

**Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
Mecklenburg-Vorpommern**

Rahmenplan für das Hauptfach

Elektrotechnik

in den Jahrgangsstufen 11 bis 13 am Fachgymnasium

2008

1 Rechtliche Grundlagen und Ausrüstung

Dem Rahmenplan *Elektrotechnik* am Fachgymnasium liegen folgende rechtliche Bestimmungen zugrunde:

- Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe gemäß Vereinbarung zur Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 02.02.2006)
- Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (gem. Vereinbarung der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 02.06.2006) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.12.1973 i. d. F. vom 20.09.2007)
- Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung *Technik* (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.02.1989 i. d. F. vom 16.11.2006)¹
- Schulgesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern
- Verordnung zur Arbeit und zum Ablegen des Abiturs am Fachgymnasium in Mecklenburg-Vorpommern vom 27.02.2006²

Das Hauptfach *Elektrotechnik* im Fachgymnasium baut auf den Rahmenplänen der Regionalen Schule für die Fächer *Mathematik*, *Physik* und *Chemie* bis zur Jahrgangsstufe 10 und den KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss auf.

2 Didaktische Grundsätze und Fachprofil

2.1 Didaktische Grundsätze

Das Hauptfach *Elektrotechnik* ist auf den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife ausgerichtet und leistet insbesondere einen Beitrag, Schülerinnen und Schülern die Aufnahme eines Studiums elektrotechnischer Fachrichtungen zu erleichtern.

Im Hauptfach *Elektrotechnik* werden die Schülerinnen und Schüler mit den grundlegenden elektrotechnischen Erscheinungen konfrontiert und eignen sich spezielle Kenntnisse der modernen Elektronik an. Sie beschäftigen sich mit Begriffen, Gesetzmäßigkeiten und deren Anwendung in Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik. Sie nutzen die spezifische Fachsprache mit ihren Begriffen und Symbolen. Im Unterricht erkennen sie die Bedeutung der Elektrotechnik für die Entwicklung einer modernen industriellen Elektronik mit ihren Anwendungen in den verschiedenen Bereichen der Technik.

Die Schülerinnen und Schüler befassen sich mit Gedankenmodellen zur Veranschaulichung der physikalisch-technischen Funktionsweise elektrischer Bauteile, mit Kennlinien und Schaltplänen und erfassen auf dieser Grundlage die Wirkungsweise, das Verhalten und typische Eigenschaften von Bauelementen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse auf konkrete Schaltungen der Elektronik anzuwenden. Die Wissensaneignung durch die Schülerinnen und Schüler erfolgt auf empirische und experimentelle Weise durch Wahrnehmung, Selektion, Interpretation und Kontrolle.

Die fachlichen Fähigkeiten werden durch die Ausübung bestimmter praktischer Tätigkeiten bei stetiger Erhöhung der Unterrichtsanforderungen herausgebildet. Grundlage dafür sind entsprechende Aufgabensysteme, wobei wachsende Anforderungen vor allem über steigende Komplexität der Aufgaben und durch schrittweises Erhöhen der Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler realisiert werden. Wegen der vielen abstrakten und wenig anschaulichen Inhalte insbesondere im Grundlagenbereich der Elektrotechnik ist eine starke handlungsorientierte Vorgehensweise notwendig.

¹ www.kmk.org/doc/beschl/

² www.kultus-mv.de/

2.2 Fachprofil

Bereich *Sachkompetenz*

Sachkompetenz umfasst die Fähigkeiten und Fertigkeiten, gestellte Aufgaben und Probleme den Anforderungen gemäß zielorientiert, systematisch, fachgerecht und anwendungsorientiert auf der Grundlage fachspezifischer Kenntnisse und technischen Verständnisses zu lösen und das Ergebnis angemessen zu beurteilen. Sie äußert sich in der Fähigkeit, sich in einer technisch geprägten Gesellschaft fachlich beruflich und privat zu orientieren und befähigt die Schülerinnen und Schüler zur qualifizierten Mitgestaltung von Entscheidungsprozessen für den Erwerb, die Verwendung und die Beurteilung von elektrotechnischen Systemen. Sie erkennen und begreifen die Elektrotechnik als Werkzeug und Modell zum Wahrnehmen, Verstehen und Beherrschen von Erscheinungen aus Natur und Gesellschaft. Darüber hinaus bietet das Hauptfach *Elektrotechnik* ein Handlungsfeld für die aktive und heuristische Auseinandersetzung mit herausfordernden Fragestellungen des täglichen Lebens.

Standards für den Bereich *Sachkompetenz*

Die Schülerinnen und Schüler

- erwerben Kenntnisse über elektrotechnische Gesetzmäßigkeiten, über die Funktionsweise elektrotechnischer Bauteile und Systeme und analysieren technische Systeme und Prozesszusammenhänge,
- erschließen elektrotechnische Zusammenhänge und Strukturen während der experimentellen Arbeit im Labor, beim Aufbau und Untersuchen von Bauteilen, Baugruppen und beim Einsatz von Messgeräten,
- analysieren Funktionszusammenhänge mit geeigneten Methoden (mathematisch, graphisch, messtechnisch, informationstechnisch),
- stellen Bezüge zu anderen Wissensbereichen der Technik her (Physik, Chemie, Wirtschaft, Fremdsprache) und nutzen ihre Kenntnisse aus diesen Bereichen,
- lösen Fachprobleme durch die Auswertung unterschiedlicher Informationsquellen und bewerten Ergebnisse elektrotechnischer Untersuchungen angemessen und sachgerecht,
- beachten und kennen die für die Labortätigkeit gültigen notwendigen Sicherheitsvorschriften der DIN, VDE und EN.

Bereich *Methodenkompetenz*

Das Hauptfach *Elektrotechnik* ermöglicht die systematische Auseinandersetzung mit wesentlichen Inhalten, Theorien und Sachverhalten, die die Komplexität und den Inhaltsreichtum dieses Fachgebietes verdeutlichen. Es unterstützt die fachliche Beherrschung von elektrotechnischen Arbeitsmitteln, experimentellen Arbeitsmethoden und -verfahren und deren theoretische Reflexion.

Die Methodenkompetenz äußert sich in der Befähigung der Schülerinnen und Schüler, sich mit technischen Systemen auseinanderzusetzen und mit Selbstvertrauen eigene Standpunkte zu entwickeln und diese kritisch zu hinterfragen sowie die Grenzen der eigenen Fähigkeiten zu erfahren und einschätzen zu lernen. Komplizierte Zusammenhänge werden analysiert, durchdacht und auf grundlegende Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt.

Die Ganzheitlichkeit dieses Prozesses spiegelt sich darin wider, dass nicht nur fachspezifische, sondern auch übergreifende, aus allen Gebieten der Natur und Technik stammende Erkenntnisse von Bedeutung sind.

Standards für den Bereich *Methodenkompetenz*

Die Schülerinnen und Schüler

- beobachten und beschreiben Phänomene und führen diese auf bekannte elektrotechnische Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge zurück,
- nutzen Fachliteratur, Kennlinien, Tabellen und Datenblätter der Hersteller elektrischer Bauteile und Geräte zur Bearbeitung und Lösung von Problemstellungen und prüfen diese auf Relevanz im Erkenntnisprozess,
- verwenden Analogien und Modelle zum Wissenserwerb,
- stellen Hypothesen auf und nutzen ihre mathematischen Kenntnisse zur fachgerechten Beschreibung elektrotechnischer Vorgänge,
- planen Experimente und führen sie weitgehend selbständig aus, dokumentieren Ergebnisse in Messprotokollen und sind in der Lage, diese zu bewerten,
- beurteilen die Gültigkeit spezieller gewonnener Ergebnisse und können diese verallgemeinern und verifizieren,
- nutzen geeignete Modelle, um komplizierte elektrotechnische Problemstellungen und Sachverhalte geeignet zu bearbeiten,
- beachten während der experimentellen Arbeit die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen,
- verbinden theoretisch gewonnene Erkenntnisse mit Beispielen der täglichen Praxis und finden diese in Geräten und Baugruppen realisiert,
- nutzen praktische Versuche zur Bestätigung von Hypothesen und zur Optimierung von Lösungsvarianten,
- entwickeln die Bereitschaft zum ökonomischen Einsatz von Energie und Material,
- begründen und beschreiben Wirkungsweise und Verhalten elektrischer Schaltungen mit physikalischen und technischen Begriffen und Gesetzmäßigkeiten.

Bereich *Sozialkompetenz*

Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil der elektrotechnischen Grundbildung und Bestandteil einer fachgerechten Sozialkompetenz.

Dazu ist es notwendig, über Kenntnisse, Fähigkeiten und Techniken zu verfügen, die es ermöglichen, sich die benötigte Wissensbasis eigenständig zu erschließen und sich in geeigneter Form gemeinsam mit anderen Schülerinnen und Schülern über elektrotechnische Sachverhalte auszutauschen und entsprechende Bewertungen durchzuführen. Insbesondere das Verstehen angemessener Fachtexte, der sichere Umgang mit Graphiken und Tabellen, die Nutzung von Informationsmedien und das Dokumentieren des in Experimenten oder Recherchen gewonnenen Wissens stehen dabei schwerpunktmäßig im Mittelpunkt.

Zur Kommunikation sind eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache, das Beherrschen der Regeln der Diskussion und Methoden und Techniken der Präsentation erforderlich. Sozialkompetenz setzt die Bereitschaft und die Fähigkeit voraus, eigenes Wissen, eigene Ideen und Vorstellungen zu entwickeln und in die Diskussion einzubringen, den Kommunikationspartnern mit Vertrauen zu begegnen und ihre Persönlichkeit zu respektieren sowie einen Einblick in den eigenen Kenntnisstand zu gewähren.

Standards für den Bereich *Sozialkompetenz*

Die Schülerinnen und Schüler

- tauschen sich über physikalisch-elektrotechnische Erkenntnisse und deren Anwendungen bei konsequenter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer technischer Darstellungen aus,
- unterscheiden zwischen umgangssprachlichen und fachspezifischen Beschreibungen von elektrotechnischen Vorgängen,
- recherchieren in unterschiedlichen Quellen, erfassen, reflektieren und diskutieren Sachverhalte aus nicht didaktisch aufbereiteten authentischen Texten (z. B. Presseartikel),
- beschreiben den Aufbau technischer Systeme und erläutern fachgerecht deren kausale Wirkungsweise,
- planen, organisieren und leiten selbstständig Projekt-/Team-Arbeit, dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit,
- präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit adressatengerecht, visualisieren, präsentieren und verteidigen Ergebnisse der Team-Arbeit,
- diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten,
- realisieren eine produktive Feedback-Kultur zur Verbesserung und Erweiterung ihrer Kommunikationsformen.

Bereich *Selbstkompetenz*

Erkenntnisse aus technischen Wissenschaften haben Auswirkungen auf Individuen und Gesellschaft. Das erfordert einen bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen. Die Schülerinnen und Schüler hinterfragen elektrotechnische Vorgänge und leiten entsprechende kausale Zusammenhänge ab, nutzen Erkenntnisse aus den naturwissenschaftlichen Fächern und wenden diese konsequent an. Sie setzen Aussagen aus dem elektrotechnischen Fachunterricht in Beziehung zu aktuellen, gesellschaftlich relevanten Fragestellungen und bewerten diese kritisch. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Gewonnene Arbeitserkenntnisse fließen in ihre Entscheidungsprozesse ein und tragen zur Weiterentwicklung ihres Urteilsvermögens bei.

Standards für den Bereich *Selbstkompetenz*

Die Schülerinnen und Schüler

- betrachten ihre eigenen Arbeitsergebnisse selbstkritisch und beurteilen sie auf der Grundlage vorgegebener Kriterien,
- nehmen Lösungsvorschläge anderer an, bauen darauf auf und entwickeln im Team neue Ansätze und Strategien,
- nehmen zu fachlichen Problemen aktiv Stellung und setzen sich mit möglichen Einwänden anderer Mitschüler konstruktiv auseinander,
- sind in der Lage, eigene Positionen zu überdenken und diese gegebenenfalls zu revidieren,
- bewerten Problemlösungen angemessen und sachlich, vergleichen sie mit alternativen Lösungen unter Beachtung physikalisch-technischer und ökonomischer sowie ökologischer Aspekte,
- erörtern und bewerten einfache und komplexe Zusammenhänge sowie technische Konzepte unter Einbeziehung moderner Technologien und Entwicklungstendenzen.

3 Zur Arbeit mit dem Rahmenplan

In diesem Rahmenplan sind Themenfelder, Inhalte, mögliche Kontexte sowie die Ziele des Kompetenzerwerbs zusammengeführt. Der Plan lässt zugleich pädagogische Freiräume zu, um Interessen der Lernenden aufzugreifen und aktuelle Fragestellungen zu erörtern, Themen zu festigen oder zeitintensive Unterrichtsverfahren zu realisieren. Für die wissenschaftliche Arbeit sind Grundlagen aus den Bereichen *Mathematik*, *Physik* und *Chemie* notwendig und stets mit einzubeziehen.

Die im Kapitel 4 ausgewiesenen sechs Themenfelder sind nach Schulhalbjahren gegliedert und umfassen verbindliche und fakultative Inhalte. Letztere sind kursiv gekennzeichnet und geben Anregungen für die vertiefende Weiterführung.

Die Themenfelder sollen in der gegebenen Reihenfolge unterrichtet werden.

	Themenfelder
11/1	4.1 Elektrische Systeme mit OHMScher Last
11/2	4.2 Elektrische Systeme mit komplexen Lastarten
12/1	4.3 Erweiterung der Untersuchung von Bauelementen im Wechselstromkreis
12/2	4.4 Grundlagen der Halbleiterelektronik 4.5 Analogtechnik
13/1	4.5 Analogtechnik 4.6 Digitaltechnik
13/2	4.6 Digitaltechnik

Für die methodische Umsetzung empfehlen sich verschiedene Methoden, wie z. B.:

- Projektarbeit,
- Schüler- und Demonstrationsexperimente,
- Erstellen von Belegarbeiten,
- Arbeiten mit Software und Internet.

Das Hauptfach *Elektrotechnik* erfordert Labor- und Demonstrationsversuche, für die folgende Ausstattung notwendig ist:

- Geräte und Bauelemente zur Untersuchung allgemeiner Grundgesetze der Elektrotechnik,
- Geräte und Bauelemente zur Untersuchung grundlegender Bauelemente-Eigenschaften (sowohl klassische als auch Bauelemente der Elektronik),
- Geräte und Bauelemente zur Untersuchung digitaltechnischer Schaltungen,
- Geräte und Bauelemente zur Untersuchung ausgewählter Schaltungen der Analogtechnik.

Zur Durchführung der Laborübungen sind geeignete Messgeräte, wie z. B. analoge und digitale Vielfach-Messgeräte sowie ein Oszilloskop, zur Verfügung zu stellen.

In den Laborräumen müssen so viele Arbeitsplätze vorhanden sein, dass die labortechnischen Experimente und Untersuchungen von maximal zwei Lernenden an einem Arbeitsplatz gemeinsam durchgeführt werden können.

Für die Durchführung komplexer Demonstrationsversuche sollte ein Gerätepark entsprechend der verbindlichen Unterrichtsthemen vorgehalten werden. Alternativ ist für die Ermittlung von Funktionsweisen und Messwerten vor allem in den Bereichen *Analogtechnik* und *Digitaltechnik* der Einsatz geeigneter Simulationssoftware zu empfehlen.

Innerhalb des Unterrichts sind verschiedene Formen zur Leistungsermittlung und -bewertung der Schülerinnen und Schüler zu praktizieren. Im Mittelpunkt steht die Bewertung von fach-

lichen Kompetenzen und praktischen Fähigkeiten. Zur Leistungsermittlung können sowohl Klausuren und Facharbeiten als auch Messversuche und deren Auswertungen sowie Präsentationen dienen. Die Bewertung der Leistungen kann durch Selbsteinschätzung und durch Fremdeinschätzung erfolgen.

Formen der Leistungsermittlung können sein:

- Analyse von Handlungsprodukten, z. B. schriftliche Arbeiten, Belege,
- Beobachtungen/Gespräche/Befragungen,
- Arbeitsweise und Fertigkeiten beim Umgang mit elektrischen Messgeräten und Schaltungen.

Die Leistungsbewertung dient der Feststellung des Lernfortschritts der Schülerinnen und Schüler sowie der Bereitstellung von Informationen über Lernergebnisse und Leistungsstand.

Die Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung beziehen sich auf die als verbindlich ausgewiesenen Unterrichtsinhalte. Die Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung können zusätzlich auch bearbeitete Unterrichtsinhalte des fakultativen Bereichs enthalten.

4 Kompetenzen und Inhalte

In der Jahrgangsstufe 11 sollen, ausgehend von den Vorkenntnissen der Schüler, vorrangig Grundkenntnisse der Elektrotechnik im Bereich der Gleich- und Wechselstromtechnik erworben werden. Darauf aufbauend werden in den Jahrgangsstufen 12 und 13 insbesondere Kenntnisse der modernen Halbleiterelektronik sowie der Energie- und Leistungselektrik unter Anwendung der Kenntnisse aus Jahrgangsstufe 11 erworben.

Innerhalb des Unterrichtes sollen die Schülerinnen und Schüler selbstständig zu einem Thema ihrer Wahl eine Experimente umfassende Projektarbeit erstellen, dokumentieren und vor dem Klassenverband geeignet präsentieren.

4.1 Elektrische Systeme mit OHMScher Last

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Schülerinnen und Schüler erwerben in diesem Themenfeld Grundlagenkenntnisse im Bereich Elektrotechnik/Gleichstromlehre.

Im Rahmen einer umfangreichen experimentellen Arbeit werden die Gesetze der Elektrotechnik nachgewiesen und mathematisch bewiesen. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler mit modernen elektronischen Messmitteln zu arbeiten. Sie erlangen Sicherheit im Umgang mit elektrischen Fachbegriffen und sind in der Lage, Diagramme und Kennlinien anzufertigen, zu beurteilen und Datenblätter der Hersteller elektrischer Bauteile auszuwerten. Es besteht eine enge Verbindung zum Unterrichtsfach *Mathematik*.

4.1 Elektrische Systeme mit OHMScher Last

Inhalte

- Elektrische Grundbegriffe
 - elektrische Ladung, elektrischer Strom
 - elektrische Spannung, Potential, Spannungsfall, Quellenspannung
 - elektrische Leistung, Arbeit, Energie, Wirkungsgrad
 - Umwandlung elektrischer Energie
- OHMSche Last
 - lineare und nichtlineare Widerstände
 - OHMSches Gesetz
 - Widerstandsbemessung und Temperaturverhalten
 - Widerstand als technisches Bauelement
 - Kennwerte und Kennzeichnung
- Zusammenschaltung von OHMSchen Widerständen
 - Reihenschaltung von Widerständen
 - Spannungsteiler, Maschen und Netzwerke
 - graphische Lösungsverfahren bei nichtlinearen Widerständen
 - Parallelschaltung von Widerständen
 - Knotenpunktsatz, Stromteilergesetz
 - gemischte Schaltungen, Brückenschaltung, belasteter Spannungsteiler
 - Beispielschaltungen für Reihen- und Parallelschaltungen aus der Praxis
- Der Grundstromkreis
 - technische Spannungsquellen, Innen- und Lastwiderstand
 - Leerlauf, Kurzschluss, Belastung
 - Leistungsanpassung
 - Stromquellen
- Netzwerke (*fakultativ*)
 - *Dreieck-Stern-Umwandlung*
 - *Netzwerkanalyse mit Hilfe, Überlagerungssatz Maschenstromverfahren*

Mögliche Kontexte

- Normierung technischer Bauelemente
- Elektroenergie als universell einsetzbarer, kostbarer Rohstoff
- regenerative Energiegewinnung und rationelle Energienutzung
- Widerstand als Bauelement und als Körpereigenschaft
- moderne technische Einrichtungen der Elektrotechnik
- Aspekte des rationellen ökonomischen Einsatzes von Materialien der Elektrotechnik

Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Strom-Spannungsmessungen (Umgang mit analogen und digitalen Messgeräten)
- OHMSches Gesetz, Untersuchung linearer und nichtlinearer Widerstände
- Reihen und Parallelschaltung von Widerständen
- Belastungsfälle des Grundstromkreises, Anpassung
- praktische Nutzung elektrischer Geräte, Energie, Leistung, Wirkungsgrad
- Spannungsteiler und Stromteilergesetz
- Aufnahme von Strom-Spannungs-Kennlinien ausgewählter Bauelemente

4.2 Elektrische Systeme mit komplexen Lastarten

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler erwerben in diesem Themenfeld Grundlagenkenntnisse im Bereich Elektrotechnik/Wechselstromlehre. Dabei sollen erlernte Sachverhalte aus der Gleichstromtechnik auf allgemeine Sachverhalte der Wechselstromtechnik übertragen werden. Die experimentelle Arbeit erstreckt sich vorwiegend auf die Untersuchung des Verhaltens der klassischen Bauelemente im Wechselstromkreis. Die mathematische Untersuchung der Schaltungen erfolgt mit Hilfe einfacher Beschreibungsmethoden im Zeit- und im Bildbereich mit Blick auf die Einführung der Komplexen Zahlen als Hilfsmittel zur Untersuchung des Verhaltens umfangreicher elektrotechnischer Schaltungen (siehe Themenfeld 4.3). Die Schülerinnen und Schüler lernen, mit dem Oszilloskop umzugehen und die elektrischen Größen unter zeitlichen und bildlichen Aspekten zu bewerten. Sie sind in der Lage, die Zusammenhänge im Wechselstromkreis fachlich korrekt zu beschreiben.

Inhalte

- Periodische Wechselgrößen
 - Kenngrößen periodischer Schwingungen
 - mathematische Beschreibung und Berechnung sinusförmiger Wechselspannungen
 - Darstellung in Linien- und Zeigerdiagrammen
- Kondensator – elektrisches Feld
 - Ladungsmenge und Kapazität
 - Kondensator als Energiespeicher
 - Kondensator als technisches Bauelement
 - Reihen- und Parallelschaltungen
 - Schaltverhalten im Gleichstromkreis
 - Kondensator im Wechselstromkreis
 - Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung
 - Blindwiderstand und Frequenzabhängigkeit
- Spulen – magnetisches Feld
 - Spule als Energiespeicher
 - Spule als technisches Bauelement
 - Aufbau, Induktivität
 - Zusammenschaltung von Spulen
 - Schaltverhalten im Gleichstromkreis
 - Spulen im Wechselstromkreis
 - Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung
 - Blindwiderstand und Frequenzabhängigkeit
- Elektromagnetische Induktionsvorgänge
 - Induktionsvorgang/Induktionsgesetz
 - Induktion der Bewegung – das Generatorprinzip
 - Induktion der Ruhe, Selbstinduktion und Gegeninduktion – das Transformatorprinzip
 - Induktionsgesetz und LENZsche Regel
- Arbeit und Leistung im Wechselstromkreis
 - Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung
 - elektrische Energie
 - Reihen- und Parallelkompensation, Leistungsfaktor
- Übertragung der Sachverhalte auf praktische Anwendungsbeispiele unter energieökonomischen Aspekten

4.2 Elektrische Systeme mit komplexen Lastarten

Mögliche Kontexte

- Felder in der Technik (Gravitationsfeld, elektrostatisches und elektromagnetisches Feld)
- Einfluss des Elektromagnetismus auf moderne elektronische Geräte, Elektrosmog (EMV)
- umwelttechnische und ökonomische Gesichtspunkte
- wirtschaftliche Energieübertragung in Wechselstromnetzen
- praktische Nutzung der Wirkungen des elektrischen Stromes an ausgewählten Beispielen
- Wärmewirkung, Lichtwirkung, chemische Wirkung

Demonstrations- und Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Spannungs- und Zeitmessungen mit dem Oszilloskop (Einsatz von Simulationsprogrammen, wie z. B. Elektronik-Workbench oder Multisim)
- OHMSches Gesetz der Wechselstromtechnik
- Lade- und Entladeverhalten von Kondensatoren
- Kondensator als Wechselstromwiderstand
- Phasenverschiebung und Frequenzverhalten
- Bestimmung des Wicklungswiderstandes und der Induktivität von realen Spulen
- Induktivität als Wechselstromwiderstand
- Induktionsvorgang und LENZsche Regel

4.3 Erweiterung der Untersuchungen von Bauelementen im Wechselstromkreis (Untersuchungen mit Hilfe der symbolischen Methode/Komplexe Berechnungen von Wechselstromkreisen)

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Schwerpunkt ist der sichere Umgang und die Berechnung elektrischer Wechselstromkreise mit Hilfe der Komplexen Zahlen durch die Schülerinnen und Schüler. Dabei sollen sie ihre Fähigkeiten in der Untersuchung des Verhaltens der Bauteile im Wechselstromkreis erweitern. Mit Hilfe einer umfangreichen experimentellen Arbeit vertiefen die Schülerinnen und Schüler die im Themenfeld 4.2 gewonnenen Erkenntnisse unter dem Aspekt der wissenschaftlichen Beschreibung elektrischer Vorgänge mit dem mathematischen Mittel der Komplexen Zahlen.

Im Bereich des Dreiphasenwechselstromes erlangen die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über Probleme der Energieerzeugung und -verteilung.

Der Bereich der ruhenden bzw. rotierenden elektrischen Maschinen soll den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung der elektrischen Maschinen für Industrie und Haushalt verdeutlichen. Die Thematik *Regenerative Energieformen* sollte fakultativ behandelt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, dass sich die Schülerinnen und Schüler im Rahmen eines Projektes selbstständig Kenntnisse aneignen und diese geeignet dem Klassenverband vorstellen.

4.3 Erweiterung der Untersuchungen von Bauelementen im Wechselstromkreis (Untersuchungen mit Hilfe der symbolischen Methode/Komplexe Berechnungen von Wechselstromkreisen)

Inhalte

- Einführung der Komplexen Zahlen als Mittel zur Berechnung in Wechselstromkreisen
 - Erweiterung des Zahlenbereiches
 - Formen und Darstellung Komplexer Zahlen in der GAUßschen Zahlenebene
 - Rechenoperationen mit Komplexen Zahlen, Arbeit mit Taschenrechner
 - Darstellen elektrischer Größen im Wechselstromkreis mit Hilfe der Komplexen Zahlen
- Untersuchung und Berechnung von Wechselstromkreisen mit Hilfe der Komplexen Zahlen
 - Reihen- und Parallelschaltungen mit R, L, und C an konstanter Frequenz
 - Schein-, Blind- und Wirkgrößen
 - Zeigerdiagramme, Reihen- und Parallelresonanz
 - Reihen- und Parallelschaltungen mit R, L, und C an veränderlicher Frequenz
 - Ersatzschaltungen, Filterschaltungen
 - praktische Anwendung der komplexen Rechnung
 - Nutzung von Resonanzerscheinungen in der Praxis
- Netzwerke komplexer Widerstände
- Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)
 - Gewinnung, Übertragung, Verteilung und Verwendung
 - Vorteile des Drehstromes
 - Verkettung der Spannungen (Sternschaltung)
 - Verkettung der Ströme (Dreieckschaltung)
 - Drei- und Vierleitersystem
 - Leistungen und deren Berechnung in Drehstromnetzen
- ruhende und bewegte elektrische Maschinen
 - Generatoren, Aufbau des Drehstromgenerators
 - Gewinnung des Drehstromes (Innenpolmaschine)
 - Gleichstrom und Wechselstrommotor
 - Transformator, magnetisches Kopplungsprinzip, Wirbelströme
- *Regenerative Energieformen*

Mögliche Kontexte

- Komplexe Zahlen als Mittel zur Beschreibung komplizierter, insbesondere gerichteter physikalischer Vorgänge
- Übertragung des Zeitbereiches in den Bildbereich
- Drehstromsysteme als Systeme der modernen Energieerzeugung und -übertragung
- Aspekte der modernen Energiepolitik, Energienetze; Energieerzeugung und Verteilung innerhalb der EU
- Regenerative Energie pro oder kontra Kernenergie
- elektrische Maschinen als technische Geräte in allen Bereichen der Industrie

Demonstrations- und Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Messung elektrischer Ströme und Spannungen im Wechselstromkreis mit herkömmlichen Messgeräten und dem Oszilloskop
- Schaltungssimulation mit geeigneter Software
- Frequenzabhängige Messungen und Darstellungen, Frequenzgang, Ortskurve
- Messungen im Drehstromnetz
- Untersuchung des Verhaltens elektrischer Motoren
- Untersuchungen des Transformators
- Zusammenschaltung von RLC im Wechselstromkreis
- Filterschaltungen (TP, HP, BP) Resonanzerscheinungen

4.4 Grundlagen der Halbleiterelektronik

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler erlernen in diesem Themenfeld die Grundkenntnisse der Halbleitertechnik. Sie erkennen die Bedeutung der Halbleiterwerkstoffe im Bereich der Elektronik und können insbesondere die Probleme, die sich aus der Stromwärme ergeben, bewerten. Sie lernen unterschiedliche Halbleiterwiderstände kennen und werden mit den Problemen der aktiven und passiven Sensorik konfrontiert. Sie arbeiten mit Kennlinien in linearer und logarithmischer Darstellung.

Inhalte

- Silizium als Halbleitermaterial unserer Zeit
 - Zusammenhang Leiter – Nichtleiter – Halbleiter
 - Herstellung, Kristallstrukturen, Eigenschaften
 - Eigenleitung als Kennzeichen aller Halbleiter
 - Dotieren von Halbleitern (n- und p-Leitung in Halbleitern)
 - Bedeutung der Grenztemperatur
- Halbleiterwiderstände und Halbleiterelemente (Sensoren)
 - Thermistor, Fotowiderstand, Varistor und Feldplatte
 - Thermoelement, Fotoelement, Hallelement
 - Kennlinien, typische Eigenschaften und ausgewählte Anwenderschaltungen

Mögliche Kontexte

- Verbindung zu den Themen des Unterrichtsfaches *Chemie*, insbesondere zu materialtechnischen Aspekten, Kristallstrukturen, Bindungserscheinungen
- Bedeutung des Werkstoffes Silizium für die Mikroelektronik
- Sensorik als Schnittstelle zwischen Computertechnik und Signalerfassung in der Technik
- praktische Anwendungsbeispiele

Demonstrations- und Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Wärmeverhalten von Halbleitern
- Schaltungen mit Halbleitersensoren aus der Praxis, wie z. B. Wärmesteuerung, Überspannungsschutz, Metalldetektor, Lichtschranke, Solarzelle

4.5 Analogtechnik

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler lernen die Funktionsweise und typische Anwenderschaltungen der Halbleitertechnik kennen und erhalten Einblick in die Bedeutung der Analogtechnik. Ausgehend von Grundsaltungen werden die Funktion sowie typische Eigenschaften der Grundbauelemente der analogen Elektronik erläutert und im praktischen Versuch erprobt und nachgewiesen. Insbesondere beschäftigen sie sich mit dem Lesen von Diagrammen und den Datenunterlagen der Bauelemente-Hersteller.

In Experimenten wird die Funktionsweise analoger Schaltungen untersucht und mit Hilfe der Bauelementeparameter eine mathematische Berechnung der Schaltungen vorgenommen. Die Lernenden sind in der Lage, Schaltungen hinsichtlich ihrer Funktionsweise zu beschreiben und können unterschiedliche Betriebsfälle erläutern und berechnen.

4.5 Analogtechnik

Inhalte

- Sperrschicht Halbleiter
 - Verhalten von pn-Übergängen ohne und mit äußerer elektrischer Spannung
 - Verhalten, Kennlinien, Grenz- und Kennwerte von Halbleiterdioden allgemein
- Ausgewählte typische Anwendungsschaltungen von Halbleiterdioden unter Beachtung elektrischer Grenz- und Kennwerte
 - Gleichrichterschaltungen mit Ladekondensator und Siebschaltung
 - Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode
 - Dioden als Schaltelemente
 - Diode als Referenzelement und zur Amplitudenbegrenzung
 - Dioden als Strahlungssender und Strahlungsempfänger/Anzeigeelemente
- Bipolarer und unipolarer Transistor
 - Funktionsweise, Kennlinien, Grenz- und Kennwerte der beiden Transistortypen
 - Gemeinsamkeiten und Unterschiede
- Ausgewählte typische Anwendungsschaltungen von bipolaren und unipolaren Transistoren
 - Transistoren in ausgewählten Verstärkerschaltungen
 - Vorverstärker und Endstufen
 - Transistor als Schaltelement mit Ausblick Digitaltechnik (TTL, CMOS)
 - bipolarer Transistor als Regelement in Stabilisierungsschaltungen
 - unipolarer Transistor als Konstantstromquelle
- Operationsverstärker – komplexe universell einsetzbare Anlogschaltung
 - Eigenschaften, Verhalten, Kenn- und Grenzwerte
 - gegengekoppelte Schaltungen mit Operationsverstärker (invertierend, nichtinvertierend, Summierer, A/D-Wandler, Integrierer, Differenzierer)
 - mitgekoppelte Schaltungen (Komparator mit Hysterese, Rechteckgenerator)
- *typische Mehrschicht Halbleiter der Energietechnik*
 - *Thyristor, Triac und Diac*
 - *Phasenanschnittsteuerung*
 - *Verbindung zu elektrischen Maschinen und Vorgängen der optimalen Ausnutzung der elektrischen Energie*

Mögliche Kontexte

- Transistoren und Dioden als Baugruppen in der digitalen Signalverarbeitung
- Gewinnung von Gleichspannungen mit Hilfe von Dioden
- Bedeutung der Stabilisierung von Gleichspannungen für den Betrieb elektronischer Geräte
- Transistorschalter als Grundelement der digitalen Signalverarbeitung
- Integrierte Schaltungen als Mittel zur Minimierung des Bauelementeaufwandes und der Masse bzw. der Größe elektronischer Baugruppen
- elektronische Schalter und Verstärker als verbindendes Element zur Energieversorgung
- Kommunikationselektronik, Industriesysteme und Fahrzeugelektronik als praktische Beispiele für die Nutzung der Analogtechnik

4.5 Analogtechnik

Demonstrations- und Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Aufnahme typischer Kennlinien von Halbleiterbauelementen (verschiedene Dioden, bipolarer und Feldeffekttransistor, Operationsverstärker)
- Gleichrichterschaltungen mit Ladekondensator und Siebkette
- Z-Diode als Stabilisierungselement und Sollwertgeber
- Schaltungen mit bipolaren und unipolaren Transistoren als Schaltelement, als Verstärker und Regler in Stabilisierungsschaltungen
- ausgewählte Schaltungen mit Operationsverstärkern (Komparatoren mit und ohne Hysteresis, Verstärkergrundschaltungen, A/D-Wandler bezugnehmend auf Themenfeld 13.2)
- optional: Phasenanschnittsteuerung mit Thyristor

4.6 Digitaltechnik

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Einflüsse digitaler Abläufe und Erkenntnisse auf Weltbilder und bewerten die Tragweite der Entwicklung der Digitaltechnik auf die aktuelle Entwicklung in der Elektronik. Sie erkennen die gesellschaftliche Relevanz der Digitaltechnik, aber auch ihre Grenzen. Sie nutzen erlernte Strategien bei der experimentellen Arbeit zur Erkenntnisgewinnung. Sie erwerben Kenntnisse über Zahlensysteme und logische Verknüpfungen und können digitale Sachverhalte mit Hilfe von Skizzen, Zeichnungen, Tabellen, Signal-Zeit-Diagrammen und graphischen Darstellungen veranschaulichen und beschreiben. Die Lernenden erkennen Zusammenhänge zwischen der Darstellung eines Signals und dessen technischer Realisierung und lernen die Möglichkeit der Darstellung von Funktionen digitaler Steuerungen kennen und beherrschen. Sie kennen die wichtigsten Grundschaltungen der digitalen Steuerungstechnik, besitzen Fähigkeiten zur Fehlersuche in Digitalschaltungen und sind in der Lage, funktionsunfähige Schaltungen zu korrigieren. Dabei bietet sich die Möglichkeit des Einsatzes von fachbezogener Software.

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, verschiedene Kippschaltungen und Zähler-schaltungen zu unterscheiden und kennen grundlegende Funktionsprinzipien.

4.6 Digitaltechnik

Inhalte

- Analoge und digitale Signale
 - Zahlensysteme: binär, dual, hexadezimal
 - Bedeutung und Umrechnung
 - Rechnen mit Dualzahlen
- Logische Grundelemente und ihre Darstellung in der Praxis
 - UND, ODER, NICHT
 - NAND, NOR
 - Beschreibung und Darstellungsarten logischer Schaltungen und Elemente, wie z. B. Wahrheitstabelle, Funktionsgleichung, Symbole, Signal-Zeit-Plan
 - Grundverknüpfungen, Einführung in die Schaltalgebra; Rechenregeln und -gesetze
 - Darstellung von Schaltfunktionen, Funktionstabellen, Funktionsplänen (Logikbilder)
 - Schaltungsanalyse, Schaltungssynthese
- Einfache Schaltnetze
 - vorrangig 2– 4-Eingänge
 - Schaltungsoptimierung mit Hilfe der graphischen Methode nach KARNAUGH-VEITCH
 - Umwandlung von Funktionen in Standardfunktionen mit NAND und NOR
- Digitale Informationsverarbeitung mit Hilfe einfacher logischer Systeme
 - wichtige Grundschaltungen: Addierer, Subtrahierer, Kode-Umsetzer, Multiplexer, Demultiplexer, 7-Segmentanzeige u. ä.
 - Kombinatorische Schaltsysteme
 - Kippstufen, (SCHMITT-Trigger; bistabile, monostabile und astabile Schaltung)
 - Speicher (D-FF, T-FF, JK-FF)
- Digitale Informationsverarbeitung mit modernen Software-Systemen
- *Schaltwerke*
 - *Zähler (synchron, asynchron, vorwärts, rückwärts, dual, BCD)*
 - *Schieberegister, Ringregister, parallele und serielle Ein- und Ausgabe von Daten*
 - *Frequenzteiler*
 - *A/D-Umsetzer*

Mögliche Kontexte

- Bedeutung der Digitaltechnik bei der Datenübertragung und in der Rechentechnik
- Leitungsvorgänge in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen
- Digitaltechnik in historischem Ablauf an ausgewählten Beispielen der Technik
- Digitaltechnik als Grundlage der Steuerungs- und Regelungstechnik in allen Bereichen der Technik
- ausfallfreie und hochpräzise Produktion durch Verwendung von Digitalsystemen

Demonstrations- und Schülerexperimente zu folgenden Schwerpunkten sind geeignet

- Realisierung von Schaltungen mit logischen Grundbauelementen
- Erstellung einfacher und komplexer digitaler Schaltungen, wie z. B. Codeumsetzer, einfache und umfangreiche Steuerungen, Ampelanlage u. a.
- Addierer- und Subtrahiererschaltung
- sequentielle Grundschaltungen
- Schaltungen mit Signalspeicherung
- Kippstufen mit Transistoren und logischen Elementen
- einfache Zählerschaltungen
- Schaltungssimulation mit Software-Systemen und Logikanalyser