

Lehrplan

Elektrotechnik

Gymnasiale Oberstufe mit der berufsbezogenen Fachrichtung Technik

Hauptphase

Leistungskurs

Ministerium für Bildung und Kultur

Trierer Straße 33
66111 Saarbrücken

Saarbrücken, Juli 2019

Hinweis:
Der Lehrplan ist online verfügbar unter
www.bildungserver.saarland.de

Einleitende Hinweise

Dem vorliegenden Lehrplan für das Fach Elektrotechnik im Leistungskurs der zweijährigen Hauptphase in der gymnasialen Oberstufe mit der berufsbezogenen Fachrichtung Technik liegt die Verordnung – Schul- und Prüfungsordnung – über die gymnasiale Oberstufe und die Abiturprüfung im Saarland (GOS-VO) vom 2. Juli 2007, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 17. April 2018, sowie die Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7. Juli 1972 i. d. F. vom 15. Februar 2018) zu Grunde. Darüber hinaus basiert der Lehrplan auf den Allgemeinen Prüfungsanforderungen für das Abitur im Fach Elektrotechnik (APA Elektrotechnik) vom Mai 2019. Die Hauptphase der Oberstufe umfasst vier Halbjahre.

Mit dem Eintritt in die gymnasiale Oberstufe wachsen neben den inhaltlichen und methodischen Anforderungen auch die Anforderungen an die Selbstständigkeit des Lernens und Arbeitens, an die Verantwortung für die Gestaltung des eigenen Bildungsganges sowie an die Fähigkeit und Bereitschaft zur Verständigung und Zusammenarbeit in wechselnden Lerngruppen mit unterschiedlichen Lebens- und Lernerfahrungen.

Das Fach Elektrotechnik dient in der Hauptphase (Leistungskurs) vor allem dazu, den Lernenden eine berufsorientierte Handlungskompetenz im Berufsfeld Elektrotechnik zu vermitteln, die ein naturwissenschaftliches Hochschulstudium erleichtert.

Die tatsächlich in Anspruch genommene Zeit ist methodenabhängig. Angestrebt wird eine Vielfalt von Methoden unter Berücksichtigung von Schüleraktivität.

Auf nachstehende formale Vorgaben wird verwiesen:

- Die Lernziele sind mit Blick auf einen stringenten Umfang des Lehrplanes als Grobziele formuliert.
- Die Zeitrichtwerte sind als vorgeschlagene zeitliche Empfehlung zu verstehen. Sie sind stets als Jahresstunden ausgewiesen, um Vergleiche mit den gymnasialen Oberstufen anderer Bundesländer zu ermöglichen.
- Die Zeiten für Wiederholungen, Leistungsüberprüfungen etc. sind in den ausgewiesenen Stundenanteilen enthalten. Außerdem sind sie von der jeweiligen Lehrperson an die Länge des jeweiligen Schuljahres anzupassen.

Saarbrücken, Juli 2019

LERNGEBIETSÜBERSICHT

Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrictwert (Stunden)
	Halbjahre 1 und 2 der Hauptphase	
1	Elektrische Netzwerke	50
2	Elektrisches Feld	25
3	Magnetisches Feld	25
4	Wechselstromtechnik	90
5	Analogtechnik I	10
Summe		200

Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrictwert (Stunden)
	Halbjahre 3 und 4 der Hauptphase	
6	Analogtechnik II	110
7	Digitale Schaltungstechnik	60
8	Erneuerbare Energien am Beispiel der Fotovoltaik	30
Summe		200

Lerngebiet 1: ELEKTRISCHE NETZWERKE		Zeitrichtwert: 50 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
1.1 die Zweipoltheorie (Ersatzspannungsquelle) auf Netzwerke anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatzschaltbild einer realen Spannungsquelle - Kenngrößen: Innenwiderstand, Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom - Unterscheidung zwischen aktiven und passiven Zweipolen - Anwendung auf lineare Spannungsquellen (Spannungsteiler, Brückenschaltung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Messtechnische Ermittlung von U_0 und R_i einer Spannungsquelle - Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinie von Solarmodulen <p>z. B. Netzgeräte, Solarzelle, galvanisches Element</p>
1.2 Ströme und Spannungen in Gleichstromnetzwerken mit verschiedenen Lösungsverfahren berechnen.	<ul style="list-style-type: none"> - Verbraucherzählpfeilsystem - Maschensatz, Knotenpunktsatz - Kombination der beiden Sätze bei der Berechnung vermaschter Netze (maximal 3 Zweigströme) - Elektrische Spannung als Potenzialdifferenz 	<p>Einsatz von Mathematik-Programmen zum Lösen der linearen Gleichungssysteme</p>
1.3 Anpassungsarten in Netzwerken unterscheiden.	<ul style="list-style-type: none"> - Spannungsanpassung - Stromanpassung - Leistungsanpassung als Extremwertproblem 	<p>Besichtigung eines elektr. Versorgungsnetzes</p> <p>Lautsprecheranpassung an einer Audioanlage</p> <p>Leistungsanpassung bei Solarzellen</p>

Lerngebiet 2: ELEKTRISCHES FELD		Zeitrichtwert: 25 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
2.1 die Eigenschaften und die Größen des elektrischen Feldes beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> - Kraftwirkungen auf elektrische Ladungen im elektrischen Feld - Beschreibung des elektrischen Feldes durch Feldlinien (homogene und inhomogene Felder) - Elektrische Feldstärke im homogenen Feld $E = \frac{U}{d}$ - Berechnung der Kraft $F = E \cdot Q$ 	
2.2 die Kapazität als Speichervermögen für elektrische Ladungen erklären.	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und Eigenschaften eines Kondensators - Kapazität als Verhältnis zwischen Ladung und Spannung $C = \frac{Q}{U} ; i = C \cdot \frac{du}{dt}$ - Kapazität eines Plattenkondensators in Abhängigkeit seines Aufbaus - Kapazität bei Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren - Energie des geladenen Kondensators - Bauformen von Kondensatoren 	Messübungen: a) Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren b) Wirkung von Glättungskondensatoren in Netzteilen
2.3 das Verhalten eines Kondensators im Gleichstromkreis beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> - Zeitlicher Verlauf von Strom und Spannung beim Ein- und Ausschalten einer R-C-Reihenschaltung (Funktionsgleichungen, Diagramme) - Zeitkonstante, Lade- und Entladezeit 	Messübungen an RC-Schaltungen

Lerngebiet 3: MAGNETISCHES FELD		Zeitrichtwert: 25 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
3.1 die Größen des magnetischen Feldes erklären und berechnen.	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften des magnetischen Feldes - magnetische Durchflutung, magnetische Flussdichte, magnetischer Widerstand, magnetischer Leitwert, magnetischer Fluss, Permeabilität - Ferromagnetismus, Magnetisierungskennlinie, Hysterese 	Analogie elektrischer/magnetischer Kreis Magnetische Kreise ohne Luftspalt (Ringspule, rechteckförmiger Kern)
3.2 Kräfte und deren Wirkung im Magnetfeld beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> - gerader stromdurchflossener Leiter - Spule - parallele stromdurchflossene Leiter 	Messgerät, Motor, Definition der Stromstärke
3.3 das Induktionsgesetz in allgemeiner Form erklären und in technischen Anwendungen beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> - Induktionsgesetz $U = (-) N \cdot \frac{d\Phi}{dt},$ Lenzsche Regel - Induktionsspannung eines bewegten Leiters und einer rotierenden Leiterschleife im homogenen Magnetfeld (Generatorprinzip) - Induktionsspannung im zeitlich veränderlichen Magnetfeld (Transformatorprinzip) - Wirbelströme 	Lenz'sche Regel am Beispiel des belasteten Generators Motor- und Generatorprinzip am Beispiel eines Lautsprechers verdeutlichen sowie optisch und akustisch demonstrieren z. B. Wirbelstrombremse

<p>3.4</p> <p>3.4.1 die Induktivität als charakteristische Größe einer Spule beschreiben.</p> <p>3.4.2 das Verhalten der Spule an Gleichspannung beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Selbstinduktion - Induktivität einer Spule $U = (-) L \cdot \frac{di}{dt}$ <ul style="list-style-type: none"> - Energie des magnetischen Feldes - Induktivität bei Reihen- und Parallelschaltung von Spulen <ul style="list-style-type: none"> - Zeitlicher Verlauf von Strom und Spannung beim Ein- und Ausschalten einer Spule an Gleichspannung (Funktionsgleichungen, Diagramme) - Zeitkonstante 	<p>Technische Anwendungen: Zündvorgang bei der Leuchtstofflampe; Selbstinduktionsspannung beim Abschalten einer Spule; Funktion einer Freilaufdiode</p>
---	--	---

Lerngebiet 4: WECHSELSTROMTECHNIK		Zeitrichtwert: 90 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
4.1 4.1.1 die Entstehung einer sinusförmigen Wechselspannung beschreiben.	- Entstehung einer sinusförmigen Wechselspannung	Einsatz von Simulationssoftware
4.1.2 die Kenngrößen einer sinusförmigen Wechselspannung definieren und berechnen.	- Momentanwert, Maximalwert, Periodendauer, Frequenz, Kreisfrequenz, Phasenwinkel, Phasenverschiebungswinkel Grad- und Bogenmaß	Messübungen mit dem Oszilloskop
4.1.3 die Darstellungsmöglichkeiten sinusförmiger Wechselgrößen kennen und anwenden.	- Liniendiagramm $u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ - Zeigerdiagramm sinusförmiger Wechselgrößen	Erläuterung der Begriffe durch Liniendiagramme
4.1.4 die Mittelwerte von Wechselgrößen bestimmen.	- Definition des Effektivwertes	Bedeutung TRMS in der Messtechnik
4.2 4.2.1 das Verhalten ohmscher Widerstände im Wechselstromkreis beschreiben.	- Linien- und Zeigerdiagramm für Strom und Spannung	Versuch zum Verhalten ohmscher Widerstände im Wechselstromkreis für Strom und Spannung mit dem Oszilloskop zeigen

<p>4.2.2 das Verhalten induktiver und kapazitiver Widerstände im Wechselstromkreis beschreiben.</p> <p>4.2.3 das Verhalten von Reihen- und Parallelschaltungen im Wechselstromkreis beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Linien- und Zeigerdiagramm für Strom und Spannung - Phasenverschiebung - Induktiver Widerstand - kapazitiver Widerstand <ul style="list-style-type: none"> - RC- und RL-Reihenschaltung (Zeiger- und Liniendiagramm für Strom und Spannungen, Scheinwiderstand, Leistungsfaktor) - Ersatzschaltung der realen Spule (Güte, Verlustwinkel, Verlustfaktor) - RC und RL-Parallelschaltung (Zeigerdiagramme, Scheinleitwert, Leistungsfaktor) - Ersatzschaltung des realen Kondensators (Güte, Verlustwinkel, Verlustfaktor) - Äquivalenzumformung einer Reihen- in eine Parallelschaltung und umgekehrt - Anwendungen: Hoch- und Tiefpass (Frequenzgang, Grenzfrequenz) 	<p>Versuch zum Verhalten induktiver und kapazitiver Widerstände im Wechselstromkreis für Strom und Spannung mit dem Oszilloskop zeigen</p> <p>Messungen an RC- und RL-Reihenschaltungen</p> <p>Messungen an RC- und RL-Parallelschaltungen</p> <p>Messtechnische Aufnahme des Frequenzganges von RC-Hoch- und RC-Tiefpässen</p>
<p>4.3 4.3.1 das Verhalten von Reihenschwingkreisen darstellen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reihenschwingkreis (R, L, C) (Zeigerdiagramme, Resonanz, Resonanzfrequenz, Scheinwiderstand, Resonanzkurven bei konstanter Quellenspannung und bei konstantem Quellstrom, idealer und realer Reihenschwingkreis, obere und untere Grenzfrequenz, Bandbreite, Spannungsüberhöhung, Filterverhalten) 	<p>Messtechnische Aufnahme und Auswertung von Resonanzkurven</p> <p>Einsatz als Saugkreis</p>

<p>4.4</p> <p>4.4.1 die Definitionen der verschiedenen Wechselstromleistungen nennen.</p> <p>4.4.2 den Wirkleistungsfaktor definieren.</p> <p>4.4.3 die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Wechselstromleistungen darstellen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wirkleistung - Blindleistung - Scheinleistung <ul style="list-style-type: none"> - Wirkleistungsfaktor <ul style="list-style-type: none"> - Beziehungen im Leistungsdreieck - Blindleistungskompensation 	<p>Vorteile der Blindleistungskompensation demonstrieren, Betrachtung energiewirtschaftlicher Aspekte</p>
---	---	---

Lerngebiet 5: ANALOGTECHNIK I		Zeitrichtwert: 10 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
<p>5.1</p> <p>5.1.1 den Aufbau und die Funktion des PN-Übergangs beschreiben.</p> <p>5.1.2 Beispiele für Diodenanwendungen erklären.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Halbleiterwerkstoffe, Dotierung - Sperrschicht - Halbleiterdiode in Durchlass- und in Sperrichtung - Kennlinien - Reihenschaltung von Diode und Vorwiderstand - Arbeitsgerade - Begrenzer- und Schwellwert schaltung 	<p>Aufnahme der Durchlasskennlinie und der Sperrkennlinie</p>

Lerngebiet 6: ANALOGTECHNIK II		Zeitrichtwert: 110 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
<p>6.1</p> <p>6.1.1 den Aufbau und die Funktion des PN-Übergangs beschreiben.</p> <p>6.1.2 Beispiele für Diodenanwendungen erklären.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Halbleiterwerkstoffe, Dotierung - Sperrschicht - Halbleiterdiode in Durchlass- und in Sperrichtung - Kennlinien - Reihenschaltung von Diode und Vorwiderstand - Arbeitsgerade - Begrenzer- und Schwellwert Schaltung 	<p>Aufnahme der Durchlasskennlinie und der Sperrkennlinie</p>
<p>6.2</p> <p>6.2.1 den Aufbau und die Funktion von NPN-Transistoren beschreiben.</p> <p>6.2.2 mit den wichtigsten Transistorkennlinien arbeiten.</p> <p>6.2.3 Kenngrößen von NPN-Transistoren interpretieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und Funktion - Zonenfolge - Stromverstärkung - Ströme und Spannungen - Eingangskennlinie, - Stromsteuerkennlinie, - Ausgangskennlinie - Vierquadrantenkennlinienfeld - Wichtige Kenndaten und Grenzwerte (B, P_{tot}, I_{cmax}, U_{CEmax}, U_{CEsat}) 	<p>Kennlinienaufnahme von NPN-Transistoren</p> <p>Datenblätter und Bauformen</p>

<p>6.3 den bipolaren Transistor als Schalter erklären und anwenden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsgerade im Ausgangskennlinienfeld (ohmsche Last) - Dimensionierung von Treiberschaltungen (Übersteuerung, Schaltschwelle, Belastungsfälle) - BauteilAuswahl nach Widerstandsnormreihe E12 	<p>Belastungsfälle: LED gegen Betriebsspannung, LED gegen Masse</p>
<p>6.4 die Eigenschaften der Transistor-Emitterschaltung als Wechselspannungsverstärker erklären und anwenden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitspunkteinstellung (Vorwiderstand, Basisspannungsteiler) - Verstärkungsvorgang im Vierquadranten-Kennlinienfeld (Strom-, Spannungs-, Leistungsverstärkung) - Arbeitspunktstabilisierung (Stromgegenkopplung) - Wechselstromersatzschaltbild (Ein- und Ausgangswiderstand) - Dimensionierung der Kondensatoren 	<p>Dimensionierung und Aufbau einer Verstärkerstufe in Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung und Bestimmung der Eigenschaften als Verstärker</p>
<p>6.5 den Transistor als Gleichspannungsverstärker erklären und anwenden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transistorschaltung in Verbindung mit Sensoren 	<p>Temperatur- und hellkeitsgesteuerte Schaltungen</p>

<p>6.6</p> <p>6.6.1 Verhalten und Funktion des Operationsverstärkers beschreiben.</p> <p>6.6.2 die Grundsaltungen des Operationsverstärkers erklären und anwenden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ideale und reale Kenndaten (Eingangswiderstand, Ausgangswiderstand, Leerlaufverstärkung in Dezibel) - Grundsaltungen (Invertierender- und nichtinvertierender Verstärker) - Anwendungen (Addierer, Subtrahierer, Impedanzwandler) 	<p>Messtechnische Bestimmung von Kenngrößen eines invertierenden oder nichtinvertierenden Operationsverstärkers (Verstärkung, Frequenzgang)</p>
<p>6.7 Sensoren in Verstärkerschaltungen anwenden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Brückenschaltung mit passiven Sensoren - OP-Schaltungen mit aktiven Sensoren 	<p>Thermoelemente, NTC – negative temperature coefficient, PTC – positive temperatur coefficient, LDR – light dependent resistor, Fotoelement, GMR – giant magnetic resistor, DMS – Dehnungsmessstreifen</p>

Lerngebiet 7: DIGITALE SCHALTUNGSTECHNIK		Zeitrichtwert: 60 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
7.1 den Grundaufbau von Zahlensystemen erklären.	<ul style="list-style-type: none"> - Stellenbewertete Zahlensysteme (Dezimalsystem, Dualsystem, Hexadezimalsystem) - BCD-Code - Zahlenumwandlung - Addition von Dualzahlen 	Wiederholung der allgemeinen mathematischen Beziehung der stellenbewerteten Zahlensysteme.
7.2 7.2.1 die logischen Grundfunktionen nennen und anwenden. 7.2.2 die Rechenregeln der Schaltalgebra anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> - logische Grundfunktionen (UND, ODER, NICHT) - NAND und NOR - Äquivalenz und Antivalenz - Theoreme der Schaltalgebra - Kommutativgesetz - Assoziativgesetz - Distributivgesetz - De Morgansche Regeln 	Funktionsüberprüfungen mit Hilfe eines Digitalboards oder eines Simulationsprogramms
7.3 7.3.1 die Analyse logischer Schaltungen durchführen.	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Wahrheitstabelle - Ermittlung der Funktionsgleichung 	

<p>7.3.2 die Synthese logischer Schaltungen durchführen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Wahrheitstabelle aus verbalen Aufgabenstellungen - Disjunktive-Normalform - Konjunktive-Normalform - Minimierung einer Schaltfunktion mittels KV-Diagrammen - Umsetzung der Schaltfunktion in eine logische Schaltung - Anwendungsbeispiele (Halbaddierer, Volladdierer, Dual-7-Segment-Code-Wandler) 	<p>KV-Diagramme bis zu vier Variablen</p> <p>Nutzung von Redundanzen zur Schaltungsvereinfachung</p>
<p>7.4 7.4.1 die Funktionsweise und die typischen Eigenschaften von bistabilen Kippgliedern erläutern und anwenden.</p> <p>7.4.2 Anwendungen von bistabilen Kippgliedern beschreiben.</p> <p>7.4.3 die Eigenschaften eines Schmitt-Triggers beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wahrheitstabelle, Schaltungssymbole, Signal-Zeit-Pläne, Ansteuerarten (taktunabhängig, taktzustand- und taktflankengesteuert): RS-Kippglied mit vorrangigem Setzen und Rücksetzen (Realisierung auch mit NAND- und NOR-Gattern), D-Kippglied, JK-Kippglied, JK-Master-Slave-Kippglied - Ansteuerung von Kippgliedern (zustands- und flankengesteuert) - Datenspeicher (Register) - Frequenzteiler - Asynchroner Vorwärtszähler - Signal-Zeit-Plan - Übertragungskennlinie, Hysterese - Schaltungssymbol - Integrierte Bausteine - Anwendung als Schwellwert-Schalter 	<p>Schaltungssimulation</p> <p>Arbeiten mit Datenblättern</p> <p>Integrierte Bausteine</p> <p>Anwendungsschaltungen (z. B. Lauflicht)</p>

Lerngebiet 8: Zeitrichtwert: 30 Stunden
ERNEUERBARE ENERGIEN: FOTOVOLTAIK

Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden können		
<p>8.1 den grundsätzlichen Aufbau einer PV-Anlage auf Blockschaltbild-ebene beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zählereinrichtung - Wechselrichter - Solarmodule - Energiespeicher 	<p>Blockschaltbild</p>
<p>8.2 Kennwerte von Fotovoltaikmodulen nennen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mono-/Polykristalline/Dünnschichtzellen - Wirkungsgrad - Kennlinie - MPP (Maximum Power Peak) 	
<p>8.3 die Leistung einer Solaranlage bestimmen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Globale Bestrahlungsstärke - Flächengröße - Wirkungsgrad - Ausrichtung - Geografische Lage 	
<p>8.4 die Installation einer PV-Anlage nach gültigen Regeln der Technik und gesetzlichen Vorgaben für ein Privathaus planen und dimensionieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planung der Anlage hinsichtlich Ort, Ausrichtung, Maximierung des Ertrages, Anzahl der Zellen etc. - Berücksichtigung wirtschaftlicher Kriterien - Eigenverbrauch, Einspeisung, Speichermöglichkeiten - Abregelung 	<p>Antragstellung, Recherche Fördermittel</p>