

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Kerncurriculum berufliches Gymnasium

BILDUNGSLAND
Hessen 

ELEKTROTECHNIK

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Impressum

Kerncurriculum berufliches Gymnasium Elektrotechnik, Ausgabe 2018

Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden

Tel.: 0611 368-0

Fax: 0611 368-2099

E-Mail: poststelle.hkm@kultus.hessen.de

Internet: www.kultusministerium.hessen.de

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium.....	4
1.1	Lernen in der gymnasialen Oberstufe und im beruflichen Gymnasium.....	4
1.2	Strukturelemente des Kerncurriculums	6
1.3	Überfachliche Kompetenzen	8
2	Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Schwerpunkts	11
2.1	Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung.....	11
2.2	Kompetenz-Strukturmodell.....	12
2.3	Kompetenzbereiche	14
2.4	Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)	17
3	Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	20
3.1	Einführende Erläuterungen	20
3.2	Bildungsstandards des Schwerpunkts.....	21
3.3	Kurshalbjahre und Themenfelder	26
	Elektrotechnik	
	E1: Gleichstromtechnik	32
	E2: Elektrisches und magnetisches Feld.....	34
	Q1: Wechselstromtechnik (LK)	36
	Q2: Wechselstromnetze (LK)	39
	Q3: Embedded Systems (LK).....	41
	Q4: Automatisierungstechnik (LK).....	44
	Q1: Analyse elektrischer Netzwerke (eGK).....	46
	Elektronik	
	E1: Elektrische Messtechnik	48
	E2: Grundlagen der Elektronik	50
	Q1: Digitale Mikroelektronik (GK)	52
	Q2: Analoge und digitale Signale (GK)	54
	Q3: Mikroelektronische Systeme (GK).....	56
	Q4: Technische Anwendungen (GK)	58
	Technische Kommunikation	
	E1: Technisches Zeichnen.....	60
	E2: Technische Systeme	61

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium

1.1 Lernen in der gymnasialen Oberstufe und im beruflichen Gymnasium

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ist die allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt, aber auch den Weg in eine berufliche Ausbildung ermöglicht. Auf die damit verbundenen Anforderungen wollen Lernende, die die gymnasiale Oberstufe oder das berufliche Gymnasium besuchen, 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 erwarten 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.

Gymnasiale Oberstufe und berufliches Gymnasium stellen für Lernende ein wichtiges Bindeglied dar zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen, 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, 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- und Berufswege treffen können. Gleichermaßen 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 gymnasiale Oberstufe und berufliches Gymnasium den ihnen in den §§ 2 und 3 des HSchG¹ aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Im Sinne konsistenter Bildungsbemühungen knüpft das Lernen in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium an die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I an und differenziert sie weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung bzw. Erweiterung von Sprachkompetenz, verstanden als das Beherrschen kulturell bedeutsamer Zeichensysteme. 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

¹ Hessisches Schulgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juni 2017 (GVBl. S. 150)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen hilft dabei, unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen. Daraus leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ab. Diese spiegeln sich in den Aktivitäten der Lernenden, wenn sie

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

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Bildungsprozesse zielen so auf die reflexive Beschäftigung mit verschiedenen „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“, für die – in flexibler bzw. mehrfacher Zuordnung – jeweils bestimmte Unterrichtsfächer und ihre Bezugswissenschaften stehen. Folgende vier Modi werden als orientierende Grundlage angesehen:

kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik),

ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (Sprache / Literatur, Musik / bildende und theatrale Kunst / physische Expression),

normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht, Wirtschaft, Gesundheit und Soziales),

deskriptiv-exploratorische Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (Religion, Ethik, Philosophie).

Diese vier Modi folgen keiner Hierarchie und können einander nicht ersetzen. Jeder Modus bietet eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Lehr-Lern-Prozesse initiieren die reflexive Begegnung mit diesen unterschiedlichen, sich ergänzenden Zugängen, womit das Ziel verbunden ist, den Lernenden Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit zu eröffnen.

In der Verschränkung mit den o. g. Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten bilden diese vier Modi die Grundstruktur der Allgemeinbildung und geben damit einen Orientierungsrahmen für die schulische Bildung. Darauf gründen die Bildungsstandards, die mit Abschluss der gymnasialen Oberstufe oder des beruflichen Gymnasiums zu erreichen sind und als Grundlage für die Abiturprüfung dienen. Mit deren Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre fundierten Fachkenntnisse und Kompetenzen in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständlich nutzen können.

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

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Den Lehrkräften kommt die Aufgabe zu,

- Lernende darin zu unterstützen, sich aktiv und selbstbestimmt die Welt 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, diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen, dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen, das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren sowie sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- 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 sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmensetzungen Ziele zu setzen und damit 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 unbekanntes Wissen, in der die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, aber 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 zum einen die Vorgaben in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) auf. Zum anderen setzt sich in Anlage und Aufbau des Kerncurriculums die

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Kompetenzorientierung, wie bereits im Kerncurriculum für die Sekundarstufe I umgesetzt, konsequent fort – modifiziert in Darstellungsformat und Präzisionsgrad der verbindlichen inhaltlichen Vorgaben gemäß den Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe bzw. dem beruflichen Gymnasium und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums in Hessen, wie in Abschnitt 1.1 gekennzeichnet, bildet den Legitimationszusammenhang für das auf den Erwerb von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit ihren curricularen Festlegungen. Dies spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

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

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen im Schwerpunkt (Abschnitt 2): Der „Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung“ (Abschnitt 2.1) beschreibt den Bildungsanspruch und die wesentlichen Bildungsziele der Fächer. Dies spiegelt sich in den Kompetenzbereichen und der Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen) wider. Die didaktischen Grundlagen, durch den Bildungsbeitrag fundiert, bilden ihrerseits die Bezugsfolie für die Konkretisierung in Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte.

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

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 i. d. R. 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 in dem 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. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches (Leitideen), um einen strukturierten und systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe oder des beruflichen Gymnasiums ein Studium oder eine Berufsausbildung 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 kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Fächer, dass Lernende im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sowie an beruflichen Zusammenhängen ihre überfachlichen Kompetenzen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessenorientierte sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung. Dabei kommt neben den fachrichtungs- und schwerpunktebezogenen Fächern den Fächern Politik und Wirtschaft sowie Deutsch als „Kernfächer“ 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 in sich ergänzenden und ineinandergreifenden gleichrangigen Dimensionen beschrieben:

Soziale Kompetenzen: sich verständigen und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und 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

Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; widerstandsfähig und widerständig sein; mit Irritationen umgehen; Dissonanzen aushalten; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für eigene Körperlichkeit und psychische Verfasstheit

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (literacy): Verkehrssprache, Mathematik, Fremdsprachen, Fachsprachen, Naturwissenschaften, 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

Wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: fachliches Wissen nutzen und bewerten; die Perspektivität fachlichen Wissens reflektieren; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen; Verständigung zwischen Laien und Experten initiieren und praktizieren; auf einem entwickelten / gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Selbstregulationskompetenzen: Wissen unter Nutzung von Methoden der Selbstregulation erwerben; Lernstrategien sowohl der Zielsetzung und Zielbindung als auch der Selbstbeobachtung (self-monitoring) anwenden; Problematiken im Lernprozess wahrnehmen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln; eine positive Fehler-Kultur aufbauen; mit Enttäu-Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren

Involvement: 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 vollenden; (etwas) durchhalten; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren)

Wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; friedliche Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung praktizieren, 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 Welt-sicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln

Interkulturelle Kompetenz (im Sinne des Stiftens kultureller Kohärenz): Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei und im Handeln reflektiert 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; Ambiguitätstoleranz üben

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 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 das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter / Generationen / sozialen Gruppierungen 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

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Selbstbestimmtes Leben in der mediatisierten Welt: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; den medialen Einfluss auf Alltag und soziale Beziehungen sowie Kultur und Politik wahrnehmen, analysieren und beurteilen, damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren und auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln; einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren; in der mediatisierten Welt eigene Interessen und Bedürfnisse wahrnehmen

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 (vgl. 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 (z. B. 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.

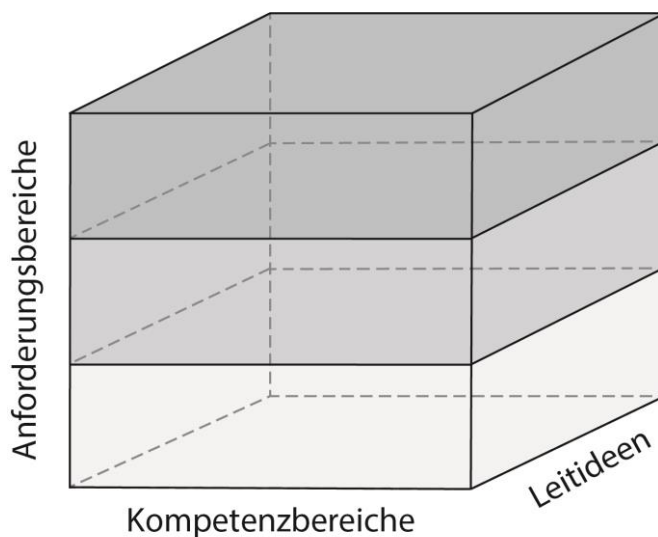
Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

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 / OAVO²) 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

² Oberstufen- und Abiturverordnung vom 20. Juli 2009 (ABl. S. 408) in der jeweils geltenden Fassung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fünf Kompetenzbereiche erfassen die wesentlichen Aspekte des Handelns in der jeweiligen Fachrichtung bzw. 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 (vgl. 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 bzw. 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 bzw. 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 bzw. 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 bzw. 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- bzw. Spannungsquellen, magnetische Kreise, Blockschaltbilder, Ersatzbilder für Gegenkopplung bzw. Mitkopplung, Ersatzdarstellungen für Zeitverhalten bzw. Frequenzverhalten, Verstärkungs- und Dämpfungersatzbilder, Ersatzdarstellungen für Steuerungen und Regelungen, Zähler-, Decoder- bzw. 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 (vgl. § 7 Abs. 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 (vgl. § 6 Abs. 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 z. B. in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend sowie unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen (vgl. 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 (z. B. Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Kohle, Gas, Uran) in Nutzenergie (z. B. 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 bzw. Gleich- oder Wechselstrom als Ausgangsgröße, die Energie zur Verfügung stellen (z. B. Batterien, Generatoren, Photoelemente, Thermolemente).

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 bzw. 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 u. a.) in analoge Signale transformieren, Aktoren, die elektrische Signale in physikalische Größen umwandeln (Motor, Heizelement, Beleuchtungselement u. a.) und Funktionseinheiten, die Signale verstärken, dämpfen, steuern, regeln, übertragen oder umsetzen (Verstärker, Regler, Transformatoren u. a.).

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 bzw. 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 u. a.) und Schnittstellen zur Signaleingabe und -ausgabe. Die Algorithmen zur Signalverarbeitung können bei einer programmierbaren Hardware durch zusätzliche Software ergänzt werden, die den Signalfluss und die Verarbeitung steuert. Analoge Signale werden durch AD-Wandler in digitale Signale übersetzt, digitale Signale durch DA-Wandler wieder zu analogen Signalen umgewandelt.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Elektrische Messtechnik (L5)

Elektrische Größen (wie z. B. 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 (z. B. verstärkt, kompensiert, umgeformt, gefiltert, gespeichert, umgerechnet oder linearisiert).

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 Signalförmigkeiten, 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.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die mit Abschluss des beruflichen Gymnasiums erwarteten fachlichen Kompetenzen in der jeweiligen Fachrichtung bzw. 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 (vgl. 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 Abs. 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 programmier-technischen 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 programmier-technische Systeme untersuchen und deren Beziehungen identifizieren,
- K2.7** ■ Grundlagenwissen auf neue elektrotechnische, elektronische und programmier-technische Problematiken anwenden,
- K2.8** ■ Darstellungen von elektrotechnischen, elektronischen und programmier-technischen Systemen selbst entwerfen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K2.9** ■ komplexe elektrotechnische, elektronische und programmier-technische Systeme in Funktionseinheiten zerlegen und selbstständig analysieren und interpretieren,
- K2.10** ■ theoretische Problemlösungen durch konkrete Schaltungs- und Programm-entwürfe oder durch Simulationen überprüfen,
- K2.11** ■ elektrotechnische, elektronische und programmier-technische 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 Schaltungsentwurf, einem Programmentwurf oder einer Simulation modellieren,
- K3.3** ■ die Ergebnisse eines realen Schaltungsentwurfs mit dem Ergebnis der Schaltungssimulation vergleichen,
- K3.4** ■ elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Modellierungen darstellen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K3.5** ■ die Ergebnisse eines realen Schaltungsentwurfs mit dem Ergebnis der Schaltungssimulation vergleichen und kritisch die Unterschiede sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode beschreiben,
- K3.6** ■ bekannte elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemlösungen im Detail und im Zusammenhang analysieren,
- K3.7** ■ für eine elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemstellung Analogien zu bekannten Problemlösungen entwickeln.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

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

Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K4.1** ■ in elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Problemlösungen die notwendigen Funktionsblöcke identifizieren,
- K4.2** ■ in elektrotechnischen, elektronischen und programmiertechnischen Implementierungen 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 bzw. 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 Programmierertechnik anwenden und diese reflektiert nutzen,
- K4.14** ■ entwickelte elektrotechnische, elektronische und programmiertechnische Problemlösungen in konkrete Schaltungen bzw. 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 bzw. 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 bzw. 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 bzw. 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 bzw. 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 (vgl. Kurshalbjahresthemen). Die „z. B.“-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 – i. d. R. entspricht dies ca. zwölf Un-

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

terrichtswochen – 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 bis Q3 sind Themenfelder verbindlich festgelegt (vgl. Kurshalbjahresthemen). Durch Erlass werden weitere Themenfelder verbindlich hinzugefügt. Im Hinblick auf die schriftlichen Abiturprüfungen können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Im Kurshalbjahr Q4 ist eine bestimmte Anzahl an Themenfeldern durch die Lehrkraft auszuwählen. Die „z. B.“-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 – i. d. R. entspricht dies ca. zwölf Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder vollumfänglich oder teilweise zu bearbeiten.

Bedeutung der fachrichtungs- bzw. schwerpunktbezogenen Leistungskurse

Die fachrichtungs- bzw. schwerpunktbezogenen Leistungskurse führen einerseits in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbar. Andererseits richten sie sich auf Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und die Differenziertheit der Fachrichtung bzw. 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- bzw. schwerpunktbezogenen Grundkurse

Bei den fachrichtungs- bzw. 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 Widerstand, Induktivität und Kapazität	Q1.1 Entflechtung von Netzwerken	Q1.1 Grundlagen der Digitaltechnik
	Q1.2 Grundsaltungen von Wechselstromwiderständen	Q1.2 Gleichstromnetzwerke	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 ein weiteres, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3

	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 ein weiteres, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q2.1–Q2.3

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

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 ein weiteres, durch Erlass festgelegt		verbindlich: Themenfelder Q3.1–Q3.3

Elektrotechnik (LK)		Elektronik (GK)	
Q4	Automatisierungstechnik	Technische Anwendungen	
	Q4.1 Elektrische Maschinen	Q4.1	Photovoltaiksysteme
	Q4.2 Prinzipien leistungselektronischer Antriebe	Q4.2	Windenergiesysteme
	Q4.3 Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen	Q4.3	Elektromobilität
	Q4.4 Smart Objects	Q4.4	Smart Grids
		Q4.5	Regelungstechnik
		Q4.6	Verstärkertechnik
		Q4.7	Automatisierungstechnik
	verbindlich: zwei Themenfelder aus Q4.1–Q4.4, ausgewählt durch die Lehrkraft		verbindlich: zwei Themenfelder aus Q4.1–Q4.7, ausgewählt durch die Lehrkraft

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 u. a.).

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 (z. B. 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
- Materialwiderstand, Leitwert und Leitungswiderstand

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Elektrotechnik

- 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

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 (Elektrostatistisches 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
- Kapazität eines Kondensators
- Laden und Entladen eines Kondensators an Konstantspannung

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 bzw. 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

Fach: 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 (z. B. 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 u. a.). 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 ein weiteres aus den Themenfeldern Q1.3–Q1.5, durch Erlass festgelegt; darüber hinaus können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb der Themenfelder ausgewiesen werden

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 Leistungsdreieck
- 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

Fach: Elektrotechnik

Q1.5 Kompensation

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

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 ein weiteres aus den Themenfeldern Q2.3–Q2.5, durch Erlass festgelegt; darüber hinaus können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb der Themenfelder ausgewiesen werden

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
- Z, U, I, S für komplexe Reihen-, Parallel- und Gruppenschaltungen, Zeigerdiagramme

Q2.2 Dreiphasenwechselspannung

- Entstehung einer sinusförmigen dreiphasigen Wechselspannung
- Verkettung in Stern- und Dreieckschaltung
- Z, U, I, S in Sternschaltung mit und ohne Neutralleiter, Zeigerdiagramme
- Z, U, I, 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

Q3: Embedded Systems (LK)

Embedded Systems (eingebettete Systeme) arbeiten in einer Vielzahl von Anwendungsbe-
reichen 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 (bei-
spielsweise beim Ver- bzw. Entschlüsseln, Codieren bzw. 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 Sys-
tems 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 Ansteue-
rungsfunktionen eigenständig und stellen die Algorithmen normgerecht dar. Sie steuern
mithilfe des Mikrocontrollersystems Motoren an und untersuchen messtechnische Anwen-
dungen sowie die Informationsübertragung zwischen Mikrocontrollern.

Beim Entwickeln eines Computerprogramms werden aus lernpsychologischer Sicht sämtli-
che 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 bzw. zu kommunizieren.

Bezug zu fachlichen Konzepten

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

verbindlich:

Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern Q3.3–Q3.5, durch
Erlass festgelegt; darüber hinaus können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierun-
gen innerhalb der Themenfelder 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
- Schrittmotor
- Servomotor

Q3.4 Messtechnische Anwendung des Mikrocontrollers

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

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Elektrotechnik

Q3.5 Datenkommunikation

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

Q4: Automatisierungstechnik (LK)

Die industriellen Prozesse der Zukunft werden gekennzeichnet sein 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 intelligenteren Monitoring- und Entscheidungsprozessen sollen Unternehmen und ganze Wertschöpfungsnetzwerke in nahezu Echtzeit gesteuert und optimiert werden können.

Aufbauend auf der "Nationale Roadmap Embedded Systems" des Zentralverbandes der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) wurde Industrie 4.0 (die sog. „Digitale Transformation“ der Industrie) vor wenigen Jahren als Zukunftsprojekt der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften und des Bundesforschungsministeriums mit ausgearbeiteter Forschungsagenda und detaillierten Umsetzungsempfehlungen vorgestellt.

Nach wenigen Jahren sind heute erste Maschinen und Anlagen für Industrie 4.0 verfügbar und halten in die Fabrikhallen Einzug. Komplexe und vernetzte Automatisierungssysteme stehen im Zentrum von „Industrie 4.0“, etwa die autonome Elektromobilität, vernetzte Produktionsanlagen, Internet of Things, Smart Grids.

Im Kurs „Automatisierungstechnik“ soll am Ende der Qualifikationsphase an einem ausgewählten Beispiel Raum für den Aufbau eines Grundverständnisses der zugrunde liegenden Technologien geschaffen werden (z. B. miteinander kommunizierende Sensoren, vernetzte Elektro-Antriebe, Assistenzsysteme, Virtualisierung, Internet of Things, Mobile Computing, Smart Objects, Cyber-Physical-Systems).

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–Q4.4, ausgewählt durch die Lehrkraft

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q4.1 Elektrische Maschinen

- Aufbau, Funktionsweise und Ersatzschaltbild von Drehstromasynchronmotoren
- Aufbau und Funktionsweise von Drehstromsynchronmotoren
- Aufbau, Funktionsweise und Ersatzschaltbild von Transformatoren
- Kennlinien und Belastungsprofile (z. B. Visualisierung mit Motorprüfstand)
- Kennwerte und Berechnungen gemäß Typenschild

Q4.2 Prinzipien leistungselektronischer Antriebe

- Gleichstromantriebe mittels Pulsweitenmodulation
- H-Brücke
- Aufbau und Funktion von Frequenzumrichtern
- 4-Quadrantenbetrieb
- Servoantriebe

Q4.3 Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen

- Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen mittels Kleinsteuerung
- Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen mittels SPS

Q4.4 Smart Objects

- Prinzipien von Sensoren aus den Bereichen Produktion und Logistik
- Radio-Frequency Identification (RFID)
- Near Field Communication (NFC)
- Internet of Things (IoT)
- iBEACON
- Nanogeneratoren / Energy Harvesting
- Geolocation (z. B. GPS)
- Bluetooth

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

Fach: 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)

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 u. a.)
- 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

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, u. a.)
- 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

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 bzw. 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 z. B. 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, 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

Inhalte und erläuternde Hinweise

E2.1 Homogene Halbleiterbauelemente

- Grundbegriffe der Halbleiterphysik
- Wärmekenngrößen (Verlustleistung und Wärmeableitung)
- Heißeiter 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

Q1: Digitale Mikroelektronik (GK)

In immer mehr Geräten des Alltags werden die analogen Schaltungen durch Mikrocontrollerbasierte 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 hexadezimals Zahlensystem
- Kodierer und Dekodierer (BCD-Code, Gray-Code, Aiken-Code)
- Umwandlung zwischen den Zahlensystemen und Codes

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Elektronik

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 u. a.)
- einfache Fehlersuche

Q1.4 Sequentielle Schaltwerke

- zeitabhängige binäre Schaltungen (Flip-Flops, z. B. 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

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 (z. B. Kopfhörerverstärker)
- Leistungsverstärker (z. B. Gegentakt-Komplementär-Endstufe)
- Differenzverstärker

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Elektronik

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

Q2.4 Projekt: Signalverarbeitung mit Mikrocontroller

- z. B. Servomotoransteuerung, Schrittmotoransteuerung, Temperaturgesteuerter Lüfter, Regelung eines Schwebekörpers, GPS Tracking, Temperaturmessgerät, Kapazitätsmessgerät

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 (z. B. 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 bzw. Steilheit und Phasenverschiebung. In diesem Kurs werden grundlegende Filterschaltungen (Hochpass- und Tiefpassfilter, Bandpass u. a.) von den Lernenden realisiert und hinsichtlich Frequenz- und Phasengang untersucht.

Zur Leistungssteuerung von Aktoren werden u. a. 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

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

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

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Elektronik

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

Fach: 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

Fach: Technische Kommunikation

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
- Relaischaltungen: Stromstoßschaltung, Zeitschaltung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Elektrotechnik

Fach: Technische Kommunikation

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 Kursjahres. Dabei sammeln die Lernenden in geeigneten Räumen (Werkstätten oder Laborräumen) 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 Energietechnische 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, Planungsgrundlagen, sowie Leitungsführung und Anordnung von Betriebsmitteln
- Funktionsbereiche der Installationstechnik (Beleuchtungssteuerung, Rollladen- und Jalousiesteuerung, 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

Fach: Technische Kommunikation

E2.3 Schaltungen der Steuerungstechnik

- Stern-Dreieck-Anlaufschaltung
- Multifunktionsrelais
- Wendeschützschialtung
- Folgeschaltung