

Themenkatalog für ein universitäres Bachelors- Lehrprogramm in Elektrotechnik und Informationstechnik

Verfasst von Madhu Chandra et al, TU Chemnitz

Version: 06 vom 05.07.2020

In Weiterbildung:

- (i) **Vorspann und Formatierung**
- (ii) **Literatur-Hinweise**
- (iii) **Studieninhalte (Photonik, Hochfrequenztechnik, Elektrische Antriebe)**
- (iv) **Lernziele bestimmter Themengebiete.**

Mit Beiträgen von Kollegen:

Walter Anheier, Heyno Garbe, Romanus Dyczij-Edlinger, Andreas Schütze, Gerhard Rigoll, Hannes Töpfer, Jens-Rainer Ohm, Stephan Paschnike, Thomas Mussenbrock, Ralf Müller, Thilo Pionteck, Andreas Lindemann.

Zielsetzung: In diesem Fächerkatalog aufgeführt sind Themen für ein universitäres Lehrprogramm für Bachelors in Elektrotechnik und Informationstechnik.

Hinweise zur Struktur:

Die Inhalte dieses Fächerkatalogs richten sich nach dem im Fachqualifikationsrahmen ausgeführten Schema in den Abschnitten B-3., Struktur des Studiums und B-4., Fachlichkeit des Studiums – Studieninhalte. Die unten ausgeführten Themengebiete und ihre Studieninhalte sind somit in zwei Fachgebiete unterteilt:

Grundlagenfächer:

- **mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen** (Mathematik und Statistik, Naturwissenschaften: z. B. Technische Physik, Materialwissenschaften)
- **Grundlagen der ETIT** (Grundlagen der Elektrotechnik, Systemtheorie),
- **allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen** (z. B. Technische Mechanik, Werkstofftechnik, Ingenieurinformatik),
- **nicht-technische Grundlagen** (z. B. Sprachen, BWL, Arbeitswissenschaften, Innovations-, Technologie- und Patentmanagement, Normen, Recht, Ethik, Philosophie, Entrepreneurship)

Fachgebiete der ETIT:

- **Elektronik** (Halbleiterelektronik und Schaltungstechnik, Bauelemente, Mikroelektronik, Leistungselektronik, Optoelektronik, ...),
- **Energietechnik** (Netze, Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und Antriebe, erneuerbare Energien, ...),
- **Informationstechnik** (Signalverarbeitung, Digitaltechnik, Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik, Data Science, ...)
- **Systemtechnik** (Messtechnik, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Sensorik, Aktorik, Mikrosystemtechnik, biomedizinische Technik, Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion, ...)
- **Theoretische Elektrotechnik**

Die unten ausgeführten einzelnen Themengebiete sind wie folgt strukturiert:

Themengebiet: Name des Themengebiets
Lernziele und zu erzielende Kompetenzen

Konkretes, auf die spezifischen Themeninhalte bezogenes Fachwissen sowie Grundfertigkeiten.
Um das erzielte Lernniveau zu untermauern, wird auf Literatur hingewiesen.

Themenkomplexe/Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Themenkomplexe (Kerninhalte). Deren Einteilung in die ortsspezifischen Lehrgänge steht einer universitären Einrichtung frei	Spezifische Themeninhalte. Deren Einteilung in die ortsspezifischen Lehrgänge steht einer universitären Einrichtung frei

Kennzeichnungen innerhalb der Themengebiete

In diesem Fächerkatalog werden die Studieninhalte durch die folgende Farblegende gekennzeichnet:

Notwendig	wichtige Inhalte
wünschenswert	nicht zwingend nötig, aber signifikanter Mehrertrag
optional/ergänzend	nicht wissenschaftlich/veraltet/in naher Zukunft nicht mehr nötig
Wiederholung	bereits in anderem Themengebiet vorhanden

Themengebiet: Mathematik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Eigenständige Anwendung mathematischer Methoden auf Probleme in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung: Mathematische Formulierung des Problems, Lösbarkeitsabschätzung und Entwicklung einer Lösungsstrategie, Einschätzung und Verbesserung der Genauigkeit der Lösung.
2. Befähigung zur Einarbeitung in mathematische Methoden, deren Anwendung in der Ingenieurwissenschaft neuartig ist, sowie Adaption und Anwendung dieser.
3. Eigenständige Entwicklung und effiziente Formulierung neuer Methoden und Ansätze in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung sowie fundierter Nachweis ihrer Richtigkeit und Wirksamkeit.
4. Abstraktion, Generalisierung und Erweiterung bisheriger Ansätze und Erkenntnisse der Ingenieurwissenschaft.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. T. Arens, F. Hettlich., C. Karpfinger et al. , „Mathematik“ sowie „Grundwissen Mathematikstudium“
2. F. Wille, H. Haf, „Höhere Mathematik für Ingenieure“ [Wille]

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Allgemeine Grundlagen	
Zahlen, algebraische Strukturen	Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen, reelle Zahlen, komplexe Zahlen, Mengenlehre, Aussagenlogik
Grundlagen der Analysis	
Abbildungen und Funktionen auf Zahlenmengen	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	Zahlenfolgen, Funktionenfolgen, Häufungsstellen, punktweise und absolute Konvergenz, Stetigkeit, Zahlenreihen, Konvergenzkriterien, Cauchy-Reihe, harmonische Reihe, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz
Grundlagen der Differentialrechnung	Differentialrechnung einer reellen Variablen (Differenzierbarkeit, Mittelwertsatz, Differenzierungsregeln, Grenzwertprobleme, Extrema und Wendepunkte), numerische Verfahren: einseitiger und zentraler Differenzenquotient
Grundlagen der Integralrechnung	Flächeninhalte und Maße, Riemann- und Lebesgue-Integral, Integrale über reelle Funktionen, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Produktregel, Substitution, Integrale über rationale Funktionen, uneigentliche Integrale, numerische Verfahren: Trapezregel und Simpsonregel
Gewöhnliche Differentialgleichungen	Klassifizierung von Differentialgleichungen (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 Differentialgleichung), einfache numerische Lösungsverfahren, Konvergenzbedingungen

Grundlagen der linearen Algebra	
Vektorräume	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 -Räumen, Lineare Abhängigkeit, lineare Unabhängigkeit, Lineare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten, Spur, Eigenwerte und Eigenvektoren, Normalformen, Bilineare Abbildungen
Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung und analytische Geometrie	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
Grundlagen der Tensorrechnung	Indizierte Schreibweise, Kronecker-Delta und Epsilontensor, Einstein'sche Summenkonvention, Koordinatentransformation, Dualraum, ko- und kontravariante Tensoren, Grundlagen der Tensoranalysis: Differenzialoperatoren für Tensoren, Integration über Tensoren, Integralsätze
Integraltransformationen und Grundlagen der Funktionalanalysis	
Grundlagen der Funktionalanalysis	Banach-Raum, Definition Funktional, Neumann-Reihe, Raum der Grundfunktionen, Grundlagen der Distributionen, Rechenregeln für Distributionen, Heaviside- und Delta-Distribution, wichtige Anwendungen: unstetige Lösungen von DGlen, Beispiele aus der Physik (z.B. Punktladung)
Orthogonale Funktionensysteme	Inneres Produkt von Funktionen, Wichtige Beispiele orthogonaler Funktionensysteme (trigonometrische Funktionen und komplexe Exponentialfunktionen, Legendrepolynome, Besselfunktionen)
Integraltransformationen	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
Analysis mehrerer Variabler	
Funktionen mehrerer Variabler und Vektoranalysis	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 (Weg-, Flächen- und Volumenintegrale, Normalgebiete), Im : Zylinder- und Kugelkoordinatensystem, Umrechnung von Vektordifferentialoperatoren in allgemeine krummlinige Koordinatensysteme, Integralsätze: Gauß, Stokes, Green'sche Formeln
Differenzialgleichungssysteme	Reduzierung von linearen DGLen höherer Ordnung auf Systeme 1. Ordnung, analytische und einfache numerische Lösungsverfahren, Linearisierung nichtlinearer DGL-Systeme , Stabilität von DGL-Systemen
Partielle Differenzialgleichungen	Lineare partielle DGLen, Klassifikation von partiellen DGLen, Randwertprobleme, wichtige partielle DGLn aus Physik und Technik, Beispiele für die Entstehung ausgewählter partieller DGLen aus der Vektoranalysis (z.B. Wellengleichung, Wärmeleitungsgleichung), Beispiele für Verträglichkeit und Unverträglichkeit von RB, Dirichlet-Problem, Lösungsverfahren für PDGLen: Separationsansatz, Charakteristikenverfahren, Green'sche Funktion, wichtige numerische Verfahren: Finite-Differenzen, Momentenmethode, mathematische Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM)
Grundlagen der Optimierung	Extrema von Funktionen mehrerer Variabler, Nebenbedingungen, lineare Optimierung (Simplex-Algorithmus), Euler-Lagrange-Gleichung, Lagrange-Multiplikatoren, Grundlagen der Variationsrechnung, numerische Verfahren für Optimierungen mit Nebenbedingungen
Funktionentheorie	
Grundlagen komplexer Funktionen	Holomorphe Funktionen, Differenziation und Integration über komplexe Funktionen
Grundlagen der Analysis komplexer Funktionen	Cauchy-Riemann'sche Differenzialgleichungen, Singularitäten, Cauchy'scher Integralsatz, Laurent-Reihen, Residuensatz und Anwendungen (u.a. auf Fouriertransformation), konforme Abbildungen (u.a. Möbiustransformation)
Stochastik	
Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik	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

Diskrete Mathematik	
Grundlagen der Graphentheorie	Einführung in die Graphentheorie: Knoten und Kanten, gerichtete und ungerichtete Graphen, Dreiecksungleichung, Satz von Dirac, Bäume, ausgewählte Algorithmen, Einführung in die Kombinatorik

Themengebiet: Physik und Werkstoffe	
Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausnutzung physikalischer Zusammenhänge und technologischer Verfahren für die Entwicklung neuer elektronischer Komponenten. 2. Fähigkeit zum fachlichen Austausch mit Wissenschaftlern aus angrenzenden Fachgebieten. 	
Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. C. Gerthsen, D. Meschede, „Gerthsen Physik“ [Gerthsen] 2. H. Hofmann, J. Spinder, “Werkstoffe in der Elektrotechnik : Grundlagen - Struktur - Eigenschaften - Prüfung - Anwendung - Technologie”, 8. Auflage, HanserVerlag, 2018, ISBN 9783446458536 [Hofmann] 3. P.W. Atkins, J. de Paula, „Physikalische Chemie“ [Atkins] 	
Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Mechanik des Massenpunktes und des starren Körpers	Grundlagen der Kinematik, Einführung in die Newton'sche Mechanik, Grundlagen der Relativistischen Mechanik
Mechanik deformierbarer Körper	Elastisches Verhalten kubischer und isotroper Werkstoffe, Spannungs- und Dehnungstensor, Viskoplastizität , Härte, Sprödigkeit, Prüfmethode für Werkstoffeigenschaften
Strömungen in Gasen und Flüssigkeiten	Laminarströmung, Bernoulli-Gleichung, 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-Welle, Schallwellen, Torsionswellen, Beugung und Interferenz
Freie Elektronen und Ionen	Gasentladungen, Stoßionisation, Plasma
Optik	Geometrische Optik, Brechungsgesetz, Totalreflexion, Linsen und Hohlspiegel, Optische Abbildung, Chromatische Dispersion, Polarisation, Fermat'sches Prinzip, Auflösungsvermögen optischer Instrumente
Atomaufbau und Quantentheorie	Bohr'sches Atommodell, Teilchen und Wellen (Photonen, Elektronen), Doppelspaltversuch, Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung , Teilchen im Potentialtopf, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator
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, Kondensatormaterialien	Polarisationsmechanismen, dielektrische Verluste, komplexe Dielektrizitätszahl, Dielektrizitätsmatrix , Kondensatortypen, Verluste, Ersatzschaltbilder, Elektrolytkondensator, Langevin-Funktion, neue Kondensatortechnologien, Supercaps
Ferroelektrische Keramiken, Piezo-Materialien	-Grundprinzip der ferroelektrischen Ordnung, Weiss'sche Bezirke, Hysteresekurve, Curie-Temperatur, Anwendung der Keramiken für Kondensatoren, Piezoelektrische Eigenschaften, Anwendungen als Energiewandler , Koppelungstensor, Schwingquarz
Magnetische Materialien	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 , Magnetostriktion

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
Grundlagen der Festkörperphysik	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	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, Polarisierung von Elektroden im Elektrolyten, Batterien, Akkus, Brennstoffzellen, Elektrolytische Korrosion

- **Grundlagen der ETIT** (Grundlagen der Elektrotechnik, Systemtheorie)

Themengebiet: Allgemeine Elektrotechnik/Grundlagen der Elektrotechnik	
Lernziele und zu erzielende Kompetenzen	
Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden. 2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung. 3. Eigenständige Modellierung und Berechnung des Verhaltens von Baugruppen und elektrischen Netzwerken in der Forschung 	
Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Helmut Haase; Heyno Garbe; Hendrik Gerth: Grundlagen der Elektrotechnik, Schöneworth; , Hannover; 2004, ISBN 978-3-9808805-5-8 2. M. Albach, „Grundlagen der Elektrotechnik 1 und Grundlagen der Elektrotechnik 2“, Pearson Studium, ISBN 978-3-86894-081- 3. L.-P. Schmidt, G. Schaller, S. Martius, „Grundlagen der Elektrotechnik 3“, Pearson Studium, ISBN 978-3-8273-7107-2 	
Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Grundlagen und Grundbegriffe der Elektrizitätslehre	Ladung, Potenzial, elektrisches Feld, Strom, Spannung
Elektrische Netzwerke bei Gleichstrom	Widerstand und Leitwert, Ohm'sches Gesetz, Strom- und Spannungsquellen, Kirchhoff'sche Sätze, Knotenspannungsanalyse, Maschenstromanalyse, Superpositionsprinzip, Zweipoltheorie, Energie, Leistung, Wirkungsgrad, Grundlagen elektrischer Messtechnik

Grundlagen der Elektrostatik	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	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	Faraday'sches Induktionsgesetz, Ruhe- und Bewegungsinduktion, Selbstinduktivität und Gegeninduktivität, Wirbelströme, Stromverdrängung
Energie und Kräfte im magnetischen Feld	Magnetische Energie und -dichte, Ummagnetisierungsverluste, Lorentzkraft, Ampere'sches Kraftgesetz, Kräfte auf Grenzflächen, Grundlagen der Gleichstrommaschine
Berechnung linearer Netzwerke bei sinusförmiger Erregung	Netzwerke bei sinusförmiger Erregung im Zeitbereich, Berechnung von Wechselstromkreisen über die komplexe Ebene, topologisches Zeigerdiagramm, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Frequenzkennlinien, Ortskurven, Maschen- und Schnittmengengleichungen, Maschenimpedanz-, Schnittmengenadmittanz- und Knotenadmittanzverfahren, Vierpoltheorie
Grundlagen spezieller Bauelemente, Baugruppen und Schaltungen der Wechselstromtechnik	Reale passive Bauelemente, Resonanz und Schwingkreise, Hoch- und Tiefpass, Wechselstrommessbrücken, aktive Bauelemente und elektronische Grundsaltungen (Diode, Transistor, Operationsverstärkerschaltungen, Gyrator), Transformator, Dreileitersystem, Drehfeld und Drehfeldmaschinen
Berechnung elektrischer Stromkreise bei nichtsinusförmiger Erregung	Fourierreihen, Fourier- und Laplacetransformation, Berechnung des Systemverhaltens, Impulsantwort, Sprungantwort und Übertragungsfunktion, Duhamelsches Integral, Ausgleichsvorgänge in linearen zeitinvarianten Systemen
Elektrothermische Energiewandlungsvorgänge in Gleichstromkreisen	Grundgesetze der Erwärmung und des Wärmeaustauschs, Erwärmungs- und Abkühlungsvorgang, Anwendungsbeispiele

Themengebiet: Signale und Systeme

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Eigenständige mathematische Beschreibung und Analyse von physikalischen und technischen Systemen hinsichtlich Dynamik und Stabilität.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. J. Lygeros, Ramponi, "Lecture Notes on Linear System Theory. Automatic Control Laboratory", ETH Zurich
2. R. Unbehauen, "Systemtheorie: eine Einführung für Ingenieure"

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Signale und Transformation	Signaloperationen und -Eigenschaften, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale, Energie und Leistung
Fourier- und Laplace-Transformation (Aspekte dieses Themenkomplexes sind auch in Mathematik vorhanden)	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	Definition und Einteilung, LTI/LSI-Systeme, kontinuierliche, diskrete, analoge, digitale Systeme, kausale und nichtkausale Systeme, gedächtnisbehaftete und -lose Systeme, elementare Signalverarbeitung
Zeitkontinuierliche LTI Systeme	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
zeitdiskrete Signale und Systeme	Delta-Impulskamm, Abtasttheorem, abgetastete vs. zeitdiskrete Signale, zeitdiskrete Fourier-Transformation und zugehörige Sätze, z-Transformation, Lösung von Differenzgleichungen, Entwurfsgrundlagen für digitale Filter
Stochastische Signale im Zeitbereich	Begriffe, Prozesse, Stationarität, Ergodizität, Verteilungsfunktion, Verteilungsdichtefunktion, Momente, Erwartungswerte, Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen, diskrete Zufallsprozesse
Einfluss linearer Systeme auf Zufallssignale Stochastische Signale im Frequenzbereich	Autokorrelationsfunktion am Systemausgang, Kreuzkorrelationsfunktion zwischen Ein- und Ausgang (Wiener-Lee-Beziehungen), spektrale Leistungsdichte am Systemausgang, Kreuzspektrum zwischen Ein- und Ausgang, Wiener Filter Definition der spektralen Leistungsdichte (Wiener-Khintchine-Theorem), Parsevalsches Theorem, Weißes Rauschen, spektrale Leistungsdichte diskreter Zufallsprozesse

- **allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen** (z. B. Technische Mechanik, Werkstofftechnik, Ingenieurinformatik),

Themengebiet: Informatik	
Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden. 2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung. 	
Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. P. Pepper, „Grundlagen der Informatik“, 2. Auflage 2018, Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2018, ISBN 9783486789409 	
Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Formale Konzepte der Informatik	Mengen und Relationen, Abbildungen, Graphen, Objektbegriff, Rechenstrukturen (Algebren), Kombinatorik, Komplexität, Formale Beschreibungssprachen (XML) Parallelität
Algorithmen und Datenstrukturen	Zeiger, Funktionen, einfache Datenstrukturen (einfach und doppelt verkettete Listen, Bäume, Arrays, Records, Queues, Stacks), Algorithmusbegriff, Beschreibung von Algorithmen, Iteration und Rekursion, Suchalgorithmen, Sortieralgorithmen, Algorithmen auf Graphen, Numerische Algorithmen, Komplexität von Algorithmen
Programmierpraktikum	Grundlagen und Umgang mit Hilfsmitteln zur Programmerstellung (Editor, Bibliotheken, Compiler, Linker, Lader, IDE, Debugger), Programmwurfmethodik, Praktische Umsetzung von Programmieraufgaben am Beispiel einer objektorientierten Hochsprache, (z.B. C++ oder Java): Zeichenformatierungen, Ein- und Ausgabe, Datenstrukturen, Arrays und Zeigern, Funktionen, Funktionenzeigern, Objekten, Listen, iterativen Algorithmen (z.B. einfache Suchalgorithmen, Reihenentwicklungen), rekursiven Algorithmen (u.a. und Sortieralgorithmen, Vier-Damen-Problem), geeigneten Testprogrammen für Algorithmen,

	Modularisierung und Anwendungsschnittstellen (API) Modularisierung und Anwendungsschnittstellen (API)
--	---

Themengebiet: Technische Mechanik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Eigenständige Modellierung und Simulation von (elektro-)mechanischen Anordnungen und Problemstellungen in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung und Entwicklung.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. F. Mestemacher, „Grundkurs Technische Mechanik“ [Mestemacher]

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Statik	Kraft und Moment , Schnittprinzip und Gleichgewicht, Schwerpunkt, Lagerungsarten: Fest- und Loslager, Führungen, feste Einspannung, statische Bestimmtheit, Kraft- und Biegemomentenverlauf, Prinzip der virtuellen Verrückung, Fachwerk , Seil, Balken, Reibung, Seilreibung
Eleastomechanik (Festigkeitslehre)	Mechanische Spannung und Verformung, Spannungs-Dehnungsdiagramm , Elastizitäts- und Schubmodul, thermische Dehnung, Beanspruchungsarten: Zug/Druck, Scherung, Balkenbiegungstheorie, Flächenträgheitsmoment, Stabilität: Euler'sche Knickfälle, Torsion, einfache statisch überbestimmte Systeme

Kinematik und Kinetik (Dynamik)	Punkt-, Starrkörper- und Relativbewegung, Rotation, Schwerpunktsatz, Drehimpulssatz, Trägheitsmoment, kinetische und potentielle Energie, reduziertes Trägheitsmoment, Zwangsbedingungen, Prinzipien der Mechanik (Newton, d'Alembert, Hamilton , Lagrange), Viel-Massensysteme, Systeme mit mehreren Freiheitsgraden , Schwingungen
--	--

- **nicht-technische Grundlagen** (z. B. Sprachen, BWL, Arbeitswissenschaften, Innovations-, Technologie- und Patentmanagement, Normen, Recht, Ethik, Philosophie, Entrepreneurship)

Fachgebiete der ETIT:

- **Elektronik** (Schaltungstechnik, Bauelemente, Mikroelektronik, Leistungselektronik, Optoelektronik, ...),

Themengebiet: Photonik (in Weiterbearbeitung)

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Kenntnisse zur Funktion und Beschreibung von Bauelementen sowie Fähigkeit zur Analyse und Dimensionierung von Schaltungen
4. Erwerb praktischer Fertigkeiten zur Bestimmung von Bauelemente- und Schaltungseigenschaften

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. E. Hecht, "Optik", 7. Auflage, De Gruyter 2018, ISBN 9783110526653
2. B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley -Interscience 2007, ISBN 9780471358329

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Grundlagen der Optohalbleiter	Direkte und indirekte Halbleiter, Verbindungshalbleiter, Halbleiterheterostrukturen und Mischkristalle, Gitteranpassung, Quantenstrukturen, Herstelltechnologie
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, Fotodiode und Solarzelle, optische Verstärker und Modulatoren, mathematische Beschreibung der stationären und dynamischen Eigenschaften.

Anwendungen	Laser und Fotodioden für die optische Nachrichtentechnik, Faserkopplung, Grundlagen optischer Übertragungssysteme, Messtechnik (optische Übertragungsfunktion, OTDR, Spektralanalyse, optisches Radar), und Sensorik (Laserabsorptionsspektroskopie). Auslegung von Photovoltaikanlagen.

Themengebiet: Halbleiterelektronik und Schaltungstechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Erwerb von Kenntnissen zu den Eigenschaften diskreter und integrierter Bauelemente sowie ihrer Nutzung
4. Verständnis komplexer Zusammenhänge zwischen den Bauelementen, deren Herstellung und Applikation

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. L. Stiny, "Aktive elektronische Bauelemente : Aufbau, Struktur, Wirkungsweise, Eigenschaften und praktischer Einsatz diskreter und integrierter Halbleiter-Bauteile", 3. Auflage 2016, Springer Vieweg, ISBN 978365814387

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Grundlagen der Halbleiterphysik	Bändermodell, Löcherkonzept, direkte und indirekte Halbleiter, Eigen- und Störstellenleitung, Drift, Diffusion, Ladungsträgertransport, Beweglichkeit, thermodynamisches Gleichgewicht, Generation und Rekombination, Ausgleichsvorgänge, Bilanzgleichungen, Ladungsträgerlebensdauer, Diffusionslänge

Halbleitertechnologie	Grundlagen der Waferherstellung, Dotierung, Isolation und Kontaktierung
Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen	Halbleiterdioden: pn- und Schottky-Diode, Zenerdiode, Kapazitätsdiode, Kennlinien, Durchbrucheffekte, 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 Optoelektronische Bauelemente: Wechselwirkung Licht-Materie, Leuchtdiode, Photodiode, Laserdiode
Grundbegriffe elektrischer Netze	Topologie, Graphen, Kirchhoffsche Regeln , Überlagerungssatz , Reziprozität, Quellen , Ersatzschaltbilder
Passive Zweipole	Widerstände , Kondensatoren , Spulen , magnetische Bauelemente
Eintore	Modellierung und mathematische Beschreibung, Eigenschaften, lineare Eintore , Widerstandsgerade , nichtlineare Eintore, Dioden, Diodenschaltungen und Arbeitspunkteinstellung, lineare Quellen, Grundsaltungen, Reihen- und Parallelschaltung
Zweitore	Mathematische Beschreibung durch Impedanz-, Admittanz, Hybrid- und Kettenmatrizen, T- und Pi-Ersatzschaltung, Eigenschaften, gesteuerte Quellen, Reihen-, Parallel- und Kettenschaltung, Betriebsverhalten
Zweitorschaltungen	Transistoren: Modellierung von Bipolartransistor und Feldeffekttransistor, Ersatzschaltbilder, Vierpolparameter, Grundsaltungen, Arbeitspunkteinstellung, Kleinsignalansteuerung Operationsverstärker: 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	Inverter, Schmitt-Trigger, Gatter, Speicherschaltungen, Multivibratoren, Zeitverhalten

- **Energietechnik** (Netze, Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und Antriebe, erneuerbare Energien, ...),

Themengebiet: Energietechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Beherrschung der technischen Eigenschaften der Leistungsbaulemente und der leistungselektronischen Grundschaltungen
4. Erwerb von Kenntnissen zum Aufbau des Elektroenergiesystems, Betrachtung von Betriebsmitteln aus der Sicht der praktischen Anforderungen und des konstruktiven Aufbaus, grundsätzliche Berechnungsverfahren für technische Parameter

1. **Literatur als spezifische Hinweise** auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. J. Lutz, H. Schlangenotto, U. Scheuermann, „Halbleiter-Leistungsbaulemente ; Physik, Eigenschaften, Zuverlässigkeit“
2. D. Schröder, „Leistungselektronische Baulemente“

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Aufgaben und Bedeutung der Elektrischen Energieversorgung	Geschichtlicher Überblick , Primärenergieträger, Regenerative Energien, Eigenschaften elektrischer Energie
Aufbau der Elektrischen Energieversorgung	Aufbau der elektrischen Energieversorgung, Aufgaben einer zukünftigen Energieversorgung
Energieumwandlung in Kraftwerken	Energiequellen und Energievorräte, Kraftwerksarten
Elektrizitätswirtschaft	Investitions- und Kostenrechnung, Gestehungskosten elektrischer Energie, wirtschaftliche Energieversorgung

Das Drehstromsystem	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 Energiewandlung	Grundgesetze, Spannungsinduktion, Leistungsbilanz, Drehmoment, Grundformen elektrischer Maschinen
Elektrische Energieversorgungsnetze	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	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 Grundschaltungen: (Gleichrichter, Hoch- und Tiefsetzsteller, Stromrichter, ein- und dreiphasiger Wechselrichter): Aufbau, Funktionsweise, Lösung der DGLen für Strom und Spannung, Bauteilbelastung, Herleitung Steuerkennlinien

Themengebiet: Elektrische Maschinen (In Weiterbearbeitung)

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Erwerb von Kenntnissen zu Aufbau, Wirkungsweise, stationärem Betriebsverhalten und mathematischer Beschreibung elektromagnetischer Energiewandler.
4. Befähigung zum experimentellen Arbeiten an elektromagnetischen Energiewandlern.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. A. Binder, „Elektrische Maschinen und Antriebe, [Lehrbuch] Grundlagen, Betriebsverhalten“ [Binder]
2. G. Müller, „Grundlagen elektrischer Maschinen“ [Müller]
3. D. Schröder, „Elektrische Antriebe“ [Schröder]

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Magnetkreise	Berechnung von Fluss, magnetischer Spannung, Durchflutung und magnetischem Widerstand, verwendete Magnetkreismaterialien und deren Eigenschaften, Verlustmechanismen, Leistungsaufteilung, Kraft und Drehmoment
Gleichstrommaschine	Prinzipieller Aufbau, Magnetkreis der GM, Kommutatorwicklung, Wendepol- und Kompensationswicklung, Ankerrückwirkung, Spannungsinduktion, Kraft- und Momentenbildung, Ersatzschaltbild, Gleichstrom-Nebenschluss- und Gleichstrom-Reihenschlussmaschine, Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie, Drehzahlstellmethoden
Transformator	Prinzipieller Aufbau, Modellbildung und Betriebsverhalten (Ersatzschaltbild, Zeigerdiagramm, Lastkennlinien), Sättigung, Verluste, Oberwellen, Einschaltverhalten, Leistung und Baugröße
Drehfeldmaschinen	Entstehung und Berechnung des Drehfeldes, Raumzeigerdarstellung
Asynchronmaschine	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	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	Verluste, Erwärmung, Kühlung, Betriebsarten, einfache Regelkreise mit elektrischen Maschinen, und Leistungsauswahl elektrischer Maschinen

- **Informationstechnik** (Signalverarbeitung, Digitaltechnik, Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik, Data Science, ...)


Themengebiet: Digitaltechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Erwerb von Kenntnissen zum Entwurf und zur Beschreibung einfacher digitaler Systeme und deren Funktionsweise.
4. Erwerb von Grundkenntnissen für Hardware/Programmierung mit dem Ziel, Rechner/Mikrocontroller in Applikationen einsetzen zu können.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. W. Gehrke, M. Winzker, K. Urbanski, R. Woitowitz, „Digitaltechnik : Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller“, 7. Auflage 2016, Springer Vieweg, ISBN 9783662497302
2. K. Fricke, „Digitaltechnik : Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker“, 8. Auflage 2018, Springer Vieweg, ISBN 3658210656

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Digitaltechnik	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
 Rechnerarchitektur und -organisation	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	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	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‘
Programmier-Praktikum Eingebettete Systeme	Grundlagen und Umgang mit Hilfsmitteln zur Programmerstellung (Editor, Bibliotheken, Compiler, Linker, Lader, IDE, Debugger), Praktische Umsetzung von Programmieraufgaben auf einem Mikrocontroller in C oder Assembler, z.B.: sequenzielle Abläufe, Schleifen, Ein-/Ausgabe über Schnittstellen (z.B. SPI, UART), Timer- und extern gesteuerte Interrupts, Datenzugriff über DMA-Controller

Themengebiet: Einführung in die Hochfrequenztechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Erwerb grundlegender Kenntnisse der HF-Technik und ihrer Beziehung zur Photonik.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. David M. Pozar, "Microwave Engineering" [Pozar]
2. Zinke, Brunswig, "Hochfrequenztechnik 1" [Zin]

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
--	----------------------------------

Strom- und Spannungswellen auf Leitungen, Leistungswellen	Ersatzschaltbild längshomogener TEM-Wellenleiter, Telegraphengleichungen , Wellen als Lösungen, normierte Leistungswellen als Eigenlösungen, Leistungsbilanz, Entwurf verschiedener Streifenleitungen mit CAD-Tools
Zusammenhang zu Feldwellen, Skineffekt	Feldwellen auf Leitungen, Wellentypen, bei denen keine eindeutige Spannung identifiziert werden kann, Feldverdrängung bei hohen Frequenzen, Berechnung eines Ersatzwiderstandes in einfachen Fällen
Reflexion von Wellen durch Impedanzen, Smith-Chart	Belastete Leitungen, komplexer Reflexionsfaktor, Transformationen: Impedanzebene/Admittanzebene und Reflexionsfaktorebene, Smith-Diagramm
Impedanztransformation durch Leitungen und andere Bauelemente	Darstellung von Impedanztransformationen mit Smith-Diagramm. Leitungstransformation, Anpassung durch diskrete Bauelemente oder Leitungen
Reale Bauelemente	Einfache Ersatzschaltbilder von realen Bauelementen: Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Ferritperlen
Beschreibung linearer, zeitinvarianter Wellen-N-Tore durch Streuparameter	Schnittstellendefinition von Eintoren und N-Toren, Matrix-Beschreibung durch Ströme und Spannungen, Matrix-Beschreibungen durch normierte Leistungswellen, Charakterisierung von verlustlosen, reziproken und symmetrischen N-Toren durch Streuparameter
Signalflussgraphen	Systematische Erstellung von Signalflussgraphen für lineare zeitinvariante Systeme, Mason-Regel, Umwandlung von Signalflussgraphen
Übertragungsfunktion, Leistungsgewinne, lineare Verzerrungen	Definition von Übertragungsfunktionen und Übertragungsmatrizen; Verfügbarer Gewinn, Übertragungsgewinn, effektiver Leistungsgewinn, Einfügungsgewinn und ihre Reziprokwerte; Maße für Lineare Verzerrungen: Kompressionspunkte, Interceptpunkte, Klirrfaktoren, Gruppenlaufzeit
Filter, Koppler, Verstärker	Systematisches Design von verlustlosen Tiefpassfiltern des Potenz- und Tschebyscheff-Typs. Dazu duale Hochpass-, Bandpass- und Bandsperrenfilter; 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 Zweitoren; Rauschzahl, Friis'sche Kettenrauschzahl
Grundlagen Antennen	Narrative Einführung von Feldlinien um stromdurchflossene Leitungen; Dualität von Sende- 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
---	---

Themengebiet: Nachrichtentechnik	
<p>Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden. 2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung. 3. Grundlegende Kenntnisse über das Funktionsprinzip und die Leistungsparameter moderner elektronischer Kommunikationstechnologien. <p>Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. D. Kammeyer: Nachrichtenübertragung [Kammeyer] 2. H.D. Lüke, "Signalübertragung" [Lüke] 3. J.G. Proakis: Digital Communications [Proakis] 	
Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Grundbegriffe der Nachrichten- und Informationstechnik	Quellen, Kanäle (AWGN, idealisierte und reale Kanalmodelle), 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 (nicht unbedingt geeignet für Bachelor-Studium)
Darstellung von analogen Quellensignalen	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, Takt- und Trägersynchronisation
Kommunikationsnetze und Protokolle	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

- **Systemtechnik** (Messtechnik, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Sensorik, Aktorik, Mikrosystemtechnik, biomedizinische Technik, Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion, ...)

Themengebiet: Regelungstechnik/Automatisierungstechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten zur Analyse und zum Entwurf von linearen kontinuierlichen und diskreten Regelungssystemen.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. J. Lunze, „Regelungstechnik 1/2: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen“
2. K. Reinisch, „Analyse und Synthese kontinuierlicher Steuerungssysteme“
3. O. Fölliger, „Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung“

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Modellbildung	Mathematische Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Systemen (Übertragungsglied, Strukturbild, Übertragungsfunktion, Linearisierung)
Eigenschaften rückgekoppelter Systeme	Einfluss von Parameteränderungen in der Regelstrecke, stationäres und transientes Verhalten, Stabilität von linearen Regelsystemen, Stabilitätsuntersuchungen im Frequenzbereich, Auswirkungen von Störgrößen
Entwurf von Regelkreisen	Kenngrößen zur Beschreibung des Regelverhaltens, Gütekriterien und optimales Verhalten, PI-, PD- und PID-Regler, Kaskadenregelung und Störgrößenaufschaltung, Mehrgrößen-Regelung
Zeitinvariante diskrete Systeme	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, zeitdiskretes Modell der Abtastregelung eines zeitkontinuierlichen Systems, quasikontinuierliche Abtastregelungen, Parameteroptimierte Regelalgorithmen, Stabilität zeitdiskreter Systeme
Systembeschreibung und -analyse im Zustandsraum	Zustand und Zustandsvariable, Systemdynamik und lokale Übergangsfunktion zeitdiskreter und zeitkontinuierlicher Systeme, Aufstellen der Zustandsgleichungen aus der Übertragungsfunktion, Regelungsnormalform, Beobachternormalform, Jordan'sche 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, Regelungssynthese im Zustandsraum, Schätzung des Zustandsvektors, Kalman-Filter: Zustandsschätzung des gestörten Systems mit Rückführung

Einführung in die Systemidentifikation	Adaptive Systemmodelle, Adaptionsalgorithmen, adaptiver Beobachter

Themengebiet: Messtechnik und Sensoren	
Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden. 2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung. 3. Eigenständiges Entwerfen, Modellieren und Simulieren/Berechnen von elektrischen Messsystemen in Forschung und Entwicklung. 	
Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. E. Schrüfer, „Elektrische Messtechnik“ 2. R. Lerch, „Elektrische Messtechnik“ 	
Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
	Elektrische Messtechnik
Grundlagen der Messtechnik	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 Klassengenauigkeit, Garantiefehlergrenze, Fehlerfortpflanzung der systematischen und zufälligen Fehler, maximal möglicher Fehler, GUM
Analoge Messinstrumente	Drehspulinstrument, Dreheiseninstrument, Messbereichserweiterung, Vielfachmessinstrument, Ersatzschaltbild für Strom- und Spannungsmessgerät, Differentialgleichung und Übertragungsfunktion eines elektromechanischen Messgerätes
Messen von Strom und Spannung	Mittelwert, Effektivwert, Scheitelwert, Gleichrichtwert, Diodengleichrichter, Thermoumformer, Gleichstrom/Wechselstrom-Komparator, Normalelement, Spannungs- und Stromkompensator
Leistungsmessung	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	Strom- und spannungsrichtige Messung bzw. Spannungs- und Stromfehler-Schaltung, Vergleich mit Referenzwiderstand, Leistungsmessung, Konstantstromspeisung bzw. 4-Leiter-Messung, Wheatstone-Messbrücke, spannungs- und stromgespeiste Messbrücke, Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Thomson-Messbrücke
Messung von Blindwiderständen	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	Unbelastete und belastete Teiler, reine und gemischte Teiler, frequenzunabhängige RC-Teiler, Tastkopf bzw. Taster bei einem Oszilloskop, Strom- und Spannungswandler, Strom- und Spannungsfehler, Fehlerwinkel
Oszilloskop	Elektronenstrahlröhre, Baugruppen und Wirkungsweise, Betriebsmodi, Abtast- bzw. Sampling-Oszilloskop, Echtzeit- und Äquivalenzzeit- (sequentielle/getriggerte und zufällige) Abtastung
Gegengekoppelte OP-Verstärker	Operationsverstärker , Vierpol-Ersatzschaltbild, Offset-Spannung, Offset-Strom, Biasstrom, Offsetdrift, Gegenkopplung, Grundsaltungen 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, Präzisionsgleichrichter analoge Regler

Zeit- und Frequenzmessung	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	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
Elektrische Sensoren	
Einführung in die Sensorik	Messkette, statisches und dynamisches Verhalten, Korrektur des dynamischen Fehlers, Messeffekte, Linearisierung von Kennlinien
Messen magnetischer Größen	Hall-Sensor, Rogowski-Spirale, Magnetometer, Feldplatten, Kernresonanz-Magnetfeldmessung
Messen mechanischer Größen	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	Gleichspannungsgenerator, Induktions-Drehzahlaufnehmer, magnetischer und fotoelektrischer Aufnehmer
Temperatur-Messung	Widerstandsaufnehmer, Thermoelement, pn-Übergang, Quarz-Thermometer
Optische Sensoren	Optische Messgrößen, äußerer Fotoeffekt, Sperrschicht-Fotoeffekt, Fotodiode, Fototransistor, Fotowiderstand

Themengebiet: Mikro- und Feingerätetechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.

3. Erwerb von Kenntnissen über Funktion, Gestaltung und Dimensionierung von typischen mechanischen und elektrischen Komponenten.
4. Entwickeln von Fähigkeiten und Fertigkeiten zum funktions- und fertigungsgerechten Entwerfen und Darstellen in der Elektrotechnik.

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. W. Krause, "Grundlagen Der Konstruktion: Elektronik - Elektrotechnik - Feinwerktechnik - Mechatronik", 9. Auflage, Hanser-Verlag, 2012
2. U. Mescheder, "Mikrosystemtechnik: Konzepte und Anwendungen", 2. Auflage, Verlag Vieweg + Teubner, 2004

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Produktspektrum der Elektrotechnik	Informations-, Stoff- und Energiefluss, Prinzipien und Applikationen in der Mikrotechnik
Grundlagen der mechanischen Fertigung	Trennen, Umformen, Urformen, Fügen
Technische Darstellung	Technisches Darstellen mechanischer und elektrischer Komponenten, Vorzugszahlen, Toleranzen und Passungen, Temperatureinfluss, Toleranzketten, Rauheiten
Leiterplatten	Entwurf, Herstellung, Bestückung, Kontaktierung, Prüfung
Grundlagen der Beanspruchung und Beanspruchbarkeit	Grundlagen der technischen Mechanik , thermische, elektrische und chemische Beanspruchung

- **Theoretische Elektrotechnik**

Themengebiet: Theoretische Elektrotechnik

Erwerb der Kompetenzen und Fertigkeiten zum Einsatz in Forschung und Entwicklung für Industrie und Wissenschaft:

1. Erlernen mathematisch-analytischer Methoden zur Modellierung, Analyse und Simulation zum Entwurf elektrotechnischer Anwendungen und Systeme sowie die Themengebiete übergreifenden Fertigkeiten, die durch Absolvieren des Themengebiets herausgebildet werden.
2. Eigenständige Entwicklung, Implementierung und Überprüfung von Algorithmen zur Anwendung auf Problemstellungen in der Forschung.
3. Fertigkeiten für die Modellierung und Simulation von elektromagnetischen Anordnungen und Problemstellungen in der Forschung

Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:

1. W. Mathis, A. Reibiger, „Küpfmüller Theoretische Elektrotechnik“
2. G. Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie, 8. Auflage, Springer, 2018
3. E. J. Rothwell and M.J. Cloud, Electromagnetics, 2nd ed., CRC Press, 2009.
4. Andrew Zangwill Modern Electrodynamics
5. Heino Henke Elektromagnetische Felder
6. David Griffiths Elektrodynamik
7. J. D. Jackson, „Klassische Elektrodynamik“

Themenkomplexe/ Kerninhalte	Spezifische Themeninhalte
Mathematische Grundlagen	Koordinatensysteme, Differentialoperatoren, Gradienten-, Wirbel- und Quellenfelder, Integralsätze
Elektrostatik und stationäres Strömungsfeld	Elektrische Feldstärke und Verschiebungsflussdichte, elektrische Stromdichte, Gaußscher Satz der Elektrostatik, Skalarpotential, Laplace- und Poisson-Gleichung, Green'sche Funktion, Materialgleichungen, Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen, elektrischer Dipol
Magnetostatik	Magnetische Feldstärke und Flussdichte, Biot-Savart'sches Gesetz, Stokes'scher Satz, Vektorpotential, Laplace- und Poisson-Gleichung,

	Materialgleichung, Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen, magnetischer Dipol
Quasistationäre Felder	Kontinuitätsgleichung, erste und zweite Maxwell'sche Gleichung, Induktionsgesetz für unbeschleunigt bewegte Materie, magnetische Feldenergie, Feld- und Stromverdrängung in relevanten Leitergeometrien, Skineneffekt, Eindringtiefe
Ergänzung der Maxwell'schen Gleichungen, Elektrodynamik	Die vollständigen Maxwell'schen Gleichungen, Wellengleichung für elektromagnetische Felder und für Skalar- und Vektor-Potential, Coulomb- und Lorenz-Eichung
Ausbreitung von Wellen in Vakuum und Materie	Retardiertes Potential, Dämpfung, Polarisierung, Wellenwiderstand, Reflexion und Brechung elektromagnetischer Wellen, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Dispersion, Diffusionsgleichung und Stromverdrängung, Hertz'scher Dipol, Fresnel'sche Gleichungen
Elektromagnetische Kräfte und Energieumwandlung	Poynting'scher Satz, Coulomb- und Lorentzkraft, Maxwell'scher Spannungstensor
Einführung in die Leitungstheorie	Ersatzschaltbilder und Telegraphengleichung für verlustlose und verlustbehaftete Leitungen, stationäre Vorgänge bei sinusförmiger Erregung, Ausgleichsvorgänge, Reflexion am Leitungsende, Anpassung
Spezielle Wahl-Themen (als Anregung)	Einführung in Nichtlinearitäten in Elektrotechnik und ihre Anwendungen