Senatsverwaltung
für Bildung, Jugend
und Familie

BERLIN

Rahmenlehrplan

Berufliches Gymnasium

Teil C

Elektrotechnik

Impressum

Erarbeitung

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

Herausgeber

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin

Gültigkeit des Rahmenlehrplans

Gültig ab 1. August 2024

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin 2023
https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de

Inhalt

Vorbemerkungen 5

1 Beitrag des Faches Elektrotechnik zum Kompetenzerwerb 6

1.1 Fachprofil 6

1.2 Fachbezogene Kompetenzen 7

2 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards 9

2.1 Eingangsvoraussetzungen 9

2.2 Abschlussorientierte Standards 10

3 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Einführungsphase 11

3.1 Übersicht über die Themenfelder 11

3.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder 12

4 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Qualifikationsphase 14

4.1 Modulares Konzept für die Qualifikationsphase 14

4.2 Kompetenzerwerb und Inhalte der Themenfelder 17

Vorbemerkungen

Das Fach Elektrotechnik entwickelt die Kompetenzen für die Studierfähigkeit an Hochschulen in allen Fachrichtungen und für den Einstieg in eine Ausbildung in allen Berufsfeldern. Zusätzlich werden in besonderem Maße die Voraussetzungen für technische Berufsbilder und Studiengänge geschaffen.

Im Hinblick auf die Studierfähigkeit erwerben die Schülerinnen und Schüler im Fach Elektrotechnik wissenschaftspropädeutische Kompetenzen, verstanden als die Befähigung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz, die durch Lernen in realitätsnahen und problemorientierten Situationen aus dem beruflichen oder persönlichen Alltag erfolgt.

Die Themenfelder 1–6 werden, den besonderen Anforderungen des Faches entsprechend, überwiegend problem- und handlungsorientiert in praxis- und projektorientierten Aufgaben unterrichtet und umgesetzt.

Für den Unterricht an beruflichen Gymnasien des Landes Berlin gelten der **Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

- **Teil A: Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe und**
- **Teil B: Fachübergreifende Kompetenzentwicklung**.[1]

[1] Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Teil A und B, verfügbar unter: https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene, Zugriff am: 21.07.2022

1 Beitrag des Faches Elektrotechnik zum Kompetenzerwerb

1.1 Fachprofil

Die im Fach Elektrotechnik zu erwerbenden Kompetenzen lassen sich, wie in allen zeitgemäßen Lehr- und Lernprozessen, in vier Kompetenzbereiche untergliedern. In ihnen wird der besondere Anspruch des Kurses als ingenieurwissenschaftliches, handlungsorientiertes und wissenschaftspropädeutisches Lernen in besonderer Weise deutlich. Die fachbezogenen Kompetenzen werden in den einzelnen Themenfeldern ausführlich dargestellt.

Analysekompetenz

Technologische und technische Fragestellungen werden von den Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf technische Anwendungen und technologische Realitätsbezüge entwickelt, strukturiert, zielgerichtet bearbeitet und beurteilt; komplexes Wissen aus Naturwissenschaft, und Technik wird auf konkrete technische Sachverhalte bezogen.

Urteils- und Orientierungskompetenz

Elektrotechnische Sachverhalte werden hinsichtlich ihrer Bedeutung für die aktuellen technologischen Transformationsprozesse (Industrie 4.0, Klimaschutz, Energiewende, Künstliche Intelligenz) aber auch in ihrer betriebs- und volkswirtschaftlichen Relevanz erkannt und kriterien- oder kategorienorientiert beurteilt.

Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler formulieren selbstständig Fragen zu komplexen technologischen Sachverhalten, beziehen diese auf den aktuellen Stand der technischen Entwicklung, beantworten sie anhand von Materialien und Daten unter Verwendung geeigneter Methoden. Ihre Ergebnisse stellen sie sachadäquat unter Einbeziehung moderner Präsentationstechniken dar.

Zentrale Handlungskompetenz

Die oben genannten Kompetenzen führen die Schülerinnen und Schüler schließlich zu einer technologischen und technischen Mündigkeit. Diese zeigt sich darin, dass es zu einer reflektierten Auseinandersetzung mit unterschiedlichen elektrotechnischen Sachverhalten aufgrund des erkenntnisleitenden Interesses kommt.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen den Bedingungszusammenhang technischer und technologischer Herausforderungen und leiten daraus für sich praktische Handlungsstrategien im Kontext der ihnen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten ab.

1.2 Fachbezogene Kompetenzen

Die Beschreibung der fachbezogenen Kompetenzen orientiert sich am Deutschen Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen (DQR). In diesem wird zwischen den Kategorien Fachkompetenz und Personale Kompetenz unterschieden. Sie gliedern sich in Wissen und Fertigkeiten (Fachkompetenz) sowie Sozialkompetenz und Selbstständigkeit (Personale Kompetenz). Somit ergibt sich eine Vier-Säulen-Struktur, die zur einheitlichen Beschreibung verschiedener Niveaustufen dient. Bestandteil sowohl von Fachkompetenz als auch von personaler Kompetenz sind Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz. Diese wirken als Querschnittkompetenzen und werden nicht eigens aufgeführt.

Fachkompetenz		**Personale Kompetenz**	
Wissen	**Fertigkeiten**	**Sozialkompetenz**	**Selbständigkeit**
Tiefe und Breite	Instrumentale und systematische Fertigkeiten, Beurteilungsfähigkeit	Team-/Führungsfähigkeit, Mitgestaltung und Kommunikation	Eigenständigkeit/ Verantwortung, Reflexivität und Lernkompetenz

Abbildung 1: Anforderungsstruktur
Quelle: © Arbeitskreis DQR, 2011. Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen: verabschiedet am 22. März 2011, S. 5. Zugriff am: 30.03.2023. Verfügbar unter: https://www.dqr.de/dqr/shareddocs/downloads/media/content/der_deutsche_qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_lernen.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Wissen bezeichnet dabei die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze und Theorien als Ergebnis von Lernen und Verstehen. Um dieses Wissen anzuwenden, bedarf es kognitiver (z. B. logisches Denken) wie auch praktischer Fertigkeiten (z. B. Anwenden von Methoden).

Die Schülerinnen und Schüler …

- stellen fachliche Inhalte in Zusammenhängen und Interdependenzen dar,
- bewerten kriteriengeleitet Ergebnisse,
- informieren sich über Systeme, Anlagen, Techniken und Methoden der Elektrotechnik,
- untersuchen und analysieren komplexe Wirkungszusammenhänge der technologischen Bedingungsfelder und der darin einsetzbaren bzw. eingesetzten Technik,
- erstellen Modelle zur Erklärung technischer Phänomene und technologischer Prozesse und wenden diese an,
- reflektieren kritisch eigene Vorstellungen, Vorkenntnisse und Einstellungen zu technischen Fragestellungen,
- üben ihre Kritik- und Urteilsfähigkeit bezüglich der Umsetzbarkeit von technischen und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen im Hinblick auf den möglichen Einsatz technologischer Lösungen und Anwendungen,
- erforschen selbstständig Quellen für die Information zur Bewältigung elektrotechnischer Fragen mithilfe von Print- und digitalen Medien,
- üben Quellenkritik, indem sie die Interessengebundenheit der jeweiligen Herausgeberinnen und Herausgeber identifizieren und so die Validität der Informationen einschätzen,
- präsentieren Ergebnisse und Lösungswege.

Selbstkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, sich weiterzuentwickeln und somit das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen sowie kulturellen Kontext zu gestalten. Sie umfasst Fähigkeiten und Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten, ihre Interessen und sozialen Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Sozialkompetenz, indem sie …

- zielgerichtet sozial interagieren und kommunizieren, insbesondere bei Gruppenarbeiten und teambasierten Projekten,
- Teamprozesse reflektieren, konstruktives Feedback geben und soziale Verantwortung übernehmen,
- die Lernumgebung mitgestalten,
- Ergebnisse adressatenbezogen darstellen.

Selbstständigkeit bezeichnet die Eigenständigkeit und Verantwortung bei der Übernahme von Arbeitsaufträgen und beim Lösen von Problemen. Dazu gehören die Reflexivität gegenüber dem eigenen Handeln und die Lernkompetenz, die eigene Handlungskompetenz weiterzuentwickeln.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Selbstständigkeit, indem sie …

- eigenständig und verantwortungsbewusst lernen,
- sich Lern- und Arbeitsziele setzen, sie realisieren, reflektieren und verantworten,
- dabei verschiedene Lernhilfen auswählen und anwenden,
- mögliche Lernberatung nachfragen.

Angestrebt wird die Entwicklung von der selbstständigen Erfüllung fachlicher Anforderungen hin zur selbstständigen Planung und Bearbeitung fachlicher Aufgabenstellungen. Dabei wird der zunächst noch überschaubare und strukturierte Lernbereich stets erweitert und geöffnet. Diese Entwicklung entspricht der Niveaustufe 4 des DQR.

2 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards

2.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen, welche in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt sind. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen diese, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

Das Land Berlin bietet das Fach Elektrotechnik ausschließlich an Beruflichen Gymnasien in der Gymnasialen Oberstufe an, sodass nur bei Zuzug eines Lernenden aus einem anderen Bundesland auf fachspezifische Eingangsvoraussetzungen zurückgegriffen werden kann.

Die Schülerinnen und Schüler verfügen im Fach Elektrotechnik über folgende Kompetenzen:

Selbstkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler …

- zeigen Neugier und Offenheit für technische Prozesse,
- reflektieren ihr eigenes Handeln,
- denken multiperspektivisch, technisch und rational,
- reflektieren ihre individuellen Erfahrungen aus der Anwendung und Nutzung von elektrotechnischen Produkten und Technologien.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler …

- kommunizieren und arbeiten gemeinsam im Team,
- können verschiedene Meinungen und Lösungsansätze bezogen auf eigene Arbeiten und die Arbeiten anderer reflektieren und respektieren,
- erkennen andere und ihre Leistungen in ihrer Individualität als gleichwertige Subjekte an,
- differenzieren das eigene Wahrnehmungsspektrum und setzen sich mit konstruktiver Kritik auseinander.

Fach- und Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler …

- recherchieren fachspezifische Informationen in unterschiedlichen Medien und bereiten diese Informationen auf,
- wenden techniktheoretisch und wissenschaftlich akzeptierte Paradigmen, Erklärungsansätze und Methoden kontextbezogen an,
- bilden Hypothesen zur Lösung elektrotechnischer Problemstellungen,
- äußern sich schriftlich und mündlich fachsprachlich korrekt,
- wenden Kriterien zur Analyse technischer und technologischer Prozesse an,
- lösen zielgerichtet einfache Planungsaufgaben,
- erweitern kontinuierlich ihre Medien- und Methodenkompetenz in Bezug auf Präsentationstechniken.

2.2 Abschlussorientierte Standards

Am Ende der Qualifikationsphase verfügen die Schülerinnen und Schüler über eine grundlegende technologische Urteils- und Handlungskompetenz im Sinne einer Bündelung der oben genannten Kompetenzbereiche. Diese äußert sich in ihrer Befähigung zur Analyse und handlungsorientierten Bewältigung technischer Problemstellungen, auch unter Berücksichtigung des gesellschaftlichen Kontextes.

Es ergeben sich folgende abschlussorientierte Standards:

Die Schülerinnen und Schüler…

- analysieren komplexe elektrotechnische Problemstellungen und ordnen sie in einen fachspezifischen Kontext ein,
- beschaffen sich unter Zuhilfenahme unterschiedlichster Medien technische Informationen zur Problemlösung,
- entwickeln verschiedene Lösungsansätze unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Parameter,
- entscheiden sich kriteriengeleitet für gangbare Lösungskonzepte, auch auf der Grundlage notwendiger Berechnungen und elektrotechnischer Gesetzmäßigkeiten,
- realisieren elektrotechnische Anlagen und Schaltungen, beachten dabei sicherheitsrelevante Aspekte, führen notwendige Messungen durch und interpretieren diese,
- dokumentieren und präsentieren die Projektergebnisse in geeigneter Form,
- bewerten und beurteilen auf Grundlage geeigneter Kriterien eigene und fremde Problemlösungen.

3 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Einführungsphase

Das Fach Elektrotechnik ist in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe des Beruflichen Gymnasiums ein neu beginnendes Unterrichtsfach und wird in der Qualifikationsphase als Leistungs- und Grundkurs unterrichtet.

Die Auswahl der Themenfelder sollte den Fach- bzw. Fachbereichsleitungen und auf den Fachkonferenzen einer Schule getroffen werden. Dabei sollen die Schwerpunkte und das Profil einer Schule ausschlaggebend sein.

Der Einführungsphase kommt grundlegende Bedeutung für die zukünftigen Lernprozesse und die Motivation zur Auseinandersetzung mit den Inhalten dieses Faches zu. Die Themenfelder orientieren sich an der fachwissenschaftlichen Systematik mit dem Ziel, die fachlichen und methodischen Kompetenzen für die Qualifikationsphase zu legen. Die fachwissenschaftlichen Inhalte orientieren sich idealerweise an Handlungssituationen, um berufliche Handlungskompetenz und Studierfähigkeit zu entwickeln.

3.1 Übersicht über die Themenfelder

Themenfeld 1 **Elektrische Grundschaltungen**
Themenfeld 2 **Halbleiter-Technik – Grundlagen und einfache Anwendungen**

3.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld 1

Elektrische Grundschaltungen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- beschreiben die elektrischen Grundgrößen hinsichtlich Formelzeichen, physikalischer Einheit und Berechnungsgrundlagen,
- erläutern die Grundgesetze analoger Schaltungsarten und wenden diese an,
- beschreiben den Aufbau und die Funktion sowie erläutern die Berechnungsgrundlagen von Widerständen (auch nichtlinear), Spulen und Kondensatoren, auch unter Zuhilfenahme von Datenblättern und Kennlinien.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Elektrische Grundgrößen und Grundschaltungen	elektrische Grundgrößen (z. B. Strom, Spannung, Widerstand, Leitwert, Leistung und Arbeit) Grundgesetze (z. B. Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff'sche Gesetze) reale Messgeräte (Schaltung, Innenwiderstand) Grundbauelemente (Aufbau, Funktion, Datenblätter, ggf. Kennlinien) elektrische Grundschaltungen (Reihen-, Parallel- und Gemischtschaltung) in praxisrelevanten Anwendungen

Themenfeld 2

Halbleiter-Technik – Grundlagen und einfache Anwendungen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- erläutern in Ansätzen den grundsätzlichen Aufbau, die Funktion und das elektrische Verhalten von Halbleiter-Bauelementen und untersuchen messtechnisch praxisrelevante Basis-Anwendungen,
- beschreiben das elektrische Verhalten von linearen und nichtlinearen Widerständen und schließen darauf aufbauend auf die grundsätzliche Funktion und Beschaltung von Sensoren,
- dimensionieren selbstständig praxisrelevante analoge Schaltungen, bauen diese auf und messen elektrische Größen,
- dokumentieren eigenständig Arbeitsergebnisse PC-gestützt, werten diese mittels geeigneter Verfahren aus und schlussfolgern auf Gesetzmäßigkeiten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundsätzlicher Aufbau, Funktion und elektrisches Verhalten von Halbleiter-Bauelementen	Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung von Halbleitertechnik (diskret bzw. integriert) grundsätzlicher Aufbau, Funktion und elektrisches Verhalten einfacher, diskreter HL-Bauelemente (z. B. Diode, Transistor) Schaltungsdimensionierung und messtechnische Untersuchung grundlegender Anwendungen (z. B. LED, Solarzelle, Transistor als Schalter)

4 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Qualifikationsphase

Die spezifische Aufgabe des Faches Elektrotechnik ist die Entwicklung von Urteils- und Handlungskompetenz im Bereich technischer Aspekte. Mit Blick auf die rasant fortschreitende technologische Entwicklung und den damit verbundenen, stetig fortschreitenden, globalen gesellschaftlichen Strukturwandel sowie mit der Entwicklung zu zukunftsorientierten nachhaltigen Konzepten leistet das Fach Elektrotechnik einen wesentlichen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Dieser liegt im Aufbau eines Handlungswissens, das sie befähigt, ihre von Technik und Technologie geprägte Umwelt differenziert wahrzunehmen, zu analysieren, zu beurteilen und darüber hinaus technische Lösungen angemessen konzipieren und realisieren zu können.

Zielsetzung im Grundkurs

Im Grundkurs Elektrotechnik steht die Einführung in grundlegende technische Konzepte im Mittelpunkt. Schülerinnen und Schüler erlernen die Basisprinzipien der Elektrotechnik mit einem starken Fokus auf praktische Anwendungen und Alltagsbezug. Der Kurs zielt darauf ab, ein grundlegendes Verständnis für technische Vorgänge zu schaffen und Fähigkeiten zur Lösung einfacher technischer Probleme zu entwickeln. Interaktives und erfahrungsorientiertes Lernen, unter Einbeziehung praktischer Projekte und Experimente, prägt den Unterricht. Die Bewertung konzentriert sich auf die Demonstration grundlegender Fähigkeiten und das Verständnis elementarer elektrotechnischer Konzepte.

Zielsetzung im Leistungskurs

Der Leistungskurs führt darüber hinaus komplexere Themen und fortgeschrittene technische Konzepte ein. Schülerinnen und Schüler werden ermutigt, sich vertiefend mit Elektrotechnik auseinanderzusetzen, wobei ein Schwerpunkt auf anspruchsvolleren Technologien und Problemstellungen liegt. Der Kurs fördert ein tiefgehendes Verständnis der Materie und selbständiges Lernen in besonderem Maße. Kritisches Denken und die Anwendung theoretischen Wissens auf reale technische Herausforderungen stehen im Fokus. Die Bewertung misst insbesondere die Fähigkeit, komplexe Konzepte zu verstehen und eigenständige technische Lösungen zu entwickeln.

4.1 Modulares Konzept für die Qualifikationsphase

Die unter 4.2 dargestellten Inhalte und thematischen Schwerpunkte orientieren sich am zeitlichen Umfang und Kompetenzniveau eines Leistungskurses.

Für den Unterricht im Grundkurs sind die Basismodule der ersten drei Themenfelder vorgesehen. Darauf aufbauend sollen Fachkonferenzen einer Schule eine didaktische Reduktion vornehmen und beschließen.

Regelwerk

- Es stehen sechs Themenfelder (TF) zur Verfügung, die sich jeweils in ein Basis-Modul und ein Aufbau-Modul gliedern. Dabei werden Basis-Module ein halbes Semester lang unterrichtet und zusammen mit dem Aufbau-Modul kann das Themenfeld ein ganzes Semester lang unterrichtet werden. Die möglichen Inhalte der Basismodule sind so gewählt, dass alle drei Anforderungsbereiche gewährleistet sind.

- Der erhöhte Spezialisierungsgrad für einen Leistungskurs ergibt sich somit aus der vertiefenden Auseinandersetzung, die das zu den Inhalten des Basismoduls gehörende Aufbaumodul ermöglicht oder durch die Wahl weiterer Basismodule, die einen breiteren technologischen Kontext eröffnen (z.B. für die Abbildung komplexer Technologien aus den Bereichen Industrie 4.0 oder Intelligente Stromnetze).

Pflichtthemenfelder			Wahlthemenfelder			
TF I	**TF II**	**TF III**	**TF IV**	**TF V**	**TF VI**	
Basis	**Basis**	**Basis**	Basis	Basis	Basis	Halbes Kurshalbjahr im LK
Aufbau	Aufbau	Aufbau	Aufbau	Aufbau	Aufbau	Halbes Kurshalbjahr im LK

- Die ersten drei Themenfelder sind Pflicht-Themenfelder. Von diesen muss wenigstens das Grundlagen-Modul unterrichtet werden.
- Mindestens ein Pflicht-Themenfeld muss vertiefend (ein ganzes Semester) unterrichtet werden.
- Die restliche Zeit kann mit weiteren Grundlagen- oder Aufbau-Modulen aufgefüllt werden.
- Aufbau-Module müssen zwingend im selben Semester wie das zugehörige Grundlagen-Modul unterrichtet werden.
- Die Fachkonferenz legt die Zusammenstellung der Module fest.

Mögliche Beispiele für Leistungskursvarianten

1. KHJ	2. KHJ	3. KHJ	4. KHJ
Basis I	Basis II	Basis III	Projekt z.B. TF V
Aufbau I	Aufbau II	Aufbau III	

1. KHJ	2. KHJ	3. KHJ r	4. KHJ
Basis I	Basis II	Basis IV	Projekt z.B. TF VI
Aufbau I	Basis III	Aufbau IV	

1. KHJ	2. KHJ	3. KHJ	4. KHJ
Basis II	Basis IV	Basis I	Projekt z.B. TF III
Basis III	Basis V	Aufbau I	

Mögliches Beispiel für eine Grundkursvariante

1. KHJ	2. KHJ	3. KHJ	4. KHJ
Grundlagen I	Grundlagen II	Grundlagen III	Projekt z.B. TF IV

- Bei der Grundkursvariante wird in den Semestern 1–3 jeweils eins der verpflichtenden Grundlagenmodule gewählt, wobei die Reihenfolge nicht festgelegt sein muss. Es ist jedoch zu gewährleisten, dass Schülerinnen und Schüler, die in den nachfolgenden Jahrgang zurücktreten, alle Pflichtmodule besuchen können.

4.2 Kompetenzerwerb und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld I:

Elektrische Energiesysteme – Erzeugung, Transport, Speicherung, Umwandlung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- beschreiben grundlegende Prinzipien der Erzeugung, Übertragung und Wandlung von elektrischer Energie,
- nennen Bestandteile elektrischer Maschinen (Trafo, Motor, Generator),
- erläutern den Aufbau und die Wirkungsweise elektrischer Maschinen,
- berechnen wesentliche Kenngrößen elektrischer Maschinen,
- dokumentieren Schaltungen mit elektrischen Maschinen mithilfe entsprechender Stromlaufpläne,
- nennen Bauformen von Akkumulatoren,
- erklären die grundlegende Wirkungsweise von Akkumulatoren,
- untersuchen Akkumulatoren hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen der Energieversorgung technischer Systeme,
- beurteilen elektrische Maschinen und Einrichtungen nach ihrem Wirkungsgrad und ihrer ökonomischen und ökologischen Bilanz,
- bewerten Akkumulatoren unter technologischen, wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien.

Aufbau-Modul:

- erklären Aufbau, Wirkungsweise und Phänomene von Dreiphasennetzen,
- berechnen die Kenngrößen von Drehstomnetzen,
- analysieren das Verhalten von elektrischen Maschinen an Drehstrom,
- beschreiben elektrische Maschinen nach ihrer physikalischen Wirkungsweise
- nennen Möglichkeiten für deren Einsatz,
- dimensionieren auf Grundlage ihrer Analyse komplexe Schaltungen mit elektrischen Maschinen,
- entwickeln unter Beachtung der Arbeitssicherheit ausgewählte Schaltungen der Antriebstechnik im Labor und nehmen sie in Betrieb,
- untersuchen ausgewählte Schaltungen der Antriebstechnik im Labor und dokumentieren die Ergebnisse in Form von Kennlinien, Messwerttabellen und fachgerechten Funktionsbeschreibungen,
- interpretieren den Einfluss von Störgrößen auf die Anlage,
- optimieren ihre Funktionsabläufe auf Grundlage ihrer theoretischen Betrachtungen und messtechnischen Untersuchungen,
- beurteilen auf Grundlage ihrer Untersuchungen und Analysen elektrische Anlagen hinsichtlich ihres Wirkungsgrades und ihrer ökonomischen und ökologischen Bilanz.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Systeme der elektrischen Energieerzeugung	Generatorprinzip, Aufbau Generatoren, Vergleich von Kraftwerk und WKA PV-Modul: Aufbau, Wirkungsweise, Netz- und Inselbetrieb
Transformations- und Übertragungssysteme	Transformatoren: Übersetzungsverhältnisse, Leistung und Wirkungsgrad Leitungsarten, Probleme und Herausforderungen der Energieübertragung
Speichersysteme	Akkumulatoren
Antriebe	elektrische Motortechnik: Motorprinzip, grundlegender Aufbau von Gleichstrom- und Wechselstrommotoren mechanische und elektrische Grundlagen: Drehzahl, Drehmoment, Leistung, Kenngrößen in Leistungsschildern
Aufbau-Modul	
Motoren am Dreiphasennetz	Dreiphasennetze Stern- und Dreieckschaltung, Verkettungsfaktor
Asynchron- und Synchronmaschinen	direktes Einschalten, Motorschutz, Anlaufstrombegrenzung
Frequenzumrichter	Drehrichtungsumkehr, Drehzahländerung, Belastungsfälle Aufbau, physikalisch-technische Wirkungsweise, Einsatzmöglichkeiten Aufbau, Wirkungsweise, Drehstromantriebe mit Frequenzumrichtern

Themenfeld II:

Wechselspannungstechnik in elektrischen Geräten und Systemen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- messen, beschreiben und berechnen die Grundgrößen sinusförmiger Ströme und Spannungen unter Anwendung typischer Laborgeräte,
- zeichnen sinusförmige Spannungen und Ströme sowohl in Liniendiagrammen (Zeitbereich) als auch zeitabhängig als Zeiger (Bildbereich)
- leiten daraus die zugehörigen mathematisch-physikalischen Grundlagen ab,
- berechnen typische Momentanwerte von Strömen und Spannungen sowie die anderen Größen der Schwingungsgleichung,
- messen das Verhalten von Widerstand, Spule und Kondensator im Wechselstromkreis (Einzel- und Zusammenschaltung) und analysieren die Unterschiede zum Gleichstromkreis,
- messen und berechnen relevante Wirk-, Blind- und Scheingrößen sowie die Phasenverschiebung und stellen diese in Zeigerbildern (Bildbereich),
- berechnen RX-Reihen- und Parallelschaltungen sowie einfache Gemischtschaltungen mithilfe der komplexen Rechnung.

Aufbau-Modul:

- analysieren die Angaben auf Leistungsschildern elektrischer Geräte und Maschinen und berechnen Wechselstromleistungen, Wirkungsgrad und Leistungsfaktor,
- erläutern die Bedeutung der Kompensation von Blindleistung in Geräten und Anlagen und benennen konkrete Anwendungsbeispiele,
- dimensionieren Kompensationsschaltungen und untersuchen diese messtechnisch,
- untersuchen RL-, RC- und LC-Filterschaltungen in Vierpoldarstellung messtechnisch und beschreiben deren Funktion,
- erläutern typische Kennwerte (z. B. Grenzfrequenz, Durchlass- und Sperrbereich) von Filterschaltungen und wenden die Pegelrechnung an,
- zeichnen Amplituden- und Phasengänge in logarithmisch eingeteilten Diagrammen (Bodediagramme), interpretieren den Kennlinienverlauf und ermitteln typische Kennwerte,
- leiten die normierten Übertragungsfunktionen her und bewerten auf dieser Grundlage typische Filterschaltungen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Grundgrößen sinusförmiger Spannungen und Ströme	Schwingungsgrößen Ströme und Spannungen im Zeitbereich und zeitabhängig als Zeiger Bogenmaß, Kreisfrequenz, Nullphasenwinkel und Schwingungsgleichung Größen der Schwingungsgleichung
Spule, Kondensator und Widerstand im Wechselstromkreis	Bauelemente in Einzel- und Zusammenschaltung Wirk-, Blind- und Scheingrößen, Phasenverschiebung Bildbereich (Zeigerdiagramme) Grundlagen der komplexen Rechnung (Grundschaltungen)
Aufbau-Modul	
Wechselstromleistungen	elektrische Größen auf Leistungsschildern Wechselstromleistungen, Leistungsfaktor und Wirkungsgrad Kompensation von Blindleistung in Geräten und Anlagen Berechnung und Schaltungsdimensionierung
Filterschaltungen	RL-, RC- und LC-Schaltungen in Empfangsanlagen, Frequenzweichen oder anderen Anwendungen Pegelrechnung Frequenzkennlinien in logarithmisch eingeteilten Liniendiagrammen normierte Übertragungsfunktionen

Themenfeld III:

Digitaltechnik in Steuerungen und Prozessen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- erläutern Unterschiede zwischen analoger und digitaler Darstellung an praktischen Beispielen aus dem Alltag,
- beschreiben und erläutern die Unterschiede zwischen binären und logischen Zuständen,
- stellen Zahlen in verschiedenen Kodierungen dar,
- berechnen Umwandlungen zwischen verschiedenen Zahlensystemen und erläutern die zugrundeliegenden Methoden
- nennen die Grundgesetze und Rechenregeln der Schaltalgebra,
- wenden Schaltalgebra an, um Funktionsgleichungen zu analysieren und zu vereinfachen,
- erläutern die Funktionsweise der logischen Grundverknüpfungen,
- stellen logische Verknüpfungen mithilfe von Wahrheitstabellen, Funktionsgleichungen und Impulsdiagrammen dar,
- entwickeln für technische Problemstellungen zugehörige Digitalschaltungen,
- analysieren und erläutern die Anwendung von KV-Diagrammen zur Optimierung von Schaltkreisen,
- erläutern den Aufbau und die Wirkungsweise von nicht-taktgesteuerten Flipflops.

Aufbau-Modul:

- beschreiben und vergleichen verschiedene Arten von Flipflops, um ihre charakteristischen Eigenschaften zu identifizieren,
- analysieren den Aufbau und die Funktionsweise verschiedener Flipflops,
- erläutern den Unterschied zwischen Taktzustand- und Taktflankensteuerung,
- analysieren und vergleichen die Funktionsweisen und Einsatzmöglichkeiten verschiedener Flipflop-Typen,
- erläutern Aufbau und Wirkungsweise verschiedener Zähler,
- entwerfen Zählerschaltungen mit unterschiedlichen Zählweisen und Zählrichtungen,
- nennen Anwendungsfälle für den Einsatz von Schieberegistern,
- erläutern Aufbau und Funktionsweise eines Schiebregisters,
- analysieren Datenblätter, um Schieberegister entsprechend den technischen Spezifikationen zu beschalten,
- erläutern Aufbau und Funktionsweise verschiedener DA- und AD-Wandler,
- vergleichen verschiedene Wandlerarten basierend auf technischen Kriterien und Anwendungsbeispielen,
- erläutern Aufbau und Funktionsweise von Halb- und Volladdierern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Grundlagen der Digitaltechnik	analoge und digitale Größendarstellung, binäre und logische Zustände Zahlendarstellung in Codes, Umwandlung zwischen Zahlensystemen Grundgesetze und Rechenregeln der Schaltalgebra logische Verknüpfungen und Grundglieder, Wahrheitstabelle, Schaltfunktion, Impulsdiagramm
Schaltungsanalyse	Funktionsgleichungen und Wahrheitstabellen zu gegebenen Digitalschaltungen
Schaltungssynthese	Entwurf von Verknüpfungsschaltungen, Vereinfachung mit KV-Tafeln
Flip-Flops (nicht-taktgesteuert)	Aufbau und Wirkungsweise von NOR- und NAND-Flip-Flops
Aufbau-Modul	
Flip-Flops (taktgesteuert)	Taktzustands- und taktflankengesteuerte Flipflops
Zählerschaltungen	Asynchron- und Synchronzähler mit unterschiedlichen Zählweisen und Zählrichtungen
Schieberegister	Aufbau und Wirkungsweise, Ein- und Ausgabeart, seriell/parallel, Bedeutung für Datenverarbeitung
Spezialschaltungen	DA-, AD-Umsetzer, Grundprinzip, Vor- und Nachteile verschiedener Wandlerarten oder Rechenschaltungen: Halbaddierer, Volladdierer

Themenfeld IV:

Elektrische Mess- und Sensortechnik

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- nennen und beschreiben verschiedene Sensoren und ordnen diese der zu messenden physikalische Größe (z.B. Temperatur, Licht, Druck, Weg) und der Art des Sensorausgangssignals zu,
- strukturieren verschiedene Sensoren nach Typ (z.B. Elementarsensoren, integrierte und intelligente Sensoren, passive und aktive Sensoren, berührungslose bzw. gebundene Sensoren),
- nennen typische Kennwerte von Sensoren und analysieren entsprechende Datenblätter (z.B. hinsichtlich Kennlinie, Stromversorgung, Ausgangssignal, Beispielbeschaltung),
- dimensionieren typische Sensor-Schaltungen (z.B. Vorwiderstand, Brückenschaltung, Konstantstromquelle) und bewerten diese nach ausgewiesenen Kriterien,
- bewerten mögliche Signalwandlungsketten bezüglich der sensorseitigen Signalwandlung und -aufbereitung,
- entwickeln Schaltungen zur Signalwandlung und -aufbereitung (z.B. Verstärkung, Filterung und Linearisierung) und nehmen diese in Betrieb (z.B. Schaltungen mit Operationsverstärkern).

Aufbau-Modul:

- nennen und erläutern verschiedene Möglichkeiten der Übertragung von Sensorsignalen von der einfachen Verdrahtung bis hin zu Netzwerk- und Bussystemen (nur Grundsätze),
- beschreiben die Grundlagen der Analog-Digital- sowie der Digital-Analogwandlung anhand eines ausgewählten Verfahrens, führen dieses exemplarisch (z.B. rechnergestützt) durch und beurteilen die Ergebnisse,
- erklären Möglichkeiten der rechnergestützten Messsignalauswertung,
- erproben und bewerten diese exemplarisch unter Vergleich verschiedener Sensoren und Anwendung modellbasierter Software (z.B. LabView).

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Signalgewinnung	Sensortypen Erfassbare elektrische und nichtelektrische Größen Sensorausgangssignale Analyse von Datenblättern Beschaltung von Sensoren
Sensorseitige Signalwandlung und Signalaufbereitung	Verstärkung, Filterung und Linearisierung von Sensorsignalen Messschaltungen Signalwandlungskette
Aufbau-Modul	
Signalübertragung	einfache Verdrahtung Grundlagen Netzwerk-/Bussysteme
Zentrale Verarbeitung von Sensorsignalen	Grundlagen AD- und DA-Wandlung rechnergestützte Messsignalauswertung modellbasierte Software

Themenfeld V:

Mikrocontroller

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- erläutern den Aufbau von Mikrocontrollern,
- analysieren die Eigenschaften von Mikrocontrollern anhand von Datenblättern,
- demonstrieren das Einrichten einer Programmierumgebung für einen spezifischen Mikrocontroller,
- erläutern das EVA-Prinzip anhand von Beispielen,
- entwickeln und demonstrieren einfache Programme unter Verwendung von Variablen, Funktionen und Kontrollstrukturen,
- untersuchen die maximalen Belastungsgrenzen eines Mikrocontrollers,
- beschreiben die Schritte zum korrekten Anschluss von Aktoren an digitale Ausgänge,
- erläutern die Einrichtung digitaler Eingaben mit Tastern und Pullup-/Pulldown-Widerständen,
- beschreiben und erläutern den Einsatz von Pulsweitenmodulation zur Erzeugung analogähnlicher Ausgaben,
- beschreiben den Einsatz von Sensoren an analogen Eingängen und erklären die notwendigen Signalumrechnungen,
- erläutern und bewerten Methoden zur Ausgabe von Messergebnissen auf einem PC oder LCD-Panel,
- erläutern den Prozess der Justierung eines AD-Wandlers durch Anpassung der Referenzspannungen,

Aufbau-Modul:

- erläutern Aufbau und Wirkungsweise diverser Motoren,
- entwickeln Pläne für die Ansteuerung von Motoren mit zusätzlichen Treibern und erklären deren Funktionsweise,
- untersuchen diverse Funkstandards,
- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise drahtloser Steuerungssysteme für Mikrocontroller,
- erläutern die Grundlagen und die Schritte zur Einrichtung eines Netzwerks aus Aktoren und Sensoren über I²C,
- entwickeln und erklären ein Konzept für die Vernetzung mehrerer Mikrocontroller.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Aufbau und Programmierung von Mikrocontrollern	Prozessorarchitektur, Speicher, Takt, Timer, Interrupts, Register, Datenblätter, Programmierumgebung, EVA-Prinzip, Variablen, Datentypen, Kontrollstrukturen
Digitale Signale ausgeben und einlesen	Pinbelegung, Stromlimitierungen, Projekte: z. B. blinkende LED, Ampel, Relaiskarte Taster, Pullup, Pulldown, Projekte: z. B. Taster abfragen, Bewegungsmelder
Analoge Signale ausgeben und einlesen	Pulsweitenmodulation, Projekte: z. B. pulsierende LED, RGB-LED, Tonsignale DA-Wandler, verschiedene Sensoren (z. B. Helligkeit, Temperatur, Entfernung)
Spezielle Ein- und Ausgabegeräte	z. B. 7 Segment Anzeige, LCD-Display z. B. Tastenfeld, Fernbedienung, Joystick
Aufbau-Modul	
Motoransteuerung	Ausgangstreiber, H-Brücke, Gleichstrommotor, Servo, Schrittmotor
Funkverbindungen	Bluetooth, 433-MHz-Funk
Netzwerke	I²C, Ethernet

Themenfeld VI:
Regelungstechnik und Automation

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- beschreiben das grundlegende Prinzip einer Regelung in Abgrenzung zur Steuerung,
- benennen unterschiedliche Reglerarten und erläutern ihre Wirkungsweise,
- untersuchen eine Regelstrecke durch messtechnische Aufnahme der Kenngrößen im Labor,
- berechnen die notwendigen Bauelemente für die Dimensionierung unterschiedlicher Regler für unterschiedliche technische Anforderungen,
- entwerfen auf Grundlage der messtechnisch ermittelten Kenngrößen und der berechneten Bauelemente eine geeignete Regeleinrichtung,
- vergleichen unterschiedliche Reglerarten hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten.

Aufbau-Modul:

- erklären die Funktion und die Wirkungsweise von zusammengesetzten stetigen Reglern,
- analysieren komplexe Regelprozesse nach planerischen Vorgaben und technischen Notwendigkeiten,
- dimensionieren auf Grundlage ihrer Analyse den vollständigen Regelprozess,
- entwickeln die Regelung im Labor und nehmen sie unter Beachtung der Arbeitssicherheit in Betrieb,
- interpretieren den Einfluss von Störgrößen auf die Anlage,
- optimieren ihre Funktionsabläufe auf Grundlage ihrer theoretischen Betrachtungen und messtechnischen Untersuchungen,
- dimensionieren für komplexe Regelungsprozesse auch elektronische Regler.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlagen-Modul	
Regelung und Steuerung	Bauglieder und Kennwerte des Regelkreises
Reglerarten und Regelstrecken	Stetige (P-, I-, D-Regler) und unstetige Regler (Bimetall): Merkmale, Aufbau, Einsatzmöglichkeiten
	Aufnahme und Auswertung der Sprungantwort, Steckentypen, Kenngrößen
	Vergleicher, Verstärker auswählen, Bauelemente berechnen (Verfahren nach Chien, Hrones, Reswock)
Einfache Regeleinrichtungen	Regelung im Labor aufbauen, Kennwerte messtechnisch aufnehmen und dimensionieren (z. B. Drehzahlregelung mit P-Regler)
Verfahrenstechnische Darstellungsarten	Regelkreise fachgerecht abbilden und dokumentieren
Aufbau-Modul	
Zusammengesetzte stetiger Regler in komplexen Regelprozessen	Regelprozess analysieren (z. B. Temperaturregelung), Regler auswählen, entwerfen (PI, PID), berechnen und in Betrieb nehmen.
Gütekriterien einer Regelung	Überschwingweite $\hat{x}$, Anregelzeit T_{an}, Ausregelzeit T_{aus},
	Einfluss möglicher Störgrößen bewerten
Optimierung einer Regelung	Variation der Kenngrößen einer Regeleinrichtung (K_P, T_V, T_N) und ihr Einfluss auf die Stabilität der Regelung,
Elektronische Regler	Verfahren nach Ziegler und Nichols
	Parametrierung elektronischer Regler (Industriestandard) gemäß ihrer Bedienungs- und Funktionsbeschreibung für Regelprozesse, die den o. g. Kriterien entsprechen

Projekthalbjahr (Q4):

Im Mittelpunkt steht ein komplexes elektrotechnisches Projekt. Das Prinzip der vollständigen Handlung kann dabei angewendet und vertieft werden.

Inhaltlich ist eine Projektaufgabe aus einem in Q1 bis Q3 noch nicht behandelten Themenfeld auszuwählen. Dabei sollen die Schwerpunkte und das Profil der Schule Berücksichtigung finden.

Denkbar und wünschenswert sind hier auch Kooperationen mit Bildungspartnern der Schule (z.B. Unternehmen aus der dualen Ausbildung, Institutionen, Vereine mit technologischen Aufgabenbereichen, Universitäten und/oder weitere Hochschulen).

Projektmanagement dient hier als Handlungsrahmen, nicht aber als Unterrichtsgegenstand.

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- beschreiben ein konkretes elektrotechnisches Handlungs- und Problemfeld und wählen dieses ggf. selbst aus,
- erläutern das Grundprinzip eines elektrotechnischen Gesamtsystems (fachübergreifend), das durch Integration verschiedener Ansätze eine umsetzbare Lösung aufzeigt,
- entwerfen und begründen unterschiedliche Lösungswege und Konzepte, wobei Vor- und Nachteile abgewogen werden,
- erarbeiten Modellexperimente zu gewählten Teilaspekten der elektrotechnischen Projektidee, führen sie durch und werten sie aus,
- entwerfen und bewerten Lösungen für die gewählte Problemstellung in einem klar umrissenen Handlungsfeld, dokumentieren diese und präsentieren ihre Ergebnisse in geeigneter Form,
- bewerten ihre Ergebnisse und beschreiben Möglichkeiten der Umsetzung im Rahmen von technischer Erweiterbarkeit, gesetzlichen Vorgaben, unternehmerischem Aspekt, gesellschaftlichen Zielen und den Anforderungen an Nachhaltigkeit.
- wählen geeignete Formen, um ihre Ergebnisse über die Schulöffentlichkeit hinaus zu veröffentlichen (ggf. in Zusammenarbeit mit o.g. Kooperationspartnern).

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Modulübergreifendes Handlungsfeld (ggf. auch fachübergreifend) auswählen und als eigenständiges Projekt planen und entwickeln. Kriteriengeleitete Auswahl und Bewertung technischer Lösungsansätze Durchführung und Auswertung zugehöriger Experimente Fertigung eines funktionsfähigen (elektro-) technischen Systems Evaluation der Projektergebnisse auch hinsichtlich vorhandener Erweiterungsmöglichkeiten / technischer Ausblick Entwerfen von Dokumenten und Unterlagen für die Veröffentlichung der Ergebnisse	aktuelle Veröffentlichungen zu unterschiedlichen elektrotechnischen Themen (z. B. Energiewende, Industrie 4.0, nachhaltige Produktion und Produktentwicklung) technische Normungen (z. B. DIN VDE) und rechtlicher Rahmen (z. B. Umweltgesetzgebung, ethische Debatten) Monitoringberichte zur Umsetzung von technologischen Entwicklungen in Industrie und Wissenschaft (z. B. Industrie 4.0, Projekte aus der Hochschulforschung, industrielle Standortentwicklungen) Erstellung eines Handlungsprodukts, z. B. funktionsfähige Schaltung, wissenschaftspropädeutische Messreihen bzw. Versuchsaufbauten, Auswertung von erhobenen Daten Dokumentation, Präsentation, Infomaterialien, Website u.ä. Ergänzende Lernorte können Unternehmen, Hochschulen u. a. Bildungspartner sein