

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) **Sudieninhalte (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 Fächerkatlog 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 Themenkomplexe (Kerninhalte). Deren Einteilung in die ortsspezifischen Lehrgänge steht einer universitären Einrichtung frei | Spezifische Themeninhalte 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 \mathbb{R}^3 -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 \mathbb{R}^n (Weg-, Flächen- und Volumenintegrale, Normalgebiete), Im \mathbb{R}^3 : 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, 3. HanserVerlag, 2018, ISBN 9783446458536 [Hofmann] 4. 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, Polarisierung, 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 Kondensatorstechnologien, 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 (Hysterese, 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, Polarisation 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 | |
| <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. Eigenständige Modellierung und Berechnung des Verhaltens von Baugruppen und elektrischen Netzwerken in der Forschung <p>Literatur als spezifische Hinweise auf die zu erzielende fachliche Tiefe beziehungsweise das notwendige Lernniveau:</p> <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 Polarisierung, 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 Grundschaltungen (Diode, Transistor, Operationsverstärkerschaltungen, Gyrtor), 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: | |
| 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: | |
| 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), Programmwurfsmethodik, 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: | |
| <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 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: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 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 Weiterbildung)

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 Opto Halbleiter | 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: | |
| <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. 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: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 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 Grundsaltungen
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 Demultiplexer, Vergleicher), Realisierung elementarer arithmetischer Operatoren (Volladdierer, Ripple-Carry Addierer), Speicherelemente (Latches und Flipflops), Schaltwerke, (Schiebe-)Register, Automaten (Mealy, Moore), grundlegende Entwurfsverfahren |
| [aschle1]_[c2] Rechnerarchitektur und – | 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 |

| | |
|---|---|
| organisation | 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, Friissche 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, Kollisionauflösung), 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: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 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 | Kenngößen 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. Tasteriler 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, Grundschaltungen des nichtinvertierenden Spannungsverstärker (u/u- und u/i-Verstärker) und des invertierender Stromverstärker (i/u- und i/i-Verstärker), Anwendungen des Spannungs- und Strom-Verstärkers, analoge Rechenschaltungen wie Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer, Dividierer, Differenzierer, Integrierer, Logarithmierer, Präzisionsgleichrichter analoge Regler |

| | |
|----------------------------------|--|
| Zeit- und Frequenzmessung | 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, Polarisation, 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 |