



Hessisches Kultusministerium



HESSEN



Berufliche Schulen  
des Landes Hessen

**Lehrplan**  
**Berufliches Gymnasium**  
**Fachrichtung Technik**  
**Schwerpunkt Elektrotechnik**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Elektrotechnik</b>	<b>3</b>
1 Aufgaben und Ziele des Faches	3
2 Didaktisch-methodische Grundlagen	3
3 Umgang mit dem Lehrplan	4
<b>Teil B Unterrichtspraktischer Teil</b>	<b>5</b>
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	5
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	6
11.1 Grundlagen der Elektrotechnik	6
11.2 Elektrisches und magnetisches Feld	8
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	10
LK 12.1 Wechselstromtechnik	10
LK 12.2 Wechselstromnetze	13
eGK 12.1 Gleichstromnetzwerke	16
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	18
LK 13.1 Digitaltechnik	18
LK 13.2 Antriebstechnik	20
<b>Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Elektrotechnik</b>	<b>22</b>
1 Aufgaben und Ziele des Faches	22
2 Didaktische und methodische Grundlagen	22
3 Umgang mit dem Lehrplan	22
<b>Teil B Unterrichtspraktischer Teil</b>	<b>23</b>
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	23
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	24
11.1 Einführung in eine objektorientierte Programmiersprache	24
11.2 Messtechnische Untersuchung von Zweipolen	25
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	26
GK 12.1 Messtechnik	26
GK 12.2 Analogtechnik	27
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	29
GK 13.1 Operationsverstärker	29

<b>Teil A Grundlegung für das Fach Technisches Zeichnen – Schwerpunkt Elektrotechnik</b>	<b>31</b>
<b>1 Aufgaben und Ziele des Faches</b>	<b>31</b>
<b>2 Didaktische und methodische Grundlagen</b>	<b>31</b>
<b>3 Umgang mit dem Lehrplan</b>	<b>31</b>
<b>Teil B Unterrichtspraktischer Teil</b>	<b>32</b>
<b>1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze</b>	<b>32</b>
<b>2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)</b>	<b>33</b>
11.1 Technische Kommunikation I	33
11.2 Technische Kommunikation II	34
<b>Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase</b>	<b>35</b>

## **Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Elektrotechnik**

### **1 Aufgaben und Ziele des Faches**

Der Unterricht im Fach Technikwissenschaft – Schwerpunkt Elektrotechnik – soll Schülerinnen und Schüler befähigen, elektrotechnische Probleme und Vorgänge zu begreifen sowie sachkompetent und verantwortungsbewusst Entscheidungen treffen zu können.

Im Mittelpunkt des Unterrichts stehen die physikalischen Grundlagen, Methoden und Verfahren der Elektrotechnik. Die Schülerinnen und Schüler sollen Einblick in eine Ingenieurwissenschaft erhalten und deren Auswirkung auf die Lebensbedingungen der Menschen beurteilen.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technikwissenschaft -Schwerpunkt Elektrotechnik- des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können.

### **2 Didaktisch-methodische Grundlagen**

Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln.

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit fachspezifischen Denk- und Arbeitsweisen vertraut gemacht werden. Dazu gehört insbesondere die Vermittlung technologischer Zusammenhänge (z.B. in technischen Demonstrationsexperimenten), die Vermittlung technischer Fertigkeiten in Labor und Werkstatt sowie die Vermittlung von Aspekten der Berufs- und Arbeitswelt.

Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler kann durch Versuchsbeschreibungen und Versuchsauswertungen, arbeitstechnische und labortechnische Leistungen, Projektunterricht, Protokolle, schriftliche Ausarbeitungen, Schülerberichte, Referate, Interpretationen von Fachtexten, Recherchen im Internet und die Anwendung von Standard- und Simulationssoftware gefördert werden.

Die Kommunikationsfähigkeit zeigt sich, wenn die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Gedankengänge aufzunehmen, auf sie einzugehen und ihre eigenen Gedanken klar gegliedert und auszudrücken, die Fachsprache angemessen zu verwenden und die Argumentation durch Darstellungstechniken zu unterstützen.

Im schwerpunktbezogenen Unterricht sollen didaktische Bezüge zu anderen Fächern, insbesondere zu Mathematik, Physik, Chemie, Bautechnik, Metalltechnik und Informatik hergestellt werden.

Das Verstehen technischer Zusammenhänge und das Üben fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen haben Vorrang vor dem Aneignen bloßer technischer Einzelfakten.

Simulationen, on-line-Experimente und Präsentationen werden zur Erlangung einer tieferen fachlichen und medienbezogenen Kompetenz genutzt.

Vor- und nachbereitete Betriebserkundungen fördern die Anschauung und das Verständnis technischer Zusammenhänge.

### 3 Umgang mit dem Lehrplan

Der Lehrplan ist in verbindliche und fakultative Unterrichtsinhalte gegliedert. Die verbindlichen Unterrichtsinhalte füllen zwei Drittel des Stundenansatzes aus, die fakultativen Unterrichtsinhalte ein Drittel.

Die fakultativen Unterrichtsinhalte geben Anregungen für eine vertiefte Weiterführung der Lehrplankonzeption.

Als ergänzender Grundkurs wurde im Halbjahr 12.1 der Kurs Gleichstromnetzwerke festgelegt. In diesem Kurs werden die Lösungsverfahren und Lösungsstrategien für die Berechnung von verzweigten und vermaschten Stromkreisen behandelt. Diese Kenntnisse werden im Leistungskurs 12.2 auf Wechselstromkreise angewendet.

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung beziehen sich auf die hier ausgewiesenen Unterrichtsinhalte aus den Leistungskursen der ersten drei Halbjahre der Qualifikationsphase. Die Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung können sich zusätzlich auf die Unterrichtsinhalte des Prüfungshalbjahres (13.2) beziehen.

**Teil B Unterrichtspraktischer Teil****1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze**

	<b>Kursthemen</b>	<b>Stundenansatz</b>
11.1	Grundlagen der Elektrotechnik	80
11.2	Elektrisches und magnetisches Feld	80
LK 12.1	Wechselstromtechnik	100
LK 12.2	Wechselstromnetze	100
eGK 12.1	Gleichstromnetzwerke	60
LK 13.1	Digitaltechnik	100
LK 13.2	Antriebstechnik	100

## 2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

### 11.1

### Grundlagen der Elektrotechnik

#### Begründung

Im Physikunterricht der Mittelstufe wurden die grundlegenden Begriffe der Elektrotechnik auf qualitativer und phänomenologischer Ebene behandelt. Die Begriffe Ladung, Feld, Spannung, Strom, Widerstand, Arbeit und Leistung werden nun vertieft und quantitativ gefasst.

Schwerpunkt sind zunächst lineare Fälle. Nichtlineare Verhältnisse werden bei den Begriffen Strom und Widerstand als Differenzenquotient gefasst. An diesen Fällen wird die Bedeutung des Differenzen- und Differentialquotienten deutlich, sie stellen einen Praxisbezug für die mathematischen Begriffe dar, die im Halbjahr 11.2 im Mathematikunterricht thematisiert werden.

Am Beispiel der Wegeunabhängigkeit der elektrischen Spannung kann der Vektorcharakter der Größen problematisiert und qualitativ bestimmt werden.

Auf den Grundbegriffen und elementaren Gesetzen aufbauend, sind der Grundstromkreis und einfache, mit Ohmschen Widerständen aufgebaute Stromkreise Gegenstand des Einführungskurses.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

#### Stichworte und Hinweise

Gefahren des elektrischen Stromes

Wirkungen im menschlichen Körper  
Unfallschutz, Sicherheitsmaßnahmen,  
Elektrosmog

Grundgrößen der Elektrizität

Ladung  
elektrische Kräfte, elektrisches Feld, elektrische  
Feldstärke  
Homogenes und inhomogenes elektrisches Feld  
elektrische Spannung, elektrisches Potential

Elektrische Strömung

Elektrischer Strom  
Elektrische Stromstärke  
Gleich-, Wechsel-, Mischstrom  
Leitungsmechanismus in Metallen und Isolatoren

Ohmscher Widerstand

Materialwiderstand und Leitwert  
Ohmsches Gesetz  
Statischer und differentieller Widerstand  
Temperaturabhängigkeit des Widerstandes

Grundstromkreis

Aufbau des Grundstromkreises  
Schaltung von Spannungs- und Strommesser  
Kennlinienaufnahme,  
Arbeit, Leistung, Leistungshyperbel

Grundsaltungen von Ohmschen Widerständen

Reihen-, Parallel und Gruppenschaltungen  
Spannungs- und Stromteilung  
Belasteter Spannungsteiler  
Ersatzschaltbilder von Energiequellen  
Konstantspannungs- und Konstantstromverhalten  
Spannungs-, Strom-, Leistungsanpassung

### **Fakultative Unterrichtsinhalte**

### **Stichworte und Hinweise**

Grundgrößen der Elektrizität

Wegeunabhängigkeit der elektrischen Spannung  
Spannung als negative Potentialdifferenz

Elektrische Strömung

Driftgeschwindigkeit  
Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Energie  
Stromdichte

Grundsaltungen von Ohmschen Widerständen

Grafische Lösungen für Spannungs- und Stromteilung bei nichtlinearen Kennlinien

### **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Anwendung von Standard- und Simulationssoftware, Projekte

Mögliche Leitthemen: Physikalische Begriffsbildung, Elektrodynamik versus Mechanik, Energiewandlung und -versorgung, Begrenztheit der Energieressourcen, Energietransport, Aufbau einfacher Netze, Leistungsverteilung

### **Querverweise**

Feldbegriff: Physik, Geschichte, Mathematik, Philosophie

Energiewandlung: Physik, Chemie, Politik und Wirtschaft

Mathematische Konzepte: Mathematik, Informatik.

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Ökologische Bildung und Umwelterziehung (Gefahren des elektrischen Stromes, Elektrosmog)

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung  
Gesundheitserziehung (Gefahren des elektrischen Stromes: Wirkungen im menschlichen Körper, Unfallschutz, Sicherungsmaßnahmen)

**Begründung**

Zentrales Anliegen ist eine allgemeinere Formulierung des Feldbegriffs. Der Feldbegriff überwand das mechanistische Weltbild, verhalf der Elektrodynamik zum Durchbruch und setzte seinen Siegeszug in anderen Disziplinen fort. Er ist von zentraler Bedeutung für die Allgemeinbildung und insofern ein Begriff gymnasialer Bildung.

Quellen- und Wirbelfeld sind qualitativ und quantitativ zu unterscheiden. Die quantitative Unterscheidung erfolgt mittels der Begriffe Potential und Feldfluss. Die Leistungsfähigkeit der Feldgleichungen zeigt sich in der Deduktion empirischer Gesetze aus den Feldgleichungen. Hier zeigt sich, wie durch immanente wissenschaftliche Entwicklung der Erfahrungshorizont erweitert und eine technologische Weiterentwicklung ermöglicht wird.

Als elektrotechnische Bauelemente werden Kondensator und Spule herausgearbeitet. Der Kondensator wird durch die physikalischen Größen Kapazität und Widerstand beschrieben. Die vollständige Beschreibung des Bauelementes Spule kann erst in der Jahrgangsstufe 12.1 erfolgen. Im vorliegenden Kurs werden dazu die Grundlagen des Magnetfeldes erarbeitet.

Die Feldgleichungen sollen nicht als Grundtatsachen erscheinen, sondern in der Reflexion auf Gegenstände der Erfahrung herausgearbeitet werden. Demonstrationsexperimenten kommt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Bedeutung zu.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Elektrisches Feld

Influenz  
 Grundgleichung der Elektrostatik  $D = \varepsilon \cdot E$   
 Absolute Feldkonstante  $\varepsilon_0$   
 Polarisierung des Dielektrikums, Permittivität  $\varepsilon_r$   
 Elektrischer Feldfluss  
 Fluss- und Potentialgleichung eines Quellenfeldes  
 Elektrische Kräfte zwischen geladenen Kugeln, Zylindern, ebenen Flächen  
 Kapazität eines Kondensators  
 Energieinhalt des elektrischen Feldes

Magnetisches Feld

Kräfte zwischen bewegten Ladungen  
 Kräfte zwischen bewegten Ladungen und Magneten, Magnetisches Feld  
 Feldlinienbilder von Dauermagneten  
 Feldbilder von Leiter, Leiterschleife, langgestreckter Spule und Ringspule  
 Magnetische Feldstärke (Flussdichte)  
 Magnetischer Feldfluss  
 Magnetische Erregung (Feldstärke)  
 Zusammenhang zwischen Erregung und Flussdichte  $B = \mu \cdot H$   
 Magnetisches Potenzial (Durchflutungssatz)  
 Absolute magnetische Feldkonstante  $\mu_0$   
 Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Elektrisches Feld

Elektrostatisches Messprinzip (Oszilloskop)  
Aufbau, Eigenschaften, Bauformen von Kondensatoren  
Laden eines Kondensators mit einer Konstantstromquelle  
Laden eines Kondensators mit einer Konstantspannungsquelle

Magnetisches Feld

SI-Einheit 1 A  
Para-, Dia- und Ferromagnetismus  
Permeabilität  
Magnetisierungskennlinien  
Einfache magnetische Kreise

Elektrosmog

Elektrostatische und magnetostatische Komponenten des Elektrosmog, mögliche gesundheitliche Gefahren

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Die neu zu lernenden Gegenstände sind nicht unmittelbar in der Natur gegeben. Deshalb sind Demonstrationsexperimente unabdingbar. Anwendung von Standard- und Simulationssoftware sowie Projekte erleichtern dies.

Mögliche Leitthemen: Historische Entwicklung des Feldbegriffs, Verhältnis von empirischen Gesetzen und Prinzipien der Wissenschaft, Feldbegriff als gegenstandsübergreifender Begriff, Entwicklung von Bauelementen gemäß physikalischer Gesetze, Energiespeicher

**Querverweise**

Feldbegriff: Physik, Geschichte, Mathematik, Philosophie

Kräfte zwischen geladenen Körpern: Mathematik, Physik

Bauelemente: Technologie, Politik und Wirtschaft

Ladefunktionen: Physik, Mathematik, Biologie

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Ökologische Bildung und Umwelterziehung (Elektrosmog: Elektrostatische und magnetostatische Komponenten)

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung  
Gesundheitserziehung (Elektrosmog: mögliche gesundheitliche Gefahren)

### 3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)

#### LK 12.1

#### Wechselstromtechnik

##### Begründung

Wechselstromtechnik ist für alle Anwendungsgebiete der Elektrotechnik von besonderer Bedeutung. Die Inhalte zählen zum Grundlagenwissen der Elektrotechnik und anderer ingenieurwissenschaftlicher Fächer. Fachsystematisch handelt es sich um die Fortsetzung der Theorie des elektrischen und magnetischen Feldes.

Schwerpunkt ist das Induktionsgesetz. Das Induktionsgesetz wird auf den Generator, den Transformator und die Spule als Bauelement angewendet. Der Fokus wird auf die Erzeugung sinusförmiger Wechselgrößen und das Betriebsverhalten von Transformator, Ohmschen Widerstand, Kapazität und Induktivität in Stromkreisen mit sinusförmigen Größen gerichtet. Bei der Betrachtung des Betriebsverhaltens von Kapazität und Induktivität kommt die Differentialrechnung zur Anwendung.

Kennwerte von Wechselgrößen wie arithmetischer Mittelwert, quadratischer Mittelwert und Effektivwert werden allgemein formuliert und auf bestimmte Formen angewendet. Dabei werden die Kenntnisse der Integralrechnung angewendet.

##### Verbindliche Unterrichtsinhalte

##### Stichworte und Hinweise

Elektromagnetische Induktion

Prinzip der Induktion  
Allgemeine Form des Induktionsgesetzes  
Generator, Transformator  
Selbstinduktion, Induktivität  
Induktivitäten von langgestreckter Spule  
Zusammenhang zwischen Strom und Spannung an einer Induktivität  
Induktivität als Energiespeicher

Schaltvorgänge an Spulen und Kondensatoren

Ein- und Ausschaltvorgänge an RL- und RC-Kombinationen  
Strom- und Spannungsfunktionen grafisch darstellen und interpretieren  
Strom- und Spannungsfunktionen mit EDV-gestützten Verfahren darstellen  
e-Funktion und natürlicher Logarithmus

Kennwerte von Wechselgrößen

Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen  
Momentanwert, Scheitelwert, Periode, Frequenz, Kreisfrequenz sinusförmiger Größen  
Liniendiagramm sinusförmiger Größen  
Zeigerdiagramm sinusförmiger Größen  
Allgemeine Form des arithmetischen und quadratischen Mittelwerts und Effektivwertes  
Arithmetischer Mittelwert einer sinusförmigen Größe  
Effektivwerte sinusförmiger Größen  
Messung von Gleichricht- und Effektivwert

Betriebsverhalten des Transformators	Strom-, Spannungs- und Widerstandsübersetzungsverhältnisse des idealen Transformators Transformatorverluste (Ohmsche Verluste, Wirbelströme, Streufelder) Verringerung der Transformatorverluste
Betriebsverhalten von Ohmschem Widerstand, Induktivität und Kapazität in Wechselstromkreisen mit sinusförmigen Größen	Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung am Ohmschen Widerstand, an der Induktivität und an der Kapazität Linien- und Zeigerdiagramme von Strom und Spannung am Ohmschen Widerstand, an der Induktivität und an der Kapazität Induktiver und kapazitiver Blindwiderstand bzw. Blindleitwert Wirk-, Blind- und Scheinleistung
<b>Fakultative Unterrichtsinhalte</b>	<b>Stichworte und Hinweise</b>
Elektromagnetische Induktion	Wechselwirkung von elektrischem und magnetischem Feld
Schaltvorgänge an Spulen und Kondensatoren	Ströme und Spannungen mit Hilfe der Infinitesimalrechnung bestimmen
Kennwerte von Wechselgrößen	Arithmetischer Mittelwert für rechteck- und dreieckförmige Größen Arithmetischer Mittelwert von e-Funktionen Effektivwert von rechteck- und dreieckförmigen Größen Effektivwert von e-Funktionen.
Transformator	Wechselstromersatzschaltbild

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Laborübungen, Betriebsbesichtigungen, Schülerreferate, Präsentationen mit Filmmaterial, Anwendung von Standard- und Simulationssoftware, Projekte

Mögliche Leitthemen: Wechselstromtechnik als Voraussetzung eines effektiven Energietransports, Transformator in einem Energietransportnetz, Abhängigkeit von Konstanten und empirischen Gesetzen von Spannungs- bzw. Stromformen, Leistungsverhalten von Ohmschem Widerstand, Kapazität und Induktivität

**Querverweise**

Elektromagnetische Wechselwirkung: Physik, Mathematik, Biologie, Philosophie, Geschichte

Anwendung des Induktionsgesetzes: Physik, Mathematik

Energietransport: Physik, Technologie, Politik und Wirtschaft

Berechnung von Mittelwerten: Mathematik, Physik

Leistungsverhalten: Physik, Technologie, Politik und Wirtschaft

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Schaltvorgänge an Spulen und Kondensatoren: Darstellung von Strom- und Spannungsfunktionen mit computergestützten Verfahren, Präsentation mit Filmmaterial, Anwendung von Standard- und Simulationssoftware)

### Begründung

Dieser Kurs beinhaltet vordergründig den Anwendungsbereich der Wechselstromtechnik. Er baut unmittelbar auf den erworbenen Kenntnissen des Leistungskurses „Wechselstromtechnik“ aus dem Halbjahr 12.1 auf.

Mit den zu erwerbenden Kenntnissen der komplexen Rechnung sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, eine umfangreiche Schaltungsanalyse von praxisnahen Wechselstromnetzwerken durchzuführen.

Wechselstromgrößen werden komplex berechnet und mit Hilfe von Zeigerdiagrammen dargestellt. Unter Einbeziehung variabler Größen ergeben sich entsprechende Ortskurven.

Mit Hilfe von messtechnischen Untersuchungen werden Schwingungsvorgänge und Siebschaltungen relevanter Schaltungen analysiert. Dabei werden Kenntnisse der Differentialrechnung einbezogen.

Netzwerkanalysen mit mehreren sinusförmigen Quellen werden mit Hilfe der komplexen Rechnung und den Kenntnissen des ergänzenden Grundkurses Gleichstromnetzwerke durchgeführt.

### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Komplexe Berechnung von Wechselstromschaltungen

RCL-Ortskurven

### Stichworte und Hinweise

Karthesische oder Gaußsche Schreibweise ( $\underline{Z} = a + jb$ ), Trigonometrische Schreibweise ( $\underline{Z} = |\underline{Z}| \cdot \cos(\varphi) + j |\underline{Z}| \sin(\varphi)$ ) und Eulersche Schreibweise ( $\underline{Z} = |\underline{Z}| \cdot e^{j\varphi}$ )  
 Rechengesetze der komplexen Rechnung (Multiplikation mit  $j$  bzw.  $i$ , Addition und Subtraktion, Multiplikation und Division)  
 Spannungen, Ströme, Widerstände, Leitwerte und Leistungen als Drehoperatoren in der Gaußschen Zahlenebene betrachten  
 $\underline{Z}$ ,  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}$  für Reihen-, Parallel- und gemischte Schaltungen komplex und taschenrechnerunterstützt berechnen und in Zeigerdiagrammen darstellen  
 Komplexe Leistungsbetrachtungenm, Prinzip der Kompensation  
 Computergestützte Berechnung und grafische Darstellung komplexer Größen  $\underline{Z}$ ,  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}$  gemischter Wechselstromschaltungen

Grundtypen von Ortskurven und deren Inversion  
 Entwicklung und Darstellung der  $\underline{Z}$ -,  $\underline{Y}$ -,  $\underline{U}$ -,  $\underline{I}$ -Ortskurven von RC-, RL- und RCL-Schaltungen für unterschiedliche Parameter (grafikfähigen Taschenrechner als Hilfsmittel verwenden)  
 Computergestützte Berechnung und grafische Darstellung der  $\underline{Z}$ -,  $\underline{U}$ -,  $\underline{I}$ -Ortskurven von relevanten Wechselstromschaltungen EDV-unterstützt berechnen und grafisch darstellen

Schwingkreise	<p>Entstehung einer freien Schwingung, frei gedämpfte und ungedämpfte Schwingung (Kenngrößen, Energieaustausch)</p> <p>Fremderregte Schwingkreise (Reihen- und Parallelschwingkreise)</p> <p>Messtechnische Untersuchung von Schwingkreisen</p> <p>Computergestützte Auswertung des Übertragungsverhaltens bezüglich Resonanzfrequenz, Dämpfung, Verlusten, Bandbreite, Kreisgüte und Kreisdämpfung</p>
Dreiphasensysteme	<p>Entstehung und geschichtliche Entwicklung von Drehstrom</p> <p>Verkettung der Stern- und Dreieckschaltung, Schutzmaßnahmen</p> <p>Messtechnische Untersuchung von <math>\underline{U}</math>, <math>\underline{I}</math>, <math>\underline{S}</math> bei Stern- und Dreieckschaltungen</p> <p>Berechnung und Darstellung von <math>\underline{U}</math>, <math>\underline{I}</math> bei symmetrischen und unsymmetrischen Belastungsfällen</p> <p>Gegenüberstellung von Kompensationsarten und Berechnung entsprechende Kompensationskondensatoren</p>
Wechselstromnetzwerkberechnung mit mehreren Spannungs- bzw. Stromquellen	Computergestützte Berechnung von Gleichungssystemen für Netzwerke
<b>Fakultative Unterrichtsinhalte</b>	<b>Stichworte und Hinweise</b>
Siebschaltungen	<p>Frequenzgänge von Hochpass, Tiefpass, Bandpass und Bandsperre</p> <p>Berechnung und Analyse von Frequenzgang, Amplitudengang, Phasengang und Grenzfrequenz über die Zeitkonstante</p> <p>Messtechnische Untersuchung von Hochpässen, Tiefpässen und Filtern</p> <p>Darstellung und Auswertung der Kennlinien</p>
Wechselstrom und Drehstrom	Computergestützte Berechnung und grafische Darstellung komplexer Größen

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Die Wechselstromgrößen sollen computergestützt berechnet und grafisch dargestellt werden. Problemstellungen können von den Schülerinnen und Schülern selbstständig analysiert und die Lösungen präsentiert werden.

Mögliche Leitthemen: Adäquate Verfahren für eine bestimmte Problemstellung, Lösungsstrategien, Analyse von Netzwerken

**Querverweise**

Gleichungssysteme: Mathematik, Informatik, Technologie

Mathematische Konzepte: Mathematik, Informatik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (computergestützte Berechnungen, grafische Darstellungen, Präsentationen)

**Begründung**

Gegenstand des Kurses 11.1 waren lediglich elementare Stromkreise, die aber meist die Realität nicht widerspiegeln. Auf diesen Kenntnissen aufbauend, sollen nun komplexere Netzwerke analysiert und berechnet werden. Dabei wird der Fokus auf Verfahren gerichtet, bei denen EDV-Lösungen zum Tragen kommen. Weiterer Gegenstand ist die Zweipoltheorie, die Lösungsstrategien für Anpassungsprobleme, Kombination von linearen und nichtlinearen Widerständen und von Widerständen und Kondensatoren anbietet.

Aus dem Kanon alternativer Verfahren soll im fakultativen Bereich mindestens ein Verfahren behandelt werden. Bezogen auf eine Problemstellung können die Verfahren auf ihre Tauglichkeit und Effektivität verglichen werden.

Die ausgewählten Verfahren und Methoden bleiben zunächst auf den Gleichstromkreis beschränkt, sollen aber im Leistungskurs 12.2 auf Wechselstromnetzwerke übertragen werden.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte**

Entflechtung von Netzwerken

Gleichstromnetzwerke

Zweipoltheorie

**Stichworte und Hinweise**Stern-Dreieck-Transformation  
Dreieck-Stern-TransformationGleichungssysteme für Netzwerke  
Computergestützte Lösungen  
KreisstromverfahrenZurückführung 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**Fakultative Unterrichtsinhalte**

Weitere Lösungsverfahren

Analyse linearer Netzwerke

**Stichworte und Hinweise**Superpositionsprinzip  
Knotenpunkt-Potential-Verfahren

Vollständiger Baum

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Selbstständige Analyse von Problemstellungen und Präsentationen von Lösungen. Anwendung von Standard- und Simulationssoftware, Projekte.

Mögliche Leitthemen: Adäquate Verfahren für eine bestimmte Problemstellung, Lösungsstrategien, Analyse von Netzwerken

### **Querverweise**

Gleichungssysteme: Mathematik, Informatik, Technologie

Mathematische Konzepte: Mathematik, Informatik

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung  
(Computergestützte Analyse und Berechnung komplexer Netzwerke)

## 4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

### LK 13.1

### Digitaltechnik

#### Begründung

Digitaltechnische Grundkenntnisse sind die Basis für moderne Bereiche der Elektrotechnik. Insbesondere sind hier die Automatisierungs- und die Datenverarbeitungstechnik zu nennen. Die Kenntnis der logischen Grundfunktionen sind Voraussetzung für EDV-Lösungen in der modernen Steuerungs- und Regelungstechnik.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Logische Grundfunktionen

Entwurf von Schaltnetzen

Zahlensysteme und Codes

Kippglieder

#### Stichworte und Hinweise

Digitale und analoge Signale, Pegel, logische Verknüpfungen, Wahrheitstabellen, Signal-Zeit-Diagramm, Schaltnetze

Schaltalgebra, KV-Diagramm, disjunktive Normalform, Konjunktive Normalform, Komparator, Multiplexer, Demultiplexer

Duales und hexadezimalen Zahlensystem, BCD-Code, Tetraden-Codes

R-S-, T-, D- und J-K-Kippglied, Zähler- und Teilerschaltungen  
Signal-Zeit-Diagramme, Schieberegister

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Rechenschaltungen

Steuerungsaufgaben

Speicher

Mikroprozessor

Mikrocomputer

Speicherprogrammierbare Steuerung

#### Stichworte und Hinweise

Halbaddierer, Volladdierer, Additions- und Subtraktionsrechenwerk, ALU

z.B. Verkehrsampel, Parkhaus

RAM, ROM, statische und dynamische Speicher

Grundsätzlicher Aufbau eines Mikroprozessors

Mikrocomputer-Architektur, Bussysteme, Neumann-Zyklus  
Einfache Maschinenbefehle und Programme

Grundverknüpfungen, Einfache Schrittketten  
Programmdokumentation, Anwendungsbeispiele

A/D- und D/A-Umsetzer

D/A-Umsetzer: R-2R, mit gestuften Widerständen, multiplizierende Wandler

Integrierte Wandler mit Hilfe des Datenblattes beschalten

A/D-Umsetzer: Quantisierung, Abtasttheorem, Sample & Hold, Wandler mit Widerstandsnetzwerk, Sägezahnverfahren, sukzessive Approximation, Parallelverfahren, Delta-Modulation, Dual-Slope, Datenblätter

Anwendungen aus der Messtechnik: z.B. Aufbau von Multifunktionskarten, Multimeter

### **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Selbstständige Analyse von Problemstellungen und Präsentationen von Lösungen. Anwendung von Standard- und Simulationssoftware, Projekte.

Mögliche Leitthemen: Problemstellungen aus der Steuerungs- bzw. Automatisierungstechnik, Lösungsstrategien entwickeln, Schaltungsaufbau, Test und Simulation

### **Querverweise**

Zahlensysteme: Informatik

Messtechnik: Technologie

Arbeit mit Datenblättern: Englisch

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Aneignung digitaltechnischer Grundkenntnisse)

**Begründung**

Mit dem Kurs „Antriebstechnik“ wird ein wichtiger Anwendungsbereich der Elektrotechnik angesprochen. Drehende elektrische Maschinen sind zusammen mit ihren Steuereinrichtungen die wichtigsten Betriebsmittel der Energietechnik.

Die Thematik baut anwendungsbezogen auf den erworbenen Kenntnissen der Leistungskurse 12.1, 12.2 und 13.1 auf.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Aufbau und Unterscheidungsmerkmale drehender elektrischer Maschinen

Aufgabenbereiche, Bauformen, Schutzarten, Isolierstoffklassen, Kühlungen, Leistungsschilder  
Drehmoment, Drehfrequenz, Leistung, Verluste, Wirkungsgrad

Einphasige- und mehrphasige Wechselstrommaschinen

Möglichkeiten der Drehfelderzeugung  
Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von Asynchron- und Synchronmaschinen  
Anlauf-, Drehzahlverhalten und deren Steuerungsmöglichkeiten  
Ersatzschaltungen, Ortskurven von Asynchronmaschinen und deren Auswertung im Kreisdiagramm  
(Kurzschluss- und Leerlaufversuch)

Gleichstrommaschinen

Aufbau und Wirkungsweise der gebräuchlichen Gleichstrommaschinen  
Betriebseigenschaften von Generatoren und Motoren  
Anlauf-, Drehzahlverhalten und deren Steuerungsmöglichkeiten  
Stromrichter zur Drehzahlsteuerung  
Quadrantenbetrieb

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Schrittmotoren

Aufbau, Bauarten, Wirkungsweise und Steuerungsarten

Weitere Maschinenarten

Aufbau, Wirkungsweise, Betriebsverhalten

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Die Erarbeitung der Inhalte soll an möglichst realen Maschinen bzw. Modellen vorgenommen werden. Durch messtechnische Untersuchungen an elektrischen Maschinen ist ein praxisnaher Erwerb von Kenntnissen über Funktionsweise und Betriebsverhalten sichergestellt.

Computergestützte Lösungen von Problemstellungen sind erwünscht.

**Querverweise**

Grundlagen der Elektrotechnik, Wechselstromtechnik, Digitaltechnik

Mathematik, Technologie, Physik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Ökologische Bildung und Umwelterziehung

Informationstechnische- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Computergestützte Lösungen)

## **Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Elektrotechnik**

### **1 Aufgaben und Ziele des Faches**

Technikwissenschaft und Technologie sind die beiden Fächer des berufsbezogenen Unterrichts in der Fachrichtung Technik des Beruflichen Gymnasiums. Technologie unterstützt dabei das Kernfach Technikwissenschaft. Während Technikwissenschaft mehr wissenschaftspropädeutische und systematische Fragestellungen aufgreift, geht es im Fach Technologie um Anwendungen und Praxisbezug. Werkstatt- und Laborübungen stehen im Mittelpunkt dieses Faches und verhelfen damit den Schülerinnen und den Schülern zu einem tieferen Einblick in die Arbeitswelt der Elektrotechnik.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technologie - Schwerpunkt Elektrotechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können.

### **2 Didaktische und methodische Grundlagen**

Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern angemessen zu vermitteln.

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit fachspezifischen Denk- und Arbeitsweisen vertraut gemacht werden. Dazu gehört insbesondere die Vermittlung technologischer Zusammenhänge (z.B. in technischen Demonstrationsexperimenten), die Vermittlung technischer Fertigkeiten in Labor und Werkstatt sowie die Vermittlung von Aspekten der Berufs- und Arbeitswelt.

Der Unterricht soll so gestaltet werden, dass Selbstständigkeit, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert werden.

Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler kann durch Versuchsbeschreibungen und Versuchsauswertungen, arbeitstechnische und labortechnische Leistungen, Projektunterricht, Protokolle, schriftliche Ausarbeitungen, Schülerberichte, Referate, Interpretationen von Fachtexten, Recherchen im Internet und die Anwendung von Standard- und Simulationssoftware gefördert werden.

Im Unterricht sollen didaktische Bezüge zu anderen Fächern, insbesondere zu Mathematik, Physik, Chemie, Bautechnik, Metalltechnik und Informatik hergestellt werden.

Das Verstehen technischer Zusammenhänge und das Üben fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen haben Vorrang vor dem Aneignen bloßer technischer Einzelfakten.

Simulationen, on-line-Experimente und Präsentationen werden zur Erlangung einer tieferen fachlichen und medienbezogenen Kompetenz genutzt.

Vor- und nachbereitete Betriebserkundungen können die Anschauung und das Verständnis technischer Zusammenhänge fördern.

### **3 Umgang mit dem Lehrplan**

Die verbindlichen Unterrichtsinhalte füllen zwei Drittel des Stundenansatzes aus, die fakultativen Unterrichtsinhalte ein Drittel.

Die fakultativen Unterrichtsinhalte geben Anregungen für eine vertiefte Weiterführung der Lehrplankonzeption.

## Teil B Unterrichtspraktischer Teil

### 1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze

	Kursthemen	Stundenansatz
11.1	Einführung in eine objektorientierte Programmiersprache	80
11.2	Messtechnische Untersuchung von Zweipolen	80
GK 12.1	Messtechnik	60
GK 12.2	Analogtechnik	60
GK 13.1	Operationsverstärker	60
GK 13.2	Technische Anwendungen	60

Die Technologiekurse in der Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11) können in beliebiger Reihenfolge stattfinden. Ein ganzjähriges Angebot beider Kurse mit je 40 Stunden pro Halbjahr ist ebenfalls zulässig.

Im Halbjahr 13.2 wird kein spezielles Kursthema festgelegt. Es werden ein oder mehrere Projekte aus den Kursinhalten der vorherigen Kurse in Technikwissenschaft und Technologie empfohlen.

## 2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

### 11.1 Einführung in eine objektorientierte Programmiersprache

#### Begründung

In nahezu allen naturwissenschaftlichen Disziplinen sind programmiertechnische Grundkenntnisse erforderlich. Hier sollen vorwiegend elektrotechnische Problemstellungen behandelt werden.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Benutzeroberfläche

Variablen

Datentypen und deren relevante Operationen

Strukturierte Datentypen

Kontrollstrukturen

Modularisierung

Programmdokumentation

#### Stichworte und Hinweise

Ein/Ausgabekomponenten

Wertzuweisung

Integer, Real, Char, Boolean

String, Feld

Fallunterscheidungen, Schleifen, Sequenzen

Prozeduren, Parameter

Struktogramme

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Schnittstellenprogrammierung

Anwendungen aus der Automatisierungstechnik

#### Stichworte und Hinweise

Ein- und Ausgabebefehle, DLL

Steuerungen, Zweipunktregler, Einsatz von Sensoren

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Einführung in die Denkweise des strukturierten Problemlösens  
Strukturieren, Algorithmisieren und Modellieren

#### Querverweise

Elektrotechnische Grundlagen: Technikwissenschaft

Mathematische Konzepte: Physik, Mathematik

Automatisierung durch Computer: Politik und Wirtschaft, Deutsch, Geschichte

#### Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Rechtserziehung (Datenschutz, Datensicherheit)

**11.2****Messtechnische Untersuchung von Zweipolen****Begründung**

Elektrische Größen sind nicht der unmittelbaren Wahrnehmung zugänglich, sie werden gemessen. Der Umgang mit elektrischen Messgeräten und deren Handhabung ist deshalb unverzichtbarer Bestandteil der Elektrotechnik. An einfachen Problemstellungen soll dies geübt werden. Damit werden Aufgabenstellungen aus den Leistungskursen vorbereitet, in denen die Schülerinnen und Schüler selbstständig Laborexperimente planen, durchführen und auswerten sollen.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte**

Schutzmaßnahmen

Messungen am Grundstromkreis

Messungen an nichtlinearen Bauteilen

Kennlinien von Zweipolen

**Stichworte und Hinweise**

Gefahren der Elektrizität, Sicherheitsvorkehrungen

Strom, Spannung, Widerstand  
Spannungsteiler, Stromteiler

Strom und Spannung an VDR, LDR, Dioden

Ohmsche Widerstände, VDR, LDR, Dioden

**Fakultative Unterrichtsinhalte**

Messungen mit dem Oszilloskop

Arbeit und Leistung messen

**Stichworte und Hinweise**

Spannung, Strom, Zeit, Frequenz, Lade- und RC-Kombinationen

Schaltung eines Leistungsmessers  
Messen der elektrischen Arbeit**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Kennenlernen der Messverfahren

Selbständige Planung, Durchführung und Auswertung von Laborexperimenten

**Querverweise**

Elektrotechnische Grundlagen: Technikwissenschaft, Technologie

Veränderung der Arbeitswelt: Politik und Wirtschaft, Deutsch, Geschichte

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Messungen)

Gesundheitserziehung (Schutzmaßnahmen, Gefahren der Elektrizität, Sicherheitsvorkehrungen)

### 3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)

#### GK 12.1

#### Messtechnik

#### Begründung

In diesem Kurs sollen neben der Theorie die Schwerpunkte auf praktische Messungen und die Beurteilung sowie Auswertung der Messwerte gelegt werden.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Messverfahren

Oszilloskop

Frequenzzähler

#### Stichworte und Hinweise

Strom-, Spannungs-, Widerstands- und Leistungsmessung, direkte und indirekte Messverfahren, absoluter und relativer Messfehler, Innenwiderstand von Messgeräten

grundsätzlicher Aufbau, Tastkopf, Spannungsmessung, Zeit- und Frequenzmessung, x-y-Betrieb, Kennlinienaufnahme

Blockschaltbild, Torzeit

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Fehlerrechnung

Speicheroszilloskop

Computerunterstützte Messwerterfassung und -verarbeitung

#### Stichworte und Hinweise

Fehlerfortpflanzung, Normalverteilung, zufällige Fehler, Standardabweichung

Aufbau und Anwendung

Multifunktionskarten, Messwertumformer, Software, Sensorik

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Laborübungen, Referate mit Demonstrationen

#### Querverweise

Elektrotechnische Grundlagen: Technikwissenschaft

Wechselstromtechnik: Technikwissenschaft (LK)

Messfehler: Physik

Mathematische Konzepte: Physik, Mathematik

#### Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Messverfahren, computergestützte Messwerterfassung)

## GK 12.2

## Analogtechnik

**Begründung**

In diesem Kurs werden die Grundlagenkenntnisse der Analogtechnik (Aufbau und Eigenschaften elektronischer Bauelemente und Schaltkreise, analoge Grundschaltungen) erarbeitet.

Die Inhalte zählen zum Grundlagenwissen der Elektronik und anderer ingenieurwissenschaftlicher Fächer.

Fachsystematisch wird hier die Grundlage für nachfolgende Kurse wie Digitaltechnik und Operationsverstärker gelegt.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Dioden und deren Anwendung

Grundlagen der Halbleiterphysik  
 Statisches und dynamisches Verhalten verschiedener Dioden  
 Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien, Kenngrößen, Kennzeichnungen und Datenblätter von Dioden  
 Grenzwerte und Temperaturverhalten  
 Dimensionierung und messtechnische Untersuchung von Gleichrichterschaltungen  
 Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien, Kenngrößen, Kennzeichnungen und Datenblätter von Z-Dioden  
 Dimensionierung und messtechnische Untersuchung von Spannungsstabilisierungs- und Strombegrenzerschaltungen

Bipolare Transistoren

Schaltzeichen, Funktion, Kennlinien, Kenngrößen, Kennzeichnungen, Bauformen und Datenblätter von Transistoren  
 Kennlinienaufnahme von Transistoren

Grundschaltungen von Transistoren

Transistorverstärker in Emitterschaltung, NF-Verstärker  
 Transistor als Schalter

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Dioden und deren Anwendung

Einfluss von Glättungskondensatoren auf den Verlauf von Spannung und Strom  
 Diode als Schalter

Grundschaltungen von Transistoren

Mono- und bistabile Kippstufen, Schmitt-Trigger

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Laborübungen, Betriebsbesichtigungen, Schülerreferate, Präsentationen mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware

Zur Bearbeitung der vorgegebenen Lerninhalte sollen computergestützte Lösungen als Hilfsmittel einbezogen werden.

**Querverweise**

Grundlagen der Elektrotechnik, Struktur der Materie, Wechselstromtechnik, elektrisches Feld, U-I-Kennlinien, Physik, Chemie, Informatik, Mathematik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Computergestützten Lösungen, Präsentation mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware)

## 4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

### GK 13.1

### Operationsverstärker

#### Begründung

Physikalische Größen sind zunächst analoge Größen. Auch wenn die Digitaltechnik einen immer größeren Raum in der modernen Elektrotechnik einnimmt, sind Bauelemente der Analogtechnik zumindest bei der Analog-Digital- bzw. Digital-Analog-Wandlung erforderlich. Das dominierende Bauelement der Analogtechnik ist der Operationsverstärker.

Die Kenntnisse über die prinzipielle Wirkungsweise des Operationsverstärkers und seine Kenn-, Grenz- und Betriebswerte sind Voraussetzung für das Verständnis der wichtigsten Operationsverstärkergrundschaltungen. Gegenstand sind insbesondere die Operationsverstärkergrundschaltungen, die in Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandlern Verwendung finden.

Gesteuerte Quellen sind ein wichtiger Gegenstand der elektrotechnischen Theorie, sie lassen sich einfach und in gegenständlich fassbarer Form mit Operationsverstärkern realisieren.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Operationsverstärker

Grundschaltungen des Operationsverstärkers

#### Stichworte und Hinweise

Wirkungsweise des Differenzverstärkers  
Kenn- und Grenzwerte des Operationsverstärkers  
Betriebswerte des idealen und realen Operationsverstärkers

Invertierender Verstärker  
Nichtinvertierender Verstärker  
Konstantstromverhalten  
Analog-Addierer  
Analog-Subtrahierer  
Integrator  
Differentiator  
Komparator  
Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger)

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Gesteuerte Quellen

Aktive Filter

#### Stichworte und Hinweise

Spannungsgesteuerte Spannungsquelle  
Stromgesteuerte Spannungsquelle  
Spannungsgesteuerte Stromquelle  
Stromgesteuerte Stromquelle

Aktiver Hoch-, Tief-, Bandpass

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Laborübungen, Schülerreferate, Präsentationen

Mögliche Leitthemen: Universelles und programmierbares Verstärkerbauelement, Vergleich der verschiedenen Verstärkertypen, Rechenschaltungen, Komparatoren, Gesteuerte Quellen

**Querverweise**

Programmierbares Verstärkerbauelement: Mathematik, Informatik, Technikwissenschaft, Physik, Chemie, Biologie

Rechenschaltungen: Mathematik, Informatik, Physik, Technikwissenschaft

Komparatoren: Informatik, Physik, Chemie, Biologie, Technikwissenschaft

Gesteuerte Quellen: Technikwissenschaft, Physik, Chemie

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung  
Gesundheitserziehung (Präsentationen)

## **Teil A Grundlegung für das Fach Technisches Zeichnen – Schwerpunkt Elektrotechnik**

### **1 Aufgaben und Ziele des Faches**

Mittels technischer Zeichnungen werden technische Systeme dargestellt. Die technische Zeichnung ist als die spezifische Sprache der Technik anzusehen und somit das wichtigste Kommunikationsmittel. In den Folgekursen der Einführungsphase und der Qualifizierungsphase sind die Inhalte der technischen Kommunikation notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung der anderen Fachdisziplinen.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technisches Zeichnen – Schwerpunkt Elektrotechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können.

### **2 Didaktische und methodische Grundlagen**

Im Fach Technisches Zeichnen sollen selbstständig technische Informationen gesammelt und normgerecht unter Berücksichtigung funktions- und produktionstechnischer Gesichtspunkte ausgewertet sowie genutzt werden. Diese Grundintention bestimmt den Methoden- und Medieneinsatz im Unterricht. Als Kommunikationsmittel sind Beispiele aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik sowie punktuell der Pneumatik bzw. Hydraulik einzusetzen. Auf die Bedeutung der Fachsprache und deren Entwicklung sei an dieser Stelle besonders hingewiesen.

### **3 Umgang mit dem Lehrplan**

Der Lehrplan ist in verbindliche und fakultative Unterrichtsinhalte gegliedert. Die verbindlichen Unterrichtsinhalte füllen zwei Drittel des Stundenansatzes aus, die fakultativen Unterrichtsinhalte ein Drittel. Die fakultativen Unterrichtsinhalte geben Anregungen für eine vertiefte Weiterführung der Lehrplankonzeption.

**Teil B Unterrichtspraktischer Teil****1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze**

	<b>Kursthemen</b>	<b>Stundenansatz</b>
11.1	Technische Kommunikation I	40
11.2	Technische Kommunikation II	40

## 2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

### 11.1

### Technische Kommunikation I

#### Begründung

In allen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen gehören technische Zeichnungen aus dem Bereich des Maschinenbaus zur Fachsprache. Die Kenntnis der einschlägigen Normen ist ebenso wichtig wie das Training des räumlichen Vorstellungsvermögens.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Normierung

Ebene Werkstücke

Dreidimensionale Werkstücke

Durchbrüche, Winkel, Bohrungen und Rundungen

#### Stichworte und Hinweise

Papierformate, Linien, Normschriften, Zeichnungsarten, Bemaßung

Anfertigen und Bemaßen eine Skizze  
Zeichnen und Bemaßen mit CAD-Systemen

Darstellung in drei Ansichten  
Anfertigen und Bemaßen einer Skizze  
Zeichnen und Bemaßen mit CAD-Systemen

Darstellungsform, Bemaßung  
Zeichnen und Bemaßen mit CAD-Systemen

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Schnittdarstellungen

Explosionszeichnungen

#### Stichworte und Hinweise

Lesen von Schnittdarstellungen  
Anfertigen von Schnittdarstellungen von mit CAD-Systemen

Lesen von Explosionszeichnungen

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Zeichnen und Bemaßen mit Hilfe von CAD-Systemen

#### Querverweise

Ebene und dreidimensionale Werkstücke: Technikwissenschaft, Technologie

#### Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Zeichnen mit CAD-Systemen)

**Begründung**

In den Fächern Technikwissenschaft und Technologie stehen in der Jahrgangsstufe 11 die physikalischen Prinzipien und technologischen Konzepte der Elektrotechnik im Vordergrund. Um die Prinzipien und Konzepte allgemein verständlich vermitteln zu können, sind Normierungen und Richtlinien erforderlich.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte**

Elektrische Betriebsmittel

Schaltpläne

Installationsschaltungen

Stromkreise und Messgeräte

**Stichworte und Hinweise**

Benennen, skizzieren, Funktion beschreiben

Anordnungsplan, Installationsplan, Stromlaufplan, Verbindungsplan

Analyse und Auswertung von Installations-Schaltungen  
Entwurf von Installationsschaltungen mit CAD-Systemen

Schaltung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser

**Fakultative Unterrichtsinhalte**

Grundsaltungen der Relais- und Schutztechnik

Platinenlayout

Oszilloskop

**Stichworte und Hinweise**

Anfertigung von Schaltungsunterlagen mit CAD-Systemen

Entwurf einer vorgegebenen elektronischen Schaltung mit CAD-System  
Erstellen eines Platinenlayout

Konstruktion von Schirmbildern im Y-t- und im X-Y-Betrieb

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Zeichnen und Bemaßen mit Hilfe von CAD-Systemen

**Querverweise**

Ebene und dreidimensionale Werkstücke: Technikwissenschaft, Technologie, Physik, Mathematik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informationstechnische und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung (Schaltpläne, Installationsschaltungen)

## Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase

Oberstes Ziel des Unterrichtes im Fach Technikwissenschaft – Schwerpunkt Elektrotechnik – ist die Ausbildung der Sach-, Methoden-, Sozial- und Handlungskompetenz im Umgang mit elektrotechnischen Systemen sowie Informationssystemen. Die Schülerinnen und Schüler sollen zur aktiven Teilnahme am gesellschaftlichen Leben befähigt werden. Eine zentrale Bedeutung kommt der Studierfähigkeit zu, die sich aber nicht auf das Fach Elektrotechnik beschränken soll.

### Allgemeine Ziele

Verantwortungsbewusstes und zielgerichtetes Anwenden der Resultate der Elektrotechnik in einem arbeitsteiligen, gesellschaftlichen Produktions- und Reproduktionsprozess

Einsicht in das System der Elektrotechnik und deren Beiträge zur Entwicklung von Kultur und Wissenschaft

Einschätzung der Gestaltungsmöglichkeiten von Wissenschaft und Technik

Einordnung der Voraussetzungen, Chancen, Risiken und Folgen für die Lebens- und Arbeitswelt

Reflexion des Verhältnisses von empirischen Gesetzen und Prinzipien der Elektrotechnik

### Fachspezifische Ziele und Kenntnisse

Wechselwirkung von magnetischem und elektrischem Feld und dem Induktionsgesetz als prinzipiellen Gesetzen der Wechselstromtechnik

Deduktion der empirischen Gesetze für Induktivität, Generator und Transformator aus dem Induktionsgesetz

Bestimmung von Kenngrößen der Wechselstromtechnik unter Berücksichtigung der Infinitesimalrechnung

Abschätzung des Einflusses elektromagnetischer Wechselfelder auf die Umwelt

Verhalten von Widerstand, Spule und Kondensator im Wechselstromkreis (sinusförmige Größen) unterscheiden

Darstellung von Wechselgrößen mit komplexen Zahlen

Berechnung von Wechselstromkreisen mit Hilfe der komplexen Zahlen

Analyse von Wechselstromkreisen mit Hilfe der Methoden der Netzwerktheorie

Darstellung von Funktionen der Wechselstromtechnik in der Gaußschen Zahlenebene

Elementare Gesetze der Booleschen Algebra

**Methoden**

Verknüpfungen der sequentiellen Logik

Aufbau von komplexen Schaltkreisen der sequentiellen Logik

Prinzipien der Analog-Digital- und der Digital-Analog-Wandlung

Vorgänge und Objekte unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten beobachten und beschreiben

Messungen durchführen, Versuchsprotokolle erstellen, Messdaten auswerten

Experimentelle Daten interpretieren und die Genauigkeit von Messwerten beurteilen

Funktionale Abhängigkeit von Messdaten darstellen

Bildung von Größenbegriffen an Beispielen aufzeigen

Grundsätzliche Eigenschaften von Modellen, Veränderungen und Weiterentwicklungen aufzeigen

Simulation von Modellen am Computer durchführen

Synthese und Analyse von komplexen Systemen