



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Bildung,
Jugend und Sport

Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Teil C

Elektrotechnik



Impressum

Erarbeitung

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet. Er enthält vollumfänglich die Kapitel 2 – 4 des Rahmenlehrplans für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg, der am 01.08.2018 gültig wurde. Das Kapitel 1 dieses Rahmenlehrplans wird in der vorliegenden Fassung durch die Teile A (Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe) und B (Fachübergreifende Kompetenzentwicklung) des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe 2021 Teil A und Teil B ersetzt.

Herausgeber

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Gültigkeit

Gültig ab Schuljahr 2022/23 hinsichtlich der Regelungen zur Einführungsphase in der gymnasialen Oberstufe. Der Rahmenlehrplan gilt für Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2022/23 in die Einführungsphase an Gesamtschulen/beruflichen Gymnasien/Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges eintreten.

Gültig ab Schuljahr 2023/24 hinsichtlich der Regelungen zur Qualifikationsphase in der gymnasialen Oberstufe. Der Rahmenlehrplan gilt für Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2023/24 in die Qualifikationsphase an Gymnasien/Gesamtschulen/beruflichen Gymnasien/Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges (Land Brandenburg) eintreten.

Die Teile A und B des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe sind ab dem Schuljahr 2022/2023 hinsichtlich der Regelungen zur Einführungsphase in der gymnasialen Oberstufe und ab dem Schuljahr 2023/2024 hinsichtlich der Regelungen zur Qualifikationsphase in der gymnasialen Oberstufe gültig.



Inhaltsverzeichnis

1	Einführungsphase	5
1.	Kurshalbjahr: Allgemeine Grundlagen und Gleichstromtechnik	6
2.	Kurshalbjahr: Elektrostatische und magnetische Felder	7
2.	Kurshalbjahr: Wechselspannung	8
2.	Kurshalbjahr: RLC im Wechselspannungsstromkreis	9
2	Beitrag des Faches Elektrotechnik zum Kompetenzerwerb	11
2.1	Fachprofil	11
2.2	Fachbezogene Kompetenzen.....	12
3	Abschlussorientierte Standards.....	15
4	Kompetenzen und Inhalte	18
1.	Kurshalbjahr: Filterschaltungen	18
1.	Kurshalbjahr: Grundlagen elektrischer Maschinen.....	19
2.	Kurshalbjahr: Halbleiterbauelemente: Dioden.....	20
2.	Kurshalbjahr: Halbleiterbauelemente: Transistoren	21
3.	Kurshalbjahr: Verstärkertechnik mit Operationsverstärker (OPV)	22
3.	Kurshalbjahr: Grundlagen der Digitaltechnik.....	23
4.	Kurshalbjahr: Wahlbereich Regelungstechnik.....	24
4.	Kurshalbjahr: Wahlbereich Antriebstechnik	25
4.	Kurshalbjahr: Wahlbereich SPS	26
4.	Kurshalbjahr: Wahlbereich Regenerative Energien	27
4.	Kurshalbjahr: Wahlbereich Mikrocomputertechnik	28
5	Kurshalbjahre	29

1 Einführungsphase

Zielsetzung

Im Unterricht der Einführungsphase bereiten sich die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für ein erfolgreiches Lernen in der Qualifikationsphase notwendigen Voraussetzungen.

Die für die Qualifikationsphase beschriebenen Grundsätze für Unterricht und Erziehung sowie die Ausführungen zum Beitrag des Faches zum Kompetenzerwerb gelten für die Einführungsphase entsprechend. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Stärken weiterzuentwickeln und Defizite auszugleichen. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogen und fachübergreifend Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Hierzu gehören auch die angemessene Verwendung der Sprache und die Nutzung von funktionalen Lesestrategien. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an.

Zur Vorbereitung auf die Arbeit im Leistungskurs erhalten die Schülerinnen und Schüler individuelle Lernspielräume und werden von ihren Lehrkräften unterstützt und beraten. Notwendig ist darüber hinaus das Hinführen zur schriftlichen Bearbeitung umfangreicherer Aufgaben im Hinblick auf die Klausuren in der gymnasialen Oberstufe.

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die Anforderungen des Kurses vertieft, indem z. B. binnendifferenziert gearbeitet und dabei die Herausbildung größerer Lernautonomie gefördert wird.

Kompetenzen und Inhalte

Das Fach Elektrotechnik ist in der Einführungsphase ein neu beginnendes Unterrichtsfach im berufsorientierten Schwerpunkt Technik am Beruflichen Gymnasium/OSZ. Ab dem zweiten Kurshalbjahr der Einführungsphase wird Elektrotechnik im Leistungskurs mit fünf Unterrichtsstunden unterrichtet.

Der Unterricht in der Einführungsphase greift die Arbeitsweisen und Begriffsvorstellungen aus der Sekundarstufe I auf und entwickelt sie weiter. Neben den notwendigen Begriffsbildungen sowie der verbalen und mathematischen Beschreibung von Zusammenhängen physikalischer Größen der Elektrotechnik steht die Aneignung fachspezifischer Arbeitsmethoden im Vordergrund.

Der Einführungsphase kommt grundlegende Bedeutung für die zukünftigen Lernprozesse und für die Motivation zur Auseinandersetzung mit den Inhalten dieses für die Schülerinnen und Schüler neuen Faches zu. Indem die Themen und Inhalte des Faches bereits Gegenstand weiterer Unterrichtsfächer in der Sekundarstufe I gewesen sind (Physik oder Wirtschaft-Arbeit-Technik), vertiefen und erweitern die Lernenden in der Sekundarstufe I erworbene Kompetenzen. Haben beispielsweise Teile der Schülerinnen und Schüler diese Fächer im Wahlpflichtunterricht mit größeren Wochenstundenanteilen besucht, dann ist darauf zu achten, dass den unterschiedlichen Voraussetzungen durch Differenzierungsmaßnahmen Rechnung getragen wird. Der Kompetenzerwerb in den Themenfeldern umfasst die vier Kompetenzbereiche (siehe Abschnitt 2). Für die Inhaltsbereiche wird jeweils beschrieben, welche Kompetenzen die Lernenden erwerben müssen.

1. Kurshalbjahr: Allgemeine Grundlagen und Gleichstromtechnik

Inhalte

- historischer Abriss der Elektrotechnik
- Ladung, Spannung, Stromstärke, Stromdichte, Widerstand
- Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand am Beispiel eines stromdurchflossenen Einzelwiderstandes, Ohm'sches Gesetz
- Berechnung von Strom, Spannung und Widerstand in einer Reihenschaltung von Widerständen unter Anwendung des Maschensatzes
- Berechnung von Strom, Spannung und Widerstand in Parallelschaltungen von Widerständen unter Anwendung des Knotenpunktsatzes
- Berechnung von Strom, Spannung und Widerstand in gemischten Schaltungen, Brückenschaltungen
- messtechnische Erfassung und grafische Darstellung von elektrischen Größen
- Energieerhaltungssatz, elektrische Leistung, elektrische Arbeit, Wirkungsgrad

Experimente

- Spannungs- und Stromstärkemessungen mit dem Universalmeßgerät
- Widerstandsmessung, direkt und indirekt
- Aufnahme und grafische Darstellung der Widerstandsgerade im U-I-Diagramm zur Bestätigung des Ohm'schen Gesetzes
- Aufnahme und grafische Darstellung der I-R-Kennlinie zur Bestätigung des Ohm'schen Gesetzes
- Reihenschaltung und Parallelschaltung von Widerständen, gemischte Schaltungen
- experimentelle Bestätigung von Maschensatz, Knotenpunktsatz und Ohm'schen Gesetz
- Wheatstonesche Brückenschaltung
- elektrische Leistung, Leistungshyperbel, Stromparabel, Spannungsparabel

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die elektrischen Größen Ladung, Strom, Spannung und Widerstand anhand des atomaren Aufbaus von leitenden Stoffen,
- vergleichen verschiedene Materialien hinsichtlich des elektrischen Widerstandes,
- wenden mathematische und grafische Verfahren zur Ermittlung elektrotechnischer Parameter und Beschreibung elektrotechnischer Zusammenhänge an,
- beschreiben die Auswirkungen des Energieerhaltungssatzes bei elektrotechnischen Alltagsgeräten,
- vergleichen die elektrische Arbeit mit der mechanischen Arbeit und beschreiben die Umwandlung von einer Energieform in die andere,
- bauen selbstständig Grundschaltungen der Elektrotechnik auf und führen einfache Messungen daran durch,
- reflektieren die Einflüsse elektrotechnischer Erkenntnisse auf die gesellschaftliche Entwicklung und bewerten deren Tragweite und Grenzen in den Bereichen Kommunikation und Energieversorgung.

Mögliche Kontexte

- galvanisches Element
- Funktionsweise und Anwendung von Batterien und Fahrraddynamos
- Einsatz von Vorwiderständen
- Temperaturmessung mit temperaturabhängigen Widerständen
- Druckmessung mit einem Piezoelement
- Energiekostenberechnung

2. Kurshalbjahr: Elektrostatische und magnetische Felder

Inhalte

- Aufbau, Wirkprinzip und Abhängigkeit der Kapazität von Dimension und Dielektrikum, Ladung und elektrisches Feld
- Bauformen technischer Kondensatoren
- Zusammenschaltungen von Kondensatoren
- RC-Glieder im Gleichstromkreis
- Aufbau einer Spule
- magnetischer Kreis, magnetisches Feld und seine Kenngrößen
- Analogie elektrischer – magnetischer Kreis
- Effekte: Kraftwirkung und Spannungsinduktion, Lenz'sche Regel
- Ferro-, Para- und Diamagnetismus, magnetische Werkstoffe und Anwendungen
- RL-Glieder im Gleichstromkreis

Experimente

- Bau eines Plattenkondensators: Messen und Berechnen der Kapazität
- Reihen- und Parallelschaltung: Messen von Kapazität und Spannung
- Untersuchen von Lade- und Entladevorgängen
- PC-Simulation und Praxis
- Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld
- Induktion durch Bewegung eines Leiters im Magnetfeld und Induktion durch Änderung des Magnetfeldes
- Untersuchen von Strom und Spannung bei Schaltvorgängen an Spulen und Kondensatoren

Kompetenzerwerb in den Themenfeldern

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben physikalische Zusammenhänge und Effekte in elektrischen und magnetischen Feldern,
- wenden theoretische Modelle an,
- berechnen einfache elektrostatische und magnetische Konstruktionen,
- berechnen Spannung und Stromstärke an RLC-Gliedern im Gleichstromkreis,
- erläutern die Bedeutung der auf elektrischen und magnetischen Feldern basierenden Technik,
- beurteilen pseudowissenschaftliche Meinungen.

Mögliche Kontexte

- Funktionsprinzip der Xerografie, Kondensator als Ladungs- und Energiespeicher
- magnetische Datenspeicher

2. Kurshalbjahr: Wechselspannung

Inhalte

- Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung durch Induktion
- Liniendiagramm und Kennwerte von Wechselspannung
- Zeigerdarstellung und mathematische Funktion
- Dreieck-, Rechteckspannung und Mischspannung

Experimente

- Bewegungsinduktion (Feder – Magnet – Spule / Generator)
- Umgehen mit Signalgeneratoren
- Oszilloskopieren eines sinusförmigen Spannungsverlaufes: Ermitteln von Amplitude, Periodendauer und Frequenz
- Messen des Effektivwertes

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern das Prinzip des Wechselspannungsgenerators,
- wenden das Induktionsgesetz zur quantitativen Versuchsauswertung an,
- setzen das Oszilloskop zum Visualisieren und Messen von Wechselspannungsverläufen ein,
- stellen im Liniendiagramm Wechselspannungen dar, kennzeichnen die Parameter,
- beschreiben Wechselspannungen mathematisch, stellen frequenzgleiche, phasenverschobene Spannungen als Zeiger dar,
- berechnen einen Wechselstromkreis, untersuchen diesen messtechnisch und bestimmen die resultierende Spannung zusammenschalteter Spannungsquellen,
- unterscheiden Wechsel- von Mischspannungen,
- kommunizieren fachgerecht, erläutern historische und gesellschaftliche Hintergründe Zusammenhänge.

Möglicher Kontext

- Kraftwerksgeneratoren

2. Kurshalbjahr: RLC im Wechselspannungsstromkreis

Inhalte

- Strom und Spannung an den Einzelementen, R-, L-, C-Phasenverschiebung im Linien- und Zeigerdiagramm; physikalische Ursachen der Phasenverschiebung
- RC-, RL-Hoch- und Tiefpass: Schaltung und Zeigerdiagramme – Impedanz; Admittanz und Reaktanz, Phasenverschiebung
- Frequenzgang: Versuchsanordnung, Messergebnisse und Kennlinien, Grenzfrequenz
- Leistungen an RCL: Wirk- und Blindleistung, Linien- und Zeigerdiagramm
- Blindleistungskompensation: Zeigerdiagramm-C-Berechnung

Experimente

- Messen und Oszilloskopieren der Ströme, Spannungen und Phasenverschiebung an RL/RC
- Aufnahmen des Frequenzgangs exemplarisch am Tiefpass, Feststellen der Grenzfrequenz
- Blindleistungskompensation an einer Induktivität

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die besonderen Effekte an C und L bei Wechselspannung,
- untersuchen messtechnisch RC/RL-Schaltungen,
- bestimmen mithilfe des Zeigerdiagramms Größen an RCL-Schaltungen,
- beschreiben und analysieren Schaltungen mithilfe von Frequenzgangdarstellungen,
- berechnen Leistungen im Wechselstromkreis und stellen diese dar,
- erläutern die Notwendigkeit der Blindstromkompensation und berechnen diese,
- beurteilen die wirtschaftliche Bedeutung der Wechselstromtechnik für die Energieübertragung.

Mögliche Kontexte

- Messtechnik und Sensorik
- Metallsuchgeräte
- Leistungsbilanzierung elektrotechnischer Anlagen
- Freileitungen

2 Beitrag des Faches Elektrotechnik zum Kompetenzerwerb

2.1 Fachprofil

Die Entwicklung der Elektrotechnik ist ein historisch-dynamischer Prozess. Seit der zweiten Phase der industriellen Revolution beeinflussen elektrotechnische Geräte, Anlagen und Verfahren maßgeblich die gesellschaftliche Entwicklung in der Welt. Die Elektrotechnik stellt beispielsweise die wissenschaftlich-technischen Voraussetzungen für die Bereitstellung von Energie bei wachsendem Energiebedarf zur Verfügung. Gleichzeitig werden hierbei stärker Aspekte der Umwelt- und Klimaverträglichkeit berücksichtigt. Einen weiteren wichtigen Beitrag leistet die Elektrotechnik im Bereich der Kommunikations- und Informationstechnologien, um die gewachsenen Ansprüche des Informationsaustausches in der modernen Welt erfüllen zu können.

In dieser maßgeblich durch Wissenschaft und Technik geprägten Umwelt leistet das Unterrichtsfach Elektrotechnik einen wichtigen Beitrag zur technischen Bildung der Schülerinnen und Schüler als fundierte Vorbereitung auf eine berufliche Ausbildung oder ein Studium. Elektrotechnik wird am Beruflichen Gymnasium/OSZ im berufsorientierten Schwerpunkt Technik ausschließlich als Leistungskursfach unterrichtet.

Im Unterricht nehmen die Lernenden ihre Umwelt unter naturwissenschaftlichen und insbesondere elektrotechnischen Aspekten wahr und werden an wissenschaftliches Arbeiten herangeführt. Sie dokumentieren, erklären, errichten und betreiben Geräte und Anlagen der Elektrotechnik, kommunizieren über elektrotechnische Sachverhalte und sind in der Lage, auf der Grundlage ihres Wissens persönlich, sachbezogen und kritikoffen Stellung zu beziehen. Sie kommunizieren kompetent über Chancen und Risiken neuer Technologien und lernen, mit Ressourcen und Technologien verantwortungsbewusst umzugehen.

Als bedeutende Technikwissenschaft ist die Elektrotechnik ingenieurwissenschaftlich mit der Forschung und der technischen Entwicklung sowie der Produktionstechnik von Geräten oder Verfahren befasst. Die Schülerinnen und Schüler können anhand praktischer Beispiele Verknüpfungen zu anderen Naturwissenschaften, insbesondere zur Physik, herstellen.

Das Formalisieren und das Mathematisieren besitzen in der Elektrotechnik einen hohen Stellenwert. Hierdurch wird ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung abstrakten und funktionalen Denkens geleistet.

Die Schülerinnen und Schüler wenden Methoden an, die auch in anderen lebensweltlichen Zusammenhängen von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen und das Prüfen von Hypothesen und das Experimentieren.

Bei der Behandlung verschiedener Inhalte ist die Verdeutlichung übergreifender Konzepte von besonderer Wichtigkeit. Hierdurch kann den Schülerinnen und Schülern eine systematische Wissensaneignung erleichtert werden, die sich nicht vordergründig an fachlichen Inhalten, sondern an den wesentlichen Prinzipien und Konzepten der Physik und Technik orientiert. Hierzu können zählen: Universalität der Naturgesetze, Objektivierung und Mathematisierung, Determinismus, Indeterminismus, Erhaltung, Symmetrie, Kausalität, System-Teilsystem, Wechselwirkung, Energie.

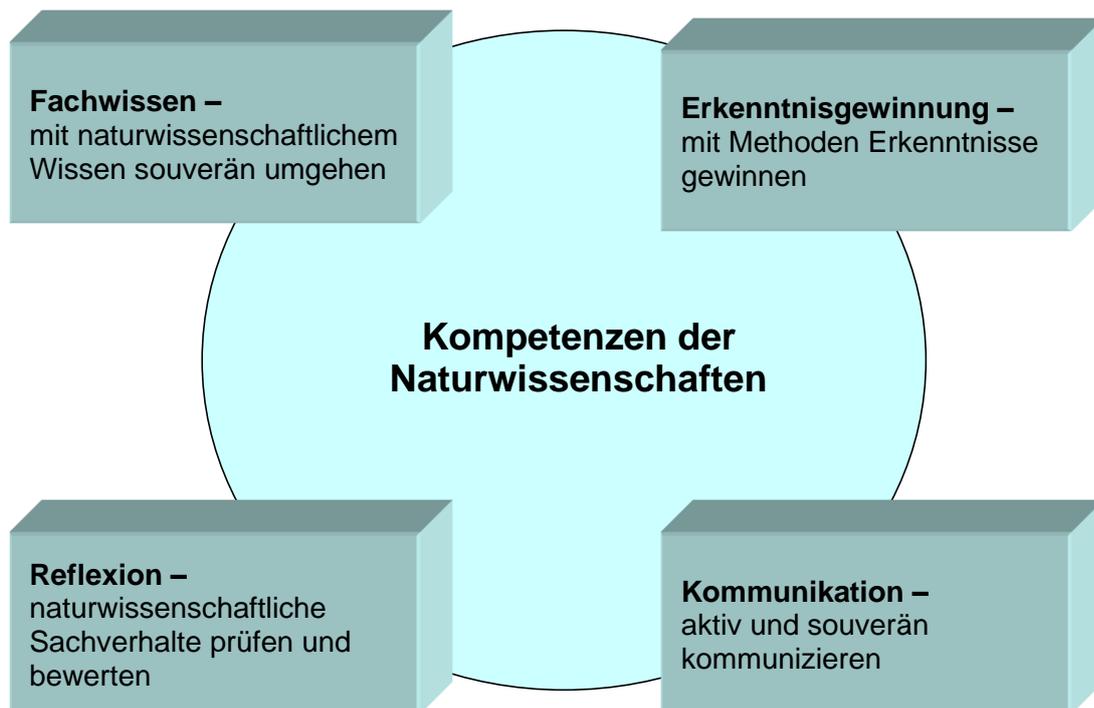
2.2 Fachbezogene Kompetenzen

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung häufig nach ähnlichen Prinzipien. Daher weisen die im Fach Elektrotechnik, einem Spezialgebiet der Physik, und die in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu erwerbenden Kompetenzen viele Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind nachfolgend die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer gemeinsam beschrieben.

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen.

Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.



Fachwissen – mit naturwissenschaftlichem Wissen souverän umgehen

Fachwissen wird hier funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler identifizieren naturwissenschaftliche, insbesondere elektrotechnische Aspekte in alltäglichen Situationen und setzen diese in Beziehung zu ihren Kenntnissen und Erfahrungen. Mithilfe ihres Wissens bringen sie sich in die Diskussion alltäglicher und fachlicher Probleme ein.

Bei der Bearbeitung bisher unbekannter Problem- und Fragestellungen verwenden sie ihre vorhandenen Kenntnisse, ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien und erschließen sich ggf. weitere erforderliche Informationen auch aus fremdsprachigen Texten. Sie deuten und präsentieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Kenntnissen.

Erkenntnisgewinnung – mit den Methoden der Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler wenden naturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen an, um neue Erkenntnisse über Erscheinungen und Sachverhalte der Elektrotechnik zu erwerben oder zu bestätigen und um das Auftreten bisher unbekannter Phänomene vorauszusagen.

Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler erfassen natürliche Phänomene oder elektrotechnische Effekte zielorientiert, indem sie beobachten und messen. Sie werten die Beobachtungs- und Messdaten mithilfe mathematischer oder vergleichender Methoden aus. Sie reflektieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen. Sie entwickeln dabei neue Modelle oder modifizieren vorhandene. Mithilfe von Modellen beschreiben, erklären und prognostizieren sie natürliche Phänomene und technische Effekte.

Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren

Die sichere Anwendung aller Formen der Kommunikation, ebenfalls unter Verwendung von Fremdsprachen, ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive Teilnahme am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben sowie für wissenschaftliches Arbeiten.

Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und vermitteln elektrotechnische Zusammenhänge, Vorgänge und Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht. Sie nutzen Medien und Technologien zum Präsentieren unterschiedlicher Inhalte und reflektieren deren Einsatz.

Reflexion – naturwissenschaftliche Sachverhalte prüfen und bewerten

Die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Anwendung haben Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft. Daraus resultiert die Forderung nach einem bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen.

Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler hinterfragen und überprüfen elektrotechnische Aussagen und Situationen und bewerten diese in Relation zu den vorhandenen Informationen. Sie setzen fachliche Aussagen in Beziehung zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und finden dabei für sich verschiedene Handlungsmöglichkeiten.

3 Abschlussorientierte Standards

Die nachfolgenden Standards sind bis zum Ende der Qualifikationsphase im Fach Elektrotechnik auf dem Leistungskursniveau anzustreben.

Fachwissen – mit elektrotechnischem Wissen souverän umgehen

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen ihr Basiswissen zu den zentralen elektrotechnischen Teilgebieten Gleichstromtechnik, Wechselstromtechnik, Elektronik, Steuerungs- und Regelungstechnik und Antriebstechnik dar, wenden es zur Lösung von Aufgaben und Problemen an und führen konkrete Berechnungen durch,
- wenden ihr Wissen über physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Kausalität, Systemgedanken) an,
- stellen zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten dar,
- erläutern verschiedene Funktionen eines Experiments (Phänomenbeobachtung, Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen, Initialfunktion in Bezug auf Ideen, Grundlagenfunktion in Bezug auf Theorien),
- untersuchen mithilfe von Simulationen die Zusammenhänge physikalischer Größen,
- entwickeln mathematische Modelle zur Beschreibung zeitlich veränderlicher Größen auf der Grundlage von Änderungsraten unter Anwendung von Tabellenkalkulations- oder Modellbildungssoftware,
- ordnen eigenständig elektrotechnische Begriffe in übergeordnete strukturelle bzw. theoretische Zusammenhänge ein und erläutern diese.

Erkenntnisgewinnung – mit den Methoden der Naturwissenschaften

Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler

- planen Experimente, führen sie durch, protokollieren und werten sie unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen aus,
- beurteilen die Genauigkeit gemessener Größen,
- werten Messwerte grafisch und mithilfe von Berechnungen computergestützt aus,
- vergleichen Ergebnisse des Modells mit der Realität,
- entwickeln und modifizieren elektrotechnische Schaltungen und bauen sie auf,
- wenden Strategien zur Strukturierung elektrotechnischen Wissens an und beschreiben diese,
- erklären ausgewählte elektrotechnische Sachverhalte mit geeigneten mathematischen Methoden,
- ermitteln und bewerten komplexe Sachinformationen durch geeignete Recherchen,
- wenden Verfahren zur Erschließung von elektrotechnischen Fachtexten an, identifizieren wichtige Informationen in einem Text,
- entwickeln bei der Auseinandersetzung mit neuen Informationen Verknüpfungen mit bereits bekanntem Wissen.

Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- wenden verschiedene Formen der Darstellung elektrotechnischen Wissens (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Graphen, Diagramme, Symbole, Formeln, Simulationen) an und begründen deren Auswahl,
- führen einfache Experimente sachgerecht vor und präsentieren deren Ergebnisse verständlich,
- präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten-, situationsgerecht und mediengestützt,
- diskutieren sachlich und argumentieren diskursiv zu elektrotechnischen Sachverhalten und Fragestellungen,
- wenden die Fachsprache angemessen, sachgerecht und souverän an,
- übernehmen bei Teamarbeit gegebenenfalls die Rolle des Gruppensprechers oder Moderators.

Reflexion – elektrotechnische Sachverhalte prüfen und bewerten

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Phänomene und Vorgänge der Natur und Technik aus Perspektive der Elektrotechnik,
- erläutern exemplarisch historische und gesellschaftliche Bedingtheiten der Elektrotechnik,
- stellen die wechselseitige Beziehung zwischen Elektrotechnik und Physik dar und erläutern diese,
- analysieren kritisch die Rolle des Menschen im gesellschaftlichen System und seine Beziehung zur Umwelt auf der Grundlage elektrotechnischer Kenntnisse,
- vergleichen Alltagsvorstellungen und elektrotechnische Aussagen,
- stellen Forschungsergebnisse und Anwendungen vor ihrem gesellschaftlichen Hintergrund dar,
- bewerten die Seriosität von Informationen.

4 Kompetenzen und Inhalte

Die Themenfelder des 1. bis 3. Kurshalbjahres sind verbindlich, im 4. Kurshalbjahr bildet einer der Wahlbereiche den Schwerpunkt und kann mit Aspekten der anderen Wahlbereiche des 4. Kurshalbjahres kombiniert werden.

Die Experimente sollen, wenn möglich und zulässig, als Schülerexperimente durchgeführt werden. Sind aufgrund fehlender Ausstattung einzelne Experimente nicht durchführbar, so können die Vorgaben zu den Experimenten auch mithilfe von Bildschirmexperimenten oder anderen Simulationen realisiert werden.

Die Beiträge zur Kompetenzentwicklung sind beispielhaft formuliert. Die Verknüpfungen der Standards mit den verbindlichen Inhalten sind an der jeweiligen Schule weiter zu präzisieren. Die konkrete Unterrichtsplanung erfolgt innerhalb der fachbezogenen Festlegungen des schulinternen Curriculums. Dabei sind die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Reflexion ausgewogen zu berücksichtigen. Die Bedingungen an der Schule sowie die Schwerpunktsetzungen der Fachkonferenz sind zu beachten.

1. Kurshalbjahr: Filterschaltungen
<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hochpass – Tiefpass – Bandpass/Bandsperre – Schwingkreise – Aufnahme von Signalverläufen – passive und aktive Filter <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> – oszilloskopische Messungen an Hochpass-, Tiefpass- und Bandpassfiltern – Aufnahme des Frequenzganges (sinusförmige Erregung) – Aufnahme des Frequenzganges (Rechteck, Dreieck) – Wirkung von Filtern in NF-Verstärkern
<p>Kompetenzerwerb im Themenfeld</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – erklären den Unterschied der verschiedenen Filterschaltungen, – vergleichen aktive und passive Filter, – beschreiben die unterschiedlichen Wirkungsweisen der verschiedenen Filter, – wenden die Grundlagenkenntnisse aus der Wechselstromtechnik an, – erfassen Messreihen und dokumentieren diese, – interpretieren die Ergebnisse und vergleichen sie mit Beobachtungen aus dem täglichen Leben.
<p>Mögliche Kontexte</p> <ul style="list-style-type: none"> – Systeme der Regelungstechnik – Sensorik – Messtechnik – Datenübertragung in Netzwerken – Schaltungen zur Klangbeeinflussung

1. Kurshalbjahr: Grundlagen elektrischer Maschinen

Inhalte

- Kraftwirkungsgesetz
- Trafoprinzip
- Grundlagen der Drehstromtechnik
- Schaltungen in Drehstromnetzen (Stern, Dreieck, Zick-Zack-Schaltung)
- Verkettungsfaktoren
- Grundlagen rotierender elektrischer Maschinen
- elektromotorisches Prinzip, Generatorprinzip
- Gleichstrommaschinen
- Asynchronmaschinen

Experimente

- Messungen am Transformator (Leerlauf, Kurzschlussversuch)
- Spannungs- und Strommessung in einem Dreiphasensystem
- Aufnahme des Zusammenhangs zwischen Spannung und Drehzahl an einem Dynamo
- Aufnahme der Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie bei Gleichstrom- und Asynchronmaschinen
- Einfluss der Speisespannung bei Gleichstrommaschinen auf die Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie
- Einfluss der Schaltungsart bei Asynchronmaschinen auf die Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Induktion von Spannungen unter verschiedenen Bedingungen,
- vergleichen Bewegungsinduktion und Ruheinduktion,
- erklären die Kraftwirkungen im magnetischen Feld,
- wenden die Grundlagenkenntnisse aus der Gleich- und Wechselstromtechnik an,
- nehmen Messreihen auf und dokumentieren diese,
- reflektieren die Ergebnisse und leiten daraus die Einsatzmöglichkeiten verschiedener elektrischer Maschinen ab.

Mögliche Kontexte

- Elektromobilität
- Messtechnik
- Sensorik

2. Kurshalbjahr: Halbleiterbauelemente: Dioden

Inhalte

- Dotierung von Silizium, pn-Übergang
- pn-Übergang in Durchlass- und Sperrrichtung
- Halbleiterdioden, Leuchtdioden, Gleichrichterdioden, Z-Dioden
- Kennlinienverlauf, Kennwerte und Leistungshyperbel
- Berechnung von Vorwiderständen und Bestimmen des Arbeitspunktes
- Arbeiten mit Datenblättern
- Gleichrichterschaltungen
- Stabilisierungsschaltungen

Experimente

- Kennlinienaufnahme von Halbleiterdioden
- Messungen von Sperr- und Durchlassrichtungen
- Schaltungsaufbau mit Leuchtdioden unter Berücksichtigung der Kennwerte und der entsprechenden Vorwiderstände
- Aufbau von Gleichrichterschaltungen, Messen der pulsierenden Gleichspannung, Glättung und Siebung
- Aufbau von Stabilisierungsschaltungen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Notwendigkeit von Dotierung,
- vergleichen den Stromfluss in Sperr- und Durchlassrichtung,
- beschreiben die Funktionsweise einer Diode,
- ermitteln Kennwerte aus dem Kennlinienfeld,
- dokumentieren Ergebnisse und werten sie aus,
- erklären den Umgang mit Datenblättern und erläutern die dort angegebenen Daten.

Mögliche Kontexte

- Freilaufdiode
- Begrenzerschaltungen
- Notwendigkeit von Netzteilen

2. Kurshalbjahr: Halbleiterbauelemente: Transistoren

Inhalte

- Transistoren
- Überblick über Bipolar- und Unipolartransistoren
- Funktionsweise von Bipolartransistoren
- Grundsaltungen mit Bipolartransistoren
- Gleichstromverstärker, Arbeitspunkteinstellungen, Arbeitspunktstabilisierung z. B. mit Stromgegenkopplung
- Wechselstromverstärker, Ersatzschaltbilder, Berechnungsgrundlagen mit und ohne Belastung, Kennlinienfelder, Aussteuerbereiche, Frequenzverhalten, Bestimmen von Grenzfrequenzen und Bandbreite

Experimente

- Aufnahme des vollständigen Kennlinienfeldes
- Schaltungsaufbau mit Eingangsspannungsteiler und Strombegrenzung
- Messen von Ein- und Ausgangsspannung
- Aufbau von Wechselstromverstärkern
- Ermittlung der Verstärkung und des Frequenzganges
- Bestimmen der maximalen Aussteuerung mit und ohne Gegenkopplung
- Aufbau mehrstufiger Verstärkerstufen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben den Aufbau und das Funktionsprinzip eines Bipolartransistors,
- berechnen Arbeitspunkte in Transistorschaltungen und erklären deren Bedeutung,
- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise einer SPS,
- erklären den Zusammenhang von Temperaturänderung und Arbeitspunktstabilisierung,
- analysieren das Aussteuerverhalten eines Verstärkers,
- dokumentieren Ergebnisse des unterschiedlichen Frequenzverhaltens.

Mögliche Kontexte

- Unterhaltungselektronik
- Einsatz von Halbleitern in der Mikroelektronik
- Spannungsstabilisierung in Netzteilen
- Digitaltechnik

3. Kurshalbjahr: Verstärkertechnik mit Operationsverstärker (OPV)

Inhalte

- Grundprinzip, Bauformen und typische Kennwerte eines Operationsverstärkers
- Übertragungsverhalten mit Kennlinie
- Grundsaltungen
- OPV als Addierverstärker, Differenzverstärker
- OPV als Integrierer und Differenzierer
- Frequenzverhalten von OPVs als aktiver Filter, wie Hochpass, Tiefpass und Bandpass

Experimente (Beispiele)

- Aufbau von Grundsaltungen und messtechnische Erfassung von Ein- und Ausgangssignalen
- Untersuchen der Aussteuerbereiche von OPVs
- Schaltungen mit Frequenzverhalten
- Messen von Frequenzgängen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern das Wirkprinzip invertierender und nichtinvertierender OPVs,
- beschreiben den Einfluss der Rückkopplung auf das Aussteuerverhalten,
- erläutern das Signalübertragungsverhalten linearer Systeme,
- skizzieren und interpretieren Frequenzgangdiagramme,
- beschreiben den Einfluss frequenzabhängiger Bauelemente innerhalb der Beschaltungsmöglichkeiten.

Mögliche Kontexte

- Hoch- und Tiefpässe in der Unterhaltungselektronik
- Messtechnik und Sensorik
- Steuerungs- und Regelungstechnik

3. Kurshalbjahr: Grundlagen der Digitaltechnik

Inhalte

- digitale und binäre Signale
- Zahlensysteme und Codes
- logische Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT)
- Umwandlung von Grundverknüpfungen (NAND, NOR, Antivalenz, Äquivalenz)
- Analyse und Synthese von Binärschaltungen
- Monostabile, -astabile und bistabile Kippstufen
- Zählerschaltungen
- Frequenzteilerschaltungen
- Schieberegister
- AD-Umsetzer
- DA-Umsetzer

Experimente

- Aufbau von logischen Schaltungen und Signalaufnahme
- Torsteuerung
- Aufbau von Schaltungen aus der Praxis, z. B. Ampelsteuerung, Sortieranlagen, Getränkeautomaten
- Zählerschaltungen für Abfüllanlagen
- Schieberegisterschaltungen parallel/seriell und umgekehrt

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben logische Grundsaltungen mithilfe von Wahrheitstabellen und Funktionsgleichungen,
- wenden die De Morganschen Gesetze zur Umwandlung der logischen Grundverknüpfungen an,
- erläutern praxisbezogene binäre Schaltungen,
- erklären den Unterschied zwischen Analyse und Synthese von Verknüpfungssteuerungen,
- entwickeln Schaltungsentwürfe aus konkreten Aufgabenstellungen,
- erläutern das Prinzip der Speicherung von Informationen bei RS-Flipflops, JK-Flipflops und JKMS-Flipflops,
- dokumentieren Signalverläufe,
- entwickeln und entwerfen Zählerschaltungen und Schieberegister.

Mögliche Kontexte

- Steuerungs- und digitale Regelungssysteme
- Bussysteme

4. Kurshalbjahr: Wahlbereich Regelungstechnik

Inhalte

- Bedeutung und Funktionsprinzip der Regelung
- Signal- und Systembegriff: Anwenden auf Beispiele
- Darstellen des Regelkreises
- Übertragungsfunktionen im Zeitbereich: Gleichungen und Diagramme
- typische Kennwerte der Übertragungsglieder
- Bode-Diagramm (Frequenzgang) Versuchsanordnung und Durchführung, Amplituden- und Phasengang; Kennwerte im Diagramm
- Beschreibung mittels Differenzialgleichung, Einblick Laplace-Transformation
- Zweipunktregler und Regelverhalten unstetiger Regler an P- und I-Strecken
- P-Regler an P-Strecken: Stabilität und Schwingungseinsatz
- Maße der Regelgüte im Zeitbereich
- Streckenidentifikation – Nutzen und Methoden
- Einstellen von P/PI-Regler anhand der Streckenkennwerte
- Einblick in mehrschleifige Regelkreise

Experimente (Beispiele)

- Motor-Generator: Spannungsstabilisierung bei veränderlichen Lasten, Demonstrieren des Wirkprinzips eines Regelkreises, Notwendigkeit der Regelung zum Ausgleichen von Störeinflüssen; Last- u. Speisestörung
- PC-Simulation und Vergleich zu realen Systemen
- praktische Aufnahme der Sprungantworten P, PT1, PT2, Schwingungsglied sowie Simulation am PC
- Aufnahmen des Frequenzgangs exemplarisch am PT1-Übertragungsglied, Messen der Grenzfrequenz

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben das Wirkprinzip und die Bedeutung des Regelkreises,
- analysieren reale Strecken und ordnen die physikalischen Größen und Regelkreis-komponenten zu,
- erläutern das Signalübertragungsverhalten linearer Systeme mit den Übertragungs-gleichungen im Zeitbereich und ermitteln typische Parameter,
- skizzieren und interpretieren Sprungantworten und Frequenzgänge,
- konstruieren und dimensionieren Regelkreise mithilfe mathematischer Verfahren.

Mögliche Kontexte

- Hoch- und Tiefpass der Wechselstromtechnik
- Messtechnik und Sensorik
- Grundlagen elektrischer Antriebsregelungen

4. Kurshalbjahr: Wahlbereich Antriebstechnik

Inhalte

- Antriebsbegriff
- Antriebsmechanik
- Gleichstrommaschinen, stationäres und dynamisches Betriebsverhalten
- netzgelöschte Stromrichter
- Vierquadrantenantrieb
- Drehstrommaschinen
- Kurzschlussläufer
- Steuerschaltungen für Asynchronmaschinen
- Steuerverfahren
- Steller und Frequenzumrichter

Projekte

- Drehzahl- und Lageregelung einer Roboterachse
- Inbetriebnahme eines Vierquadrantenantriebs
- Inbetriebnahme eines Frequenzumrichters
- Motoranlaufsteuerung mit Stern-Dreieck-Anlassschaltung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die wesentlichen Elemente eines Antriebs,
- analysieren, berechnen und quantifizieren die Momenten- und Kraftverhältnisse an der Antriebswelle,
- beschreiben den Aufbau und erläutern die Funktion von verschiedenen elektrischen Maschinen: Gleichstrommaschine, Kurzschlussläufer,
- berechnen die Arbeitspunkte bei gegebenen Maschinen- und Lastparametern,
- erläutern die Wirkungsweise von netz- und zwangsgelöschten Stromrichtern,
- beschreiben und analysieren die Funktionsweise von Steuerschaltungen für Asynchronmaschinen: Stern-Dreieck, Wendeschütz, Polumschaltung,
- beschreiben die Stellverfahren für verschiedene Maschinen und vergleichen sie unter Berücksichtigung der technologischen Erfordernisse miteinander,
- dokumentieren die Schritte der Inbetriebnahme einer Antriebsregelung.

Mögliche Kontexte

- Elektromobilität
- Robotik
- Sensorik

4. Kurshalbjahr: Wahlbereich SPS

Inhalte

- EVA-Prinzip
- Steuern und Regeln
- Steuerungsarten
- Signale
- Aufbau einer SPS
- Arbeitsweise einer SPS
- logische Verknüpfungen: UND, ODER, Selbsthaltung, NAND, NOR, Antivalenz, Äquivalenz
- Verknüpfungssteuerung ohne Speicherverhalten
- Verknüpfungssteuerung mit Speicherverhalten
- Ablaufsteuerung
- Zeitstufen
- Zähler

Projekte

- Presse
- Torsteuerung
- Parkhaus
- Ampelsteuerung
- Autowaschanlage
- Sortieranlage
- Abfüllanlage

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären das EVA-Prinzip,
- vergleichen Steueranlagen und Regelungsanlagen,
- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise einer SPS,
- erklären den Unterschied zwischen Verknüpfungssteuerungen und Ablaufsteuerungen,
- wenden ihre Kenntnisse der SPS-Steuerung und -Programmierung bei konkreten Aufgabenstellungen an,
- dokumentieren SPS-Anlagen,
- reflektieren die Einsatzkriterien von SPS-Steuerungen im Vergleich zu anderen Systemen der Steuer-, Leit- und Regelungstechnik.

Mögliche Kontexte

- Systeme der Regelungstechnik
- Sensorik
- Bussysteme
- Netzwerke

4. Kurshalbjahr: Wahlbereich Regenerative Energien

Inhalte

- Klimawandel und Klimaschutz
- Energieversorgungsnetze
- solare Energiewandlung
- Windenergiesysteme
- Wasserkraftanlagen
- gesetzlicher Rahmen zur Förderung regenerativer Energien

Projekte

- Photovoltaik
- Windgenerator

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Auswirkung der Nutzung fossiler Energieträger auf das Klima,
- erklären den Unterschied zwischen Primär-, Transport- und Nutzenergieformen,
- vergleichen Energiebilanzen verschiedener Energiewandler,
- beschreiben den Aufbau von Energieversorgungsnetzen und die Möglichkeiten der Energiespeicherung,
- beschreiben den Aufbau einer Photovoltaikanlage und die Einspeisung ins Energieversorgungsnetz,
- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise von Windrädern und Wasserkraftanlagen,
- vergleichen regenerative Energieformen im Kontext gesellschaftlicher Bedingungen,
- beurteilen die Fördermöglichkeiten regenerativer Energien und bewerten deren energiepolitische und gesellschaftliche Bedeutung.

Mögliche Kontexte

- Energiewende
- Klimawandel
- Exkursionen: konventionelles Heizkraftwerk, Windkraftanlage, Solarpark

4. Kurshalbjahr: Wahlbereich Mikrocomputertechnik

Inhalte

- Computerarchitektur, Aufbau der einzelnen Komponenten
- Bussysteme, Speicher, Register, Peripheriebausteine
- Mikroprozessor, 8-bit-Systeme
- Programmierertechnik
- lineare Assemblerprogramme oder Hochsprache
- UND- und ODER-Verknüpfungen innerhalb der Programmierung
- Verzweigungen
- Wiederholungen, Endlosschleifen
- Verzögerungen, Erstellen und Aufruf von Unterprogrammen
- Programme zur AD-Wandlung und DA-Wandlung

Projekte

- Programmerstellung für die Steuerung von Ampelkreuzungen und Getränkeautomaten
- Zählerprogrammierungen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Architektur eines Mikrocontrollers,
- erklären die Befehlsfolgen in einem Speicher,
- beschreiben mithilfe einfacher Befehle den zeitlichen Ablauf der Befehlszyklen,
- erstellen Programmablaufpläne oder Struktogramme als Hilfe für die Programmerstellung,
- erklären lineare Befehlsfolgen sowie Verzweigungen und wenden sie an,
- analysieren den Einfluss von Unterprogrammtechniken auf den zeitlichen Programmablauf,
- erläutern die Verwendung von Zählerschaltungen für Softwareinterrupts.

Mögliche Kontexte

- Steuerungssysteme
- Bussysteme
- Raumfahrt

5 Kurshalbjahre

In der folgenden Übersicht werden die im Kapitel 4 dargestellten Themenfelder den 4 Kurshalbjahren zugeordnet.

1. Kurshalbjahr:	Filterschaltungen Grundlagen elektrischer Maschinen: Induktion, Kraftwirkung, Drehstromtechnik
2. Kurshalbjahr:	Halbleiterbauelemente: Dioden Halbleiterbauelemente: Transistoren
3. Kurshalbjahr:	Verstärkertechnik mit Operationsverstärker (OPV) Grundlagen der Digitaltechnik
4. Kurshalbjahr:	Wahlbereich Regelungstechnik Wahlbereich Antriebstechnik Wahlbereich SPS Wahlbereich Regenerative Energien Wahlbereich Mikrocomputertechnik

