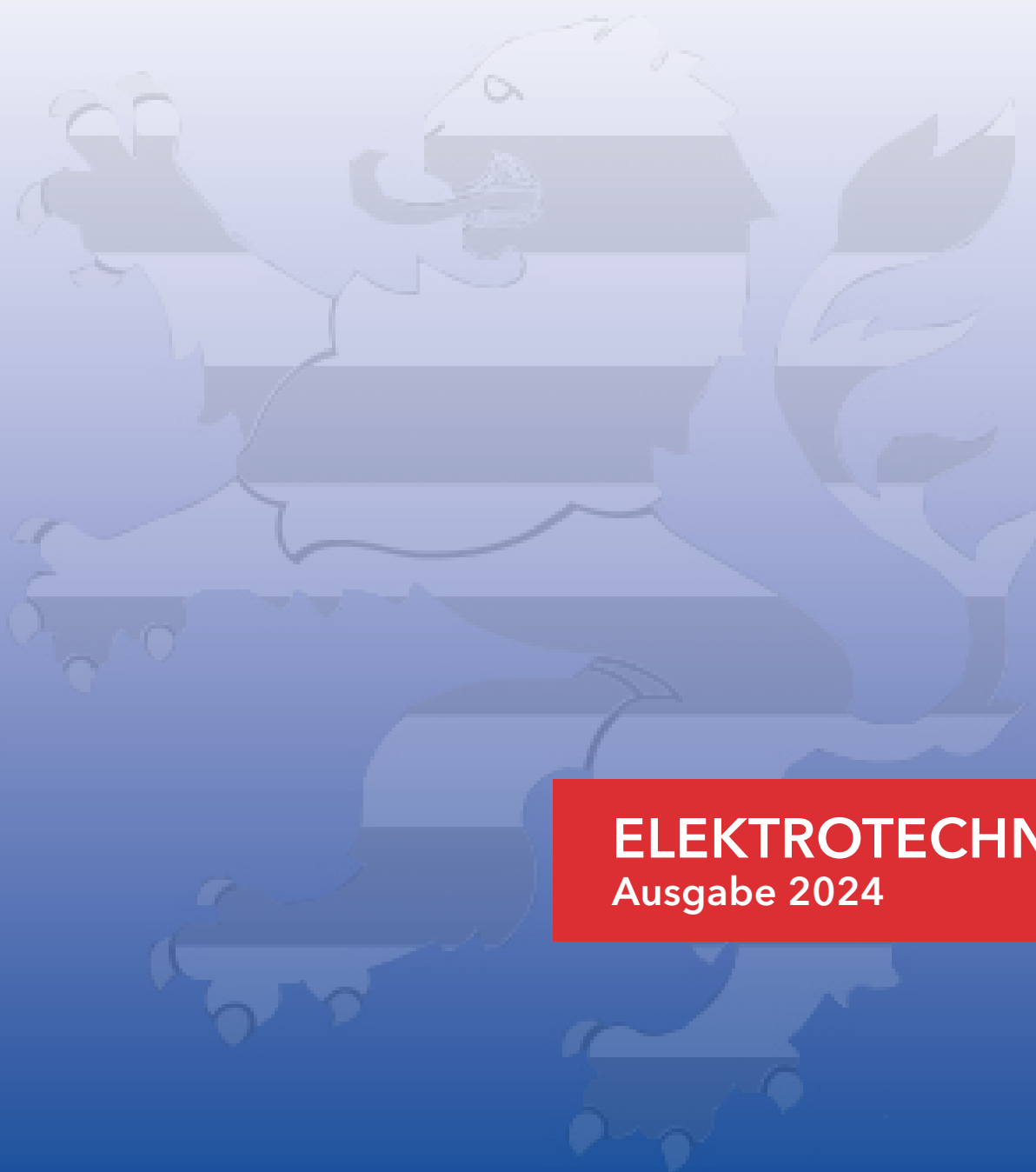


Kerncurriculum berufliches Gymnasium



ELEKTROTECHNIK

Ausgabe 2024

Impressum

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen (HMKB)
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
E-Mail: poststelle.hmkb@kultus.hessen.de
Internet: <https://kultus.hessen.de>

Stand: Ausgabe 2024, Stand 01.08.2025

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	5
1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium.....	6
1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium	6
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums	8
1.3 Überfachliche Kompetenzen	10
2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Schwerpunkts	14
2.1 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung	14
2.2 Kompetenz-Strukturmodell.....	15
2.3 Kompetenzbereiche	17
2.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)	20
3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	23
3.1 Einführende Erläuterungen	23
3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts.....	24
3.3 Kurshalbjahre und Themenfelder	29
Elektrotechnik	36
E1: Gleichstromtechnik	36
E2: Elektrisches und magnetisches Feld.....	38
Q1: Wechselstromtechnik (LK).....	40
Q2: Wechselstromnetze (LK)	43
Q3: Embedded Systems (LK).....	45
Q4: Automatisierungstechnik (LK).....	48
Q1: Analyse elektrischer Netzwerke (eGK).....	50
Elektronik.....	52
E1: Elektrische Messtechnik	52
E2: Grundlagen der Elektronik	54
Q1: Digitale Mikroelektronik (GK)	56
Q2: Analoge und digitale Signale (GK).....	58

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q3: Mikroelektronische Systeme (GK).....	60
Q4: Technische Anwendungen (GK)	62
Technische Kommunikation.....	63
E1: Technisches Zeichnen.....	63
E2: Technische Systeme	65

Hinweis: Anregungen zur Umsetzung des Kerncurriculums im Unterricht sowie weitere Materialien abrufbar im Internet unter: [Kerncurricula | kultus.hessen.de](https://kultus.hessen.de/Kerncurricula)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Vorbemerkung

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium trat zum Schuljahr 2016/17 in Kraft und ist seither Grundlage eines kompetenzorientierten Oberstufenunterrichts zur Vorbereitung auf das hessische Landesabitur. Den Fächern Mathematik, Deutsch und den fortgeführten Fremdsprachen (Englisch, Französisch) liegen dabei die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012 zugrunde. Den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik liegen die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020 zugrunde.

Die politischen Vorhaben zur „Ländervereinbarung über die gemeinsame Grundstruktur des Schulwesens und die gesamtstaatliche Verantwortung der Länder in zentralen bildungspolitischen Fragen“ (Beschluss der KMK vom 15.10.2020) in Verbindung mit der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung“ (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 06.06.2024) bedingen eine Ausweitung der für das schriftliche Abitur prüfungsrelevanten Themen und Inhalte auf das Kurshalbjahr Q4, das vor den Osterferien endet.

Dies macht eine Anpassung der Kerncurricula der gymnasialen Oberstufe in allen Abiturprüfungsfächern notwendig. Die Änderungen betreffen die inhaltliche Anschlussfähigkeit der Q4 sowie gegebenenfalls notwendige Anpassungen in den vorherigen Kurshalbjahren.

1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium

1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ist die Allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt und auch den Weg in eine berufliche Ausbildung ermöglicht. Lernende, die die gymnasiale Oberstufe besuchen, wollen auf die damit verbundenen Anforderungen vorbereitet sein. Erwarten können sie daher einen Unterricht, der sie dazu befähigt, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der Zukunft zu stellen und orientierende Antworten zu finden. Sie benötigen Lernangebote, die in sinnstiftende Zusammenhänge eingebettet sind, in einem verbindlichen Rahmen eigene Schwerpunktsetzungen ermöglichen und Raum für selbstständiges Arbeiten schaffen. Mit diesem berechtigten Anspruch geht die Verpflichtung der Lernenden einher, die gebotenen Lerngelegenheiten 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. In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende Standards reduziert, vielmehr kann Bildung Lernende dazu befähigen, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst und resilient, kritisch-reflexiv und engagiert, neugierig und forschend, kreativ und genussfähig ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern.

Für die Lernenden stellen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium ein wichtiges Bindeglied zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I auf der einen Seite und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen auf der anderen Seite dar, wie es mit der Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen zielt der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium auf eine vertiefte Allgemeinbildung, eine allgemeine Studierfähigkeit sowie eine fachlich fundierte wissenschaftspropädeutische Bildung. Dabei gilt es in besonderem Maße, flankiert durch Angebote zur beruflichen Orientierung, die Potenziale der Jugendlichen zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit die jungen Erwachsenen selbstbewusste, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihre individuellen Bildungs-, Berufs- und Lebenswege treffen können. So bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse – den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden. Auf diese Weise nehmen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium den ihnen in den §§ 2 und 3 des Hessischen Schulgesetzes (HSchG) aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium differenziert die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung beziehungsweise Erweiterung von Sprachkompetenz. Der Unterricht fördert Team- und Kommunikationsfähigkeit, lernstrategische und wissenschaftspropädeutische Fähigkeiten und Fertigkeiten, um zunehmend selbstständig lernen zu können, sowie die Fähigkeit, das eigene Denken und Handeln zu reflektieren. Ein breites, in sich gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen hilft dabei, unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen. Aus dieser Handlungsorientierung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ab:

- sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Gegenständen und Fragestellungen zentraler Wissensdomänen auseinanderzusetzen,
- wissenschaftlich geprägte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen zu nutzen,
- Inhalte und Methoden kritisch zu reflektieren und daraus folgend Erkenntnisse und Erkenntnisweisen auszuwerten und zu bewerten,
- in kommunikativen Prozessen sowohl aus der Perspektive aufgeklärter Laien als auch aus der Expertenperspektive zu agieren.

Lernende begegnen der Welt auf unterschiedliche Art und Weise. Ganzheitliche schulische Bildung eröffnet den Lernenden daher unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Sie reflektieren im Bildungsprozess verschiedene „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“¹, die sich – in flexibler beziehungsweise mehrfacher Zuordnung – in den Unterrichtsfächern und deren Bezugswissenschaften wiederfinden:

- (1) eine kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik),
- (2) ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (Sprache/Literatur, Musik/bildende und theatrale Kunst/physische Expression)
- (3) normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht, Wirtschaft, Gesundheit und Soziales)
- (4) einen Modus, in dem „Probleme konstitutiver Rationalität“ behandelt werden und über „die Bedingungen menschlicher Erkenntnis und menschlichen In-der-Welt-Seins“ nachgedacht wird (Religion, Ethik und Philosophie).

Jeder dieser gleichrangigen Modi bietet also eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Den Lernenden eröffnen sich dadurch Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit, die durch geeignete Lehr-Lern-Prozesse initiiert werden.

Die Grundstruktur der Allgemeinbildung besteht in der Verschränkung der oben genannten Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten mit den vier „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“ und gibt damit einen Orientierungsrahmen für kompetenzorientierten Unterricht auf Basis der KMK-Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife. Mit deren Erreichen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und fundierten Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständig nutzen können.

In der Umsetzung eines ganzheitlichen Bildungsanspruchs verbinden sich sowohl Erwartungen der Schule an die Lernenden als auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

¹ Hier und im Folgenden adaptiert aus Jürgen Baumert: Deutschland im internationalen Bildungsvergleich, in: Nelson Killius und andere (Herausgeber), Die Zukunft der Bildung, Frankfurt am Main: Suhrkamp 2002, Seite 113, und Bernhard Dressler: Bildung und Differenzkompetenz, in: Österreichisches Religionspädagogisches Forum 2/2021, Seite 216.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Den Lehrkräften kommt daher die Aufgabe zu,

- Lernende 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 Weltbegegnung und Welterschließung“ zu beschäftigen,
- Lernende mit Respekt, Geduld und Offenheit sowie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt mit Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung, beschleunigtem globalen Wandel, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität und diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren; schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen; dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen; sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn Lernende sich mit komplexen und herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösen erfordern, auseinandersetzen, wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern und an der Gestaltung des Unterrichts aktiv mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erproben und erlernen können. Es bedarf der Bereitstellung einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekannten Wissens, in welcher die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, und auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen ermöglichen.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium formuliert Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für die Prüfungen im Rahmen des Landesabiturs. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar. Das Kerncurriculum ist in mehrfacher Hinsicht anschlussfähig: Es nimmt

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

zum einen die Vorgaben in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) und den Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.10.2012 zu den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Deutsch und Mathematik sowie in der fortgeführten Fremdsprache (Englisch, Französisch) und vom 18.06.2020 in den naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie, Chemie und Physik) und die Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 16.03.2023) auf. Zum anderen setzt sich in Anlage und Aufbau des Kerncurriculums die Kompetenzorientierung, wie bereits im Kerncurriculum für die Sekundarstufe I umgesetzt, konsequent fort – modifiziert in Darstellungsformat und Präzisionsgrad der verbindlichen inhaltlichen Vorgaben gemäß den Anforderungen der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept des ganzheitlichen Lernens und der Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

Überfachliche Kompetenzen (Abschnitt 1.3): Bildung, nicht nur als individueller, sondern auch sozialer Prozess fortwährender Selbstbildung und Selbsterziehung verstanden, zielt auf fachlichen und überfachlichen Kompetenzerwerb gleichermaßen. Daher sind im Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und für das berufliche Gymnasium neben den fachlichen Leistungserwartungen zunächst die wesentlichen Dimensionen und Aspekte überfachlicher Kompetenzentwicklung beschrieben.

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches (Abschnitt 2): Der „Beitrag des Faches zur Bildung“ (Abschnitt 2.1) beschreibt den Bildungsanspruch und die wesentlichen Bildungsziele des Faches. Dies spiegelt sich in den Kompetenzbereichen (Abschnitt 2.2 beziehungsweise Abschnitt 2.3 in den Naturwissenschaften, in Mathematik und Informatik) und der Strukturierung der Fachinhalte (Abschnitt 2.3 beziehungsweise Abschnitt 2.4 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) wider. Die didaktischen Grundlagen, durch den Bildungsbeitrag fundiert, bilden ihrerseits die Bezugsfolie für die Konkretisierung in Bildungsstandards und Unterrichtsinhalten.

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3): Bildungsstandards weisen die Erwartungen an das fachbezogene Können der Lernenden am Ende der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums aus (Abschnitt 3.2). Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer beziehungsweise das Nutzen von Wissen für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen.²

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und repräsentativen Lerninhalten und Themen, deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten fachlichen Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils bestimmter Kompetenzen aus in der Regel unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen erarbeitet werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im

² In den sieben Fächern, für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.10.2012 für die Fächer Deutsch, Mathematik sowie die fortgeführten Fremdsprachen Englisch und Französisch und vom 18.06.2020 für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie, Physik) vorliegen, werden diese in der Regel wörtlich übernommen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in unmittelbarer Nähe zu den Bildungsstandards in Form verbindlicher Themen der Kurshalbjahre, gegliedert nach Themenfeldern, ausgewiesen (Abschnitt 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder finden sich im einleitenden Text zu Abschnitt 3.3 sowie in jedem Kurshalbjahr. Die Thematik eines Kurshalbjahres wird jeweils in einem einführenden Text skizziert und begründet. Im Sinne eines Leitgedankens stellt er die einzelnen Themenfelder in einen inhaltlichen Zusammenhang und zeigt Schwerpunktsetzungen für die Kompetenzanbahnung auf.

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe oder des beruflichen Gymnasiums ein Studium oder eine berufliche Ausbildung beginnen und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich meistern wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu. Nur in der Verknüpfung mit personalen und sozialen Kompetenzen können sich fachliche Expertise und nicht zuletzt auch die Bereitschaft und Fähigkeit, für Demokratie und Teilhabe sowie zivilgesellschaftliches Engagement und einen verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen einzustehen, adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Fächer, dass Lernende im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht ihre überfachlichen Kompetenzen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessenorientierte sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung. Dabei kommt den Fächern Politik und Wirtschaft sowie Deutsch eine besondere Verantwortung zu, Lernangebote bereitzustellen, die den Lernenden die Möglichkeit eröffnen, ihre Interessen und Neigungen zu entdecken und die gewonnenen Informationen mit Blick auf ihre Ziele zu nutzen.

Überfachliche Kompetenzen umspannen ein weites Spektrum. Es handelt sich dabei um Fähigkeiten und Fertigkeiten genauso wie um Haltungen und Einstellungen. Mit ihnen stehen kulturelle Werkzeuge zur Verfügung, in denen sich auch normative Ansprüche widerspiegeln.

Im Folgenden werden die anzustrebenden überfachlichen Kompetenzen als sich ergänzende und ineinandergreifende gleichrangige Dimensionen beschrieben, dem Prinzip „vom Individuum zur Gemeinschaft“ entsprechend:

a) Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; selbstbewusst mit Irritationen umgehen, Dissonanzen aushalten (Ambiguitätstoleranz); widerstandsfähig mit Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für die eigene Körperlichkeit und psychische Gesundheit, eigene Bedürfnisse wahrnehmen und äußern.

Dazu gehören

emotionale Kompetenzen: den eigenen emotionalen Zustand erkennen, adressaten- und situationsadäquat ausdrücken können und damit umgehen; aversive oder belastende Emotionen bewältigen (Emotionsregulation); emotionale Selbstwirksamkeit; empathisch auf Emotionen anderer eingehen, anderen vertrauen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Motivation/Lernbereitschaft: sich (auf etwas) einlassen; für eine Sache fiebern; sich motiviert fühlen und andere motivieren; von epistemischer Neugier geleitete Fragen formulieren; sich vertiefen, etwas herausbekommen, einer Sache/Fragestellung auf den Grund gehen; (etwas) durchhalten, etwas vollenden; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren).

Lernkompetenz / wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: eigenes Lernen reflektieren („Lernen lernen“) und selbst regulieren; Lernstrategien sowohl der Zielsetzung und Zielbindung als auch der Selbstbeobachtung (*self-monitoring*) anwenden; Probleme im Lernprozess wahrnehmen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln; eine positive Fehler-Kultur aufbauen; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren; fachliches Wissen nutzen und bewerten und dabei seine Perspektivität reflektieren, dabei verschiedene Stufen von Erkenntnis und Wissen erkennen und zwischen diesen differenzieren, auf einem entwickelten/gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen.

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (*literacy*): Verkehrssprache, Fachsprache, Mathematik, Fremdsprachen, Naturwissenschaften, musisch-künstlerische Fächer, symbolisch-analoges Sprechen (wie etwa in religiösen Kontexten), Ästhetik, Informations- und Kommunikationstechnologien; sich in den unterschiedlichen Symbol- und Zeichengefügen ausdrücken und verständigen; Übersetzungsleistungen erbringen: Verständigung zwischen unterschiedlichen Sprachniveaus und Zeichensystemen ermöglichen.

b) Soziale Kompetenzen: sich verständigen und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und konstruktiv lösen; andere Perspektiven einnehmen; von Empathie geleitet handeln; sich durchsetzen; Toleranz üben; Zivilcourage zeigen: sich einmischen und in zentralen Fragen das Miteinander betreffend Stellung beziehen.

Dazu gehören

wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; ökologisch nachhaltig handeln; mit friedlicher Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung handeln, ethische Normen sowie kulturelle und religiöse Werte kennen, reflektieren und auf dieser Grundlage eine Orientierung für das eigene Handeln gewinnen; demokratische Normen und Werthaltungen im Sinne einer historischen Weltsicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft und zum Umgang mit der Natur ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln.

interkulturelle Kompetenz: Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei sowie im Handeln reflektiert und offen begegnen; sich kulturell unterschiedlich geprägter Identitäten, einschließlich der eigenen, bewusst sein; die unverletzlichen und unveräußerlichen Menschenrechte achten und sich an den wesentlichen Traditionen der Aufklärung orientieren; wechselnde kulturelle Perspektiven einnehmen, empathisch und offen das Andere erleben.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Mit Blick auf gesellschaftliche Entwicklungen und die vielfältigen damit verbundenen Herausforderungen für junge Erwachsene zielt der Erwerb fachlicher und überfachlicher Kompetenzen insbesondere auf die folgenden **drei gesellschaftlichen Dimensionen**, die von übergreifender Bedeutung sind:

Demokratie und Teilhabe / zivilgesellschaftliches Engagement: sozial handeln, politische Verantwortung übernehmen; Rechte und Pflichten in der Gesellschaft wahrnehmen; sich einmischen, mitentscheiden und mitgestalten; sich persönlich für Einzelne und/oder das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter/Generationen/sozialen Gruppierungen/Kulturen reflektieren; Innovationspotenzial zur Lösung gesellschaftlicher Probleme des sozialen Miteinanders entfalten und einsetzen; entsprechende Kriterien des Wünschenswerten und Machbaren differenziert bedenken.

Nachhaltigkeit / Lernen in globalen Zusammenhängen: globale Zusammenhänge bezogen auf ökologische, soziale und ökonomische Fragestellungen wahrnehmen, analysieren und darüber urteilen; Rückschlüsse auf das eigene Handeln ziehen; sich mit den Fragen, die im Zusammenhang des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aufgeworfen werden, auseinandersetzen; sich dem Diskurs zur nachhaltigen Entwicklung stellen, sich für nachhaltige Entwicklung engagieren.

Selbstbestimmtes Leben in der digitalisierten Welt:

Lernkompetenz: digitale Werkzeuge zur Organisation von Lernprozessen nutzen (zum Beispiel Dateiablage, zielgerechte Nutzung von Programmen, Recherche, Gestaltung, Zugriff auf Arbeitsmaterialien über das Internet beziehungsweise schulische Intranet); digitale Bearbeitungswerkzeuge handhaben und zur Ergebnisdarstellung nutzen; beim Lernen digital kommunizieren und sich vernetzen (zum Beispiel über Messengerdienste, Videochats) sowie sich gegenseitig unterstützen und sich dabei gegenseitig Lern- und Lösungsstrategien erklären. Medienkompetenz ist heutzutage genauso wichtig wie Lesen, Schreiben und Rechnen. Die Digitalisierung spielt dabei eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von digitalen Medien und bereitet die Schüler auf die sich ständig verändernde Lebenswelt vor. Die prozessbezogenen Kompetenzen umfassen Fähigkeiten wie das Strukturieren und Modellieren, Implementieren, Kommunizieren und Darstellen sowie Begründen und Bewerten. Diese Kompetenzen bilden eine Grundlage für lebenslanges Lernen und die Anpassung an den Wandel in der Digitalisierung.

Die Lernenden sollen die Funktionsweise und Struktur von Informatiksystemen verstehen, diese konstruieren können und sich mit den Wechselwirkungen zwischen Digitalisierung, Medienerziehung und Gesellschaft auseinandersetzen. Dabei stellt der Umgang mit Informatiksystemen und Digitalisierungs-Werkzeugen eine grundlegende Qualifikation für die Teilhabe an der Gesellschaft und insbesondere in der Berufswelt dar. Prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen, wie zum Beispiel Daten und ihre Spuren, Computerkompetenz, algorithmisches Problemlösen und automatisierte Prozesse sind Bestandteil des Unterrichts.

Personal/Sozial: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben, soziale Interaktion und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren; in der mediatisierten Welt eigene Bedürfnisse wahrnehmen und Interessen vertreten; Möglichkeiten und Risiken digitaler Umgebungen in unterschiedlichen Lebensbereichen (Alltag, soziale Beziehungen, Kultur, Politik) kennen, reflektieren und berücksichtigen: zum Beispiel in sozialen Medien; Umgangsregeln bei digitaler

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Interaktion kennen und anwenden; Urheberrechte wahren; auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln, das heißt unter anderem einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Schwerpunkts

2.1 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung

Die Elektrotechnik ist eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht. Sie ist das Aufgabenfeld vieler Industrie- und Handwerksberufe und hat vielfältige Bezüge zu natur- und technikwissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik). Im Mittelpunkt steht dabei die analytische und konstruktive Auseinandersetzung mit komplexen Signalen und Systemen.

Der Schwerpunkt Elektrotechnik im beruflichen Gymnasium befasst sich mit der kognitiv-instrumentellen Modellierung der Welt als einem der vier Modi der Weltbegegnung und des Weltverstehens (vergleiche Abschnitt 1.1). Er beschäftigt sich mit der empirisch erfassbaren, in formalen Strukturen beschreibbaren und durch Technik gestaltbaren Wirklichkeit und verbindet das analytische Denken der 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, die Auswahl der Kursthemen und der Unterrichtsinhalte orientieren sich im Schwerpunkt Elektrotechnik vor allem an der Vermittlung eines strukturierten Wissens mit intensivem Theoriebezug. Dies beinhaltet eine starke Betonung der Wissenschaftsmethode. Dabei erlangen Modellbildung, die Entwicklung übergeordneter Konzepte und die Orientierung an Leitideen eine besondere Bedeutung.

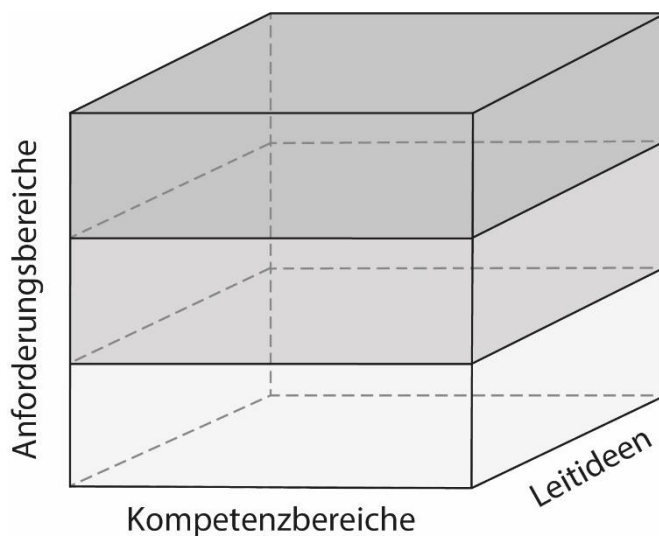
Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld leistet der Schwerpunkt Elektrotechnik damit einen grundlegenden Beitrag zu den Bildungszielen der gymnasialen Oberstufe und der Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler bis zur allgemeinen Hochschulreife. Vermittelt werden eine vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit sowie wissenschaftspropädeutische Bildung. Damit werden die Grundlagen für fachliches und überfachliches Handeln mit Blick auf Anforderungen von Wissenschaft und beruflicher Bildung geschaffen, sind doch elektrotechnische Systeme Bestandteil fast aller technischen Systeme in Wissenschaft, Wirtschaft und Lebensalltag.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern auch eine fächerverbindende Bearbeitung (zum Beispiel Deutsch, Englisch, Politik und Wirtschaft, Geschichte, Religion/Ethik), geht es im Schwerpunkt Elektrotechnik doch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

2.2 Kompetenz-Strukturmodell

Das Kompetenz-Strukturmodell des beruflichen Gymnasiums ist dreidimensional aufgebaut:

1. **Kompetenzbereiche** konkretisieren die Handlungsdimensionen;
2. **Leitideen** beschreiben die inhaltlichen Dimensionen;
3. **Anforderungsbereiche** (Oberstufen- und Abiturverordnung / OAVO in der jeweils geltenden Fassung) verknüpfen Leitideen und Kompetenzbereiche. Sie beschreiben mithilfe von Operatoren die einzelnen Niveaustufen.



1. Kompetenzbereiche

- K1: Kommunizieren und Kooperieren
- K2: Analysieren und Interpretieren
- K3: Entwickeln und Modellieren
- K4: Entscheiden und Implementieren
- K5: Reflektieren und Beurteilen

3. Anforderungsbereiche

- AFB I Reproduktion
- AFB II Reorganisation und Transfer
- AFB III Reflexion und Problemlösung

2. Leitideen

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

Abbildung: Kompetenz-Strukturmodell (Hessische Lehrkräfteakademie 2024)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fünf Kompetenzbereiche erfassen die wesentlichen Aspekte des Handelns in der jeweiligen Fachrichtung beziehungsweise dem jeweiligen Schwerpunkt. 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, weil Inhaltsbereiche in Form von Wissensaspekten und Problemlösungen untrennbar miteinander verknüpft sind. Die hier gewählten Begriffe sind zwar z. T. identisch mit einzelnen Operatoren innerhalb der Anforderungsbereiche, im Zusammenhang mit der Abiturprüfung (vergleiche OAVO), in Zusammenhang mit dem Kerncurriculum sollen sie allerdings als allgemeine Handlungs- und Problemlösungsansätze verstanden werden.

Sechs Leitideen reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und Inhalte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster im jeweiligen Unterrichtsfach immer wiederkehren. Die Leitideen erfassen die Phänomene beziehungsweise Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Schwerpunkts erkennbar sind.

Drei Anforderungsbereiche erlauben eine differenzierte Beschreibung der erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Einsichten: Anforderungsbereich I umfasst in der Regel Reproduktionsleistungen, die Lernenden beschreiben Sachverhalte und wenden gelernte Arbeitstechniken in geübter Weise an. In Anforderungsbereich II werden Reorganisations- und Transferleistungen erwartet, die Lernenden wählen unter verschiedenen Bearbeitungsansätzen selbstständig aus und wenden diese auf vergleichbare neue Zusammenhänge an. Anforderungsbereich III umfasst Reflexion und Problemlösung, kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten von Lösungsansätzen in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen.

Das Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung in drei Dimensionen ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich. Der Erwerb von Kompetenzen geschieht gleichsam in der Verbindung der Kompetenzbereiche mit den Leitideen und den Anforderungsbereichen als Schnittpunkt im Kompetenzwürfel.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

2.3 Kompetenzbereiche

Bildungsstandards beschreiben kognitive Dispositionen für erfolgreiche und verantwortliche Denkopoperationen und Handlungen, zur Bewältigung von Anforderungen in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums.

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

Wissenschafts- und Handlungsorientierung sind die grundlegenden Prinzipien des Arbeitens in den Fachrichtungen beziehungsweise Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen, sind die Kompetenzbereiche in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten gleichlautend bezeichnet. Die konkretisierenden Beschreibungen weisen sowohl Übereinstimmungen als auch fachspezifische Besonderheiten aus.

Die Kompetenzbereiche gehen dabei von den Kompetenzbereichen in den Kerncurricula der Sekundarstufe I und der gymnasialen Oberstufe aus und werden für das berufliche Gymnasium weiterentwickelt. Zugrunde gelegt werden die Vorgaben der Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) für die jeweilige Fachrichtung beziehungsweise den jeweiligen Schwerpunkt.

Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Kommunikation ist der Austausch und die Vermittlung von Informationen durch mündliche, schriftliche oder symbolische Verständigung unter Verwendung der Fachsprache. Mithilfe von Zeichnungen, Texten, Tabellen, Diagrammen, Symbolen und anderen spezifischen Kennzeichnungen tauschen sich die Lernenden 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 gut strukturierte Texte verfassen, normgerechte Zeichnungen erstellen sowie Skizzen, Tabellen, Kennlinien oder Diagramme verwenden.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Problemlösung und Projektentwicklung. 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 und in angemessener Atmosphäre zusammen. Auftretende Konflikte lösen sie respektvoll und sachbezogen.

Im Schwerpunkt Elektrotechnik kommunizieren die Lernenden mithilfe von Schaltplänen, Blockschaltbildern, Kenndaten, Kennlinien, Diagrammen und Programmcode und verwenden diese Darstellungs- und Beschreibungsformen elektrotechnischer und programmiertechnischer Sachverhalte.

Analysieren und Interpretieren (K2)

Nachdem die Sachverhalte angemessen erfasst und kommuniziert sind, sind fachliche Zusammenhänge systematisch in Teilaspekte zu zerlegen und entsprechend einer angemessenen Fachsystematik zu durchdringen. Dies ermöglicht, Beziehungen, Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen sowie Ergebnisse zu interpretieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Im Schwerpunkt Elektrotechnik analysieren und interpretieren die Lernenden zeitlich abhängige und unabhängige Felder (elektrisches Feld, Strömungsfeld, magnetisches Feld), die Energieübertragung zwischen aktiven und passiven linearen beziehungsweise nichtlinearen Zweipolen, die Grundlagen analoger und digitaler Signalverarbeitung, die Prinzipien der Steuerungs- und Regelungstechnik sowie programmiertechnische Aufgabenstellungen und Lösungsansätze.

Entwickeln und Modellieren (K3)

Dieser Kompetenzbereich beschreibt die Reduktion komplexer realer Verhältnisse auf vereinfachte Abbildungen, Prinzipien und wesentliche Einflussfaktoren. Hierzu gehört 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 erfolgt unter Anwendung spezifischer Theorien und führt 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- beziehungsweise Spannungsquellen, magnetische Kreise, Blockschaltbilder, Ersatzbilder für Gegenkopplung beziehungsweise Mitkopplung, Ersatzdarstellungen für Zeitverhalten beziehungsweise Frequenzverhalten, Verstärkungs- und Dämpfungsersatzbilder, Ersatzdarstellungen für Steuerungen und Regelungen, Zähler-, Decoder- beziehungsweise Multiplexer-Ersatzschaltungen und UML-Diagramme und Programmcode.

Entscheiden und Implementieren (K4)

Die Lernenden entscheiden sich mit Bezug auf fachliche Kriterien begründet für einen Problemlösungsansatz und implementieren festgelegte Strukturen und Prozessabläufe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben in ein konkretes System.

Ausgehend von den erlernten elektrotechnischen Kenntnissen, Qualifikationen, Methoden und Strategien entscheiden sich die Lernenden für eine konkrete Implementierung des Lösungsansatzes in Real- oder Simulationssysteme.

Geräte, Bauteile und Baugruppen, Schaltungen, Messwerte, Energie- und Signalflüsse sowie Programmabläufe in der Elektrotechnik werden dazu in unterschiedlichen und angemessenen Formen ausgewählt, visualisiert und medial aufbereitet. Die Lernenden entscheiden sich für geeignete Darstellungsformen zur Veranschaulichung, 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.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Reflektieren und Beurteilen (K5)

Die Lernenden reflektieren nach vorgegebenen oder selbst gewählten Kriterien Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede, 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 Elektronik und den sie umgebenden Bedingungen von Gesellschaft und Umwelt herstellen, sich kritisch mit gesellschaftlichen Entwicklungen auseinandersetzen und alternative Konzepte entwickeln und beurteilen. Der Aufbau kognitiver Strukturen ermöglicht es schließlich auch, dass vorhandenes elektrotechnisches und elektronisches Wissen mit angrenzenden Themen der Informatik, der Mechatronik und des Maschinenbaus verknüpft werden kann.

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und im beruflichen Gymnasium und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vergleiche § 7 Absatz 7 OAVO). Diese Lernformen lassen sich in möglicher Bezugnahme sowohl auf andere fachrichtungs- und schwerpunktbezogene Fächer als auch auf die des allgemein bildenden Bereichs umsetzen. In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch, die Kompetenzbereiche der Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben, erfasst in Aufgabengebieten (vergleiche § 6 Absatz 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergiemöglichkeiten ermittelt 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.

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich zum Beispiel in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend sowie unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen (vergleiche Abschnitt 1.3) komplexere inhaltliche Zusammenhänge und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen der Fächer erarbeiten. Zum anderen können im fachbezogenen Unterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eher benachbarte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

2.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)

Die Bewältigung von anforderungsreichen Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von Handlungen (Kompetenzbereiche) und Wissen (Leitideen). Die jeweiligen fachlichen Inhalte werden Leitideen zugeordnet, die nicht auf bestimmte Themenbereiche begrenzt sind. Diese Leitideen bilden den strukturellen Hintergrund des Unterrichts und bauen ein tragfähiges Gerüst für ein Wissensnetz auf.

Energietechnische Systeme (L1)

Die elektrische Energietechnik ist das Fachgebiet innerhalb der Elektrotechnik, das sich mit Stromerzeugung, Umwandlung, Speicherung, Transport und 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.

Der Wandel der Energieversorgung von einem zentralen System mit wenigen Großkraftwerken zu einer hochgradig dezentralisierten Energiewirtschaft mit Millionen Kleinkraftwerken stellt auch an die Elektrotechnik große Herausforderungen. Dabei werden verschiedene Arten von Primärenergie (zum Beispiel Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Kohle, Gas, Uran) in Nutzenergie (zum Beispiel Licht, Wärme, Kälte, Bewegung) umgewandelt, gespeichert, verteilt und gesteuert.

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 beziehungsweise Gleich- oder Wechselstrom als Ausgangsgröße, die Energie zur Verfügung stellen (zum Beispiel Batterien, Generatoren, Photoelemente, Thermoelemente).

Informationstechnische Systeme (L2)

Informationstechnische Systeme beschäftigen sich mit der Gewinnung, Umwandlung, Übertragung, Vermittlung, Speicherung und Ausgabe von informationstragenden Signalen. Die Hauptaufgabe ist es, Informationen möglichst unverfälscht von einer oder mehreren Informationsquellen zu einer oder mehreren -senken 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 die klassischen Grenzen zwischen Elektrotechnik und Informatik, die üblicherweise mit Hardware beziehungsweise Software assoziiert werden, zunehmend. Hard- und Software bilden heute immer mehr eine Einheit (Embedded System) und können oft nicht mehr getrennt voneinander und ohne die Betrachtung der Einsatzumgebungen entwickelt werden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Zur Informationstechnik zählt neben zahlreichen anderen Disziplinen auch die Telekommunikation. Telekommunikation ist Informationsaustausch zwischen räumlich entfernten Informationsquellen und -senken unter Benutzung nachrichtentechnischer Systeme. Technische Teilgebiete sind etwa Filtertechnik, Funktechnik, Verstärkertechnik, Übertragungstechnik, Sensorik und Aktorik.

Analoge Signalverarbeitung (L3)

Ein Analogsignal ist eine Signalform mit stufenlosem, beliebig feinem Verlauf, das im Dynamikumfang theoretisch unendlich viele Werte annehmen kann und zur Übertragung von Energie oder Information dient. Bei realen physikalischen Größen ist die Auflösung allerdings durch Störungen wie Rauschen oder Verzerrungen begrenzt. Einmal entstandene Störungen können in einem Analogsignal in der Regel nicht mehr rückgängig gemacht werden.

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

Digitale Signalverarbeitung (L4)

Digitale Signale umfassen im Gegensatz zu analogen Signalen einen abgegrenzten und gestuften Wertevorrat, die in der zeitlichen Abfolge nur zu bestimmten Zeitpunkten definiert sind beziehungsweise eine Veränderung im Signalwert aufweisen. Sie können aus einem Analogsignal, das etwa den zeitlich kontinuierlichen Verlauf einer physikalischen Größe beschreibt, durch 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 und andere) 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, digitale Signale durch DA-Wandler wieder zu analogen Signalen umgewandelt.

Elektrische Messtechnik (L5)

Elektrische Größen (wie zum Beispiel Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität, Induktivität, Phasenwinkel und 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, übertragen und fast immer auch verarbeitet werden (zum Beispiel verstärkt, kompensiert, umgeformt, gefiltert, gespeichert, umgerechnet oder linearisiert).

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

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

Die elektrische Messtechnik ist von grundlegender Bedeutung in allen Kursen und Themenfeldern. Sie untersucht die Gewinnung des elektrischen Messsignals aus unterschiedlichsten 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 des beruflichen Gymnasiums 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.

In der Elektrotechnik thematisiert diese Leitidee die vielfältigen Ein- und Auswirkungen elektrotechnischer Systeme auf Umwelt und Gesellschaft: 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.

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die mit Abschluss des beruflichen Gymnasiums erwarteten fachlichen Kompetenzen in der jeweiligen Fachrichtung beziehungsweise dem jeweiligen Schwerpunkt in Form von Bildungsstandards, gegliedert nach Kompetenzbereichen (Abschnitt 3.2), sowie die verbindlichen Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3.3), thematisch strukturiert in Kurshalbjahre und Themenfelder, aufgeführt. Kurshalbjahre und Themenfelder sind durch verbindlich zu bearbeitende inhaltliche Aspekte konkretisiert und durch ergänzende Erläuterungen didaktisch fokussiert.

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

Die Themenfelder bieten die Möglichkeit – im Rahmen der Unterrichtsplanung didaktisch-methodisch aufbereitet – jeweils in thematische Einheiten umgesetzt zu werden. Zugleich lassen sich inhaltliche Aspekte der Themenfelder, die innerhalb eines Kurshalbjahres vielfältig miteinander verschränkt sind und je nach Kontext auch aufeinander aufbauen können, themenfeldübergreifend in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen.

Themenfelder und inhaltliche Aspekte sind über die Kurshalbjahre hinweg so angeordnet, dass im Verlauf der Lernzeit – auch Kurshalbjahre übergreifend – immer wieder Bezüge zwischen den Themenfeldern hergestellt werden können. In diesem Zusammenhang bieten die Leitideen (vergleiche ausführliche Darstellung in Abschnitt 2.4) Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Die Bildungsstandards sind nach Anforderungsbereichen differenziert. In den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase setzen sich die Lernenden mit den Fachinhalten des Leistungskurses sowie den Fachinhalten des Grundkurses auseinander. Die jeweils fachbezogenen Anforderungen, die an Lernende in Leistungs- und Grundkurs gestellt werden, unterscheiden sich wie folgt: „Grundkurse vermitteln grundlegende wissenschaftspropädeutische Kenntnisse und Einsichten in Stoffgebiete und Methoden, Leistungskurse exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Verständnis und erweiterte Kenntnisse“. (§ 8 Absatz 2 OAVO).

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 Problematiken, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts

Kompetenzbereich: Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K1.1** ■ sich unter Verwendung von Texten, Grafiken, Datenblättern, Schaltplänen, Blockschaltbildern, Programmcode und UML-Diagrammen Informationen zu elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Zusammenhängen erschließen,
- K1.2** ■ einfache elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Sachverhalte unter Benutzung des Sachwissens schriftlich und mündlich sachgerecht darstellen,
- K1.3** ■ ihre Arbeit in Gruppen selbstständig kommunizieren, organisieren und koordinieren,
- K1.4** ■ digitale Kommunikations- und Kooperationsplattformen nutzen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K1.5** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Überlegungen, Sachverhalte und Ergebnisse fachgerecht und strukturiert erläutern,
- K1.6** ■ unter Verwendung von Texten, Grafiken, Datenblättern, Schaltplänen, Blockschaltbildern, Programmcode und UML-Diagrammen Informationen zu elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Zusammenhängen identifizieren und auswählen und auf neue Problemstellungen anwenden,
- K1.7** ■ mit anderen elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Sachverhalte fach- und zielgruppengerecht kommunizieren und bei Problemlösungen kooperieren,
- K1.8** ■ ihre Arbeit in Gruppen organisieren.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K1.9** ■ eigene komplexe Lösungen für elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Fragestellungen strukturiert und vollständig darlegen und präsentieren,
- K1.10** ■ andere elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemlösungen miteinander vergleichen, sie bewerten und korrigieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzbereich: Analysieren und Interpretieren (K2)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K2.1** ■ Darstellungen von elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Systemen erfassen und zur Informationsbeschaffung nutzen,
- K2.2** ■ in Darstellungen von elektrotechnischen und elektronischen Systemen Bauelemente und Baugruppen identifizieren,
- K2.3** ■ in komplexen elektrotechnischen und elektronischen Unterlagen Baugruppen und ihre jeweilige Aufgabe identifizieren,
- K2.4** ■ in Programmcodes die jeweiligen Funktionsblöcke erkennen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K2.5** ■ messtechnisch komplexe elektrotechnische und elektronische Systeme untersuchen und in Baugruppen zerlegen,
- K2.6** ■ komplexe elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Systeme untersuchen und deren Beziehungen identifizieren,
- K2.7** ■ Grundlagenwissen auf neue elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problematiken anwenden,
- K2.8** ■ Darstellungen von elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Systemen selbst entwerfen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K2.9** ■ komplexe elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Systeme in Funktionseinheiten zerlegen und selbstständig analysieren und interpretieren,
- K2.10** ■ theoretische Problemlösungen durch konkrete Schaltungs- und Programmwürfe oder durch Simulationen überprüfen,
- K2.11** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemlösungen bewerten und alternative Lösungsmöglichkeiten diskutieren.

Kompetenzbereich: Entwickeln und Modellieren (K3)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K3.1** ■ Modelle, Schaltpläne, Programmcodes und UML-Diagramme normgerecht entwerfen,

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- K3.2** ■ grundlegende Problemlösungen entwickeln und in einem konkreten Schaltungs-entwurf, einem Programmwurf oder einer Simulation modellieren,
- K3.3** ■ die Ergebnisse eines realen Schaltungsentwurfs mit dem Ergebnis der Schal-tungssimulation vergleichen,
- K3.4** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Modellierungen dar-stellen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K3.5** ■ die Ergebnisse eines realen Schaltungsentwurfs mit dem Ergebnis der Schal-tungssimulation vergleichen und kritisch die Unterschiede sowie Vor- und Nach-teile der jeweiligen Methode beschreiben,
- K3.6** ■ bekannte elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Prob-lem Lösungen im Detail und im Zusammenhang analysieren,
- K3.7** ■ für eine elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problem-stellung Analogien zu bekannten Problemlösungen entwickeln.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K3.8** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Lösungen für kom-plexe Problemstellungen entwerfen,
- K3.9** ■ Vor- und Nachteile einer elektrotechnischen, elektronischen und programmier-technischen Problemlösung reflektieren und Änderungsmöglichkeiten erörtern.

Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K4.1** ■ in elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Problemlö-sungen die notwendigen Funktionsblöcke identifizieren,
- K4.2** ■ in elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Implementie-rungen erforderliche Berechnungen durchführen,
- K4.3** ■ grundlegende elektrotechnische und elektronische Schaltungen oder Programme realisieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K4.4** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Inhalte selbstständig erschließen,
- K4.5** ■ aktuelle Unterrichtsinhalte selbstständig, auch in veränderten Fragestellungen, für die Umsetzung in konkrete Schaltungen beziehungsweise Programme nutzen,
- K4.6** ■ vertiefte Kenntnisse über Grundprinzipien und Basiskonzepte der Elektrotechnik und Elektronik bei der Umsetzung in konkrete Schaltungen anwenden,
- K4.7** ■ Sachverhalte in geeigneter Form anordnen und Arbeitsabläufe und Handlungsfolgen planen,
- K4.8** ■ Analogien zwischen elektrotechnischen oder elektronischen Inhalten oder Vorgehensweisen beschreiben,
- K4.9** ■ elektrische und elektronische Schaltungen konstruieren,
- K4.10** ■ geeignete Programmcodes entwickeln,
- K4.11** ■ bei verschiedenen Implementierungsmöglichkeiten eine begründete Auswahl treffen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K4.12** ■ eigene Wissenslücken selbstständig schließen,
- K4.13** ■ vertiefte Kenntnisse über Grundprinzipien und Basiskonzepte der Elektrotechnik, Elektronik und Programmiertechnik anwenden und diese reflektiert nutzen,
- K4.14** ■ entwickelte elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemlösungen in konkrete Schaltungen beziehungsweise Programme implementieren,
- K4.15** ■ sich an den zentralen Leitideen selbstständig orientieren,
- K4.16** ■ elektrotechnisches und elektronisches Wissen mit der Informatik und dem Maschinenbau verknüpfen.

Kompetenzbereich: Reflektieren und Beurteilen (K5)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K5.1** ■ ihren Lösungsweg beschreiben,
- K5.2** ■ Vor- und Nachteile einer Systementwicklung, einer Implementierung, eines Modells beziehungsweise einer Darstellung nennen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K5.3** ■ fachlich begründete Vermutungen über die Qualität von Problemlösungen äußern,
- K5.4** ■ aus vorgeschlagenen alternativen Lösungsmöglichkeiten eine auswählen oder Alternativen entwickeln,
- K5.5** ■ ihre Vorgehensweise beziehungsweise Entscheidungen strukturiert und unter Verwendung des Fachwissens begründen,
- K5.6** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Darstellungen und Modelle hinsichtlich ihrer Eignung bewerten,
- K5.7** ■ Argumente mit erworbenem Fachwissen stützen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K5.8** ■ Argumente entwickeln und diese nach Kriterien ordnen,
- K5.9** ■ Beurteilungskriterien nach ihrer Relevanz für eine Aufgabenstellung wählen,
- K5.10** ■ die Wiederverwendbarkeit der erarbeiteten beziehungsweise gewonnenen Modelle, Daten und Programme in ihre Beurteilung einbeziehen,
- K5.11** ■ Implementierungen und Darstellungen kritisch bewerten und die eigene Meinung mit Rückgriff auf Argumente vertreten.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3.3 Kurshalbjahre und Themenfelder

Dem Unterricht in der **Einführungsphase** kommt mit Blick auf den Übergang in die Qualifikationsphase eine Brückenfunktion zu.

Eine Besonderheit des beruflichen Gymnasiums ist seine Organisation nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten, die bereits zu Beginn der Oberstufe einen Leistungskurs festlegt. Mit Eintritt in diese Schulform belegen die Lernenden neben den allgemein bildenden Fächern neue fachrichtungs- oder schwerpunktbezogene Unterrichtsfächer, die den Fächerkanon der Sekundarstufe I erweitern. Einerseits erhalten Lernende so die Möglichkeit, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und Können zu festigen und zu vertiefen beziehungsweise zu erweitern (Kompensation). Auf diese Weise kann es ihnen gelingen, Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl eines allgemein bildenden Leistungskurses und der allgemein bildenden Grundkurse entsprechend vorbereitet zu sein.

Andererseits beginnen sie mit dem Eintritt in das berufliche Gymnasium neu mit fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Fächern, in denen sie ohne schulisches Vorwissen an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt werden. Damit wird eine solide Ausgangsbasis geschaffen, um in der Qualifikationsphase erfolgreich zu lernen. Die Themenfelder der Einführungsphase sind dementsprechend ausgewählt und bilden die Basis für die Qualifikationsphase.

In der **Qualifikationsphase** erwerben die Lernenden sowohl im Unterricht der jeweiligen fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Fächer als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen eine solide Wissensbasis und wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer 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. Der Unterricht in der Qualifikationsphase zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit; der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Durch die Wahl von Grundkursen und einem Leistungskurs in den allgemein bildenden Fächern haben die Lernenden die Möglichkeit, auf unterschiedlichen Anspruchsebenen zu lernen und ein individuelles Leistungsprofil zu entwickeln. Darüber hinaus können sie durch die Entscheidung für eine bestimmte Fachrichtung oder einen bestimmten Schwerpunkt innerhalb des Kanons der Fächer relevante Kompetenzen erlangen. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der allgemeinen Hochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind Themenfelder verbindlich festgelegt (vergleiche Kurshalbjahresthemen). Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableiten lässt, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind je Kurshalbjahr etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in der Regel entspricht dies ca. zwölf

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen, zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder vollumfänglich oder teilweise zu bearbeiten.

Qualifikationsphase

In den Kurshalbjahren Q1-3 sind die Themenfelder 1 und 2 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Durch Erlass wird ein weiteres Themenfeld in zwei dieser drei Kurshalbjahre sowie ein Themenfeld im Kurshalbjahr Q4 verbindlich festgelegt, insgesamt gelten also neun verbindliche Themenfelder für die schriftlichen Abiturprüfungen. Ergänzend können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in Q1-3 in der Regel zwölf Unterrichtswochen und in der Q4 in der Regel vier Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse

Die fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse führen einerseits in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbare. Andererseits richten sie sich auf Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und die Differenziertheit der Fachrichtung beziehungsweise des Schwerpunkts deutlich werden. Der Unterricht ist auf eine Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden, deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion sowie auf ein exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ausgerichtet.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkurse

Bei den fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkursen können zwei grundlegende Typen unterschieden werden.

Die einen – wie im vorliegenden Schwerpunkt das Fach Elektronik – verstärken und vertiefen das berufsbezogene Kompetenzprofil des Leistungskurses, indem neben der Wissenschaftspropädeutik Anwendungsbezug und Praxisorientierung betont werden.

Die anderen erweitern das berufsbezogene Kompetenzprofil, indem sie eigenständige, für die berufliche Fachrichtung oder den beruflichen Schwerpunkt bedeutsame Fächer abbilden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Übersicht über die Themen der Kurshalbjahre und Themenfelder
Einführungsphase (E1/E2)

	Elektrotechnik	Technische Kommunikation	Elektronik
E1	Gleichstromtechnik	Technisches Zeichnen	Elektrische Messtechnik
	E1.1 Grundstromkreis	E1.1 Ebene Werkstücke	E1.1 Schutzmaßnahmen
	E1.2 Grundsaltungen von ohmschen Widerständen	E1.2 Dreidimensionale Werkstücke	E1.2 Spannungs- und Strommessung
	E1.3 Ersatzschaltbilder von aktiven Zweipolen	E1.3 Schaltpläne und Betriebsmittel von elektronischen Systemen	E1.3 Messungen mit dem Oszilloskop
	E1.4 Zweipole mit nichtlinearen Kennlinien	E1.4 Installationsschaltungen mit CAD-System zeichnen	E1.4 Arbeit und Leistung
	E1.5 Brückenschaltung	E1.5 Erweiterte Installationsschaltungen mit CAD-System zeichnen	E1.5 Untersuchungen am Mikrocontrollersystem
	verbindlich: Themenfelder E1.1-E1.3	verbindlich: Themenfelder E1.1-E1.4	verbindlich: Themenfelder E1.1-E1.3

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrotechnik		Technische Kommunikation	Elektronik
E2	Elektrisches und magnetisches Feld	Technische Systeme	Grundlagen der Elektronik
	E2.1 Elektrisches Feld und Kapazität	E2.1 Installationstechnik	E2.1 Homogene Halbleiterbauelemente
	E2.2 Magnetisches Feld	E2.2 Einfache Schützschaltungen	E2.2 Halbleiterdioden
	E2.3 Faradaysches Induktionsgesetz und Induktivität	E2.3 Schaltungen der Steuerungstechnik	E2.3 Basiskomponenten eines Netzteils
	E2.4 Schaltvorgänge am Kondensator		E2.4 Bipolarer Transistor
	E2.5 Schaltvorgänge an der Spule		E2.5 Feldeffekttransistor
			E2.6 Spannungs- und Stromstabilisierung
	verbindlich: Themenfelder E2.1–E2.3	verbindlich: Themenfelder E2.1 und E2.2	verbindlich: Themenfelder E2.1–E2.4

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Qualifikationsphase (Q1/Q2)

	Elektrotechnik (LK)	Ergänzender Grundkurs (eGK)	Elektronik (GK)
Q1	Wechselstromtechnik	Analyse elektrischer Netzwerke	Digitale Mikroelektronik
	Q1.1 Ohmscher Wider- stand, Induktivität und Kapazität	Q1.1 Entflechtung von Netzwerken	Q1.1 Grundlagen der Digitaltechnik
	Q1.2 Grundsaltungen von Wechselstromwi- derständen	Q1.2 Gleichstromnetz- werke	Q1.2 Zahlensysteme und Codes
	Q1.3 Kennwerte von Wechselgrößen	Q1.3 Zweipoltheorie	Q1.3 Der Mikrocontroller
	Q1.4 Schwingkreise	Q1.4 Weitere Lösungsverfahren	Q1.4 Sequentielle Schaltwerke
	Q1.5 Kompensation		Q1.5 Digitale Schaltungen
	verbindlich: Themenfelder Q1.1 und Q1.2 sowie gegebenenfalls ein weite- res Themenfeld aus den Themenfel- dern Q1.3-Q1.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q1.1-Q1.3	verbindlich: Themenfelder Q1.1-Q1.3

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrotechnik (LK)		Elektronik (GK)	
Q2	Wechselstromnetze	Analoge und digitale Signale	
	Q2.1 Komplexe Wechselstromgrundsaltungen	Q2.1 Verstärkerschaltungen mit Transistor	
	Q2.2 Dreiphasenwechselspannung	Q2.2 Einfache Schaltungen mit Operationsverstärker	
	Q2.3 Komplexe Wechselstromnetzwerke	Q2.3 DA- und AD-Umsetzer	
	Q2.4 Komplexe technische Wechselstromschaltungen	Q2.4 Projekt: Signalverarbeitung mit Mikrocontroller	
	Q2.5 Siebschaltungen		
	verbindlich: Themenfelder Q2.1 und Q2.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.3-Q2.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q2.1-Q2.3	

Qualifikationsphase (Q3/Q4)

Elektrotechnik (LK)		Elektronik (GK)	
Q3	Embedded Systems	Mikroelektronische Systeme	
	Q3.1 Mikrocontrollerbasierte Softwarelösungen	Q3.1 Anwendungen des Operationsverstärkers	
	Q3.2 Modularisierung und komplexe Datenstrukturen	Q3.2 Oszillatoren	
	Q3.3 Steuern von Leistung und Drehzahl	Q3.3 Passive und aktive Filterschaltungen	
	Q3.4 Messtechnische Anwendung des Mikrocontrollers	Q3.4 Projekt: Anwendungsbeispiel aus der Leistungselektronik	
	Q3.5 Datenkommunikation		
	verbindlich: Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.3-Q3.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q3.1-Q3.3	

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrotechnik (LK)		Elektronik (GK)
Q4	Automatisierungstechnik	Technische Anwendungen
	Q4.1 Anzeigen von Signalen und Daten	Q4.1 Photovoltaiksysteme
	Q4.2 Automatisierung von industriellen Anlagen mit einem Mikrocontroller	Q4.2 Windenergiesysteme
	Q4.3 Internet of Things (IoT) mit einem Mikrocontroller	Q4.3 Elektromobilität
		Q4.4 Smart Grids
		Q4.5 Regelungstechnik
		Q4.6 Verstärkertechnik
		Q4.7 Automatisierungstechnik
	verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1-Q4.3 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfeldes können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.	verbindlich: zwei Themenfelder aus Q4.1-Q4.7

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrotechnik

E1: Gleichstromtechnik

Die Vielfalt elektrotechnischer Phänomene lässt sich nur über grundlegende Begrifflichkeiten (Ladung, Feld, Spannung, Strom, Widerstand, Arbeit und Leistung) systematisieren, die sich am Beispiel der Gleichstromtechnik anschaulich verdeutlichen lassen. Gleichzeitig ist die Gleichstromtechnik auch der Ausgangspunkt für das Verständnis elektronischer Anwendungen und Geräte (einfache Stromkreise, Gleichstrommotor und -generator, Akkumulatoren, Photovoltaik, Elektrolyse, Elektromobilität und andere).

Ausgangspunkt der Entwicklung einer systematischen Begriffsbildung bei den Lernenden sind zunächst analoge Signale und energietechnische Systeme in ihren grundlegenden Zusammenhängen (Ohmsches Gesetz, messtechnische Untersuchung des Gleichstromkreises, aktive Zweipole, passive Zweipole, lineare Zusammenhänge).

Nichtlineare Zusammenhänge und ihre Beschreibung über den Differenzenquotienten werden dabei zunächst über geeignete grafische Lösungsverfahren behandelt. Die Bedeutung der Kirchhoffschen Gleichungen zur Berechnung von Netzwerken im Gleich- und Wechselstromkreis 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 Gleich- und Wechselstromnetzwerke in der Qualifikationsphase analysieren zu können, ist das Denken in Ersatzgrößen und Ersatzschaltbildern unabdingbare Voraussetzung. Dazu gehört die Beschreibung realer Spannungs- und Stromquellen und ihre messtechnische Untersuchung (zum Beispiel Leerlauf- und Kurzschlussbetrachtung).

Bezug zu den fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

Themenfelder E1.1-E1.3

Inhalte und erläuternde Hinweise

E1.1 Grundstromkreis

- Ladung, elektrische Kräfte, elektrisches Feld, elektrische Feldstärke
- Elektrische Spannung, elektrisches Potential
- Elektrischer Strom, elektrische Stromstärke
- Leitungsmechanismus in Metallen und Isolatoren

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

- Materialwiderstand, Leitwert und Leitungswiderstand
- Aufbau des Grundstromkreises, Schaltung von Spannungs- und Strommesser
- Ohmsches Gesetz
- Kirchhoffsche Gesetze

E1.2 Grundsaltungen von ohmschen Widerständen

- Reihenschaltung
- unbelasteter Spannungsteiler
- Parallelschaltung
- Stromteiler
- belasteter Spannungsteiler
- gemischte Schaltungen
- Arbeit, Leistung, Leistungshyperbel
- Wirkungsgrad und Energiewandlung

E1.3 Ersatzschaltbilder von aktiven Zweipolen

- reale Spannungsquelle
- reale Stromquelle
- Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom und Innenwiderstand
- Äquivalenzumwandlungen
- Spannungs-, Strom- und Leistungsanpassung

E1.4 Zweipole mit nichtlinearen Kennlinien

- Temperaturabhängigkeit
- Kennlinienaufnahme
- Heißleiter, Kaltleiter, Photowiderstand (NTC, PTC, LDR)
- grafische Lösungen für Spannungs- und Stromteilung bei nichtlinearen Kennlinien

E1.5 Brückenschaltung

- unbelastete Brückenschaltung
- unbelastete Brückenschaltung mit nichtlinearen Bauelementen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E2: Elektrisches und magnetisches Feld

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), der Betrachtung statischer und dynamischer Zusammenhänge sowie der phänomenologischen Analyse der Maxwell'schen Gleichungen.

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 den Lernenden ein vertieftes Verständnis der differentiellen und integralen Zusammenhänge.

Mithilfe des Verständnisses der Felder (Elektrostatisches Feld, Strömungsfeld, Magnetisches Feld) und der zwischen ihnen vorhandenen Zusammenhänge (Maxwell'sche Gleichungen) lassen sich unter Einbeziehung des Wissens aus dem Einführungskurs „Gleichstromtechnik“ nun auch komplexere elektrotechnische Anwendungen verstehen.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

Themenfelder E2.1-E2.3

Inhalte und erläuternde Hinweise

E2.1 Elektrisches Feld und Kapazität

- homogenes und inhomogenes elektrisches Feld
- Influenz und Polarisation
- Grundgleichung der Elektrostatik $D = \epsilon \cdot E$
- absolute Feldkonstante ϵ_0 , Permittivität ϵ_r
- Kapazität eines Kondensators
- Laden und Entladen eines Kondensators an Konstantspannung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E2.2 Magnetisches Feld

- Kräfte zwischen bewegten Ladungen und Magneten
- Feldlinienbilder von Dauermagneten, Leiter und Leiterschleife, langgestreckter Spule und Ringspule
- Grundgrößen des magnetischen Feldes: magnetische Flussdichte, magnetischer Feldfluss und magnetische Feldstärke
- Zusammenhang zwischen Feldstärke und Flussdichte $B = \mu \cdot H$
- Magnetisierungskennlinien
- absolute magnetische Feldkonstante μ_0 , μ_r
- einfacher magnetischer Kreis ohne Luftspalt

E2.3 Faraday'sches Induktionsgesetz und Induktivität

- Prinzip der Induktion, Induktion der Ruhe und Bewegung
- allgemeine Form des Induktionsgesetzes
- Begriff der Induktivität
- Induktivität von langgestreckten Spulen
- Lenzsche Regel
- Selbstinduktion
- Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung, rotierende Leiterschleife

E2.4 Schaltvorgänge am Kondensator

- Schaltverhalten einer RC-Kombination an Konstantspannung und mit Konstantstrom
- Strom- und Spannungsfunktionen messtechnisch ermitteln, grafisch darstellen, mathematisch analysieren und interpretieren
- integraler und differentieller Zusammenhang von Strom und Spannung

E2.5 Schaltvorgänge an der Spule

- Schaltverhalten einer RL-Kombination an Konstantspannung beziehungsweise mit Konstantstrom
- Strom- und Spannungsfunktionen messtechnisch ermitteln, grafisch darstellen, mathematisch analysieren und interpretieren
- integraler und differentieller Zusammenhang von Strom und Spannung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1: Wechselstromtechnik (LK)

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

Der Kurs Wechselstromtechnik baut auf den Themenfeldern der Einführungsphase auf, indem das Verhalten der drei zentralen Bauelemente der Elektrotechnik (Ohmscher Widerstand als Energiewandler und Kondensator sowie Spule als Energiespeicher), unter Einbeziehung der Differential- und Integralrechnung, analysiert wird. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Betrachtung bei sinusförmiger Ansteuerung, andere Kurvenformen werden ebenfalls berücksichtigt, da sie in anwendungsbezogenen Schaltungen (zum Beispiel Phasenanschnittsteuerung, Pulsweitenmodulation, Mischspannung) bedeutsam sind.

Die Lernenden untersuchen das Betriebsverhalten der Grundbauelemente in Reihen- und Parallelschaltung sowie in Schwingkreisen und beschreiben es mittels der trigonometrischen Funktionen, der Zeigerdarstellung und der Kennwerte der Wechselgrößen (arithmetischer Mittelwert, quadratischer Mittelwert und Effektivwert und andere). Die komplexe Betrachtung wird erst im Kurshalbjahr Q2 „Wechselstromnetze“ eingeführt.

Bei Verbrauchern mit Verschiebungsblindleistung ist Kompensation ein wichtiges Thema, um Verluste auf Zuleitungen zu Verbrauchern zu minimieren und wirtschaftliche sowie effiziente Energieversorgungssysteme aufzubauen. Das Verständnis der Kompensation wird über eine Leistungsbetrachtung eingeführt, wobei im Kurshalbjahr Q2 „Wechselstromnetze“ die Kompensation dann mithilfe der komplexen Rechnung vertieft wird.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

Themenfelder Q1.1 und Q1.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres aus den Themenfeldern Q1.3-Q1.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q1.1 Ohmscher Widerstand, Induktivität und Kapazität

- Momentanwert, Scheitelwert, Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz von sinusförmigen Wechselgrößen
- Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung am ohmschen Widerstand, an der Induktivität und an der Kapazität
- Linien- und Zeigerdiagramme
- induktiver und kapazitiver Blindwiderstand und -leitwert, Impedanz und Admittanz
- Wirk-, Blind- und Scheinleistung

Q1.2 Grundsaltungen von Wechselstromwiderständen

- R-L-, R-C- und R-L-C-Reihenschaltung an sinusförmiger Wechselspannung
- R-L-, R-C- und R-L-C-Parallelschaltung an sinusförmiger Wechselspannung
- Widerstands-, Spannungs-, Strom- und Leistungs-dreieck
- BODE-Diagramm von Hochpass und Tiefpass

Q1.3 Kennwerte von Wechselgrößen

- arithmetischer Mittelwert, Gleichrichtwert und Effektivwert sinusförmiger Größen
- allgemeine Form des arithmetischen Mittelwertes, des Gleichrichtwertes und Effektivwertes
- Berechnung des arithmetischen Mittelwertes, des Gleichrichtwertes und Effektivwertes von sinusförmigen Größen mithilfe der Infinitesimalrechnung
- Berechnung des arithmetischen Mittelwertes, des Gleichrichtwertes und Effektivwertes nichtsinusförmiger Größen mithilfe der Infinitesimalrechnung
- Anwendungsbeispiele: Phasenanschnittsteuerung, Mischspannung, Ladefunktionen
- Messung von Gleichricht- und Effektivwert

Q1.4 Schwingkreise

- Entstehung einer freien Schwingung, frei gedämpfte und ungedämpfte Schwingung, fremderregte Schwingkreise
- R-L-C-Reihenschwingkreis an sinusförmiger Wechselspannung
- R-L-C-Parallelschwingkreis an sinusförmiger Wechselspannung
- Kenngrößen von Schwingkreisen: Resonanzfrequenz, Bandbreite, Kreisgüte und Kreisdämpfung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1.5 Kompensation

- Prinzip der Kompensation
- Reihen- und Parallelkompensation
- Dimensionierung von Kompensationskondensatoren

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q2: Wechselstromnetze (LK)

Einphasen- und Dreiphasenwechselstromsysteme sind die tragenden Säulen in der Energieversorgung. So war es mit der Drehstromtechnik erst möglich, wartungsarme und effiziente Maschinen zu konstruieren und in der Automatisierung von Anlagen einen hohen Automatisierungsgrad zu erreichen. In der Energietechnik spricht man von niederfrequenten Wechselstromsystemen.

Hochfrequente Wechselströme werden in der Nachrichtentechnik verwendet. Diese Signale bestehen oft aus einem „Gemisch unterschiedlicher Frequenzen“ und müssen daher sondiert und dann gezielt weiterverarbeitet werden. Hierfür werden Frequenzweichen eingesetzt, um beispielsweise in der Tontechnik Hoch-, Mittel- und Tieftonlautsprecher mit Signalen zu beaufschlagen.

Der Kurs Wechselstromnetze beschäftigt sich mit den Anwendungsbereichen der Wechselstromtechnik. Er baut unmittelbar auf den Kenntnissen des Kurshalbjahres Q1 „Wechselstromtechnik“ sowie auf dem ergänzenden Grundkurs Q1 „Analyse elektrischer Netzwerke“ auf.

Die Lernenden führen umfangreiche Schaltungsanalysen an praxisnahen Wechselstromnetzwerken sowie technischen Wechselstromschaltungen mithilfe der komplexen Rechnung durch. Sie berechnen Wechselstromgrößen komplex und stellen sie mithilfe von Zeigerdiagrammen dar. Dies wird auf das Dreiphasensystem übertragen. Im Dreiphasensystem analysieren die Lernenden die Stern- und Dreieckschaltung und stellen Zeigerdiagramme für Spannung, Strom und Leistung auf.

Sie untersuchen Siebschaltungen messtechnisch und erörtern das Eingangs- und Ausgangsverhalten anhand der komplexen Rechnung. Das BODE-Diagramm wird bei der Analyse als wichtiges Hilfsmittel angewendet.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

Themenfelder Q2.1 und Q2.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres aus den Themenfeldern Q2.3-Q2.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q2.1 Komplexe Wechselstromgrundschaltungen

- Einführung in die komplexe Zahlenebene, Darstellungsarten von komplexen Zahlen
- Rechengesetze der komplexen Rechnung
- Spannungen, Ströme, Widerstände, Leitwerte und Leistungen in der komplexen Zahlenebene
- \underline{Z} , \underline{U} , \underline{I} , \underline{S} für komplexe Reihen-, Parallel- und Gruppenschaltungen, Zeigerdiagramme

Q2.2 Dreiphasenwechselspannung

- Entstehung einer sinusförmigen dreiphasigen Wechselspannung
- Verkettung in Stern- und Dreieckschaltung
- \underline{Z} , \underline{U} , \underline{I} , \underline{S} in Sternschaltung mit und ohne Neutralleiter, Zeigerdiagramme
- \underline{Z} , \underline{U} , \underline{I} , \underline{S} in Dreieckschaltung, Zeigerdiagramme
- Leistungsberechnung und Leistungsmessung im Drei- und Vierleitersystem

Q2.3 Komplexe Wechselstromnetzwerke

- Stern-Dreieck-/Dreieck-Stern-Umwandlung
- Superpositionsprinzip
- Ersatzspannungs- und/oder Ersatzstromquelle
- Gleichungssysteme
- mehrere komplexe Spannungs- und Stromquellen

Q2.4 Komplexe technische Wechselstromschaltungen

- Wechselspannungsbrücken
- Kompensationskondensatoren im Einphasen- und Dreiphasensystem

Q2.5 Siebschaltungen

- Frequenzgänge von Hochpass, Tiefpass, Bandpass und Bandsperre
- Frequenzgang, Amplitudengang, Phasengang, Grenzfrequenz und Zeitkonstante
- BODE-Diagramm

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q3: Embedded Systems (LK)

Embedded Systems (eingebettete Systeme) arbeiten in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen und Geräten. Sie sind elektronische Rechner, die in einen technischen Kontext eingebunden (eingebettet) sind. Dabei übernimmt der Rechner Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelfunktionen oder ist für die Verarbeitung von Daten und Signalen zuständig (beispielsweise beim Ver- beziehungsweise Entschlüsseln, Codieren beziehungsweise Decodieren oder Filtern).

Oft werden eingebettete Systeme mit einer Hardware-Software-Implementierung speziell an eine Aufgabe angepasst. Sie vereinigen dabei die große Flexibilität von Software mit der Leistungsfähigkeit der Hardware. Die Software dient dabei sowohl zur Steuerung des Systems als auch zur Interaktion des Systems mit der Außenwelt über definierte Schnittstellen und Protokolle.

Das einfachste „Embedded System“ ist ein Mikrocontrollersystem mit einem Prozessor und einigen wenigen Peripheriefunktionen. Im Vordergrund dieses Kurses steht deshalb die Programmierung eines Mikrocontrollers auf Basis der Programmiersprache C. Es empfiehlt sich ein preiswertes, standardisiertes und erweiterbares Mikrocontrollersystem in Verbindung mit einem Werkzeug zum Schaltungsentwurf (aktuell etwa ein Arduino-System sowie die kostenfreie Software „Fritzing“ der Fachhochschule Potsdam).

Mit dem eingeführten System können die komplexen Möglichkeiten von Hardware, Software und Peripherie eines Mikrocontrollersystems auf einem für Lernende vertretbaren Niveau analysiert werden. Im Gegensatz zum Grundkurs „Elektronik“ soll hier nicht nur mit bereits fertig implementierten Bibliotheksbausteinen in Bezug auf die Kommunikation mit Sensoren und Aktoren gearbeitet werden. Die Lernenden entwickeln die dazu notwendigen Ansteuerungsfunktionen eigenständig und stellen die Algorithmen normgerecht dar. Sie steuern mithilfe des Mikrocontrollersystems Motoren an und untersuchen messtechnische Anwendungen sowie die Informationsübertragung zwischen Mikrocontrollern.

Beim Entwickeln eines Computerprogramms werden aus lernpsychologischer Sicht sämtliche Kompetenzbereiche K1 bis K5 systematisch angesprochen. Ein Programm zu schreiben bedeutet zunächst, eine Problematik zu analysieren und zu verstehen, um dann im nächsten Schritt strategisch eine entsprechende Lösung zu planen, zu strukturieren, zu modellieren und zu implementieren und diese schließlich zu testen, zu reflektieren, zu beurteilen und zu verschriftlichen beziehungsweise zu kommunizieren.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4) sowie Elektrische Messtechnik (L5).

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

verbindlich:

Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres aus den Themenfeldern Q3.3-Q3.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q3.1 Mikrocontrollerbasierte Softwarelösungen**

- Einführung der Programmiersprache C mit einem Mikrocontroller
- Eingaben und Ausgaben (digital, analog und seriell)
- Variablen, Konstanten, elementare Datentypen
- Deklaration und Zuweisung von Ports
- Wertzuweisungen, Operatoren und Ausdrücke
- Kontrollstrukturen
- Signaleingabe: Taster, Potentiometer, analoge Sensoren
- Signalausgabe: LED, Summer, Pulsweitenmodulation
- Schaltverstärker: Relais, Transistor (uni- und bipolar)

Q3.2 Modularisierung und komplexe Datenstrukturen

- Darstellung von Algorithmen (Programmablaufplan; andere Darstellungsformen optional)
- Prozeduren, Funktionen, Interrupts
- Rückgabe von Funktionswerten, Parameterübergabe
- Gültigkeit und Lebensdauer von Variablen
- ein- und mehrdimensionale Felder (Arrays)
- speicheroptimierte Softwarelösungen
- Programmierung einfacher Bibliotheken

Q3.3 Steuern von Leistung und Drehzahl

- Gleichstrommotor und Pulsweitenmodulation
- Schrittmotor
- Servomotor / Servoantriebe
- H-Brücke

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q3.4 Messtechnische Anwendung des Mikrocontrollers

- nichtelektrische Größen (Entfernung, Helligkeit und Temperatur)
- elektrische Größen (Kapazität, Widerstand, Strom, Spannung und Leistung)
- LCD-Display
- digitale Sensoren

Q3.5 Datenkommunikation

- Informationsübertragung zwischen Mikrocontrollern
- serielle Schnittstelle
- I2C-Bus
- Funkübertragung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q4: Automatisierungstechnik (LK)

Industrielle Prozesse sind gekennzeichnet durch eine starke Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten Produktion. Kunden und Geschäftspartner sind direkt in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse eingebunden. Die Produktion wird mit hochwertigen Dienstleistungen verbunden. Mit intelligenten Monitoring- und Entscheidungsprozessen sollen Unternehmen und ganze Wertschöpfungsnetzwerke in nahezu Echtzeit gesteuert und optimiert werden können.

In diesem Kurs wird die Anwendung des Mikrocontrollers in der Automatisierungstechnik aufbauend auf dem Kurs Q3 Embedded Systems weiter vertieft. Automatisierungs- und Prozesszustände werden mittels Displays angezeigt und stellen so das Human Machine Interface (HMI) zwischen Mensch und Maschine dar. Weiterhin übernehmen Mikrocontroller vermehrt kleine Steuerungsaufgaben in komplexen Anlagen und automatisieren Teilfunktionen. Die Dokumentation solcher Automatisierungsprozesse erfolgt durch genormte Darstellungselemente wie Programmablaufplan, Struktogramm, Grafcet oder UML-Zustandsdiagramm.

Bei industriellen Anlagen werden häufig Signale mit höheren Logikpegeln verwendet, zum Beispiel 24V DC (HTL-Signale). In Verbindung mit einem Mikrocontroller ist es nötig, die Nennspannung der Logikpegel, zum Beispiel 5V DC (TTL-Signale) an die der industriellen Systeme anzupassen.

Im Internet der Dinge stehen die Aufnahme und der Austausch von Daten zwischen verschiedenen Systemen im Vordergrund. Dazu muss der Mikrocontroller in bestehende LAN- oder WLAN-Netzwerke eingebunden werden, um Prozess- sowie Anlagendaten weitergeben zu können. Es ist empfehlenswert, den Mikrocontroller mit entsprechenden Erweiterungsplatinen auszustatten.

In diesem Kurs bietet es sich an, die Abläufe an Modellen von industriellen Anlagen zu entwickeln, die erstellten Dokumente zu reflektieren und im Zusammenhang von Maschinen- und Datensicherheit zu bewerten.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

ein Themenfeld aus Q4.1-Q4.3 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfeldes können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q4.1 Anzeigen von Signalen und Daten

- 7-Segment-Anzeige
- OLED Display
- LED-Matrix
- RGB-LED

Q4.2 Automatisierung von industriellen Anlagen mit einem Mikrocontroller

- Verknüpfungs- und Ablaufsteuerung
- Grafische Darstellung von Ablaufsteuerungen: Grafcet, UML-Zustandsdiagramm
- Signalanpassung zwischen TTL- und HTL-Logikpegeln

Q4.3 Internet of Things (IoT) mit einem Mikrocontroller

- RFID
- Ethernet, WLAN
- Bluetooth
- GPS (Position, Zeit, Datum)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1: Analyse elektrischer Netzwerke (eGK)

Energieversorger betreiben Netzformen, die von mehreren Spannungsquellen gespeist werden und dabei vermaschte Systeme aufspannen, die dem Endkunden eine größere Versorgungssicherheit gewährleisten. In diesem Kurs werden die Grundlagen elektrischer Netzwerke analysiert und mit geeigneten Lösungsverfahren berechnet.

Aufbauend auf dem Kurs Gleichstromtechnik, der lediglich elementare Stromkreise behandelt, führt dieser Kurs 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, die dann im Kurs Wechselstromnetze auf komplexe Wechselstromnetzwerke übertragen und angewendet werden. Alle Lösungsverfahren werden taschenrechnergestützt erarbeitet.

Die Lernenden beschäftigen sich mit der Zweipoltheorie, den Lösungsstrategien für Anpassungsfälle und den Schaltungen mit linearen und nichtlinearen Widerständen, um auch komplexe Schaltungsproblematiken analysieren zu können.

Vertiefend bietet es sich an, weitere Lösungsverfahren wie das Superpositionsgesetz nach Helmholtz, sowie das Knotenpunkt-Potentialverfahren oder die Umlaufanalyse mit der Methode „vollständiger Baum“ zu bearbeiten. Durch die Bearbeitung verschiedener Lösungsstrategien kann die Tauglichkeit und Effektivität der Verfahren untersucht werden.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3) sowie Elektrische Messtechnik (L5).

verbindlich:Themenfelder Q1.1-Q1.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q1.1 Entflechtung von Netzwerken**

- Stern-Dreieck-Transformation
- Dreieck-Stern-Transformation
- Brückenschaltung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1.2 Gleichstromnetzwerke

- Gleichungssysteme für Netzwerke
- computergestützte Lösungen
- Simulationssoftware
- Kreisstromverfahren

Q1.3 Zweipoltheorie

- Zurückführung der Netzwerke auf eine Ersatzspannungs- oder Ersatzstromquelle
- Berechnung von Spannungen und Strömen mit einer Ersatzspannungs- oder Ersatzstromquelle
- Lösungsstrategien beim Zusammenwirken von linearen und nichtlinearen Bauelementen
- Lösungsstrategien beim Zusammenwirken von ohmschen Widerständen und Kapazitäten
- Anpassungsfälle in Netzwerken

Q1.4 Weitere Lösungsverfahren

- Superpositionsprinzip
- Knotenpunkt-Potential-Verfahren
- Umlaufanalyse (vollständiger Baum)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektronik

E1: Elektrische Messtechnik

Da elektrische Größen in der Regel der unmittelbaren Wahrnehmung nicht zugänglich sind, ist der sichere Umgang mit analogen und digitalen Messgeräten und deren Handhabung unverzichtbarer Bestandteil der Elektrotechnik und Elektronik. Damit werden Problemstellungen der Leistungskurse vorbereitet, in denen die Lernenden selbstständig Laborexperimente planen, durchführen und auswerten sollen.

Der menschliche Organismus nimmt elektrischen Strom nicht direkt wie Licht oder Wärme wahr. Er verspürt nur die Auswirkungen, die gesundheitliche Schäden bis hin zum Tod einschließen können. Besonders gefährlich sind Ströme, die den Körper unter Einbeziehung des Herzmuskels durchqueren. Die Synchronisierung des Herzrhythmus, die selbst stromgesteuert ist, kann aus dem Takt kommen. Das kann Herzkammerflimmern auslösen, wodurch der Blutkreislauf zum Stillstand kommt. Längere Stromeinwirkungen führen auch zu Elektrolysevorgängen im Blut und Serum der Körperzellen. Die sich dabei bildenden giftigen Abbauprodukte können selbst Tage nach dem Stromunfall noch Spätfolgen auslösen. Deshalb ist eine Einführung in die Gefahren und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Strom und Spannung unabdingbare Voraussetzung für das Arbeiten im Labor.

Im Mittelpunkt der sich daran anschließenden ersten messtechnischen Untersuchungen stehen für die Lernenden folgende Signale und Signalformen:

- konstante oder in ihrer langsamen Veränderung erfassbare Größen (einzelne Messwerte, Folge von Messwerten, Liniendiagramme und andere)
- Zeitabhängigkeit von elektrischen Messgrößen
- Augenblickswerte schnell veränderlicher und periodischer Größen (als stehendes Bild)
- durch Mittelwertbildung erfassbare Größen (Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert)

Dabei geht es einerseits um die Durchdringung der theoretischen Grundlagen der zu untersuchenden Zusammenhänge (Bezug zum Kurs „Elektrotechnik“) und andererseits um das sichere Beherrschen der verwendeten Messgeräte zur messtechnischen Erfassung analoger und digitaler Signale.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

Themenfelder E1.1-E1.3

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

E1.1 Schutzmaßnahmen

- Gefahren der Elektrizität
- Begriffe (Leiterwiderstand, Fehlerwiderstand, Übergangswiderstand, Körperwiderstand, Fehlerspannung, Berührungsspannung, Körperstrom, Fehlerstrom, Kurzschluss, Erdschluss)
- Maßnahmen (Schutz gegen direktes Berühren, Schutz bei indirektem Berühren, Schutzisolierung, Schutzkleinspannung, Schutztrennung)
- Laborordnung

E1.2 Spannungs- und Strommessung

- Umgang mit Messgeräten
- Messungen an linearen und nichtlinearen Bauteilen (Ohmsche Widerstände, NTC, PTC, VDR, LDR)
- Spannungsteiler, Stromteiler, Brückenschaltung (Anwendung der Kirchhoffschen Gesetze)
- Ermittlung der Kennlinien von linearen und nichtlinearen, aktiven und passiven Zweipolen
- rechnerische und zeichnerische Behandlung linearer und nichtlinearer, aktiver und passiver Zweipole

E1.3 Messungen mit dem Oszilloskop

- Funktionsweise des Oszilloskops (Einstellung des Oszilloskops, Triggerung, Signalerfassung, Skalierung und Positionierung von Signalen, Messung von Signalen, Datenspeicherung)
- Messung von Gleichspannungen
- Spannung, Strom, Zeit, Frequenz, Phasenverschiebung
- Kennliniendarstellung auf dem Oszilloskop (Widerstand, Diode, Varistor, und andere)
- Lissajous-Figuren

E1.4 Arbeit und Leistung

- Schaltung eines Leistungsmessers
- Messen der elektrischen Arbeit
- direkte und indirekte Leistungsmessung
- Leistungsmessung mit dem Energiezähler

E1.5 Untersuchungen am Mikrocontrollersystem

- Aufbau und Komponenten eines einfachen „Embedded Systems“
- analoge Eingänge, digitale Ausgänge
- Pulsweitenmodulation

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E2: Grundlagen der Elektronik

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

Zurückgehend auf die Entdeckung des Halbleitereffekts 1876 (Ferdinand Braun) und die Entwicklung der Elektronenröhre zu Beginn des 20. Jahrhunderts, war die Entwicklung des Transistors 1947 der entscheidende Baustein zur Entstehung eines eigenen Wissenschaftsbereichs und des daraus resultierenden digitalen Zeitalters. Die enormen Fortschritte zum Beispiel in der Raumfahrt, der Computer- und der Kommunikationstechnologie wären ohne die Erfindung des Transistors, der Entwicklung integrierter Schaltkreise und der sich anschließenden Miniaturisierung, insbesondere durch ihre Integration auf einem Chip (monolithische Schaltungen), nicht denkbar.

Als elektronische Bauelemente werden Halbleiter, Kaltleiter, Varistoren, Dioden, Transistoren, Widerstände, Kondensatoren und Spulen verwendet, deren Verhalten durch ausgeprägte Nichtlinearitäten gekennzeichnet ist. Durch Verbindung dieser Elemente – insbesondere durch ihre Integration – entstehen komplexere Bauteile, die vielfältige Funktionen in sich vereinigen (Verstärker, Regler, Multiplexer, Operationsverstärker, Flipflops, integrierte Schaltkreise, Analog-Digital-Wandler).

Ausgehend von den Grundbegriffen der Halbleiterphysik werden in diesem Kurshalbjahr die wichtigsten Bauelemente vorgestellt und in ihrem Verhalten untersucht:

- homogene Halbleiterbauelemente,
- Halbleiterdioden,
- bipolare Transistoren,
- Feldeffekttransistoren.

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.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:Themenfelder E2.1-E2.4

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

E2.1 Homogene Halbleiterbauelemente

- Grundbegriffe der Halbleiterphysik
- Wärmekenngrößen (Verlustleistung und Wärmeableitung)
- Heißleiter oder Kaltleiter
- Varistor
- Feldplatte oder Fotowiderstand

E2.2 Halbleiterdioden

- PN-Übergang
- Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien und Kenngrößen
- Fotodiode und Photovoltaik-Module als nichtlineare, aktive Zweipole
- Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien, Kenngrößen von Z-Dioden

E2.3 Basiskomponenten eines Netzteils

- Transformator, Gleichrichtung und Glättungskondensator (Siebung)
- messtechnische Untersuchung eines einfachen Trafonetzteils

E2.4 Bipolarer Transistor

- Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien und Kenngrößen
- Bipolarer Transistor als Schalter

E2.5 Feldeffekttransistor

- Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien und Kenngrößen
- Feldeffekttransistor als Schalter

E2.6 Spannungs- und Stromstabilisierung

- Dimensionierung und messtechnische Untersuchung
- messtechnische Untersuchung von einfachen Stabilisierungsschaltungen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1: Digitale Mikroelektronik (GK)

In immer mehr Geräten des Alltags werden die analogen Schaltungen durch Mikrocontroller-basierte Lösungen ersetzt. Damit werden die Produktionskosten der Hardware gesenkt, indem Bauteile bei der Entwicklung von Schalt-, Steuer- und Regellogik eingespart werden können. Waren früher noch viele diskrete Bauteile zur Implementierung einer Schaltung notwendig, so werden diese im Mikrocontroller mit einigen Codezeilen ersetzt.

Für das tiefere Verständnis komplexer Mikrocontrollerlösungen ist die Kenntnis grundlegender Prinzipien der Digitaltechnik hilfreich. Die Lernenden analysieren einfache logische Verknüpfungsschaltungen mit den fachspezifischen Beschreibungsmitteln, sie prüfen Zahlensysteme und Codes auf ihre Verwendbarkeit und untersuchen messtechnisch statische Schaltwerke, sequentielle Schaltwerke sowie digitale Rechenschaltungen.

Darauf aufbauend analysieren die Lernenden den grundlegenden Aufbau und die Funktion eines Mikrocontrollers, programmieren erste einfache Anwendungen, interpretieren die Ergebnisse und suchen durch eine strukturierte Vorgehensweise Fehler.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:Themenfelder Q1.1-Q1.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q1.1 Grundlagen der Digitaltechnik**

- analoge, digitale und binäre Signale, analoge versus digitale Systeme, Pegel
- logische Verknüpfungen (UND, ODER, NICHT, NAND, NOR, XOR, Äquivalenz): Schaltzeichen, Wahrheitstabellen, Funktionsgleichungen, Signal-Zeit-Diagramme
- Synthese statischer Schaltnetze
- Schaltungsvereinfachung und -minimierung mit Schaltalgebra und KV-Diagrammen

Q1.2 Zahlensysteme und Codes

- duales, dezimales und hexadezimales Zahlensystem
- Kodierer und Dekodierer (BCD-Code, Gray-Code, Aiken-Code)
- Umwandlung zwischen den Zahlensystemen und Codes

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q1.3 Der Mikrocontroller

- grundlegender Aufbau und Funktion eines Mikroprozessors
- Rechnerarchitekturen (Von Neumann, Harvard)
- Entwicklungsumgebung
- kompilieren und übertragen von Programmen in den Controller
- Grundlagen des Programmierens (Grundbegriffe, Algorithmus, Darstellung von Algorithmen, Programmablaufplan), Eingaben und Ausgaben, Variablen, Konstanten
- Grundfunktionen eines Mikrocontrollers (LED ansteuern, Einlesen eines Tasters, Ansteuern eines Transistors und andere)
- einfache Fehlersuche

Q1.4 Sequentielle Schaltwerke

- zeitabhängige binäre Schaltungen (Flip-Flops, zum Beispiel R-S-, D-, J-K- oder T-Flipflop)
- asynchrone und synchrone Zähler und Frequenzteiler
- Register- und Speicherschaltungen (Schieberegister)
- Anwendungen

Q1.5 Digitale Schaltungen

- Halb- und Volladdierer
- Komparatoren
- Multiplexer und Demultiplexer

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q2: Analoge und digitale Signale (GK)

In der Analogtechnik werden Informationen durch physikalische Größen dargestellt, deren Maßzahl wie beispielsweise Spannung, Strom, Frequenz, Phasenwinkel, magnetische Feldstärke direkt der Information entspricht. Analoge Werte können innerhalb ihres Definitionsbereichs jeden beliebigen Wert annehmen. Digitale Systeme verwenden abzählbare Elemente (wie beispielsweise die Finger einer Hand). Die Digitaltechnik schließt alle Verfahren ein, die eine genau festgelegte Anzahl von Zeichen und Werten zulassen und alle Aussagen nur durch Kombination dieser Zeichen machen. Die Genauigkeit ist beliebig und wird theoretisch von der Anzahl der zu zählenden Elemente bestimmt. Die Umwandlung der Analogtechnik in die Digitaltechnik wird Codierung genannt. Der Code ist ein notwendiger festgelegter Umwandlungsschlüssel.

Bei den Signalformen unterscheidet man wert- und zeitkontinuierliche Signale, wertkontinuierliche und zeitdiskrete Signale, wertdiskrete und zeitkontinuierliche Signale sowie wert- und zeitdiskrete Signale.

In diesem Kurs werden die unterschiedlichen Signalformen, ausgehend von einfachen Anwendungsschaltungen von den Lernenden untersucht und experimentell realisiert. Im Mittelpunkt stehen dabei grundlegende Anwendungskomponenten der Analog- und Digitaltechnik: Verstärker, Impedanzwandler, AD- und DA-Wandler etc. Am Aufbau und der Untersuchung eines konkreten Projekts wird abschließend wieder der Systemgedanke in den Mittelpunkt gerückt, um die Analysefähigkeit weiter zu entwickeln.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4) sowie Elektrische Messtechnik (L5).

verbindlich:Themenfelder Q2.1-Q2.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q2.1 Verstärkerschaltungen mit Transistor**

- Transistorverstärker in Emitterschaltung (zum Beispiel Kopfhörerverstärker)
- Leistungsverstärker (zum Beispiel Gegentakt-Komplementär-Endstufe)
- Differenzverstärker

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q2.2 Einfache Schaltungen mit Operationsverstärker

- Kenn- und Grenzwerte des Operationsverstärkers
- Betriebswerte des idealen und realen Operationsverstärkers
- invertierender Verstärker, nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler
- Komparator
- BODE-Diagramm des Operationsverstärkers

Q2.3 DA- und AD-Umsetzer

- Digital-Analog-Umsetzer (zum Beispiel R-2R-Verfahren, paralleles Verfahren, Zählverfahren)
- Analog-Digital-Umsetzer (zum Beispiel Komparator-Verfahren, Serielles Verfahren, Parallelumsetzer)
- Mikrocontroller und AD-/DA-Umsetzer

Q2.4 Projekt: Signalverarbeitung mit Mikrocontroller

zum Beispiel Servomotoransteuerung, Schrittmotoransteuerung, Temperaturgesteuerter Lüfter, Regelung eines Schwebekörpers, GPS Tracking, Temperaturmessgerät, Kapazitätsmessgerät

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q3: Mikroelektronische Systeme (GK)

Mikroelektronische Systeme haben durch die immer weitergehende Integration komplexer analoger und digitaler Funktionen und die Miniaturisierung der Schaltkreise in der Elektrotechnik und Elektronik eine herausragende Bedeutung.

Ausgehend von den Grundlagen analoger und digitaler Signale geht es hier um den Aufbau und die Funktion grundlegender mikroelektronischer Systeme. So werden grundlegende Anwendungsschaltungen des Operationsverstärkers in diesem Kurs von den Lernenden untersucht und in ihrer Funktionsweise analysiert (Addierer, Subtrahierer, Integrierer, Differenzierer und Schmitt-Trigger).

Oszillatoren sind Schaltungen zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen. Sie setzen Gleichspannungen in Wechselspannungen um und bestehen im einfachsten Fall aus einem einzelnen, selbstschwingenden Bauteil. Anforderungen an Oszillatoren sind Konstanz des Ausgangssignals in Frequenz und Amplitude, Belastungsunabhängigkeit und geringe Temperaturabhängigkeit. Ein Oszillator enthält immer frequenzbestimmende Bauteile (zum Beispiel LC, RC, Schwingquarz), eine Begrenzungsschaltung der Amplitude und einen negativen differentiellen Widerstand (Energiequelle). Oszillatoren sind in diesem Kurs mithilfe von Operationsverstärkern aufzubauen, messtechnisch zu untersuchen und ihre Funktionsweise zu analysieren.

Filter dienen in der Elektronik dazu, Amplitude und Phasenlage eines elektrischen Signals frequenzabhängig zu verändern. Dadurch können unerwünschte Signalanteile abgeschwächt oder unterdrückt werden. Sie lassen sich nach mehreren Kriterien klassifizieren: Komplexität, Frequenzgang, verwendeten Bauelementen, Schaltungsstruktur, verwendete Berechnungsmethode, Trennschärfe beziehungsweise Steilheit und Phasenverschiebung. In diesem Kurs werden grundlegende Filterschaltungen (Hochpass- und Tiefpassfilter, Bandpass und andere) von den Lernenden realisiert und hinsichtlich Frequenz- und Phasengang untersucht.

Zur Leistungssteuerung von Aktoren werden und andere Vierquadranten-Steller und Phasenanschnittsteuerungen verwendet. Außerdem gibt es eine Vielzahl von Wandlungsprinzipien zwischen Gleich- und Wechselspannung. Exemplarisch wird in diesem Kurs ein Prinzip der Leistungssteuerung (DC/AC-, AC/DC-, DC/DC- oder AC/AC-Wandlung) untersucht.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4) sowie Elektrische Messtechnik (L5).

verbindlich:Themenfelder Q3.1-Q3.3

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q3.1 Anwendungen des Operationsverstärkers

- Addierer, Subtrahierer
- Integrierer, Differenzierer
- Komparator
- Schmitt-Trigger

Q3.2 Oszillatoren

- Multivibratoren (bistabil, astabil, monostabil)
- Rechteckoszillator (mit Mikrocontroller)
- Dreieck- und Sägezahnoszillator (diskret oder mit Mikrocontroller)
- Sinusoszillator (diskret oder mit Mikrocontroller)

Q3.3 Passive und aktive Filterschaltungen

- Hochpass, Tiefpass, Bandpass
- BODE-Diagramm

Q3.4 Projekt: Anwendungsbeispiel aus der Leistungselektronik

- zum Beispiel Motoransteuerung (H-Brückensteuerung), Phasenanschnittsteuerung (mit Thyristor und Triac), elektronisch stabilisiertes Netzgerät, DC-AC-Wandlung (Wechselrichter), DC-DC-Wandler (Gleichstromsteller)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Q4: Technische Anwendungen (GK)

In diesem Kurs wird kein spezielles Kursthema festgelegt. In weitgehend selbstständigen Teams sollen Projekte zu elektrischen und elektronischen Systemen bearbeitet, analysiert, reflektiert und präsentiert werden (Projektbeschreibung, Planung, Durchführung, Dokumentation, Präsentation).

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1), Informationstechnische Systeme (L2), Analoge Signalverarbeitung (L3), Digitale Signalverarbeitung (L4), Elektrische Messtechnik (L5) sowie Umwelt und Gesellschaft (L6).

verbindlich:

zwei Themenfelder aus Q4.1-Q4.7, ausgewählt durch die Lehrkraft

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q4.1 Photovoltaiksysteme****Q4.2 Windenergiesysteme****Q4.3 Elektromobilität****Q4.4 Smart Grids****Q4.5 Regelungstechnik****Q4.6 Verstärkertechnik****Q4.7 Automatisierungstechnik**

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Technische Kommunikation

E1: Technisches Zeichnen

In technischen Disziplinen gehören technische Zeichnungen aus den Bereichen Maschinenbau und Elektrotechnik zur Fachsprache. Die Kenntnis der einschlägigen Normen ist ebenso wichtig, wie ein räumliches Vorstellungsvermögen.

Technische Zeichnungen sind international verständlich, da sie auf einheitlichen Normierungen aufbauen, welche international bekannt sind.

Die Lernenden befassen sich im Schwerpunkt dieses Kurses mit einem CAD-Programm, anhand dessen technische Dokumente aus dem Maschinenbau und der Elektrotechnik erstellt werden.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energietechnische Systeme (L1) sowie Analoge Signalverarbeitung (L3).

verbindlich:

Themenfelder E1.1-E1.4

Inhalte und erläuternde Hinweise

E1.1 Ebene Werkstücke

- Zeichnungsarten
- Bemaßung
- ebene Werkstücke mit CAD-System zeichnen und bemaßen

E1.2 Dreidimensionale Werkstücke

- Darstellung in drei Ansichten
- Zeichnungen mit CAD-System in drei Ansichten herstellen und bemaßen
- Durchbrüche, Winkel, Bohrungen und Radien

E1.3 Schaltpläne und Betriebsmittel von elektronischen Systemen

- Schaltplanarten: Anordnungsplan, Installationsplan, Verbindungsplan und Stromlaufpläne
- Analyse und Auswertung von Installationsschaltungen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E1.4 Installationsschaltungen mit CAD-System zeichnen

- Anfertigung von Schaltungsunterlagen mit einem CAD-System: Ausschaltung, Serienschaltung, Wechselschaltung

E1.5 Erweiterte Installationsschaltungen mit CAD-System zeichnen

- Serienschaltung, Kreuzschaltung, Sparwechselschaltung
- Relaisschaltungen: Stromstoßschaltung, Zeitschaltung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E2: Technische Systeme

Die gymnasiale Oberstufe fordert eine Berufs- und Studienorientierung, die inhaltlich in diesem Kurs unterstützt und gefördert wird. Die Kursinhalte bauen auf dem Kurs „Technisches Zeichnen“ (E1) auf.

Der inhaltliche Schwerpunkt liegt dabei auf der Umsetzung der Inhalte des vorherigen Kurs- halbjahres. Dabei sammeln die Lernenden in geeigneten Räumen (Werkstätten oder Labor- räumen) praktische Erfahrungen in den Bereichen Installations- und Steuerungstechnik. Sie setzen dabei die erstellten Schaltpläne in real funktionierende Schaltungen um, bewerten ihre Ausführungsergebnisse und reflektieren ihre Arbeitsweise.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Energie- technische Systeme (L1), Analoge Signalverarbeitung (L3) sowie Messtechnik (L5).

verbindlich:

Themenfelder E2.1 und E2.2

Inhalte und erläuternde Hinweise

E2.1 Installationstechnik

- VDE-Bestimmungen und DIN-Normen der Installationstechnik (VDE DIN 0100, DIN 18015)
- Bestimmungen zur Planung, Errichtung und Prüfung elektrischer Anlagen
- Installationstechnik in Wohngebäuden
- Angaben zu elektrischen Anlagen in Wohngebäuden, deren Mindestausstattung, Pla- nungsgrundlagen, sowie Leitungsführung und Anordnung von Betriebsmitteln
- Funktionsbereiche der Installationstechnik (Beleuchtungssteuerung, Rollladen- und Jalou- siesteuerung, Einzelraumtemperaturregelung, Heizung und Lüftung oder Einbruch- und Brandmeldung)

E2.2 Einfache Schützsaltungen

- Selbsthalteschaltung mit einem Schütz
- Schaltungen von mehreren Betätigungsstellen bedienen
- Sicherheitsaspekte: Not-Aus und Not-Halt; Drahtbruchsicherheit
- Motorschutzrelais und Motorschutzschalter

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

E2.3 Schaltungen der Steuerungstechnik

- Stern-Dreieck-Anlaufschaltung
- Multifunktionsrelais
- Wendeschützschtung
- Folgeschaltung

HESSEN



**Hessisches Ministerium
für Kultus, Bildung und Chancen**
Luisenplatz 10
60185 Wiesbaden
<https://kultus.hessen.de>