

Freistaat Sachsen
Sächsisches Staatsministerium für Kultus

Lehrplan Gymnasium

Gewichtete Fassung

Physik

Klassen- und Jahrgangsstufen 6 – 12

Juni 2001

Die gewichtete Fassung des Lehrplanes tritt am 1. August 2001 in Kraft.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER
Sächsisches Staatsministerium für Kultus
Carolaplatz 1
01097 Dresden

HERSTELLUNG UND VERTRIEB
Sächsisches Druck- und Verlagshaus AG
Tharandter Straße 23 – 27
01159 Dresden

Best-Nr.: SLOPH 01/01

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	4
Bildungs- und Erziehungsauftrag des Gymnasiums	5
Aufgaben und Ziele des Physikunterrichts	7
Besonderheiten des Physikunterrichts im mathematisch-naturwissenschaftlichen Profilbereich	12
Hinweise für den Benutzer	14
Themenübersicht	16
Klassenstufe 6	18
Klassenstufe 7	23
Klassenstufe 8	29
Klassenstufe 9	35
Klassenstufe 10	39
Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 9	43
Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 10	50
Grundkurs 11/I	57
Grundkurs 11/II	63
Grundkurs 12/I	68
Grundkurs 12/II	73
Leistungskurs 11/I	76
Leistungskurs 11/II	85
Leistungskurs 12/I	93
Leistungskurs 12/II	100

Vorwort

Zur Umsetzung unseres Bildungs- und Erziehungsauftrages, wie er vom Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland und der Verfassung des Freistaates Sachsen bestimmt wird, brauchen wir eine Schule, die Chancengerechtigkeit, differenzierte Bildung, Mobilität und Kommunikationsfähigkeit über die Grenzen Deutschlands hinaus sichert. Die Schule muss flexibel sein und ihre Schüler in einer erzieherisch sinnvollen Weise auf ein Leben in einer sich dynamisch verändernden Welt vorbereiten.

Die Lehrpläne bilden die Grundlage für die Bildungs- und Erziehungsarbeit in der Schule. Jede Lehrerin und jeder Lehrer wird sie durch individuelles Handeln und pädagogisches Geschick ausfüllen. Sie werden dabei mit Zuversicht und Realitätssinn die innere Reform des Schullebens vollziehen.

Dieser Lehrplan liegt in einer gewichteten Fassung vor.

Ich wünsche allen Lehrerinnen und Lehrern viel Erfolg bei dieser Arbeit.



Dr. Matthias Rößler

Bildungs- und Erziehungsauftrag des Gymnasiums

Aufgaben und Ziele des Gymnasiums bestimmt das Schulgesetz des Freistaates Sachsen in § 7, Absatz 1:

„Das Gymnasium vermittelt Schülern mit entsprechenden Begabungen und Bildungsabsichten eine vertiefte allgemeine Bildung, die für ein Hochschulstudium vorausgesetzt wird; es schafft auch Voraussetzungen für eine berufliche Ausbildung außerhalb der Hochschule.“

Die Zielsetzung, den Schülern am Gymnasium eine vertiefte allgemeine Bildung zukommen zu lassen, beinhaltet zwei Schwerpunkte. Zum einen ist die Ausbildung am Gymnasium gekennzeichnet durch Fachunterricht in einzelnen Lernbereichen, zum anderen kommt fachübergreifendem Verstehen und Erkennen große Bedeutung zu.

Der Unterricht am Gymnasium wird in Fächern erteilt, die dem Schüler sowohl Grundkenntnisse als auch, vor allem in den ab Klasse 8 angebotenen Profilen und der Sekundarstufe II, vertiefte Fachkenntnisse vermitteln und somit zum Erwerb der Studierfähigkeit besonders beitragen können. Gymnasiale Ausbildung soll zur Auseinandersetzung mit komplexen Denksystemen anleiten und zu abstrahierendem, analysierendem und kritischem Denken führen. Der Schüler muss nicht nur Wissen erwerben, sondern das erworbene Wissen auch anwenden und nutzen können. Der Lernprozess zielt auf zunehmende Selbstständigkeit in der Methodenanwendung, auf Begriffsbildung und Modellverstehen. Gleichzeitig erwirbt der Schüler damit die Fähigkeit Probleme in einer weitgehend durch die Wissenschaft bestimmten Welt beurteilen oder lösen zu können.

In der Orientierung auf dieses Ziel zeichnet sich das Gymnasium aus durch die Hinführung zu wissenschaftspropädeutischem Lernen. Systematisierung, Methodenbewusstsein, Problematisierung und Distanz kennzeichnen dieses in besonderem Maße wissenschaftsorientierte Lernen. Im Unterricht haben die Lehrer dabei die Aufgabe, die Anforderungen, Lerninhalte und Arbeitsmethoden dem Alter, Entwicklungsstand und den Lernbedürfnissen der Schüler anzupassen. Dazu gehört, dass die der jeweiligen Klassenstufe und dem Unterrichtsstoff angemessenen Methoden angewendet werden, verschiedene Formen des Arbeitens zielgerichtet eingesetzt und auch alternative Unterrichtsformen, zum Beispiel der Projektunterricht, einbezogen werden.

Vorrangige Aufgabe ist dabei die Hinführung zu einem weitgehend eigenverantwortlichen, selbstständigen Lernen und Erarbeiten der Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe II. Mit der Entscheidung über die Unterrichtsfächer im Rahmen der durch die Oberstufenverordnung eingeräumten Wahlmöglichkeit sowie der Festlegung von Schwerpunkten seiner Ausbildung durch die Wahl der zwei Leistungskurse kann jeder Schüler sein Unterrichtsprogramm in den letzten beiden Jahrgangsstufen maßgeblich mitgestalten. Damit bereiten ihn diese Jahrgänge der gymnasialen Oberstufe auch darauf vor, bei einem sich anschließenden Studium

selbstständig über die Gestaltung des Ausbildungsganges zu entscheiden. Durch die Festlegung von Pflichtkursen und verpflichtenden Prüfungsfächern in der gymnasialen Oberstufe ist andererseits jedoch gesichert, dass der Schüler bis zum Abitur in allen Aufgabenbereichen – dem sprachlichen, musischen, mathematisch-naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Gebiet sowie in den Fächern Ethik/ Religion und Sport – Unterricht erhält.

Um die Schüler zu einem solchen Lernen und Begreifen führen zu können, sind die Begabung und Fähigkeit zu

- differenziertem und zielstrebigem Lernen,
- schnellem Erfassen von theoretischen und abstrakten Zusammenhängen,
- distanzierter Reflexion und
- erhöhtem Konzentrations- und Abstraktionsvermögen

Voraussetzung für den Bildungsweg am Gymnasium.

Der Fachunterricht am Gymnasium muss aber die Isolierung der Unterrichtsinhalte in den Einzelfächern vermeiden und dem Schüler Einblicke in die fächerverbindenden Bezüge geben. Die in den Einzeldisziplinen verschiedenen, einander jedoch ergänzenden Betrachtungsweisen und Methoden spielen dabei ebenso eine Rolle wie fächerübergreifende Erziehungs- und Bildungsziele, unter denen besonders die Friedenserziehung, Umweltbewusstsein und Toleranz gegenüber allen Menschen, die anders sind oder anders denken, zu betonen sind. Die Schüler müssen lernen ihre eigenen Werturteile in Auseinandersetzung mit anderen Überzeugungen zu vertreten und zu begründen. Hierzu ist es erforderlich, dass sie die Werte, die die Grundlage ihrer eigenen Überzeugung bilden, aus ihren Ursprüngen verstehen sowie ihre Bedeutung in Staat und Gesellschaft einschätzen können, dass sie sich für sie einsetzen, sie aber auch kritisch überdenken und gegebenenfalls konstruktiv weiterentwickeln. Dabei muss der Schüler aber auch lernen die Werturteile und Überzeugungen anderer zu tolerieren.

Gymnasiale Bildung als Gesamtheit der Unterrichtsinhalte in den Einzelfächern zielt damit auf die umfassende Auseinandersetzung mit Natur- und Geisteswissenschaften, mit Geschichte und jetzigen Lebensumständen. Integration und Toleranz sollen dabei nicht nur theoretisch verarbeitet, sondern in der Schule praktisch gelebt werden in der Auseinandersetzung mit Menschen anderer Weltanschauungen und Religionen, in der gemeinsamen Unterrichtung mit Behinderten oder in der Begegnung mit Angehörigen anderer Nationen.

Damit ist das Erziehungs- und Bildungsziel am Gymnasium nicht nur intellektuell bestimmt, sondern schließt die Gesamtpersönlichkeit des Schülers ein. Er soll zu einem geschichtlich begründeten, kritischen Verstehen der heutigen Welt hingeführt werden, das ihn auch dazu befähigt den Anforderungen einer modernen Berufs- und Arbeitswelt gewachsen zu sein. Die Probleme, aber auch die Chancen des Lebens in diesem Jahrhundert der Wissenschaft soll der Schüler erkennen und beurteilen. Er wird so in seinem späteren Beruf in der Lage sein können aktiv an der Lösung der Probleme mitzuarbeiten.

Aufgaben und Ziele des Physikunterrichts

Stellung und Bedeutung der Physik im Fächerkanon

Naturwissenschaft und Technik bestimmen das Leben und Denken der Menschen im 20. Jahrhundert in besonders starkem Maße. An der jahrhundertelangen Entwicklung hat die Physik einen besonders hohen Anteil. Sie muss auch zur Lösung gegenwärtiger und zukünftiger technischer Probleme einen wesentlichen Beitrag leisten.

Im Physikunterricht eignen sich die Schüler Teile der Erkenntnisse der Physik an, die Bestandteil der Kulturgeschichte der Menschheit sind. Dieses Aneignen erfolgt weitgehend analog zum Astronomie-, Chemie- und Biologieunterricht sowie Teilen des Geografieunterrichts. Die Verbindung zur Astronomie ist besonders intensiv, weil sich die Gegenstände teilweise überdecken. Durch den Mathematikunterricht werden für den Physikunterricht wichtiges Sach- und Methodenwissen sowie mathematisches Können bereitgestellt. Weitere Vorleistungen für den Physikunterricht werden durch den Heimatkunde/Sachunterricht und den Werkunterricht erbracht.

Bildungsziele des Physikunterrichts

Im Physikunterricht werden Erscheinungen, Vorgänge und Zusammenhänge untersucht, die die Schüler aus Natur, Technik und Alltag kennen bzw. die in diesen Bereichen von Bedeutung sind. Sie werden zunehmend unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe beschrieben und als Gesetze formuliert.

Die Schüler erwerben Kenntnisse aus den Stoffgebieten Mechanik, Thermodynamik, Elektrizitätslehre, Optik und Kernphysik. Sie sollen bei ihren Untersuchungen erkennen, dass in der Natur vielfältige Strukturen und Zusammenhänge auftreten. Zur schrittweisen Ausprägung eines systemhaften Wissens müssen die Bemühungen darauf gerichtet sein, diese in vereinfachter Form im Gedächtnis der Schüler widerzuspiegeln. Dabei sollen ihnen an ausgewählten Beispielen die Anstrengungen und Leistungen großer Physiker bei der Lösung dieser Aufgabe nahegebracht werden.

Die Auswahl der stofflichen Inhalte orientiert sich besonders in den Klassen 6 bis 10 in starkem Maße an den Beobachtungen und Erfahrungen der Schüler, insbesondere im Alltag. Dabei fördert die bewusste Beschränkung auf ausgewählte Inhalte das exemplarische, vertiefte Lernen grundlegender Begriffe, Gesetze und Anwendungen. Die Schüler werden befähigt, ihr Wissen beim Verstehen des Wirkprinzips technischer Geräte und Anlagen und beim Lösen praktischer Probleme konstruktiv-schöpferisch anzuwenden.

Beim Anwenden ihres Wissens erleben die Schüler, dass die Erscheinungen, Vorgänge und Zusammenhänge unter Nutzung von physikalischen Begriffen und

Gesetzen exakter beschrieben, erklärt oder vorausgesagt werden können als durch den Gebrauch der Umgangssprache.

Die Schüler erwerben ein solides und anwendungsbereites physikalisches Grundwissen, das sie befähigt, sich in ihrem späteren Leben mit naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen und Problemen auseinanderzusetzen.

In der Oberstufe werden die Schüler exemplarisch auf Grenzen der klassischen Physik hingewiesen und erhalten einen Einblick in die nichtklassische Physik. Sie erkennen, dass die Gesetze der klassischen Physik nur in bestimmten Bereichen gelten. Besonders in den Stoffgebieten Spezielle Relativitätstheorie, Physik der Atomhülle und Kernphysik werden den Schülern Elemente der Auffassungen der modernen Physik nahegebracht.

Eine grundlegende Aufgabe des Physikunterrichts besteht weiterhin darin, die Schüler an die wichtigsten naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsmethoden heranzuführen und sie schrittweise zum selbständigen Anwenden zu befähigen. Im Vordergrund steht dabei die Arbeit mit physikalischen Experimenten, sowohl in Form von Demonstrations- und Schülerexperimenten als auch von Praktikums- und Hausexperimenten. Die Schüler sollen in alle Phasen des Experiments aktiv einbezogen werden. Besonders in der Oberstufe wird dabei dem Aufstellen von Hypothesen und Prognosen und deren experimenteller Überprüfung Aufmerksamkeit geschenkt. Im Mittelpunkt stehen dabei grundlegende Phänomene, die zur Beschreibung und Erklärung komplexer Naturvorgänge und –erscheinungen sowie komplizierter technischer Geräte und Prozesse genutzt werden können. Das selbständige Experimentieren lässt die Schüler auch die große Mühe und Sorgfalt erkennen, die bei der Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich sind. Dabei kommen dem Beobachten und Messen besondere Bedeutung zu. Messungen werden durchgeführt, um Zusammenhänge und Konstanten zu ermitteln. Die Messergebnisse dienen dem Finden oder Überprüfen qualitativer und quantitativer Aussagen. Darüber hinaus sind sie vor allem in der Oberstufe Anlass zu Fehlerbetrachtungen. Die Schüler erkennen, dass zur quantitativen Beschreibung von Naturphänomenen genau festgelegte Größen erforderlich sind. Sie gewinnen die Einsicht, dass mit Hilfe der Mathematik physikalische Zusammenhänge in Form von Diagrammen, Proportionalitäten und Gleichungen in knapper Form exakt und übersichtlich dargestellt werden können. Beim Arbeiten mit diesen Mitteln lernen die Schüler, die Diagramme und Gleichungen zu interpretieren und damit die physikalischen Inhalte zu erschließen bzw. wiederzuerkennen.

In den Klassen 6 bis 10 müssen über den experimentellen Bereich hinaus Möglichkeiten zur Beobachtung von Erscheinungen und Prozessen in Natur, Technik und Produktion geschaffen werden. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen werden unter Verwendung fachsprachlicher Begriffe systematisch beschrieben und erklärt.

Weiterhin erkennen die Schüler, dass Modelle Mittel zur Vereinfachung, Untersuchung und Veranschaulichung der Wirklichkeit sind, die ausgewählte Teilbereiche der Natur und Technik unter einen bestimmten Gesichtspunkt richtig widerspiegeln. Sie helfen den Schülern, auch kompliziertere, den Sinnesorganen nicht direkt zugängliche, physikalische Zusammenhänge zu verstehen. Die Schüler lernen, mit Modellen physikalische Erscheinungen und Vorgänge zu deuten. In der Oberstufe gewinnen die Schüler die Einsicht, dass Modelle nur bestimmte Eigenschaften der Objekte richtig widerspiegeln und dadurch Grenzen aufweisen. Sie erkennen, dass erst die Verwendung mehrerer Modelle eine vollständigere Beschreibung eines Objektes ermöglicht.

Der Physikunterricht im Gymnasium ist handlungsorientiert. Die Schüler setzen sich zunächst unter Anleitung, später zunehmend selbständig, mit physikalischen Objekten auseinander. Dabei durchdringen sie einerseits die physikalischen Sachverhalte immer stärker theoretisch, andererseits gewinnen sie Können und Umgang mit Materialien, Bauteilen, Messgeräten und Apparaturen. Zu diesem Zweck werden im Physikunterricht vielfältige geistige und geistig-praktische Tätigkeiten initiiert.

Der Physikunterricht des Gymnasiums schult in hohem Maße das funktionale und logische Denken der Schüler. Damit schafft er nicht nur wichtige Voraussetzungen für ein Studium und Grundlagen für naturwissenschaftlich und technisch orientierte Berufe; er leistet auch einen Beitrag zur Ausprägung von Persönlichkeitseigenschaften, die für alle Berufsgruppen bedeutsam sind.

Beim Aneignen und Anwenden ihrer physikalischen Kenntnisse wird den Schülern zunehmend die Bedeutung der Physik für das Leben und Wirken der Menschen bewusst. Am Beispiel des Zusammenwirkens von Physik und Technik gewinnen sie Einsichten in die gesellschaftliche Entwicklung in Vergangenheit und Gegenwart. Historische Betrachtungen lassen den Schülern die Bedeutung der Physik für die Entwicklung aller Bereiche des menschlichen Lebens deutlich werden. Sie fördern die Achtung vor den Leistungen der Wissenschaftler und schaffen positive Vorbilder.

Um einen Beitrag zur ganzheitlichen Betrachtung von Naturwissenschaften, Technik und Umwelt zu leisten, müssen im Physikunterricht vielfältige fachübergreifende Bezüge hergestellt werden. Insbesondere gilt das für die Vielzahl der Probleme im Zusammenhang mit den Lebensbedingungen der Menschen. Dabei stehen Fragen der Energiebereitstellung und -nutzung, der Entwicklung der Wirtschaft und der Erhaltung der Umwelt im Vordergrund. Die Schüler erkennen die enge Verflechtung von Naturwissenschaften, Technik und Umwelt. Sie lernen, über die Anwendung der Forschungsergebnisse in vielen Lebensbereichen nachzudenken und können Nutzungen, Gefahren und ökologische Folgen technischer Entwicklungen mit zunehmender Sachkenntnis einschätzen. Die Schüler gewinnen die Einsicht, dass man auf viele technische Errungenschaften auch in Zukunft nicht verzichten kann, dass man aber die Maßnahme zum Schutz der Umwelt verstärken und dass jeder einzelne dazu einen Beitrag leisten muss.

Die Schüler lernen auftretende Gefahren im Alltag richtig einzuschätzen und sich situationsbezogen sachgerecht und verantwortungsbewusst - auch gegenüber ihren Mitmenschen - zu verhalten. Damit leistet der Physikunterricht einen wesentlichen Beitrag zur Umwelt-, Sicherheits- und Verkehrserziehung.

Schließlich besteht eine wichtige Aufgabe des Physikunterrichts darin, das Interesse und die Freude der Schüler an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu wecken und zu erhalten. Dadurch werden die Schüler angeregt und befähigt, sich auch im täglichen Leben als sinnvolle Freizeitbeschäftigung mit Naturphänomenen, Naturgesetzen und technischen Problemstellungen zu befassen.

Um diese weitgesteckten Ziele zu erreichen, sind Abstimmungen mit den Lehrern anderer Fächer, insbesondere dem Chemie-, Biologie- und Astronomielehrer, erforderlich.

Schwerpunkte der Bildung und Persönlichkeitsentwicklung

Wesentliche Ziele des Physikunterrichts im Gymnasium sind der Erwerb folgender Kenntnisse, Erkenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Einsichten und Einstellungen:

Die Schüler

- erwerben ein sicheres und systematisches Wissen über grundlegende physikalische Erscheinungen und Vorgänge, Begriffe, Gesetze und Modelle;
- werden mit wichtigen Arbeitsmethoden der Physik wie Beobachten, Experimentieren, mathematisches Darstellen, deduktives Ableiten und Arbeiten mit Modellen vertraut gemacht und befähigt, diese selbständig anzuwenden;
- können wichtige geistige Tätigkeiten wie Beobachten, Beschreiben, Vergleichen, Verallgemeinern, Abstrahieren, Erläutern, Begründen, Erklären, Voraussagen, Deuten und Interpretieren selbständig ausführen;
- erwerben Fähigkeiten und Fertigkeiten in der Bedienung von Geräten und Messinstrumenten und können experimentelle Anordnungen, insbesondere auch kompliziertere elektrische Schaltungen, selbständig und übersichtlich aufbauen;
- werden befähigt, ihr Wissen und Können auf ähnliche Sachverhalte zu übertragen und bei der Erklärung technischer Geräte und Prozesse anzuwenden sowie schöpferisch-konstruktiv tätig zu werden;
- werden zu sprachlich einwandfreier Darstellung ihrer Kenntnisse und Erkenntnisse und deren Anwendung unter Nutzung fachsprachlicher Begriffe befähigt;
- werden zu selbständigem Wissenserwerb und zu kommunikativer und kooperativer Tätigkeit befähigt;
- prägen auch im Physikunterricht wichtige Persönlichkeitseigenschaften wie Hilfsbereitschaft, Kameradschaftlichkeit, Einsatzbereitschaft, Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung, Kritikfähigkeit und Beharrlichkeit weiter aus;

- lernen die in der Geschichte der Menschheit durch wissenschaftliche und produktive Arbeit geschaffenen Werte und die Leistungen großer Physiker schätzen und achten und gewinnen Einsichten in das Verhältnis von Physik und Technik und die Auswirkungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und technischer Anwendungen auf jeden einzelnen Menschen, die Gesellschaft und die Umwelt. Sie ziehen daraus Schlussfolgerungen für ihr eigenes Verhalten und ihre Arbeit und können für Teilprobleme Lösungsvorschläge unterbreiten und begründen.

Besonderheiten des Physikunterrichts im mathematisch-naturwissenschaftlichen Profilbereich

Der Physikunterricht im mathematisch-naturwissenschaftlichen Profilbereich unterscheidet sich von dem in den anderen Profilbereichen vor allem durch eine stärkere Ausprägung des Wissens und Könnens der Schüler. Dabei erfolgt ein verstärkter Einsatz der Mathematik und ein umfassendes geistiges Durchdringen technischer Anwendungen. Die größere Anzahl von Schülerexperimenten und das wesentlich umfangreichere Praktikum leisten einen wesentlichen Beitrag zur Ausprägung der experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler, ihres Schöpferturns und ihrer Selbständigkeit. Dem projektorientierten Vorgehen sollte besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Der Lehrplan wurde so konzipiert, dass jeder Schüler, unabhängig von der durchlaufenden Profilierung, die Voraussetzungen erwerben kann, um in der Oberstufe einen Grund- oder Leistungskurs im Fach Physik zu belegen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Ausgangspunkt der Untersuchungen im Physikunterricht der Klassen 6 bis 10 sind in der Regel die Beobachtungen und Erfahrungen, die die Schüler in Natur, Technik und beim Umgang mit technischen Geräten und Spielzeugen gewonnen haben sowie ihre bereits erworbenen Kenntnisse. Territoriale Besonderheiten und aktuelle Ereignisse sollten in geeigneter Form in den Unterricht einbezogen werden. In der ersten Phase dominieren phänomenologische Betrachtungen. Auf der Suche nach den grundlegenden Zusammenhängen werden fachsprachliche Begriffe eingeführt und Formulierungen in der Form je ... desto angestrebt. Erst dann werden die Zusammenhänge quantitativ in Form von Gleichungen formuliert. In diesem Prozess erhalten die Schüler genügend Gelegenheit, Vermutungen zu äußern, diese zu begründen und Experimente zur Überprüfung vorzuschlagen, zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollte ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, um gegebenenfalls auch mehreren Lösungswegen nachzugehen, Zwischenergebnisse zu formulieren und misslungene Experimente zu wiederholen. Grafische Darstellungen und Gleichungen werden interpretiert. Für jedes quantitativ formulierte Gesetz werden die Gültigkeitsbedingungen herausgearbeitet.

Der Erkenntnisprozess wird erst dann als abgeschlossen betrachtet, wenn die Schüler die gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Erscheinungen, Vorgänge und Anwendungen übertragen können.

Neben den Beobachtungen und Erfahrungen der Schüler als Ausgangspunkt der Erkenntnisgewinnung im Physikunterricht gewinnt mit zunehmender Klassenstufe der theoretische Erkenntnisweg immer mehr an Bedeutung. Ausgehend von bekannten Gesetzen werden auf deduktivem Wege neue Zusammenhänge hergeleitet oder Prognosen formuliert bzw. auf der Grundlage empirischer Fakten zur

Erklärung gewonnen. Besonders in der Oberstufe werden Gleichungen vielfältig umgeformt und kombiniert. Damit findet die Mathematik sowohl bei der Auswertung von Messergebnissen, der Herleitung von Prognosen und Hypothesen, der Gewinnung neuer Gesetze als auch zur Lösung von Aufgaben und Problemen Anwendung. Das gilt insbesondere für die Leistungskurse.

Damit sich die Schüler mit den verschiedensten Bereichen ihrer Erlebniswelt aktiv auseinandersetzen können, sind vielfältige Möglichkeiten zur Ausführung geistiger und geistig-praktischer Schülertätigkeiten zu schaffen.

Vielfältiges Wiederholen, Üben und Systematisieren dienen der Festigung und Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse.

Schüler- und Praktikumsexperimente sind ein wichtiger Bestandteil des Physikunterrichts im Gymnasium. Die Anforderungen werden von Klassenstufe zu Klassenstufe erhöht.

Neben den Schüler- und Praktikumsexperimenten ist der projektorientierte Physikunterricht ein hervorragendes Mittel zur Entwicklung der Selbständigkeit und Kreativität. Hierfür bieten sich einige aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden in Physik an, die dem gemeinsamen Entwickeln der Projektidee, dem Problembearbeiten und -lösen dienen. Dabei bestimmen die Schüler in starkem Maße Ziel und Vorgehen und tragen Verantwortung für den erfolgreichen Abschluss des Projektes.

Damit die Potenzen des Unterrichtsfaches Physik voll zum Tragen kommen, muss bei der Vorbereitung und Gestaltung des Unterrichts in den Klassen 6 bis 10 konsequent der Charakter der Physik als Erfahrungswissenschaft ausgeprägt werden. In der Oberstufe werden dem Schüler Einblicke vermittelt, wie physikalische Theorien entstanden sind und welche grundlegende Bedeutung Experimente und Modelle für ihre Entwicklung sowie Experimente für die Bestätigung besitzen. Um die Schüler immer besser zu befähigen, selbständig mit der Literatur zu arbeiten, werden sie exemplarisch an geeignete Originalveröffentlichungen bedeutender Physiker herangeführt.

Damit die Schüler die Erkenntnisse aus dem Physikunterricht in ihr Gesamtwissen einordnen können, müssen ihnen an geeigneten Stellen gebiets- und fachübergreifende Zusammenhänge bewusst gemacht werden. Bei dieser Ausprägung der Systemhaftigkeit ihrer Kenntnisse kommen energetischen und strukturellen Betrachtungen eine besondere Bedeutung zu.

Hinweise für den Benutzer

Bei Formulierungen, die sich auf "den Schüler" bzw. "den Lehrer" beziehen, ist ebenso "die Schülerin" bzw. "die Lehrerin" angesprochen.

Anordnung	Die Lernbereiche enthalten Ziele, Inhalte und Hinweise. Ziele und Inhalte sind verbindlich. Die Zielformulierungen haben den Charakter von Richtungsangaben. Der Lehrer ist verpflichtet, die Ziele energisch anzustreben.	
Ziele		
Inhalte	Hinweise	Es müssen nur die Gleichungen im Unterricht behandelt werden, die in der Inhaltsspalte explizit formuliert sind. Werden keine Gleichungen vorgegeben, so ist eine qualitative Gesetzesformulierung anzustreben. Die Hinweise enthalten Anregungen und Beispiele zu den Lehrplaninhalten. Sie sind nicht verbindlich und stellen keine vollständige oder abgeschlossene Liste dar; der Lehrer kann auch andere Beispiele in den Unterricht einbringen.
→ Querverweise	Im Erziehungs- und Bildungsauftrag der einzelnen Schulart hat jedes Fach besondere Aufgaben. Querverweise sind überall dort in die Hinweisspalte aufgenommen worden, wo bei der Unterrichtsplanung andere Inhalte zu berücksichtigen sind oder wo im Sinne ganzheitlicher Bildung eine Abstimmung von Unterrichtsinhalten erforderlich ist. Solche Abstimmungen tragen zur Stoffentlastung bei.	
Richtstundenzahl	Die Richtstundenzahlen geben Anhaltspunkte, wie umfangreich die Lehrplaninhalte behandelt werden sollen.	
Reihenfolge	Die Reihenfolge der Lehrplaninhalte innerhalb einer Klassenstufe ist nur dort verbindlich, wo dies aus sachlogischen Gründen geboten ist.	
Schülerexperimente SE	Die in der Inhaltsspalte aufgeführten Schülerexperimente sind verbindlich. Sie können in allen didaktischen Phasen eingesetzt werden.	
Projekt	Das Wort Projekt gibt Hinweise auf z. T. fachübergreifende oder fächerverbindende Vorhaben, die möglichst in aufeinanderfolgenden Unterrichtsstunden realisiert werden sollten.	
Je-desto-Aussage	Ein Zusammenhang soll in Form von Zunahme bzw. Abnahme des Betrages von physikalischen Größen formuliert werden. Auf die Darstellung als Proportionalität oder Gleichung sollte verzichtet werden.	
Normaldruck	Normal gedruckte Inhalte zielen auf Stoffe und Metho-	

den, die vom Lehrer problemorientiert und vertiefend zu behandeln, vom Schüler anwendungsbereit zu beherrschen sind. Soweit sie zu Lernbereichen in den Jahrgangsstufen 11 und 12 gehören, können sie Gegenstand der schriftlichen oder mündlichen Abiturprüfung sein.

Kursivdruck

Die kursiv gedruckten Inhalte zielen auf weitere Stoffe und Methoden, die behandelt werden können und, soweit sie zu Lernbereichen in den Jahrgangsstufen 11 und 12 gehören, Gegenstand der mündlichen Abiturprüfung sein können.

Zusatzstoffe
Z

Mit Z gekennzeichnete Inhalte stellen Zusatzangebote dar.

Themenübersicht

Richtstundenzahl

Klassenstufe 6

Lernbereich Optik	17 Stunden
Lernbereich Mechanik	20 Stunden
Lernbereich Thermodynamik	18 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Klassenstufe 7

Lernbereich Mechanik	20 Stunden
Lernbereich Elektrizitätslehre	23 Stunden
Lernbereich Energie in Natur und Technik	12 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Klassenstufe 8

Lernbereich Elektrizitätslehre	12 Stunden
Lernbereich Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	16 Stunden
Lernbereich Thermodynamik	27 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Klassenstufe 9

Lernbereich Elektrizitätslehre	15 Stunden
Lernbereich Mechanik	10 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Klassenstufe 10

Lernbereich Mechanische Schwingungen und Wellen	7 Stunden
Lernbereich Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	6 Stunden
Lernbereich Praktikum	6 Stunden
Lernbereich Kernphysik	6 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 9

Lernbereich Elektrizitätslehre	35 Stunden
Lernbereich Mechanik	30 Stunden
Lernbereich Praktikum	20 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 10

Lernbereich Mechanische Schwingungen und Wellen	11 Stunden
Lernbereich Wechselstrom und Hertz'sche Wellen	14 Stunden
Lernbereich Optik	9 Stunden
Lernbereich Kernphysik	10 Stunden
Lernbereich Praktikum	11 Stunden
Festigung und Kontrolle	5 Stunden

Jahrgangsstufen 11 und 12

Grundkurs	11/I: Mechanik	45 Stunden
Grundkurs	11/II: Elektrizitätslehre	45 Stunden
Grundkurs	12/I: Optik, Atom- und Kernphysik	45 Stunden
Grundkurs	12/II: Thermodynamik	30 Stunden
Leistungskurs	11/I: Mechanik	75 Stunden
Leistungskurs	11/II: Elektrizitätslehre	75 Stunden
Leistungskurs	12/I: Optik, Atom- und Kernphysik	75 Stunden
Leistungskurs	12/II: Thermodynamik, Spezielle Relativitätstheorie	50 Stunden

Klassenstufe 6**Lernbereich: Optik****17 Std.**

Die Schüler gewinnen einen ersten Einblick in den Gegenstandsbereich der Optik. Sie werden mit einfachen optischen Erscheinungen vertraut gemacht und können ihre Erfahrungen und Beobachtungen zuordnen. Die Schüler lernen grundlegende Begriffe und Gesetze der Strahlenoptik kennen und erwerben Kenntnisse über das Auge, das Sehen und einfache optische Geräte.

Die Schüler erlangen erste Fähigkeiten im Experimentieren mit optischen Bauteilen. Dabei werden genaues Arbeiten und sorgfältiger Umgang mit optischen Geräten eingeübt. Beim Untersuchen optischer Erscheinungen soll Freude an der eigenen experimentellen Tätigkeit geweckt werden. Die überraschenden Effekte sollen die Schüler zur selbständigen Beschäftigung mit physikalischen Erscheinungen anregen.

Bedeutung des Lichtes für das Leben der Menschen	Historische Entwicklung der Lichtquellen
Ausbreitung des Lichtes	
Lichtquelle, beleuchtete Körper	
Lichtbündel, Lichtstrahl	Lichtstrahl als Mittel zur Darstellung
Geradlinige Ausbreitung	→ Heimatkunde/Sachunterricht, Klasse 1, Lernbereich 5, Licht und Schatten
Lichtdurchlässigkeit	
Schatten	SE Schattenbildung Projekt Sonnenuhr Projekt Lochkamera
Z Modell Lichtstrahl	
Z Kern- und Halbschatten	
Z Finsternisse	
Reflexion des Lichtes	Glänzen von Schmucksteinen, Glitzern von Eiskristallen und Wasseroberflächen, Aufhellen durch weiße Wände
Reflexion am ebenen Spiegel	
Reflexionsgesetz: $\alpha = \alpha'$	
Reflexion am Hohlspiegel	Anwendungen: Sonnenöfen, Scheinwerfer
SE Reflexionsgesetz	Projekt Optische Geräte (z. B. Kaleidoskop)

Brechung des Lichtes	Übergänge von Luft in Glas und Wasser
Brechungsgesetz	
SE Brechung	
Z Strahlengang am Prisma und an der planparallelen Platte	Farbzerlegung weißen Lichtes, Regenbogen
Strahlenverlauf an Sammellinsen	Parallelstrahl, Brennpunktstrahl, Mittelpunktstrahl
SE Strahlverlauf an Sammellinsen	
Bildentstehung mit Sammellinsen	Zeichnerisches Darstellen der Lage und Größe der Bilder
Wirkliche Bilder	
SE Bilder an Sammellinsen	
Z Scheinbare Bilder an Sammellinsen	
Z Funktionaler Zusammenhang von Gegenstandsweite und Bildweite und von Gegenstandsgröße und Bildgröße	
Bildentstehung an einfachen optischen Geräten	Bildwerfer, Fotoapparat
Bildentstehung im Auge	→ Biologie 8, Lernbereich 2, Bau und Leistungen des menschlichen Körpers
	Brille
	SE Prinzip eines einfachen optischen Gerätes
	Projekt Fotografie
Z Aufbau und Wirkungsweise von Mikroskop und Fernrohr	Optische Geräte als Hilfsmittel bei Arbeits- und Forschungsaufgaben
Z Umkehrbarkeit des Lichtweges	

Lernbereich: Mechanik 20 Std.

Die Schüler gewinnen einen ersten Einblick in den Gegenstandsbereich der Mechanik. Sie lernen feste Körper, Flüssigkeiten und Gase zu unterscheiden und mit Hilfe der physikalischen Größen Volumen, Masse, Dichte und Geschwindigkeit zu beschreiben. Sie können diese physikalischen Größen messen bzw. bestimmen. Die Schüler erkennen, dass Messfehler unvermeidbar, jedoch beeinflussbar sind.

Am Beispiel des Aufbaus der Stoffe aus Teilchen werden den Schülern erste Vorzüge eines Modells nahegebracht. Ihnen wird bewusst, dass sie die physikalischen Kenntnisse zu ihrem Vorteil nutzen können.

<p>Gemeinsame Eigenschaften an Körpern</p> <p>Stoff</p> <p>Volumen</p> <p>SE Volumenbestimmung</p> <p>Form- und Volumenverhalten von festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen</p> <p>Bewegung von Körpern</p> <p>Arten von Bewegungen</p> <p>Gleichförmige Bewegung</p> <p>Geschwindigkeit</p> $v = \frac{s}{t}$ <p>Umrechnungen von $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ und umgekehrt</p> <p>s-t-Diagramm der gleichförmigen Bewegung</p> <p>Durchschnittsgeschwindigkeit</p> <p>SE Geschwindigkeiten von Körpern</p> <p>Z Relativität der Bewegung</p>	<p>Umrechnen von Einheiten cm^3, dm^3, l</p> <p>Beispiele für markante Volumina</p> <p>Berechnen von Volumina</p> <p>Ableseübungen an Messzylindern</p> <p>Volumenbestimmung unregelmäßig geformter fester Körper mit dem Überlaufgefäß oder Messzylinder</p> <p>→ Heimatkunde/Sachunterricht, Klasse 2, Lernbereich 5, Unbelebte Natur</p> <p>Geradlinige Bewegung, Kreisbewegung, Schwingung</p> <p>Geschwindigkeit als Maß für die Schnelligkeit</p> <p>Je-desto-Aussagen bezüglich Weg, Zeit und Geschwindigkeit</p> <p>Berechnen von Geschwindigkeiten</p> <p>Markante Geschwindigkeiten einiger Körper</p> <p>Ableiten von Folgerungen für das Verhalten der Fußgänger und Radfahrer</p>
--	---

Masse der Körper	Kinderwagen im Bus, Befestigung von Ladungen auf Fahrzeugen, Sicherheitsgurte im Auto
Trägheit als Eigenschaft der Körper	
Bestimmen der Massen	Arten von Waagen, Wägesatz Markante Massen einiger Körper SE Masse von Körpern
Dichte von Stoffen	Dichte einiger Stoffe
$\rho = \frac{m}{V}$	Berechnen der Dichte bei ganzzahligen Volumina Bedeutung der Dichte im Bauwesen und bei Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen
Aufbau der Stoffe aus Teilchen	Belege für den Aufbau der Stoffe aus Teilchen
Bewegung der Teilchen	Teilbarkeit der Stoffe, Diffusion
Kräfte zwischen den Teilchen	Teilchen als kleine Kügelchen
Aufbau von festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen	
Teilchenvorstellung als Modell	
Erklären des Form- und Volumenverhaltens der Körper	
Kapillarität	Bedeutung und Anwendung von Diffusion und Kapillarität
Z Brown'sche Bewegung	

Lernbereich: Thermodynamik 18 Std.

Die Schüler gewinnen einen ersten Einblick in den Gegenstandsbereich der Thermodynamik. Sie lernen, thermische Erscheinungen von anderen physikalischen Phänomenen zu unterscheiden. Die Schüler können das Verhalten der Körper bei Wärmezufuhr beobachten und beschreiben. Durch eigene experimentelle Tätigkeit gewinnen die Schüler Fertigkeiten im Umgang mit Thermometern und üben sich im grafischen Darstellen von Messergebnissen.

Auch in der Thermodynamik erkennen die Schüler das Wirken physikalischer Gesetze und die Möglichkeiten, diese zum Nutzen der Menschen anzuwenden.

Die Schüler empfinden Freude beim Einbringen ihrer Vorkenntnisse und Erfahrungen in den Unterricht und beim geistig-praktischen Tätigsein. Dadurch wird ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Problemen gefördert.

<p>Temperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> Temperaturmessung Celsiuskala Temperatur und Teilchenbewegung SE Temperaturen von Körpern <p>Z Weitere Temperaturskalen</p> <p>Volumenänderung von festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen bei Temperaturänderung</p> <p>Aggregatzustandsänderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schmelzen, Erstarren; Schmelztemperatur Sieden, Kondensieren; Siedetemperatur SE Temperaturverlauf beim Erwärmen von Stoffen <p>Z Anomalie des Wassers</p> <p>Z Destillieren</p> <p>Wärmeübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> Wärmeleitung Wärmeströmung Wärmestrahlung <p>Wärmedämmung</p> <p>Ökonomische und ökologische Bedeutung der Wärmedämmung</p> <p>Z Wärmeübertragung in Natur und Technik</p>	<p>Thermometerarten</p> <p>Aufbau und Wirkungsweise eines Thermometers</p> <p>Markante Temperaturen</p> <p>→ Heimatkunde/Sachunterricht, Klasse 4, Lernbereich 5, Unbelebte Natur</p> <p>Brückenlagerungen, Dehnungsschleifen</p> <p>Ausdehnungsgefäße, Bimetallstreifen</p> <p>SE Volumenverhalten von Körpern bei Temperaturerhöhung</p> <p>Aggregatzustandsänderungen in Natur und Technik</p> <p>Temperatur-Zeit-Diagramme</p> <p>Gute und schlechte Wärmeleiter</p> <p>Warmwasserheizung</p> <p>Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeübertragung</p> <p>Maßnahmen zur Verringerung der Wärmeübertragung</p> <p>Projekt Wärmedämmung (z. B. Modellhaus, Körperbau, Verhalten und Wohnungen der Tiere)</p>
--	--

Klassenstufe 7**Lernbereich: Mechanik 20 Std.**

Die Schüler gewinnen einen Einblick in das Wesen der physikalischen Größe Kraft als Wechselwirkungsgröße. Sie erkennen, dass auf das Vorhandensein von Kräften aus deren Wirkungen geschlossen werden kann. Am Beispiel der Reibung wird den Schülern deutlich, in welcher Weise in der Technik, im Verkehrswesen und im Haushalt physikalische Erkenntnisse angewandt werden. Mit der Arbeit und der Leistung lernen die Schüler physikalische Größen kennen, die über die Mechanik hinaus von Bedeutung sind und das Verständnis des Energiebegriffes erleichtern. Das Ableiten von Folgerungen wird am Beispiel der Gesetze für einzelne kraftumformende Einrichtungen und am Hebelgesetz weiter geübt.

Die Schüler erkennen an Beispielen, dass Experimente in der Physik zum Gewinnen von Messergebnissen und zum Prüfen von Aussagen eingesetzt werden können.

Es wird die Einsicht vertieft, dass erkannte Gesetze bewusst zum Vorteil des Menschen genutzt werden. Die Schüler ziehen daraus Schlussfolgerungen für ihr eigenes Verhalten, z.B. im Straßenverkehr.

Kraft als Wechselwirkungsgröße	Mechanische, magnetische und elektrische Kräfte
Wirkungen der Kraft	Bewegungsänderung, Formänderung
Betrag, Richtung und Angriffspunkt	Fehlerquellen beim Messen von Kräften
Darstellung der Kräfte durch Pfeile	
Gewichtskraft	1 N als Gewichtskraft eines Körpers der Masse von ungefähr 100 g
Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft	Gewichtskraft auf dem Mond und im Raumschiff
Hooke'sches Gesetz	
SE Hooke'sches Gesetz	
Addition von Kräften	Nur Kräfte auf einer Wirkungslinie
Reibung	Ursachen der Reibung, Deuten mit dem Teilchenmodell
Reibungskraft als bewegungshemmende Kraft	
Gleitreibungskraft	Unabhängigkeit der Gleitreibungskraft von der Fläche, Reibungszahlen
Z $F_R = \mu \cdot F_N$	

<i>Haftreibung</i>	Abhängigkeit der Haftreibungskraft von der Fläche
<i>Rollreibung</i>	SE Abhängigkeiten von Reibungskräften, Reibungszahlen Erwünschte und unerwünschte Reibung Maßnahmen zur Verringerung und Vergrößerung der Reibung
Beachtung der Reibung im Straßenverkehr	Beeinflussung des Bremsvorganges durch äußere Gegebenheiten (Glätte, Nässe, verschmutzte Fahrbahnen, Aquaplaning) Projekt Reibung im Straßenverkehr
Mechanische Arbeit $W = F \cdot s$	Hubarbeit Vergleichen von Arbeiten
Kraftumformende Einrichtungen	→ Werken, Klasse 4, Lernbereich 6, Fahrrad als technisches Objekt → Werken, Klassen 2/3, Lernbereich 4, Konstruieren und Montieren von Modellen technischer Objekte Änderung der Richtung der Kraft
<i>Feste Rolle</i> $F_1 = F_2 ; s_1 = s_2$	
<i>Lose Rolle</i> $F_1 = \frac{F_2}{2} ; s_1 = 2 \cdot s_2$	Änderung der Richtung und des Betrages Kraft
<i>Geneigte Ebene</i> $\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l}$	Herleiten der Gleichung für die geneigte Ebene
SE Kraftumformende Einrichtungen	Berechnen von Kräften
Z Flaschenzug	
Z Drehmoment $M = F \cdot l$	
Gleichgewicht am Hebel $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$	Herleiten des Hebelgesetzes
SE Hebelgesetz	

Mechanische Leistung $P = \frac{W}{t}$	Übersicht über Leistungen einiger Fahrzeuge, technischer Geräte, Tiere und Menschen Projekt Kraftumformende Einrichtungen
---	--

Lernbereich: Elektrizitätslehre 23 Std.

Die Schüler erhalten einen ersten Einblick in den Gegenstandsbereich der Elektrizitätslehre. Sie können Strom- und Spannungsmesser schalten, lernen einfache Gesetze der Stromkreise kennen und können diese auf mehrere Bauelemente und Leiterzweige erweitern. Die Schüler nutzen das Modell der Elektronenleitung zur Vorhersage und Deutung der Stromstärkeverhältnisse und des Zusammenhanges von Stromstärke und Spannung.

Dabei wird ihnen bewusst, dass sie ihre Alltagsvorstellungen vom "Stromverbrauch" korrigieren und auch im Bereich der Elektrizitätslehre physikalische Begriffe von den Begriffen der Umgangssprache abgrenzen müssen. Die Schüler erhalten einen ersten Einblick in die Nutzung von Arbeitsverfahren der Physik in der Elektrizitätslehre.

Durch vielfältiges Experimentieren wird ihr Interesse an der Physik gefördert und die Freude am selbständigen Erkennen weiterentwickelt. Die Schüler kennen Gefahren des elektrischen Stromes und wissen, dass sie Sicherheitsbestimmungen einhalten müssen.

Elektrischer Strom im Leben der Menschen Wirkungen des elektrischen Stromes Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom Ladung Ladungstrennung	Historische Entwicklung der Elektrizitätslehre und der Nutzen der Elektrizität Wärmewirkung, magnetische Wirkung, chemische Wirkung, Lichtwirkung Sicherheitsbestimmungen, Befehle Aufbau des Atoms Elektronen als Ladungsträger Erklären der Ladungstrennung SE Ladungstrennung Kräfte zwischen geladenen Körpern
--	---

Unverzweigter und verzweigter Stromkreis	→ Werken 4, Lernbereich 5, Herstellen von Modellen komplexer technischer Objekte
Stromstärke	Gerichtete Bewegung von Elektronen
Modell der Elektronenleitung	Anwenden des Modells der Elektronenleitung zum Vorhersagen bzw. Deuten der Zusammenhänge
Stromstärke im unverzweigten Stromkreis	Kritische Betrachtung des Begriffes „Stromverbraucher“
$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	
Stromstärke im verzweigten Stromkreis	
$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	
SE Stromstärke im unverzweigten und verzweigten Stromkreis	
Spannung	Spannung als Antrieb des Stromes
	Würdigung A. Voltas
	Projekt Galvanische Spannungsquelle
	Erzeugen von Teilspannungen durch Reihenschaltung
Spannung im unverzweigten Stromkreis	
$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	
Spannung im verzweigten Stromkreis	Entwerfen von Schaltungen
$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$	
SE Spannung im unverzweigten und verzweigten Stromkreis	
Ohmsches Gesetz	Anwenden des Modells der Elektronenleitung zur Vorhersage eines Zusammenhanges
$U \sim I$	I-U-Diagramm
Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke	
Elektrische Leistung	Analogie zur mechanischen Leistung
$P = U \cdot I$	

Elektrische Arbeit $W = U \cdot I \cdot t$	Analogie zur mechanischen Arbeit Messen der Arbeit mit dem Kilowattstundenzähler Berechnen von Kosten
---	---

Lernbereich: Energie in Natur und Technik 12 Std.

Die Schüler lernen die Größe Energie kennen und erfahren, dass viele Vorgänge vorteilhaft mit Hilfe des Begriffes Energie beschrieben werden können. Sie erhalten einen ersten Einblick in die Bedeutung des Energieerhaltungssatzes in der Physik. Die Schüler erkennen die Notwendigkeit des sinnvollen Umgangs mit Energie, des Strebens nach hohen Wirkungsgraden und des Nutzens aller verfügbaren Energieformen. Dabei werden sie zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie angeregt und erkennen, dass sie damit einen Beitrag zur Erhaltung der Umwelt leisten.

Energie Energieformen Mechanische Energie Potentielle Energie Z $E = F_G \cdot h$ Kinetische Energie (Je-desto-Aussage) Elektrische Energie Z $E = U \cdot I \cdot t$ Z Energiespeicherung Energieumwandlung Energieübertragung Wirkungsgrad $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{auf}}$ Energieerhaltungssatz	Energie als Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben und Licht auszusenden Mechanische, thermische, elektrische, chemische Energie Akku, Pumpspeicherwerk, Schwungmassen Beispiele aus der belebten und unbelebten Natur und aus der Technik SE Wirkungsgrad Erhöhung des Wirkungsgrades bei mechanischen Vorgängen, z. B. durch Verringerung der Reibung Nutzen von Abwärme Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile
--	--

Z Energieverbundnetze
Energie, Umwelt und Mensch
Alternative und regenerative
Energiequellen

Sparsame und sinnvolle Nutzung
von Energie im Haushalt
Schlussfolgerungen für das eigene
Handeln
Nutzung von Sonnenenergie, Wind-
energie usw.
Projekt Rationelle Nutzung von
Energie
Projekt Alternative Energiequellen
(z. B. Solarzellen, Wasser- und
Windturbinen)

Klassenstufe 8

Lernbereich: Elektrizitätslehre 12 Std.

Die Schüler erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse über den Gleichstromkreis durch die Aneignung des Begriffes elektrischer Widerstand und dessen Deutung mit dem Modell der Elektronenleitung. Sie lernen, die Gesetze des elektrischen Widerstandes im Stromkreis theoretisch herzuleiten und anzuwenden und erkennen die Bedeutung des Gewinnens von Erkenntnissen auf theoretischem Wege. Durch immer selbständigere Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten in der Gruppe werden das kooperative Verhalten und das gewissenhafte Arbeiten der Schüler gefördert. Die Schüler festigen ihre Einsichten über die Gefahren des elektrischen Stromes und verhalten sich entsprechend den Festlegungen.

<p>Elektrischer Widerstand</p> $R = \frac{U}{I}$	<p>Deuten mit dem Modell der Elektronenleitung Berechnen von Widerständen, Spannungen, Stromstärken SE Widerstandsbestimmung</p>
<p><i>Widerstand und Temperatur</i> Widerstandsgesetz</p> $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ <p>Spezifischer Widerstand SE Widerstandsgesetz</p>	<p>Widerstandsthermometer Vergleich von Widerständen aus unterschiedlichem Material</p>
<p>Widerstände im unverzweigten Stromkreis</p> $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	<p>→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Einfacher Stromkreis Theoretisches Herleiten der Gleichung SE Widerstand bei Reihenschaltung Deuten mit dem Modell der Elektronenleitung Verbinden einfacher Berechnungen mit Experimenten Weihnachtsbaumbeleuchtung Vorwiderstand, Messbereichserweiterung von Spannungsmessern</p>
<p>Widerstände im verzweigten Stromkreis</p>	<p>→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Einfacher Stromkreis</p>

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$	Theoretisches Herleiten der Gleichung Deuten mit dem Modell der Elektronenleitung Vergleich des Gesamtwiderstandes mit den Einzelwiderständen Messbereichserweiterung von Strommessern Verbinden einfacher Berechnungen mit Experimenten
SE Widerstand bei Parallelschaltung	
Spannungen und Widerstände im unverzweigten Stromkreis $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	Bauformen und Kennzeichnung Einstellen von Spannungen und Stromstärken Stellbereiche Spannungs- und stromrichtiges Messen
Technische Widerstände Festwiderstände Regelbare Widerstände	
Z Innerer Widerstand von Messgeräten und Spannungsquellen	
Z Potentiometerschaltung	

Lernbereich: Mechanik der Flüssigkeiten und Gase 16 Std.

Die Schüler gewinnen Kenntnisse über die Zustandsgröße Druck am Beispiel des Druckes von Gasen in abgeschlossenen Gefäßen und übertragen diese auf den Druck in Flüssigkeiten und festen Körpern. Dabei lernen die Schüler mechanische Zustände und Vorgänge mit Hilfe von Modellen (Teilchenmodell, Stromlinienmodell) zu deuten. Sie üben sich, beobachtete physikalische Erscheinungen mit Gesetzen zu erklären bzw. zu erwartende Wirkungen vorauszusagen. Dabei bemühen sie sich um eine exakte sprachliche Formulierung. Die Schüler gewinnen die Einsicht, dass in der Praxis häufig zur beobachteten Wirkung mehrere Drücke bzw. Kräfte beitragen.

Sie erschließen sich komplexe Erscheinungen in Natur und Technik durch Denkweisen wie Vereinfachen und Idealisieren.

Den Schülern wird bewusst, dass die Gesetze der Mechanik der Flüssigkeiten und Gase auch für andere Wissenschaften wie Biologie, Meteorologie und Chemie von Bedeutung sind.

Druck der Gase in geschlossenen Gefäßen	Druck als innerer Zustand der Körper
Druck, Druckkraft	Allseitigkeit der Druckausbreitung
Druck und Bewegung der Teilchen	Einheiten: Pascal, Bar
$p = \frac{F}{A}$	Resultierende Kraft bei Druckdifferenzen
Z Gesetz von Boyle-Mariotte	Druckausgleich
$p \cdot V = \text{konstant}$	Druckgasflasche, Druck in Fahrzeugreifen
Druck der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen	Einfluss der Temperatur
Kolbendruck	Allseitigkeit der Druckausbreitung
$Z \quad p = \frac{F}{A}$	Nichtkompressibilität von Flüssigkeiten
Auflagedruck	Deuten mit dem Teilchenmodell
$Z \quad p = \frac{F}{A}$	Hydraulische Presse, Hebebühne, Bremsanlage
Schweredruck in Flüssigkeiten (Je-desto-Aussage)	Vergleichen von Drücken
Schweredruck in Gasen	Skilaufen, Kettenfahrzeuge, Schneidwerkzeuge
Luftdruck und seine Wirkungen	Unabhängigkeit von der Gefäßform
SE Schweredruck	Schweredruck in Technik und Sport
Würdigung O. von Guerickes	Profil von Staumauern
	Form und Festigkeit von Tauchrichtungen
	Verbundene Gefäße in Natur, Haushalt und Technik
	Barometer
	Historische Experimente
	Vakuumverpackungen, Einwecken im Haushalt
	Hoch- und Tiefdruckgebiete
	Entstehung von Luftströmungen in der Atmosphäre

Z Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe	
Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen Auftriebskraft, Abhängigkeiten (Je-desto-Aussage) SE Auftrieb	Ursachen des Auftriebs → Heimatkunde/Sachunterricht, Klasse 1, Lernbereich 5, Unbelebte Natur
Gesetz des Archimedes Schwimmen, Schweben, Sinken, Steigen	Schiffe, Tauchboote, Fische, Luftballons, Bergung gesunkener Schiffe SE Schwimmen, Schweben, Steigen, Sinken
<i>Strömende Flüssigkeiten und Gase</i>	
<i>Stromlinien</i>	
<i>Stromlinienbilder als Modell der Strömung</i>	Stromlinienform von Fahrzeugen
<i>Strömungswiderstand</i>	
<i>Zusammenhang zwischen statischem Druck und Strömungsgeschwindigkeit (Je-desto-Aussage)</i>	Bunsenbrenner, Zerstäuber
<i>Dynamischer Auftrieb in strömenden Flüssigkeiten und Gasen</i>	Entwicklung des Flugwesens Projekt Fliegen
<i>Auftrieb am Tragflügel</i>	

Lernbereich: Thermodynamik 27 Std.

Die Schüler erweitern ihr Wissen über thermische Vorgänge und Erscheinungen durch Kennenlernen weiterer wichtiger Gesetze. Durch das Deuten einiger Zusammenhänge mit Hilfe des Teilchenmodells dringen die Schüler tiefer in das Wesen thermodynamischer Prozesse ein. Sie erkennen die Hauptsätze als grundlegende Erfahrungssätze. Dabei bemühen sie sich um exakte Verwendung wesentlicher Begriffe der Thermodynamik wie Temperatur, thermische Energie und Wärme sowie um die Unterscheidung von Vorgang und Zustand.

Die Schüler können einige Aussagen zu Wärmeerscheinungen quantitativ erfassen und erkannte physikalische Gesetze zur Erklärung von Erscheinungen und Vorgängen in der Natur und Technik anwenden. Bei der experimentellen Arbeit gewinnen sie einen tieferen Einblick in Arbeitsverfahren der Physik.

Temperatur	→ Physik 6, Lernbereich Thermodynamik, Temperatur
absolute Temperatur	

Temperatur und kinetische Energie der Teilchen	Diffusion
Thermisches Verhalten der Körper	
Feste Körper	Volumenänderung fester Körper
Z $\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$	
Ausdehnungskoeffizient	
Flüssigkeiten	
Gase	
SE Wärmezufuhr und Volumenänderung	
Z Gleichung für die Volumenänderung	
Zustandsgleichung für das ideale Gas	Modell des idealen Gases
$\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$	Ableiten spezieller Zustandsänderung
Thermische Energie und Wärme	Unterscheiden von Prozess und Zustand
Thermische Energie	Änderung der thermischen Energie von Körpern ohne Zustandsänderung
Wärme	
$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$	
Spezifische Wärmekapazität	Umwandeln von mechanischer, chemischer, elektrischer Energie in thermische Energie
Wärmequellen	SE Wärmekapazität von Messanordnungen
<i>Thermische Leistung</i>	→ Physik 7, Lernbereich Mechanik, Mechanische Arbeit und mechanische Leistung
Energieübertragung durch Wärmeaustausch	
Wärmeaustausch	Wärmeaustauscher
SE Wärmeaustausch	
Mischen von Flüssigkeiten unterschiedlicher Temperatur	Fehlerquellen bei kalorimetrischen Messungen
	SE Mischungstemperatur
Wärmedämmung	Energetische Betrachtungen
Thermische Energie und Aggregatzustandsänderungen	Deuten der Vorgänge mit dem Teilchenmodell

Schmelzen und Erstarren	
Sieden und Kondensieren	
Verdunsten	
Umwandlungswärme Verdunstungskälte	Energetische Betrachtungen
Abhängigkeit der Siedetemperatur vom Druck	Kompressorkühlschrank
1. Hauptsatz	Schnellkochtopf
2. <i>Hauptsatz</i>	Hauptsätze als Erfahrungssätze
Thermische Energie und mechanische Arbeit	Bedeutung der Hauptsätze
<i>Ottomotor</i>	Historische Entwicklung der Wärmekraftmaschinen
<i>Bau und Wirkungsweise</i>	Würdigung N. Ottos und R. Diesels
<i>Dieselmotor</i>	Wärmekraftwerk, Heizkraftwerk
<i>Bau und Wirkungsweise</i>	Gründe für den geringen Wirkungsgrad
<i>Dampfturbine</i>	Höherer Wirkungsgrad bei Dieselmotor und Dampfturbine durch großen Druck
<i>Bau und Wirkungsweise</i>	Energiebedarf der Welt
Energiebilanz und Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen	Wertigkeit von Energieträgern
Thermische Energie, Umwelt und Mensch	Abwärme und ihre Nutzung
Heizwert verschiedener Brennstoffe	Diskutieren von Lösungsmöglichkeiten
Umweltschäden durch Verbrennungsprozesse	Projekt Alternative Energiequellen (z. B. Biowärme, Sonnenkollektor, Stirlingmotor)
Verantwortung des Menschen für die Umwelt	
Alternative Energiequellen	

Klassenstufe 9

Lernbereich: Elektrizitätslehre 15 Std.

Die Schüler lernen, dass im elektrischen und magnetischen Feld Kräfte auf Probekörper ausgeübt werden. Sie erkennen, dass man wichtige Eigenschaften von Feldern mit Hilfe von Feldlinienbildern darstellen kann. Dabei wird ihre Einsicht in die Nützlichkeit von Modellen gefestigt. Die Schüler wissen, dass die zeitliche Änderung des von einer Spule umfassten Magnetfeldes Bedingung für die Induktion einer Spannung in der Spule ist. Sie kennen das Induktionsgesetz und können es zur Erklärung der Wirkungsweise von Wechselstromgenerator und Transformator anwenden. Mit dem Verständnis der Induktionsvorgänge erwerben die Schüler Voraussetzungen für das spätere Verständnis des Zusammenwirkens elektrischer und magnetischer Felder.

Beim Untersuchen der Leitungsvorgänge in verschiedenen Stoffen erkennen die Schüler Gemeinsamkeiten, und sie verstehen das Wirkprinzip bedeutsamer technischer Anwendungen. Die Schüler festigen ihr experimentelles Können. Sie gewinnen die Einsicht, dass die Erkenntnisse zur Induktion und zu den Leitungsvorgängen das Leben der Menschen wesentlich beeinflusst haben.

Elektrische Ladung	→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Elektrische Ladung
Ladungstrennung durch Berührung und Influenz	Elektronen als Ladungsträger Elektronenmangel Elektronenüberschuss
Kräfte zwischen geladenen Körpern	Kräfte auf geladene und ungeladene Körper SE Körper zwischen elektrisch geladenen Körpern
Elektrisches Feld	Feldlinienbild als Modell des Feldes
Kräfte auf Probekörper	Aussagen über Kräfte, ausgehend von Feldlinienbildern
Feldlinien, Feldlinienbilder	
Feldformen	
Kondensator	Kondensator als Speicher elektrischer Energie
Aufbau und Wirkungsweise	
Z Kapazität eines Kondensators	
Magnete	
Magnetisieren von Eisen	Ausrichtung der Elementarmagnete
Kräfte zwischen Magneten	

Magnetisches Feld	SE Kräfte im Magnetfeld auf Probekörper
Kräfte auf Probekörper	
Feldformen, Feldlinien, Feldlinienbilder	Feldlinienbild als Modell des Feldes Magnetfeld der Erde
Magnetfeld stromdurchflossener Leiter	Zeichnen von Feldlinienbildern Aussagen über Kräfte, ausgehend von Feldlinienbildern
<i>Spule als Elektromagnet</i>	Elektrokran, Relais, Klingel, Sicherungsautomat
<i>Gleichstrommotor (Prinzip)</i>	Notwendigkeit des Umpolens, um eine Drehbewegung zu erzeugen
<i>Kräfte auf bewegte Ladungsträger im Magnetfeld</i>	
Elektromagnetische Induktion	Fahrraddynamo, Tonkopf, Tonabnehmer
Bedingungen	Kopf eines Diskettenlaufwerks
Induktionsgesetz (Je-desto-Aussage)	Unterschiedliche experimentelle Anordnungen zur Induktion
Lenz'sches Gesetz	
Würdigung M. Faradays	
Z Wirbelströme	
Wechselstromgenerator	Physikalisches Prinzip
Aufbau und Wirkungsweise	Innenpolmaschine Entwicklung der Energietechnik
Transformator	Verbindung von Berechnungen mit Experimenten
Aufbau und Wirkungsweise	Klingeltransformator, Schweißtransformator
Spannungsübersetzung	Fernleitung elektrischer Energie
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$	
Stromübersetzung	
$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$	
SE Transformator	

Selbstinduktion <i>Verhalten einer Spule im Gleich- und Wechselstromkreis</i>	Vergleich von Gleich- und Wechselstromwiderstand SE Spule im Gleich- und Wechselstromkreis
Bedeutung der elektromagnetischen Induktion für das Leben der Menschen	Entwicklung der Energietechnik Vorzüge der elektrischen Energie und ihrer Erzeugung gegenüber anderen Energieformen
Leitung in Metallen SE Widerstandsverhalten von Metallen und Halbleitern	→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Elektrische Leitungsvorgänge Herausarbeiten gemeinsamer physikalischer Grundlagen, ausgehend vom Modell der Elektronenleitung
Z Leitung in Flüssigkeiten <i>Leitung in Gasen</i>	Stoßionisation Gasentladungslampen
<i>Leitung im Vakuum</i> <i>Braun'sche Röhre</i>	Glühelektrischer und lichtelektrischer Effekt Oszillografenröhre Fernsehbildröhre
Leitung in Halbleitern Diode Aufbau und Wirkungsweise Gleichrichten von Wechselspannung	Temperaturabhängigkeit SE Halbleiterdiode Gleichrichterschaltung Verstärker und Schalter
Bedeutung der Elektronik für das Leben der Menschen	Einfache elektronische Schaltungen Projekt Elektrisches und elektronisches Regeln

Lernbereich: Mechanik 10 Std.

Die Schüler lernen grundlegende Begriffe und Gesetze der Kinematik und der Dynamik kennen, um mechanische Vorgänge beschreiben und erklären sowie entsprechende Aufgaben lösen zu können. Sie gewinnen einen Überblick über Formen und Erhaltung der mechanischen Energie.

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung Durchschnitts- und Augenblicksgeschwindigkeit; Beschleunigung	Anfahren von Fahrzeugen bei konstanter Kraft
---	--

$$v = a \cdot t ; s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Newton'sche Gesetze

Trägheitsgesetz

Grundgesetz: $F = m \cdot a$

Wechselwirkungsgesetz

Potentielle Energie, kinetische
Energie, Energieerhaltungssatz

Freier Fall mit $a = g$

Raketenantrieb

Rammbär, Pumpspeicherwerk,
Fahrzeuge

Klassenstufe 10**Lernbereich: Mechanische Schwingungen und Wellen 7 Std.**

Die Schüler lernen die Schwingungen als eine weitere Form der Bewegung kennen, mit Hilfe physikalischer Größen beschreiben und grafisch darstellen. Sie können die Gleichung für die Periodendauer interpretieren.

Die Schüler wissen, dass Wellen Energie aber keinen Stoff transportieren und kennen grundlegende Eigenschaften mechanischer Wellen. Sie können aus dem y - t - und dem y - s -Diagramm die entsprechenden Größen ermitteln. An vielen praktischen Beispielen aus der Mechanik und der Akustik wird den Schülern bewusst, dass die physikalischen Erkenntnisse über Schwingungen und Wellen vielfältig genutzt werden.

Merkmale einer Schwingung Amplitude Periodendauer Frequenz Aufzeichnung einer Schwingung y - t -Diagramm Zusammenhang von Periodendauer und Frequenz $f = \frac{1}{T}$ Periodendauer beim Fadenpendel oder Federschwinger $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ oder } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ SE Fadenpendel oder Federschwinger Gedämpfte, ungedämpfte Schwingungen Merkmale mechanischer Wellen y - s -Diagramm Amplitude Frequenz Wellenlänge	Federung von Fahrzeugen, Vibration von Maschinenteilen, schwingende Saiten von Luftsäulen bei Musikinstrumenten Stimmbänder Energieumwandlungen Schwingungsdämpfer Wasserwellen, Seilwellen, Schallwellen, Erdbebenwellen
--	---

Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen $v = \lambda \cdot f$ Z Ultraschall Eigenschaften von Wellen Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz Lärmschutz Z Schallwellen Zusammenhang Frequenz – Tonhöhe Zusammenhang Amplitude - Lautstärke	Energieübertragung Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Medien Maßnahmen zur Schalldämpfung Projekt Schalldämpfung
---	---

Lernbereich: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen 6 Std.

Bei der Untersuchung der Vorgänge im Schwingkreis übertragen die Schüler ihr Wissen über mechanische Schwingungen auf elektrische Erscheinungen.

Die unterrichtliche Behandlung der Hertz'schen Wellen führt sie zu der Einsicht, dass diese für die Kommunikation von besonderer Bedeutung sind und das Leben der Menschen entscheidend beeinflusst haben.

Bei der Erweiterung der Kenntnisse der Schüler über das Licht lernen sie mit der Interferenz eine typische Welleneigenschaft des Lichtes kennen, die mit dem Modell Lichtstrahl nicht erklärbar ist. Dabei wird ihnen bewusst, dass zum Verständnis mancher Naturerscheinungen mehrere Modelle benutzt werden müssen.

Die Behandlung ultravioletten Lichts zeigt den Schülern eine Möglichkeit der Erkenntnisgewinnung bei Phänomenen, die den Sinnesorganen nicht direkt zugänglich sind.

Die Schüler entwickeln ihre experimentellen Fähigkeiten beim Umgang mit optischen Geräten weiter.

Aufbau und Wirkungsweise eines Schwingkreises Abhängigkeit der Frequenz von Spule und Kondensator	Beschreiben der Vorgänge im Schwingkreis Energieumwandlungen im Schwingkreis
--	---

Elektrizitätslehre - Bauelemente	<i>U-I</i> -Diagramm eines Konstantan- drahtes
Elektrizitätslehre - Anwendungen	<i>U-I</i> -Diagramm einer Glühlampe Spannungsübersetzung am unbelas- teten Transformator
Mechanik	Bewegungen
Strahlenoptik	Bilder an Linsen
Thermodynamik	Spezifische Wärmekapazität von Metallen Wärmekapazität von Kalorimeter- gefäßen

Lernbereich: Kernphysik**6 Std.**

Die Schüler lernen Arten, Eigenschaften und Wirkungen der Kernstrahlung sowie Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis kennen. Sie erhalten am Beispiel des Spontanzerfalls einen Einblick in statistische Gesetze. Die Schüler erkennen sowohl die Vorteile der Kernenergie, als auch die Sicherheitsrisiken der Kernreaktoren und die Probleme bei der Entsorgung des radioaktiven Mülls. Es wird die Einsicht der Schüler gefestigt, dass Wissenschaftler, Politiker und jeder einzelne eine große Verantwortung für die Erhaltung der Umwelt tragen.

Stabile und instabile Atomkerne	Entdeckungsgeschichte
Natürliche Radioaktivität	Altersbestimmungen mit Hilfe der Halbwertszeit
Würdigung M. Curies	
Eigenschaften und Wirkungen von Kernstrahlung	Anwendung der Radionuklide in der Technik und Medizin
Durchdringungsfähigkeit	Durchstrahlungs-, Bestrahlungs- und Markierungsverfahren
Ionisierung	
Wirkungen auf lebende Zellen	
Kernreaktor (Prinzip)	
Kernspaltung	
Kettenreaktion	
Strahlenschutz	
Nutzen und Gefahren von Kernreak- toren	Sicherheitsrisiko von Kernreaktoren Entsorgungsprobleme Projekt Kernstrahlung in der Umwelt

Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 9**Lernbereich: Elektrizitätslehre 35 Std.**

Die Schüler lernen, dass im elektrischen und magnetischen Feld Kräfte auf Probekörper ausgeübt werden. Sie erkennen, dass man wichtige Eigenschaften mit dem Feldlinienbild als Modell des jeweiligen Feldes darstellen kann. Dabei wird ihre Einsicht von der Nützlichkeit von Modellen gefestigt. Die Schüler wissen, dass die zeitliche Änderung des von der Spule umschlossenen Magnetfeldes notwendige Bedingung für die Induktion einer Spannung in der Spule ist. Sie kennen das Induktionsgesetz und können es zur Erklärung von Wechselstrom-generator und Transformator anwenden. Mit dem Kennenlernen der Induktionsvorgänge erwerben die Schüler wichtige Voraussetzungen für das spätere Verständnis der Verknüpfung elektrischer und magnetischer Felder.

Die Schüler erkennen Gemeinsamkeiten der Leitungsvorgänge in unterschiedlichen Stoffen und können technische Anwendungen erklären. Sie festigen ihr experimentelles Können und gewinnen die Einsicht, dass die Erkenntnisse zur Induktion und zu den Leitungsvorgängen das Leben der Menschen wesentlich beeinflusst haben.

Elektrische Ladung Ladungstrennung durch Berührung und Influenz	Elektronen als Ladungsträger Ladungstrennung als Elektronenübergang, Elektronenmangel, Elektronenüberschuss
Kräfte zwischen geladenen sowie zwischen geladenen und ungeladenen Körpern	SE Kräfte zwischen elektrisch geladenen Körpern
Elektrisches Feld Kräfte auf Probekörper Feldlinien Feldlinien als Modell des Feldes, Feldformen	Zeichnen von Feldlinienbildern Aussagen über Kräfte, ausgehend von Feldlinienbildern
Elektrische Spannung $Z \quad U = \frac{W}{Q}$	
Bewegte elektrische Ladung Strom, Stromstärke $Z \quad I = \frac{Q}{t}$	→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Stromstärke

Kondensator Aufbau und Wirkungsweise	Kondensator als Speicher elektrischer Energie
Z Kapazität eines Kondensators	Kapazität eines Plattenkondensators
Magnete Magnetisieren von Körpern Kräfte zwischen Magneten	Elementarmagnete
Magnetisches Feld Kräfte auf Probekörper	Ausrichtung der Elementarmagnete SE Kräfte im Magnetfeld auf Probekörper
Feldlinien Feldlinienbild als Modell des Feldes Feldformen Magnetfeld der Erde Magnetfeld stromdurchflossener Leiter <i>Spule als Elektromagnet</i>	Magnetisches Feld als Speicher von Energie Zeichnen von Feldlinienbildern Aussagen über Kräfte, ausgehend von Feldlinienbilder
<i>Gleichstrommotor (Prinzip)</i>	SE Kräfte im Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule Elektrokran, Relais, Klingel Sicherungsautomat
Kräfte auf bewegte Ladungsträger im Magnetfeld	Notwendigkeit des Umpolens, um eine Drehbewegung zu erzeugen Lorentzkraft (Richtungszusammenhang Feld – Strom – Kraft)
Elektromagnetische Induktion Bedingungen	Darstellen des Zusammenhangs von Veränderungen des Magnetfeldes und Verschiebung der Ladungsträger im Leiter
Induktionsgesetz (Je-desto-Aussage)	Unterschiedliche experimentelle Anordnungen zur Induktion SE Induktion
Lenzsches Gesetz Würdigung M. Faradays	
Wirbelströme	Erwärmung, Abbremsen von Bewegungen
Wechselstromgenerator Aufbau und Wirkungsweise	Physikalisches Prinzip Innenpolmaschine Entwicklung der Energietechnik

Transformator	
Aufbau und Wirkungsweise	Verbindung von Berechnungen mit Experimenten
Spannungsübersetzung	Klingeltransformator
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$	
Stromübersetzung	Schweißtransformator
$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$	Fernleitung elektrischer Energie
SE Transformator	
Selbstinduktion	Verlauf der Stromstärke beim Ein- und Ausschalten
<i>Verhalten einer Spule im Gleich- und Wechselstromkreis</i>	Vergleich von Gleich- und Wechselstromwiderstand
<i>SE Spule im Gleich- und Wechselstromkreis</i>	
<i>Bedeutung der elektromagnetischen Induktion für das Leben der Menschen</i>	Entwicklung der Energietechnik
	Vorzüge der elektrischen Energie gegenüber anderen Energieformen
Leitung in Metallen	→ Physik 7, Lernbereich Elektrizitätslehre, Leitungsvorgänge
SE Widerstandsverhalten von Metallen und Halbleitern	Herausarbeiten gemeinsamer physikalischer Grundlagen, ausgehend vom Modell der Elektronenleitung
Z Leitung in Flüssigkeiten Elektrolyse	
Leitung in Gasen	Stoßionisation
Gasentladungslampen	
Leitung im Vakuum	
Glühelektrischer und lichtelektrischer Effekt	
Braun'sche Röhre	Oszillografenröhre, Fernsehbildröhre
Leitung in Halbleitern	Temperaturabhängigkeit
Diode	
Aufbau und Wirkungsweise	
Gleichrichten der Wechselspannung	Gleichrichterschaltung
SE Diode	

<i>Transistor</i>	I_B - I_C -Kennlinie eines Transistors
Wirkungsprinzip	Transistor als Schalter und Verstärker
SE Transistor	Einfache elektronische Schaltungen
Bedeutung der Elektronik für das Leben der Menschen	Projekt Elektrisches und elektronisches Regeln

Lernbereich: Mechanik 30 Std.

Die Schüler lernen grundlegende Begriffe und Gesetze der Kinematik und Dynamik kennen. Ihnen wird bewusst, dass in der Kinematik Vorgänge beschrieben und in der Dynamik erklärt werden. Sie lernen, verstärkt mathematische Mittel zur Beschreibung physikalischer Sachverhalte einzusetzen. Die Schüler erkennen, dass die Gesetze der Mechanik nur unter idealisierten Bedingungen gelten. Gleichzeitig gewinnen sie die Einsicht, dass die Gesetze die Zusammenhänge für viele Zwecke genau genug widerspiegeln. Sie können die Gesetze der Kinematik und Dynamik beim Lösen von Aufgaben anwenden und erkennen, dass energetische Betrachtungen häufig ein einfaches Lösen ermöglichen. Die Schüler gewinnen die Einsicht, dass die physikalischen Größen Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft gut geeignet sind, verschiedenartige Bewegungen systematisch zu beschreiben. Bei der Betrachtung von Kräften, Bewegungen und Energien erfahren die Schüler, dass beobachtete Erscheinungen häufig das Resultat mehrerer gleichzeitig auf den Körper wirkender Einflüsse sind.

<p>Bewegung mit konstantem Betrag der Geschwindigkeit</p> <p>Gleichförmige geradlinige Bewegung</p> $s = v \cdot t$ <p>Gleichförmige Kreisbewegung, Bahngeschwindigkeit</p> <p>Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ $v = a \cdot t$ <p>Beschleunigung</p> <p>Augenblicksgeschwindigkeit</p> <p>Durchschnittsgeschwindigkeit</p>	<p>→ Physik 6, Lernbereich Mechanik, Bewegungen</p> <p>SE Gleichförmige Bewegung</p> <p>Gültigkeit der Gleichung $v = \frac{s}{t}$ auch für den Betrag der Bahngeschwindigkeit bei der gleichförmigen Kreisbewegung</p> <p>Bewegung auf der geneigten Ebene</p> <p>Anfahren von Fahrzeugen bei konstanter Kraft</p>
---	--

Freier Fall	
$s = \frac{g}{2} \cdot t^2$	
$v = g \cdot t$	
Fallbeschleunigung	
SE Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	
Würdigung G. Galileis	
<i>Zusammengesetzte Bewegungen</i>	
<i>Ungestörte Überlagerung von Bewegungen</i>	
<i>Senkrechter Wurf</i>	Berechnungen zum senkrechten Wurf
<i>Waagerechter Wurf</i>	Grafische Darstellungen zum waagerechten und schrägen Wurf
<i>Schräger Wurf</i>	
Kräfte	→ Physik 7, Lernbereich Mechanik, Kräfte
Zusammensetzung und Zerlegung	Grafische Lösungen mit Kräfteparallelogramm
Kräfteparallelogramm	Einfluss des Winkels zwischen den Teilkräften
Newton'sche Gesetze	
Trägheitsgesetz	
Grundgesetz	Kraft und Bewegung
$F = m \cdot a$	
Wechselwirkungsgesetz	Raketenantrieb, Strahlantrieb
Würdigung I. Newtons	
SE Grundgesetz	
Mechanische Arbeit und Energie	Rambär, mechanisches Uhrwerk,
Potentielle Energie	Federschwinger, Pendel, Pumpspeicherwerk
$E = m \cdot g \cdot h$	
Kinetische Energie	
$E = \frac{m}{2} v^2$	

Thermodynamik

Spezifische Wärmekapazität von
MetallenWärmekapazität von Kalorimeter-
gefäßenWirkungsgrad von Wärmequellen

Mathematisch-naturwissenschaftliches Profil, Klassenstufe 10**Lernbereich: Mechanische Schwingungen und Wellen 11 Std.**

Die Schüler lernen die Schwingungen als eine weitere Form der Bewegung kennen, unter Verwendung physikalischer Größen beschreiben und grafisch darstellen. Sie können die Gleichungen für die Periodendauer interpretieren. Die Schüler erkennen, dass bei Übereinstimmung von Eigenfrequenz und Erregerfrequenz Resonanz auftritt und dass man auf diese Weise bei periodischer, geringfügiger Energiezufuhr ungedämpfte Schwingungen erzeugen kann.

Die Schüler wissen, dass Wellen Energie, aber keinen Stoff transportieren und kennen grundlegende Eigenschaften mechanischer Wellen. Sie können y - t - und y - s -Diagramme interpretieren und daraus die entsprechenden physikalischen Größen ermitteln. Die Schüler gewinnen an vielen praktischen Beispielen aus der Mechanik und der Akustik die Einsicht, dass die gewonnenen physikalischen Erkenntnisse über Schwingungen und Wellen vielfältig genutzt werden.

Merkmale mechanischer Schwingung	Federung von Fahrzeugen, Vibration von Maschinen, schwingende Saiten, Membranen von Luftsäulen bei Musikinstrumenten Stimmbänder
Amplitude	
Periodendauer	
Frequenz	
Aufzeichnung einer Schwingung	Experimentelle Möglichkeiten der Aufzeichnung
y - t -Diagramm	
Zusammenhang von Periodendauer und Frequenz	
$f = \frac{1}{T}$	
Periodendauer beim Fadenpendel	
Z $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	
SE Fadenpendel	
Periodendauer beim Federschwinger	
Z $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$	
Entstehung einer Schwingung	
Gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen	
Ursachen der Dämpfung	Schwingungsdämpfer

Eigenschwingungen, erzwungene Schwingungen, Resonanz	
Resonanzkurve	SE Resonanzkurve
Merkmale mechanischer Wellen	Wasserwellen, Seilwellen, Schallwellen, Erdbebenwellen
y-s-Diagramm	
Amplitude	
Frequenz, Wellenlänge	
Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen	
$v = \lambda \cdot f$	
Eigenschaften von Wellen	
Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz	
Schallwellen	Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Stoffen
Zusammenhang Frequenz – Tonhöhe	
Zusammenhang Amplitude – Lautstärke	
Lärmschutz	Maßnahmen zur Schalldämpfung Projekt Schalldämpfung
Z Ultraschall	Orientierung von Tieren, Ultraschall-diagnostik

Lernbereich: Wechselstrom und Hertz'sche Wellen 14 Std.

Die Schüler lernen einige Besonderheiten und Vorzüge des Wechselstromes kennen. Dabei wenden sie ihre Kenntnisse über mechanische Schwingungen, Kondensatoren und Spulen sowie über den Gleichstromkreis an. Sie erkennen, dass im Wechselstromkreis neben dem ohmschen Widerstand weitere Widerstände wirken. Am Beispiel des Wechselstromkreises üben die Schüler das selbstständige Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten. Die Schüler lernen die Vorgänge im geschlossenen Schwingkreis kennen. Aus Experimenten und theoretischen Überlegungen erkennen sie, dass Spule und Kondensator die Frequenz des Schwingkreises bestimmen.

Die Schüler wissen, dass ein Dipol wie ein Schwingkreis elektromagnetische Schwingungen ausführen kann. Sie lernen Entstehung und Eigenschaften Hertz'scher Wellen kennen und können daraus Folgerungen für die praktische Anwendung ableiten. Dabei gewinnen sie die Einsicht, dass die Hertz'schen Wellen für

die Kommunikation von besonderer Bedeutung sind und das Leben der Menschen entscheidend beeinflusst haben.

<p>Wechselstrom</p> <p>Zeitlicher Verlauf von Spannung und Stromstärke</p> <p>Maximal- und Effektivwerte</p> <p>Spulen im Gleich- und Wechselstromkreis</p> <p>Induktivität</p> <p>Z Induktiver Widerstand</p> <p>Kondensatoren im Gleich- und Wechselstromkreis</p> <p>Kapazität</p> <p>Z Kapazitiver Widerstand</p> <p>Z Kondensatoren in der Technik</p> <p>SE Wechselstromwiderstand von Spule und Kondensator</p> <p>Aufbau und Wirkungsweise eines Schwingkreises</p> <p>Abhängigkeit der Frequenz des Schwingkreises von Induktivität und Kapazität</p> <p>Thomson'sche Schwingungsgleichung</p> <p>Z $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$</p> <p>Gedämpfte und ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen</p> <p>Entstehung Hertz'scher Wellen</p> <p>Dipol</p>	<p>Vergleich von Gleich- und Wechselstrom</p> <p>Zusammenhang von Drehzahl des Generators und Frequenz des Wechselstroms</p> <p>SE Spule im Wechselstromkreis</p> <p>SE Kondensator im Wechselstromkreis</p> <p>Glätten von pulsierendem Gleichstrom</p> <p>Trennen von Gleich- und Wechselstrom</p> <p>Beschreiben der Vorgänge</p> <p>Erklären der Wirkungsweise</p> <p>Energieumwandlungen im Schwingkreis</p> <p>Interpretieren der Gleichung</p> <p>Energiebetrachtungen</p> <p>Meißner'sche Rückkopplungsschaltung</p> <p>Antennen als Dipole</p>
---	---

Eigenschaften Hertz'scher Wellen	Energieübertragung durch Hertz'sche Wellen
	Radar
	Erscheinungen an der Ionosphäre
	Überreichweiten von Sendern
Senden und Empfangen Hertz'scher Wellen	SE Einfacher Diodenempfänger
Einfluss der Hertz'schen Wellen auf das Leben der Menschen	Projekt Rundfunkempfänger
Würdigung von H. Hertz	
Z Frequenzbereiche bei Rundfunk und Fernsehen	

Lernbereich: Optik 9 Std.

Die Schüler vertiefen ihre Kenntnisse über die Strahlenoptik und lernen mit Beugung und Interferenz typische Welleneigenschaften des Lichtes kennen. Dabei wird ihnen bewusst, dass zum Verständnis mancher Naturerscheinungen mehrere Modelle genutzt werden müssen.

Die Behandlung des ultravioletten Lichtes zeigt den Schülern eine Möglichkeit der Erkenntnisgewinnung bei Phänomenen, die den Sinnesorganen nicht direkt zugänglich sind.

Mit der Spektralanalyse lernen die Schüler eine Methode kennen, die bei physikalischen, chemischen und astronomischen Untersuchungen eingesetzt wird.

Das Kennenlernen des elektromagnetischen Spektrums soll einen Beitrag leisten, den Schülern erste Vorstellungen über die Einheit der Natur zu vermitteln.

Die Schüler entwickeln ihre experimentellen Fähigkeiten beim Umgang mit optischen Geräten weiter.

Modell Lichtstrahl	Historische Betrachtungen über die Vorstellungen vom Licht
Lichtgeschwindigkeit in unterschiedlichen Medien	Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach Fizeau
Brechungsgesetz	Brechung am Prisma
$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$	
SE Brechungsgesetz	

Strahlenverlauf und Bildentstehung an Sammellinsen	Reelle und virtuelle Bilder
Z Abbildungsgleichung	
Totalreflexion	SE Grenzwinkel der Totalreflexion
	Lichtleitkabel
Farbzerlegung des Lichtes	SE Spektrum
Spektrum	Entstehung eines Regenbogens
Kontinuierliche Spektren, Linienspektren	
Spektralanalyse	
Infrarotes und ultraviolettes Licht	Infrarotstrahler, Höhensonne
	Biologische Wirkungen
	Durchdringungsfähigkeit, Ozonloch
Beugung und Interferenz des Lichtes	
SE Nachweis von Interferenzerscheinungen am Gitter	
Grenzen des Modells Lichtstrahl	Nichterklärbarkeit der Interferenz mit dem Modell Lichtstrahl
Elektromagnetisches Spektrum	Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie technische Anwendungen elektromagnetischer Wellen verschiedener Frequenz
Z Röntgenstrahlung	

Lernbereich: Kernphysik 10 Std.

Die Schüler erweitern ihre Kenntnisse aus dem Physik- und Chemieunterricht über den Bau des Atoms. Sie lernen Arten, Eigenschaften und Wirkungen der Kernstrahlung sowie deren Anwendungsmöglichkeiten kennen. Am Beispiel des Spontanzerfalls wird den Schülern das Wesen statistischer Gesetze bewusst gemacht. Die Schüler erhalten einen Einblick in den Zusammenhang der Entdeckungsgeschichte kernphysikalischer Phänomene und ihrer praktischen Nutzung. Sie erkennen sowohl die Vorteile der Kernenergie als auch die Sicherheitsrisiken der Kernreaktoren und die Probleme bei der Beseitigung des radioaktiven Mülls. Ihnen wird am Beispiel der Kernreaktoren die große Verantwortung von Wissenschaftlern, Politikern und jedes einzelnen für die Erhaltung der Umwelt bewusst.

Atombau Atomkern, Atomhülle	
--------------------------------	--

Protonen, Neutronen, Elektronen	Periodensystem der Elemente Symbolschreibweise
Stabile und instabile Atomkerne	
Natürliche Radioaktivität	Entdeckungsgeschichte
Würdigung M. Curies	
Halbwertszeit	Altersbestimmungen mit Hilfe der Halbwertszeit
Eigenschaften und Wirkungen von Kernstrahlung	
Durchdringungsfähigkeit	Durchstrahlungs-, Bestrahlungs- und Markierungsverfahren
Ionisierung	
Wirkungen auf lebende Zellen	Anwendung der Radionuklide in der Technik und Medizin
<i>Nachweisgeräte (Prinzip)</i>	Zählrohr, Fotoplatte, Nebelkammer
Strahlenschutz	Projekt Kernstrahlung in der Umwelt
<i>Künstliche Kernumwandlung</i>	
Kernspaltung	
Kettenreaktion	Historische Betrachtungen zur Nutzung der Kernenergie
Kernreaktor (Prinzip)	
Nutzen und Gefahren von Kernreaktoren	Sicherheitsrisiko
Entsorgung des radioaktiven Mülls	
<i>Kernfusion</i>	Großer Energievorrat

Lernbereich: Praktikum**11 Std.**

Die Schüler erweitern und vertiefen ihre physikalischen Kenntnisse, indem sie komplexe experimentelle Aufgabenstellungen weitgehend selbständig bearbeiten. Sie üben sich in der Anwendung grundlegender Arbeitsverfahren der Physik und festigen dabei die Einsicht, dass mit diesen bedeutsame Erkenntnisse für die Menschheit gewonnen worden sind. Die Schüler lernen neue und komplexere Geräte zum Experimentieren kennen und können sie variabel einsetzen. Dabei vervollkommen die Schüler ihre Fähigkeiten im Protokollieren und schätzen ihre Messergebnisse im Zusammenhang mit Messfehlern kritisch ein. Sie arbeiten genau, diszipliniert und verantwortungsbewusst und üben sich bei der Arbeit in Gruppen in Hilfsbereitschaft, gegenseitiger Rücksichtnahme und Ehrlichkeit. Die Schüler vertiefen ihre Erkenntnisse über Gefahrenquellen und Möglichkeiten zu deren Verhütung.

Mechanische Schwingungen und Wellen	Gekoppelte Fadenpendel Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schallwelle in Luft
Optik	Brechzahlen Brennweiten von Linsen Aufbau und Wirkungsweise von optischen Geräten Grenzwinkel der Totalreflexion Spektren
Kernphysik	Kernstrahlung verschiedener Stoffe und Körper aus der Umwelt Nachweismethoden der Kernstrahlung
Elektrizitätslehre	Resonanz im Schwingkreis Ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen Einfacher Diodenempfänger Diodenempfänger mit Verstärkerstufe Empfänger mit Einchip-Empfängerschaltkreis

Jahrgangsstufen 11 und 12**Grundkurs 11/I****Lernbereich: Mechanik 45 Std.**

Die Schüler vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse aus der Mechanik. Dabei kommt der mathematischen Durchdringung und der Theoriebildung eine größere Bedeutung als im bisherigen Physikunterricht zu. Die Experimente dienen sowohl der Gewinnung empirischer Daten, an die sich eine systematische Auswertung - auch hinsichtlich möglicher Messfehler - anschließt, als auch der Überprüfung von Hypothesen und Prognosen. In den Schüler- und Praktikumsexperimenten vervollkommen die Schüler ihre experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Die Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung werden wiederholt und gefestigt, und es werden die Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung für beliebige Anfangsbedingungen hergeleitet.

Im Mittelpunkt der Dynamik stehen das Modell des Massenpunktes und die Newton'schen Gesetze.

Die Schüler lernen am Beispiel der mechanischen Energie und des Impulses die Bedeutung von Erhaltungssätzen in der Physik kennen und nutzen diese für das Lösen von physikalisch-technischen Aufgaben.

Die Behandlung der Kreisbewegung und Rotation sowie der mechanischen Schwingungen und Wellen dienen einerseits der Vertiefung grundlegender Begriffe und Gesetze der Mechanik und andererseits der Schaffung von Grundlagen für die Elektrizitätslehre, Optik und Atomphysik.

Durch einen Einblick in die spezielle Relativitätstheorie werden die Schüler auf Gültigkeitsgrenzen der Newton'schen Mechanik aufmerksam gemacht.

In historischen Betrachtungen lernen die Schüler die Entdeckungsgeschichte wichtiger physikalischer Gesetze und deren technische Anwendung kennen. Dabei werden die Leistungen großer Physiker gewürdigt.

Kinematik (8 Std.)

Modell Massenpunkt
Gleichförmige Bewegung

$$v = \frac{s}{t}$$

→ Physik 6, 9, Lernbereich Mechanik

<p><i>Bezugssysteme</i></p> <p>Ungleichförmige Bewegung</p> <p>Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit</p> <p> Beschleunigung</p> <p> Geschwindigkeit und Beschleunigung als Vektoren</p> <p>Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> $s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ $v = a \cdot t + v_0$ <p>Freier Fall</p> <p>Würdigung G. Galileis</p> <p>SE Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> <p>Überlagerung von Bewegungen</p> <p> <i>Superpositionsprinzip</i></p> <p>Geschwindigkeit und Beschleunigung als Vektoren</p> <p>Vektorielle Addition und Zerlegung von Geschwindigkeiten</p> <p>Vertikaler und horizontaler Wurf</p>	<p>Lösungen grafisch und numerisch</p> <p>Berechnungen ohne Luftwiderstand</p> <p>Computersimulation von Wurfbahnen</p>
---	---

Dynamik	(4Std.)
----------------	----------------

<p>Kraft</p> <p> Vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften</p> <p>Newton'sche Gesetze</p> <p> Trägheitsgesetz</p> <p> Grundgesetz</p> $F = m \cdot a$ <p> Wechselwirkungsgesetz</p> <p>Würdigung I. Newtons</p>	
--	--

Arbeit, Energie, Leistung**(5 Std.)**

Mechanische Arbeit Hubarbeit Verschiebungsarbeit $W = F \cdot s \cdot \cos \angle(\vec{F}, \vec{s})$ Spannarbeit Mechanische Energie Potentielle Energie $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ Kinetische Energie $E = \frac{m}{2} \cdot v^2$ Energieerhaltungssatz für mechanische Vorgänge Mechanische Leistung $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	→ Physik 7, Lernbereich Mechanik Interpretieren der Gleichungen und Diagramme Lösen von Aufgaben mit dem Ener- gieansatz
---	--

Impuls**(4 Std.)**

Impuls $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ Impulserhaltungssatz $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2$ Raketenantrieb Stoß Zentraler unelastischer Stoß Zentraler elastischer Stoß	Anwenden des Impulserhaltungs- satzes auf Systeme mit zwei Körpern Triebwerke von Raketen und Flug- zeugen Computersimulation SE Stoß und Impuls
--	---

Kreisbewegung und Rotation**(6 Std.)**

Bewegung eines Massenpunktes auf einer Kreisbahn

Bahngeschwindigkeit

Drehwinkel

Winkelgeschwindigkeit

Winkelbeschleunigung

Gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung

Radialbeschleunigung

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

Radialkraft

$$F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Trägheitsmoment
(Je-desto-Aussage)

Drehmoment

$$Z \quad M = F \cdot r; \quad \vec{F} \perp \vec{r}$$

Beschränkung auf gleichförmige Kreisbewegung

Radialkraft als Kraft, die zur Aufrechterhaltung einer Kreisbewegung erforderlich ist und keine Arbeit verrichtet

Zentrifugalkraft

Kurvenneigung bei Verkehrswegen, Loopingbahn

Kräfte bei rotierenden Maschinenteilen

Analogien zwischen der Translations- und Rotationsbewegung

SE Rotation

Spezielle Relativitätstheorie**(6 Std.)**

Michelson-Experiment

Konstanz der Vakuumlichtgeschwindigkeit

Intertialsysteme

Zeitdilatation

Längenkontraktion

Additionstheorem für Geschwindigkeiten

Relativität der Masse

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Masse-Energie-Beziehung

$$E = m \cdot c^2$$

*Klassische Mechanik als Sonderfall
der relativistischen Mechanik*

Würdigung A. Einsteins

Teilchenbeschleuniger

Massendefekt bei Kernreaktionen

Mechanische Schwingungen und Wellen**(7 Std.)****Merkmale einer Schwingung**

Elongation, Amplitude

Frequenz, Periodendauer

Kreisfrequenz

Harmonische Schwingung

$$y = y_{\max} \cdot \sin \omega t$$

**Voraussetzungen für harmonische
Schwingungen**

$$F = -D \cdot y$$

**Periodendauer beim Federschwinger
und Fadenpendel**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Gedämpfte Schwingungen**Energieumwandlungen im Schwinger**

**Erzwungene Schwingungen und
Resonanz**

Gekoppelte Schwinger

**Chaotische Bewegungen von
Schwingern**

→ Physik 10, Lernbereich Mechanische Schwingungen

Herleiten der Gleichung durch Vergleich von harmonischer Schwingung und Kreisbewegung

SE Fadenpendel, Federschwinger

Computersimulation gedämpfter Schwingungen

<p><i>Merkmale einer Welle</i> <i>Wellenlänge, Frequenz</i> <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit</i> <i>Longitudinalwellen, Transversalwellen</i></p> <p><i>Ausbreitungsgeschwindigkeit</i> $c = \lambda \cdot f$</p> <p><i>Voraussetzungen für das Entstehen mechanischer Wellen</i></p> <p><i>Reflexion</i></p> <p><i>Brechung</i></p> <p><i>Brechungsgesetz</i> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$</p> <p><i>Beugung</i></p> <p><i>Interferenz</i></p> <p>Z Dopplereffekt bei Schallwellen</p>	<p>→ Physik 10, Lernbereich Mechanische Wellen</p> <p>Schallwellen, Seilwellen, Wasserwellen</p> <p>Ausbreitungsgeschwindigkeit in unterschiedlichen Medien</p>
--	---

Praktikum	(5 Std.)
------------------	-----------------

	<p>Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> <p>Fallbeschleunigung</p> <p>Wurf</p> <p>Grundgesetz</p> <p>Elastischer Stoß</p> <p>Unelastischer Stoß</p> <p>Gekoppelte Schwinger</p> <p>Schallgeschwindigkeit</p>
--	---

Grundkurs 11/II**Lernbereich: Elektrizitätslehre 45 Std.**

Die Schüler erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zur Elektrizitätslehre. Dabei werden Vorkenntnisse aus der Mechanik genutzt und Vorleistungen für die Behandlung der Optik und Atomphysik bereitgestellt. Die Schüler lernen Gemeinsamkeiten und Unterschiede elektrischer und magnetischer Felder, auch im Vergleich mit den Gravitationsfeldern, kennen.

Eine Vertiefung erfolgt durch die Einführung feldbeschreibender Größen des elektrischen und magnetischen Feldes sowie durch die quantitative Behandlung des Induktionsgesetzes, der Selbstinduktion und der Wechselstromwiderstände.

Den Schülern wird bewusst, dass elektrische und magnetische Felder Träger von Energie sind. Gemeinsamkeiten, Analogien und Unterschiede dieser Felder werden deutlich gekennzeichnet; dabei wird dem Feldlinienbild als Modell der Felder besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei der Untersuchung der elektromagnetischen Induktion wird den Schülern die enge Verknüpfung von elektrischen und magnetischen Feldern bewusst gemacht.

Zur mathematischen Formulierung des Induktionsgesetzes werden Elemente der Differentialrechnung genutzt.

Ausgehend von ihren Erkenntnissen aus dem Mechanikkurs lernen die Schüler an weiteren Beispielen den Zusammenhang von Beobachtung, Experiment, Hypothese und Theorie kennen. Die Behandlung der technischen Anwendung der elektromagnetischen Induktion und der Hertz'schen Wellen lässt die Schüler erkennen, zu welchen tiefgreifenden Veränderungen diese im Leben der Menschen geführt haben.

Die Schüler werden weiter angeregt und befähigt, technische Prozesse mit ihren physikalischen Kenntnissen zu analysieren sowie ausgehend von ihren Kenntnissen technische Lösungen vorzuschlagen. Sie lernen die elektrische Energie als hochwertige Energieform schätzen und ziehen daraus Schlussfolgerungen für eine angemessene persönliche Nutzung.

Elektrisches Feld 7 Std.)

Ladungen Eigenschaften von Ladungen Nachweismethoden Coulomb'sches Gesetz $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_{rel} \cdot r^2}$	→ Physik 9, 10, Lernbereich Elektrizitätslehre Elektroskop, Galvanometer Analogie zum Gravitationsgesetz
---	--

<p>Elektrisches Feld</p> <p>Nachweis des elektrischen Feldes</p> <p>Feldlinienbilder</p> <p>Elektrische Feldstärke</p> $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$ <p>Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator</p> $E = \frac{U}{d}$ <p>Arbeit im homogenen elektrischen Feld</p> $W = Q \cdot E \cdot s$ <p>Elementarladung</p> <p>Millikanexperiment</p> <p>Kapazität eines Kondensators</p> $C = \frac{Q}{U}$ <p>Kapazität eines Plattenkondensators (Je-desto-Aussage)</p> <p>Beschleunigung geladener Teilchen im elektrischen Feld</p> $Q \cdot U = \frac{m}{2} v^2$	<p>Feldlinienbilder als Modelle</p> <p>Zeichnen und Interpretieren von Feldlinienbildern</p> <p>Historische Entwicklung des Feldbegriffes</p> <p>SE Entladungskurve eines Kondensators</p> <p>Berechnungen zur Bewegung der Teilchen im homogenen elektrischen Feld mit einer Anfangsgeschwindigkeit parallel oder senkrecht zu den Feldlinien</p> <p>Analogie zu Wurfbewegungen</p>
---	--

Magnetisches Feld (8 Std.)

<p>Magnetismus bei Dauermagneten und stromdurchflossenen Spulen</p> <p>Nachweis des magnetischen Feldes</p> <p>Feldlinienbilder</p>	<p>Feldlinienbilder als Modelle</p> <p>Zeichnen und Interpretieren von Feldlinienbildern</p>
---	--

Z Magnetfeld der Erde Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld $F = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \angle(B, l)$	Richtung und Betrag der Kraft
Magnetische Flussdichte $B = \mu_0 \cdot \mu_{\text{rel}} \cdot N \cdot \frac{I}{l}$	Drehspulenmessinstrument
Lorentzkraft $F_L = Q \cdot v \cdot B; \vec{v} \perp \vec{B}$	Richtung und Betrag der Kraft
Ablenkung bewegter Elektronen im homogenen magnetischen Feld Bewegung geladener Teilchen auf einer Kreisbahn $e \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$	
Spezifische Ladung des Elektrons	Projekt Bestimmung von Naturkonstanten

Elektromagnetische Induktion**(7 Std.)**

Induktion einer Spannung im zeitlich konstanten Magnetfeld $U_{\text{ind}} = l \cdot B \cdot v; \vec{B} \perp \vec{v}$ $U_{\text{ind}} = -N \cdot B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t} \text{ mit } A = A_0 \cdot \cos \alpha$	Herleiten der Gleichung
Induktion einer Spannung im zeitlich veränderlichen Magnetfeld $U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$	
Z Magnetischer Fluss $\Phi = B \cdot A$	
Induktionsgesetz Z $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	

Lenz'sches Gesetz Wirbelströme Selbstinduktion $U = -L \cdot \frac{dI}{dt}$ Würdigung M. Faradays Anwendung der Induktion in Generator und Transformator Bedeutung der Induktion für die Energiewirtschaft	Ableiten aus dem Energieerhaltungssatz Bedeutung des Transformators bei der Übertragung von Elektroenergie
---	--

Wechselstromkreis (6 Std.)

<i>Sinusförmige Wechselspannung</i> <i>Effektivwerte von Spannung und</i> <i>Stromstärke</i> <i>Erzeugen von</i> <i>Wechselspannungen</i> <i>Kondensator, Spule und ohmsches</i> <i>Bauelement im Wechselstromkreis</i> <i>Phasenverschiebung</i> <i>Wechselstromwiderstände</i> <i>Leistung im Wechselstromkreis</i> <i>Wirkleistung, Scheinleistung</i>	Bedeutung der Drosselspule als leistungsarmer Wechselstromwiderstand SE Induktivität einer Spule Nutzung unterschiedlicher Wechselstromwiderstände nach praktischen Anforderungen
---	---

Leitungsvorgänge (5 Std.)

<i>Leitungsvorgänge in Metallen</i> <i>Leitungsvorgänge in Halbleitern</i> <i>Aufbau und Wirkungsweise eines</i> <i>Transistors</i> <i>Einfluss der Elektronik auf das Leben</i> <i>der Menschen</i>	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes SE Eigenschaften elektronischer Bauelemente Anwendungen des Transistors
---	---

Elektromagnetische Schwingungen und Wellen (7 Std.)

Vorgänge im Schwingkreis Thomson'sche Schwingungsgleichung $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ Resonanz Prinzip einer Rückkopplungsschaltung <i>Dipol und Hertz'sche Wellen</i> <i>Senden und Empfangen</i> <i>Hertz'scher Wellen</i> <i>Eigenschaften Hertz'scher Wellen</i> <i>Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz</i> <i>Modulation und Demodulation</i>	Resonanzkurven Elektromagnetisches Nah- und Fernfeld Radar Satellitenfernsehen
--	---

Praktikum (5 Std.)

Kennlinien elektrischer und elektronischer Bauelemente Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes Induktivität einer Spule Spezifische Ladung des Elektrons Schwingkreis-Rückkopplung Entladekurve von Kondensatoren Nachweis $Q \sim U$ beim Kondensator Stromverstärkung eines Transistors	
---	--

Grundkurs 12/I**Lernbereich: Optik, Atom- und Kernphysik 45 Std.**

Die Schüler vertiefen ihre Kenntnisse im Bereich der Optik. Sie erweitern ihr Können beim Experimentieren mit Licht. Die Erscheinungen der Beugung und Interferenz lassen ihnen die Grenzen des Modells Lichtstrahl deutlich werden. Die Schüler werden in die Lage versetzt, kontinuierliche Spektren und Linienspektren voneinander zu unterscheiden und deren Entstehung zu erklären. Bei der Bestimmung von Lichtwellenlängen erleben sie, wie diese sehr kleinen Längen auf einfache Weise ermittelt werden können.

Die Schüler vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse über Modelle der Atomhülle und des Atomkerns. Das Welle-Teilchen-Verhalten von Mikroobjekten wird den Schülern am Beispiel der Photonen und der Interferenz von Elektronenstrahlung nahegebracht. Sie werden mit der Einstein'schen Deutung des äußeren lichtelektrischen Effektes vertraut gemacht. Die Schüler begreifen das Wasserstoffspektrum und die Berechnung der Lage der Spektrallinien sowie das Franck-Hertz-Experiment als Bestätigung der Quantentheorie.

Die Schüler wissen, dass der LASER eine Lichtquelle mit außergewöhnlichen Eigenschaften ist. Sie vertiefen ihre Einsicht, dass neben dem sichtbaren Licht, der ultravioletten und infraroten Strahlung auch die Röntgenstrahlung ein Teil des elektromagnetischen Spektrums ist. Die Schüler lernen mehrere Atomkernmodelle kennen, die sich voneinander unterscheiden, aber nebeneinander genutzt werden müssen, um unterschiedliche Eigenschaften der Atomkerne adäquat widerzuspiegeln.

Die Schüler erkennen, dass bei der Spaltung schwerer und der Verschmelzung leichter Kerne Energie frei wird. Die Erläuterung des Prinzips eines Kernreaktors und Kernkraftwerkes wird mit Diskussionen über deren Vorzüge und Probleme verbunden.

Die Schüler vertiefen ihre Einsicht, dass die Physik eine Erfahrungswissenschaft ist und dass die Grundlagen der Modelle und Theorien durch Experimente gesichert sind, obwohl mikrophysikalische Objekte der Wahrnehmung mit den Sinnesorganen direkt nicht zugänglich sind.

Grundlagen der Quantenphysik (5 Std.)

Äußerer lichtelektrischer Effekt Abhängigkeit der kinetischen Energie der Photoelektronen von der Frequenz des Lichtes $E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A$ Welle-Teilchen-Verhalten des Photons Interferenz von Elektronenstrahlung Z Quantenmechanisches Atommodell	Probleme beim Deuten des äußeren lichtelektrischen Effekts mit dem Wellen- und Teilchenmodell Würdigung der Arbeit von M. Planck und A. Einstein als Beginn der modernen Physik
--	--

Physik der Atomhülle (10 Std.)

Spektren kontinuierliches Spektrum Linienspektrum Infrarote und ultraviolette Strahlung Bohr'sches Atommodell Energieniveaus beim Wasserstoffatom $E_n = -R_y \cdot h \cdot \frac{1}{n^2}$ Spektrum des Wasserstoffatoms $f = R_y \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ Franck-Hertz-Experiment LASER und LASER-Strahlung	Spektralanalyse Ozonloch Historische Entwicklung der Atommodelle Kritische Betrachtung des Bahnbegriffs LASER-Strahlung in Wissenschaft, Technik und Medizin
---	--

Kernphysik (13 Std.)

Kernmodelle Kernkraft, Coulombkraft	→ Physik 10, Lernbereich Kernphysik Notwendigkeit der Verwendung mehrerer Modelle
--	--

Radioaktivität	Würdigung der Leistungen H. Becquerels und M. und P. Curies	
Alphastrahlung		
Gammastrahlung		
Neutronenstrahlung		
Reaktionsgleichungen		
Wechselwirkungen verschiedener Strahlungen mit Stoff		
Streuung		
Absorption		
Strahlenschutz		Projekt Strahlungsbelastung der Umwelt
Nachweisgeräte für Kernstrahlung		
Zählrohr		
Nebelkammer		
Zerfallsreihen		
Künstliche Kernumwandlungen		
Aktivierung		
Kernspaltung	Entdeckung der Kernspaltung durch O. Hahn und F. Strassmann	
Massendefekt		
$\Delta m = m_K - Z \cdot m_p - N \cdot m_N$		
Bindungsenergie		
$E_B = \Delta m \cdot c^2$		
Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Massenzahl		
Kettenreaktion		
<i>Kernreaktor</i>	Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise	
<i>Kernkraftwerk</i>	Entsorgung des radioaktiven Mülls	
<i>Energieumwandlungen</i>		
Kernfusion	Perspektiven	
Mensch, Kraftwerke, Umwelt		

Praktikum

(5 Std.)

	Dispersionskurve eines Prismas Wellenlänge von Licht und Gitterkonstante Äußerer lichtelektrischer Effekt, Planck'sches Wirkungsquantum Moleküldurchmesser, Ölfleckmethode Kernphysikalische Strahlungsdetektoren
--	--

Grundkurs 12/II**Lernbereich: Thermodynamik 30 Std.**

Die Schüler erkennen, dass Eigenschaften und Verhalten thermodynamischer Systeme sowohl mit der phänomenologischen Betrachtungsweise als auch mit Hilfe des Modells vom Aufbau der Stoffe aus Teilchen erfasst werden können. Sie erfahren, wie Gesetze der phänomenologischen Thermodynamik durch kinetisch-statistische Betrachtungen auf der Grundlage eines einfachen Modells hergeleitet werden können.

Die Schüler werden in die Lage versetzt, die Grundgleichung der kinetischen Gastheorie zu interpretieren.

Sie erkennen, dass die Hauptsätze der Thermodynamik allgemeine Erfahrungssätze sind, die das Verhalten thermodynamischer Systeme beschreiben.

Die Schüler erfahren, wie der 2. Hauptsatz der Thermodynamik mit den Begriffen reversibler und irreversibler Vorgang qualitativ formuliert und welcher Wirkungsgrad bei Wärmekraftmaschinen erreicht werden kann.

Sie gewinnen die Einsicht, dass diese Erkenntnisse zielgerichtet bei der Konstruktion von Wärmekraftmaschinen genutzt werden, damit ein wirksamer Beitrag zum Schutz der Umwelt geleistet wird, der jedoch noch nicht befriedigen kann.

Die Schüler lernen, wie die Gleichungen für spezielle reversible Zustandsänderungen des idealen Gases aus der allgemeinen Zustandsgleichung gewonnen werden können.

Phänomenologische Betrachtung (15 Std.)

Zustandsgrößen Druck, Volumen, Temperatur, innere Energie	→ Physik 8, Lernbereich Thermodynamik
Volumenänderung von Körpern $\Delta V = \gamma \cdot V \cdot \Delta T$	Berücksichtigung in der Technik
Allgemeine Gasgleichung $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$	Stoffabhängigkeit von R
Prozessgrößen Wärme, Volumenarbeit	Berechnen der Volumenarbeit durch Anwenden der Integralrechnung

1. Hauptsatz der Thermodynamik

$$\Delta U = Q + W_{\text{mech}}$$

Isochore, isobare, isotherme und
adiabatische Zustandsänderungen
Zustandsdiagramme

*Zustandsänderungen in
Wärmekraftmaschinen*

Kreisprozesse

Z Zustandsgleichung für reale Gase

Umweltbelastung durch
Wärmekraftmaschinen, Probleme und
Lösungen

Reversible und irreversible Vorgänge

2. Hauptsatz der Thermodynamik

Wirkungsgrad realer und idealer
Wärmekraftmaschinen

$$Z \quad \eta_{\text{max}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Würdigung R. Mayers und J. P. Joules
Unmöglichkeit der Konstruktion eines
Perpetuum mobile 1. Art
Aufstellen von Energiebilanzen

Computersimulation von Zustands-
änderungen

Zustandsänderungen im Viertakt-
Dieselmotor

Projekt Wärmekraftmaschinen, Wir-
kungsgrade und Umweltbelastung

Formulierung ohne Entropie Unmög-
lichkeit der Konstruktion eines Perpe-
tuum mobile 2. Art

Kinetisch-statistische Betrachtung**(15. Std.)**

Modell ideales Gas

Energieverteilung der Teilchen des
idealen Gases

Brown'sche Bewegung

Diffusion

*Abhängigkeit der
Diffusionsgeschwindigkeit von der
Masse der Teilchen und der
Temperatur des Gases*

Kinetisch-statistische Deutung der
Zustandsgrößen

→ Physik 6, Lernbereich Thermody-
namik

Teilchenmodell vom Aufbau der Stoffe

Real- und Modellexperimente

Absoluter Nullpunkt der Temperatur

Grundgleichung der kinetischen Gastheorie

$$Z \quad p \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot \bar{E}_{\text{kin}}$$

Avogadro'sche Zahl

$$Z \quad \bar{E}_{\text{kin}} \sim T$$

$$Z \quad \bar{E}_{\text{kin}} = \frac{3}{2} k \cdot T \text{ für einatomige Gase}$$

Energieverteilung der Teilchen

Phänomenologische und kinetisch-statistische Betrachtung von Aggregatzustandsänderungen

Schmelzen und Erstarren

Sieden und Kondensieren

Verdunsten

Herleitung mit vereinfachtem Modell

SE Ölfleck-Experiment

Qualitative Erörterungen

Erklären der Vorgänge aus kinetisch-statistischer Sicht

SE Spezifische Schmelz- und spezifische Verdampfungswärme

Leistungskurs 11/I**Lernbereich: Mechanik****75 Std.**

Die Schüler vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse aus der Mechanik. Während im vorangegangenen Physikunterricht die Erkenntnisse weitgehend durch Auswertung von Beobachtungen und Experimenten gewonnen wurden, steht jetzt die mathematische Durchdringung als wichtiges Element der Auswertung und Theoriebildung im Vordergrund. Dabei kommt dem deduktiven Ableiten eine große Bedeutung zu. Die Schüler werden befähigt, auch umfangreichere Herleitungen zu verstehen, nachzuvollziehen und an einfachen Beispielen selbständig auszuführen.

Die Experimente finden im stärkeren Maße zum Überprüfen von Hypothesen und Prognosen Einsatz. In Form von Schülerexperimenten und Praktikumsexperimenten dienen sie gleichzeitig der Vervollkommnung der experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dabei werden dem Messprozess und den Messfehlern besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit beliebigen Anfangsbedingungen werden hergeleitet und auf den Wurf angewandt.

Im Mittelpunkt der Dynamik des Massenpunktes stehen die Newton'schen Gesetze.

Als weitere grundlegende und über das Stoffgebiet Mechanik hinaus bedeutsame physikalische Größen werden die Arbeit und die Energie vertieft sowie der Impuls eingeführt.

Am Beispiel der mechanischen Energie und des Impulses lernen die Schüler das Anwenden von Erhaltungssätzen zum Lösen vielfältiger Aufgaben und zum Erklären von Sachverhalten kennen. Bei der Formulierung der Gesetze der Kreisbewegung und der Rotation starrer Körper werden ihnen die Analogien zur Mechanik der geradlinigen Bewegung bewusst gemacht.

Bei der Behandlung der Gravitation erkennen die Schüler, wie durch das Auswerten empirischer Daten physikalische Gesetze gewonnen werden und diese bei der Erklärung von Erscheinungen und Vorausberechnung von Ereignissen Anwendung finden können.

Die Untersuchung der mechanischen Schwingungen und mechanischen Wellen dient einerseits der Vertiefung grundlegender Begriffe und Gesetze der Mechanik und andererseits der Schaffung von Grundlagen für die Elektrizitätslehre, Optik und Atomphysik.

Durch historische Betrachtungen erhalten die Schüler einen Einblick in die Entdeckung physikalischer Gesetze sowie deren technische Anwendung. Dabei werden Leistungen großer Physiker gewürdigt.

Kinematik (10 Std.)

<p>Modell Massenpunkt Gleichförmige Bewegung</p> $v = \frac{s}{t}$ <p>Bezugssysteme Relativitätsprinzip Ungleichförmige Bewegung Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit Beschleunigung Geschwindigkeit und Beschleunigung als Vektoren Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> $s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ $v = a \cdot t + v_0$ <p>Freier Fall SE Gleichmäßig beschleunigte Bewegung Würdigung G. Galileis Überlagerung von Bewegungen Superpositionsprinzip Vektorielle Addition und Zerlegung von Geschwindigkeiten Vertikaler und horizontaler und schräger Wurf Wurfparabel</p>	<p>→ Physik 6, 9, Lernbereich Mechanik</p> <p>Gewinnen des Weg-Zeit-Gesetzes durch grafische Integration Interpretation der Terme</p> <p>Nutzung moderner Messverfahren in Experimenten</p> <p>Berechnungen ohne Luftwiderstand Computersimulation von Wurfbahnen mit und ohne Luftwiderstand</p>
---	---

Dynamik**(5 Std.)**

<p>Kraft</p> <p>Vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften</p> <p>Newton'sche Gesetze</p> <p>Trägheitsgesetz</p> <p>Grundgesetz</p> $F = m \cdot a$ <p>Wechselwirkungsgesetz</p> <p>Würdigung I. Newtons</p> <p>Kräfte in beschleunigten Bezugssystemen</p> <p>Inertialsysteme</p>	<p>→ Physik 7, Lernbereich Mechanik</p> <p>Darstellen an statischen Beispielen</p> <p>Grafische und numerische Lösung</p> <p>SE Grundgesetz</p>
--	--

Arbeit, Energie, Leistung**(10 Std.)**

<p>Mechanische Arbeit</p> <p>Arbeit bei vom Weg unabhängigen Kräften, die nicht in Wegrichtung wirken</p> $W = F \cdot s \cdot \cos \angle(\vec{F}, \vec{s})$ <p>Hubarbeit</p> <p>Reibungsarbeit</p> <p>Arbeit bei wegabhängigen Kräften</p> <p>Spannarbeit</p> $W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$	<p>→ Physik 7, Lernbereich Mechanik</p> <p>Interpretieren der Gleichungen und Diagramme</p> <p>Gewinnen durch grafische Integration</p>
---	---

<p>Mechanische Energie</p> <p>Potentielle Energie</p> $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ <p>Kinetische Energie</p> $E = \frac{m}{2} \cdot v^2$ <p>Rolle der Bezugssysteme bei der Bestimmung der Energie</p> <p>Energieerhaltungssatz für mechanische Vorgänge</p> <p>Mechanische Leistung</p> $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	<p>Lösen von Aufgaben mit dem Energieansatz</p>
--	---

Impuls (8 Std.)

<p>Impuls</p> $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ <p>Impulserhaltungssatz</p> $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2$ <p>Raketenantrieb</p> <p>Stoß</p> <p style="padding-left: 20px;">Zentraler unelastischer Stoß</p> <p style="padding-left: 20px;">Ballistisches Pendel</p> <p style="padding-left: 20px;">Zentraler elastischer Stoß</p> <p style="padding-left: 20px;">Reflexion an fester Wand</p>	<p>Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf Systeme mit mehreren Körpern</p> <p>Triebwerke von Raketen und Flugzeugen</p> <p>Beschränkung der Berechnungen auf Systeme mit zwei Massenpunkten</p> <p>Herleiten der Gleichung für die Geschwindigkeit und kinetische Energie nach dem Stoß</p> <p>Computersimulation</p> <p>Spezialfälle: $m_1 = m_2$; $m_1 \ll m_2$</p> <p>SE Stoß und Impuls</p>
---	--

Kreisbewegung und Rotation**(6 Std.)**

Bewegung eines Massenpunktes auf einer Kreisbahn

Bahngeschwindigkeit
 Winkelgeschwindigkeit
 Winkelbeschleunigung
 Tangential- und
 Radialbeschleunigung

$$\sigma = \frac{\alpha}{2} t^2 + \omega_0 \cdot t + \sigma_0$$

$$\omega = \alpha \cdot t + \omega_0$$

Gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung

Radialbeschleunigung

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

Radialkraft

$$F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Zentrifugalkraft

Z Zentrifuge

Radialkraft als Kraft, die zur Aufrechterhaltung einer Kreisbewegung erforderlich ist und keine Arbeit verrichtet
 Kurvenneigung bei Verkehrswegen,
 Loopingbahn

Kräfte bei rotierenden Maschinenteilen

Zentrifugalkraft als Kraft, die ein mitbewegter Beobachter wahrnimmt

Rotation**(5 Std.)**

Modell starrer Körper

Trägheitsmoment

Drehmoment

$$M = F \cdot r; \vec{F} \perp \vec{r}$$

Grundgesetz der Rotation

$$M = J \cdot \alpha$$

Nutzen der Gleichungen für Trägheitsmomente von Kugel und Zylinder ohne Herleitung

Rollender Körper auf geneigter Ebene
 SE Rotation

Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$ Drehimpuls $L = J \cdot \omega$ Z Erhaltung des Drehimpulses beim Kreisel	Analogien zwischen Gleichungen für die Translations- und Rotationsbewegung
--	--

Himmelsmechanik**(4 Std.)**

<i>Gravitationsgesetz</i> $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ <i>Historisches Experiment zur Bestimmung der Gravitationskonstanten</i> <i>Gravitationsfeld</i> <i>Gravitationspotential</i> <i>Berechnung astronomischer Daten</i>	→ Astronomie 10, Lernbereich 2, Das Planetensystem Durchmesser von Satelliten- und Planetenbahnen Massen von Himmelskörpern Fluchtgeschwindigkeiten
<i>Kepler'sche Gesetze</i>	Herleitung des 3. Kepler'schen Gesetzes für den Näherungsfall der Kreisbahn Computersimulation von Planeten- und Satellitenbahnen
<i>Erhaltung der mechanischen Energie und des Drehimpulses bei Planetenbahnen</i> <i>Würdigung J. Keplers</i>	

Ausblick auf die spezielle Relativitätstheorie**(2 Std.)****Masse-Energie-Beziehung**

$$E = m \cdot c^2$$

Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse**Gesetze der klassischen Physik als Sonderfall für $v \ll c$** **Mechanische Schwingungen****(6 Std.)****Merkmale einer Schwingung***Elongation, Amplitude**Frequenz, Periodendauer*

Kreisfrequenz

Harmonische Schwingung

$$y = y_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t$$

Voraussetzungen für harmonische Schwingungen

$$F = -D \cdot y$$

Periodendauer beim Federschwinger und Fadenpendel

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Energieumwandlungen im Schwinger**Z Gesamtenergie eines Schwingers****Gedämpfte Schwingungen****Dämpfung**

→ Physik 10, Lernbereich Mechanische Schwingungen

Herleiten der Gleichung durch Vergleich von harmonischer Schwingung und Kreisbewegung

SE Fadenpendel, Federschwinger

Ganggenauigkeit von Pendeluhr
Projekt Geschichte der Zeitmessung

Computersimulation gedämpfter Schwingungen

Aperiodischer Grenzfall

Anwendung bei Schwingungsdämpfern und Zeigermessinstrumenten

Erzwungene Schwingungen und Resonanz Resonanzkurve Gekoppelte Schwinger Chaotische Bewegungen von Schwingern	Aufnahme einer Resonanzkurve SE Gekoppelte Federschwinger
---	--

Mechanische Wellen (9 Std.)

<p>Merkmale einer Welle Wellenlänge, Frequenz Ausbreitungsgeschwindigkeit Longitudinalwellen, Transversalwellen Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$</p> <p>Z $y = y_{\max} \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$</p> <p>Superposition von Transversalwellen Interferenzerscheinungen in Abhängigkeit von der Phasendifferenz bei Wellen gleicher Amplitude und Frequenz Schwebungen Stehende Wellen</p>	<p>→ Physik 10, Lernbereich Mechanische Wellen</p> <p>Schallwellen, Seilwellen, Wasserwellen Ausbreitungsgeschwindigkeit in unterschiedlichen Medien</p> <p>Seilwellen</p> <p>Additionstheoreme ohne Herleitung nutzen Nachweis bei Schallwellen und Seilwellen Reflexion am losen und festen Ende Projekt Funktionsprinzip von Musikinstrumenten</p>
---	---

<p>Interferenz zweier Kreiswellen</p> <p>Interferenzminimum, Interferenzmaximum</p> $\sin \alpha_{\min} = \frac{2n+1}{2} \cdot \frac{\lambda}{d}$ $\sin \alpha_{\max} = n \cdot \frac{\lambda}{d}$ <p>Huygens'sches Prinzip</p> <p>Beugung</p> <p>Brechungsgesetz</p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$ <p>Dopplereffekt</p> $\Delta f = \pm f \cdot \frac{v}{c}$	<p>Herleiten mit dem Huygens'schen Prinzip</p> <p>Frequenzänderung bei sich näherndem und sich entfernendem Beobachter</p> <p>Dopplereffekt bei Lichtwellen, Rotverschiebung</p>
--	--

Praktikum (10 Std.)

	<p>Gleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> <p>Fallbeschleunigung</p> <p>Wurf</p> <p>Grundgesetz</p> <p>Elastischer Stoß</p> <p>Unelastischer Stoß</p> <p>Gekoppelte Schwinger</p> <p>Schallgeschwindigkeit</p> <p>Trägheitsmoment</p>
--	--

Leistungskurs 11/II**Lernbereich: Elektrizitätslehre 75 Std.**

Die Kenntnisse der Schüler auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre werden erweitert und vertieft. Einerseits werden dabei die Vorkenntnisse aus der Mechanik genutzt, andererseits werden notwendige Vorleistungen für die Behandlung der Optik und der Atomphysik bereitgestellt.

Mit dem Coulomb'schen Gesetz lernen die Schüler eine körperbezogene quantitative Beschreibung der Kräfte zwischen elektrischen Ladungen - in Analogie zum Gravitationsgesetz - kennen. Die Schüler erkennen, dass die feldbezogene Betrachtungsweise durch die Einführung geeigneter physikalischer Größen eine quantitative Beschreibung der elektrischen bzw. magnetischen Vorgänge und Erscheinungen ermöglicht.

Am Beispiel der magnetischen Flussdichte, des magnetischen Flusses und der magnetischen Feldstärke erkennen die Schüler, dass es zweckmäßig ist, mehrere physikalische Größen zur Beschreibung ein- und desselben Phänomens - des Magnetismus - einzuführen.

Den Schülern wird bewusst, dass elektrische und magnetische Felder Träger von Energie sind. Gemeinsamkeiten, Analogien und Unterschiede dieser Felder werden deutlich gekennzeichnet; dabei wird dem Feldlinienbild als Modell der Felder besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei der Untersuchung der elektromagnetischen Induktion wird den Schülern die enge Verknüpfung von elektrischen und magnetischen Feldern bewusst gemacht. Zur mathematischen Formulierung des Induktionsgesetzes werden Elemente der Differentialrechnung genutzt.

An Beispielen, wie der Ablenkung von Ladungsträgern und stromdurchflossenen Leitern im Magnetfeld, dem Halleffekt und Erscheinungen der elektromagnetischen Induktion, erkennen die Schüler, wie eine physikalische Erscheinungen der elektromagnetischen Induktion, erkennen die Schüler, wie eine physikalische Erscheinung (Ablenkung eines bewegten Ladungsträgers im magnetischen Feld) in verschiedenen Formen auftreten kann.

Die Behandlung der technischen Anwendung der elektromagnetischen Induktion und der Hertz'schen Wellen lässt die Schüler erkennen, zu welchen tiefgreifenden Veränderungen diese im Leben der Menschen geführt haben.

Die Schüler lernen die elektrische Energie als hochwertige Energieform schätzen und ziehen daraus Schlussfolgerungen für eine angemessene persönliche Nutzung.

Elektrisches Feld**(12 Std.)**

<p>Ladungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften von Ladungen Nachweismethoden Kräfte zwischen Ladungen <p>Coulomb'sches Gesetz</p> $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_{\text{rel}} \cdot r^2}$ <p>Elektrisches Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> Nachweis des elektrischen Feldes Feldlinienbilder <p>Elektrische Feldstärke</p> $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$ <p>Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator</p> $E = \frac{U}{d}$ <p>Arbeit im homogenen elektrischen Feld</p> $W = Q \cdot E \cdot s$ <p>Elementarladung</p> <p>Millikanexperiment</p> <p><i>Spannung als Potentialdifferenz</i></p> <p><i>Influenz, dielektrische Polarisierung</i></p>	<p>→ Physik 9, 10, Lernbereich Elektrizitätslehre</p> <p>Elektroskop, Galvanometer</p> <p>Analogie zum Gravitationsgesetz</p> <p>Feldlinienbilder als Modelle</p> <p>Zeichnen und Interpretieren von Feldlinienbildern</p> <p>Historische Entwicklung des Feldbegriffes</p> <p>Arbeit im elektrischen Radialfeld mittels grafischer Integration</p> <p>Vergleich zum Gravitationspotential</p> <p>Erklären der Erscheinung als Folge der Wirkung elektrischer Kräfte</p>
--	--

Kapazität eines Kondensators $C = \frac{Q}{U}$	SE Entladungskurve eines Kondensators
Kapazität eines Plattenkondensators $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_{rel} \cdot \frac{A}{d}$	
Energie eines geladenen Kondensators $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$	Berechnung zur Bewegung der Teilchen im homogenen elektrischen Feld mit einer Anfangsgeschwindigkeit parallel oder senkrecht zu den Feldlinien Analogie zu Wurfbewegungen
Beschleunigung geladener Teilchen im elektrischen Feld $Q \cdot U = \frac{m}{2} v^2$	

Magnetisches Feld (12 Std.)

Magnetismus bei Dauermagneten und stromdurchflossenen Spulen Nachweis des magnetischen Feldes Feldlinienbilder	Feldlinienbilder als Modelle Zeichnen und Interpretieren von Feldlinienbildern
Z Magnetfeld der Erde Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld $F = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \angle(B, l)$	Richtung und Betrag der Kraft Dreifingerregel der rechten Hand Drehspulmessinstrument
Magnetische Flussdichte $B = \mu_0 \cdot \mu_{rel} \cdot N \cdot \frac{I}{l}$	
Lorentzkraft $F_L = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{v}, \vec{B})$	Richtung und Betrag der Kraft Berechnen von Kräften auf $B \perp v$ beschränken

<p>Ablenkung bewegter Elektronen im homogenen magnetischen Feld Bewegung geladener Teilchen auf einer Kreisbahn $e \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$</p> <p>Spezifische Ladung des Elektrons</p> <p>Bewegung von geladenen Teilchen im kombinierten elektrischen und magnetischen Feld Halleffekt $U_H = \frac{I \cdot B}{n \cdot e \cdot d}$</p> <p>Magnetfeld einer langen dünnen Spule Magnetische Feldstärke $H = I \cdot \frac{N}{l}$</p> <p>Zusammenhang von magnetischer Flussdichte und magnetischer Feldstärke $B = \mu_0 \cdot \mu_{\text{rel}} \cdot H$</p> <p>Ferromagnetische Stoffe Hystereseschleife</p> <p>Z Diamagnetische und paramagnetische Stoffe</p> <p>Z Schraubenförmige Bahnen bei schräg einfallenden Teilchen</p> <p>Z Zyklotron, Massenspektrograf</p> <p>Z Strahlungsgürtel der Erde</p>	<p>Projekt Bestimmung von Naturkonstanten</p> <p>Hallsonde</p> <p>SE Feldstärke einer stromdurchflossenen Spule</p> <p>Elementarmagnete Interpretieren der Hystereseschleife Phänomenologische Deutung</p>
--	--

Elektromagnetische Induktion**(10 Std.)**

Induktion einer Spannung im zeitlich konstanten Magnetfeld

$U_{\text{ind}} = l \cdot B \cdot v ; \quad \vec{B} \perp \vec{v}$	Herleiten der Gleichung
$U_{\text{ind}} = -N \cdot B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad \text{mit } A = A_0 \cdot \cos \alpha$	
Induktion einer Spannung im zeitlich veränderlichen Magnetfeld	
$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$	
Magnetischer Fluss	
$\Phi = B \cdot A$	
Induktionsgesetz	
$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	
Lenz'sches Gesetz	Ableiten aus dem Energieerhaltungssatz
Wirbelströme	
Selbstinduktion	
$U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$	
Induktivität einer langen dünnen Spule	
$L = \mu_0 \cdot \mu_{\text{rel}} \cdot A \cdot \frac{N^2}{l}$	
Würdigung M. Faradays	
Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule	Analogien und Unterschiede von elektrischen und magnetischen Feldern
$E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$	
Anwendung der Induktion in Generator und Transformator	Bedeutung des Transformators bei der Übertragung von Elektroenergie
Bedeutung der Induktion für die Energiewirtschaft	

Wechselstromkreis**(10 Std.)**

Sinusförmige Wechselspannung

$$u = u_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t$$

Effektivwerte von Spannung und Stromstärke

Erzeugen von Wechselspannungen

Kondensator, Spule und ohmsches Bauelement im Wechselstromkreis

Phasenverschiebung

$$i = i_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t - \varphi)$$

Wechselstromwiderstände:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$X_L = \omega \cdot L;$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Reihen- und Parallelschaltung von Spulen, Kondensatoren und ohmschen Bauelementen

Zeigerdiagramme

SE Induktivität einer Spule

Leistung im Wechselstromkreis

Wirkleistung, Scheinleistung

Bedeutung der Drosselspannung als leistungsarmer Wechselstromwiderstand

Nutzung unterschiedlicher Wechselstromwiderstände nach praktischen Anforderungen

Leitungsvorgänge**(9 Std.)**

Leitungsvorgänge in Metallen

Ladungsträgerdichte

Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger

Leitungsvorgänge in Halbleitern

Aufbau und Wirkungsweise eines bipolaren oder unipolaren Transistors

Temperaturabhängigkeit des Widerstandes

SE Eigenschaften elektronischer Bauelemente

Einfluss der Elektronik auf das Leben der Menschen	Anwendungen des Transistors
Z Supraleitung	

Elektromagnetische Schwingungen und Wellen (12 Std.)

Vorgänge im Schwingkreis Thomson'sche Schwingungsgleichung	Analogie zum Federschwinger
$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$	
Resonanz	Resonanzkurve
Prinzip einer Rückkopplungsschaltung	
Dipol und Hertz'sche Wellen	
Eigenfrequenzen eines Dipols	Analogie zur beidseitig eingespannten Schraubenfeder
Senden und Empfangen	Elektromagnetisches Nah- und Fernfeld
Hertz'scher Wellen	Radar
Eigenschaften Hertz'scher Wellen	Satellitenfernsehen
Reflexion, Brechung, Polarisierung, Beugung, Interferenz	
Z Stehende Wellen	Bestimmen der Ausbreitungsgeschwindigkeit
Modulation und Demodulation	

Praktikum**(10 Std.)**

	Kennlinien elektrischer und elektronischer Bauelemente Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes Steuerkennlinien eines Transistors Stromverstärkung eines Transistors Entladekurve von Kondensatoren Nachweis $Q \sim U$ beim Kondensator Spezifische Ladung des Elektrons Flussdichte magnetischer Felder Hallspannung Resonanzkurven von Schwingkreisen
--	--

Leistungskurs 12/I**Lernbereich: Optik, Atom- und Kernphysik 75 Std.**

Die Schüler vertiefen ihre Kenntnisse im Bereich der Optik.

Sie erweitern ihr Können in der Arbeit mit dem Modell Lichtstrahl und beim Experimentieren mit Licht. Die Schüler lernen, wie mit dem Huygens'schen Prinzip das Brechungsgesetz hergeleitet und Beugungserscheinungen erklärt werden können. Sie werden in die Lage versetzt, kontinuierliche Spektren und Linienspektren voneinander zu unterscheiden und deren Entstehung zu erklären. Bei der Bestimmung von Lichtwellenlängen erleben die Schüler, wie diese sehr kleinen Längen auf einfache Weise ermittelt werden können.

Die Schüler lernen Möglichkeiten zur Polarisierung des Lichtes kennen. Ihnen wird bewusst, dass die Polarisierung Transversalwellen voraussetzt.

Die Schüler vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse über Modelle der Atomhülle. Als wesentliche Weiterentwicklung lernen sie ein quantenmechanisches Atommodell kennen.

Das Welle-Teilchen-Verhalten von Mikroobjekten wird den Schülern am Beispiel der Photonen und der Interferenz von Elektronenstrahlung nahegebracht. Sie werden mit der Einstein'schen Deutung des äußeren lichtelektrischen Effektes vertraut gemacht. Die Schüler begreifen das Wasserstoffspektrum und die Berechnung der Lage der Spektrallinien sowie das Franck-Hertz-Experiment als Bestätigung der Quantentheorie.

Die Schüler wissen, dass der LASER eine Lichtquelle mit außergewöhnlichen Eigenschaften ist. Sie vertiefen ihre Einsicht, dass neben dem sichtbaren Licht, der ultravioletten und infraroten Strahlung auch die Röntgenstrahlung ein Teil des elektromagnetischen Spektrums ist. Die Schüler lernen mehrere Atomkernmodelle kennen, die sich voneinander unterscheiden, aber nebeneinander genutzt werden müssen, um unterschiedliche Eigenschaften der Atomkerne adäquat widerzuspiegeln. Sie lernen Möglichkeiten von Kernumwandlungen kennen.

Die Schüler erfahren, wie mit Hilfe der Wechselwirkungsmechanismen die Absorption unterschiedlicher Kernstrahlungen beschrieben und wie Energiebilanzen bei Kernreaktionen aufgestellt werden können. Die Schüler erkennen, dass bei der Spaltung schwerer und der Verschmelzung leichter Kerne Energie frei wird. Die Erläuterung des Prinzips eines Kernreaktors und Kernkraftwerkes wird mit Diskussionen über deren Vorzüge und Probleme verbunden.

Die Schüler vertiefen ihre Einsicht, dass die Physik eine Erfahrungswissenschaft ist und dass die Grundlagen der Modelle und Theorien durch Experimente gesichert sind, obwohl mikrophysikalische Objekte der Wahrnehmung mit den Sinnesorganen nicht direkt zugänglich sind.

<i>Newton'sche Ringe</i>	Bestimmung des Krümmungsradius von Linsen mit Hilfe Newtonscher Ringe
Z Auflösungsvermögen optischer Geräte	
Polarisation	
Polarisation durch Brechung und Reflexion	
Brewster'sches Gesetz	
Polarisation durch Doppelbrechung	Beschreibung der Polarisation mit dem Wellenmodell
Optische Aktivität	Polarisationsfilter, Konzentrationsbestimmung
Z Flüssigkristallanzeige	Projekt Farbmischungen und deren Anwendungen

Grundlagen der Quantenphysik**(12 Std.)**

Äußerer lichtelektrischer Effekt	
Abhängigkeit der kinetischen Energie der Photoelektronen von der Frequenz des Lichtes	Probleme beim Deuten des äußeren lichtelektrischen Effekts mit dem Wellen- und Teilchenmodell
$E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_{\Lambda}$	Würdigung der Arbeit von M. Planck und A. Einstein als Beginn der modernen Physik
Planck'sches Wirkungsquantum	

<p>Photon</p> <p>Masse eines Photons $m = \frac{h \cdot f}{c^2}$</p> <p>Impuls des Photons $p = \frac{h}{\lambda}$</p> <p>Welle-Teilchen-Verhalten des Photons</p> <p>Interferenz von Elektronenstrahlung</p> <p>De-Broglie-Wellenlänge</p> $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ <p>Welleneigenschaften von Elementarteilchen</p> <p>Prinzip des Elektronenmikroskops</p> <p>Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation</p> <p>Z $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$</p> <p>Z $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$</p> <p>Quantenmechanisches Atommodell</p>	<p>Projekt Historische Entwicklung der Vorstellungen vom Licht</p> <p>Störung des Messobjektes durch den Messprozess</p> <p>Pauliprinzip</p> <p>Wahrscheinlichkeitswelle</p>
---	--

Physik der Atomhülle (10 Std.)

<p>Bohr'sches Atommodell</p> <p>Spektren</p> <p>kontinuierliches Spektrum</p> <p>Linienpektrum</p> <p>Infrarote und ultraviolette Strahlung</p>	<p>Historische Entwicklung der Atommodelle</p> <p>Spektralanalyse</p> <p>Ozonloch</p>
---	---

<p>Energieniveaus beim Wasserstoffatom</p> $E_n = -R_y \cdot h \cdot \frac{1}{n^2}$ <p>Spektrum des Wasserstoffatoms</p> $f = R_y \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ <p>Franck-Hertz-Experiment</p> <p>LASER</p> <p>Spontane und induzierte Emission</p> <p>Aufbau und Wirkungsweise eines LASERs</p> <p>Eigenschaften der LASER-Strahlung</p>	<p>Theoretische Vorhersage der induzierten Emission</p> <p>LASER-Strahlung in Wissenschaft, Technik und Medizin</p>
---	---

Röntgenstrahlung (5 Std.)

<p>Erzeugung von Röntgenstrahlung</p> <p>Arten der Röntgenstrahlung</p> <p>Bremsstrahlung</p> <p>Charakteristische Strahlung</p> <p>Eigenschaften der Röntgenstrahlung</p> <p>Strahlenschutz</p> <p>Röntgeninterferenz</p> <p><i>Braggsche Gleichung</i></p> $n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin \alpha_n$ <p><i>Streuung von Röntgenstrahlung</i></p> <p><i>Compton-Effekt</i></p>	<p>Aufbau einer Röntgenröhre</p> <p>Würdigung W. C. Röntgens</p> <p>Einordnung der Röntgenstrahlung ins elektromagnetische Spektrum</p> <p>Anwendungen der Röntgenstrahlung in Wissenschaft, Technik und Medizin</p> <p>Laue-Verfahren</p> <p>Historische Bedeutung der ersten Laue-Aufnahme</p> <p>Drehkristallverfahren</p> <p>Debye-Scherrer-Verfahren</p>
--	--

Kernphysik**(18 Std.)**

<p>Kernmodelle Kernkraft, Coulombkraft</p> <p>Radioaktivität Alphastrahlung Betastrahlung Neutrino Gammastrahlung Neutronenstrahlung</p> <p>Reaktionsgleichungen Wechselwirkungen verschiedener Strahlungen mit Stoff Streuung Absorption</p> <p>Strahlenschutz <i>Dosiseinheiten</i></p> <p>Nachweisgeräte für Kernstrahlung Zählrohr Nebelkammer</p> <p>Zerfallsgesetz $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$</p> <p>Zerfallsreihen Künstliche Kernumwandlungen Aktivierung</p> <p>Kernspaltung</p> <p>Massendefekt $\Delta m = m_K - Z \cdot m_p - N \cdot m_N$</p> <p>Bindungsenergie $E_B = \Delta m \cdot c^2$ Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Massenzahl</p> <p>Kettenreaktion</p>	<p>→ Physik 10, Lernbereich Kernphysik Notwendigkeit der Verwendung mehrerer Modelle Würdigung der Leistungen H. Becquerels und M. und P. Curies Projekt Strahlungsbelastung der Umwelt</p> <p>Blasenkammer, Szintillationszähler</p> <p>Entdeckung der Kernspaltung durch O. Hahn und F. Strassmann</p>
--	--

Kernreaktor	Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise Entsorgung des radioaktiven Mülls
Kernkraftwerk Energieumwandlungen	
Kernfusion	Perspektiven
<i>Elementarteilchen</i>	Quarkhypothese Teilchenbeschleuniger
Höhenstrahlung	
Mensch, Kraftwerke, Umwelt	

Praktikum (10 Std.)

	Optische Aktivität von Lösungen Dispersionskurve eines Prismas Wellenlänge von Licht und Gitterkonstante Äußerer lichtelektrischer Effekt, Planck'sches Wirkungsquantum Moleküldurchmesser, Ölfleckmethode Franck-Hertz-Experiment Kernphysikalische Strahlungsdetektoren
--	--

Leistungskurs 12/II

Lernbereich: Thermodynamik, Spezielle Relativitätstheorie 50 Std.

Die Schüler erkennen, dass Eigenschaften und Verhalten thermodynamischer Systeme sowohl mit der phänomenologischen als auch mit der molekularkinetischen Betrachtungsweise beschrieben werden können. Sie erfahren, wie Gesetze der phänomenologischen Thermodynamik durch kinetisch-statistische Betrachtungen auf der Grundlage eines einfachen Modells hergeleitet werden können.

Die Schüler werden in die Lage versetzt, die Grundgleichung der kinetischen Gastheorie zu interpretieren.

Sie erkennen, dass die Hauptsätze der Thermodynamik allgemeine Erfahrungssätze sind, die das Verhalten thermodynamischer Systeme beschreiben.

Die Schüler erfahren, wie der 2. Hauptsatz der Thermodynamik mit den Begriffen reversibler und irreversibler Vorgang qualitativ formuliert und welcher Wirkungsgrad bei Wärmekraftmaschinen erreicht werden kann.

Sie gewinnen die Einsicht, dass diese Erkenntnisse zielgerichtet bei der Konstruktion von Wärmekraftmaschinen genutzt werden, damit ein wirksamer Beitrag zum Schutz der Umwelt geleistet wird, der jedoch noch nicht befriedigen kann.

Die Schüler lernen, wie die Gleichungen für spezielle reversible Zustandsänderungen des idealen Gases aus der allgemeinen Zustandsgleichung gewonnen werden können. Sie festigen ihr Können im Umgang mit Zustandsdiagrammen durch Anwendung auf Kreisprozesse und Wärmekraftmaschinen.

Spezielle Relativitätstheorie

Im Stoffgebiet Relativitätstheorie werden Erkenntnisse der Physik behandelt, die den Schülern die Gültigkeitsgrenzen der klassischen Mechanik deutlich machen. Durch die Erläuterung des Michelson-Experiments werden die Schüler an die experimentellen Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie herangeführt.

Im Ergebnis der Betrachtungen können die Schüler die Begriffe Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion erläutern. Die Schüler erkennen, dass für die Ruhemasse und Ruheenergie kein Erhaltungssatz gilt.

Die Schüler gewinnen die Einsicht, dass die Gesetze der Newton'schen Mechanik nur für Geschwindigkeiten gelten, die klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit sind.

Bei der Würdigung der Leistungen Einsteins erhalten die Schüler einen ersten Einblick in die allgemeine Relativitätstheorie.

THERMODYNAMIK DES IDEALEN GASES**Phänomenologische Betrachtung****(15 Std.)**

<p>Zustandsgrößen Druck, Volumen, Temperatur, innere Energie Volumenänderung von Körpern $\Delta V = \gamma \cdot V \cdot \Delta T$</p> <p>Allgemeine Gasgleichung $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$</p> <p>Prozessgrößen Wärme, Volumenarbeit</p> <p>1. Hauptsatz der Thermodynamik $\Delta U = Q + W_{mech}$</p> <p>Isochore, isobare, isotherme und adiabatische Zustandsänderungen</p> <p>Zustandsdiagramme</p> <p>Zustandsänderungen in Wärmekraftmaschinen</p> <p>Kreisprozesse</p> <p>Z Zustandsgleichung für reale Gase</p> <p>Umweltbelastung durch Wärmekraftmaschinen, Probleme und Lösungen</p> <p>Reversible und irreversible Vorgänge</p> <p>2. Hauptsatz der Thermodynamik</p> <p>Wirkungsgrad realer und idealer Wärmekraftmaschinen $\eta_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$</p> <p>3. Hauptsatz der Thermodynamik</p>	<p>→ Physik 8, Lernbereich Thermodynamik</p> <p>Berücksichtigung in der Technik</p> <p>Stoffabhängigkeit von R</p> <p>Berechnung der Volumenarbeit durch Anwendung der Integralrechnung</p> <p>Würdigung R. Mayers und J. P. Joules</p> <p>Unmöglichkeit der Konstruktion eines Perpetuum mobile 1. Art</p> <p>Aufstellen von Energiebilanzen</p> <p>Computersimulation von Zustandsänderungen</p> <p>Zustandsänderungen im Viertakt-Dieselmotor</p> <p>Projekt Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrade und Umweltbelastung</p> <p>Unmöglichkeit der Konstruktion eines Perpetuum mobile 2. Art</p> <p>Schlussfolgerungen für die Konstruktion von Wärmekraftmaschinen</p>
---	---

Kinetisch-statistische Betrachtung**(15 Std.)**

Modell ideales Gas Energieverteilung der Teilchen des idealen Gases Brown'sche Bewegung Diffusion Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit von der Masse der Teilchen und der Temperatur des Gases Kinetisch-statistische Deutung der Zustandsgrößen Grundgleichung der kinetischen Gastheorie $p \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot \bar{E}_{kin}$ Avogadrosche Zahl $\bar{E}_{kin} \sim T$ $\bar{E}_{kin} = \frac{3}{2} k \cdot T \text{ für einatomige Gase}$ Energieverteilung der Teilchen <i>Phänomenologische und kinetisch-statistische Betrachtung von Aggregatzustandsänderungen</i> <i>Schmelzen und Erstarren</i> <i>Sieden und Kondensieren</i> <i>Verdunsten</i>	Teilchenmodell vom Aufbau der Stoffe Real- und Modellexperimente Absoluter Nullpunkt der Temperatur Herleitung mit vereinfachtem Modell SE Ölfleck-Experiment Qualitative Erörterungen Erklären der Vorgänge aus kinetisch-statistischer Sicht SE Spezifische Schmelz- und spezifische Verdampfungswärme
---	---

SPEZIELLE RELATIVITÄTSTHEORIE**(20 Std.)**

<p>Inertialsysteme Galilei-Transformation</p> <p>Michelson-Experiment Konstanz und Invarianz der Vakuumslichtgeschwindigkeit Relativität der Gleichzeitigkeit Relativitätsprinzip Lorentz-Transformation Zeitdilatation Längenkontraktion Additionstheorem für Geschwindigkeiten</p> $u = \frac{v'+v}{1 + \frac{v \cdot v'}{c^2}}$ <p>Relativität der Masse</p> $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ <p>Äquivalenz von Masse und Energie $E = m \cdot c^2$</p> <p>Klassische Mechanik als Sonderfall der relativistischen Mechanik Würdigung A. Einsteins Ausblick auf die allgemeine Relativitätstheorie</p>	<p>Abhängigkeit der Messergebnisse von der Wahl des Bezugssystems, Invari- anz der Newton'schen Bewegungs- gleichung gegenüber einer Galilei- Transformation</p> <p>Relativität der Zeitmessung</p> <p>Hinweis auf Experimente mit Teilchen hoher Geschwindigkeit (Teilchenbe- schleuniger)</p> <p>Ruhemasse, Ruheenergie</p> <p>Massendefekt, insbesondere bei Kern- reaktionen</p>
--	--