



Kerncurriculum Fachoberschule



Elektrotechnik

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
<https://kultusministerium.hessen.de>

Verantwortlich: Christopher Textor

Stand: 1. Auflage, November 2022

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europaparlament. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhaltsverzeichnis

1 Die Fachoberschule.....	5
1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule	5
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums	5
2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen	7
2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule	7
2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule	8
2.3 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung	9
2.4 Kompetenz-Strukturmodell	10
2.4.1 Einführende Erläuterungen	10
2.4.2 Kompetenzbereiche	11
2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)	14
3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	17
3.1 Einführende Erläuterungen	17
3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts	17
3.3 Themenfelder.....	21
3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder	21
3.3.2 Übersicht über die Themenfelder.....	22
3.3.2.1 Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder bei einem modularen Angebot der Schwerpunkte Bautechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, Maschinenbautechnik und Wirtschaft	23
3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I	25
11.1 Gleichstromkreise (Pflicht-Themenfeld).....	25
11.2 Schaltungen mit Widerständen (Pflicht-Themenfeld)	27
11.3 Messtechnik (Pflicht-Themenfeld)	29
11.4 Lern- und Arbeitsmethoden (Pflicht-Themenfeld).....	31
11.5 Digitaltechnik (Wahlpflicht-Themenfeld)	33
11.6 Steuerungs- und Automatisierungstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld)	34
11.7 Installationsschaltungen (Wahlpflicht-Themenfeld)	35
11.8 Energieerzeugung und -verteilung (Wahlpflicht-Themenfeld).....	37
3.3.4 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B	39
12.1 Gleichstromnetzanalyse (Pflicht-Themenfeld)	39
12.2 Wechselstromtechnik (Pflicht-Themenfeld)	40
12.3 Projekt (Pflicht-Themenfeld)	42
12.4 Elektronik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)	44
12.5 Drehstrom (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)	45
12.6 Elektrisches und magnetisches Feld (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar).....	46

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.7	Leistungselektronik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)	48
12.8	Programmiertechnik (Wahlpflicht-Themenfeld)	50
12.9	Elektrische Antriebe (Wahlpflicht-Themenfeld).....	51
12.10	Steuerungstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld).....	52
12.11	Vernetzte IT-Systeme (Wahlpflicht-Themenfeld).....	53
12.12	Angewandte Mathematik (Wahlpflicht-Themenfeld)	54
12.13	Gebäudeautomatisierung (Wahlpflicht-Themenfeld)	55

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

1 Die Fachoberschule

1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule

Das Ziel der Fachoberschule ist die Fachhochschulreife als studienqualifizierender Abschluss, der zur Aufnahme eines Studiums an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften oder eines gestuften Studiengangs an einer hessischen Universität berechtigt.

Eine Besonderheit der Fachoberschule ist ihre Gliederung nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten. Sie wird in zwei Organisationsformen angeboten: Form A (zweijährig) und Form B (einjährig).

Die **Organisationsform A** ist in die Ausbildungsabschnitte I und II unterteilt. Ein besonderes Merkmal stellt die Verzahnung von Theorie und Praxis in Ausbildungsabschnitt I dar: Mit Eintritt in die Fachoberschule wählen die Lernenden ihren Neigungen und Stärken entsprechend eine berufliche Fachrichtung oder einen beruflichen Schwerpunkt. Sie absolvieren ein einjähriges, gelenktes Praktikum, das einschlägig ist, also der gewählten Fachrichtung oder dem gewählten Schwerpunkt zugeordnet werden kann; im fachtheoretischen Unterricht erworbenes Wissen sowie im gelenkten Praktikum erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten sollen vernetzt werden.

Neben den allgemein bildenden Fächern erweitern die fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterrichtsfächer den Fächerkanon der Sekundarstufe I. Die Lernenden knüpfen an die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen an und werden im Ausbildungsabschnitt I an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt. Damit wird eine fundierte Ausgangsbasis für den Unterricht in Ausbildungsabschnitt II geschaffen.

Somit stellt die Organisationsform A für die Lernenden ein wichtiges Bindeglied zwischen dem stärker angeleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem eigenverantwortlichen Weiterlernen, wie es mit der Aufnahme eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist, dar.

Die **Organisationsform B** baut auf einer einschlägigen abgeschlossenen Berufsausbildung auf. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen erhalten die Lernenden die Möglichkeit, auf den in der Berufsausbildung erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufzubauen, sie zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Basierend auf dem Bildungs- und Erziehungsauftrag laut §§ 2 und 3 Hessisches Schulgesetz (HSchG) formuliert das Kerncurriculum für die Fachoberschule Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Abschlussprüfung. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar.

Das Kerncurriculum ist in zweifacher Hinsicht anschlussfähig: Zum einen wird für die Organisationsform A die im Kerncurriculum der Sekundarstufe I umgesetzte Kompetenzorientierung in Anlage und Aufbau konsequent weitergeführt. Darüber hinaus baut das Kerncurriculum, bezogen auf die Organisationsform B, auf den in der dualen Ausbildung geltenden Rahmenlehrplänen auf.

Das auf den Erwerb von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit seinen curricularen Festlegungen gliedert sich in folgende Strukturelemente:

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen (Kapitel 2): In diesem Kapitel werden das Bildungsverständnis der Fachoberschule (Kapitel 2.1) und die didaktischen Grundlagen in der Fachoberschule (Kapitel 2.2) beschrieben. Der Beitrag des Faches, der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts zur Bildung (Kapitel 2.3) spiegelt sich in den Kompetenzbereichen, den Bildungsstandards sowie der Struktur der Fachinhalte und den Themenfeldern wider (Kapitel 2.4 und 3).

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Kapitel 3): Bildungsstandards weisen die Leistungserwartungen an das fachbezogene Wissen und Können der Lernenden am Ende der Fachoberschule aus. Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer bzw. die Nutzung von Wissen für die Bewältigung persönlicher sowie gesellschaftlicher Herausforderungen.

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und exemplarischen Lerninhalten und Themen sowie mit deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils spezifischer Kompetenzen, in der Regel aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen gefördert werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in Form von Themenfeldern ausgewiesen (Kapitel 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder und ihrer Inhalte finden sich im Kapitel 3.3.1 sowie innerhalb der Ausführungen zu jedem Themenfeld.

Die Relevanz eines Themenfelds wird in einem einführenden Text skizziert und begründet. Für die Kompetenzentwicklung werden Schwerpunktsetzungen aufgezeigt. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches, um einen systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen

2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule

Die Fachhochschulreife bescheinigt eine vertiefte allgemeine Bildung in Verbindung mit berufsbezogenen fachtheoretischen Kenntnissen sowie fachpraktischen Fertigkeiten.

In Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR) wird im Kerncurriculum zwischen den beiden Kompetenzbereichen Fachkompetenz (Wissen und Fertigkeiten) und personaler Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstständigkeit) unterschieden.

Die weiterführende Qualifikation auf diesen beiden Ebenen ist auf den Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz gerichtet. Handlungskompetenz wird verstanden als die individuelle Bereitschaft und Befähigung, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz¹. Methodenkompetenz wird als Querschnittsaufgabe verstanden.

Im Unterricht der Fachoberschule geht es somit nicht um die Vermittlung isolierter Kenntnisse und Fertigkeiten; vielmehr sollen die Fähigkeit und die Bereitschaft zu fachlich fundiertem und zu verantwortlichem Handeln sowie die berufliche und persönliche Entwicklung (Fachkompetenz – personale Kompetenz) gefördert werden.

Fachkompetenz bedeutet, dass Absolventinnen und Absolventen der Fachoberschule über vertieftes allgemeines Wissen, über fachtheoretisches Wissen sowie über ein breites Spektrum kognitiver und praktischer Fertigkeiten verfügen. Dies ermöglicht eine selbstständige Aufgabenbearbeitung und Problemlösung, die Beurteilung von Arbeitsergebnissen und -prozessen sowie das Aufzeigen von Handlungsalternativen und Wechselwirkungen. Die Lernenden werden somit in die Lage versetzt, Transferleistungen zu erbringen.

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der Fachoberschule ein Studium oder eine Berufsausbildung anstreben und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich bewältigen wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu, denn nur in der Verknüpfung mit personaler Kompetenz kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Lehrkräfte, dass Lernende ihre personale Kompetenz im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten, fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sowie in beruflichen Zusammenhängen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessen geleitete sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung.

In **beiden Organisationsformen** der Fachoberschule sollen die Lernenden dazu befähigt werden, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der persönlichen und gesellschaftlichen Zukunft zu stellen und Orientierung gebende Antworten zu finden. Zudem werden Grundlagen für die Wahrnehmung sozialer und ökologischer Verantwortung sowie für demokratische und ökonomische Partizipation geschaffen. Die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Lernenden, lernstrategische und grundlegende fachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die Fähigkeit, das eigene Denken

¹ Bund-Länder Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (Hrsg.): Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen. Struktur-Zuordnung-Verfahren-Zuständigkeiten. S. 13 ff. Berlin 2013; https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2013/131202_DQR-Handbuch__M3_.pdf

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

und Handeln zu reflektieren, sollen erweitert werden. Den Lernenden wird ermöglicht, die Lernangebote in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. Ein breites, gut organisiertes und vernetztes sowie in verschiedenen Situationen erprobtes Orientierungswissen hilft den Lernenden dabei, sich unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen sowie ein Leben in der digitalisierten Welt zu gestalten.

In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende und überprüfbare Bildungsstandards reduziert. Vielmehr sollen die Lernenden befähigt werden, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst, kritisch, forschend und kreativ ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern. Dabei gilt es in besonderem Maße, die Potenziale der Lernenden zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit sie als junge Erwachsene selbstbewusst, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihren individuellen Bildungs- und Berufsweg treffen können. Gleichermaßen bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen und sozialen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse; den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft, Umwelt und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden.

2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule

Aus dem Bildungs- und Erziehungsauftrag leiten sich die didaktischen Aufgaben der Fachoberschule ab, die sich in den Aktivitäten der Lernenden widerspiegeln:

Die Lernenden

- setzen sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Fragestellungen auseinander,
- nutzen wissenschaftlich basierte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen,
- reflektieren kritisch Inhalte und Methoden sowie Erkenntnisse und bewerten diese,
- sind in der Lage, in kommunikativen Prozessen einen Perspektivwechsel vorzunehmen.

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden somit unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Die im Folgenden aufgeführten Modi der Welterschließung sind eigenständig, können einander nicht ersetzen und folgen keiner Hierarchie:

- kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (z. B. Mathematik, Naturwissenschaften, Technik)
- ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (z. B. Sprache, Literatur, Gestaltung, Sport)
- normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (z. B. Politik, Wirtschaft, Recht, Gesundheit, Soziales, Ökologie)
- Begegnung und Auseinandersetzung mit existenziellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (z. B. Religion, Ethik, Philosophie)

Lehr-Lern-Prozesse eröffnen den Lernenden so Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit.

Unterstützt durch lernstrategische sowie sprachensible Lernangebote bilden diese vier Modi des Lernens die Grundstruktur der allgemeinen und beruflichen Bildung. Sie geben damit einen Orientierungsrahmen für den Unterricht in der Fachoberschule.

Die Bildungsstandards (Kapitel 3.2), die mit Abschluss der Fachoberschule zu erreichen sind, gründen auf diesem Bildungsverständnis und dienen als Grundlage für die Abschlussprüfung. Mit deren

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und damit auch ihre Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen nutzen können.

In der Realisierung eines diesem Verständnis folgenden Bildungsanspruchs verbinden sich zum einen Erwartungen der Schule an die Lernenden, zum anderen aber auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommen die Aufgaben zu,

- die Lernenden darin zu unterstützen, sich die Welt aktiv und selbstbestimmt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen Modi der Welterschließung zu beschäftigen,
- den Lernenden mit Respekt, Geduld und Offenheit zu begegnen und sie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt im globalen Wandel mit Herausforderungen angemessen umgehen zu lernen, Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung und Digitalisierung, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität sowie diversifizierten Formen der Lebensgestaltung und dem Streben nach einer nachhaltigen Lebensführung, und darüber hinaus kultureller Vielfalt und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen und damit soziale Verantwortung zu übernehmen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Aufgaben der Lernenden sind,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen, dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen, das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen, Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren sowie sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an transparenten Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue und anspruchsvolle Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn sich Lernende mit herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösungen bedingen, auseinandersetzen und wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmenbedingungen Ziele zu setzen und damit aktiv an der Gestaltung des Unterrichts mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie grundlegendes wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erlernen und erproben können.

Es bedarf einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekanntes Wissens und in der die Suche nach Verständnis bestärkt und die Selbstreflexion gefördert wird. Zudem sollen die Formen des Unterrichts Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung ermöglichen, aber auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen.

2.3 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung

Die Elektrotechnik ist eine Ingenieurwissenschaft, die sich mit der Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme befasst, die Bestandteil fast aller technischen Systeme in Wis-

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

senschaft, Wirtschaft und Lebensalltag sind. Sie ist Grundlage vieler Industrie- und Handwerksberufe und hat vielfältige Bezüge zu natur- und technikwissenschaftlichen Disziplinen, u. a. Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik. Im Mittelpunkt steht dabei die konstruktive Auseinandersetzung mit grundlegenden elektrotechnischen Zusammenhängen.

Der Schwerpunkt Elektrotechnik in der Fachoberschule befasst sich mit der kognitiv-instrumentellen Modellierung der Welt. Er beschäftigt sich mit der empirisch erfassbaren, in formalen Strukturen beschreibbaren und durch Technik gestaltbaren Wirklichkeit und verbindet das analytische Denken der Fächer Mathematik und Physik mit dem konstruktiven Vorgehen der Ingenieurwissenschaften. In begrenzten Bereichen ermöglicht er den Lernenden Einblick in Forschungs- und Entwicklungsprozesse.

Die Ausformulierung der Bildungsstandards sowie die Auswahl der Themenfelder und der Unterrichtsinhalte orientieren sich im Schwerpunkt Elektrotechnik vor allem an der Vermittlung eines strukturierten Wissens mit Theorie- und Praxisbezug. Dabei steht eine ingenieurwissenschaftliche Herangehensweise zur Lösung technischer Anforderungen im Vordergrund. Die Modellbildung, die sich daraus ergebende Entwicklung praxisorientierter Konzepte und die Orientierung an Leitideen erlangen hierbei eine besondere Bedeutung.

In den einzelnen Themenfeldern werden grundlegende Lernbereiche hervorgehoben, um einen wesentlichen Einblick in die Elektrotechnik zu bieten und ein elektrotechnisches Orientierungswissen zu ermöglichen.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext, z. B. die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem, erfordern auch eine fächerverbindende Befassung (z. B. mit den Fächern Deutsch, Englisch, Politik und Wirtschaft, Religion/Ethik). Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen fundierten Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, um sich kritisch mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft auseinanderzusetzen.

2.4 Kompetenz-Strukturmodell

2.4.1 Einführende Erläuterungen

Das Kompetenz-Strukturmodell für die Fächer, Fachrichtungen und Schwerpunkte der Fachoberschule verknüpft Kompetenzbereiche und Leitideen auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus.

Kompetenzbereiche (allgemeine fachliche Kompetenzen) konkretisieren die wesentlichen Handlungsebenen. Sie beschreiben kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zwar fachspezifisch geprägt, aber nicht an spezielle Inhalte gebunden sind. Sie können von den Lernenden allerdings nur in der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten Fachinhalten erworben werden. Die allgemeinen fachlichen Kompetenzen können sich in jedem einzelnen Inhalt manifestieren.

Leitideen beschreiben die wesentlichen inhaltlichen Ebenen. Sie reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und In-

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

halte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster immer wiederkehren. Die Leitideen erfassen die Phänomene bzw. Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Fachs, der Fachrichtung oder des Schwerpunkts erkennbar sind.

Die Bewältigung von Handlungs- und Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, berufsspezifischem Wissen (Aufbau und Vernetzung nach Leitideen) und Fertigkeiten (gegliedert in Bildungsstandards). Insofern sind die in der Fachoberschule verbindlichen Inhalte im Sinne der Kompetenzbereiche und Leitideen immer im Kontext und in Verbindung mit den Kompetenzniveaus zu sehen.

Kompetenzniveaus beschreiben Niveaustufen der Anforderungen zum Erwerb einer Handlungskompetenz. Sie erlauben somit eine differenzierte Beschreibung des kognitiven Anspruchs der erwarteten Kenntnisse und Fähigkeiten, sowohl innerhalb der Kompetenzbereiche als auch innerhalb der Leitideen.

Das vorliegende Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung in die drei Bereiche (Kompetenzbereiche, Leitideen und Kompetenzniveaus) ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich.

2.4.2 Kompetenzbereiche

Die in Kapitel 3 aufgeführten Bildungsstandards beschreiben kognitive Dispositionen für erfolgreiche und verantwortliche Denkopoperationen und Handlungen zur Bewältigung von Anforderungen in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten der Fachoberschule.

Die in den Kompetenzbereichen erfassten wesentlichen Aspekte dieser Denkopoperationen und Handlungen sind jedoch nicht an spezielle Inhalte gebunden. Sie lassen sich nicht scharf voneinander abgrenzen und durchdringen sich teilweise.

Die Bildungsstandards sind in die folgenden Kompetenzbereiche gegliedert:

K1: Kommunizieren und Kooperieren

K2: Analysieren und Interpretieren

K3: Entwickeln und Modellieren

K4: Entscheiden und Implementieren

K5: Reflektieren und Beurteilen

Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Kommunikation ist der Austausch und die Vermittlung von Informationen durch mündliche, schriftliche oder symbolische Verständigung unter Verwendung von Fachsprache. Mithilfe von Texten, normgerechten Zeichnungen, Tabellen, Diagrammen, Symbolen und anderen spezifischen Kennzeichnungen tauschen sich die Lernenden nicht nur untereinander, sondern auch mit den Lehrkräften über Fachinhalte aus und bringen sich aktiv in Diskussionen ein. Eigene Beiträge werden unter Verwendung adäquater Medien präsentiert. Bei der Dokumentation von Problemlösungen und Projekten können sie selbstständig fachlich korrekte und sinnvoll strukturierte Texte verfassen, normgerechte Zeichnungen erstellen sowie Skizzen, Tabellen, Kennlinien oder Diagramme verwenden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Im Schwerpunkt Elektrotechnik erfolgt Kommunikation u. a. mithilfe von Schaltplänen, Blockschaltbildern, Kenndaten, Kennlinien, Diagrammen und Programmcodes. Die Lernenden verwenden diese, um elektrotechnische und programmtechnische Sachverhalte darzustellen und zu beschreiben.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Problemlösung und für eine gelingende Projektarbeit. Die Lernenden vereinbaren gemeinsam Ziele, verständigen sich über die Arbeitsaufteilung und Zuständigkeiten, definieren Schnittstellen und planen Termine. Sie übernehmen für den eigenen Bereich und das gesamte Projekt oder die Untersuchung Verantwortung, halten sich an Absprachen, unterstützen sich gegenseitig, arbeiten effektiv in angemessener Atmosphäre zusammen und lösen etwaige Konflikte respektvoll und sachbezogen.

Analysieren und Interpretieren (K2)

Fachliche Zusammenhänge, die angemessen erfasst und kommuniziert wurden, sind systematisch in Teilaspekte zu zerlegen und entsprechend einer angemessenen Fachsystematik zu durchdringen. Dann ist es möglich, Beziehungen, Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen sowie Ergebnisse zu interpretieren.

Im Schwerpunkt Elektrotechnik analysieren und interpretieren die Lernenden Gleichstromnetze, Wechselstromschaltungen und die angewandte Digitaltechnik, die Prinzipien der Steuerungs- und Regelungstechnik sowie programmiertechnische Aufgabenstellungen und Lösungsansätze.

Entwickeln und Modellieren (K3)

Dieser Kompetenzbereich umfasst die Reduktion komplexer realer Verhältnisse auf vereinfachte Abbildungen, Prinzipien und wesentliche Einflussfaktoren. Hierzu gehören sowohl das Konstruieren passender Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten vorgegebener Modelle. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen vorhandener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in Modelle und das Interpretieren der Modellergebnisse im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit.

Entwickeln und Modellieren erfolgen unter Anwendung spezifischer Theorien und führen zum Verständnis komplexer Sachverhalte sowie zur Entwicklung von Strukturen und Systemen, die als Ersatzsysteme fungieren und die Realität in eingeschränkter, aber dafür überschaubarer Weise abbilden. Im Modellierungsprozess entwickeln die Lernenden Modelle, die wesentliche Elemente der Problemlösung beinhalten und in Prinzipien und Systembetrachtungen zum Ausdruck kommen.

Im Schwerpunkt Elektrotechnik entwickeln und modellieren die Lernenden Ersatzdarstellungen, die das Verhalten im Zeit- oder Frequenzbereich beschreiben: Ersatzdarstellungen für Strom- bzw. Spannungsquellen, Ersatzschaltbilder, Verstärkungs- und Dämpfungersatzbilder, Ersatzdarstellungen für Steuerungen und Regelungen, logische Grundschaltungen und Programmcode.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Entscheiden und Begründen (K4)

Die Lernenden entscheiden sich mit Bezug auf fachliche Kriterien für einen Problemlösungsansatz und begründen in diesem Kontext Strukturen, Zusammenhänge und Prozessabläufe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben.

Im Schwerpunkt Elektrotechnik entscheiden sich die Lernenden ausgehend von ihren erworbenen elektrotechnischen Kenntnissen, Qualifikationen, Methoden und Strategien für die konkrete Implementierung eines Lösungsansatzes in Real- oder Simulationssysteme.

Dazu wählen sie Geräte, Bauteile und Baugruppen, Schaltungen, Messwerte, Energie- und Signalflüsse sowie Programmabläufe in der Elektrotechnik werden dazu in unterschiedlichen und angemessenen Formen aus, visualisieren sie und bereiten sie medial auf. Die Lernenden entscheiden sich für geeignete Darstellungsformen zur Veranschaulichung und erstellen technische Zeichnungen, grafische Modelle, Schaltpläne, Diagramme, Tabellen oder verbale Beschreibungen. Sie testen die Implementierung in Realsystemen, Simulationsschaltungen oder Simulationsprogrammen im Hinblick auf ihre Funktions- und Einsatzfähigkeit.

Reflektieren und Beurteilen (K5)

Die Lernenden reflektieren nach vorgegebenen oder selbst gewählten Kriterien Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede sowie Vor- und Nachteile von Arbeitsergebnissen. Sie stellen Problemlösungen in angemessener Weise dar. In einer Begründung sichern sie die gegebenen Aussagen oder Sachverhalte fachlich fundiert durch rational nachvollziehbare Argumente, Belege oder Beispiele ab und beurteilen ihre gefundenen Lösungsansätze.

Die Lernenden können unter Verwendung elektrotechnischer und programmiertechnischer Kriterien ein Versuchsergebnis oder eine Problemlösung beurteilen, Querbezüge und Analogien zwischen Sachverhalten der Elektrotechnik und der Elektronik sowie den sie umgebenden Bedingungen von Gesellschaft und Umwelt herstellen, sich kritisch mit gesellschaftlichen Entwicklungen auseinandersetzen sowie alternative Konzepte entwickeln und beurteilen. Der Aufbau kognitiver Strukturen ermöglicht es ihnen schließlich auch, vorhandenes elektrotechnisches und elektronisches Wissen mit angrenzenden Themen der Informatik, der Mechatronik und der Maschinenbautechnik zu verknüpfen.

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der Fachoberschule und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts. Es sind Unterrichtsvorhaben, die mehrere Themenfelder und/oder allgemein bildende Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen integrieren.

Es gilt, die Kompetenzbereiche der allgemein bildenden sowie der fachrichtungs- und schwerpunktbezogenen Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben (vgl. § 6 Abs. 4 HSchG) zu berücksichtigen. So können Synergieeffekte gefunden und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Auf diese Weise lassen sich komplexe Beziehungen und Verknüpfungen und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen entwickeln und fördern. Zudem können im

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterricht Themen und Fragestellungen aus der Perspektive anderer Fächer aufgegriffen werden. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)

Die Fachinhalte sind in Themenfelder und Inhalte strukturiert und basieren auf Leitideen. Leitideen beschreiben themenverbindende, übergeordnete Regeln, Prinzipien und Erklärungsmuster, um vielfältige fachliche Sachverhalte sinnvoll einordnen und vernetzen zu können. Sie erleichtern einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive. Mit ihrer Hilfe sind die Lernenden in der Lage, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen. Sie bieten den Lernenden eine Orientierung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen. Insgesamt sollen die Leitideen im Unterricht transparent und präsent sein, um ein tragfähiges Gerüst für Wissensnetze aufbauen und bereitstellen zu können.

Die Inhalte des Schwerpunkts Elektrotechnik basieren auf folgenden grundlegenden Leitideen:

- L1: Energietechnische Systeme
- L2: Informationstechnische Systeme
- L3: Analoge Signalverarbeitung
- L4: Digitale Signalverarbeitung
- L5: Elektrische Messtechnik
- L6: Umwelt und Gesellschaft

Energietechnische Systeme (L1)

Die elektrische Energietechnik ist das Fachgebiet innerhalb der Elektrotechnik, das sich mit Stromerzeugung, Umwandlung, Speicherung, Weiterleitung in elektrischen Netzen sowie Nutzung von elektrischer Energie beschäftigt. Die Abgrenzung zu anderen Gebieten der Elektrotechnik ist dadurch gegeben, dass in der Energietechnik in der Regel mit höheren Spannungen und Strömen gearbeitet wird, um große bis sehr große Leistungen (Kilo- bis Gigawatt) zu übertragen.

Zum Zweck der Energieversorgung werden verschiedene Arten von Primärenergie (z. B. Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Kohle, Gas, Uran) zunächst in elektrische Energie umgewandelt, um als solche gespeichert und verteilt zu werden. Die Wandlung der elektrischen Energie in die eigentliche Nutzenergie (z. B. Licht, Wärme, Kälte, Bewegung) erfolgt im Allgemeinen sowohl örtlich als auch zeitlich getrennt. Der Wandel der Energieversorgung von einem zentralen System mit wenigen Großkraftwerken zu einer hochgradig dezentralisierten Energiewirtschaft mit Millionen Kleinkraftwerken führt zu einer Zusammenführung aller Teilbereiche der Elektrotechnik und Informationstechnik.

Gleichzeitig thematisiert diese Leitidee den grundlegenden Aufbau elektrotechnischer Systeme, die mindestens aus der Zusammenschaltung eines aktiven (Quelle) und eines passiven Zweipols (Verbraucher) bestehen, die lineare oder auch nichtlineare Elemente enthalten. Aktive Zweipole sind Spannungs- und Stromquellen mit Gleich- oder Wechselspannung bzw. Gleich- oder Wechselstrom als Ausgangsgröße, die Energie zur Verfügung stellen (z. B. Batterien, Generatoren, Photoelemente, Thermoelemente).

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Informationstechnische Systeme (L2)

Informationstechnische Systeme beschäftigen sich mit der Gewinnung, Umwandlung, Übertragung, Vermittlung, Speicherung und Ausgabe von informationstragenden Signalen. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, Informationen möglichst unverfälscht von einer oder mehreren Informationsquellen zu einer oder mehreren Informationssenken zu übermitteln.

Informationstechnik befasst sich mit der Konstruktion dieser komplexen informationstechnischen Systeme, die ein koordiniertes Zusammenspiel von Hard- und Software erfordern. Dazu gehören die wissenschaftlichen Grundlagen und die technischen Realisierungen moderner informationsverarbeitender, -übertragender und -speichernder Systeme.

Bei der Entwicklung solcher Systeme verschwimmen zunehmend die klassischen Grenzen zwischen Elektrotechnik und Informatik, die üblicherweise mit Hardware bzw. Software assoziiert werden. Hard- und Software bilden heute immer häufiger eine Einheit (Embedded System) und können deshalb oft nicht mehr getrennt voneinander und ohne die Betrachtung der Einsatzumgebungen entwickelt werden.

Analoge Signalverarbeitung (L3)

Ein Analogsignal ist eine Signalform mit stufenlosem, theoretisch unendlichem Wertevorrat und beliebig feinem zeitlichem Verlauf (wert- und zeitkontinuierliches Signal) und dient zur Übertragung von Energie oder Information. Bei realen physikalischen Größen wird die Informationsübertragung allerdings durch Störungen wie Rauschen oder Verzerrungen negativ beeinflusst. Einmal entstandene Störungen können in einem Analogsignal in der Regel nicht mehr rückgängig gemacht werden.

In der Elektrotechnik und der Elektronik werden Analogsignale durch elektrische Spannungen, elektrische Ströme oder Frequenzen abgebildet. Man unterscheidet dabei zwischen Sensoren, die physikalische Größen (Druck, Temperatur, Beleuchtung u. a.) in analoge Signale transformieren, Aktoren (Motor, Heizelement, Beleuchtungselement u. a.), die elektrische Signale in physikalische Größen umwandeln und Funktionseinheiten (Verstärker, Regler, Transformatoren u. a.), die Signale verstärken, dämpfen, steuern, regeln, übertragen oder umsetzen.

Digitale Signalverarbeitung (L4)

Digitale Signale umfassen im Gegensatz zu analogen Signalen einen abgegrenzten und gestuften Wertevorrat und sind in der zeitlichen Abfolge nur zu bestimmten Zeitpunkten definiert (wert- und zeitdiskrete Signale). Sie können aus einem Analogsignal durch Abtastung und Quantisierung gebildet werden. Die digitalen Werte sind üblicherweise als Binärzahlen kodiert.

Digitale Signalverarbeitung spielt in der Nachrichtentechnik (Aufzeichnungs-, Übertragungs- und Speicherungsverfahren für Bild, Ton und Film) und der Automatisierungstechnik (Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik) eine zentrale Rolle. Sie beruht auf elektronischen Bauelementen (Codierung und Decodierung, Speicher, Signalprozessor, Mikroprozessor u. a.) und Schnittstellen zur Signaleingabe und -ausgabe. Die Algorithmen zur Signalverarbeitung können bei einer programmierbaren Hardware durch zusätzliche Software ergänzt werden, die den Signalfluss und die Verarbeitung steuert. Analoge Signale werden durch AD-Wandler in digitale Signale übersetzt, während digitale Signale durch DA-Wandler wieder zu analogen Signalen umgewandelt werden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrische Messtechnik (L5)

Elektrische Größen (z. B. Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität, Induktivität, Phasenwinkel, Frequenz) sind für die menschlichen Sinne nur sehr eingeschränkt wahrnehmbar. Zur Beurteilung elektrotechnischer und elektronischer Abläufe sind deshalb geeignete Messverfahren unabdingbar. Dabei lässt sich die zu messende Größe nur selten direkt ermitteln, oft müssen die Messsignale galvanisch getrennt, entkoppelt und übertragen werden. Fast immer müssen sie zudem verarbeitet werden (z. B. verstärkt, kompensiert, umgeformt, gefiltert, gespeichert, umgerechnet, linearisiert).

Neben elektrischen Größen sind sehr häufig auch magnetische, mechanische, thermische, optische oder chemische Größen in elektrische Messsignale umzuwandeln (elektrisches Messen nichtelektrischer Größen).

Die elektrische Messtechnik ist von grundlegender Bedeutung in allen Themenfeldern. Sie untersucht die Gewinnung des elektrischen Messsignals aus unterschiedlichen physikalischen Größen, die Struktur der Messeinrichtung, die Eigenschaften der Signalformen, die Übertragung, Verarbeitung und Linearisierung der Messsignale sowie die Ausgabe und Darstellung der gewonnenen Informationen.

Umwelt und Gesellschaft (L6)

Die Fachrichtungen und Schwerpunkte der Fachoberschule sind eingebunden in das komplexe Netzwerk des gesellschaftlichen Bezugsrahmens. Bei kritischer Reflexion fachrichtungs- und/oder schwerpunktbezogener Sachzusammenhänge sind auch politische, ethische, gesellschaftliche, soziale, ökologische und ökonomische Einflussfaktoren zu berücksichtigen, um nachhaltiges, verantwortungsvolles und ressourcenorientiertes Handeln zu ermöglichen.

Diese Leitidee wird in der Elektrotechnik thematisiert durch die vielfältigen Ein- und Auswirkungen elektrotechnischer Systeme auf Umwelt und Gesellschaft, u. a. auf eine verantwortbare Energieversorgung, die Zukunft der Mobilität, neue industrielle Produktionsstandards, Medizintechnik sowie Sicherheit in der Informationstechnik.

Ausgehend von den konkreten elektrischen und elektronischen Anwendungen können sich die Lernenden mit den Möglichkeiten, Grenzen und Folgen von elektrischen und elektronischen Systemen im gesellschaftlichen Kontext auseinandersetzen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen. Dabei geht es vor allem um die rationale Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen und die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die mit Abschluss der Fachoberschule erwarteten fachlichen Kompetenzen in Form von Bildungsstandards (Kapitel 3.2), gegliedert nach Kompetenzbereichen, die wiederum nach Kompetenzniveaus untergliedert sind, aufgeführt. Die Bildungsstandards erlauben eine differenzierte Beschreibung des kognitiven Anspruchs, der erwarteten Kenntnisse und Fertigkeiten.

In den Themenfeldern des Pflicht- und Wahlpflichtunterrichts (Kapitel 3.3.3 und 3.3.4) werden obligatorisch zu bearbeitende inhaltliche Aspekte aufgeführt. Die Themenfelder des Pflichtunterrichts enthalten zudem fakultative Inhalte.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden die Bildungsstandards je nach Schwerpunktsetzung in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln die Lernenden in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Inhaltliche Aspekte unterschiedlicher Themenfelder, die miteinander verschränkt sind bzw. aufeinander aufbauen, lassen sich themenfeldübergreifend in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen. In diesem Zusammenhang bieten die Leitideen Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Kontextuelles Lernen bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis, der Forschung, gesellschaftliche, technische und ökonomische Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu entwickelnden Kompetenzen gelöst werden können.

3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts

Kompetenzbereich: Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Kompetenzniveau I

Die Lernenden können

- K1.1** sich unter Verwendung von Texten, Abbildungen, Datenblättern, Schaltplänen, Blockschaltbildern und Programmcodes Informationen zu elektrotechnischen, elektronischen oder programmiertechnischen Zusammenhängen einer bekannten Problemstellung erschließen,
- K1.2** einfache elektrotechnische, elektronische oder programmiertechnische Sachverhalte unter Nutzung des Sachwissens schriftlich und mündlich sachgerecht darstellen,
- K1.3** ihre Arbeit in Gruppen selbstständig kommunizieren, organisieren und koordinieren sowie digitale Kommunikations- und Kooperationsplattformen nutzen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K1.4** unter Verwendung von Texten, Abbildungen, Datenblättern, Schaltplänen, Blockschaltbildern oder Programmcodes Informationen zu elektrotechnischen oder elektronischen Zusammenhängen zur Anwendung auf neue Problemstellungen, die bekannten Problemstellungen ähneln, identifizieren, auswählen und erschließen,
- K1.5** elektrotechnische oder elektronische Überlegungen, Sachverhalte und Ergebnisse fachgerecht und strukturiert erläutern,
- K1.6** ihre Arbeit und ihre Kommunikation in Gruppen selbstständig organisieren und koordinieren und bei Problemlösungen mit anderen kooperieren sowie eigene Wissenslücken bei der Bearbeitung neuer Problemstellungen auf der Basis technischer Unterlagen eigenständig schließen.

Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K1.7** elektrotechnische oder elektronische Sachverhalte sowie eigene Lösungen für elektrotechnische oder elektronische Problemstellungen fach- und zielgruppengerecht strukturiert und vollständig darlegen und präsentieren,
- K1.8** verschiedene elektrotechnische oder elektronische Problemlösungen vergleichen.

Kompetenzbereich: Analysieren und Interpretieren (K2)**Kompetenzniveau I**

Die Lernenden können

- K2.1** in Darstellungen von elektrotechnischen, elektronischen oder programmiertechnischen Systemen Bauelemente, Baugruppen bzw. Funktionseinheiten identifizieren,
- K2.2** aus Unterlagen von elektrotechnischen, elektronischen oder programmiertechnischen Systemen die jeweilige Aufgabe von Baugruppen bzw. Funktionseinheiten identifizieren.

Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K2.3** messtechnische Untersuchungen vornehmen, um elektrotechnische oder elektronische Systeme in Baugruppen zu zerlegen,
- K2.4** die Beziehungen elektrotechnischer oder elektronischer Systeme und Funktionseinheiten identifizieren,
- K2.5** bekannte elektrotechnische oder elektronische Problemlösungen im Detail und im Zusammenhang analysieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K2.6** unbekannte elektrotechnische oder elektronische Systeme oder Problemlösungen auf Basis geeigneter Methoden und Unterlagen selbstständig in Funktionseinheiten zerlegen,
- K2.7** elektrotechnische oder elektronische Funktionseinheiten oder Problemlösungen bewerten und Alternativen erarbeiten.

Kompetenzbereich: Entwickeln und Modellieren (K3)**Kompetenzniveau I**

Die Lernenden können

- K3.1** Modelle, Schaltpläne oder Programmcodes bekannter einfacher Problemlösungen normgerecht entwerfen,
- K3.2** Simulationen und Schaltungsentwürfe für einfache Problemlösungen erstellen,
- K3.3** das Verhalten einer realen Schaltung mit dem Ergebnis der Schaltungssimulation vergleichen.

Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K3.4** das Verhalten einer realen Schaltung mit dem Ergebnis der Schaltungssimulation vergleichen, Unterschiede analysieren sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode benennen,
- K3.5** bekannte elektrotechnische oder elektronische Problemlösungen im Detail und im Zusammenhang analysieren,
- K3.6** Lösungen für eine elektrotechnische oder elektronische Problemstellung in Analogie zu bekannten Problemlösungen entwickeln,
- K3.7** entwickelte Problemlösungen durch Simulationen und prototypische Schaltungsaufbauten überprüfen.

Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K3.8** elektrotechnische oder elektronische Lösungen für neue Problemstellungen entwerfen,
- K3.9** die Umsetzbarkeit einer eigenen Problemlösung durch Simulationen und prototypische Schaltungsaufbauten nachweisen sowie Vor- und Nachteile und Änderungsmöglichkeiten überprüfen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)

Kompetenzniveau I

Die Lernenden können

K4.1 vorgegebene einfache elektrotechnische oder elektronische Schaltungen realisieren.

Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

K4.2 aktuelle Unterrichtsinhalte selbstständig, auch in veränderten Fragestellungen, für die Umsetzung in konkrete Schaltungen bzw. Programme nutzen,

K4.3 vorgegebene elektrotechnische oder elektronische Schaltungen höherer Komplexität realisieren.

Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

K4.4 vertiefte Kenntnisse über Grundprinzipien und Basiskonzepte der Elektrotechnik und der Elektronik für die Umsetzung in konkrete Schaltungen bzw. Programme nutzen,

K4.5 selbst entwickelte elektrotechnische oder elektronische Problemlösungen in konkrete Schaltungen implementieren,

K4.6 Verbindungen zwischen elektrotechnischen oder elektronischen Problemlösungen und anderen Ingenieurwissenschaften erkennen und entsprechend implementieren.

Kompetenzbereich: Reflektieren und Beurteilen (K5)

Kompetenzniveau I

Die Lernenden können

K5.1 ihre Problemlösungen beschreiben,

K5.2 Vor- und Nachteile einer Systementwicklung, einer Implementierung, eines Modells bzw. einer Darstellung nennen.

Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

K5.3 die Qualität ihrer Problemlösungen einschätzen,

K5.4 ihre Problemlösungen in Zusammenhang mit Vorgehensweise und Entscheidungen strukturiert und unter Verwendung des Fachwissens begründen,

K5.5 vorgegebene Beurteilungskriterien mit erworbenem Fachwissen stützen und zur Bewertung einer Problemlösung anwenden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K5.6** Argumente entwickeln und diese nach vorgegebenen Kriterien ordnen,
- K5.7** Beurteilungskriterien entwickeln und nach ihrer Relevanz für eine Problemstellung wählen,
- K5.8** die Qualität ihrer Problemlösungen unter Einbeziehung der Wiederverwendbarkeit der Ergebnisse eines Problemlösungsprozesses (z. B. Implementierungen, Lösungsansätze, Daten) systematisch auf Basis von Beurteilungskriterien bewerten,
- K5.9** ihre Problemlösungen sowie deren Darstellung und Umsetzung fundiert fachlich begründen.

3.3 Themenfelder

3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder

Die Themenfelder fördern sowohl die überfachlichen als auch die fachbezogenen Kompetenzen. Dabei berücksichtigen sie fächerverbindende Zusammenhänge zum Aufbau einer soliden Wissensbasis. Die Lernenden wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer werdender Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Besonders der Unterricht im zweiten Ausbildungsabschnitt der Organisationsform A sowie der Unterricht in der Organisationsform B zielen auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit. Der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der allgemeinen Fachhochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableiten lässt, kann diese frei gewählt werden.

In den Themenfeldern des Pflichtunterrichts sind etwa 75 % der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit für obligatorische und etwa 25 % für fakultative Inhalte vorgesehen, in denen des Wahlpflichtunterrichts gibt es dazu keine Unterscheidung.

Die „z. B.“-Nennungen innerhalb der Themenfelder dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich.

Ausbildungsabschnitt I der Organisationsform A

Im Ausbildungsabschnitt I der Organisationsform A sind vier Pflicht-Themenfelder verbindlich festgelegt. Das Pflicht-Themenfeld 11.4 (Lern- und Arbeitsmethoden) ist bei allen Fachrichtungen und Schwerpunkten gleichlautend. Die Inhalte dieses Themenfelds werden in Kombination mit Inhalten anderer Themenfelder aus dem Pflicht- und/oder dem Wahlpflichtunterricht erarbeitet.

Zudem ist ein Wahlpflicht-Themenfeld zu bearbeiten.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Ausbildungsabschnitt II der Organisationsform A sowie Organisationsform B

Im Ausbildungsabschnitt II der Organisationsform A sowie in der Organisationsform B sind fünf Pflicht-Themenfelder verbindlich festgelegt. Dabei sind die Pflicht-Themenfelder 12.1 und 12.2 immer verbindlich und prüfungsrelevant. Das Pflicht-Themenfeld 12.3 (Projekt) ist verbindlich zu unterrichten, aber nicht prüfungsrelevant.

Darüber hinaus werden in jedem Schuljahr zwei weitere Pflicht-Themenfelder (ab 12.4) per Erlass verbindlich festgelegt und damit prüfungsrelevant.

Im Wahlpflichtunterricht können insgesamt maximal zwei Wahlpflicht-Themenfelder aus den allgemein bildenden Fächern und/oder der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts gewählt werden.

Für Lernende der Organisationsform B gilt: Im Wahlpflichtunterricht kann mindestens ein Wahlpflicht-Themenfeld angeboten werden, das an Inhalte der dualen Ausbildung anknüpft und diese vertieft. Dieses Wahlpflicht-Themenfeld unterscheidet die Organisationsformen und kann von Lernenden der Organisationsform A nicht gewählt werden.

3.3.2 Übersicht über die Themenfelder

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I		Zeitrichtwerte in Stunden	
		Organisationsform A	
Pflicht-Themenfelder			
11.1	Gleichstromkreise	40	
11.2	Schaltungen mit Widerständen	40	
11.3	Messtechnik	40	
11.4	Lern- und Arbeitsmethoden	40	
Wahlpflicht-Themenfelder			
11.5	Digitaltechnik	40	
11.6	Steuerungs- und Automatisierungstechnik	40	
11.7	Installationsschaltungen	40	
11.8	Energieerzeugung und -verteilung	40	
Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B		Zeitrichtwerte in Stunden	
		Organisationsform A	Organisationsform B
Pflicht-Themenfelder			
12.1	Gleichstromnetzanalyse	80	80
12.2	Wechselstromtechnik	80	80
12.3	Projekt	80	80

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B		Zeitrictwerte in Stunden	
		Organisations- form A	Organisations- form B
per Erlass zuschaltbare Pflicht-Themenfelder			
12.4	Elektronik	80	80
12.5	Drehstrom	80	80
12.6	Elektrisches und magnetisches Feld	80	80
12.7	Leistungselektronik	80	80
Wahlpflicht-Themenfelder			
12.8	Programmiertechnik	40	40
12.9	Elektrische Antriebe	40	40
12.10	Steuerungstechnik	40	40
12.11	Vernetzte IT-Systeme	40	40
12.12	Angewandte Mathematik	40	40
12.13	Gebäudeautomatisierung	---	40

3.3.2.1 Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder bei einem modularen Angebot der Schwerpunkte Bautechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, Maschinenbautechnik und Wirtschaft

Nach § 2 Abs. 3 der Verordnung über die Ausbildung und Abschlussprüfung an Fachoberschulen (VOFOS) vom 17. Juli 2018 (ABl. S. 634), in der jeweils geltenden Fassung, können die Schwerpunkte Bautechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik sowie Maschinenbautechnik in der Fachrichtung Technik sowie der Schwerpunkt Wirtschaft in der Fachrichtung Wirtschaft und Verwaltung gleichgewichtet fachrichtungs- bzw. schwerpunktübergreifend modular angeboten werden. Maximal zwei der genannten Schwerpunkte können miteinander kombiniert werden.

Erfolgt die Ausbildung modular nach § 2 Abs. 3 VOFOS, gelten folgende verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder:

Im Ausbildungsabschnitt I der Organisationsform A sind jeweils die ersten beiden Pflicht-Themenfelder (11.1 und 11.2) beider Schwerpunkte im Pflichtunterricht verbindlich zu behandeln. Zusätzlich wird das Themenfeld 11.4 (Lern- und Arbeitsmethoden) verbindlich unterrichtet. Es wird kein Wahlpflichtunterricht angeboten.

Im Ausbildungsabschnitt II der Organisationsform A sowie in der Organisationsform B sind jeweils die ersten beiden Pflicht-Themenfelder (12.1 und 12.2) beider Schwerpunkte verpflichtend zu unterrichten. Diese vier Pflicht-Themenfelder sind prüfungsrelevant. Weitere Pflicht-Themenfelder werden **nicht** per Erlass zugeschaltet. Das Projekt (12.3) ist verpflichtend zu unterrichten, aber nicht prüfungsrelevant. Das Projektthema muss so gewählt werden, dass es jeweils mindestens einem Pflicht-Themenfeld aus beiden Schwerpunkten zugeordnet werden kann und so beide Schwerpunkte miteinander verknüpft. Im Wahlpflichtunterricht können insgesamt maximal zwei Wahlpflicht-

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Themenfelder aus den allgemein bildenden Fächern und/oder beider Schwerpunkte gewählt werden.

Überblick über die Themenfelder bei einer modularen Ausbildung nach § 2 Abs. 3 VOFOS				
Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I			Zeitrichtwerte in Stunden	
			Organisationsform A	
Pflicht-Themenfelder				
11.1	Gleichstromkreise		40	
11.2	Schaltungen mit Widerständen		40	
11.1	Themenfeld des 2. Schwerpunkts		40	
11.2	Themenfeld des 2. Schwerpunkts		40	
11.4	Lern- und Arbeitsmethoden		40	
Wahlpflicht-Themenfeld				
---	---		---	
Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B			Zeitrichtwerte in Stunden	
			Organisationsform A	Organisationsform B
Pflicht-Themenfelder				
12.1	Gleichstromnetzanalyse		80	80
12.2	Wechselstromtechnik		80	80
12.1	Themenfeld des 2. Schwerpunkts		80	80
12.2	Themenfeld des 2. Schwerpunkts		80	80
12.3	Projekt		80	80
Wahlpflicht-Themenfelder				
	alle weiteren Themenfelder beider Schwerpunkte		40	40

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I

11.1 Gleichstromkreise

(Pflicht-Themenfeld)

Die Vielfalt elektrotechnischer Phänomene lässt sich nur über grundlegende Begrifflichkeiten systematisieren, die sich am Beispiel der Gleichstromtechnik anschaulich verdeutlichen lassen. Gleichzeitig ist die Gleichstromtechnik auch der Ausgangspunkt für das Verständnis elektronischer Anwendungen und Geräte.

Um eine systematischen Begriffsbildung zu entwickeln, müssen die Lernenden zunächst analoge Signale und energietechnische Systeme in ihren grundlegenden Zusammenhängen (OHMSches Gesetz, messtechnische Untersuchung des Gleichstromkreises, passive Zweipole, lineare Zusammenhänge) verstehen. Nichtlineare Zusammenhänge werden dabei über geeignete grafische Lösungsverfahren, wie zum Beispiel Kennlinien, abgebildet.

Für ein grundlegendes Verständnis der Elektrotechnik muss eine Vielzahl von Kompetenzen erworben werden. Die Lernenden vertiefen erworbene Kenntnisse über Grundbegriffe und Grundgrößen und verknüpfen diese in kausalen Zusammenhängen. Sie wenden die Grundgesetze der Gleichstromtechnik in elektrischen Stromkreisen an und stellen die Ergebnisse in ihren Abhängigkeiten grafisch dar.

Zudem sind die Lernenden in der Lage, anhand der Betriebszustände Leerlauf, Kurzschluss und Leistungsanpassung die Abhängigkeiten auf Widerstände, Spannungen und Stromstärken in physikalischen Zusammenhängen zu beschreiben.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5)

Obligatorische Inhalte

- elektrische Ladung
- elektrisches Potential
- elektrische Spannung, Unterscheidung von Gleich- und Wechselspannung
- elektrischer Strom und Stromdichte
- elektrischer Widerstand, OHMSches Gesetz

Fakultative Inhalte

- historische Entwicklung der Elektrotechnik
- Alltagsbezug der Elektrotechnik, z. B. Elektromobilität, Speicherung elektrischer Energie

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Kennzeichnung von Widerständen
 - Widerstands-Farbcode
 - Bauformen von Widerständen
 - Leistung/Verlustleistung
 - Toleranz
- temperaturabhängige Widerstände
 - Negative Temperature Coefficient Thermistor (NTC-Widerstand)
 - Positive Temperature Coefficient Thermistor (PTC-Widerstand)
 - indirekte Temperaturmessung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.2 Schaltungen mit Widerständen

(Pflicht-Themenfeld)

Die Elektrotechnik korrespondiert mit vielen technikwissenschaftlichen Disziplinen. Schwerpunktmäßig zu nennen sind Mess-, Informations-, Antriebs-, Energie- sowie Steuerungs- und Regelungstechnik. Allen gleich ist die Bedeutung der KIRCHHOFFSchen Gleichungen zur Berechnung von Netzwerken im Gleichstromkreis. Diese wird an Grundsaltungen von OHMSchen Widerständen erarbeitet.

Die Begriffe Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad werden am Beispiel technischer Grundsaltungen thematisiert, die immer auf praktische Anwendungen Bezug nehmen. Um Gleichstromnetzwerke analysieren zu können, ist das Denken in Ersatzgrößen und Ersatzschaltbildern unabdingbare Voraussetzung.

Bei der Bearbeitung und Lösung elektrotechnischer Aufgabenstellungen wie Reihen- und Parallelschaltungen, gemischten Schaltungen sowie Arbeit und Leistung, geht es um die praktische Realisierung elektrotechnischer Systeme und Verfahren zur Erfüllung technischer Zielstellungen. Gleichzeitig geht es um die Analyse realisierter elektrotechnischer Systeme sowie um die mathematische Fundierung ihrer elektrotechnischen Eigenschaften und um die sachgerechte Dokumentation elektrotechnischer Systeme und Verfahren.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5)

Obligatorische Inhalte

- Grundsaltungen
 - Reihenschaltung
 - Parallelschaltung
- Spannungsteiler
 - unbelastet
 - belastet
- Gemischte Schaltung
 - KIRSCHHOFFSche Gesetze
 - Knotenregel
 - Maschenregel
- Arbeit, Energie und Leistung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fakultative Inhalte

- Brückenschaltung
 - WHEATSONESche Messbrücke
 - Abgleich der Messbrücke

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.3 Messtechnik

(Pflicht-Themenfeld)

Der sichere Umgang mit Messgeräten und deren Handhabung ist unverzichtbarer Bestandteil in der Elektrotechnik, um elektrische Größen wahrnehmbar zu machen. Im Bezug zu den Themenfeldern 11.1 und 11.2 steht dabei zunächst die Messung von Gleichspannungen und Gleichströmen im Vordergrund, vor allem die korrekte Verschaltung und Anwendung der entsprechenden Messgeräte sowie das Ablesen der Messwerte mitsamt ihren Einheiten. Ein wichtiger Unterschied zwischen Strom- und Spannungsmesser ist der Innenwiderstand der Messgeräte, welcher mithilfe der spannungs- und stromrichtigen Messung anschaulich gemacht werden kann.

Die Messung von Strom und Spannung wird genutzt, um Kennlinien von linearen und nichtlinearen Bauelementen zu bestimmen. Dies erfordert auch die Auseinandersetzung mit Diagrammen, Skalierungen und Achsenbeschriftungen. Diagramme sollen dabei sowohl interpretiert als auch selbst erstellt werden.

Beim Umgang mit Messgeräten ist auch die Beschäftigung mit den Gefahren des elektrischen Stroms und den entsprechenden Schutzmaßnahmen notwendig, um ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen. Die Lernenden kennen die Gefahren des elektrischen Stroms und können ein Multimeter sicher handhaben und damit Messungen von Strom und Spannung durchführen. Sie unterscheiden anhand der zu messenden Schaltung zwischen spannungs- und stromrichtiger Messung und kennen den Grund für die unterschiedlichen Innenwiderstände der Messgeräte. Sie sind in der Lage, aus mehreren einzelnen Messwerten eine Kennlinie eines Bauteils in ein korrekt skaliertes Diagramm einzuzichnen und den Verlauf der Kennlinie linearer und nichtlinearer Bauelemente auszuwerten und diese in Bezug zum OHMSchen Gesetz zu interpretieren. Die Messungen an Spannungs- und Stromteilern in belasteten und unbelasteten Fällen ermöglichen es den Lernenden, die Aufteilung von Strom und Spannung in komplexeren Schaltungen leichter zu erkennen. Sie sind in der Lage, die Teilerwiderstände anhand der Belastung der Teiler entsprechend zu dimensionieren.

Die Lernenden kennen verschiedene Quellen von Messfehlern und führen Messungen entsprechend durch. Sie erkennen die elektrische Leistung als Produkt von Strom und Spannung und können diese entsprechend messen und die Leistung berechnen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5)

Obligatorische Inhalte

- Schutzmaßnahmen
 - Leitungsschutz
 - Geräteschutz
 - Personenschutz
- Messungen mit dem Multimeter
 - Schaltung von Spannungs- und Strommesser
 - spannungs- und stromrichtige Messung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Ermittlung von Kennlinien
 - lineare Bauelemente (z. B. Widerstand)
 - nichtlineare Bauelemente (z. B. Glühlampe)
- Spannungsteiler und Stromteiler
 - belasteter und unbelasteter Teiler
 - Untersuchung von Strom und Spannung
 - Auswirkung der Teilerwiderstände im Belastungsfall

Fakultative Inhalte

- Messfehler
- Messung von Arbeit und Leistung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.4 Lern- und Arbeitsmethoden

(Pflicht-Themenfeld)

Das Aneignen von Lern- und Arbeitsmethoden soll die Lernenden dazu befähigen, ihre eigenen Lern- und Arbeitsprozesse zu planen, zu reflektieren und zu optimieren. Dies fördert das selbstregulierte und lebensbegleitende Lernen. Das Themenfeld leistet hierdurch einen Beitrag für den Unterricht in allen allgemein bildenden Fächern sowie in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten und fördert damit die Studierfähigkeit.

Die Lernenden nutzen unterschiedliche Medien und Methoden zur Informationsgewinnung und hinterfragen diese kritisch. Sie werten die Informationen aus und dokumentieren sowie präsentieren die Ergebnisse unter Einsatz digitaler Medien. Hierbei wenden sie Visualisierungstechniken und Kenntnisse der Rhetorik an. Sie reflektieren und bewerten ihre Arbeit und geben einander wertschätzendes Feedback. Dabei bewegen sie sich in einer Berufswelt, die zunehmend digitaler wird.

Die Inhalte des Themenfelds 11.4 werden in Kombination mit Inhalten der Themenfelder aus dem Pflicht- und/oder Wahlpflichtunterricht der Fachrichtung oder des Schwerpunkts erarbeitet.

Obligatorische Inhalte

- Lern- und Arbeitstechniken sowie Aufgabenplanung
 - selbstständige Planung des Lernprozesses (Lernstile, Lernmethoden, Zeitmanagement, Einsatz von E-Learning-Plattformen)
 - Protokoll- und Berichterstellung (z. B. Tätigkeitsbericht)
 - Dokumentation
 - Zitiertechniken
 - Priorisierung und Planung von Aufgaben
- Informationsbeschaffung, -analyse und -auswertung
 - Recherche
 - Umgang mit Quellen: Nutzungsrecht, Urheberrecht
 - Lesetechniken
 - Auswahlkriterien und -techniken
 - kritischer Umgang mit Medien
 - Interpretation kontinuierlicher Texte (insbesondere Fachtexte) und diskontinuierlicher Texte (z. B. Grafiken, Statistiken, Tabellen)
- Präsentation
 - Rhetorik, Mimik, Gestik und Körpersprache
 - Visualisierungstechniken
 - Aufbereitung und Präsentation von Ergebnissen, vorwiegend unter Einsatz digitaler Medien

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Reflexion
 - Selbsteinschätzung
 - Gendersensibilität
 - Bewertungskriterien
 - Feedbackmethoden

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.5 Digitaltechnik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Die Digitaltechnik ist aus Alltag und Beruf nicht mehr wegzudenken. Bereits einfache Sachverhalte werden mithilfe digitaler Schaltungen und Mikrocontrollern realisiert. Die Digitaltechnik hat daher in der Elektrotechnik einen immer größeren Stellenwert. Ausgehend vom 10er Zahlensystem werden die Lernenden an das binäre Zahlensystem herangeführt, das mit seinen zwei Zuständen die Grundlage der Digitaltechnik bildet. Im Anschluss werden die logischen Grundschaltungen der Digitaltechnik behandelt, welche die Grundlage der weiteren Themen wie Netze, Addierer, Flipflops und Schieberegister bilden. Die boolesche Algebra bietet die Möglichkeit, mathematisch mit den logischen Grundschaltungen umzugehen. Diese wird durch das Arbeiten mit KARNAUGH-VEITCH-Diagramme (KV-Diagrammen) unterstützt, die ein graphisches Verständnis der booleschen Algebra fördern.

Das binäre Zahlensystem wird von den Lernenden als mathematisches Stellenwertsystem erkannt, das analog dem System zur Basis zehn funktioniert. Die Lernenden können binäre Zahlen in Dezimalzahlen umrechnen und umgekehrt.

Sie können zudem Logikgatter und deren Funktion, Schaltzeichen und Wahrheitstabelle zuordnen und zielgerichtet einsetzen. Die boolesche Algebra versetzt sie in die Lage, auch komplexe Schaltungen aus Logikgattern mit mathematischen Mitteln als Funktionsgleichung zu beschreiben. Sie können ein Schaltnetzwerk anhand einer gegebenen Funktionsgleichung zeichnen und dieses mithilfe von KV-Diagrammen optimieren.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Informationstechnische Systeme (L2), Digitale Signalverarbeitung (L4), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Zahlensysteme
 - Binärdarstellung
 - Umwandlung von Dezimal- in Binärzahlen und umgekehrt
- Logikgatter
 - UND-Gatter
 - ODER-Gatter
 - NICHT-Gatter
 - Schaltzeichen
 - Wahrheitstabelle
- Boolesche Algebra
 - Synthese statischer Schaltnetze
 - Optimierung mithilfe von KV-Diagrammen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.6 Steuerungs- und Automatisierungstechnik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

In Industrie- und Fertigungsanlagen herrscht heute ein großer Grad an Automatisierung. Viele Produkte werden automatisiert und damit unter Beteiligung sehr weniger Mitarbeitenden hergestellt. Daher stellt die Steuerungs- und Automatisierungstechnik einen sehr wichtigen Bereich in der Industrie dar.

Zum Verständnis der Prozesse wird eine Kleinststeuerung eingesetzt, mit deren Hilfe die Lernenden einfache Problemstellungen (Zeitglieder, Verzögerung, Schaltlogik) lösen können. Sie lernen verschiedene Aktoren und Sensoren (Lampen, Schalter, Schütze, Temperatur, PTC, NTC) kennen und beschäftigen sich mit Darstellungsformen von Steuerungen.

Die Lernenden kennen den Unterschied zwischen einer Steuerung und einer Regelung und können die Prozesse einer Steuerung mit den korrekten Fachbegriffen beschreiben. Sie unterscheiden zwischen verschiedenen Arten von Steuerungen und können Beispiele für Anwendungen nennen. Sie können Steuerungen durch verschiedene Pläne als Anwendungsliste darstellen und Steuerungen mit deren Hilfe analysieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Funktionsweise und Anwendungsgebiete von Aktoren und Sensoren zu beschreiben und diese für gegebene Aufgabenstellungen zielgerichtet auszuwählen und einzusetzen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Aufbau und Funktionsweise einer Steuerung (anhand einer exemplarischen Steuerung)
 - Unterschied zwischen Steuerung und Regelung
 - Fachbegriffe (Führungsgröße, Stellgröße, Stellglied, Störgröße)
- Arten von Steuerungen
 - analoge, binäre und digitale Steuerung
 - Verknüpfungssteuerung
 - Ablaufsteuerung
 - speicherprogrammierbare Steuerung
- Darstellungsformen
 - Wirkungsplan
 - Funktionsplan
 - Anweisungsliste (AWL)
- Aktoren und Sensoren

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.7 Installationsschaltungen

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Das Themenfeld bietet den Lernenden die Möglichkeit, Installationsschaltungen anhand von Beispielen ihres alltäglichen Umfelds (Zimmer, Treppenhaus etc.) zu verstehen und zu vertiefen. Dabei lernen sie verschiedene Arten von Plänen und deren Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede kennen. Im Vordergrund stehen dabei Schaltungen, denen sie in ihrem Alltag begegnen. Dadurch erhalten sie ein besseres Verständnis von Installationen in Gebäuden. Sie erstellen Schaltpläne nach Vorgaben (Raumplan, Anzahl der Schalter, Lampen, Steckdosen etc.) und setzen diese sowohl zeichnerisch als auch praktisch um.

In diesem Themenfeld werden die verschiedenen Schutzmaßnahmen (Schutz von Personen, Schutz von Leitungen) und die daraus erforderlichen Leitungsdimensionierungen erlernt.

Die Lernenden können Installationsschaltungen planen, visualisieren und analysieren. Dabei setzen sie entsprechend der Gegebenheiten einen angemessenen Plan ein, um die Schaltung zu beschreiben. Sie kennen und verstehen die Funktionsweise unterschiedlicher Installationsschaltungen und sind in der Lage, diese anhand von Vorgaben selbstständig zu planen und umzusetzen. Dabei benutzen sie die für den entsprechenden Plan korrekten Schaltsymbole und benennen diese fachlich richtig.

Die Lernenden erfassen, dass Geräte wie Leistungsschutzschalter und RCDs wichtig sind, um die Sicherheit einer Installation und ihrer Benutzer zu gewährleisten. Sie verstehen die Funktionsweise eines RCD und kennen den Einfluss der Stromstärke und der Einwirkungsdauer des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper. Sie können Leitungsschutzschalter für verschiedene Anwendungsfälle auswählen und anhand einer bestehenden Installation dimensionieren.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1)

Inhalte

- Schaltplanarten
 - Übersichtsschaltplan
 - Installationsschaltplan
 - Stromlaufplan (aufgelöste und zusammenhängende Darstellung)
 - Verdrahtungsplan
- Installationsschaltungen
 - Ausschaltung
 - Serienschaltung
 - Wechselschaltung
 - Kreuzschaltung
 - Stromstoßschaltung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Schutzmaßnahmen
 - Schmelzsicherung
 - Leitungsschutzschalter
 - Residual Current Device (RCD)
 - Arc Fault Detection Device (AFDD)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

11.8 Energieerzeugung und -verteilung

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Energie ist eine der wichtigsten physikalischen Größen, die gleichzeitig auch eine Betrachtung verschiedener Energieformen und deren Umwandlungsprozesse erfordert. Dabei liegt der Fokus nicht nur auf der elektrischen Energie, sondern auch auf anderen Energieformen, die beim Erzeugungsprozess eine Quelle oder auch ein zusätzliches Produkt sein können.

Im Alltag ist elektrische Energie nicht mehr wegzudenken. Sie ist für die gesamte Versorgung mit elektrischem Strom, Wasser, Gas etc. erforderlich. Die Lernenden verstehen, ausgehend von verschiedenen Energiequellen und der Übertragung der Energie, den Weg der elektrischen Energie bis an die Steckdose.

Die Lernenden kennen verschiedene Formen von Energie und können Beispiele für Umwandlungsprozesse zwischen diesen Formen nennen. Sie analysieren den Energiemix im Hinblick auf verschiedene Energieträger und können deren Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit gegeneinander abwägen. Sie kennen die Funktionsweise verschiedener Kraftwerke und können die Vor- und Nachteile für Mensch und Umwelt sowie die wirtschaftlichen Aspekte der Kraftwerke in einen Kontext dazu setzen. Sie kennen unterschiedliche Netzformen und können diese entsprechenden Anwendungen zuordnen sowie Unterschiede zwischen ihnen erklären. Die Lernenden sind in der Lage, den Energietransport bzw. die Energieübertragung vom primären Energieträger über die Art des Kraftwerks und des Netzes sowie die verschiedenen Übertragungsebenen und Spannungen bis zum Endverbraucher zu beschreiben und zu erklären. Die letzte Umwandlung der Energie bis zum elektrischen Verbraucher erfolgt meist durch einen Einphasentransformator, dessen Funktion über das magnetische Feld und den magnetischen Fluss beschrieben werden kann. Hierbei betrachten die Lernenden Strom-, Spannungs- und Widerstandsübersetzung getrennt und erläutern diese fachlich richtig. Sie können auch rechnerisch mit dem Transformator umgehen und anhand der Windungszahlen von Primär- und Sekundärteil die entsprechenden Spannungen bestimmen. Sie erkennen, dass ein realer Transformator einen Wirkungsgrad kleiner als 100 % hat und können dies anhand magnetischer Felder und deren Eigenschaften erklären.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Energieformen
 - chemische Energie
 - thermische Energie
 - elektrische Energie
 - kinetische und potenzielle Energie
- Energiemix (Anteil von Kohle, Solar, Wind, Gas, Atomenergie etc.)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Arten von Kraftwerken
 - Atomkraftwerk
 - Gaskraftwerk
 - Kohlekraftwerk
 - Windkraftanlage
 - PV-Anlage
 - Wasserkraftwerk
 - Pumpspeicherkraftwerk
- Netzformen
 - TT-Netze
 - TN-Netze
 - IT-Netze
- Übertragung
 - Spannungsebenen
 - Umspannanlagen
 - Netzformen
- Einphasentransformator
 - Spannungsübersetzung
 - Stromübersetzung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3.3.4 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B

12.1 Gleichstromnetzanalyse

(Pflicht-Themenfeld)

Aufbauend auf dem Themenfeld 11.1 führt dieses Themenfeld die Lernenden in die Analyse realer elektrischer Netzwerke ein, die eine Vielzahl von Knotenpunkten und Maschen enthalten. Die Lernenden analysieren die Grundlagen elektrischer Netzwerke und führen Berechnungen mithilfe geeigneter Lösungsverfahren durch. Alle Lösungsverfahren werden taschenrechnergestützt erarbeitet. Dabei wird auch geeignete Simulationssoftware als Lösungsverfahren herangezogen. Die Lösung von Gleichungssystemen wird auch programmiertechnisch nachvollzogen.

Die Lernenden beschäftigen sich mit der Zweipoltheorie und den Lösungsstrategien für Schaltungen mit linearen Widerständen, um auch komplexe Schaltungsproblematiken analysieren zu können. Vertiefend werden weitere Lösungsverfahren wie das Superpositionsgesetz nach HELMHOLTZ sowie das Knotenpunkt-Potentialverfahren betrachtet. Durch die Bearbeitung verschiedener Lösungsstrategien wird die Tauglichkeit und Effektivität der Verfahren untersucht. Die Lernenden können verschiedene Verfahren zur Berechnung von Gleichstromnetzen einsetzen und je nach Aufgabe ein besonders geeignetes Verfahren auswählen und anwenden. Sie sind in der Lage, größere Schaltungen mit mehreren Quellen mithilfe der Zweipoltheorie durch einzelne Strom- oder Spannungsquellen zu ersetzen. Weiterhin können sie Strom- und Spannungsquellen ineinander umwandeln. Bei bestimmten Schaltungen ist eine Lösung mithilfe der Reihen- und Parallelschaltung nicht möglich. Hierzu beschäftigen sich die Lernenden mit der Stern-Dreieck-Umwandlung.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1)

Obligatorische Inhalte

- Lösungsverfahren für Gleichstromnetze
 - Überlagerungsverfahren nach HELMHOLTZ
 - Knoten- und Maschengleichungen
 - Kreisstromverfahren
 - Knotenspannungsverfahren
- Zweipoltheorie
- Dreieck <-> Stern-Umwandlung

Fakultative Inhalte

- Knotenpotential
- Ringleitung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.2 Wechselstromtechnik

(Pflicht-Themenfeld)

Die Wechselstromtechnik ist für alle Anwendungsgebiete der Technik von besonderer Bedeutung. Sie zählt zum Grundlagenwissen der Elektrotechnik sowie vieler anderer technischer Disziplinen, ohne die komplexe Anwendungen der Energie- und Nachrichtentechnik nicht zu verstehen sind.

Die Lernenden führen Schaltungsanalysen an praxisnahen Wechselstromnetzwerken sowie an technischen Wechselstromschaltungen mithilfe der komplexen Rechnung durch. Sie berechnen Wechselstromgrößen komplex und stellen sie mithilfe von Zeigerdiagrammen dar. Sie untersuchen Filterschaltungen messtechnisch und erörtern das Eingangs- und Ausgangsverhalten anhand der komplexen Rechnung. Die Blindleistungskompensation wird mithilfe von Praxisbeispielen wie z. B. der Leuchtstofflampenschaltung oder dem Kondensatormotor untersucht.

Eine Spule und einen Kondensator erkennen die Lernenden als komplexe Bauteile im Wechselstromkreis. Sie können bei den Modellen zwischen idealen und realen Bauteilen unterscheiden und berücksichtigen diese Unterschiede in der Darstellung mithilfe der komplexen Rechnung. Sie erweitern ihr Wissen über Schaltungen aus der Gleichstromtechnik durch Anwendung der komplexen Rechnung auf Schaltungen mit Spulen, Kondensatoren und Widerständen an einer Wechselspannung. Die Lernenden erkennen den Einfluss von Spulen und Kondensatoren auf die Frequenz einer Wechselspannung durch Filterschaltungen wie Hoch-, Tief- und Bandpass. Sie sind in der Lage, die Blindleistungskompensation für verschiedene komplexe Verbraucher zu berechnen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1)

Obligatorische Inhalte

- Kenngrößen der Wechselstromtechnik
 - Amplitude
 - Effektivwert
 - Frequenz
 - Periodendauer
 - Momentanwert
- Bauteile im Wechselstromkreis
 - ideale und reale Spule
 - idealer und realer Kondensator
 - Zeigerdiagramme
- Schaltungsarten
 - Reihen- und Parallelschaltung von R, L und C
 - gemischte Schaltung von Widerstand, Spule und Kondensator
 - Filterschaltungen (Hoch-, Tief- und Bandpass)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Leistungsarten
 - Blindleistung ($\cos \phi$)
 - Wirkleistung
 - Scheinleistung
- Elektrisches Feld
 - Ladungen
 - Feldlinienbilder
- Kondensator
 - Arten
 - Bauformen
 - Kapazität

Fakultative Inhalte

- Magnetisches Feld
 - magnetische Feldstärke einer Spule
 - Bauformen von Spulen
 - Feldlinienbilder
 - Permeabilität
- Übertragungsfunktionen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.3 Projekt

(Pflicht-Themenfeld)

Mit der Bearbeitung eines Projekts sollen die Lernenden dazu befähigt werden, Arbeitsabläufe und Teilaufgaben eigenverantwortlich und zielorientiert unter Betrachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und/oder zeitlicher Vorgaben im Team zu planen und umzusetzen. Das Projekt dient ebenfalls zur Vertiefung der theoretischen Inhalte eines oder mehrerer Pflicht-Themenfelder sowie zu ihrer Umsetzung in die Praxis.

Die Lernenden formulieren die Projektaufgabe gemeinsam mit der Lehrkraft und definieren die zu erreichenden Ziele. Sie planen die Projektstruktur und den Ablauf, erstellen einen Zeitplan mit Zuständigkeiten und Aufgabenverteilung, organisieren die Teamarbeit und führen Entscheidungen herbei. Hierbei beschaffen sie sich selbstständig notwendige Informationen. Sie dokumentieren fortlaufend den Projektfortschritt sowie die Ergebnisse, führen einen Soll-Ist-Vergleich durch und erproben unterschiedliche Rückkoppelungs- und Feedback-Methoden. Nach der Projektdurchführung präsentieren sie ihre Ergebnisse. Die Lernenden evaluieren ihre Vorgehensweise mithilfe von Beurteilungsmethoden und überprüfen die Erfüllung des Projektauftrags anhand von Beurteilungskriterien.

Das Projekt kann auf alle Leitideen der betroffenen Fachrichtungen bzw. Schwerpunkte Bezug nehmen.

Modulares Angebot nach § 2 Abs. 3 VOFOS

Erfolgt die Ausbildung modular nach § 2 Abs. 3 VOFOS, so gilt für die Bearbeitung dieses Themenfelds folgendes: Das Projektthema muss so gewählt werden, dass es jeweils mindestens ein Themenfeld aus beiden modularen Schwerpunkten abdeckt und so die beiden Schwerpunkte miteinander verknüpft.

Obligatorische Inhalte

- Projektauftrag
 - Aufgabenbeschreibung
 - Zielfindung und Zielformulierung
 - Methoden der Entscheidungsfindung (z. B. Entscheidungsmatrix, SWOT-Analyse)
 - Lastenheft
- Projektplanung
 - Informationsbeschaffung
 - Kosten- und Ressourcenplanung
 - Aktivitätenliste, Arbeitspakete, Meilensteine
 - Risikoanalyse inklusive Gegenmaßnahmen
 - Projektstrukturplan
 - Zeitplanung (z. B. Balkendiagramm, Netzplantechnik)
 - Teamorganisation und -entwicklung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Projektdurchführung
 - Soll-Ist-Vergleich
 - Rückkoppelung und ggf. neue Sollvorgaben
 - Dokumentation und Transparenz aller Projektabläufe
 - Folgemaßnahmen bei Projektabbruch
- Projektabschluss
 - Präsentation der Ergebnisse
 - Beurteilungskriterien und -methoden
 - Evaluation

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.4 Elektronik

(Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

Die Elektronik ist ein Teilbereich der Elektrotechnik, der sich mit der Steuerung elektrischer Energieflüsse, der Verarbeitung von elektrischen Signalen und der Erfassung nichtelektrischer Größen beschäftigt.

Dies geschieht zumeist durch Halbleiterbauelemente, deren Verhalten durch ausgeprägte Nichtlinearitäten gekennzeichnet ist. Im Mittelpunkt für die Lernenden steht dabei die Untersuchung des nichtlinearen Verhaltens von Bauelementen, das Analysieren von Datenblättern, die Interpretation von Kennlinien und die messtechnische Untersuchung einfacher Anwendungen der Bauelemente.

Das Wissen der Lernenden über Halbleiterbauelemente wird durch die nähere Betrachtung von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren vertieft. Sie erstellen und analysieren Kennlinien der Bauelemente und beschreiben den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen. Sie kennen die physikalischen Grundlagen von Halbleitern und können die Vorgänge im Halbleiter in Bezug auf das elektrische- und magnetische Feld erklären.

Die Lernenden können verschiedene Anwendungsfälle für Halbleiterbauelemente und deren Schaltungen nennen und unterscheiden und für gegebene Anwendungen eine passende Schaltung auswählen. Sie sind in der Lage, ein Linearnetzteil mit den Bauteilen Transformator, Gleichrichtung durch Dioden und der Glättung mithilfe von Kondensatoren zu erklären und kennen auch die entsprechenden Signalformen, die sich im Verlauf der Schaltung ergeben.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5)

Obligatorische Inhalte

- Halbleiterbauelemente
 - Kaltleiter
 - Heißleiter
 - Diode
 - Bipolartransistor
- Anwendungsfälle
 - Gleichrichter
 - Verstärkerschaltungen (Emitterschaltung)

Fakultative Inhalte

- Glättung
- Netzteil
- Feldeffekttransistor

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.5 Drehstrom

(Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

In diesem Themenfeld werden die Inhalte aus dem Themenfeld 12.2 auf das Dreiphasensystem übertragen. In einem Dreiphasensystem analysieren die Lernenden die Stern- und Dreieckschaltung und stellen Zeigerdiagramme für Spannung, Strom und Leistung auf. Die Blindleistungskompensation kann z. B. am Drehstromasynchronmotor untersucht werden.

Im Dreiphasensystem können die Lernenden zwischen Stern- und Dreieckschaltung unterscheiden und zwischen beiden umrechnen. Dazu sind die Gegebenheiten qualitativ und quantitativ mit Zeigerdiagrammen darzustellen und zu analysieren. Die Zusammenhänge zwischen Arbeit bzw. Energie und Leistung werden im Dreiphasensystem in zeitlicher Abhängigkeit betrachtet. Durch das Vorhandensein von komplexen Bauelementen wie Spulen und Kondensatoren existieren hier nicht nur Wirk-, sondern auch Blind- und Scheinleistung, deren Bezüge die Lernenden kennen und die Größen voneinander unterscheiden können. Die Lernenden erkennen die Blindleistungskompensation als Einsatzgebiet der verschiedenen Leistungsgrößen im Dreiphasen-Wechselstromsystem und sind in der Lage, die Blindleistungskompensation entsprechend zu dimensionieren.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3)

Obligatorische Inhalte

- Schaltungen im Dreiphasensystem
 - Sternschaltung
 - Dreieckschaltung
- Zeigerdiagramme
- Arbeit, Energie und Leistung
 - Arbeit bzw. Energie im Dreiphasensystem
 - Blindleistung ($\cos \phi$)
 - Wirkleistung
 - Scheinleistung
 - Kompensation im Dreiphasensystem (z. B. beim Asynchronmotor)

Fakultative Inhalte

- Anpassung
- Übertragung, Transformator

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.6 Elektrisches und magnetisches Feld (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

Von zentraler Bedeutung für das Verständnis elektrotechnischer Zusammenhänge ist der Feldbegriff mit seiner Unterscheidung von elektrischen und magnetischen Feldern, der Beschreibung der Feldcharakteristik (Quellen- und Wirbelfeld) und der Betrachtung statischer und dynamischer Zusammenhänge. Zur Veranschaulichung der nicht sichtbaren Felder werden zunächst die Feldlinien visualisiert, um den Lernenden die Vorstellung des Feldverlaufs zu erleichtern. Dabei werden auch grundlegende Eigenschaften der Feldlinien erarbeitet, die es den Lernenden ermöglichen, Feldlinienverläufe zeichnerisch darzustellen.

Die Lernenden analysieren das Verhalten der zentralen Bauelemente Kondensator (elektrisches Feld und Kapazität) und Spule (magnetisches Feld und Induktivität) über den Feldbegriff und begründen die Zusammenhänge im Gleichstromkreis. Die messtechnische Untersuchung der Schaltvorgänge an Spule und Kondensator ermöglicht ihnen ein vertieftes Verständnis der differentiellen und integralen Zusammenhänge.

Auch das Transformieren elektrischer Energie funktioniert mithilfe des magnetischen Feldes und wird anhand des magnetischen Flusses und der Induktion verdeutlicht. Dieses Verfahren findet nicht nur bei klassischen Transformatoren Anwendung, sondern auch bei Schaltnetzteilen. Fakultativ lässt sich an dieses Thema der magnetische Kreis anbinden.

Die Phänomene des elektrischen Felds können die Lernenden anhand der Kraftwirkung auf Ladungen und des Verlaufs der Feldlinien erklären und können diese berechnen und sie vektoriell darstellen. Sie erkennen den Kondensator als Bauteil in seinen verschiedenen Bauformen und können seine Kapazität anhand der geometrischen und materiellen Eigenschaften berechnen. Sie sind in der Lage, die mathematischen Funktionen und Diagramme der Auf- und Entladung von Strom und Spannung zu zeichnen und zu berechnen. Die Lernenden kennen die Kraftwirkung des magnetischen Feldes und können die Feldlinien entsprechend der Eigenschaften des magnetischen Feldes zeichnen sowie die Unterschiede zum elektrischen Feld herausstellen. Sie können die magnetische Feldstärke von elektrischen Leitern und Spulen berechnen und dabei verschiedene Materialien durch ihre Permeabilität berücksichtigen. Sie kennen das Prinzip der Induktion und können es durch Beispiele erklären sowie die Induktionsspannung anhand des magnetischen Flusses und der Flussdichte berechnen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3)

Obligatorische Inhalte

- elektrisches Feld
 - Kraftwirkung
 - COULOMBSches Gesetz
 - Elektrische Feldstärke
 - Überlagerung von elektrischen Feldern

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Kondensator
 - Auf- und Entladung
 - Energie im elektrischen Feld
- magnetisches Feld
 - magnetische Pole
 - Unterschiede zum elektrischen Feld
 - Feldlinienbilder
 - Permanentmagnet
 - Elektromagnet
 - Magnetische Kraftwirkung (LORENTZ-Kraft, Selbstinduktion)

Fakultative Inhalte

- Induktion
 - magnetischer Fluss
 - Flussdichte
- magnetischer Kreis
- Spule
 - Ein- und Ausschaltvorgang

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.7 Leistungselektronik

(Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

Die Leistungselektronik ist ein Teilbereich der Elektrotechnik, der sich mit der Umformung elektrischer Energie mit schaltenden elektronischen Bauelementen beschäftigt. Typische Anwendungen sind Umrichter oder Frequenzumrichter im Bereich der elektrischen Antriebstechnik, Solarwechselrichter und Umrichter für Windkraftanlagen zur Netzeinspeisung regenerativ erzeugter Energie oder Schaltnetzteile.

Die Leistungselektronik ermöglicht vor allem die Umformung elektrischer Energie in Bezug auf die Spannungsform, auf die Höhe von Spannung und Strom sowie auf die Frequenz. Die Anordnungen zu dieser Umformung werden Stromrichter genannt. Sie werden je nach ihrer Funktion in Gleich-, Wechsel- und Umrichter unterschieden. Folgende Umrichtungen werden betrachtet: Umrichtung von Wechselspannung in Gleichspannung durch Gleichrichter, Umrichtung von Gleichspannung in Wechselspannung durch Wechselrichter, Umrichtung von Gleichspannung in eine höhere oder niedrigere Gleichspannung durch Gleichstromsteller (DC/DC-Wandler) sowie Umrichtung von Wechselspannung in Wechselspannung mit einer anderen Frequenz oder Amplitude z. B. durch Wechselstromsteller oder Frequenzumrichter. Begonnen wird dabei mit der Gleichrichtung von Wechselspannung zu einer Gleichspannung, wobei verschiedene Arten von Gleichrichtern behandelt werden.

Die Lernenden können am Beispiel eines Frequenzumrichters und einer Phasenanschnittsteuerung die Bauteile benennen und deren Funktion erklären. Sie können Gleichrichterschaltungen für verschiedene Anwendungen unterscheiden und zielgerichtet einsetzen sowie deren Auswirkungen auf die Form der Spannung beschreiben und berechnen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Obligatorische Inhalte

- Bauteile der Leistungselektronik
 - Thyristoren
 - Diode for Alternating Current (DIAC)
 - Triode for Alternating Current (TRIAC)
- Gleichrichterschaltungen
 - Einpuls- und Zweipulsschaltung
 - Wechselbrücke B6
 - Formfaktoren
- Anwendungsfälle
 - Wechselrichter
 - Umrichter
 - Dreiphasengleichrichter

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fakultative Inhalte

- H-Brücke (Motoransteuerung)
- Schaltnetzteil, DC-DC-Wandler

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.8 Programmierertechnik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Im Zuge der Digitalisierung entstehen immer mehr Schnittstellen zwischen der Elektrotechnik und der Informationstechnik. Dies macht die Programmierertechnik auch in dem Schwerpunkt Elektrotechnik erforderlich.

Computerprogramme werden anhand einer Programmiersprache formuliert („codiert“). Die Programmierenden übersetzen dabei die vorgegebenen Anforderungen (z. B. im Pflichtenheft) und Algorithmen in eine gewünschte Programmiersprache.

Beim Programmieren sind wesentliche Aspekte zur Softwarequalität, zum Beispiel Programmierstil, Benutzerfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Modularität, Wartbarkeit zu berücksichtigen und durch die Gestaltung des Quellcodes umzusetzen.

Zunächst werden verschiedene Datentypen behandelt, die verschiedene Zahlenbereiche oder auch Zeichen speichern können. Um den grundlegenden Aufbau von Programmen und die Strukturen einer Programmiersprache kennenzulernen, werden anhand von Beispielen die Steuer- und Kontrollstrukturen einer Programmiersprache dargestellt.

Die Lernenden sind sicher im Einsatz verschiedener Datentypen und kennen die Unterschiede der Datentypen. Sie kennen Steuer- und Kontrollstrukturen und können diese zielgerichtet zur Lösung einfacher Problemstellungen einsetzen. Die Lernenden analysieren und erstellen dabei auch selbst einen Programmcode. Sie können iterative Verfahren anwenden und Teile des Programmcodes in Funktionen auslagern und diese im Programmcode aufrufen sowie Werte und Ergebnisse übergeben. Sie erkennen Arrays als Zusammenfassung mehrerer Variablen vom gleichen Datentyp und können Elemente des Arrays gezielt ansprechen, auswerten oder verändern.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Informationstechnische Systeme (L2), Digitale Signalverarbeitung (L4), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Datentypen
 - primitive Datentypen (bool, char, double und float)
 - komplexe Datentypen (z. B. String, Array)
- Kontrollstrukturen
 - bedingte Anweisungen
 - Mehrfachauswahl
 - Wiederholungsstrukturen
- Modularisierung
 - Prozeduren und Funktionen
 - Arten der Parameterübergabe, Funktionswertrückgabe

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.9 Elektrische Antriebe

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Sowohl bei kleineren Geräten als auch bei Pedelecs, E-Bikes, E-Rollern und Elektroautos sowie Zügen, Flugzeugen und ganzen Industriezweigen spielt der elektrische Antrieb eine große Rolle, die heute im alltäglichen Leben immer präsent ist.

Ein Elektromotor ist ein elektromechanischer Wandler (elektrische Maschine), der elektrische Leistung in mechanische Leistung umwandelt. In herkömmlichen Elektromotoren erzeugen stromdurchflossene Leiterspulen Magnetfelder, deren gegenseitigen Anziehungs- und Abstoßungskräfte in Bewegung umgesetzt werden. Damit ist der Elektromotor das Gegenstück zum sehr ähnlich aufgebauten Generator, der Bewegungsleistung in elektrische Leistung umwandelt. Elektromotoren erzeugen meist rotierende Bewegungen, sie können aber auch für translatorische Bewegungen gebaut sein (Linearantrieb). Elektromotoren werden zum Antrieb vieler Gerätschaften, Arbeitsmaschinen und Fahrzeuge eingesetzt.

Die Lernenden begreifen die grundlegende Funktionsweise von Elektromotoren bzw. Generatoren. Eine Verbindung zu alltäglichen Beispielen, die mit Messungen untermauert werden können, erleichtern den Lernenden das Verständnis des Aufbaus und der Funktion von Elektromotoren bzw. Generatoren.

Neben den mechanischen Eigenschaften, die durch die Messung von Kennlinien bestätigt werden können, sind auch die elektrischen Eigenschaften wie Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad wichtig.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Aufbau und Funktionsweise von Maschinen
 - Elektromotoren
 - Generatoren
- Arten von Elektromotoren und Generatoren
 - Asynchron und Synchron
 - Reihen- und Nebenschluss
- Kennlinien
 - Drehmoment
 - Leistung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.10 Steuerungstechnik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Die Steuerungstechnik ist aus heutigen Produktionsprozessen in der Industrie nicht mehr wegzudenken. Steuerungstechnik umfasst den Entwurf und die Realisierung von Steuerungen, das heißt, die gerichtete Beeinflussung des Verhaltens technischer Systeme.

Aufbauend auf dem Themenfeld 11.6 beschäftigen sich die Lernenden mit einer in der Industrie verwendeten Steuerung, die sehr viele Möglichkeiten bietet. Der Fokus liegt dabei auf der Analyse und Synthese von Schaltungen, wobei die Lernenden auch eigene Steuerungen entwickeln können. Dies beschränkt sich jedoch auf einfache Beispiele.

Die Lernenden können einfache Regelungen analysieren und sind in der Lage, Steuerungen selbst aufzubauen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Informationstechnische Systeme (L2), Digitale Signalverarbeitung (L4), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Aufbau einer Steuerung
 - verbindungsprogrammierte Steuerung (VPS)
 - speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)
- Analyse und Synthese von Schaltungen
 - Funktionsplan (FUP)
 - Kontaktplan (KOP)
 - Windows Control Center (WinCC)
 - Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions (Grafcet)
- Einfache Steuerungen
 - Füllstandsanzeige
 - Ampelschaltung
 - Schützsicherungen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.11 Vernetzte IT-Systeme

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Rechnernetze, Computernetze oder Computernetzwerke sind Zusammenschlüsse verschiedener technischer, primär selbstständiger elektronischer Systeme, die Kommunikation der einzelnen Systeme untereinander ermöglichen.

Die allgemein bekannteste Netzstruktur ist das Internet, und die bekanntesten Protokolle sind das Transmission Control Protocol (TCP) und das Internet Protocol (IP). Jedoch spielen auch im Internet eine Reihe weiterer Protokolle wichtige Rollen. Das Internet selbst ist kein homogenes Netz, sondern besteht aus einer Vielzahl teils recht unterschiedlich konzipierter Teilnetze (Subnetze), die nur die oberen Protokollschichten gemeinsam haben und die Nutzdatenübertragung auf den unteren Protokollschichten teilweise sehr unterschiedlich handhaben.

Der Schwerpunkt Elektrotechnik beschäftigt sich nicht nur mit klassischen Schaltungen und Bauteilen, sondern ebenso mit Regelungen, Steuerungen und der Programmiertechnik. Da viele der dabei benutzten Geräte und Sensoren sowie Aktoren über Netzwerke kommunizieren und diese auch von den Lernenden konfiguriert werden müssen, ist es notwendig, die Grundlagen von IT-Netzen zu verstehen. Dabei wird ausgegangen vom Aufbau von Netzwerken, den verschiedenen Koppellementen und den dazu notwendigen Netzwerkprotokollen.

Die Lernenden können verschiedene Netzwerkklassen voneinander unterscheiden. Sie können die Funktionsweise und die Vor- und Nachteile verschiedener Kabelarten nennen und sie gezielt nach Anwendungszweck und benötigter Bandbreite auswählen. Sie kennen verschiedene Koppellemente der Netzwerktechnik und können deren Eigenschaften und Funktionen benennen. Im Kontext mit einem Netzwerk können sie bestimmen, welches Koppellement für einen bestimmten Sachverhalt am besten geeignet ist.

Sie kennen Netzwerkprotokolle und verstehen deren Funktion.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Informationstechnische Systeme (L2), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Klassifizierung von Netzwerken
- Netzwerktopologien (Stern, Bus, Ring)
- Kabelarten (Twisted-Pair-Kabel (TP), Lichtwellenleiter (LWL))
- Koppellemente (Switch, Repeater, Gateway, Router)
- MAC-Adressierung
- Netzwerkprotokolle, IPv4, IPv6
- IP-Subnetting

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.12 Angewandte Mathematik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Insbesondere die Ingenieurwissenschaften beziehen ihre grundlegenden Kenntnisse aus den Naturwissenschaften, die zur Beschreibung naturwissenschaftlicher und technischer Vorgänge mathematische Darstellungsformen und Methoden einsetzen. Deren Anwendung zur Entwicklung von Berechnungs- und Lösungsverfahren technischer Problemstellungen stellt eine zentrale Kompetenz im Schwerpunkt Elektrotechnik dar. Durch die zunehmenden Einsatzmöglichkeiten von Computern in der Berechnung und Simulation komplexer technischer Sachverhalte gewinnt das Verständnis elementarer Rechenmethoden und deren Anwendung an Bedeutung. Das Themenfeld fördert im Allgemeinen alle Bildungsstandards der Mathematik und betont im Besonderen den Kompetenzbereich K3 – mathematisch modellieren.

Die Lernenden wenden mathematische Ansätze auf technische Problemstellungen an und vertiefen die mathematischen Grundlagen, die sie in den Themenfeldern der Elektrotechnik benötigen.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Für den Schwerpunkt: Energietechnische Systeme (L1), Elektrische Messtechnik (L5)

Für Mathematik: Algorithmus und Zahl (L1), Messen (L2), Funktionaler Zusammenhang (L4), Daten und Zufall (L5)

Inhalte

- Einsatz von Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme zur Berechnung von Strömen und Spannungen in elektrischen Netzwerken
- Einsatz der komplexen Rechnung zur Beschreibung von Wechselstromkreisen mit Spulen und Kondensatoren
- Anwendung von e-Funktionen zur Beschreibung von Lade- und Entladekurven bei Spulen und Kondensatoren
- Mathematische Auswertung von Messdaten, Messreihen und Kennlinien verschiedener elektrischer Bauelemente

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

12.13 Gebäudeautomatisierung

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Als Gebäudeautomatisierung bezeichnet man die Gesamtheit von Überwachungs-, Steuer-, Regel- und Optimierungseinrichtungen in Gebäuden. Ziel ist es, Funktionsabläufe automatisch und nach vorgegebenen Parametern durchzuführen oder deren Steuerung bzw. Überwachung zu vereinfachen. Alle Sensoren, Aktoren, Bedienelemente, Verbraucher und andere technische Einheiten im Gebäude werden miteinander vernetzt. Kennzeichnendes Merkmal ist die dezentrale Anordnung der beteiligten Geräte, Sensoren und Aktoren sowie die durchgängige Vernetzung mittels eines Kommunikations-Netzwerks bzw. Bussystems.

Viele Lernende der Organisationsform B der Fachoberschule Schwerpunkt Elektrotechnik besitzen einen Berufsabschluss als Elektroniker. Aufbauend auf dem beruflichen Hintergrund der Lernenden, die zum Teil aus dem Bereich der Gebäudetechnik kommen, bietet das Themenfeld Gebäudeautomatisierung Möglichkeiten zur Vertiefung, Erweiterung und Verknüpfung mit Inhalten des Ausbildungsberufs.

Dies geschieht auf einer praktischen Basis, die die Verbindung zwischen den Sensoren und Aktoren aus dem Bereich KNX/EIB mit den elektrotechnischen Größen und der Übertragung der Signale sowohl im elektrischen als auch im Bereich der IT-Netze herstellt.

Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Informationstechnische Systeme (L2), Umwelt und Gesellschaft (L6)

Inhalte

- Aktoren (Motoren, Rollladenantriebe, Türen, Schalter und Regler)
- Sensorik (Wind, Regen, Sonne)
- z. B. Europäischer Installationsbus (EIB), Konnex-Bus (KNX), Logical Channel Numbering (LCN)
- Smart-Home-Systeme (Vernetzung der Aktoren und Sensoren mit einer Steuerung/Regelung)
- Vernetzung verschiedener Gebäudeautomatisierungen
- Funklösungen für Gebäudeautomation und Sicherheitstechnik



HESSEN



Hessisches Kultusministerium

Luisenplatz 10

60185 Wiesbaden

<https://kultusministerium.hessen.de>