	<u>Halbleiterdioden:</u> pn- und Schottky-Diode, Zenerdioden, Kennlinien, Durchbrucheffekte, Temperaturabhängigkeit, Schalt- und Gleichrichterverhalten <u>Bipolartransistoren:</u> Aufbau und Wirkungsweise, Gleichstromverhalten, Kennlinienfelder <u>Feldeffekttransistoren:</u> Aufbau und Wirkungsweise, Sperrschicht-FET, MOS-FET, Gleichstromverhalten, Vergleich zum Bipolartransistor <u>Integrierte Schaltungen:</u> Integrationstechnologien, MOS- und Bipolartechnologie, Analoge Schaltungen, Operationsverstärker, Oszillatoren, Digitale Schaltungen, Gatter, CMOS Schaltungstechnik <u>Optoelektronische Bauelemente:</u> Wechselwirkung Licht-Materie, Leuchtdiode, Photodiode, Laserdiode	<u>Halbleiterdioden:</u> Ersatzschaltbilder, <u>Bipolartransistoren:</u> Großsignalverhalten, dynamisches Verhalten, Ersatzschaltbilder, Temperaturverhalten <u>Feldeffekttransistoren:</u> Großsignalverhalten, dynamisches Verhalten, Ersatzschaltbilder, Temperaturverhalten <u>Integrierte Schaltungen:</u> PLL, aktive Filter, Datenwandler, bipolare integrierte Schaltungen, Logik- und Speicherschaltungen, Analog-Digital-Analog-Wandler <u>Optoelektronische Bauelemente:</u> Photowiderstand, Optokoppler, CCD



Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Kerninhalte Detaillierte Angaben(2)

Schaltungstechnik		
	Notwendig	Empfehlenswert
Grundbegriffe elektrischer Netze	Topologie, Graphen, Kirchhoffsche Regeln, Überlagerungssatz, Reziprozität, Quellen, Ersatzschaltbilder	Satz von Tellegen, Leistung in el. Netzen, Modellbildung, Stabilität
Einstore	Modellierung und mathematische Beschreibung, Eigenschaften, lineare Einstore, Widerstandsgrade, nichtlineare Einstore, Dioden, Diodenschaltungen und Arbeitspunktinstellung, lineare Quellen, Grundsicherungen, Reihen- und Parallelschaltung	
Zweistore	Mathematische Beschreibung durch Impedanz-, Admittanz-, Hybrid- und Kettenmatrizen, T- und Pi-Ersatzschaltung, Eigenschaften, gesteuerte Quellen, Reihen-, Parallel- und Kettenerschaltung, Betriebsverhalten	Symmetrie, Transmittanz, Reflektanz, Streumatrix
Analoge Zweitschaltungen	Transistoren: Modellierung von Bipoltransistor und FET, Ersatzschaltbilder, Vierpolparameter, Grundsicherungen, Arbeitspunktinstellung, Kleinsignalsteuerung Operationsverstärker: Lineare und nichtlineare Modellierung, Übertragungseigenschaften, Idealisierungen und reale Ops, Gegenkopplung und Mitkopplung, Grundsicherungen, lineare invertierende und nichtinvertierende Verstärker, Frequenzverhalten, Stabilität	Transistoren: Großsignal- und Schaltverhalten, Leistungsstufen, thermische Eigenschaften Operationsverstärker: Summierer, Differenzverstärker, nichtlineare Schaltungen
Digitale Schaltungen	Binäre Signale, elementare Verknüpfungen, Boolesche Algebra, schaltlogische Realisierung der Grundverknüpfungen, Schaltkreisfamilien, Inverter, Gatter, Speicherschaltungen, Realisierung elementarer arithmetischer Operatoren (Volladdierer, Subtrahierer)	Multivibratoren, Schmitt-Trigger, Schieberegister, Datenselektoren (Barrel Shifter), Vergleichler, Datenmultiplexer, sequentielle Schaltwerke (endliche Automaten), Zählverhalten von Registerlogik, grundlegende Entwurfsverfahren



Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen die für ein Studium der Elektrotechnik unumgänglichen Grundlagen zu Halbleitern und zu Grundstrukturen der Bauelemente kennenlernen. Sie sollen für deren Funktionsmechanismen (insbesondere die Transportvorgänge) korrekte Vorstellungen entwickeln. Neben den wichtigsten Einzelbauelementen sollen sie auch die Prinzipien der Technologie integrierter Schaltkreise kennen lernen.

Weiterhin gehören zu einer universitären Grundausbildung auch die Einführungen in die elementaren analogen Transistor- und Operationsverstärkerschaltungen sowie die digitalen Schaltungsprinzipien, ergänzt durch grundlegende Entwurfsverfahren digitaler Schaltungen. Breitbandverstärker, Leistungsverstärker, Signalgeneratoren und Schaltungs-simulation sind wünschenswert.

Damit sollen die Grundlagen für die im Hauptstudium vorgesehenen Module zu den Bauelementen und Schaltungen der Mikroelektronik, Optoelektronik, Leistungselektronik, Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik gelegt werden.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Charakterisierung des Niveaus

Das universitäre Niveau ist geprägt durch die Hervorhebung des Verständnisses gegenüber dem Faktenwissen. Die Studierenden könnten ohne korrekte Vorstellungen über die Funktion die rasche Weiterentwicklung auf diesem Gebiet nicht nachvollziehen.

Halbleiterelektronik, Bauelemente & Schaltungstechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen sind die Module

Physik
Allgemeine Elektrotechnik bzw. Grundlagen der Elektrotechnik
Werkstoffe der Elektrotechnik

Das Modul kann daher frühestens im 3. Semester beginnen. Falls die Halbleiter-Grundlagen schon in einem Werkstoffe-Modul ausführlich behandelt werden, wäre das vorliegende Modul eher im 4. Semester zu platzieren.



Informatik / Digitaltechnik – Kerninhalte - Überblick

Formale Konzepte der Informatik
Algorithmen und Datenstrukturen
Programmierung
Praktikum zur Programmierung
Digitaltechnik
Rechnerarchitektur und -organisation
Programmerstellung und Programmierwerkzeuge



Informatik / Digitaltechnik – Kerninhalte - Detaillierte Angaben

Informatik-Grundausbildung im Fach Elektrotechnik und Informationstechnik	
Formale Konzepte der Informatik	Zahlensysteme und Zahlenkonvertierung (Dezimal, Binär, Oktal, Hexadezimal), Zeichen, Codierung von Zahlen und Zeichen, Mengen und Relationen, Abbildungen, Graphen, Objektbegriff, Rechenstrukturen (Algorithmen), Kombinatorik, Komplexität
Algorithmen und Datenstrukturen	Einfache Datenstrukturen (Listen, Bäume, Arrays, Records, Queues, Stacks), Algorithmusbegriff, Beschreibung von Algorithmen, Iteration und Rekursion, Suchalgorithmen, Sortieralgorithmen, Algorithmen auf Graphen, Numerische Algorithmen, Komplexität von Algorithmen
Programmierung	Syntax und Semantik von Programmiersprachen, Datenobjekte, strukturierte Datentypen, Kontrollstrukturen, Elemente der Programmierung, Funktionen und Prozeduren, Parameterübergabe, Zeigertypen und verkettete Datenstrukturen, dynamische Datentypen, Elemente der objektorientierten Programmierung (Objekte, Klassen, Methoden, Nachrichten), Vererbung und Polymorphie
Praktikum zur Programmierung	Moderne, objektorientierte Hochsprache (z.B. Java)
Digitaltechnik	Boolesche Algebra (Schaltalgebra), logische Grundverknüpfungsschaltungen, kombinatorische Netzwerke, Speicherglieder und Speicherschaltungen, Automatenbegriff, sequentielle Netzwerke, Komparatoren, Analog-Digital-Wandlung
Rechnerarchitektur und -organisation	Rechenwerke (ALU), Speicherwerke (ROM, RAM), Bussysteme, Mikroprozessor, Ein-/Ausgabeverfahren, Betriebssysteme und Befehlsverarbeitung, Prinzip der Mikroprogrammierung, Systemsoftware (Betriebssystem) Compiler, Dienstprogramme, Speicherverwaltung, Ein-/Ausgabesteuerung, Unterbrechungssystem, Dateisysteme, Prozessbegriff und Prozessverwaltung
Programmierung und Programmierwerkzeuge	Hilfsmittel zur Programmierung (Editor, Linker, Lader, Debugger), Programmiermethodik, Formale Beschreibungssprachen (XML), Modularisierung und Anwendungsschnittstellen (API), Programmierwerkzeuge (Tools) am Beispiel anwendungsnaher Werkzeuge wie MATLAB, MAPLE, MATHEMATIKA, SPICE, u.a.



Informatik / Digitaltechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Frage der Fachtiefe hängt von der zur Verfügung stehenden Zeit ab.

Die Einführungsverlesung soll Grundlagen zur Vertiefung ab dem 5. Semester legen. Vertiefungen gehen in Technische Informatik, Softwaretechnik, Betriebssysteme, Verteilte Systeme, Rechner- und Kommunikationsnetze, Datenbanken.

Die Art und Weise der Strukturierung ist dem Dozenten überlassen. Sie muss nicht zwingend diesem Schema folgen. Es kann ohne weiteres mit der Digitaltechnik oder der Programmierung begonnen werden.

Fachwissen und -kenntnisse	30 %
Fertigkeiten	30 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Informatik / Digitaltechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Das Studium der Informatik kann bereits im ersten Studienabschnitt erfolgen.



Anhang

Nachrichtentechnik – Kerninhalte - Überblick

Grundbegriffe der Nachrichten- und Informationstechnik
 Grundbegriffe der Informationstheorie
 Darstellung von analogen Quellsignalen
 Übertragungsverfahren
 ISO-OSI Schichtenmodell, Internet und die Protokollfamilie TCP/IP, ARQ-Verfahren



Nachrichtentechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben

	Notwendig
Grundbegriffe der Nachrichten- und Informationstechnik	Quellen, Kanäle, Signale (inkl. komplexe Basisbandsignale), Systeme, Ziele und Bewertungskriterien
Grundbegriffe der Informationstheorie	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
Darstellung von analogen Quellsignalen	Abtastung und Rekonstruktion, Pulsmodulation (PCM, Kompondierung, DPCM), Redundanz- und Irrelevanzreduktion (ggf. anhand der Beispiele MP3 bzw. JPEG)
Übertragungsverfahren	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
Kommunikationsnetze und Protokolle	ISO-OSI Schichtenmodell, Internet und die Protokollfamilie TCP/IP, ARQ Verfahren, Vielfachzugriffstechniken (ALOHA-Protokolle, Kollisionsauflösung), Paketübertragung (ATM, Ethernet), Multiplexverfahren (z.B. SDH, GSM), Routing, Warteraumtheorie



Nachrichtentechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

In der Nachrichten-/Informationstechnik wird die Darstellung, Verarbeitung und Übertragung von Information behandelt. Dabei ermöglicht eine abstrahierte, auf das Wesentliche reduzierte Betrachtung eine mathematischen Behandlung; die theoretischen Konzepte führen aber gleichzeitig auch unmittelbar auf praktische Realisierungen.

Aufgabe einer entsprechenden universitären Lehrveranstaltung ist es, sowohl ein Verständnis für die Einzelkomponenten eines nachrichtentechnischen Systems, als auch deren Zusammenwirken in Systemen und Netzen zu vermitteln. Ein Verständnis für fundamentale Grenzen und den möglichen Austausch zwischen den geforderten Zielen soll entwickelt werden. Die Vorlesung baut auf den grundlegenden Fächern Mathematik, Signal-/Systemtheorie, Stochastik auf.

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Nachrichtentechnik – Charakterisierung des Niveaus

Das universitäre Niveau ergibt sich unmittelbar aus den anzustrebenden Fähigkeiten zum mathematischen, grundlegenden Verständnis der Komponenten, Verfahren und Prinzipien.

D. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, 4. Auflage, Teubner 2008
 J.-R. Ohm, H.D. Lüke, "Signalübertragung", Springer-Verlag, 9. Auflage, 2004
 J.G. Proakis: Digital Communications, McGraw-Hill, 5. Auflage, 2008

Nachrichtentechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen sind die Ingenieur-Mathematik, einschließlich Grundbegriffe der Stochastik und die Signal-/Systemtheorie, insbesondere die der stochastischen Signale.

In der Regel ist die Veranstaltung so platziert, dass sie an die Signal-/Systemtheorie anschließt.



Messtechnik – Kerninhalte

Grundlagen	Wünschenswerte Erweiterung
Fehlerrechnung	Einführung in die Sensorik
Analoge Messinstrumente	Messen magnetischer Größen
Messen von Strom und Spannung	Messen mechanischer Größen
Leistungsmessung	Drehzahlmessung
Messung von ohmschen Widerständen	Temperatur-Messung
Messung von Blindwiderständen	Optische Sensoren
Teiler und Messwandler	
Oszilloskop	
Gegengekoppelte OP-Verstärker	
Zeit- und Frequenzmessung	
A/D-Umsetzung und Digitalmultimeter	



Messtechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (1)

Grundlagen	Bedeutung und Aufgabenstellung der Messtechnik, SI-Maßsystem, Messgrößen und Einheiten, Größen- u. Zahlenwertgleichungen, statische und dynamische Eigenschaften von Messverfahren, Übertragungsfunktion, Kennlinie, Empfindlichkeit, Frequenzgang, Testsignale, Normen und Vorschriften (DIN, VDE), Messprotokoll
Fehlerrechnung	Absoluter und relativer Fehler, Fehlerursachen, systematische und zufällige Fehler, statistische Auswertung, Mittelwert, Standardabweichung, Fehlergrenzen und Klassengenaugkeit, Garantiefehlergrenze, Fehlerfortpflanzung der systematischen und zufälligen Fehler, maximal möglicher Fehler, GUM
Analoge Messinstrumente	Drehpulinstrument, Dreheiseninstrument, Messbereichserweiterung, Vielfachmessinstrument, Ersatzschaltbild für Strom- und Spannungsmessgerät, Anwendung der Diode, wie Halbleiter-Diode, Dioden-Kennlinie, Schutzschaltungen, event. Differentialgleichung und Übertragungsfunktion eines elektromechanischen Messgerätes
Messen von Strom und Spannung	Gleichstrom und Gleichspannung, Wechselstrom und Wechselspannung, linearer Mittelwert, Effektivwert, Scheitelwert, Gleichrichter, Diodengleichrichter, Thermoumformer, Gleichstrom/Wechselstrom-Komparator, Normalelement, Z-Dioden-Spannungsquelle, Spannungs- und Stromkompensator
Leistungsmessung	Spannungsrichtige, stromrichtige, quellrichtige und verbrauchrichtige Messung, Leistungsmessung im Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrom-Netz, komplexe Leistung, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Aron-Schaltung, elektrodynamisches Messinstrument, elektronische Leistungsmessung, Elektrizitätszähler
Messung von ohmschen Widerständen	Strom- und spannungsrichtige Messung bzw. Spannungs- und Stromfehler-Schaltung, Vergleich mit Referenzwiderstand, Leistungsmessung, Konstantstromspeisung bzw. 4-Leiter-Messung, Wheatstone-Messbrücke als Abgleich- und Ausschlag-Messbrücke, spannungs- und stromgespeiste Messbrücke, Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Thomson-Messbrücke



Messtechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (2)

Messung von Blindwiderständen	Impedanz, Komponenten- und Polarkoordinaten-Darstellung, Schein-, Blind- und Wirkwiderstand, stromrichtige und spannungsrichtige Messung, Vergleich mit Referenzelement, Leistungsmessung, selbst- und fremdregler Schwingkreis, Messen des Phasenwinkels, Wechselspannungs-Abgleichmessbrücke, Abgleich- und Phasenbedingung, Beispiele: Kapazitiv- und Induktivitäts-Messbrücken nach Wien, Maxwell, Maxwell-Wien u.a.
Teiler und Messwandler	Unbelastete und belastete Teiler, reine und gemischte Teiler, frequenzunabhängige RC-Teiler, Tastkopf bzw. Tastleiter bei einem Oszilloskop, Strom- und Spannungswandler, Stromfehler und Spannungsfelder, Fehlerwinkel
Oszilloskop	Elektronenstrahlröhre, Baugruppen und Wirkungsweise, yI-Betrieb, Zeitablenkung, Synchronisation, Triggerung, Enkanal- und Mehrkanal-Oszilloskop, Chopp- und Alternat-Betrieb, xy-Betrieb, Messung von Kennlinien, analoges und digitales Oszilloskop, analoges und digitales Speicheroszilloskop, Abtast- bzw. Sampling-Oszilloskop, Echzeit- und Äquivalenzzeit (sequenzlogische und zufällige) Abtastung
Gegengekoppelte OP-Verstärker	Operationsverstärker, Vierpol-Ersatzschaltbild, Gegenkopplung, Grundschaltungen des nichtinvertierenden Spannungsverstärker (u _U - und u _I -Verstärker) und des invertierenden Stromverstärker (i _U - und i _I -Verstärker), Anwendungen des Spannungs- und Strom-Verstärkers, analoge Rechenschaltungen wie Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer, Dividierer, Differenzierer, Integrierer, Logarithmierer sowie Präzisionsgleichrichter und analoge Regler, Offset-Spannung, Biasstrom, Offsetdrift
Zeit- und Frequenzmessung	Frequenzsignale, analoge und digitale Messung eines Zeitintervalls und einer Frequenz, Zähler, digitale Periodendauer- und Frequenz-Messung, Quantisierungsfehler und Messfehler, Universal- und rechnerische Zähler
A/D-Umsetzung und Digitalmultimeter	Analoge und digitale Signale, Signalstruktur-Umsetzung, Darstellung digitaler Signale, Dualzahl, Abtastung, 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 bzw. Wäge-Umsetzer, Ein-Rampen-Umsetzer (single slope converter), Zwei-Rampen-Umsetzer (dual slope converter), Vergleich der Grundprinzipien, Digitalmultimeter



Messtechnik – Kerninhalte – Wünschenswerte Erweiterung

Einführung in die Sensorik	Messkette, statisches und dynamisches Verhalten, Korrektur des dynamischen Fehlers, Messeffekte, Linearisierung von Kennlinien
Messen magnetischer Größen	Magnetische Feldgrößen und Einheiten, magnetische Fluss, magnetische Flussdichte, magnetische Feldstärke, magnetische Spannung, Permeabilität, Magnetisierungs- und Hysteresekurve, magnetische Verluste, Magnetometer, Feldplatten, Hall-Sensor, Kernresonanz-Magnetfeldmessung, Prüfpule, Rogowski-Spirale
Messen mechanischer Größen	Dehnungsmessstreifen, piezoelektrischer Kraftsensor, Tauchanker- und Queranker-Aufnehmer, Differential-Aufnehmer, Differential-Transformator, kapazitive Aufnehmer, Endlagenschalter, kodierte und inkrementale Längen- und Winkelgeber, schwingende Saite, Druck- und Durchfluss-Messung, Schwingungsmessung
Drehzahlmessung	Gleichspannungsgenerator, Induktions-Drehzahlaufnehmer, induktiver Drehzahlaufnehmer, magnetischer und fotoelektrischer Aufnehmer
Temperatur-Messung	Widerstandsaufnehmer (Metall-Widerstandsthermometer Ni, Pt; Halbleiter; Kaltleiter; Si-spreading resistance sensor), Messschaltungen wie Messbrücke, 4-Leiter-Messung, Thermoelement, pn-Übergang, Quarz-Thermometer
Optische Sensoren	Optische Messgrößen, äußerer Photoeffekt, Sperrschicht-Photoeffekt, Fotowiderstand, Fotodiode, Fotozelle



Messtechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Einführung in die analoge und digitale Messtechnik; Erarbeitung wichtiger elektrischer und elektronischer Messverfahren zur Messung der wichtigsten elektrischen Signale wie Strom, Spannung, Frequenz usw.; Aufbau und Wirkungsweise von elektrischen und elektronischen Messgeräten, praktischer Einsatz, Einfluss auf Messgrößen; Einführung in die Elektronik wie Operationsverstärker-Schaltungen, A/D-Umsetzung und Zähler.

Einführung in die Sensorik: Messen mechanischer, magnetischer und optischer Größen, Temperatur-Messung

Messtechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Allgemeine Elektrotechnik bzw. Grundlagen der Elektrotechnik, 1.-3. Sem., Grundkurs Mathematik, 1.-3. Sem.

Literatur/Lehrbücher
 Schrüfer, E.: Elektrische Messtechnik, Hanser-Verlag, München, 8. Aufl., 2004 (sehr gut geeignet)
 Lerch, R.: Elektrische Messtechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1996
 Tränkler, H.-R.: Taschenbuch der Messtechnik, Oldenbourg-Verlag, München, 1996
 Patzelt, R., Schweinzer, H.: Elektrische Messtechnik, Springer-Verlag, Wien, 2. Aufl., 1996



Energietechnik – Kerninhalte - Überblick

Aufgaben und Bedeutung der Elektrischen Energieversorgung

Aufbau der Elektrischen Energieversorgung

Energieumwandlung in Kraftwerken

Elektrizitätswirtschaft

Das Drehstromsystem

Grundlagen der elektromechanischen Energieumwandlung

Aufbau der Übertragungs- und Verteilnetze

Elektrische Energieversorgungsnetze im symmetrischen Betrieb

Leistungselektronische Energieumformung



Energietechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben

	Notwendig	Empfehlenswert
Aufgaben und Bedeutung der Elektrischen Energieversorgung	Geschichtlicher Überblick, Primärenergieträger, Regenerative Energien, Eigenschaften elektrischer Energie	Netzplanung, Entwicklung der Elektrischen Energieversorgung
Aufbau der Elektrischen Energieversorgung	Aufbau der elektrischen Energieversorgung, Aufgaben einer zukünftigen Energieversorgung	Elektrischer Energiebedarf, Stromerzeugung, Kraftwerkeinsatz
Energieumwandlung in Kraftwerken	Energiequellen und Energievorräte, Kraftwerksarten	
Elektrizitätswirtschaft	Investitions- und Kostenrechnung, Gesteungskosten elektrischer Energie, wirtschaftliche Energieversorgung	Verlustbewertung
Das Drehstromsystem	Spannungen und Ströme im symmetrischen Drehstromnetz, Aufbau des Drehstromnetzes, Elemente des symmetrischen Drehstromnetzes und deren Ersatzschaltungen, Leistungen in Wechsel- und Drehstromsystemen	
Grundlagen der elektromechanischen Energieumwandlung	Grundgesetze, Spannungsinduktion, Leistungsbilanz, Drehmoment, Grundformen elektrischer Maschinen	Gleichstrommaschine, Asynchronmaschine, Synchronmaschine
Aufbau der Übertragungs- und Verteilnetze	Grundformen der Netze, Wahl der Netzspannung	Schaltanlagen, Schaltgeräte, Mess- und Schutzeinrichtungen
Elektrische Energieversorgungsnetze im symmetrischen Betrieb	Aufgaben des Netzbetriebs, Lastflussrechnung im Maschennetz	Potentialverfahren, Spannungs- und Lastflussberechnung, Verbundbetrieb
Elektrische Energieversorgungsnetze im unsymmetrischen Betrieb		Symmetrische Komponenten, Leiterunterbelegung, unsymmetrische Belastungen
Leistungselektronische Energieumformung	Active und passive Bauelemente, Analoge und digitale Steckerprinzipien	Stromrichter, Stromversorgung, Flexible AC Transmission Systems FACTS



Energietechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Das System der elektrischen Energieversorgung soll als Ganzes für den symmetrischen Normalbetrieb erfasst werden. Die Funktionsweise der elektrischen Energieversorgung in Deutschland und Europa soll im Zusammenhang verstanden werden. Die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen der elektrischen Energieversorgung sollen erkannt werden. Die Studierenden sollen einen Überblick über die elektrische Energieversorgung in Deutschland und Europa erhalten. Dabei sollen die Grundzüge der Entstehung der Energieversorgung genauso betrachtet werden wie deren Weiterentwicklung in der Zukunft. Außerdem sollen die technischen, wirtschaftlichen und administrativen Grundlagen und Randbedingungen der elektrischen Energieversorgung behandelt werden.

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Energietechnik – Charakterisierung des Niveaus

Die unten genannten Bücher sollen das universitäre Niveau kennzeichnen. Sie sind nicht als besondere Empfehlung für konkrete Lehrbücher gedacht.

Literatur

Floßdorf, Hügath: Elektrische Energieverteilung. Vieweg+Teubner Verlag, 9. Auflage, 2005
 Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Auflage, Springer-Verlag, 2004
 Heuck, Dietmann: Elektrische Energieversorgung, 7. Auflage, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007
 Herold: Elektrische Energieversorgung I, 2. Auflage, J. Schönbach Fachverlag, 2005
 Müller: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft, 2. Auflage, Springer-Verlag, 2001
 Strauß: Kraftwerkstechnik, 5. Auflage, Springer-Verlag, 2006

Energietechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

	Mathematische Voraussetzungen
Elementarmathematik Vektorrechnung	Begriff Vektor, Skalar, Addition und Subtraktion von Vektoren, Skalar-, Vektor- und Skalarprodukt
Lineare Algebra	Lösung linearer Gleichungssysteme
Integral- und Differenzialrechnung	Differenzieren elementarer Funktionen, Produkt-, Ketten- und Quotientenregel, Ermittlung von Grenzwerten, Extremwerten, Grundintegrale, Integration durch Substitution, bestimmte und unbestimmte Integrale, Oberflächen- und Volumenintegrale
Lineare gewöhnliche Differenzialgleichungen, komplexe Rechnung	Darstellungsformen komplexer Zahlen in der Gaußschen Zahlenebene, Grundrechenarten mit komplexen Zahlen
Fourierreihen	reelle und komplexe Fourierreihe
Funktionaltransformationen	Fouriertransformation, Laplacetransformation



Elektrische Maschinen – Kerninhalte - Überblick

Magnetkreise
 Gleichstrommaschine
 Transformator
 Drehfeldmaschinen
 Asynchronmaschine
 Synchronmaschine
 Betriebsbedingungen und Auswahl



Elektrische Maschinen – Kerninhalte - Detaillierte Angaben

	Notwendig	Empfehlenswert
Magnetkreise		Maxwellsche Gleichungen, Materialeigenschaften, Berechnung, Energiebilanz, Kräfte und Drehmomente, Leistungsaufteilung, Verlustmechanismen, Ausführungsformen und Anwendungen
Gleichstrommaschine	Prinzipieller Aufbau, Magnetkreis der GM, Kommutatorwicklung, Wendepol- und Kompensationswicklung, Ankerückwirkung, Spannungseinduktion, Kraft und Momentenbildung, Ersatzschaltbild, Gleichstrom-Nebenschluss- und Gleichstrom-Reihenschlussmaschine, Verhalten am starren Netz, Drehzahlstellmethoden	
Transformator	Prinzipieller Aufbau, Modellbildung und Betriebsverhalten (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Lastkennlinien), Sängung, Verluste, Oberwellen, Einschaltverhalten, Leistung und Baugröße	Drehstromtransformatoren: prinzipielle Ausführungsformen, Schaltungen, unsymmetrische Belastung
Drehfeldmaschinen	Entstehung und Berechnung des Drehfeldes	
Asynchronmaschine	Prinzipieller Aufbau, Magnetkreis der ASM, Kurzschlussläufer, Schließringläufer ASM, Spannungseinduktion, Kraft und Momentenbildung, Maschinenmodell (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Stromortskurve), Energiebilanz, Drehzahl-Drehmomentkennlinie, Verhalten am starren Netz, Drehzahlstellmethoden, Stromortskurven	
Synchronmaschine	Prinzipieller Aufbau der Vollpol- und Schenkelpolmaschine, Magnetkreis der SM, Spannungseinduktion, Kraft und Momentenbildung, Maschinenmodell (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Stromortskurve), Betriebsarten, Lastkennlinie, Verhalten am starren Netz, Drehzahlstellung	
Betriebsbedingungen und Auswahl	Verluste, Erwärmung, Kühlung, Betriebsarten und Leistungsauswahl elektrischer Maschinen	Lebensdauer, Bauformen und Schutzart



Elektrische Maschinen – Lerninhalte und Kompetenzen

- Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen zum Aufbau, zur Wirkungsweise, zum Betriebsverhalten und zur Anwendung elektrischer Maschinen
- Vermittlung von Fähigkeiten zur Modellierung und Berechnung des magnetischen und elektrischen Verhaltens von elektrischen Maschinen
- Festigung des Wissens in den Übungen durch Modellierung und Berechnung des Betriebsverhaltens der wichtigsten elektrischen Maschinen

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Elektrische Maschinen – Charakterisierung des Niveaus

Der Modul „Elektrische Maschinen“ soll die wesentlichen Grundkenntnisse zum Aufbau, der Wirkungsweise und dem Betriebsverhalten von elektrischen Maschinen vermitteln. Unabhängig von der späteren Spezialisierung sollte jeder Elektrotechniker die Wirkmechanismen der üblichen elektrischen Maschinen beherrschen. Hierbei sollten weniger Detailkenntnisse, wie beispielsweise über spezielle Wicklungsausführungen oder transiente Vorgänge, vermittelt werden, sondern die Anwendung von allgemeingültigen Methoden zur Berechnung und Modellierung des Betriebsverhaltens, wie sie in den Grundlagen Elektrotechnik vermittelt werden (Zeigerdiagramm, Ortskurven), im Vordergrund stehen und die Ergebnisse physikalisch interpretiert werden. Es ist auf vorhandene Kenntnisse aus der Physik, den Grundlagen Elektrotechnik und der Technischen Mechanik aufzubauen und eine maschinenspezifische Denkweise zu vermitteln. Insbesondere für die Studenten einer energietechnischen Orientierung ist dieser Modul als Einstiegsveranstaltung für eine nachfolgende Spezialisierung zu sehen. Zur anschaulichen Vermittlung der theoretischen Zusammenhänge sollte ein Laborpraktikum zum Betriebsverhalten der grundlegenden elektrischen Maschinen (Gleichstrommaschine, Transformator Asynchronmaschine und Synchronmaschine) angeboten werden.

Elektrische Maschinen – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen für die Veranstaltung sind die Grundlagen der Elektrotechnik, die üblicherweise im Physikkurs behandelten Teile der Mechanik sowie diejenigen Teile der Mathematik, die in der Regel in den ersten beiden Semestern vermittelt werden (lineare Algebra, Differenzialgleichungen). Die Veranstaltung kann also frühestens im 3. Semester günstiger allerdings im 4. Semester platziert werden.



Technische Mechanik – Kerninhalte

	Notwendig	Empfehlenswert
Statik	Kraft und Moment, Schnittprinzip und Gleichgewicht, Schwerpunkt, Reibung, Prinzip der virtuellen Verrückung.	Fachwerk, Seil, Balken
Elastomechanik (Festigkeitslehre)	Spannung und Verformung, Zug, Torsion, Biegung	
Kinematik und Kinetik (Dynamik)	Trägheitsmoment, Punkt-, Starrkörper- und Relativbewegung, Prinzipien der Mechanik (d'Alembert, Hamilton, Lagrange), Schwingungen	Elektromechanische Analogiebeziehungen



Technische Mechanik – Lerninhalte und Kompetenzen

- Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen zu den Methoden der Technischen Mechanik
- Erläuterung des methodischen Vorgehens bei der Lösung einfacher Problemstellungen unter Nutzung der grundlegenden Prinzipien der Technischen Mechanik und bekannter Analogiebeziehungen zwischen elektrischen und mechanischen Systemen.
- Festigung des Wissens in den Übungen durch Modellierung und Berechnung einfacher technischer Systeme

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Technische Mechanik – Charakterisierung des Niveaus

Der Modul „Technische Mechanik“ soll die wesentlichen Grundkenntnisse zur Berechnung und Modellierung mechanischer Systeme vermitteln. Unabhängig von der späteren Spezialisierung sollte jeder Elektrotechniker die grundlegenden Methoden der technischen Mechanik als ingenieurtechnisches Handwerk beherrschen. Hierbei sollten weniger Detailkenntnisse, wie beispielsweise die Berechnung von komplexen Fachwerken, vermittelt werden, sondern die Anwendung von allgemeingültigen Methoden zur Berechnung und Modellierung von mechanischen Systemen im Vordergrund stehen. Ein wesentlicher Punkt sollte hierbei die Kinematik und Kinetik sein, da sich hier einerseits methodisch viele Parallelen zu elektrischen Systemen herstellen und andererseits wesentliche Grundlagen zur Dynamik technischer Systeme allgemeingültig vermitteln lassen. Das betrifft beispielsweise die Schwingungslehre und die Lagrange'sche Bewegungsgleichung. Insbesondere für die Studenten einer energietechnischen Orientierung ist dieser Modul als Grundlage für eine nachfolgende Spezialisierung zu sehen.

Technische Mechanik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen für die Veranstaltung sind die üblicherweise im Physikkurs behandelten Teile der Mechanik sowie diejenigen Teile der Mathematik, die in der Regel in den ersten beiden Semestern vermittelt werden (lineare Algebra, Differenzialgleichungen). Die Veranstaltung kann also frühestens im 3. Semester günstiger allerdings im 4. Semester platziert werden.



Regelungstechnik/Automatisierungstechnik – Kerninhalte - Überblick

Zeitkontinuierliche Systeme:

- Modellbildung
- Eigenschaften rückgekoppelter Systeme
- Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich
- Entwurf von Regelkreisen

Zeitdiskrete Systeme:

- Lineare zeitvariante Systeme
- Zeitdiskrete Signale

Zustandsdarstellung:

- Systembeschreibung und -analyse im Zustandsraum
- Regelung im Zustandsraum
- Einführung in die Systemidentifikation



Regelungstechnik/Automatisierungstechnik – Kerninhalte - Detaillierte Angaben

Modellbildung	Mathematische Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Systemen (Übertragungsglied, Strukturblock, Übertragungsfunktion, Linearisierung)
Eigenschaften rückgekoppelter Systeme	Einfluss von Parameteränderungen in der Regelstrecke, stationäres und transientes Verhalten, Auswirkungen von Störgrößen, Kenngrößen zur Beschreibung des Regelverhaltens, Gütekriterien und optimales Verhalten
Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich	Frequenzgang und Übertragungsfunktion, Bode-Diagramm, Stabilität von linearen Regelsystemen: absolute und relative Stabilität, Stabilitätsuntersuchungen im Frequenzbereich
Entwurf von Regelkreisen	Pi-, PD- und PID-Regler, Kaskadenregelung und Störgrößenaufschaltung, Mehrgrößen-Regelung
Lineare zeitinvariante Systeme	Differenzgleichungen, z-Transformation, Struktur von Abtastregelungen, Abtastung, Quantisierung, D/A- und A/D-Umsetzung, zeitdiskretes Modell der Abtastregelung eines zeitkontinuierlichen Systems, quasikontinuierliche Abtastregelungen, Parameteroptimierte Regelalgorithmen, Stabilität zeitdiskreter Systeme
Zeitdirekte Signale	Frequenzgang Übertragungsfunktion, digitale Berechnung von Spektren zeitkontinuierlicher Funktionen, diskrete Fourier-Transformation, Bandbegrenzte Signale und Systeme, Interpolation, Approximation, zeitdiskrete (digitale) Simulation zeitkontinuierlicher Systeme
Systembeschreibung und -analyse im Zustandsraum	Zustand und Zustandsvariable, Systemdynamik und lokale Übergangsfunktion zeitdiskreter und zeitkontinuierlicher Systeme, Auflösen der Zustandsgleichungen aus der Übertragungsfunktion, Regelungsnormalform, Beobachternormalform, Jordansche Normalform, äquivalentes zeitdiskretes Modell im Zustandsraum, Lösung der Zustandsgleichungen für lineare zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Systeme, Erreichbarkeit, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit linearer Systeme, Ähnliche Systeme, Zerlegung in Unterräume, Basistransformationsmatrix, minimale äquivalente Systeme.
Regelung im Zustandsraum	Struktur einer Zustandsregelung, Regelungs-synthese im Zustandsraum, Schätzung des Zustandsvektors, Kalman-Filter: Zustands-schätzung des gestörten Systems mit Rückführung.
Einführung in die Systemidentifikation	Adaptive Systemmodelle, Adaptionsalgorithmen, adaptiver Beobachter



Regelungstechnik/Automatisierungstechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Systemtheorie verstehen, die zur Beschreibung und Synthese rückgekoppelter Systeme erforderlichen mathematischen Methoden beherrschen und auf einfache Problemstellungen anwenden können.

Sie sollen in der Lage sein, die Modellbildung von einfachen Systemen auf Basis der physikalischen Gesetze durchzuführen, und die Beschreibung nichtlinearer System mittels Taylor-Reihen zu linearisieren. Die Studierenden sollen mit den grundsätzlichen Auswirkungen von Rückkopplungen in Systemen vertraut werden. Weiterhin soll die Synthese von zeitkontinuierlichen Regelungen sowie die Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Bodediagramms vermittelt werden. Darauf aufbauend sollen die Studierenden die Methoden zur Synthese zeitdiskreter Regelungen erlernen. Hierzu gehören sowohl quasikontinuierliche als auch parameteroptimierte zeitdiskrete Regelungen.

Weiterhin sollen die Studierenden in der Lage sein, die Zustandsgleichungen eines Systems aufzustellen und wesentliche Systemeigenschaften wie Steuerbarkeit, Erreichbarkeit, Beobachtbarkeit, stationäres Verhalten, dynamisches Verhalten und Stabilität aus den Zustandsgleichungen zu bestimmen. Sie sollen die Zustandsvektorrückführung für ein System entwerfen können, so dass ein vorgegebenes Systemverhalten erreicht wird. Außerdem sollen die Studierenden wesentliche Systemarchitekturen zur Zustandsvektorschätzung, wie Beobachter und Optimalfilter (Kalman-Filter), kennen und deren Dimensionierung beherrschen.

Die Studierenden sollen die Aufgabe der Systemidentifikation verstehen und erste grundlegende Methoden der Systemidentifikation beherrschen.

Ein abschließendes Lernziel ist es, dass die Studierenden die Grundlagen der Analyse zeitkontinuierlicher Signale und Systeme mittels Abtastung und zeitdiskreter (digitaler) Simulation verstehen.

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Regelungstechnik/Automatisierungstechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Die Veranstaltung ist zweisemestrig und sollte in den letzten beiden Semestern vor der Bachelor-Arbeit liegen. Die verschiedenen Transformationen (Laplace, Fourier, z-Transformation) sowie Grundlagen der Funktionentheorie und der Matrinalgebra müssen aus den mathematischen Grundlagenvorlesungen bekannt sein. Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung müssen zu Beginn des zweiten Vorlesungssemesters bekannt sein. Für die beispielhafte Anwendung systemtheoretischer Methoden zur Analyse und Regelung von Systemen sind grundlegende Kenntnisse über das Verhalten von elektrischen Maschinen vorteilhaft.



Einführung in die Hochfrequenztechnik – Kerninhalte – Überblick

Strom- und Spannungswellen auf Leitungen, Leistungswellen
 Zusammenhang zu Feldwellen, Skin-Effekt
 Reflexion von Wellen durch Impedanzen, Smith-Chart
 Impedanztransformation durch Leitungen und andere Bauelemente
 Reale Bauelemente
 Beschreibung linearer, zeitinvarianter Wellen-N-Tore durch Streuparameter
 Signalfussgraphen
 Übertragungsfunktionen, Leistungsgewinne, lineare Verzerrungen
 Filter, Koppler, Verstärker
 Elektronisches Rauschen
 Grundlagen Antennen
 Einführung in Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit



Einführung in die Hochfrequenztechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (1)

	Notwendig
Strom- und Spannungswellen auf Leitungen, Leistungswellen	Ersatzschaltbild längshomogener TEM-Wellenleiter; Telegraphengleichungen; Wellen als Lösungen; Normierte Leistungswellen als Eigenlösungen; Leistungsfluss
Zusammenhang zu Feldwellen, Skin-Effekt	Narrative Darstellung von verschiedenen Feldwellen auf Leitungen. Darstellung mit Simulationsprogrammen; Hinweis auf Wellentypen, bei denen keine eindeutige Spannung identifiziert werden kann; Hinweis auf Feldverdrängung bei hohen Frequenzen; Quantitative Beschreibung des Skin-Effekts ohne explizite Herleitung; Berechnung eines Ersatzwiderstandes in einfachen Fällen.
Reflexion von Wellen durch Impedanzen, Smith-Chart	Leitung plus Last; Komplexer Reflexionsfaktor; Transformation aus Impedanzebene in Reflexionsfaktorebene und umgekehrt, sowie aus Admittanzebene in Reflexionsfaktorebene und umgekehrt; Smith-Chart.
Impedanztransformation durch Leitungen und andere Bauelemente	Darstellung von Impedanztransformationen mit der Smith-Chart. Leitungstransformation; Anpassung durch ein oder zwei diskrete Bauelemente oder Leitungen.
Reale Bauelemente	Einfache Ersatzschaltbilder von Widerstandsbauelementen, Kondensatoren, Spulen, Ferritperlen.
Beschreibung linearer, zeitinvarianter Wellen-N-Tore durch Streuparameter	Schrittweisedefinition von Einport-, Zweiport-, N-Porten; Vektor-Matrix-Beschreibung durch Ströme und Spannungen; Vektor-Matrix-Beschreibungen durch normierte Leistungswellen. Charakterisierung von verlustlosen, reziproken, oder symmetrischen Mehrportern durch Streuparameter.
Signalfussgraphen	Systematische Erstellung von Signalfussgraphen für lineare zeitinvariante Systeme. Die Mason-Regel; Umwandlung von Signalfussgraphen.
Übertragungsfunktionen, Leistungsgewinne, lineare Verzerrungen	Definition von Übertragungsfunktionen und Übertragungsmatrizen; Verfügbarer Gewinn, Übertragungsgewinn, effektiver Leistungsgewinn, Einflügelungsgewinn und ihre Reziproke; Maße für lineare Verzerrungen; Kompressionspunkte, Intermodulation, Klirrfaktoren, Gruppenlaufzeit.
Filter, Koppler, Verstärker	Systematisches Design von verlustlosen Tiefpassfiltern des Pole-Null- und Tschaltyscheff-Typs. Dazu duale Hochpass-, Bandpass- und Bandsperrfilter; Streuparameterbeschreibung von Richtungsleitungen, Leitungsverzweigungen, Zirkulatoren, Richtkopplern; Verfügbarer Gewinn linearer Verstärker, Stabilitätskreise, Stabilisierung, Unilateralisierung, MSG, MAG, Mason-Gewinn;
Elektronisches Rauschen	Ursachen, Spektren; Rauschquellen, Korrelation von Rauschquellen, Rauschtemperatur; Rauschen in linearen Zweiportern; Rauschtemperatur, Rauschzahl; Rauschzahl ohmscher Dämpfungsglieder; Frisische Kettenrauschzahl.



Einführung in die Hochfrequenztechnik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben (2)

	Notwendig
Grundlagen Antennen	Narrative Einführung von Feldlinien um stromdurchflossene Leitungen; Dualität von Sendee- und Empfangsantenne; Beschreibung einiger grundlegender Antennentypen; Wichtige Parameter von Antennen
Einführung in Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit	Klassifizierung EMV vs. EMVU; Ohmsche, kapazitive und induktive gegenseitige Beeinflussung von Schaltungen und Schaltungsteilen; Gegenmaßnahmen; Schirmung; Maße zur Beschreibung der höchstzulässigen Belastung biologischen Gewebes durch Strahlung



Einführung in die Hochfrequenztechnik – Lerninhalte und Kompetenzen

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- grundlegende Eigenschaften wichtiger Komponenten von Hochfrequenzsystemen zu beschreiben und ihr Verhalten zur Dimensionierung von Schaltungen zu nutzen,
- grundlegende Methoden zur Analyse und zum Entwurf einfacher Hochfrequenzschaltungen und -systeme anzuwenden,
- die Gesetzmäßigkeiten der Hochfrequenztechnik anzuwenden, um die Grundbegriffe und wesentlichen Zusammenhänge der elektromagnetischen Verträglichkeit zu erklären, und in einfachen Fällen zur Optimierung von HF-Systemen zu nutzen.

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Einführung in die Hochfrequenztechnik – Charakterisierung des Niveaus

Mit Ausnahme der Gebiete, auf denen Feldtheorie benötigt würde, werden alle Zusammenhänge mathematisch exakt aus den Modellen hergeleitet. Entscheidungen, die der Anwender der Fertigkeiten und Kompetenzen fällt, sollen auf Grund systematischen Wissens um die mathematisch-physikalischen Zusammenhänge gefunden werden.

Einführung in die Hochfrequenztechnik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen:

- Höhere Mathematik I bis III
- Grundlagen der Elektrotechnik I, II
- physikalische Grundlagen zu elektromagnetischen Feldern
- Signale und Systeme
- elektronische Schaltungen einschl. Vierpolparameter

Die Einführung in die Hochfrequenztechnik ist typischerweise in das fünfte Fachsemester einzuordnen. Sie dient zur Einführung der wichtigsten Grundlagen für alle Elektrotechniker und Informationstechniker, während weiterführende Hochfrequenztechnikveranstaltungen für die Fachausbildung vorbehalten ist.



Optoelektronik – Kerninhalte – Überblick

Grundlagen der Optohalbleiter
Wechselwirkung Licht-Halbleiter
Optoelektronische Halbleiterbauelemente
Anwendungen in Nachrichtentechnik, Datenspeicherung, Messtechnik und Sensorik



Optoelektronik – Kerninhalte – Detaillierte Angaben

Grundlagen der Optohalbleiter	Direkte und indirekte Halbleiter, Verbindungshalbleiter, Halbleiterheterostrukturen und Mischkristalle, Gitteranpassung, Quantenstrukturen, Herstellertechnologie
Wechselwirkung Licht-Halbleiter	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	Leuchtdiode (LED), Laserdiode, Photodiode und Solarzelle, optische Verstärker und Modulatoren, mathematische Beschreibung der stationären und dynamischen Eigenschaften.
Anwendungen	Laser und Photodioden für die optische Nachrichtentechnik, Faserkopplung, Datenspeicherung (CD, DVD), Messtechnik (optische Übertragungsfunktion, OTDR, Spektralanalyse, optisches Radar), und Sensorik (Laserabsorptionsspektroskopie). Auslegung von Photovoltaikanlagen



Optoelektronik – Lerninhalte und Kompetenzen

In der Optoelektronik wird die Erzeugung, Verstärkung und Detektion von Licht mittels Halbleiterbauelementen behandelt. Die dafür erforderlichen Grundlagen optoelektronischer Halbleiter und darauf aufbauender Bauelemente stellen neben den zahlreichen Anwendungen Kerninhalte des Fachs dar.

Ziel entsprechender universitärer Lehrveranstaltungen ist es, sowohl ein Verständnis der zugrundeliegenden Halbleiterphysik und darauf aufbauender Halbleiterbauelemente, als auch deren Zusammenwirken mit anderen optischen und elektronischen Komponenten in Anwendungen und Systemen zu vermitteln. Ein Verständnis fundamentaler Zusammenhänge und Grenzen verschiedener Bauelementeparameter sowie anwendungsrelevanter Zielgrößen soll entwickelt werden. Die Vorlesung baut auf den grundlegenden Fächern Physik, elektronische Bauelemente und elektromagnetische Feldtheorie/Elektrodynamik auf.

Fachwissen und -kenntnisse	25 %
Fertigkeiten	35 %
Fachkompetenz	35 %
Personale Kompetenz	5 %



Optoelektronik – Charakterisierung des Niveaus

Das universitäre Niveau ergibt sich unmittelbar aus den anzustrebenden Fähigkeiten zum grundlegenden Verständnis der Halbleitermaterialien und -komponenten, Verfahren und Prinzipien.

W. Harth und H. Grothe: Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teubner, 1998
S. L. Chuang: Physics of Photonic Devices, John Wiley & Sons, 2009.
E. F. Schubert: Light-Emitting Diodes, Cambridge University Press, 2003

Optoelektronik – Voraussetzungen und Einordnung in den Studienverlauf

Voraussetzungen sind Grundkenntnisse der elektronischen Bauelemente und der elektromagnetischen Theorie, wie sie z. B. in Grundlagenvorlesungen "Elektrodynamik" vermittelt werden.

In der Regel ist die Veranstaltung so platziert, dass sie an Vorlesungen zu elektronischen Bauelementen anschließt.

