

# **Thüringer Kultusministerium**

Lehrplan  
für das Gymnasium

Physik

1999

Herausgeber:

Thüringer Kultusministerium  
Werner-Seelenbinder-Straße 1  
99096 Erfurt

Druck und Vertrieb:

SATZ+DRUCK Centrum Saalfeld  
Am Cröstener Weg 4  
07318 Saalfeld  
Telefon (0 36 71) 57 57 57 Telefax (0 36 71) 57 57 58

## **Vorwort**

Die Thüringer Lehrpläne sind das Ergebnis der dritten Phase der Lehrplanentwicklung seit der Umgestaltung des Thüringer Erziehungs- und Bildungssystems 1990.

Die hier vorliegenden Thüringer Lehrpläne gingen aus einem intensiven Evaluationsprozess unter hoher Beteiligung von Lehrern, Schülern, Eltern und Wissenschaftlern hervor. Auch die Erkenntnisse nationaler und internationaler Curriculumforschung sind in diesen Prozess eingeflossen.

Mein Dank gilt allen, die sich in die Thüringer Lehrplandiskussion eingebracht haben, insbesondere den Mitgliedern der Lehrplankommissionen und ihren Beratern.

Im Mittelpunkt dieser ebenso gegenwartsbezogen wie zukunftsgemäß gestalteten Thüringer Lehrpläne stehen die aktuellen Fragen unserer Zeit. Diese Fragen weisen auf die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen und Aufgaben hin, wie sie sich sowohl in der Lebensgestaltung des Einzelnen als auch im politischen Handeln der Gesellschaft und damit der Schule stellen.

Die weiterentwickelten Lehrpläne der einzelnen Fächer orientieren sich für die nächsten Jahre an Fragen wie

- den Grundwerten menschlichen Zusammenlebens und der Untersuchung ihrer Gefährdung,
- dem friedlichen Zusammenleben unterschiedlicher Kulturen, Religionen und Gesellschaftsformen,
- der Einsicht in den Wert der natürlichen Lebensgrundlagen und der eigenen Gesundheit sowie den Ursachen ihrer Bedrohung,
- den Chancen und Risiken der von Veränderung betroffenen wirtschaftlichen, technischen und sozialen Lebensbedingungen,
- der Gleichstellung zwischen Frauen und Männern, Jungen und Mädchen in Familie, Beruf und Gesellschaft als einer zentralen gesellschaftlichen Aufgabe

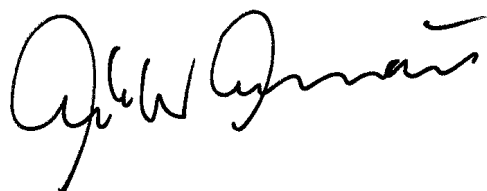
und sollen eine breite Grundbildung sichern.

Die Thüringer Lehrpläne bieten Freiräume für offenen Unterricht, fächerübergreifendes Lehren und Lernen, Problemorientierung, Projektarbeit und Praxiserfahrungen ebenso wie für innere Differenzierung, individualisiertes Lernen sowie die Anwendung traditioneller und neuer Medien.

Es geht um einen Wechsel der Perspektive, um einen schülerbezogenen Unterricht. Die weiterentwickelten Lehrpläne sollen dazu beitragen, günstige Lernsituationen zu schaffen, damit es jedem Schüler und jeder Schülerin in Thüringen möglich ist, das Optimum ihrer persönlichen Begabung und ihres Leistungsvermögens zu erreichen.

Die zu Grunde liegende Konzeption hat zum Ziel, die Schüler zum Handeln zu befähigen. Die Lehrpläne sollen zur schulinternen Kommunikation und Kooperation anregen, um zur Qualitätsverbesserung und Entwicklung jeder einzelnen Schule im Freistaat beizutragen.

Ich wünsche allen Thüringer Lehrerinnen und Lehrern bei der Umsetzung dieser Vorhaben viel Erfolg.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dieter Althaus', with a stylized flourish at the end.

Dieter Althaus  
Kultusminister

## Inhaltsverzeichnis

1	Der Physikunterricht im Thüringer Gymnasium	5
2	Klassenstufenbezogene Pläne für das Fach Physik im Thüringer Gymnasium	15
2.1	Klassenstufen 7 bis 9	15
2.1.1	Lernziele und Lernbereiche	15
2.1.2	Pläne für die Klassenstufen 7 bis 9	17
2.1.2.1	Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 7	17
2.1.2.2	Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 8	25
2.1.2.3	Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 9	33
2.2	Thüringer Oberstufe	39
2.2.1	Ziele und Aufgaben des Physikunterrichts in der Thüringer Oberstufe	39
2.2.2	Klassenstufe 10	40
2.2.2.1	Lernziele und Lernbereiche in der Klassenstufe 10	40
2.2.2.2	Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 10	41
2.2.3	Grundfach Physik	46
2.2.3.1	Lernziele und Lernbereiche für das Grundfach Physik	46
2.2.3.2	Lernziele und Lerninhalte für das Grundfach Physik	48
2.2.4	Leistungsfach Physik	63
2.2.4.1	Lernziele und Lernbereiche für das Leistungsfach Physik	63
2.2.4.2	Lernziele und Lerninhalte für das Leistungsfach Physik	66
2.3	Stoffübersicht	88



# 1 Der Physikunterricht im Thüringer Gymnasium

Die Thüringer Schule ist ein Lern- und Erfahrungsraum. Sie verbindet fachliches mit fächerübergreifendem Arbeiten, fördert ganzheitliches Lernen, erzieht zu Toleranz und Solidarität und stärkt die Individualität der Kinder und Jugendlichen.

Entsprechend dem im Schulgesetz formulierten Auftrag entfalten die Thüringer Lehrpläne ein Konzept von Grundbildung, das die Verzahnung von Wissensvermittlung, Werteaneignung und Persönlichkeitsentwicklung beinhaltet.

**Grundbildung** zielt auf die Entwicklung der Fähigkeit zu vernunftbetonter Selbstbestimmung, zur Freiheit des Denkens, Urteilens und Handelns, sofern dies mit der Selbstbestimmung anderer Menschen vereinbar ist.

Ziel ist es, alle Schüler<sup>1</sup> zur Mitwirkung an den gemeinsamen Aufgaben in Schule, Beruf und Gesellschaft zu befähigen.

Um diese Grundbildung zu sichern, werden in der Schule **Kompetenzen** ausgebildet, wobei die Entwicklung von Lernkompetenz im Mittelpunkt steht. Lernkompetenz hat integrative Funktion. Sie ist bestimmt durch Sach-, Sozial-, Selbst- und Methodenkompetenz.

Kompetenzen werden in der tätigen Auseinandersetzung mit fachlichen und fächerübergreifenden Inhalten des Unterrichts - im Sinne von Kompetenzen für lebenslanges Lernen - erworben. Sie schließen stets die Ebenen des Wissens, Wollens und Könnens ein. Die Kompetenzen bedingen einander, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig und stehen in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander. Ihr Entwicklungsstand und ihr Zusammenspiel bestimmen die Lernkompetenz des Schülers.

Die Kompetenzen haben Zielstatus und beschreiben den Charakter des Lernens.

An ihnen orientieren sich die Fächer, das fächerübergreifende Arbeiten und das Schulleben im Gymnasium.

Die im **Gymnasium** vermittelte Grundbildung erfährt ihre Spezifik durch eine wissenschaftspropädeutische Komponente und die Entwicklung von Studierfähigkeit, zu der jedes Fach einen Beitrag leistet.

Wie in den anderen Schularten ermöglicht der Unterricht im Gymnasium ganzheitliches Lernen, entwickelt humane Werte- und Normvorstellungen und hilft, auf die Bewältigung von Lebensanforderungen vorzubereiten.

Der Unterricht am Gymnasium ist in den Klassenstufen 5 und 6 vornehmlich an schulartübergreifenden Zielstellungen ausgerichtet (Phase der Orientierung).

In den Klassenstufen 7 bis 9 wird eine Grundbildung gesichert, d. h. es sollen grundlegende Kenntnisse, Fähigkeiten und Haltungen erworben werden, die Voraussetzungen für Studierfähigkeit und eine erfolgreiche Bewältigung der Oberstufe bilden.

---

<sup>1</sup>Personenbezeichnungen im Lehrplan gelten für beide Geschlechter.

Im Kontext von Studierfähigkeit sind die folgenden Fähigkeiten von herausragender Bedeutung:

- Entwicklung der Bereitschaft und der Fähigkeit zu kommunizieren und zu kooperieren,
- Entwicklung eines selbstständigen Problemlöseverhaltens,
- Förderung von Kreativität und Phantasie,
- Entwicklung von Selbstbewusstsein und Selbstdisziplin, Leistungsbereitschaft und Konzentrationsfähigkeit,
- Entwicklung der Fähigkeit zum systematischen, logischen und vernetzenden Denken sowie zum kritischen Urteilen.

Die Klassenstufen 10 bis 12 sind gekennzeichnet durch die Vertiefung der Grundbildung, einen höheren Anspruch an die Selbstständigkeit des Schülers, die Vervollkommnung der Methoden des selbstständigen Wissenserwerbs und wissenschaftspropädeutisches Lernen.

Schulische Zielstellungen sind auf die optimale individuelle Entwicklung der Persönlichkeit gerichtet. Für den Unterricht bei Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf im Sehen, Hören oder in der körperlichen und motorischen Entwicklung (Körperbehinderung) bedeutet dies die Lehrplaninhalte so aufzubereiten, dass die Lernziele unter Berücksichtigung der besonderen Lern- und Verarbeitungsmöglichkeiten auch vom Schüler mit Behinderung erreicht werden können.

Im Rahmen des Gesamtkonzeptes pädagogischen Handelns am Thüringer Gymnasium bilden die folgenden Aspekte wesentliche **Orientierungen für die Unterrichtsgestaltung** in jedem Fach:

- Anknüpfung an die individuellen Besonderheiten, die geistigen, sozialen und körperlichen Voraussetzungen der Schüler,
- Gestaltung eines lebensverbundenen Unterrichts, insbesondere
  - \*Anknüpfung an die Erfahrungswelt der Schüler
  - \*Anschaulichkeit und Fasslichkeit
  - \*Bezugnahme auf aktuelle Gegebenheiten und Ereignisse
  - \*Anknüpfung an historische Gegebenheiten, Ereignisse und Traditionen
  - \*Einbeziehen vielfältiger, ausgewogen eingesetzter Schülertätigkeiten
  - \*fächerübergreifendes, problemorientiertes Arbeiten,
- individuelles und gemeinsames Lernen in verschiedenen Arbeits- und Sozialformen,
- Berücksichtigung des norm- und situationsgerechten Umgangs mit der Muttersprache in allen Fächern,
- Förderung von Kommunikation sowie von kritischem Umgang mit Informationen und Medien,



- Schaffen von Anlässen und Gelegenheiten zu interkulturellem Lernen,
- Gestaltung eines Unterrichts, der die Interessen und Neigungen von Mädchen und Jungen in gleichem Maße anspricht und fördert.

Primäres Ziel schulischen Lernens muss die Sicherung der Grundbildung bleiben. Von dieser Basis aus können weitere Fragestellungen beantwortet werden, die schulisches Lernen heute zunehmend bestimmen. Gedacht ist hierbei an Fragestellungen, die häufig nicht in die traditionellen Unterrichtsfächer einzuordnen sind, den Unterricht jedoch wesentlich beeinflussen. In einen zukunftsorientierten Unterricht, der Kinder und Jugendliche darauf vorbereitet, Aufgaben in Familie, Staat und Gesellschaft zu übernehmen, müssen Sichtweisen einfließen, in denen sich die Komplexität des Lebens und der Umwelt widerspiegeln.

Mit den Thüringer Lehrplänen soll deshalb **fächerübergreifendes Arbeiten** angebahnt, die Kooperation von Lehrern angeregt und die Ableitung fächerübergreifender schulinterner Pläne ermöglicht werden.

Dies kann geschehen im fachübergreifenden Unterricht, in dem durch einen Lehrer innerhalb seines Unterrichts Bezüge zu anderen Fächern hergestellt werden, in einem fächerverbindenden Unterricht, der von gemeinsamen thematischen Bezügen der Unterrichtsfächer ausgeht und eine inhaltliche und zeitliche Abstimmung zwischen den Lehrern voraussetzt, oder in einem fächerintegrierenden Unterricht, bei dem traditionelle Fächerstrukturen zeitweilig aufgehoben werden.

Deshalb wird fächerübergreifendes Arbeiten als Unterrichtsprinzip festgeschrieben. Fachinhalte mit fächerübergreifendem Lösungsansatz bzw. mit tragendem Bezug zu den fächerübergreifenden Themen Berufswahlvorbereitung, Erziehung zu Gewaltfreiheit, Toleranz und Frieden, Gesundheitserziehung, Umgang mit Medien und Informationstechniken, Verkehrserziehung und Umwelterziehung werden als solche ausgewiesen und grafisch durch das Zeichen ✂ gekennzeichnet. Dabei werden wichtige Bezugsfächer genannt, ohne die Offenheit für weitere Kooperationen einzuschränken.

Im **Unterrichtsfach Physik** machen sich die Schüler mit Grundlagen einer Wissenschaft vertraut, die Erscheinungen und Vorgänge in der unbelebten Natur untersucht und deren Erkenntnisse in der Technik in vielfältiger Weise angewendet werden. Mit physikalischen Phänomenen in der Natur und mit Anwendungen physikalischer Erkenntnisse in der Technik bzw. in vielen Bereichen unseres hochorganisierten Lebens kommen die Schüler ständig in Berührung.

Die Schüler erfahren, dass die Wissenschaft Physik unter den Naturwissenschaften eine besondere Stellung einnimmt. Physikalische Erkenntnisse, Denk- und Arbeitsweisen haben nicht nur das Weltbild unserer Zeit in entscheidender Weise geprägt, sondern haben auch andere Naturwissenschaften und die Technik in starkem Maße gefördert. Andererseits wurde und wird die Entwicklung der Physik durch die anderen Naturwissenschaften und die Technik vorangetrieben.

Die Schüler setzen sich mit Überlegungen zur sinnvollen Anwendung physikalischer Erkenntnisse sowie deren Möglichkeiten und Grenzen auseinander. Sie gelangen dabei zu der Einsicht, dass dies eng verbunden ist mit *Kernproblemen* unserer Zeit, wie die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen auf unserem Planeten, die Schaffung wirtschaftlicher, technischer und sozialer Rahmenbedingungen für gesicherte und verbesserte Lebensverhältnisse für alle Menschen und die Bewahrung von Grundwerten menschlichen Zusammenlebens.

Für zahlreiche Berufe ist eine solide physikalische Grundbildung unverzichtbar. Der Physikunterricht trägt somit in hohem Maße zum Weltverständnis, zu einer vernünftigen Einstellung zur Natur und zur Technik sowie zur praktischen Lebensorientierung bei. Damit erwachsen dem Unterrichtsfach Physik spezifische Aufgaben beim Erwerb einer umfassenden *Grundbildung* durch die Schüler.

Die *Ziele des Physikunterrichts* sind auf den Beitrag des Faches zur Entwicklung der *Lernkompetenz* gerichtet. Das schließt die Entwicklung von Sach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz ein. Dabei ist die jeweilige Altersstufe zu berücksichtigen.

Das Lernen im Fach Physik wird erleichtert, wenn sich der Unterricht an *Leitlinien* zu wesentlichen Denk- und Arbeitsweisen, Verfahren und Methoden der Physik orientiert. Fünf Leitlinien zu fachspezifischen Schwerpunkten geben eine Linienführung durch die einzelnen Klassenstufen und Stoffgebiete des Physikunterrichts.

*Sachkompetenz* umfasst die Fähigkeit, erworbenes Wissen sowie gewonnene Einsichten in Handlungszusammenhängen anzuwenden, zu verknüpfen und sachbezogen zu urteilen.

Im Physikunterricht erwerben die Schüler grundlegendes Wissen über physikalische Erscheinungen, Vorgänge und Zusammenhänge. In Verbindung damit lernen sie wichtige physikalische Begriffe, insbesondere Größen und deren Einheiten kennen, sie von Alltagsbegriffen abzugrenzen und richtig mit ihnen umzugehen. Sie lernen die Fachsprache in angemessener Weise zu gebrauchen. Sie machen sich mit Leistungen hervorragender Physiker sowie mit der Entwicklung der Physik und ihrer Wechselwirkung mit der Entwicklung der Gesellschaft vertraut.

In den Klassenstufen 7 bis 9 erwerben die Schüler grundlegendes Wissen aus den Gebieten Mechanik, Elektrizitätslehre, Thermodynamik und Optik.

In der Qualifikationsphase der Thüringer Oberstufe werden diese Stoffgebiete teilweise wieder aufgegriffen, vertieft und theoretisch weiter durchdrungen. Hinzu

treten eine gründliche Behandlung elektrischer und magnetischer Felder und der Zusammenhänge zwischen diesen, die Betrachtung quantenphysikalischer Aspekte und eine Übersicht zu den Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie.

Schüler, die später das Fach Physik nicht weiterführen, gewinnen in der Klassenstufe 10 einen abschließenden Überblick zur klassischen Mechanik und zur Kernphysik.

Dieses Wissen soll die Schüler befähigen, die Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Natur und Technik aus physikalischer Sicht zu verstehen, die Leistungen hervorragender Forscher zu würdigen, die Bedeutung der Physik für die Gesellschaft sachkundig einzuschätzen und somit Physik als Kulturgut zu begreifen.

Die Lerninhalte in den Klassenstufenplänen bilden die Grundlage für die Herausbildung von Sachkompetenz.

Die Leitlinien

- *Teilchen*,
- *Energie* und
- *Felder*

zeigen die für den Physikunterricht typischen Beiträge bei der Entwicklung von Sachkompetenz auf.

*Methodenkompetenz* umfasst die Fähigkeit, Lernstrategien zu entwickeln sowie unterschiedliche Arbeitstechniken und -verfahren sachbezogen und situationsgerecht anzuwenden.

Die diesbezüglichen Ziele richten sich auf die Herausbildung von Denk- und Arbeitsweisen der Physik.

Die Schüler erfahren, dass

- mit Hilfe des Experiments physikalische Gesetze erkannt und Vermutungen und Hypothesen überprüft werden können,
- Experimente in der Physik und deshalb auch im Physikunterricht einen entscheidenden Platz im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung einnehmen und
- bei der Gewinnung physikalischer Erkenntnisse zwischen Experiment und Theorie eine enge Wechselbeziehung besteht.

Die Schüler erwerben die Fähigkeit,

- physikalische Erscheinungen und Vorgänge gezielt zu beobachten und unter angemessener Verwendung der Fachsprache zu beschreiben und zu erklären,
- Fragen zu physikalischen Sachverhalten und Problemen zu finden, zu formulieren und Lösungswege vorzuschlagen,
- mit physikalischen Größen sicher umzugehen,
- Messungen physikalischer Größen durchzuführen und auszuwerten,
- physikalische Experimente vorzubereiten, durchzuführen und auszuwerten,

- Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen zu erkennen, physikalische Gesetze zu formulieren, zu überprüfen, zu interpretieren, anzuwenden und deren Gültigkeitsbedingungen zu berücksichtigen,
- mathematische Mittel bei der Arbeit mit physikalischen Größen und mit Zusammenhängen zwischen physikalischen Größen in einem für das physikalische Verständnis gebotenen Maße einzusetzen,
- mit Idealisierungen und Modellen zu arbeiten,
- den Aufbau technischer Geräte und einfacher Experimentieranordnungen in der Physik zu beschreiben, deren Wirkprinzip zu erläutern bzw. zu erklären und dabei ihre erworbenen physikalischen Kenntnisse anzuwenden.

Die Herausbildung von Methodenkompetenz schließt ein, dass die Schüler

- Lehrbücher, Tafelwerke, Taschenrechner, den Computer mit seinen vielfältigen Möglichkeiten und andere Medien zum Wissenserwerb in der Physik nutzen,
- einen Einblick in die verschiedenen Anwendungen moderner informationsverarbeitender Technik gewinnen und
- sich im Unterricht beim Messen, Auswerten und Simulieren von physikalischen Vorgängen mit den Vorzügen dieser modernen Technik vertraut machen.

Die Leitlinien

- *Erkunden von Naturgesetzen* und
- *Mathematische Methoden der Physik*

zeigen die für den Physikunterricht typischen Beiträge bei der Entwicklung von Methodenkompetenz auf.

Zum Entwickeln experimenteller Fähigkeiten, aber auch zur Ausprägung von Sozialkompetenz sind für die Klassenstufen 7 bis 10 verbindliche Schülerexperimente ausgewiesen. Die Auswahl an geeigneten Schülerexperimenten im Grundfach und im Leistungsfach Physik trifft der Lehrer. Im Leistungsfach ist ein Praktikum verbindlich. Weitere Hinweise enthalten die Klassenstufenpläne.

*Sozialkompetenz* umfasst die Fähigkeit, miteinander zu lernen, zu arbeiten und zu leben, Verantwortung wahrzunehmen und solidarisch zu handeln.

Sozialkompetenz sollen die Schüler weiter vervollkommen durch

- Entwickeln der Kooperationsfähigkeit beim Durchführen von Schülerexperimenten in Gruppen und gemeinsamen Bearbeiten von Aufträgen und Problemaufgaben,
- Weiterentwickeln von Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit (konzentriertes Zuhören, aktive Teilnahme an Gesprächen, gezieltes Fragen, Bereitschaft zur Toleranz gegenüber anderen Meinungen und Ideen, Achtung vor Leistungen anderer) beim Meinungsaustausch zu physikalischen Sachverhalten,
- Ausprägen von Verantwortungsbewusstsein beim sorgsamem Umgang mit physikalischen Geräten und Arbeitsmitteln,

- Entwickeln der Fähigkeit, beim Einschätzen von Konsequenzen physikalischer Forschung durch ihre technische Anwendung sachlich begründete Standpunkte zu beziehen und zu vertreten,
- Erkennen der Notwendigkeit, mit Energie und Materialien sinnvoll, sparsam und umweltschonend umzugehen und daraus Konsequenzen für das eigene Handeln zu ziehen.

*Selbstkompetenz* umfasst die Fähigkeit, Emotionen, eigene Stärken und Schwächen zu erkennen, Verantwortung zu übernehmen und entsprechend zu handeln.

Selbstkompetenz sollen die Schüler im Physikunterricht vervollkommen durch

- Entwickeln der Fähigkeit und Bereitschaft, sich zielstrebig mit physikalischen Sachverhalten in Natur und Technik auseinander zu setzen, falsche Meinungen über wissenschaftlich richtige Ergebnisse der Physik zu erkennen und mit solchen Meinungen sachlich umzugehen,
- Herausbilden der Fähigkeit zum Erarbeiten von Strategien für das eigene Handeln beim schrittweisen Planen, Aufbauen, Testen und Optimieren von Experimenten,
- richtiges und bewusstes Verhalten im Fachraum und beim Experimentieren in Bezug auf vorbeugenden Gesundheits- und Arbeitsschutz,
- kritisches Einschätzen der eigenen Leistungen und Verhaltensweisen sowie deren Bewertung durch Mitschüler und Lehrer.

Die im Lehrplan ausgewiesenen *Ziele und Inhalte* sind verbindlich.

Der Fachlehrer hat die Aufgabe, den Unterricht im Fach Physik so anzulegen und zu gestalten, dass er das Lern- und Arbeitsverhalten der Schüler gezielt beobachtet, kontrolliert und bewertet.

Die **Leistungsbewertung** muss pädagogische und fachliche Grundsätze berücksichtigen.

Die Bewertung muss nicht immer durch eine Zensur, sondern kann auch in verbaler Weise erfolgen. Sie muss für Schüler und Eltern nachvollziehbar sein.

Für die Beurteilung der Sozial- und Selbstkompetenz im Physikunterricht wird auf den erzieherischen Einfluss der verbalen Beurteilung verwiesen.

Die Leistungsbewertung basiert auf den unter den Zielstellungen des Physikunterrichts aufgeführten Kompetenzen, auf den Lernzielstellungen und Lerninhalten der einzelnen Klassenstufen sowie auf in den Freiräumen behandelten Themen. Sie umfasst mündliche und schriftliche Leistungen sowie praktische Tätigkeiten.

Die Leistungsbewertung soll angemessen sein hinsichtlich

- der Kompetenzbereiche,
- der Anzahl und der Formen der Kontrolle sowie
- der Anforderungsbereiche.

Zur Einschätzung der Schülerleistungen hinsichtlich des erreichten Standes und der Entwicklung der Lernkompetenz sind vielfältige Formen zu nutzen.

Bewertet werden können z. B.

- mündliche Leistungskontrollen,
- schriftliche Kurzkontrollen,
- Klassenarbeiten, Kursarbeiten,
- Schülerexperimente und Protokolle,
- Kurzreferate,
- Jahresarbeiten,
- Beiträge in Gruppen- und Unterrichtsgesprächen,
- Aufträge wie Selbstbau von Modellen und Geräten, Wettbewerbsbeiträge, Projektaufträge und deren Präsentation, Mitwirkung bei Demonstrationsexperimenten und bei der fachlichen Betreuung von Schülerexperimenten.

Bei der Leistungsbewertung sind folgende drei *Anforderungsbereiche* angemessen zu beachten:

Der *Anforderungsbereich I* (Reproduktion) umfasst

- das Wiedergeben von bekannten Sachverhalten aus einem abgegrenzten Fachgebiet im gelernten Zusammenhang sowie
- das Beschreiben und Verwenden gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Der *Anforderungsbereich II* (Rekonstruktion) umfasst

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang sowie
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Der *Anforderungsbereich III* (Konstruktion) umfasst

- planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigem Deuten, Folgern, Begründen oder Werten zu gelangen, und
- das Anpassen oder Auswählen gelernter Denkmethoden bzw. Lernverfahren zum Bewältigen von neuen Aufgaben.

In allen Anforderungsbereichen sind Sach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz angemessen und klassenstufenbezogen zu berücksichtigen. Bei Klassenarbeiten und Kursarbeiten werden Anforderungen aus allen drei Bereichen gestellt. Alle anderen Leistungsbewertungen können sich auch auf einen einzigen Anforderungsbereich beschränken. Für die Leistungsbewertung in der Thüringer Oberstufe sind insbesondere die Hinweise der Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur zu beachten. Ein angemessenes Niveau wird erreicht, wenn das Schwergewicht der zu erbringenden Prüfungsleistung im Anforderungsbereich II liegt und die Anforderungsbereiche I und III berücksichtigt werden, und zwar Anforderungsbereich I in deutlich höherem Maße als Anforderungsbereich III.

## Benutzerhinweise

Der Lehrplan Physik für das Gymnasium ist in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil gilt für die Klassenstufen 7 bis 9, der zweite Teil für die Thüringer Oberstufe. Der Lehrplanabschnitt für die Thüringer Oberstufe ist wiederum in Klassenstufe 10 sowie in Grundfach und Leistungsfach unterteilt.

Die Gliederung in die drei verschiedenen Wahlpflichtbereiche der Klassenstufen 9 und 10 wurde in folgender Weise berücksichtigt:

Die für alle Wahlpflichtbereiche geltenden Lernziele und Lerninhalte werden einem Fundamentum zugeordnet, für das eine Wochenstunde zur Verfügung steht.

Die zusätzlichen Lernziele und Lerninhalte für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Wahlpflichtbereich mit einer zweiten Wochenstunde bilden das *Additum* und sind in der jeweils gleichen Spalte *kursiv* angegeben.

Die in den Klassenstufen 7 bis 9 gegebenen Hinweise gelten zum Teil auch für die Thüringer Oberstufe. Weitere Hinweise zur Thüringer Oberstufe finden sich an entsprechender Stelle.

Der Lehrplan formuliert Mindestanforderungen.

SE     kennzeichnet die verbindlichen Schülerexperimente bis zur Klassenstufe 10.  
      Sie sind in der Spalte Lerninhalte angegeben.

Die den Themen zugeordneten Zeitrichtwerte sind nicht verbindlich. Sie geben eine Orientierung über Umfang und Intensität für die Behandlung der Themenbereiche. Bei den Zeitrichtwerten wurden 28 Unterrichtswochen pro Schuljahr zugrunde gelegt. In der Qualifikationsphase in der Klassenstufe 12 wurden aufgrund der Abiturprüfung 20 Unterrichtswochen angenommen.

Darüber hinaus zur Verfügung stehende Zeit wird als pädagogischer Freiraum im Sinne der Zielstellungen des Physikunterrichts zur Kompetenzentwicklung sinnvoll genutzt. Dabei kommt der Durchführung von weiteren Schülerexperimenten und dem physikalischen Praktikum besondere Bedeutung zu.

Die Reihenfolge der Behandlung der Stoffgebiete innerhalb der einzelnen Klassenstufen 7 bis 10 bzw. innerhalb der Klassenstufen 11 und 12 kann der Lehrer in Abstimmung mit anderen Fächern ändern.

Die fächerübergreifenden Themen sind wie folgt abgekürzt:

GTF	Erziehung zu Gewaltfreiheit, Toleranz und Frieden,
UE	Umwelterziehung,
GE	Gesundheitserziehung,
UMI	Umgang mit Medien und Informationstechniken,
BWV	Berufswahlvorbereitung,
VE	Verkehrserziehung.

Inhalte mit fächerübergreifendem Lösungsansatz sind grafisch durch das Zeichen ✂ markiert, das wesentliche Bezugsfächer ausweist, ohne die Offenheit für weitere/andere Kooperation einzuschränken.

Das Zeichen ✂ verweist auch auf fächerübergreifende Themen.

Das Zeichen ➔ markiert Bezüge zu anderen Fächern, die z. B. Vorleistungen erbringen.

Für die Fächer gelten die vom Thüringer Kultusministerium festgelegten Abkürzungen.

Hinweise zu fächerübergreifenden Themen und zu Bezügen zu anderen Fächern sind jeweils unterhalb der zugehörigen verbindlichen Lerninhalte angegeben.

Hinweise zu den fachspezifischen Leitlinien

- *Teilchen,*
- *Energie,*
- *Felder,*
- *Erkunden von Naturgesetzen,*
- *Mathematische Methoden der Physik*

erfolgen in den allgemeinen Abschnitten der klassenstufenbezogenen Pläne.



## **2 Klassenstufenbezogene Pläne für das Fach Physik im Thüringer Gymnasium**

### **2.1 Klassenstufen 7 bis 9**

#### **2.1.1 Lernziele und Lernbereiche**

In den Klassenstufen 7 bis 9 werden die Kompetenzen entwickelt, auf denen der Unterricht in der Thüringer Oberstufe aufbaut. Die Schüler lernen im Physikunterricht

- das Beobachten und das Erklären von Erscheinungen und Vorgängen in Natur und Technik als wesentliche Methode der Erkenntnisgewinnung im naturwissenschaftlichen Unterricht kennen,
- Experimente zu nutzen, um Gesetze zu erkunden und diese in Worten oder in Form von Größengleichungen zu formulieren,
- über zunächst angeleitetes Handeln das Planen und Durchführen von Experimenten, qualitative Fehlerbetrachtungen vorzunehmen, wobei aber Protokolle kurz gehalten werden sollten,
- auf die Gültigkeitsbedingungen von Größengleichungen zu achten und diese inhaltlich zu interpretieren,
- Definitionen physikalischer Größen inhaltlich zu verstehen,
- mit physikalischen Größen, Einheiten und mit Größengleichungen zu arbeiten, um Vorgänge in Natur und Technik quantitativ zu erfassen,
- die in Größengleichungen enthaltenen inhaltlichen Aussagen mit Hilfe physikalischer Begriffe sprachlich darzustellen,
- beobachtbare Phänomene zu deuten und zu erklären,
- die Bedeutung der Energie als eine Erhaltungsgröße bei vielen physikalischen Vorgängen kennen,
- physikalische Modelle als ein wichtiges Erkenntnismittel in der Physik zu verwenden, um mit ihnen Vorgänge und Erscheinungen zu beschreiben und zu erklären,
- den Beitrag wissenschaftlicher Entdeckungen zur Erkenntnis der Natur und für die Weiterentwicklung der Technik einzuschätzen,
- das Tafelwerk und den Taschenrechner zur Lösung physikalischer Fragestellungen zu nutzen,
- im Umgang mit Lehrbüchern und Nachschlagewerken sicher zu werden und zunehmend selbstständig fachspezifische Informationen aufzusuchen, aufzunehmen, zu verarbeiten und wiederzugeben,
- den Computer als vielseitiges Mittel zur Bearbeitung physikalischer Fragestellungen einzusetzen,
- mit Arbeitsmitteln sachgemäß und sorgfältig umzugehen, insbesondere mit Schulbüchern und Experimentiergeräten,
- sich mit physikalischen Sachverhalten auseinander zu setzen und dabei konzentriert und zielstrebig vorzugehen,
- die Fachsprache zu gebrauchen, Fragen zu stellen und zu beantworten,
- Leistungen hervorragender Forscher zu würdigen und die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse kritisch zu werten.

Themenübersicht für die Klassenstufen 7 bis 9			Seite
<u>Klassenstufe 7</u>			
1	Einführung in die Physik	(2 Stunden)	18
2	Optik	(21 Stunden)	18
2.1	Ausbreitung des Lichtes		
2.2	Reflexion des Lichtes		
2.3	Brechung des Lichtes		
2.4	Bildentstehung an Linsen		
2.5	Optische Geräte		
3	Mechanik	(26 Stunden)	20
3.1	Masse und Volumen von Körpern		
3.2	Dichte von Stoffen		
3.3	Bewegung von Körpern		
3.4	Kraft		
3.5	Mechanische Arbeit und Leistung		
4	Aufbau der Stoffe	(2 Stunden)	23
5	Energie in Natur und Technik	(5 Stunden)	24
<u>Klassenstufe 8</u>			
1	Mechanik	(15 Stunden)	25
1.1	Auflagedruck und Kolbendruck		
1.2	Schweredruck in Flüssigkeiten		
1.3	Luftdruck		
1.4	Statischer Auftrieb		
2	Wärmelehre	(17 Stunden)	27
2.1	Temperatur		
2.2	Energie und Wärme		
2.3	Verhalten der Körper bei Temperaturänderung		
3	Elektrizitätslehre	(24 Stunden)	29
3.1	Elektrische Ladungen und elektrische Felder		
3.2	Elektrischer Stromkreis		
3.3	Elektrische Stromstärke		
3.4	Elektrische Spannung		
3.5	Elektrischer Widerstand		
3.6	Elektrische Energie und Leistung		
<u>Klassenstufe 9</u>			
1	Elektrizitätslehre	(16 Stunden/ 16 Stunden)	33
1.1	Magnetische Felder		
1.2	Elektromagnetische Induktion		
1.3	Elektrische Leitungsvorgänge		
2	Mechanik	(12 Stunden/ 12 Stunden)	37
2.1	Gleichförmige geradlinige Bewegung		
2.2	Gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung		
2.3	Überlagerung geradliniger Bewegungen		

## 2.1.2 Pläne für die Klassenstufen 7 bis 9

### 2.1.2.1 Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 7

Der Physikunterricht in der Klassenstufe 7 ist Anfangsunterricht und wird so gestaltet, dass er Interessen und Neigungen der Schüler weckt und fördert.

Die Schüler werden bereits im Alltag mit Begriffen aus der Physik konfrontiert, die einer fachwissenschaftlichen Klärung bedürfen. Die Anknüpfung an Beobachtungen, die sie in der Natur, in der Technikwelt oder an Spielzeugen in ihrer besonderen Erfahrungswelt gemacht haben, ist Voraussetzung für einen interessanten und problemorientierten Unterricht und Ausgangspunkt zum Erwerb physikalischen Wissens.

In der Klassenstufe 7 werden mit dem Beobachten und Experimentieren wesentliche Denk- und Arbeitsweisen der Physik eingeführt.

Die fachspezifische Leitlinie *Erkunden von Naturgesetzen* beginnt bereits in den Einführungsstunden und wird im Stoffgebiet Optik sofort weitergeführt. In diesem Stoffgebiet werden die Schüler zum Beobachten und Erklären von Erscheinungen und Vorgängen angeregt und erkunden Gesetze der Physik. Dieses Stoffgebiet ist geeignet Schüler zu motivieren, Erfahrungen zu sammeln, z. B. durch selbst gebastelte Modelle. In der Optik wird den Schülern erstmals der Begriff des physikalischen Modells nahe gebracht, das später durchgängig als ein wichtiges Erkenntnismittel in der Physik benutzt wird, um Vorgänge und Erscheinungen zu beschreiben und zu erklären.

An geeigneten Stoffgebieten werden Schülerexperimente während des Unterrichts oder als Hausexperimente genutzt, um über zunächst angeleitetes Handeln das Planen und Durchführen von Experimenten zu üben.

Am Beispiel der Größen Dichte und Geschwindigkeit erlernen die Schüler erstmals, wie Größen entsprechend ihrer begrifflichen Inhalte definiert werden. Sie erlernen schrittweise den Umgang mit Größen und Größengleichungen und erfassen die in ihnen enthaltenen Aussagen. Am Beispiel der Größe Geschwindigkeit werden sie mit dem Umgang mit Diagrammen im Physikunterricht vertraut gemacht. Hier setzt die fachspezifische Leitlinie *Mathematische Methoden der Physik ein*. Eine enge Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik auch in den nachfolgenden Klassenstufen ist dabei unbedingt erforderlich.

Die fachspezifische Leitlinie *Teilchen* wird in der Mechanik vorbereitet und tritt im Stoffgebiet Aufbau der Stoffe besonders hervor.

Die fachspezifische Leitlinie *Energie* startet im gleichnamigen Stoffgebiet. Hier beginnen die Schüler im Unterricht physikalische Vorgänge aus energetischer Sicht zu beurteilen.

## Lernziele

## Lerninhalte

### 1 Einführung in die Physik

Zeitrictwert: 2 Stunden

Überblick darüber, was Physik ist und was sie kann

- Physik im Alltag
- physikalisches Spielzeug
- Physik als Naturwissenschaft
- Teilgebiete der Physik

➔ Bi, Ch, Ma

### 2 Optik

Zeitrictwert: 21 Stunden

#### 2.1 Ausbreitung des Lichtes

Kenntnis von Eigenschaften des Lichtes

- Lichtquellen und beleuchtete Körper
- geradlinige Ausbreitung des Lichtes
- Modell Lichtstrahl

Fähigkeit, Randstrahlen der Schatten zu zeichnen

- Schatten, Kernschatten, Halbschatten

Fähigkeit, Naturerscheinungen zu beschreiben und zu erklären

- Sonnenfinsternis, Mondfinsternis

➔ As 10 (Mond)

#### 2.2 Reflexion des Lichtes

Kenntnis des Verhaltens des Lichtes beim Auftreffen auf die Oberfläche lichtundurchlässiger Körper

- Reflexion am ebenen Spiegel; SE
- Reflexionsgesetz
- reguläre und diffuse Reflexion
- Anwendungen

✂ VE (Reflektoren im Straßenverkehr)

Fähigkeit, Strahlenverläufe bei der Reflexion zu zeichnen

- Konstruieren von Strahlenverläufen
- Messen von Winkeln

➔ Ma 5 (Geometrische Grundbegriffe)

**2.3 Brechung des Lichtes**

Kenntnis des Verhaltens des Lichtes beim Auftreffen auf die Oberfläche lichtdurchlässiger Körper

- Brechung bei den Übergängen Luft-Wasser, Luft-Glas; SE
- Umkehrbarkeit des Lichtweges
- Brechungsgesetz (qualitativ)

➔ Ma 5 (Geometrische Grundbegriffe)

Fähigkeit, Strahlenverläufe bei der Brechung sachgemäß zu zeichnen

- Zeichnen von Strahlenverläufen

Fähigkeit, Anwendungen der Brechung zu beschreiben und deren Wirkungsweise zu erklären

- Brechung am Prisma
- Fehleinschätzung der Tiefe von Gewässern
- Zeigen des Phänomens Totalreflexion (z. B. beim Lichtleitkabel)

✂ UMI (Informationsübertragung mit Lichtleitkabel)

Einblick in die spektrale Zerlegung des Lichtes

- Lichtzerlegung am Prisma

➔ Ku 8 (Farben)

➔ As 10 (Sonnenspektrum)

**2.4 Bildentstehung an Linsen**

Überblick über Linsenarten und ihre Anwendung

- Sammellinsen, Zerstreuungslinsen
- Brillengläser

✂ GE (Sehhilfen)

➔ Bi 8 (Sinnesorgane)

Kenntnis über die Brechung des Lichtes an Linsen

- Strahlengang durch optische Linsen
- Vereinfachung: Brechung an der Linsenebene

Kenntnis des Strahlenverlaufs an Sammellinsen

- optische Achse, Brennpunkt
- Parallelstrahl, Brennpunktstrahl, Mittelpunktstrahl

## Lernziele

## Lerninhalte

Fähigkeit, Strahlenverläufe bei der Bildentstehung an Sammellinsen zu konstruieren

- experimentelles Erzeugen und Konstruieren reeller und virtueller Bilder; SE

✂ UMI (Simulation mit Computer)

### 2.5 Optische Geräte

Fähigkeit, den Aufbau optischer Geräte zu beschreiben und deren Wirkungsweise zu erklären

- Lochkamera (Hausexperiment)
- einfacher Fotoapparat und Projektionsgeräte (Auswahl)
- Auge, Sehfehlerkorrektur
- Lupe
- Fernrohr oder Mikroskop (Auswahl)

✂ UMI; Bi (Mikroskop)

➔ Bi 7 (Mikroskop)

➔ Ku 8 (Fotografie)

➔ As 10 (Beobachtungsgeräte)

## 3 Mechanik

Zeitrictwert: 26 Stunden

### 3.1 Masse und Volumen von Körpern

Einblick in das Wesen physikalischer Größen

- physikalische Größe, Zahlenwert und Einheit

Fähigkeit, Volumina von festen und flüssigen Körpern experimentell zu ermitteln

- Bestimmen des Volumens bei Flüssigkeiten
- Bestimmen des Volumens unregelmäßiger fester Körper durch Verdrängung von Flüssigkeiten; SE

➔ Ma 5 (Größen)

Fähigkeit, die Masse von Körpern zu ermitteln

- Begriff Masse
- Einheit der Masse
- Waagen
- Bestimmen der Masse durch Wägung

➔ Ma 5 (Größen)

**3.2 Dichte von Stoffen**

Fähigkeit, den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen zu beschreiben

- Körper mit gleichem Volumen und unterschiedlicher Masse
- Körper mit gleicher Masse und unterschiedlichem Volumen

Kenntnis der physikalischen Größe Dichte

- Begriff Dichte: Dichte als stoffkennzeichnende Größe
- Einheit der Dichte

→ As 10 (mittlere Dichte der Sonne)

→ Ch 8 (Eigenschaften von Stoffen)

Einblick in das Wesen physikalischer Größengleichungen

- inhaltliches Verständnis der Definition einer Größe und ihrer Einheit

Fähigkeit, die Dichte von Stoffen experimentell zu bestimmen und zu berechnen

- Bestimmen der Dichte durch Messen von Masse und Volumen; SE
- Hinweis auf Aräometer

→ Ma 6 (Bruchrechnung)

→ Ma 7 (Proportionalität)

**3.3 Bewegung von Körpern**

Kenntnis der Größe Geschwindigkeit

- Bewegungsbegriff
- inhaltliches Verständnis der Definition der Geschwindigkeit und ihrer Einheit, Gültigkeitsbedingung

Fähigkeit, die Geschwindigkeit zu berechnen

- Messen von Weg und Zeit zur Bestimmung der Geschwindigkeit bei der gleichförmigen geradlinigen Bewegung und bei der Durchschnittsgeschwindigkeit für nicht gleichförmige geradlinige Bewegungen
- Darstellen von Bewegungen im Weg-Zeit-Diagramm, Erkennen der in den Grafen enthaltenen Aussagen
- Lösen von Aufgaben

✂ VE (Gefahren im Straßenverkehr, Verantwortung der Verkehrsteilnehmer)

## Lernziele

## Lerninhalte

### 3.4 Kraft

Kenntnis der physikalischen Größe Kraft	<ul style="list-style-type: none"><li>– Kräfte in Natur und Technik</li><li>– Abgrenzen vom Alltagsbegriff</li><li>– Kraft als Wechselwirkungsgröße</li></ul>
Überblick über Arten von Kräften und deren Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Arten von Kräften</li><li>– Gewichtskraft, ihre Ortsabhängigkeit</li><li>– plastische Verformung, elastische Verformung</li><li>– Geschwindigkeitsänderung</li><li>– Messen von Kräften; Federkraftmesser; SE</li><li>– Darstellen von Kräften mit Pfeilen</li></ul>
Fähigkeit, Reibungskräfte zu unterscheiden	<ul style="list-style-type: none"><li>– Reibungskraft als bewegungshemmende Kraft</li><li>– Unterscheiden von Haft-, Gleit- und Rollreibung</li><li>– Abhängigkeit der Reibungskraft von der Beschaffenheit der Berührungsflächen und von der Gewichtskraft, (qualitativ)</li></ul>
Fähigkeit, Kenntnisse auf praktische Sachverhalte anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>– erwünschte und unerwünschte Reibung</li></ul> <p>✂ VE (Bremsen, Streuen im Winter)</p>
Kenntnis des Hebelgesetzes	<ul style="list-style-type: none"><li>– Hebel im Gleichgewicht</li><li>– einseitiger und zweiseitiger Hebel</li><li>– Hebelgesetz (quantitativ); SE</li></ul>
Fähigkeit zum Anwenden des Hebelgesetzes	<ul style="list-style-type: none"><li>– Hebel in Natur und Technik</li><li>– einfache Berechnungen zum Verständnis der Beispiele</li><li>– Hinweis auf richtiges Heben und Tragen</li></ul> <p>✂ GE</p> <p>➔ Sp (Spielen, Werfen, Stoßen, Geräteturnen, Zweikampfsportarten),</p> <p>➔ Bi 8 (Skelett, Muskulatur)</p>
Überblick über kraftumformende Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"><li>– weitere kraftumformende Einrichtungen</li></ul>



<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Überblick über den Schwerpunkt von Körpern	– Zusammenhang zwischen der Standfestigkeit und der Lage des Schwerpunktes
<b>3.5 Mechanische Arbeit und Leistung</b>	
Kenntnis der physikalischen Größe Arbeit	– Definition der mechanischen Arbeit (Kraft konstant und in Wegerichtung) – Abgrenzen vom Alltagsbegriff – Einheiten
Kenntnis der Goldenen Regel der Mechanik	– Vergleich mechanischer Arbeiten an praktischen Beispielen – Bedeutung der Goldenen Regel für den Transport von Lasten (z. B. geneigte Ebene)
	✂ GE
Überblick über Arten der mechanischen Arbeit	– Hubarbeit, Reibungsarbeit, Verformungsarbeit
Kenntnis der physikalischen Größe mechanische Leistung	– inhaltliches Verständnis der Definition der mechanischen Leistung
Fähigkeit, die Kenntnisse über die mechanische Arbeit und Leistung anzuwenden	– Lösen von Aufgaben aus dem Erfahrungsbereich der Schüler
<b>4 Aufbau der Stoffe</b>	
<u>Zeitrichtwert:</u> 2 Stunden	
Überblick über den Aufbau der Stoffe aus Teilchen und über die Kräfte zwischen ihnen	– Unterschiede zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Körpern – Kohäsionskräfte, Adhäsionskräfte und Beispiele für ihre Wirkungen, Kapillarität  → Bi 9 (Lebensprozesse) → Ch 8 (Teilchenmodell) → Ch 9 (chemische Bindung)

**5 Energie in Natur und Technik**Zeitrichtwert: 5 Stunden

Kenntnis der physikalischen Größe Energie

- Energie als Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden
- Abgrenzen vom Alltagsbegriff
- Berechnen der Energie am Beispiel der potenziellen Energie

Kenntnis der physikalischen Größe Wirkungsgrad

- erwünschte und unerwünschte Energieumwandlungen, Energieentwertung
- Wirkungsgrad als Kennzeichen für die Güte einer Anlage zur Energieumwandlung
- verantwortungsbewusster Umgang mit Energie

✂ UE

➔ Bi 8 (Ernährung), Bi 9 (Atmung)

➔ Et 8 (Umweltethik)

Überblick über Energieformen, Energieträger und Energieumwandlungen

- Energieformen, Energieübertragung, Energieträger
- erneuerbare und fossile Energieträger

✂ UE

Kenntnis des Energieerhaltungssatzes

- Energieerhaltungssatz
- Beispiele
- Hinweis auf Perpetuum mobile

✂ VE

➔ Bi 8 (Stoffwechsel)

➔ Ch 8, 10 (chemische Reaktion)

### 2.1.2.2 Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 8

Die Schüler erweitern ihre Fähigkeiten zum Arbeiten mit Diagrammen. Sie festigen ihr Wissen über die Bezüge zwischen Diagrammen einerseits und entsprechenden Gesetzen und Größengleichungen andererseits. Damit wird die Leitlinie *Mathematische Methoden der Physik* fortgeführt. Auf eine enge Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik ist zu achten.

In der Wärmelehre können die Schüler Erscheinungen und Vorgänge mit ihrem Wissen über Teilcheneigenschaften erklären. Hier treten die Leitlinien *Teilchen* und *Energie* besonders in Erscheinung.

Erstmals wird in der Elektrizitätslehre der Feldbegriff genutzt, um die Bewegung elektrischer Ladungen zu begründen. Damit setzt die Leitlinie *Felder* ein.

Die Leitlinie *Erkunden von Naturgesetzen* wird kontinuierlich weitergeführt.

Die Schüler erlernen das Entwerfen von Schaltplänen und werden an das selbstständige Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten herangeführt. Beim Experimentieren wird sowohl die Einzelverantwortung als auch die Zusammenarbeit in der Gruppe entwickelt und gefördert.

Lernziele	Lerninhalte
<b>1 Mechanik</b>	<u>Zeitrictwert:</u> 15 Stunden
<b>1.1 Auflagedruck und Kolbendruck</b>	
Kenntnis der physikalischen Größe Druck	<ul style="list-style-type: none"><li>– Auflagedruck</li><li>– Definition der Größe Druck</li><li>– Kolbendruck in Flüssigkeiten</li><li>– Druck als Eigenschaft von Gasen</li><li>– Deuten des Drucks mit Hilfe des Teilchenmodells</li></ul>
Fähigkeit, den Druckbegriff auf praktische Beispiele anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>– Beispiele aus Natur, Medizin und Technik</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
	➔ Bi 8 (Blutkreislauf)
Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Kraft und Fläche bei hydraulischen Anlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>– einfache Berechnungen an hydraulischen Anlagen (Bremse, Hebebühne oder Wagenheber als Auswahl)</li></ul>
	✂ VE (Anwendung bei Fahrzeugen)

**1.2 Schweredruck in Flüssigkeiten**

Kenntnis des Schweredrucks in Flüssigkeiten

- Entstehung des Schweredrucks
- Abhängigkeit des Schweredrucks von der Eintauchtiefe und der Art (Dichte) der Flüssigkeit
- Unabhängigkeit des Schweredrucks von der Gefäßform

Fähigkeit, das Wirken des Schweredrucks im Wasser an Beispielen zu erklären und Berechnungen durchzuführen

- Zunahme des Schweredrucks im Wasser um 100 kPa je 10 m Tiefe
- U-Rohr-Manometer
- Wasserversorgungsanlage
- Taucher

➔ Bi 8 (Stoffwechsel)

➔ Sp (Tauchen)

**1.3 Luftdruck**

Kenntnis des Luftdrucks

- Entstehung des Luftdrucks
- experimentelles Nachweisen des Luftdrucks
- Torricelli und v. Guericke

➔ Ge 8 (Der Anbruch einer neuen Zeit)

Fähigkeit, das  $p$ - $h$ -Diagramm zu lesen und zu deuten

- Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe ( $p$ - $h$ -Diagramm)

➔ As 10 (Planetenatmosphären)

Fähigkeit, den Aufbau von Barometern zu beschreiben und ihr Wirkprinzip zu erklären

- Dosenbarometer
- Messung des Luftdrucks

➔ Gg 10 (Wetterbeobachtungen)

**1.4 Statischer Auftrieb**

Kenntnis des Auftriebs in ruhenden Flüssigkeiten und in Luft

- Deuten des Auftriebs mit Hilfe des Schweredruckes
- Auftriebskraft als Ursache für die Gewichtsverringering

Kenntnis des archimedischen Prinzips

- Zusammenhang zwischen Auftriebskraft und Gewichtskraft; SE
- Sinken, Schweben, Steigen und Schwimmen
- Aufsteigen von Ballons
- Schifffahrt und Tauchen
- Aräometer

- ✂ GE (Gefahren beim Tauchen)
- ➔ Sp (Schwimmen, Tauchen)

**2 Wärmelehre**

Zeitrictwert: 17 Stunden

**2.1 Temperatur**

Kenntnis der physikalischen Größe Temperatur, Einblick in den Zusammenhang zwischen Temperatur und Teilchenbewegung

- Temperatur als objektive Angabe, wie heiß oder kalt ein Körper ist
- Beispiele für Temperaturen bei Erscheinungen und Vorgängen in Natur und Technik
- Temperatur und Teilchenbewegung

- ✂ GE, ✂ UMI (Messen mit Computer)
- ➔ As 10 (Sonnentemperatur)
- ➔ Ch 10 (chemische Reaktion)

Fähigkeit, Temperaturen zu messen

- Thermometer, Celsiusskala, Fixpunkte, Einheit
- Fehlerquellen beim Messen
- absoluter Nullpunkt der Temperatur
- Kelvinskala

**2.2 Energie und Wärme**

Kenntnis der physikalischen Größe Wärme

- Wärme als Maß für die zugeführte oder abgegebene Energie
- Abgrenzen vom Alltagsbegriff
- Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Fähigkeit, Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe zu berechnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– spezifische Wärmekapazität als stoffbeschreibende Größe</li> <li>– Gleichung für die Wärme</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten bei der Änderung des Aggregatzustandes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schmelzen, Sieden, Verdampfen, Kondensieren und Erstarren</li> <li>– Hinweis auf Verdunsten</li> <li>– Deuten der Aggregatzustandsänderungen mit Hilfe des Teilchenmodells</li> <li>– Umwandlungswärmen</li> <li>– SE (Auswahl)</li> </ul> <p> → Ch 8 (Eigenschaften von Stoffen)  → Ch 9 (Destillation)  → Bi 9 (Lebensprozesse)  → Gg 6 bis 10 (Klima) </p>
Einblick in Vorgänge aus Natur und Technik und Einsicht in die Notwendigkeit der sinnvollen Energienutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wetter, Jahreszeiten oder Klima (Auswahl)</li> <li>– 4-Takt-Ottomotor, 4-Takt-Dieselmotor oder Kühlschrank (Auswahl)</li> <li>– Wärmedämmung; Beispiele</li> </ul> <p> ✂ UE, VE  ✂ Gg 10 (Wetterbeobachtungen) </p>

### **2.3 Verhalten der Körper bei Temperaturänderung**

Fähigkeit, das Verhalten der Körper bei Temperaturänderung zu beschreiben und Längenänderungen fester Körper zu berechnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– linearer Ausdehnungskoeffizient</li> <li>– Gleichung für die Längenänderung</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul> <p> → Ma 7 (Proportionalität, Gleichungen)  → Ma 8 (Potenzen) </p>
Kenntnis über die Volumenänderung bei Flüssigkeiten und Gasen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperaturabhängigkeit des Volumens von Flüssigkeiten und Gasen (qualitativ)</li> <li>– Deuten der Ausdehnung mit Hilfe des Teilchenmodells</li> <li>– Anomalie des Wassers und Bedeutung in der Natur</li> </ul> <p> → Bi 9 (Ökosysteme) </p>

## Lernziele

## Lerninhalte

Fähigkeit, die Kenntnisse über die Ausdehnung beim Erklären praktischer Sachverhalte anzuwenden

- Beispiele aus Natur und Technik (z. B. Thermometer, Bimetall, Dehnungsfugen)

### 3 Elektrizitätslehre

Zeitrichtwert: 24 Stunden

#### 3.1 Elektrische Ladungen und elektrische Felder

Überblick über die Existenz elektrischer Ladungen

- Elektrizität in der Natur
- Ladungstrennung, Ladungsnachweis; Elektroskop
- Kräfte zwischen elektrischen Ladungen
- Hinweis auf Elementarladung
- Ladungsausgleich, Blitz, Blitzableiter

Einblick in das Wesen elektrischer Felder

- elektrisches Feld als Träger von Energie
- wichtige Feldformen, Feldlinienbilder

#### 3.2 Elektrischer Stromkreis

Kenntnis der Modellvorstellung vom elektrischen Strom in metallischen Leitern

- Zurückführen des Begriffs des elektrischen Stromes auf die gerichtete Bewegung wanderungsfähiger Elektronen, Ladungsausgleich

➔ Ch 9 (chemische Bindung)

Kenntnis der Existenz von Gleich- und Wechselstromkreisen

- Beispiele für Gleich- und Wechselstromkreise
- Vergleichen der Elektronenbewegung

Überblick über Wirkungen des elektrischen Stromes

- Lichtwirkung, Wärmewirkung, magnetische und chemische Wirkung
- Gefahren durch elektrischen Strom für lebende Organismen

✂ GE

➔ Ch 10 (Elektrolyse)

Lernziele	Lerninhalte
Überblick über Stromkreise und Fähigkeit, Stromkreise zu zeichnen und zu schalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestandteile des Stromkreises; Schaltzeichen</li> <li>– unverzweigter und verzweigter Stromkreis</li> </ul>
<b>3.3 Elektrische Stromstärke</b>	
Kenntnis der physikalischen Größe Stromstärke	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stromstärke als Maß für die Anzahl der Elektronen, die sich in einer Sekunde durch einen Leiterquerschnitt bewegen</li> </ul>
Fähigkeit, Stromstärken im Gleichstromkreis zu messen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Messgerät; Schaltung des Messgerätes</li> <li>– Messen der Stromstärke; SE</li> </ul>
	✂ UMI (computergestütztes Messen)
Kenntnis der Gesetze für die Stromstärke im verzweigten und im unverzweigten Stromkreis	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesetze der Stromstärke im unverzweigten und im verzweigten Stromkreis</li> <li>– praktische Beispiele (Sicherung)</li> </ul>
<b>3.4 Elektrische Spannung</b>	
Kenntnis der physikalischen Größe Spannung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Spannung als Antrieb des elektrischen Stromes</li> <li>– Spannungsquellen</li> <li>– Größenvorstellungen über Spannungen in der Praxis</li> <li>– Gefahren durch elektrische Spannungen</li> </ul>
	✂ GE
	➔ Ch 10 (elektroch. Spannungsreihe)
	➔ Ch 11 (Elektrochemie)
Fähigkeit, Gleichspannungen zu messen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Messgerät; Schaltung des Messgerätes</li> <li>– Messen der Spannung; SE</li> </ul>
Kenntnis der Gesetze für die Spannung im verzweigten und im unverzweigten Stromkreis	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesetze für die Spannung im verzweigten und im unverzweigten Stromkreis</li> <li>– Messen in Stromkreisen mit zwei Bauelementen</li> </ul>



**3.5 Elektrischer Widerstand**

Kenntnis des ohmschen Gesetzes

- experimentelles Untersuchen des Zusammenhangs zwischen Spannung und Stromstärke; SE
- ohmsches Gesetz, Gültigkeitsbedingungen

✂ UMI (Computersimulation möglich)

Kenntnis der physikalischen Größe elektrischer Widerstand

- inhaltliches Verständnis der Definition des elektrischen Widerstandes
- Leiter und Isolatoren

Fähigkeit, Widerstände zu ermitteln

- Messen von Spannung und Stromstärke
- Berechnen des Widerstandes aus den Messwerten

➔ Ma 8 (Bruchgleichungen)

Überblick über die Gesetze für die Widerstände im verzweigten und im unverzweigten Stromkreis

- Gesetze für die Widerstände im verzweigten und im unverzweigten Stromkreis
- Berechnen von Gesamtwiderständen in Stromkreisen mit zwei Bauelementen

Kenntnis des Widerstandsgesetzes

- Untersuchen der Abhängigkeit des Widerstandes von Länge, Querschnitt und Material (spezifischer Widerstand)
- Widerstandsgesetz

**3.6 Elektrische Energie und Leistung**

Kenntnis der physikalischen Größen elektrische Energie und Leistung

- elektrische Energie als Energieform
- Energieumwandlungen
- Definition der elektrischen Arbeit
- kWh-Zähler
- Definition der elektrischen Leistung
- Größenvorstellungen über elektrische Leistungen in der Praxis

## **Lernziele**

## **Lerninhalte**

Fähigkeit, die Kenntnisse über elektrische Energie, Arbeit und Leistung anzuwenden

- Aufgaben zum Berechnen der elektrischen Energie und Leistung an praktischen Beispielen (Haushalt)
- Bedeutung der elektrischen Energie
- sinnvolle Nutzung von Energie
- Untersuchen des Wirkungsgrades am Beispiel von Kochplatte oder Tauchsieder
- Umweltaspekte der Nutzung von Elektroenergie

✂ UE

### 2.1.2.3 Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 9

In den Klassenstufen 9 und 10 steht allen Wahlpflichtbereichen als Fundamentum je eine Wochenstunde zur Verfügung. Das Fundamentum soll allen Schülern ermöglichen, in Klassenstufe 11 zumindest das Grundfach Physik zu belegen.

Der mathematisch-naturwissenschaftliche Wahlpflichtbereich verfügt in den Klassenstufen 9 und 10 über eine zweite Wochenstunde, die als Additum betrachtet wird. Dadurch wird den Schülern des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereiches der Einstieg in das Leistungsfach ab Klassenstufe 11 ermöglicht.

Die zusätzlichen Lernziele und Lerninhalte für das *Additum* sind *kursiv* gedruckt, ebenso die empfohlenen Zeitrichtwerte.

Alle fachspezifischen Leitlinien werden fortgeführt. Auf die enge Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik wird verwiesen.

Der physikalische Feldbegriff wird durch die Behandlung des magnetischen Feldes und der elektromagnetischen Induktion erweitert.

Das Feldlinienmodell wird genutzt, um physikalische Erscheinungen und Vorgänge zu erklären.

Die Vorstellungen der Schüler über elektrische Leitungsvorgänge werden wesentlich vertieft.

In der Mechanik werden die Begriffe Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung präzisiert. Mit der Erarbeitung und Anwendung grundlegender Gesetze der Kinematik ergeben sich für die Schüler erhöhte Anforderungen beim Lösen von Aufgaben.

Sie werden befähigt, komplexere mathematisch-physikalische Aufgaben zunehmend sicher zu lösen sowie physikalische Größengleichungen und Diagramme zu interpretieren.

Lernziele (Fundamentum/Additum)	Lerninhalte (Fundamentum/Additum)
<b>1 Elektrizitätslehre</b>	<u>Zeitrichtwerte:</u> 16 Stunden/16 Stunden
<b>1.1 Magnetische Felder</b>	
Kenntnis über Dauermagnete und deren Felder	<ul style="list-style-type: none"><li>– Dauermagnete, Magnetpole</li><li>– Kräfte zwischen Dauermagneten</li><li>– Magnetfeld, Feldlinienbilder</li><li>– Magnetfeld der Erde, Kompass</li><li>– SE (Auswahl)</li></ul>
<i>Einblick in das Vorhandensein von Elementarmagneten</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– <i>Elementarmagnete</i></li></ul> <p>→ As 10 (Sonnenaktivität)</p>

<b>Lernziele (Fundamentum/Additum)</b>	<b>Lerninhalte (Fundamentum/Additum)</b>
Kenntnisse über Magnetfelder stromdurchflossener gerader Leiter und Spulen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Magnetfeld stromdurchflossener gerader Leiter</li> <li>– Magnetfeld stromdurchflossener Spulen</li> <li>– Untersuchen der Kraftwirkungen einer Spule in Abhängigkeit von Stromstärke, Windungszahl und Länge der Spule</li> <li>– Kraftwirkung zwischen Dauermagnet und einem stromdurchflossenen geraden Leiter (Oersted) sowie zwischen stromdurchflossenen Spulen</li> <li>– Einfluss eines Eisenkernes auf die magnetische Wirkung einer Spule</li> <li>– elektromotorisches Prinzip</li> </ul>
Fähigkeit, den Aufbau elektrischer Geräte zu beschreiben und deren Wirkungsweise zu erklären	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektromagnet</li> <li>– Gleichstrommotor</li> <li>– <i>FI-Schalter oder Einsatz von Relais in der Technik</i></li> </ul> <p>✂ GE (Beachtung der Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit elektrischen Geräten)</p>

## 1.2 Elektromagnetische Induktion

Kenntnis des Induktionsgesetzes (qualitativ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedingungen für das Entstehen einer Induktionsspannung</li> <li>– Untersuchen der Möglichkeiten zur Erzeugung von Induktionsspannungen</li> <li>– Induktionsgesetz</li> <li>– Untersuchen der Abhängigkeiten des Betrages der Induktionsspannung</li> <li>– SE (Auswahl)</li> </ul>
Überblick über das lenzsche Gesetz <i>Kenntnis des lenzschen Gesetzes und Fähigkeit, das lenzsche Gesetz auf Selbstinduktionsvorgänge anzuwenden</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– lenzsches Gesetz und Zusammenhang mit dem Energieerhaltungssatz</li> <li>– <i>Untersuchen von Ein- und Ausschaltvorgängen</i></li> <li>– <i>technische Anwendungen</i></li> </ul>

<b>Lernziele (Fundamentum/Additum)</b>	<b>Lerninhalte (Fundamentum/Additum)</b>
<p>Überblick über den Aufbau und die Wirkungsweise eines Wechselstromgenerators</p> <p><i>Fähigkeit, den Aufbau und die Wirkungsweise des Wechselstromgenerators zu beschreiben</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe Wechselspannung und Wechselstrom</li> <li>– Untersuchen des zeitlichen Verlaufs von Wechselspannungen und Wechselströmen</li> <li>– Aufbau und Wirkungsweise des Wechselstromgenerators</li> </ul> <p>✂ UMI (Computer als Messinterface nutzen)</p>
<p>Überblick über den Aufbau und über die Wirkungsweise des Transformators</p> <p><i>Fähigkeit, den Aufbau und die Wirkungsweise des Transformators zu beschreiben und Berechnungen zur Spannungs- und Stromstärkeübersetzung durchzuführen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Wirkungsweise des Transformators</li> <li>– Spannungsübersetzung am unbelasteten idealen Transformator; SE</li> <li>– Stromstärkeübersetzung am belasteten Transformator</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
<p>Überblick über die Bedeutung des Transformators</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatz von Transformatoren in technischen Geräten</li> <li>– Energieübertragung vom Kraftwerk bis zum Haushalt</li> <li>– Gefahren bei hohen Spannungen</li> </ul> <p>✂ GE</p>

### **1.3 Elektrische Leitungsvorgänge**

#### **1.3.1 Leitungsvorgänge in Metallen, Flüssigkeiten, Gasen und im Vakuum**

<p>Kenntnisse über Leitungsvorgänge in metallischen Leitern und Fähigkeit, die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes metallischer Leiter zu erklären</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Metallbindung, wanderungsfähige Elektronen</li> <li>– Modell der Elektronenleitung</li> <li>– Erklären der Wärmewirkung und der Widerstandsveränderungen mit dem Teilchenmodell</li> </ul>
<p><i>Fähigkeit, die Temperaturabhängigkeit metallischer Leiter zu untersuchen und die I-U-Kennlinie zu interpretieren</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperaturabhängigkeit metallischer Leiter; SE</li> <li>– I-U-Kennlinie</li> </ul> <p>➔ Ch 9 (chemische Bindung)</p>

<b>Lernziele (Fundamentum/Additum)</b>	<b>Lerninhalte (Fundamentum/Additum)</b>
<p>Überblick über Leitungsvorgänge in Gasen und im Vakuum</p> <p><i>Kenntnisse über Leitungsvorgänge in Flüssigkeiten, Gasen und im Vakuum und</i></p> <p><i>Fähigkeit, Leitungsvorgänge zu erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Demonstration der Leitungsvorgänge</li> <li>– <i>Untersuchen und Erklären der Leitungsvorgänge in wässrigen Lösungen; Dissoziation, Ionen als Ladungsträger, Elektrolyse</i></li> <li>– Leitungsvorgänge in Gasen, Stoßionisation</li> <li>– Leitungsvorgänge im Vakuum, Glühemission, Fotoemission</li> </ul> <p>➔ Ch 8 (Ionen und Ionenbindung)</p> <p>➔ Ch 9 (Säuren, Basen Salze)</p> <p>➔ Ch 10 (Elektrolyse)</p>
<p><i>Kenntnis des allgemeinen Leitungsmodells</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>allgemeines Leitungsmodell</i></li> </ul>
<p>Überblick über Anwendungen in der Praxis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektronenstrahlröhre</li> <li>– Nutzung als Bildröhre im Oszillografen, im Fernsehgerät und im Monitor für Computer</li> </ul>
<p><i>Fähigkeit zur Anwendung des allgemeinen Leitungsmodells</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Glimmlampe und Leuchtstoffröhre</i></li> </ul> <p>✂ UMI</p>
<h3>1.3.2 Halbleiter</h3>	
<p><i>Kenntnis der Leitungsvorgänge in Halbleitern</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Aufbau eines Halbleiters</i></li> <li>– <i>Elektronen, Defektelektronen, Eigenleitung</i></li> </ul> <p>➔ Ch 8 (Periodensystem der Elemente)</p>
<p><i>Kenntnis der Temperaturabhängigkeit des Widerstandes eines Halbleiters</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Temperaturabhängigkeit des Widerstandes eines Halbleiters; SE</i></li> <li>– <i>Erklären der Temperaturabhängigkeit</i></li> <li>– <i>Nutzen eines Thermistors zur Temperaturmessung</i></li> </ul>
<p><i>Überblick über Leitungsmechanismen in n- und p-Leitern</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Dotierung von Halbleitern, n- und p-Leitung (Störstellenleitung)</i></li> </ul>

<b>Lernziele (Fundamentum/Additum)</b>	<b>Lerninhalte (Fundamentum/Additum)</b>
<i>Kenntnis des Aufbaus und der Wirkungsweise einer Halbleiterdiode und Fähigkeit, deren Wirkungsweise zu erklären</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau einer Halbleiterdiode</li> <li>- Durchlass- und Sperrrichtung; SE</li> <li>- Gleichrichterschaltung</li> <li>- I-U-Diagramm</li> </ul>
<i>Überblick über Aufbau und Wirkungsweise eines npn-Transistors</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstration der Wirkungsweise als Schalter und Verstärker</li> </ul>
<i>Überblick über weitere Anwendungen und die Bedeutung der Elektronik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinweis auf Fotodiode, Lichtemitterdiode, Laserdiode, Solarzelle, integrierte Schaltkreise</li> <li>- Beispiele aus der Praxis</li> </ul>
	✂ UE (Nutzung von Sonnenenergie)

## **2 Mechanik**

Zeitrichtwerte: 12 Stunden/12 Stunden

### **2.1 Gleichförmige geradlinige Bewegung**

Kenntnis der Gesetze der gleichförmigen geradlinigen Bewegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchen des Zusammenhangs von Weg und Zeit, Weg-Zeit-Gesetz</li> <li>- Interpretieren von s-t- und v-t- Diagrammen</li> <li>- Abschätzen von Geschwindigkeiten, Tempolimit im Straßenverkehr</li> <li>- SE (Auswahl)</li> </ul>
	✂ VE
	➔ Ma 9 (lineare Funktionen)
Fähigkeit, die Gesetze anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösen von Aufgaben (rechnerisch und grafisch)</li> <li>- Umrechnen von Einheiten</li> </ul>

**2.2 Gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung**

Kenntnis der physikalischen Größe Beschleunigung

- inhaltliches Verständnis der Definition der Beschleunigung

Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten der gleichmäßig beschleunigten geradlinigen Bewegung

- Zusammenhänge zwischen Weg und Zeit, Geschwindigkeit und Zeit sowie Beschleunigung und Zeit bei Bewegungen aus der Ruhe für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- Interpretation der Gesetze und entsprechender Diagramme
- Durchschnittsgeschwindigkeit, Momentangeschwindigkeit

→ Ma 9 (quadratische Funktionen)

✂ UMI (Messen und Auswerten mit Computer möglich)

Fähigkeit, die Gesetze anzuwenden

- Lösen von Anwendungsaufgaben
- *Lösen komplexer Anwendungsaufgaben*

✂ VE

→ Ma 9 (Funktionen und Gleichungen)

Kenntnis der Gesetze des freien Falls und Fähigkeit zum Auflösen

- Untersuchen des freien Falls, Gesetze des freien Falls
- experimentelles Bestimmen von  $g$
- historische Betrachtungen (Galilei)
- Lösen von Aufgaben zum freien Fall

✂ UMI (Computersimulation möglich)

**2.3 Überlagerung geradliniger Bewegungen**

*Kenntnis der Überlagerung von Bewegungen in gleicher Richtung*

- *Relativität von Bewegungen*
- *senkrechter Wurf nach oben*

*Fähigkeit, Aufgaben zu lösen*

- *Lösen von Anwendungsaufgaben*

*Kenntnis der Überlagerung zweier Bewegungen, die senkrecht zueinander gerichtet sind*

- *experimentelles und theoretisches Untersuchen des waagerechten Wurfs*
- *Herleiten der Bahngleichung für den waagerechten Wurf*



## 2.2 Thüringer Oberstufe

### 2.2.1 Ziele und Aufgaben des Physikunterrichts in der Thüringer Oberstufe

Aufgabe und Ziel des Physikunterrichts in der Thüringer Oberstufe ist es, die Schüler mit solchen fachlichen Qualifikationen und Kompetenzen auszurüsten, dass sie befähigt werden,

- physikalische Probleme zu erkennen, Wege zu deren Lösung zu finden, sie in anspruchsvoller Weise zu lösen und ihre Ergebnisse mündlich oder schriftlich überzeugend darzustellen,
- Vorgänge exakt zu beobachten und mit Begriffen der Physik, mit Größengleichungen und mit grafischen Darstellungen zu beschreiben,
- Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten sowie Ergebnisse kritisch zu beurteilen,
- zunehmend den bisher vorwiegend induktiven Weg zum Aufsuchen physikalischer Gesetze durch deduktives Vorgehen zu ergänzen,
- physikalische Gesetze herzuleiten und zu begründen,
- Größengleichungen sowie Diagramme zu interpretieren,
- immer komplexer werdende mathematisch-physikalische Anwendungsaufgaben zu lösen,
- Sachverhalte mittels fachlicher Termini sprachlich einwandfrei zu formulieren,
- Lehrbücher, Tafelwerke, Taschenrechner, Computer und andere geeignete Mittel zur Lösung physikalischer Fragestellungen selbstständig zu nutzen.

Die inzwischen entwickelten Kompetenzen ermöglichen es, dass die Schüler

- den Beitrag erkennen, den die Physik leistete und leistet, um die Natur zu verstehen und zu nutzen,
- Wechselbeziehungen zwischen der Wissenschaft Physik und der Technik aufzeigen, diese verstehen und bewerten können,
- begreifen, welchen Beitrag die Physik für die Entwicklung der Lebensbedingungen der Menschen geleistet hat und künftig leisten wird,
- den Einfluss der Physik auf unser Weltbild und auf das allgemeine Denken verstehen,
- die wechselseitigen Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Forschung und gesellschaftlicher Entwicklung erkennen und fähig sind, die daraus resultierende Verantwortung der Forschung bzw. der Gesellschaft für die Gestaltung und Erhaltung der Umwelt zu begreifen.

Sowohl im Grundfach als auch im Leistungsfach in der Qualifikationsphase erwerben die Schüler durch die konsequente Weiterentwicklung der Kompetenzen Studierfähigkeit.

Dazu gehören sowohl gesicherte und wesentliche Wissensgrundlagen als auch Eigenverantwortung, Arbeitsdisziplin, Lernbereitschaft, die Fähigkeit, Lernmethoden und Arbeitstechniken zu entwickeln und zu nutzen, sowie die Fähigkeit und Bereitschaft zu kooperieren. Die Schüler lernen, sich Wissen zunehmend selbstständig anzueignen, induktiv, deduktiv und systematisch zu denken, Theorien und Modelle zu verstehen und zu nutzen, Sachverhalte überzeugend sprachlich darzustellen und zu dokumentieren und sich selbst zu kontrollieren.

## 2.2.2 Klassenstufe 10

### 2.2.2.1 Lernziele und Lernbereiche in der Klassenstufe 10

Die besondere Bedeutung der Klassenstufe 10 liegt in der Vorbereitung der Qualifikationsphase in allen Kompetenzbereichen.

Wie in der Klassenstufe 9 steht auch in der Klassenstufe 10 allen Wahlpflichtbereichen als Fundamentum je eine Wochenstunde zur Verfügung. Das Fundamentum soll allen Schülern ermöglichen, in Klassenstufe 11 zumindest das Grundfach Physik zu belegen.

Der mathematisch-naturwissenschaftliche Wahlpflichtbereich verfügt in den Klassenstufen 9 und 10 über eine zweite Wochenstunde, die als Additum betrachtet wird. Dadurch wird den Schülern des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereiches der Einstieg in das Leistungsfach ab Klassenstufe 11 ermöglicht.

Die zusätzlichen Lernziele und Lerninhalte und die empfohlenen Zeitrichtwerte für das *Additum* sind wie im Plan für Klassenstufe 9 *kursiv* gedruckt.

Die Mechanik der Punktmasse wird in Klassenstufe 10 vorläufig abgeschlossen. Sie ist eine wesentliche Grundlage für einige Stoffgebiete in der Kursstufe.

Schüler, die später das Fach Physik nicht weiterführen, gewinnen einen abschließenden Überblick zur klassischen Mechanik und einen Überblick zur Kernphysik.

Die unter Ziele und Aufgaben des Physikunterrichts in der Thüringer Oberstufe zu erreichenden Kompetenzen werden, anknüpfend an den bisher erreichten Stand, in der Klassenstufe 10 bereits auf einem entsprechend hohem Niveau entwickelt.

Alle fachspezifischen Leitlinien dienen dabei zur Orientierung. Auf die enge Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik ist zu achten.

#### Themenübersicht für die Klassenstufe 10

Fundamentum/ <i>Additum</i>			Seite
1	Mechanik	18 Stunden/20 <i>Stunden</i> <sup>2</sup>	41
1.1	Kraft und Wechselwirkungsgesetz		
1.2	Newtonsches Grundgesetz und Trägheitsgesetz		
1.3	Mechanische Arbeit und Energie		
1.4	Impuls und Stoß		
1.5	Gleichförmige Kreisbewegung		
1.6	<i>Mechanische Schwingungen und Wellen</i>	<i>4 Stunden</i>	44
2	Kernphysik	10 Stunden/4 <i>Stunden</i>	45

---

<sup>2</sup>nur für 1.1 bis 1.5

## 2.2.2.2 Lernziele und Lerninhalte in der Klassenstufe 10

Lernziele (Fundamentum/Additum)	Lerninhalte (Fundamentum/Additum)
<b>1 Mechanik</b>	<u>Zeitrichtwerte:</u> 18 Stunden/20 Stunden
<b>1.1 Kraft und Wechselwirkungsgesetz</b>	
Kenntnis der physikalischen Größe Kraft	– Kraft als gerichtete Größe → Ma 11 (Vektorbegriff)
Fähigkeit, Kräfte auf gleichen und unterschiedlichen Wirkungslinien zusammenzusetzen	– vektorielle Addition von Kräften → Ma 11 (Addition von Vektoren)
<i>Kenntnis des hooke-schen Gesetzes und Fähigkeit, dieses anzuwenden</i>	– <i>experimentelles Erarbeiten des hooke-schen Gesetzes; SE</i> – <i>Lösen von Aufgaben</i>
Überblick über die Zerlegung von Kräften mit vorgegebener Richtung <i>Fähigkeit, Kräfte in Komponenten mit vorgegebener Richtung zu zerlegen</i>	– Zerlegung von Kräften – Kräfte an der geneigten Ebene – Haft- und Gleitreibung – SE (Auswahl)
Kenntnis des Wechselwirkungsgesetzes	– Wechselwirkungsgesetz
<b>1.2 Newtonsches Grundgesetz und Trägheitsgesetz</b>	
Kenntnis des newtonschen Grundgesetzes und des Trägheitsgesetzes	– <i>experimentelles Untersuchen des Zusammenhangs zwischen Masse, Beschleunigung und Kraft</i> – newtonsches Grundgesetz und seine Aussagen – Trägheitsgesetz; kräftefreie Bewegung
Fähigkeit, das newtonsche Grundgesetz und das Trägheitsgesetz anzuwenden	– Beobachten und Erklären von Trägheitswirkungen – Lösen von <i>komplexen</i> Aufgaben  ✂ VE, GE

## **Lernziele (Fundamentum/Additum)**

## **Lerninhalte (Fundamentum/Additum)**

Überblick über die Entwicklung der Mechanik bis zum Ende des 19. Jahrhunderts

– Würdigung von Kopernikus, Galilei, Kepler und Newton

→ Ge 7 (Der Anbruch einer neuen Zeit)

→ As 10 (Entwicklung der Weltbilder)

### **1.3 Mechanische Arbeit und Energie**

Kenntnis von Arten der mechanischen Arbeit für konstante Kraft bei gleicher Kraft- und Wegrichtung

– Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, *Federspannarbeit* und ihre Gleichungen

– Arbeit als Fläche im *F-s*-Diagramm

Kenntnis der Arbeit für den Fall, dass sich Weg- und Kraftrichtung unterscheiden

– Arbeit als Prozessgröße

Arbeit als Prozessgröße

→ Ma 10 (Funktionen)

Kenntnis der Federspannarbeit

Fähigkeit zum Lösen von komplexen Aufgaben

– Lösen von komplexen Aufgaben

Kenntnis der Arten mechanischer Energie

– kinetische und potenzielle Energie und ihre Gleichungen

Einblick in die Energie als Zustandsgröße und in den Systembegriff

– Energie als Zustandsgröße

– Beziehung zwischen mechanischer Arbeit und Energie

– Systembegriff

Kenntnis des Energieerhaltungssatzes der Mechanik und Fähigkeit zur Anwendung

– Energieerhaltungssatz der Mechanik

– Lösen von Anwendungsaufgaben

### **1.4 Impuls und Stoß**

Kenntnis der physikalischen Größe Impuls und Kraftstoß

– Impuls, *Kraftstoß*

– Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß

Überblick über Anwendungen

– Anwendungen bei Raketen; Start und Antrieb von Raketen

✂ GTF

→ As 10 (künstliche Himmelskörper)

Fähigkeit im Anwenden der Kenntnisse über Impuls und Kraftstoß

– Lösen von Aufgaben zu Impuls und Kraftstoß

<b>Lernziele (Fundamentum/Additum)</b>	<b>Lerninhalte (Fundamentum/Additum)</b>
--	--

Kenntnis des Impulserhaltungssatzes und Überblick über Anwendungen

- Impulserhaltungssatz
- zentraler unelastischer Stoß
- *zentraler elastischer Stoß*
- Anwendungen

*Fähigkeit zum Anwenden des Impulserhaltungssatzes*

- *Lösen von Aufgaben*

## 1.5 Gleichförmige Kreisbewegung

Überblick über die Kinematik und Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung

*Kenntnis der Gesetze der Kinematik und der Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung*

- kinematische Größen zur Beschreibung von Kreisbewegungen
- Zentralkraft und qualitatives (*quantitatives*) Untersuchen der Größen, von denen die Zentralkraft abhängt
- Gesetze der Kinematik und der Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung
- Hinweis auf Bezugssystem und auf Beispiele

*Fähigkeit im Anwenden der Gesetze der gleichförmigen Kreisbewegung*

- Anwenden auf kreisförmige Bewegungen um Himmelskörper
- *Lösen von Aufgaben*

✂ VE

➔ As 10 (Satelliten)

Kenntnis des Gravitationsgesetzes

*Fähigkeit, das Gravitationsgesetz anzuwenden*

- Gravitationsgesetz
- Hinweis auf den Begriff Gravitationsfeld (z. B. Gravitationsfeld der Erde)
- Hinweis auf "Schwerelosigkeit"
- *Erklären der "Schwerelosigkeit"*
- *1. kosmische Geschwindigkeit*
- Lösen von Aufgaben

➔ As 10 (Planeten, Satelliten)

**1.6 Mechanische Schwingungen und Wellen**Zeitrictwert: 4 Stunden

- Kenntnis des Begriffs mechanische Schwingung* – Größen zur Beschreibung mechanischer Schwingungen
- Fähigkeit, das Zustandekommen mechanischer Schwingungen beim Federschwinger und beim Fadenpendel dynamisch und energetisch zu erklären* – Hinweis auf Dämpfung
- Formeln zur Berechnung der Periodendauer
- Bestimmen von  $g$
- Fadenpendel, Federschwinger; SE

➔ Ma 10 (Winkelfunktionen)

✂ UMI (Aufzeichnen mit Computer möglich)

- Kenntnis des Begriffs mechanische Welle und ihrer Eigenschaften* – Größen zur Beschreibung mechanischer Wellen
- Gleichung für die Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer Wellen
- Hinweis auf stehende Wellen

➔ Ch 11 (Orbitaltheorie)

➔ Ma 10 (Winkelfunktionen)

**2 Kernphysik**Zeitrichtwerte: 10 Stunden/4 Stunden

Einblick in den Aufbau des Atomkerns  
*Kenntnis des Aufbaus des Atomkerns*

- Atom, Bausteine des Atomkerns und deren Eigenschaften
- Größenvorstellungen

➔ Ch 9 (Atommodell)

➔ Ch 11 (Atombau, Kernchemie)

Überblick über die Erscheinungen der Radioaktivität

*Kenntnis der Erscheinungen der Radioaktivität*

- Arten der Strahlung ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) und deren Eigenschaften
- Möglichkeiten des Nachweises, Nachweis mit Geiger-Müller-Zählrohr
- Strahlenschutz
- Spontanzerfall
- Begriff Halbwertszeit
- Beispiele für Anwendungen der radioaktiven Strahlung
- historische Betrachtungen

➔ Ma 9, 10 (Stochastik)

✂ UE, GE

Überblick über die Kernspaltung und deren Anwendungen

*Kenntnis der Kernspaltung und deren Anwendungen*

- Vorgang der Kernspaltung
- Größenvorstellung zur frei werdenden Energie
- ungesteuerte und gesteuerte Kettenreaktion
- Wirkprinzip von Kernkraftwerken
- Sicherheit von Kernkraftwerken, Entsorgung, Umweltaspekte
- Hinweis auf Kernfusion
- historische Betrachtungen
- Verantwortung der Menschen, insbesondere der Wissenschaftler und Politiker bei der Nutzung der Kernenergie

✂ GTF, UE, GE; As 10 (Sonne)

➔ Ch 7 (Elementbegriff)

➔ Et (Natur, Mensch und Technik)

➔ KR 9 (Freiheit des Menschen)

➔ KR 10 (Lehre vom Menschen)

## **2.2.3 Grundfach Physik**

### **2.2.3.1 Lernziele und Lernbereiche für das Grundfach Physik**

Struktur und Aufbau der stofflichen Inhalte entsprechen denen des Leistungsfaches. Das ist erforderlich, um den notwendigen Überblick über wesentliche Teilgebiete der Physik zu erhalten und Studierfähigkeit zu erreichen.

Die Lernziele orientieren auf Schwerpunkte innerhalb der ausgewiesenen Stoffgebiete.

Damit ist es möglich, die in der Thüringer Oberstufe geforderten Kompetenzen zu entwickeln und entsprechende Freiräume zu nutzen.

Es wird darauf hingearbeitet, dass sich die Schüler aktiv mit Problemen der Physik sowie mit deren spezifischen Denkweisen und Arbeitsverfahren auseinandersetzen. Sie werden befähigt, kritisch und konstruktiv Probleme aus Natur und Technik zu beurteilen und zu bewerten.

Die Orientierung an den fachspezifischen Leitlinien ermöglicht ein komplexes Erfassen der physikalischen Fragestellungen und unterstützt das Lösen anspruchsvoller physikalischer Aufgaben.

Es ist Aufgabe des Lehrers, die Schüler zu befähigen, Experimente zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Der Lehrer nimmt die Auswahl geeigneter Schülerexperimente vor, wobei er auch an entsprechende Schülerexperimente aus den Klassenstufen 7 bis 10 anschließt. Für das Grundfach ist im Lehrplan kein geschlossenes Praktikum ausgewiesen. Ein physikalisches Praktikum wird jedoch empfohlen.

Die zeitliche Verteilung der Lehrplaninhalte obliegt dem Fachlehrer, ist aber mit der Fachkonferenz und den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie insbesondere mit dem Fach Mathematik abzustimmen.



Themenübersicht für die Klassenstufen 11 und 12			Seite
1	Elektrische Felder und Wechselwirkungen	(16 Stunden)	48
2	Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion	(22 Stunden)	49
2.1	Magnetische Flussdichte		
2.2	Elektromagnetische Induktion		
2.3	Wechselstrom		
3	Schwingungen	(13 Stunden)	51
3.1	Mechanische Schwingungen		
3.2	Elektromagnetischer Schwingkreis		
4	Wellen	(13 Stunden)	52
4.1	Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften mechanischer Wellen		
4.2	Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften hertzscher Wellen		
5	Optik	(17 Stunden)	53
5.1	Strahlenmodell des Lichtes		
5.2	Wellenmodell des Lichtes		
6	Mechanik des starren Körpers	(16 Stunden)	55
6.1	Kinematik der Kreisbewegung der Punktmasse		
6.2	Drehmoment und Gleichgewicht starrer Körper		
6.3	Dynamik der Kreisbewegung der Punktmasse und der Rotation starrer Körper		
7	Thermodynamik	(22 Stunden)	57
8	Quantenphysik	(22 Stunden)	59
8.1	Quantenphysik des Lichtes		
8.2	Quantenphysik des Elektrons		
8.3	Quantenphysik der Atomhülle		
8.4	Physik des Atomkerns		
8.5	Kernenergie und ihre Nutzung		
9	Ausblick auf die Spezielle Relativitätstheorie	(3 Stunden)	62

## 2.2.3.2 Lernziele und Lerninhalte für das Grundfach Physik

### 1 Elektrische Felder und Wechselwirkungen

Zeitrictwert: 16 Stunden

Die Kraftwirkungen auf freie ruhende und bewegte Ladungen werden betrachtet. Das homogene sowie das radialsymmetrische elektrostatische Feld werden untersucht. Mit Analogiebetrachtungen zwischen Gravitationsfeldern und elektrischen Feldern wird für den homogenen und radialsymmetrischen Fall das Verständnis der zugrunde liegenden Feldstrukturen vertieft. Das Millikan-Experiment als historisches Experiment bietet die Möglichkeit der quantitativen Bestimmung der Elementarladung.

Lernziele	Lerninhalte
Kenntnis der physikalischen Begriffe elektrisches Feld und elektrische Ladung	<ul style="list-style-type: none"><li>– elektrische Ladung und ihre Einheit</li><li>– Definition der elektrischen Feldstärke</li><li>– das homogene elektrische Feld und seine Wirkungen auf Punktladungen</li><li>– elektrische Feldstärke im homogenen Feld</li></ul>
Kenntnis des Aufbaus von Kondensatoren	<ul style="list-style-type: none"><li>– Definition der Kapazität</li><li>– Untersuchen der Entladungsvorgänge</li><li>– Abhängigkeit der Kapazität eines Kondensators von seinem Aufbau</li><li>– Kondensator als Energiespeicher</li><li>– Aufbau technischer Kondensatoren</li></ul>
Kenntnis der Gesetze der Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren Fähigkeit zur Anwendung der Gesetze	<ul style="list-style-type: none"><li>– Erarbeiten der Gesetze</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Fähigkeit, die Kenntnisse über das homogene elektrische Feld und dessen Kräfte anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>– Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikan-Versuch, mathematische Betrachtungen zur Schwebemethode</li><li>– Untersuchen von Bewegungen geladener Teilchen parallel und senkrecht zum Feld</li><li>– Aufbau, Wirkungsweise, Anwendung von Elektronenstrahlröhren</li></ul>
	✂ UMI (Elektronenstrahlröhren)
Kenntnis des coulombschen Gesetzes	<ul style="list-style-type: none"><li>– coulombsches Gesetz</li><li>– Vergleich zwischen elektrostatischem Feld und Gravitationsfeld</li></ul>

## 2 Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion

Zeitrictwert: 22 Stunden

Im homogenen magnetostatischen Feld werden die Kraftwirkungen auf bewegte Ladungen untersucht.

Die unterschiedlichen Wirkungen von elektrostatischen und magnetostatischen Feldern werden herausgearbeitet.

Die elektromagnetische Induktion ist nur für den Fall linearer Änderungen des magnetischen Flusses zu behandeln.

### Lernziele

### Lerninhalte

---

#### 2.1 Magnetische Flussdichte

Kenntnis des magnetischen Feldes und seiner Wirkungen; Kenntnis der physikalischen Größe magnetische Flussdichte

- Felder von Dauermagneten, stromdurchflossenen geraden Leitern, Spulen und der Erde
- Untersuchen der Kraftwirkung in diesen Feldern
- Bewegung von Ladungen als Ursache für  $B$ -Felder
- Kraft eines homogenen magnetischen Feldes auf einen senkrecht zu diesem liegenden stromdurchflossenen Leiter

Kenntnis der Lorentzkraft

- Kraft des Feldes auf eine zu ihm senkrecht bewegte freie Ladung

Kenntnis der Abhängigkeit der Flussdichte des magnetischen Feldes im Inneren einer langen geraden Spule von deren Aufbau

- Untersuchen des Einflusses der Windungszahl, der Spulenlänge und von Eisenkernen auf die Flussdichte

Fähigkeit zum Anwenden der Kenntnisse über elektrische und magnetische Felder

- Bewegung von geladenen Teilchen im homogenen Magnetfeld bei Bewegung senkrecht zur Feldrichtung
- Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons
- Überlagerung homogener elektrischer und magnetischer Felder
- Aufbau und Wirkungsweise eines Massenspektrografen
- Lösen von Aufgaben

**2.2 Elektromagnetische Induktion**

- |  |   |
|--|---|
| Kenntnis der physikalischen Größe magnetischer Fluss   | – Zusammenhang zwischen magnetischer Flussdichte und durchsetzter Fläche  |
| Kenntnis der elektromagnetischen Induktion, des Induktionsgesetzes (quantitativ) und des lenzschen Gesetzes, Fähigkeit zur Anwendung | – Induktionsspannung bei linearer Änderung des Magnetflusses<br>– Erarbeiten des lenzschen Gesetzes als Folgerung aus dem Energieerhaltungssatz<br>– Wirbelströme |
| Kenntnis der Selbstinduktion und deren Wirkungen   | – Anwendungen der Selbstinduktion<br>– Induktivität einer Spule   |
| Fähigkeit zum Beschreiben des prinzipiellen Aufbaus und zum Erklären der prinzipiellen Wirkungsweise von Generator und Motor         | – Aufbau und Wirkungsweise von Generator und Transformator<br>– Lösen von Aufgaben  |

**2.3 Wechselstrom**

- |   |  |
|---|--|
| Kenntnis der Größen und Größenbeziehungen zur Beschreibung des elektrischen Wechselstroms         | – Folgern von $U = U(t)$ aus dem Induktionsgesetz durch inhaltliches Schließen   |
| Fähigkeit, das Phasenverhalten des ohmschen, kapazitiven und induktiven Widerstandes zu begründen | – experimentelle Untersuchung und Begründung des Phasenverhaltens von $I = I(t)$ und $U = U(t)$ für ohmsches Bauelement, Kondensator und Spule (Idealfall) |
| Fähigkeit, den ohmschen, kapazitiven und induktiven Widerstand zu berechnen                       | – Frequenzabhängigkeit der einzelnen Widerstände<br>– Lösen von Aufgaben   |
| Fähigkeit, Gesetze der Reihenschaltung von Widerständen im Wechselstromkreis anzuwenden           | – Wirkwiderstand, Blindwiderstand, Scheinwiderstand und deren Berechnung<br>– Lösen von Aufgaben   |

### 3 Schwingungen

Zeitrictwert: 13 Stunden

Behandelte Grundbegriffe und Gesetze zur Beschreibung harmonischer mechanischer Schwingungen und deren Ursachen werden vertieft und erweitert. Sie sind Grundlagen für das Verständnis der Vorgänge bei den elektromagnetischen Schwingungen. Analogiebetrachtungen zwischen mechanischen und elektrodynamischen Schwingungen unterstützen das Gesamtverständnis.

#### **Lernziele**

#### **Lerninhalte**

### **3.1 Mechanische Schwingungen**

Kenntnis des Begriffs mechanische Schwingung, der Ursachen ihrer Entstehung und der Größen für ihre Beschreibung

- Untersuchen der kinematischen Vorgänge bei Schwingungen
- Voraussetzungen für harmonische Schwingungen
- Experiment zum Aufnehmen und Darstellen von  $s = s(t)$  für harmonische Schwingungen
- inhaltliches Herleiten von  $v = v(t)$  und  $a = a(t)$
- Energiebetrachtungen beim Fadenpendel und beim Federschwinger
- Hinweis auf die Dämpfung

→ Ma 10 (Winkelfunktionen)

Kenntnisse über die Resonanz

- experimentelles Untersuchen des Zusammenhangs von Erreger- und Eigenfrequenz
- Bedingung für Resonanz
- Resonanzkurve

### **3.2 Elektromagnetischer Schwingkreis**

Kenntnis der Vorgänge, die zur Entstehung elektromagnetischer Schwingungen führen, und Fähigkeit, die Vorgänge im Schwingkreis zu erklären

- Aufbau eines Schwingkreises
- elektrodynamische Ursachen für die Entstehung von Schwingungen
- Energieumwandlungen
- Analogien zum Fadenpendel und Federschwinger
- Frequenzverhalten
- thomsonsche Schwingungsgleichung

## 4 Wellen

Zeitrictwert: 13 Stunden

Behandelte Grundbegriffe und Gesetze zur Beschreibung mechanischer Wellen und deren Ursachen werden vertieft und erweitert. Sie sind Grundlage für das Verständnis der Vorgänge bei den hertzschen Wellen. Analogiebetrachtungen unterstützen das Gesamtverständnis.

### Lernziele

### Lerninhalte

#### 4.1 Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften mechanischer Wellen

Kenntnis des Begriffs mechanische Welle und der Entstehung mechanischer Wellen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Welle als räumlich und zeitlich periodischer Vorgang (qualitativ)</li><li>– Energietransport</li></ul>
Kenntnis der Kenngrößen und der Gleichung für die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Kenngrößen von Wellen</li><li>– Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen</li></ul>
Kenntnis über Longitudinal- und Transversalwellen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Longitudinalwellen, Transversalwellen</li><li>– Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen</li></ul>
Überblick über stehende Wellen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Begriff stehende Welle</li><li>– experimentelle Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mittels stehender Wellen</li></ul>
Kenntnis der Beugung, der Interferenz und des huygens-fresnelschen Prinzips	<ul style="list-style-type: none"><li>– Beugung, Interferenz; experimentelle Untersuchungen</li><li>– huygens-fresnelsches Prinzip</li><li>– Erklärung von Ausbreitung, Reflexion und Brechung von Wellen</li></ul>
Überblick über technische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ultraschall, Ultraschalldiagnose, Echolot, Schallschutz</li></ul>

#### 4.2 Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften hertzscher Wellen

Überblick über die Entstehung und Ausbreitung hertzscher Wellen	<ul style="list-style-type: none"><li>– hertzscher Dipol</li><li>– Beschreiben und Begründen des Vorgangs der Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen</li></ul>
---	---

Lernziele	Lerninhalte
Fähigkeit, Kenntnisse über hertzsche Wellen anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reflexion, Brechung, Interferenz, Hinweis auf Polarisation</li> <li>– Übertragen der Kenntnisse über mechanische Wellen auf hertzsche Wellen</li> <li>– Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Überblick über die Anwendungen hertzscher Wellen bei der Nachrichtenübertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prinzip von Sender und Modulation</li> <li>– Prinzip von Empfänger und Demodulation</li> </ul>
✂ UMI	

## 5 Optik

Zeitrictwert: 17 Stunden

Optische Erscheinungen, die sich mit dem Strahlenmodell des Lichtes deuten lassen, werden genutzt, um die Wirkung optischer Geräte zu erklären.

Die wissenschaftlichen und sozialen Leistungen von Ernst Abbe, Carl Zeiss und Otto Schott werden gewürdigt.

Die Behandlung der Beugung, Überlagerung und Interferenz als optische Erscheinungen führt zum Verständnis des Wellenmodells des Lichtes.

Lernziele	Lerninhalte
<b>5.1 Strahlenmodell des Lichtes</b>	
Kenntnisse über die Ausbreitung des Lichtes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorstellen eines historischen Experiments zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit</li> </ul>
Kenntnisse über die Eigenschaften des Lichtes, die sich mit dem Strahlenmodell beschreiben lassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reflexionsgesetz</li> <li>– ebener Spiegel</li> <li>– Brechungsgesetz, Totalreflexion</li> <li>– Lichtleitkabel; Umlenkprismen</li> </ul>
Kenntnis der Bildentstehung, der Abbildungsgleichung und des Abbildungsmaßstabes bei dünnen Sammellinsen und bei Hohlspiegeln sowie der Strahlenverläufe bei Prismen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptstrahlen und Abbildungsfälle bei dünnen Sammellinsen und beim Hohlspiegel; Abbildungsgleichungen</li> <li>– Herleiten der Abbildungsgleichung und des Abbildungsmaßstabes für dünne Sammellinsen</li> <li>– Strahlenverläufe bei Prismen</li> <li>– Dispersion</li> </ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

Fähigkeit, Untersuchungen, Bildkonstruktionen und Berechnungen bei dünnen Sammellinsen und bei Prismen durchzuführen

- experimentelles Bestimmen von Brennweiten dünner Sammellinsen
- Lösen von Aufgaben

Überblick über Abbildungsvorgänge bei optischen Geräten

- Lupe, Fotoapparat, Projektor, Mikroskop, keplersches Fernrohr

### 5.2 Wellenmodell des Lichtes

Kenntnisse über Eigenschaften des Lichtes, die sich mit dem Wellenmodell erklären lassen

- Beugung und Interferenz
- Hinweis auf Polarisierung
- Licht als elektromagnetische Welle

Fähigkeit, die Interferenzgleichung für Maxima am Doppelspalt und am Gitter anzuwenden

- Untersuchen der Interferenz am Doppelspalt und am Gitter
- Herleiten der Interferenzgleichung für Maxima am Doppelspalt
- experimentelles Bestimmen der Wellenlänge von monochromatischem Licht

Überblick über das elektromagnetische Spektrum

- sichtbares, infrarotes und ultraviolettes Licht
- Entdeckung des Wellencharakters von Röntgenstrahlen durch v. Laue
- Vervollständigen des elektromagnetischen Spektrums
- Gefahren durch elektromagnetische Strahlungen und ihre Vermeidung

✂ GE

→ As 10 (Strahlungsarten)



## 6 Mechanik des starren Körpers

Zeitrictwert: 16 Stunden

Analogien, die den Begriffssystemen zur Beschreibung der Kinematik der Translation und der Kreisbewegung zugrunde liegen, werden weitestgehend genutzt, um das Gesamtverständnis zu vertiefen. Den Größen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung bei der geradlinigen Bewegung stehen die Größen Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung gegenüber.

Damit erhalten die Gesetze der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Rotation analoge mathematische Strukturen und die zeitaufwendige experimentelle Ermittlung dieser Gesetze kann durch Analogieschlüsse ersetzt werden. Das trägt zu einem vertieften theoretischen Verständnis von Zusammenhängen bei.

Analogien und Möglichkeiten der Übertragung von Betrachtungsweisen der Dynamik der Punktmasse auf die des starren Körpers sind ebenfalls als systematisierendes und erkenntnisvertiefendes Element bewusst zu nutzen. Das bezieht sich auf die Wirkungen von Kraft und Drehmoment sowie die Gegenüberstellung von Impuls und Drehimpuls.

### Lernziele

### Lerninhalte

---

#### 6.1 Kinematik der Kreisbewegung der Punktmasse

Kenntnis der Größen und Gesetze der Kreisbewegung auf der Basis von Winkelgrößen

- Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung bei der Kreisbewegung einer Punktmasse
- Analogien bei den Bewegungsgesetzen der geradlinigen Bewegung und der Kreisbewegung
- Gesetze für die gleichförmige Kreisbewegung

Fähigkeit, die Gesetze anzuwenden

- Lösen von Aufgaben

#### 6.2 Drehmoment und Gleichgewicht starrer Körper

Kenntnis der Begriffe starrer Körper und Drehmoment

- Modell des starren Körpers
- Definition des Drehmoments
- experimentelles Untersuchen des Drehmoments
- Gleichgewicht am starren Körper

Fähigkeit, Aufgaben zu lösen

- Betrachten des Drehmoments an technischen Beispielen
- Lösen von Aufgaben

**6.3 Dynamik der Kreisbewegung der Punktmasse und der Rotation starrer Körper**

Kenntnis des Grundgesetzes der Dynamik für die Rotation des starren Körpers und der physikalischen Größe Trägheitsmoment

- experimentelle Untersuchung der Abhängigkeit der Winkelbeschleunigung vom Drehmoment und vom Trägheitsmoment
- Grundgesetz der Dynamik der Rotation
- Analogien zwischen dem Grundgesetz der Dynamik für die Translation und für die Rotation
- Vergleichen von vorgegebenen Trägheitsmomenten (Zylinder, Hohlzylinder und Kugel)

Überblick über den Begriff Drehimpuls, den Drehimpulserhaltungssatz und Anwendungen

- Drehimpuls
- Drehimpulserhaltungssatz, Beispiele aus Natur und Technik
- zweites keplersches Gesetz

➔ As 10 (keplersche Gesetze)

Fähigkeit, den Energieerhaltungssatz auf die Rotation anzuwenden

- Translations- und Rotationsenergie bei rollenden Körpern

## 7 Thermodynamik

Zeitrictwert: 22 Stunden

In der Thermodynamik werden wesentliche Phänomene des idealen Gases und dessen Gesetze untersucht und mit Teilchenvorstellungen erklärt.

Am Beispiel einer Wärmekraftmaschine wird deutlich gemacht, dass deren Wirkungsgrad aus der Sicht einer gut fundierten Theorie beurteilt werden kann. Das ist hilfreich für Entwicklungen und Optimierungen, lässt aber auch Grenzen technischer Möglichkeiten sichtbar machen.

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Kenntnis der Begriffe thermodynamisches System, Temperatur, Wärme und innere Energie	<ul style="list-style-type: none"><li>– Begriffe thermodynamisches System, Temperatur, Wärme, innere Energie</li><li>– Gesetz des Wärmeaustausches</li><li>– Grundgleichung der Wärmelehre (feste und flüssige Körper)</li><li>– Temperaturskala</li></ul>
Fähigkeit, Aufgaben zur Kalorik zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– experimentelles Bestimmen der spezifischen Wärmekapazität von flüssigen und festen Stoffen</li><li>– Gleichungen für Umwandlungswärmen bei Aggregatzustandsänderungen</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Kenntnis der Zustandsgrößen, der Gesetze der Zustandsänderungen und der allgemeinen Zustandsgleichung für das ideale Gas sowie Fähigkeit, Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Modell des idealen Gases</li><li>– Zustandsgrößen, Zustandsänderungen</li><li>– Gesetze für isotherme, isochore und isobare Zustandsänderungen des idealen Gases</li><li>– Darstellung der Zustandsänderungen in Zustandsdiagrammen</li><li>– allgemeine Zustandsgleichung für das ideale Gas</li><li>– allgemeine Gaskonstante</li><li>– Merkmale der adiabatischen Zustandsänderung</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Kenntnis des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik	<ul style="list-style-type: none"><li>– erster Hauptsatz der Thermodynamik</li><li>– Unterscheiden zwischen Zustands- und Prozessgrößen</li><li>– Perpetuum mobile erster Art</li></ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

Fähigkeit, Volumenarbeit zu bestimmen

- Volumenarbeit bei konstantem Druck
- Darstellen im Zustandsdiagramm
- grafisches Ermitteln der Volumenarbeit bei isothermer Zustandsänderung
- spezifische Wärmekapazität von Gasen bei konstantem Druck bzw. konstantem Volumen

➔ Ma 11 (Integralrechnung)

Einblick in den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und in Kreisprozesse

- zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Stirlingprozess
- thermischer Wirkungsgrad
- Hinweis auf reale Kreisprozesse am Beispiel des Ottomotors

Einsicht, dass Wärmeerscheinungen atomistisch beschrieben werden können

- brownsche Wärmebewegung
- Grundannahmen zum Modell ideales Gas
- kinematisches Deuten von Druck, absoluter Temperatur und Wärmeausbreitung
- Diffusion

Die Ergebnisse von Experimenten zum äußeren lichtelektrischen Effekt erfordern neue Denkweisen über das Wesen des Lichtes, die im Widerspruch zu den inzwischen gewonnenen Einsichten und Modellvorstellungen stehen. Neue Denkweisen ergeben sich auch aus den Welleneigenschaften bewegter Elektronen. Die Aufklärung der Struktur der Atomhülle wurde durch den Versuch eingeleitet, das Zustandekommen der Linienspektren des Wasserstoffs aufzuklären. Die Modellvorstellungen von der Atomhülle werden schrittweise erarbeitet. Durch das vermittelte Fachwissen zur Kernphysik werden die Schüler in die Lage versetzt, Anwendungen sachlich zu beurteilen.

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>8.1 Quantenphysik des Lichtes</b>	
Kenntnis des äußeren lichtelektrischen Effekts und der Eigenschaften von Lichtquanten sowie Einsicht, dass sich Licht nicht nur mit einem Modell erklären lässt	<ul style="list-style-type: none"><li>– äußerer lichtelektrischer Effekt</li><li>– Begriff Lichtquant; Dualismus des Lichtes</li><li>– Einsteingleichung</li><li>– Einsteingerade; Interpretation</li><li>– Bestimmung der Ablösearbeit und des planckschen Wirkungsquantums</li><li>– Lichtdruck</li></ul>
<b>8.2 Quantenphysik des Elektrons</b>	
Überblick über die wellentypischen Eigenschaften Beugung und Interferenz auch für bewegte Teilchen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Intensitätsverteilungen nach dem Durchgang durch einen Doppelspalt</li><li>– heisenbergsche Unschärferelation für Elektronen</li><li>– Elektronenbeugung am Kristallgitter</li><li>– Vergleichen mit Beugungsbildern von Licht</li></ul>
Überblick über den Aufbau eines Elektronenmikroskops	<ul style="list-style-type: none"><li>– Aufbau und Wirkprinzip von Elektronenlinsen</li></ul>

**8.3 Quantenphysik der Atomhülle**

Überblick über Methoden der Untersuchung des Atomaufbaus

- rutherfordsche Streuversuche
- Grundüberlegungen, die zum rutherfordschen Atommodell führten
- Kennzeichen von Widersprüchen

Kenntnis über die quantenhafte Emission des Lichtes und die Entwicklung von Strukturvorstellungen der Atomhülle

- Linienspektrum des Wasserstoffatoms und dessen Beschreibung durch Balmer
- bohrsche Postulate
- Franck-Hertz-Experiment
- Energieniveauschema für Wasserstoff; Berechnungen
- Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Atomhülle und dem Periodensystem

Einblick in die Entstehung und Anwendung von Röntgenstrahlen

- Entstehung und Erzeugung von Röntgenstrahlen
- Beispiele für Anwendungen
- Strahlenschutz

✂ UE, GE

**8.4 Physik des Atomkerns**

Kenntnis über radioaktive Strahlen und Nachweisverfahren

- Entdeckung der natürlichen Radioaktivität
- Arten, Eigenschaften der Strahlen

✂ GE

Kenntnis über Bausteine von Atomkernen

- Entdeckung der Kernbausteine und deren Eigenschaften
- Aufbau von Atomkernen, Isotope

Überblick über Zerfälle und Kernumwandlungen

- Halbwertszeit
- C14-Methode zur Altersbestimmung

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Überblick über biologische Wirkungen radioaktiver Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– biologische Wirkungen</li> <li>– Strahlenschutz, Sicherheitsvorschriften</li> </ul> <p>✂ UE, GE</p>
Überblick über Begründungen für die Stabilität von Kernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kernkräfte</li> <li>– Begriffe Massendefekt und Kernbindungsenergie</li> <li>– Masse-Energie-Relation</li> </ul>
Überblick über spezifische Kernbindungsenergien	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voraussagen über die Spaltung und die Fusion von Atomkernen</li> </ul>
<b>8.5 Kernenergie und ihre Nutzung</b>	
Fähigkeit, die Gewinnung von Kernenergie durch Kernspaltung zu erklären	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung der Kernspaltung</li> <li>– Darstellung des Spaltungsvorgangs</li> <li>– ungesteuerte und gesteuerte Kettenreaktion</li> </ul>
Überblick über die Arbeitsweise von Kernreaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Wirkprinzip eines Reaktortyps</li> <li>– Sicherheits- und Umweltaspekte</li> </ul> <p>✂ UE</p>
Überblick über die Kernfusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorgänge bei der Energiefreisetzung durch Kernfusion</li> <li>– Beispiel eines Reaktionszyklus</li> <li>– Kernfusion in der Sonne</li> <li>– Ausblick auf Bemühungen, die Kernfusion zur Energiegewinnung in Kernfusionskraftwerken zu nutzen</li> </ul> <p>✂ GTF → As 10 (Sonne)</p>

## 9 Ausblick auf die Spezielle Relativitätstheorie

Zeitrictwert: 3 Stunden

Ausgewählte Erkenntnisse zur speziellen Relativitätstheorie werden vermittelt, um den Schülern Gültigkeitsgrenzen der klassischen Mechanik deutlich zu machen.

Theoretische Überhöhungen sind zu vermeiden.

Es kann von einem Ergebnis des Michelson-Morley-Versuches ausgegangen werden oder auch von elektrodynamischen Überlegungen, dass die Vakuumlichtgeschwindigkeit eine Grenzgeschwindigkeit ist.

Dieser Abschnitt trägt informatorischen Charakter. Er ist nicht prüfungsrelevant.

Lernziele	Lerninhalte
Einsicht, dass die Vakuumlichtgeschwindigkeit eine Grenzgeschwindigkeit ist	<ul style="list-style-type: none"><li>– Folgern aus theoretischen Überlegungen oder einem experimentellen Befund</li><li>– Werten des Ergebnisses</li></ul>
Überblick über Bezugssysteme und Relativitätsprinzipien	<ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchungen der Signallaufzeitverzögerungen bei zwei gleichförmig relativ zueinander bewegten Beobachtern mit dem Ergebnis Zeitdilatation</li><li>– Additionstheorem für Geschwindigkeiten</li></ul>
Überblick über kinematische und dynamische Konsequenzen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Beispiel Myonenzerfall</li><li>– Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse</li><li>– ausgewählte Beispiele für die Masse-Energie-Relation</li></ul>



## 2.2.4 Leistungsfach Physik

### 2.2.4.1 Lernziele und Lernbereiche für das Leistungsfach Physik

Das Leistungsfach ist stärker fachwissenschaftlich orientiert als das Grundfach. Die Auseinandersetzung mit fachwissenschaftlichen Methoden, den theoretischen Hintergründen einiger physikalischer Phänomene, der mathematischen Darstellung physikalischer Aussagen und mit der Nutzung physikalischer Modelle und grundlegender Strukturen gewinnt größere Bedeutung.

Das Experiment wird auch weiterhin genutzt, um Gesetze zu erarbeiten oder Hypothesen zu bestätigen.

Der systematische Aufbau der Physik sowie die Bedeutung von Theorien und Hypothesen als wesentliche Werkzeuge zur Erweiterung von Erkenntnissen werden deutlicher hervorgehoben.

Ausgehend von diesen Positionen, wird im Unterricht großer Wert darauf gelegt, dass die Schüler die Befähigung zu einer selbstständigen Aufnahme von Informationen sowie deren kritischer Verarbeitung und Wiedergabe erwerben.

Es wird darauf hingearbeitet, dass sie sich aktiv mit Problemen der Physik sowie mit deren spezifischen Denkweisen und Arbeitsverfahren auseinandersetzen.

Die Schüler entwickeln ihre Fähigkeit weiter, kritisch und konstruktiv Probleme aus Natur und Technik zu beurteilen und zu bewerten.

Die Orientierung an den fachspezifischen Leitlinien ermöglicht ein komplexes Erfassen der physikalischen Fragestellungen und unterstützt das Lösen anspruchsvoller physikalischer Aufgaben.

#### *Zur Organisation des Physikunterrichtes im Leistungsfach*

Im Leistungsfach Physik gibt es

- den Pflichtbereich mit den im Inhaltsverzeichnis benannten Stoffgebieten und Praktikumsversuchen und einen
- Wahlpflichtbereich, der die Ausprägung von Lernkompetenz in starkem Maße unterstützt. Er bietet sich an, um komplexere Aufgaben zu lösen.

#### Hinweise zum Pflichtbereich

Zum Pflichtbereich werden Lernziele und Lerninhalte in der üblichen tabellarischen Form vorgegeben. Die zeitliche Verteilung der Lehrplaninhalte über die beiden Klassenstufen liegt im Ermessen des Lehrers. Sie ist in der Fachkonferenz zu beraten und mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie mit dem Fach Mathematik an der Schule abzustimmen. Die Optik sollte in der Klassenstufe 11 abgeschlossen werden. Das Praktikum kann über beide Schuljahre geplant werden. Die vorgegebenen Lerninhalte des Pflichtbereiches sind Teil des schriftlichen Abiturs.

## Hinweise zum Wahlpflichtbereich

Der Wahlpflichtbereich eröffnet Möglichkeiten, um Schüler fächerübergreifend in projektorientierter Arbeitsweise eine komplexere Aufgabe selbstständig lösen zu lassen. Die Schüler können verstärkt das Auffinden von Problemen, die Beschaffung von Informationen, deren Auswertung und geeignete Darstellung üben und kreative Zusammenarbeit erlernen bzw. intensivieren.

Eine gute Organisation dieses Unterrichtsabschnittes ermöglicht, Sach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz in erhöhtem Maße zu entwickeln. Schüler erleben Arbeitsweisen, die in den Naturwissenschaften üblich sind.

Die Projektarbeit kann arbeitsteilig oder interdisziplinär organisiert werden, indem zum Beispiel die grundlegenden physikalischen Aufgaben und die informations-technischen Aspekte getrennt von verschiedenen Schülern gelöst werden. Damit werden sowohl die Selbstständigkeit der einzelnen Schüler beim Problemlösen als auch ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit gefördert.

Den Schülern ist gleichzeitig mit der Erarbeitung der Aufgabenstellung bewusst zu machen, dass Projektarbeit an gute Organisation mit bestimmten Arbeitsphasen gebunden ist. Solche sind:

- Erarbeitung von physikalischem Wissen, das für die Lösung eines Problems erforderlich ist,
- schrittweise und selbstständige Bearbeitung eines Problems unter ständiger Verbesserung der Aussagekraft in der Darstellung und Dokumentation,
- Anfertigung von Dokumentationen zur gegenseitigen Information.

Für eine Bewertung der Projektarbeit ist die Fähigkeit sowohl zur Problemlösung als auch zur fachlich determinierten schriftlichen Dokumentation zu beurteilen.

Der Ablauf und der Zeitpunkt der Durchführung des Wahlpflichtunterrichts sind frei wählbar.

Die Auswahl der Aufgaben für die Bearbeitung von Projekten obliegt dem Fachlehrer. Die Lerninhalte der Wahlpflichtthemen sind nicht Gegenstand der Abiturprüfung.

Themenübersicht für die Klassenstufen 11 und 12			Seite
1	Elektrische Felder und Wechselwirkungen	(23 Stunden)	66
2	Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion	(22 Stunden)	68
2.1	Magnetische Flussdichte		
2.2	Elektromagnetische Induktion		
2.3	Wechselstrom		
3	Schwingungen	(22 Stunden)	70
3.1	Mechanische Schwingungen		
3.2	Elektromagnetischer Schwingkreis		
4	Wellen	(30 Stunden)	71
4.1	Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften mechanischer Wellen		
4.2	Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften hertzscher Wellen		
5	Optik	(25 Stunden)	73
5.1	Strahlenmodell des Lichtes		
5.2	Wellenmodell des Lichtes		
6	Mechanik des starren Körpers	(25 Stunden)	75
6.1	Kinematik der Kreisbewegung der Punktmasse		
6.2	Drehmoment und Gleichgewicht starrer Körper		
6.3	Dynamik der Kreisbewegung der Punktmasse und der Rotation starrer Körper		
7	Thermodynamik	(33 Stunden)	77
8	Spezielle Relativitätstheorie (SRT)	(15 Stunden)	80
8.1	Kinematik der SRT		
8.2	Einige dynamische Probleme der SRT		
9	Quantenphysik	(40 Stunden)	82
9.1	Quantenphysik des Lichtes		
9.2	Quantenphysik des Elektrons		
9.3	Quantenphysik der Atomhülle		
9.4	Physik des Atomkerns		
9.5	Kernenergie und ihre Nutzung		
10	Praktikum	(20 Stunden)	86
11	Wahlpflichtbereich	(25 Stunden)	87

## 2.2.4.2 Lernziele und Lerninhalte für das Leistungsfach Physik

### 1 Elektrische Felder und Wechselwirkungen

Zeitrichtwert: 23 Stunden

Untersucht werden die Kraftwirkungen elektrischer Felder auf freie ruhende und bewegte Ladungen im homogenen elektrostatischen Feld.

Die Schüler werden in die Lage versetzt, Bewegungen geladener Teilchen sowohl verbal als auch mathematisch-physikalisch zu beschreiben. Dabei ist Wert auf die Entwicklung des physikalischen Verständnisses für die Herleitungsschritte zu legen. Mit einer Analogiebetrachtung zwischen coulombschem Gesetz und Gravitationsgesetz wird das Verständnis über das zugrunde liegende gemeinsame mathematische Modell beider Felder vertieft.

Mit dem Millikan-Experiment erfahren die Schüler, dass es möglich ist, Größen von Elementarteilchen quantitativ zu erfassen.

An einfachen technischen Anwendungen können die Schüler die Wirkungen der Felder auf freie Ladungen erklären.

#### **Lernziele**

#### **Lerninhalte**

Kenntnis der physikalischen Begriffe elektrisches Feld und elektrische Ladung	<ul style="list-style-type: none"><li>– elektrische Ladung und ihre Einheit</li><li>– Definition der elektrischen Feldstärke</li><li>– das homogene elektrische Feld und seine Wirkungen auf Punktladungen</li><li>– elektrische Feldstärke im homogenen Feld</li></ul>
Kenntnis über das Verhalten von Leitern und Isolatoren im elektrischen Feld	<ul style="list-style-type: none"><li>– Influenz bei Leitern im elektrischen Feld</li><li>– Polarisationserscheinungen von Isolatoren im elektrischen Feld</li></ul>
Kenntnis des Aufbaus und der Wirkungsweise von Kondensatoren Fähigkeit, Vorgänge zu erklären und Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Definition der Kapazität</li><li>– Untersuchen der Entladungsvorgänge</li><li>– Untersuchen der Abhängigkeit der Kapazität eines Kondensators vom Aufbau</li><li>– Kondensator als Energiespeicher</li><li>– Herleiten des Zusammenhangs zwischen gespeicherter Energie, Kapazität, Ladung und Spannung</li><li>– Aufbau technischer Kondensatoren</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

---

Kenntnis der Gesetze der Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren und Fähigkeit, diese bei der Lösung von komplexen Aufgaben anzuwenden

Fähigkeit zur Anwendung der Kenntnisse über elektrische Felder und Kräfte

- Erarbeiten der Gesetze
- Lösen von Aufgaben

- Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikan-Versuch; mathematische Betrachtungen zur Schwebemethode
- Bewegung geladener Teilchen in beliebiger Richtung zum homogenen Feld; Herleitung der Bahngleichungen
- Analogien zum schrägen Wurf
- Aufbau, Wirkungsweise, Anwendung von Elektronenstrahlröhren
- Lösen komplexer Aufgaben

✂ UMI

Kenntnis des coulombschen Gesetzes

- Kraft und Feldstärke in der Umgebung einer Punktladung
- coulombsches Gesetz
- Verschiebungsarbeit im Coulombfeld
- Berechnen der Kräfte von Atomkernen auf ein Hüllenelektron
- Vergleich zwischen elektrostatischem Feld und Gravitationsfeld

## 2 Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion

Zeitrictwert: 22 Stunden

Die Kraftwirkungen von homogenen magnetostatischen Feldern auf stromdurchflossene Leiter und auf frei bewegliche Ladungen werden untersucht.

Die Schüler müssen in der Lage sein, Bewegungen von geladenen Teilchen im magnetostatischen Feld und im Zusammenwirken mit elektrostatischen Feldern verbal und mathematisch-physikalisch zu beschreiben. Dabei ist Wert auf die Entwicklung des physikalischen Verständnisses für die Herleitungsschritte zu legen. Das Induktionsgesetz wird auch in differentieller Form behandelt.

### Lernziele

### Lerninhalte

#### 2.1 Magnetische Flussdichte

Kenntnis des magnetischen Feldes und seiner Wirkungen sowie der physikalischen Größe magnetische Flussdichte	<ul style="list-style-type: none"><li>– Felder von Dauermagneten, stromdurchflossenen geraden Leitern, Spulen und der Erde</li><li>– Untersuchen der Kraftwirkung in diesen Feldern</li><li>– bewegte Ladungen als Ursache für <math>B</math>-Felder</li></ul>
Fähigkeit, die Wirkung eines Magnetfeldes auf bewegte freie Ladungen und stromdurchflossene gerade Leiter zu erklären und diese Fähigkeit beim Lösen von Aufgaben zu nutzen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Kraft eines homogenen magnetischen Feldes auf einen stromdurchflossenen geraden Leiter</li><li>– Kraft des magnetischen Feldes auf eine bewegte freie Ladung (Lorentzkraft)</li><li>– vektorieller Charakter der Größen</li><li>– Bewegungsformen freier Ladungen bei unterschiedlichen Winkeln zwischen Geschwindigkeitsvektor und Feldrichtung</li></ul>
Kenntnis der Abhängigkeit der Flussdichte des magnetischen Feldes im Innern einer langen geraden Spule von deren Aufbau und Fähigkeit, Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchen des Einflusses der Windungszahl, der Spulenlänge und von Eisenkernen auf die Flussdichte in geraden Spulen und in der Ringspule</li></ul>

Lernziele	Lerninhalte
Fähigkeit, Anwendungen zu beschreiben und Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons</li> <li>– Aufbau und Wirkungsweise des Zyklotrons und eines Massenspektrografen</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Überblick über das Verhalten unterschiedlicher Stoffe in Magnetfeldern	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ferromagnetismus; Hysterese</li> <li>– Hinweis auf Curietemperatur</li> <li>– Hinweis auf Dia- und Paramagnetismus</li> </ul>

## 2.2 Elektromagnetische Induktion

Kenntnis der physikalischen Größe magnetischer Fluss, des Induktionsgesetzes in differentieller Form und Kenntnis des lenzschen Gesetzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– magnetischer Fluss</li> <li>– Induktionsgesetz</li> <li>– lenzsches Gesetz (als Folgerung aus dem Energieerhaltungssatz)</li> <li>– Wirbelströme</li> </ul>
--	--

→ Ma 11 (Differentialrechnung)

Fähigkeit, das Induktionsgesetz auf Beispiele aus der Technik anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbstinduktion</li> <li>– Anwendungen der Selbstinduktion</li> <li>– Gleichung für die Berechnung der Induktivität einer geraden langen Spule</li> <li>– Transformator</li> <li>– Generator</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
--	--

## 2.3 Wechselstrom

Kenntnis der Größen und der Größenbeziehungen zur Beschreibung des elektrischen Wechselstroms	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Folgern von <math>U = U(t)</math> aus dem Induktionsgesetz (inhaltliches Schließen, mathematisches Herleiten)</li> </ul>
Fähigkeit, das Phasenverhalten des ohmschen, kapazitiven und induktiven Widerstandes zu begründen und die Widerstände zu berechnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ohmscher, kapazitiver, induktiver Widerstand; Wirkwiderstand; Blindwiderstand, Scheinwiderstand</li> <li>– experimentelles Untersuchen und Begründen des Phasenverhaltens von <math>I = I(t)</math> und <math>U = U(t)</math> für ohmsches Bauelement, Kondensator und Spule</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

Kenntnis der Gesetze der Reihenschaltung von ohmschen, kapazitiven und induktiven Widerständen im Wechselstromkreis und Fähigkeit, diese anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>– Gesetze der Reihenschaltung</li><li>– Zeigerdiagramme</li><li>– experimentelles Bestimmen des induktiven Widerstandes und der Induktivität einer Spule</li><li>– RC-Hochpass, RC-Tiefpass</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Überblick über die Leistung im Wechselstromkreis	<ul style="list-style-type: none"><li>– Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung; Leistungsfaktor</li></ul>

### 3 Schwingungen

Zeitrichtwert: 22 Stunden

Vorhandene Grundbegriffe und Gesetze zur Beschreibung harmonischer mechanischer Schwingungen und deren Ursachen werden vertieft und erweitert. Sie sind Grundlagen für das Verständnis der Vorgänge bei den elektromagnetischen Schwingungen. Analogiebetrachtungen zwischen den mechanischen und elektrodynamischen Schwingungen unterstützen das Gesamtverständnis.

## Lernziele

## Lerninhalte

### 3.1 Mechanische Schwingungen

Kenntnis des Begriffs mechanische Schwingung, der Ursachen ihrer Entstehung und der Größen für ihre Beschreibung sowie Fähigkeit, Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchen der kinematischen Vorgänge bei Schwingungen</li><li>– Voraussetzungen für harmonische Schwingungen</li><li>– Experiment zum Aufnehmen und Darstellen von <math>s = s(t)</math> für harmonische Schwingungen</li><li>– inhaltliches Herleiten von <math>v = v(t)</math> und <math>a = a(t)</math></li><li>– Energiebetrachtungen beim Fadenpendel und beim Federschwinger</li><li>– Ursachen der Dämpfung</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Kenntnisse über die Resonanz	<ul style="list-style-type: none"><li>– experimentelles Untersuchen des Zusammenhangs von Erreger- und Eigenfrequenz</li><li>– Bedingung für Resonanz; Hinweis auf Phasenbeziehung</li><li>– Resonanzkurve</li></ul>



**Lernziele****Lerninhalte**

---

**3.2 Elektromagnetische Schwingungen**

Kenntnis der Vorgänge, die zur Entstehung elektromagnetischer Schwingungen führen sowie Fähigkeit, die Vorgänge im Schwingkreis zu erklären	<ul style="list-style-type: none"><li>– Aufbau eines Schwingkreises</li><li>– elektrodynamische Ursachen, die zur Entstehung von Schwingungen führen</li><li>– Energieumwandlungen</li><li>– Analogien zum Fadenpendel und zum Federschwinger</li></ul>
Fähigkeit, die thomsonsche Schwingungsgleichung anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>– Herleiten der thomsonschen Schwingungsgleichung</li><li>– Hinweis zum Einfluss eines ohmschen Widerstandes auf die Frequenz</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Kenntnis der erzwungenen elektromagnetischen Schwingung	<ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchen des Frequenzverhaltens</li><li>– Resonanz</li></ul>
Kenntnis einer einfachen Rückkopplungsschaltung	<ul style="list-style-type: none"><li>– Erzeugung ungedämpfter Schwingungen</li></ul>

**4 Wellen**Zeitrictwert: 30 Stunden

Die Behandlung der mechanischen Wellen bildet eine Grundlage für das Verständnis der hertzschen Wellen und des Wellenmodells des Lichtes. Analogiebetrachtungen unterstützen das Gesamtverständnis.

**Lernziele****Lerninhalte**

---

**4.1 Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften mechanischer Wellen**

Kenntnis des Begriffs mechanische Welle und ihrer Entstehung sowie Fähigkeit, die Ausbreitung von Wellen zu beschreiben	<ul style="list-style-type: none"><li>– Welle als räumlich und zeitlich periodischer Vorgang</li><li>– Kenngrößen von Wellen</li><li>– Energietransport</li><li>– Gleichung für die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen</li><li>– Wellengleichung einer linearen ebenen Welle</li></ul>
---	--

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Kenntnis longitudinaler und transversaler Wellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Longitudinalwellen, Transversalwellen</li> <li>– Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen</li> <li>– Beispiele</li> </ul>
Kenntnis der Beugung, der Interferenz und des Huygens-Fresnelschen Prinzips sowie Fähigkeit, das Huygens-Fresnelsche Prinzip bei der Erklärung von Ausbreitung, Reflexion und Brechung von Wellen anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beugung, Interferenz; experimentelle Untersuchungen</li> <li>– Huygens-Fresnelsches Prinzip</li> <li>– Erklären von Ausbreitung, Reflexion und Brechung von Wellen</li> <li>– Herleiten des Reflexionsgesetzes und des Snelliusschen Brechungsgesetzes</li> <li>– Interferenz</li> </ul>
Kenntnis über stehende Wellen und Fähigkeit, dieses Kenntnis beim Bestimmen von Schallgeschwindigkeiten zu nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ursachen des Entstehens stehender Wellen</li> <li>– Phasenverhalten bei der Reflexion am festen und am losen Ende</li> <li>– experimentelles Bestimmen der Schallgeschwindigkeit mittels stehender Wellen</li> </ul>
Kenntnis des akustischen Dopplereffektes und Fähigkeit, die Erscheinung zu erklären	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herleiten der Gleichungen</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Kenntnis über technische Anwendungen und Fähigkeit, das Wirkprinzip zu erklären und Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ultraschall, Anwendungen (Echolot, Ultraschalldiagnose)</li> <li>– Schallschutz</li> </ul>

✂ UE, GE

#### **4.2 Entstehung, Ausbreitung und Eigenschaften hertzscher Wellen**

Kenntnisse über Entstehung und Ausbreitung hertzscher Wellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– hertzscher Dipol</li> <li>– Erzeugung elektromagnetischer Wellen</li> <li>– Ausbreitung elektromagnetischer Wellen</li> </ul>
--	--

Lernziele	Lerninhalte
Kenntnis der Eigenschaften hertzscher Wellen und Fähigkeit, diese Kenntnisse anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Untersuchen der Reflexion, der Brechung, der Interferenz und der Polarisation</li> <li>– Übertragen der Kenntnisse über mechanische Wellen auf hertzsche Wellen</li> <li>– Hinweis auf den Zusammenhang zwischen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes und den universellen Naturkonstanten <math>m_0</math> und <math>e_0</math></li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Überblick über die Anwendung hertzscher Wellen bei der Nachrichtenübertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prinzip von Sender und Modulation</li> <li>– Prinzip von Empfänger und Demodulation</li> </ul>
✂ UMI	

## 5 Optik

Zeitrictwert: 25 Stunden

Zur Erklärung der Wirkungsweise optischer Erscheinungen und optischer Geräte wird das Strahlenmodell des Lichtes genutzt. Die wissenschaftlichen und sozialen Leistungen von Ernst Abbe, Carl Zeiss und Otto Schott werden gewürdigt. Beugung, Überlagerung und Interferenz als optische Erscheinungen führen zum Verständnis des Wellenmodells des Lichtes.

Lernziele	Lerninhalte
<b>5.1 Strahlenmodell des Lichtes</b>	
Kenntnisse über die Ausbreitung des Lichtes	– Vorstellen eines historischen Experiments zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
Kenntnisse über die Eigenschaften des Lichtes, die sich mit dem Strahlenmodell beschreiben lassen und Fähigkeit, diese anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reflexionsgesetz</li> <li>– Brechungsgesetz</li> <li>– Totalreflexion</li> <li>– Lichtleitkabel; Umlenkprismen</li> <li>– Hinweis auf das fermatsche Prinzip</li> </ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

Kenntnis der Bildentstehung, der Abbildungsgleichung und des Abbildungsmaßstabes bei dünnen Linsen und bei Spiegeln sowie der Strahlenverläufe bei Prismen

- Bildentstehung bei dünnen Linsen und Spiegeln; Abbildungsfälle
- Abbildungsgleichungen
- Herleiten der Abbildungsgleichungen und des Abbildungsmaßstabes für dünne Sammellinsen
- Strahlenverläufe bei Prismen; Minimalablenkung
- Dispersion

Fähigkeit, Untersuchungen, Konstruktionen und Berechnungen bei dünnen Sammellinsen, bei planparallelen Platten und bei Prismen durchzuführen

- experimentelles Bestimmen von Brennweiten bei dünnen Sammellinsen
- Lösen von Aufgaben

Fähigkeit, Abbildungsvorgänge an optischen Geräten zu beschreiben

- Lupe, Fotoapparat, Projektor, Mikroskop, keplersches Fernrohr

### 5.2 Wellenmodell des Lichtes

Kenntnisse über Eigenschaften des Lichtes, die sich nur mit dem Wellenmodell erklären lassen

- Nachweis von Welleneigenschaften des Lichtes (Beugung, Interferenz, Polarisation)
- Vergleich der Ausbreitungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien
- Licht als elektromagnetische Welle

Fähigkeit zur Anwendung der Kenntnisse über die Interferenz sowie zur experimentellen Bestimmung der Wellenlänge von Licht

- Untersuchen der Interferenz am Doppelspalt und am Gitter
- Herleiten der Interferenzgleichungen am Doppelspalt (Maxima und Minima) und Gitter (Maxima)
- experimentelles Bestimmen der Wellenlänge von monochromatischem Licht
- Interferenz an dünnen Schichten
- Untersuchen der newtonschen Ringe
- Hinweis auf Auflösungsvermögen optischer Geräte und Trennung von Bildpunkten
- Lösen von Aufgaben

Kenntnis über die Polarisierbarkeit des Lichtes und  
Fähigkeit zum Anwenden

- Licht als Transversalwelle
- brewstersches Gesetz
- Lösen von Aufgaben

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Kenntnis über das elektromagnetische Spektrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sichtbares, infrarotes und ultraviolettes Licht</li> <li>– Entdeckung des Wellencharakters von Röntgenstrahlen durch v. Laue</li> <li>– Vervollständigen des elektromagnetischen Spektrums</li> <li>– Gefahren durch elektromagnetische Strahlungen und ihre Vermeidung</li> </ul>

## **6 Mechanik des starren Körpers**

Zeitrictwert: 25 Stunden

Analogien, die den Begriffssystemen zur Beschreibung der Kinematik der Translation und der Kreisbewegung zugrunde liegen, werden weitestgehend genutzt, um das Gesamtverständnis zu vertiefen. Den Größen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung bei der geradlinigen Bewegung stehen die Größen Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung gegenüber.

Damit erhalten die Gesetze der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Rotation analoge mathematische Strukturen. Die zeitaufwendige experimentelle Ermittlung dieser Gesetze kann durch Analogieschlüsse ersetzt werden. Das trägt zu einem vertieften theoretischen Verständnis von Zusammenhängen bei.

Analogien und Möglichkeiten der Übertragung von Betrachtungsweisen der Dynamik der Punktmasse auf die des starren Körpers sind ebenfalls als systematisierendes und erkenntnisvertiefendes Element bewusst zu nutzen. Das bezieht sich auf die Wirkungen von Kraft und Drehmoment sowie auf die Gegenüberstellung von Impuls und Drehimpuls.

Die Größen Geschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit, Beschleunigung und Winkelbeschleunigung sollen mit Hilfe der Differentialrechnung beschrieben werden.

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>6.1 Kinematik der Kreisbewegung der Punktmasse</b>	
Erweiterung der Kenntnisse über Größen und Gesetze der gleichförmigen Kreisbewegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung</li> <li>– Analogien bei den Bewegungsgesetzen für die geradlinige Bewegung und für die Kreisbewegung</li> <li>– Gesetze für die gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Kreisbewegung</li> </ul>
Kenntnis über Größen und Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Kreisbewegung	
Fähigkeit, die Gesetze anzuwenden	
	– Lösen von Aufgaben

## 6.2 Drehmoment und Gleichgewicht starrer Körper

Kenntnis der Begriffe starrer Körper und Drehmoment	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modell des starren Körpers</li> <li>– Definition des Drehmoments</li> <li>– experimentelles Untersuchen des Drehmoments</li> <li>– Gleichgewicht am starren Körper</li> </ul>
Fähigkeit, Aufgaben zu lösen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Betrachten des Drehmoments an technischen Beispielen</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>

## 6.3 Dynamik der Kreisbewegung der Punktmasse und der Rotation starrer Körper

Kenntnis des Grundgesetzes der Dynamik für die Rotation des starren rotationssymmetrischen Körpers und Fähigkeit, dieses zu interpretieren und anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– experimentelle Untersuchung der Abhängigkeit der Winkelbeschleunigung vom Drehmoment</li> <li>– Grundgesetz und seine Interpretation</li> <li>– Analogien zum Grundgesetz der Dynamik für die Translation einer Punktmasse</li> <li>– Herleitung des Trägheitsmomentes einer Punktmasse im Abstand <math>r</math> vom Drehpunkt aus dem Grundgesetz der Dynamik der Translation</li> <li>– experimentelle Untersuchung der hergeleiteten Abhängigkeiten</li> </ul>
Einblick in die Herleitung von Massenträgheitsmomenten starrer Körper	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herleitung am Beispiel des Vollzylinders</li> <li>– Vergleichen von vorgegebenen Trägheitsmomenten anderer Körper</li> </ul>
Kenntnis des Begriffs Drehimpuls und des Drehimpulserhaltungssatzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Drehimpuls</li> <li>– Drehimpulserhaltungssatz</li> <li>– experimentelle Untersuchungen zur Erhaltung des Betrages und der Richtung des Drehimpulses</li> </ul>
Fähigkeit, diese Kenntnisse zur Erklärung von Sachverhalten zu nutzen und anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beispiele aus Natur und Technik</li> <li>– zweites keplersches Gesetz</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>

➔ As 10

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Fähigkeit, den Energieerhaltungssatz auf die Rotation anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Translationsenergie, Rotationsenergie</li> <li>– Hinweis auf Unwucht bei nicht rotationssymmetrischen Körpern</li> <li>– Lösen von Aufgaben für verschieden geformte rollende Körper</li> </ul>

## 7 Thermodynamik

Zeitrictwert: 33 Stunden

In der Thermodynamik werden wesentliche Phänomene des idealen Gases und dessen Gesetze untersucht, mit Teilchenvorstellungen erklärt und durch Rechnung bestätigt. Am Beispiel einer Wärmekraftmaschine wird deutlich gemacht, dass der Wirkungsgrad aus der Sicht einer gut fundierten Theorie beurteilt werden kann. Das ist hilfreich für Entwicklungen und Optimierungen, lässt aber auch Grenzen technischer Möglichkeiten sichtbar machen.

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Kenntnis der Begriffe thermodynamisches System, Temperatur, Wärme und innere Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe thermodynamisches System, Temperatur, Wärme, innere Energie</li> <li>– Gesetz des Wärmeaustausches</li> <li>– Grundgleichung der Wärmelehre (feste und flüssige Körper)</li> <li>– Temperaturskala</li> </ul>
Fähigkeit, Aufgaben zur Kalorik zu lösen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– experimentelles Bestimmen der Wärmekapazität eines Kalorimeters und der spezifischen Wärmekapazität von flüssigen und festen Stoffen</li> <li>– Gleichungen für Umwandlungswärmen bei Aggregatzustandsänderungen</li> <li>– T-Q-Diagramm für Wasser</li> <li>– experimentelles Bestimmen der spezifischen Schmelzwärme von Eis und der spezifischen Verdampfungswärme von Wasser</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>

## Lernziele

## Lerninhalte

Kenntnis der Zustandsgrößen, der Gesetze der Zustandsänderungen und der allgemeinen Zustandsgleichung für das ideale Gas sowie Fähigkeit, Aufgaben zu lösen

- Modell des idealen Gases
- Zustandsgrößen, Zustandsänderungen
- Gesetze für isotherme, isochore und isobare Zustandsänderungen des idealen Gases
- Darstellung der Zustandsänderungen in Zustandsdiagrammen
- allgemeine Zustandsgleichung für das ideale Gas
- allgemeine Gaskonstante
- Merkmale der adiabatischen Zustandsänderung
- Lösen von Aufgaben

Kenntnis des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik und Fähigkeit zur Anwendung

- erster Hauptsatz der Thermodynamik
- Unterscheiden zwischen Zustands- und Prozessgrößen
- Perpetuum mobile erster Art
- Herleiten der Gleichung für die Volumenarbeit bei konstantem Druck
- Darstellen im Zustandsdiagramm
- Berechnen und grafisches Ermitteln der Volumenarbeit bei isothermer Zustandsänderung
- spezifische Wärmekapazität von Gasen bei konstantem Druck bzw. konstantem Volumen
- Lösen von Aufgaben

➔ Ma 11 (Integralrechnung)

Kenntnis des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik

- reversible und irreversible Zustandsänderungen
- zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Perpetuum mobile zweiter Art
- Beurteilen von Vorgängen in Natur und Technik



## Lernziele

## Lerninhalte

Kenntnis über Kreisprozesse und Fähigkeit, diese anzuwenden

- Stirlingprozess,  $p$ - $V$ -Diagramm
- thermischer Wirkungsgrad
- Hinweis auf Carnotprozess
- Lösen von Aufgaben zum Stirlingprozess
- Hinweis auf reale Kreisprozesse, z. B. Ottomotor, Kompressionskühlschrank

Kenntnis der Grundlagen der kinetisch-statistischen Thermodynamik und Fähigkeit im Anwenden

- Avogadrokonstante, Stoffmenge
- brownische Wärmebewegung
- Grundannahmen zum Modell ideales Gas
- Grundgleichung der kinetischen Gastheorie
- Begriffe wahrscheinlichste Geschwindigkeit, mittlere Geschwindigkeit und mittleres Geschwindigkeitsquadrat
- maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung
- kinematisches Deuten von Druck, absoluter Temperatur und Wärmeausbreitung
- Diffusion und ihre Deutung
- Zusammenhang zwischen mittlerer Geschwindigkeit und absoluter Temperatur eines einatomigen idealen Gases
- Lösen von Aufgaben

→ Ch 8 (Stoffmenge)

Die Lichtgeschwindigkeit ist eine Grenzggeschwindigkeit. Damit entsteht die Frage nach Anforderungen an eine Kinematik, die auf dieses Postulat Rücksicht nimmt. Die Besonderheiten im Denken der klassischen und der relativistischen Physik werden verdeutlicht und einander gegenübergestellt. An Ereignissen aus der Natur und an Beispielen aus Wissenschaft und Technik wird die Realität der kinematischen Konsequenzen der SRT nachgewiesen. Die Auswirkungen auf die Dynamik werden untersucht. Herleitungen sind notwendig und werden ständig mit der physikalischen Interpretation der Größengleichungen und deren Terme gekoppelt, um deren Aussagen zu verdeutlichen.

**Lernziele****Lerninhalte****8.1 Kinematik der SRT**

Kenntnis der Relativitätsprinzipien der klassischen Mechanik und der dynamischen Konsequenzen aus der Galileitransformation	<ul style="list-style-type: none"><li>– Galileitransformation</li><li>– Darstellen von kinematischen Konsequenzen (Invarianz von Strecken, Superposition von Geschwindigkeiten)</li><li>– Invarianz von Beschleunigungen und Kräften</li><li>– Begriff Inertialsystem und Wesen von Inertialsystemen</li></ul>
Kenntnis, dass die Vakuumlichtgeschwindigkeit eine Grenzggeschwindigkeit ist	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen als Funktion der Naturkonstanten <math>\epsilon_0</math> und <math>m_0</math></li></ul>
Kenntnis der Lorentztransformation und der sich daraus ergebenden kinematischen Konsequenzen	<ul style="list-style-type: none"><li>– Relativität der Gleichzeitigkeit</li><li>– Additionstheorem der Geschwindigkeiten</li><li>– Zeitdilatation und deren experimentelle Bestätigung am Beispiel des Myonenzerfalls</li><li>– Längenkontraktion</li></ul>
Überblick über den Zusammenhang zwischen Galileitransformation und Lorentztransformation	<ul style="list-style-type: none"><li>– Vergleich von Denkweisen der klassischen und der relativistischen Kinematik</li></ul>

**8.2 Einige dynamische Probleme der SRT**

Kenntnis über die relativistische Massenveränderlichkeit und des relativistischen Impulses sowie Fähigkeit zum Anwenden

- relativistische Massenveränderlichkeit
- Ruhmasse und Impulsmasse
- Beispiel Linearbeschleuniger
- relativistischer Impuls
- Lösen von Aufgaben

Kenntnis der Masse-Energie-Relation und Fähigkeit zum Lösen von Aufgaben

- Masse-Energie-Relation
- Massenerhaltungssatz und Energieerhaltungssatz aus der Sicht der SRT
- Beispiele für Prozesse, bei denen die Relation zwischen Masse und Energie von Bedeutung ist (Paarzerstrahlung und Paarerzeugung, Energiefreisetzung in der Sonne)
- Lösen von Aufgaben

→ As 10 (Sonne)

Die Ergebnisse von Experimenten zum Photoeffekt und zum Comptoneffekt erfordern neue Denkweisen über das Wesen des Lichtes, die im Widerspruch zu den bisher im Unterricht gewonnenen Einsichten und Modellvorstellungen stehen. Den Schülern wird die Gesamtproblematik des Modelldenkens für Mikroobjekte dargestellt.

Die Aufklärung der Struktur der Atomhülle wurde durch den Versuch eingeleitet, das Zustandekommen der Linienspektren des Wasserstoffs aufzuklären. Die Modellvorstellungen von der Atomhülle werden schrittweise erarbeitet. Dabei ist zu zeigen, auf welchem Wege und in welcher Weise Struktur und Aufbau der Atomhülle erkundet wurden. Den Denkweisen, die sich damit entwickelten, ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Exemplarische Gründlichkeit ist vor unnötiger Ausweitung zu bevorzugen. So werden im Chemieunterricht solche Modelle benutzt, die speziell dort für das Arbeiten erforderlich sind. Im Physikunterricht geht es darum, den Beitrag darzustellen und zu bewerten, den jedes einzelne Modell zur Vertiefung von Einsichten über einen Bereich unserer Wirklichkeit leistete, der sich der direkten Beobachtung entzieht, und die Unschärfe als grundlegendes Konzept der Quantenphysik herauszustellen.

Unter weitestgehender Ausnutzung von Analogien im Modelldenken werden zu den bereits bekannten Vorstellungen vom Elektron weitere zunächst überraschende Vorstellungen von Eigenschaften der Elektronen erkundet. Dabei wird an Erkenntnisse angeknüpft, die in Abschnitt 9.1 gewonnen werden. Das Übertragen von Einsichten auf andere Sachverhalte hat erkenntnistheoretische Bedeutung und ist außerdem nützlich, um einfache Sachverhalte erklärbar zu machen. Das gilt zum Beispiel für die Abbildung mittels Elektronen, die Trennung zweier Bildpunkte und die Begründung des Auflösungsvermögens.

Durch das vermittelte Fachwissen zur Kernphysik werden die Schüler in die Lage versetzt, Anwendungen sachlich zu beurteilen.

---

**Lernziele**

---

**Lerninhalte**

---

**9.1 Quantenphysik des Lichtes**

Kenntnis des äußeren lichtelektrischen Effekts und der Eigenschaften von Lichtquanten sowie Fähigkeit, Aufgaben zum lichtelektrischen Effekt zu lösen	<ul style="list-style-type: none"><li>– äußerer lichtelektrischer Effekt</li><li>– Begriff Lichtquant</li><li>– Dualismus des Lichtes</li><li>– Einsteingleichung; Einsteingerade und deren Interpretation</li><li>– Bestimmung der Ablösearbeit und des planckschen Wirkungsquantums</li><li>– Masse und Impuls von Photonen</li><li>– Lichtdruck</li><li>– Lösen von Aufgaben</li></ul>
Kenntnis des Comptoneffekts	<ul style="list-style-type: none"><li>– Comptoneffekt als Bestätigung der bisher über die Quantennatur des Lichtes gewonnenen Erkenntnisse</li></ul>

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Einblick in weitere Aussagen zum Wesen des Lichtes und Erweiterungen des Modelldenkens	<ul style="list-style-type: none"> <li>– heisenbergsche Unschärferelation für Photonen</li> <li>– Wahrscheinlichkeitsdichten von Photonen beim Doppelspaltexperiment</li> </ul>
<b>9.2 Quantenphysik des Elektrons</b>	
Kenntnis der wellentypischen Eigenschaften Beugung und Interferenz auch für bewegte Teilchen sowie Fähigkeit zum Anwenden der Gleichung für Materiewellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– heisenbergsche Unschärferelation für Elektronen</li> <li>– Intensitätsverteilungen nach dem Durchgang durch einen Doppelspalt</li> <li>– Elektronenbeugung am Kristallgitter</li> <li>– Vergleichen mit Beugungsbildern von Röntgenstrahlen</li> <li>– Begriff Materiewelle</li> <li>– de-Broglie-Gleichung für Materiewellen</li> <li>– Berechnen von Wellenlängen bewegter Teilchen</li> </ul>
Überblick über den Aufbau eines Elektronenmikroskops	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Wirkprinzip von Elektronenlinsen und des Elektronenmikroskops</li> <li>– Abhängigkeit des Auflösungsvermögens von der Wellenlänge</li> </ul>
<b>9.3 Quantenphysik der Atomhülle</b>	
Kenntnis über Methoden zur Erkundung des Atomaufbaus und Fähigkeit, Kenntnisse über das elektrische Feld anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– rutherfordsche Streuversuche</li> <li>– Grundüberlegungen, die zum rutherfordschen Atommodell führten</li> <li>– Abschätzen des Kernradius</li> </ul>
Kenntnis über die quantenhafte Emission und Absorption des Lichtes und die Entwicklung von Strukturvorstellungen zur Atomhülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Linienspektrum des Wasserstoffatoms und dessen formal-mathematische Deutung in der Balmererienformel</li> </ul>
Kenntnis der Energiequantelung der Atomhülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>– bohrsche Postulate</li> <li>– Energieniveauschema für Wasserstoff</li> <li>– Hauptquantenzahlen und Wellenmodell</li> <li>– Franck-Hertz-Experiment und dessen quantenphysikalische Interpretation</li> </ul>

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Kenntnis des Aufbaus der Atomhülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Atomhülle und dem Periodensystem</li> <li>– Hinweis auf Nebenquantenzahlen</li> </ul>
Fähigkeit zur Arbeit mit dem Energieniveauschema	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interpretieren des Energieniveauschemas</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
Überblick über die Funktion eines Lasertyps	<ul style="list-style-type: none"> <li>– induzierte Emission</li> <li>– Aufbau und Funktion eines Lasertyps</li> </ul>
Überblick über die Entstehung und Anwendung der Röntgenstrahlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Charakteristische Röntgenstrahlung und Bremsstrahlung; Entstehung</li> <li>– Anwendungen</li> </ul>
<b>9.4 Physik des Atomkerns</b>	
Kenntnis über radioaktive Strahlen und Nachweisverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung der natürlichen Radioaktivität</li> <li>– Arten und Eigenschaften der Strahlen</li> <li>– Nachweisverfahren</li> </ul>
Kenntnis über Bausteine von Atomkernen und Fähigkeit, Untersuchungsmethoden beschreiben zu können	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung der Kernbausteine und deren Eigenschaften</li> <li>– Aufbau von Atomkernen; Untersuchungsmethoden</li> <li>– chemische Elemente; Isotope; Isotopentrennung</li> </ul>
Kenntnis der Wirkungen und der Anwendungen von ionisierenden Strahlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anwendungen in Technik und Forschung</li> <li>– biologische Wirkungen</li> <li>– Strahlenschutz, Sicherheitsvorschriften</li> </ul>
	✂ UE, GE, GTF
Kenntnis der Gesetze des Zerfalls und der Kernumwandlungen sowie Fähigkeit, diese anzuwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zerfallsreihen und deren Darstellung</li> <li>– Zerfallsgesetze; Halbwertszeit</li> <li>– Berechnen der Halbwertszeit</li> <li>– C14-Methode zur Altersbestimmung</li> <li>– Lösen von Aufgaben</li> </ul>
	➔ Gg

Lernziele	Lerninhalte
Kenntnis des Aufbaus von Atomkernen und Fähigkeit, diesen mittels Modellen zu beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau von Atomkernen</li> <li>– Kernkräfte</li> <li>– Potentialtopf</li> </ul>
Fähigkeit, die Stabilität der Atomkerne zu erklären	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe Massendefekt und Kernbindungsenergie</li> <li>– Interpretation der Kurve der spezifischen Massendefekte in Abhängigkeit von der Massenzahl</li> <li>– Voraussagen des Massendefekts bei der Spaltung und der Fusion von Atomkernen</li> </ul>
Kenntnis über die Freisetzung von Energie durch Kernspaltung und Fähigkeit, Spaltungsvorgänge zu beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung der Kernspaltung</li> <li>– ungesteuerte und gesteuerte Kettenreaktion</li> <li>– Modellvorstellungen vom Spaltungsvorgang</li> </ul>
	✂ GTF, UE
Einblick in die Arbeitsweise von Kernreaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Wirkprinzip eines Reaktortyps</li> <li>– Sicherheits- und Umweltaspekte</li> </ul>
	✂ UE, GE, GTF
Kenntnis über die Freisetzung von Energie durch Kernfusion und Fähigkeit, Fusionsabläufe in Kernreaktionsgleichungen darzustellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorgänge bei der Energiefreisetzung durch Kernfusion</li> <li>– Beispiel eines Reaktionszyklus</li> <li>– Kernfusion in der Sonne</li> <li>– Ausblick auf Bemühungen, die Kernfusion zur Energiefreisetzung in Kernfusionskraftwerken zu nutzen</li> </ul>
	✂ GTF, UE
	➔ As 10 (Sonne)
Einblick in die Existenz weiterer Elementarteilchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– weitere Elementarteilchen</li> </ul>

## 10 Praktikum

Zeitrictwert: 20 Stunden

Die Schüler lernen, Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Ihnen wird deutlich, dass das Verfahren zur Bestimmung physikalischer Größen analoge Schritte enthält, wie sie beim Lösen mathematisch-physikalischer Anwendungsaufgaben vorkommen. Eine zumindest qualitative Fehlerbetrachtung ist in jedem Fall vorzunehmen.

Die zeitliche Verteilung des Praktikums über die vier Kurshalbjahre liegt in der Verantwortung des jeweiligen Lehrers.

Eine Aufnahme weiterer Experimente liegt im Ermessen des Lehrers, der diese auch in Form von Projekten behandeln kann, um die Schüler an selbstständige, vertiefende Arbeit zu gewöhnen.

Kalorik	Bestimmen der Wärmekapazität von Kalorimetern  Bestimmen der spezifischen Wärmekapazität fester und flüssiger Stoffe
Mechanische Schwingungen und Wellen	Bestimmen der Federkonstante  Bestimmen der Fallbeschleunigung mit dem Fadenpendel
Elektronische Bauelemente	Aufnehmen von $I$ - $U$ -Kennlinien metallischer Leiter, Halbleiter und Dioden
Wechselstromkreis	Bestimmen der Induktivität und des induktiven Widerstandes von Spulen  Untersuchen der Abhängigkeit der Induktivität und des induktiven Widerstandes einer Spule von der Eintauchtiefe eines Eisenkerns
Elektrische Geräte	Erweitern des Messbereichs von Messgeräten durch Zuschalten von Widerständen
Elektromagnetische Schwingungen	Aufnehmen der Resonanzkurve eines Schwingkreises
Optik	Bestimmen der Brechzahl für Glas und Wasser  Bestimmen der Wellenlänge von Licht



**Lernziele**

Fähigkeit, im Fach oder fächerübergreifend in projektorientierter Arbeit komplexere Aufgaben selbstständig zu lösen

**Themenvorschläge**

- Informatik in der Physik
- Digitale Elektronik
- Astrophysik
- Vertiefendes Praktikum
- Chaos und Fraktale
- Einige Aspekte der Allgemeinen Relativitätstheorie
- Tiefe Temperaturen und Supraleitung
- Beschleuniger und Elementarteilchen
- Physik und Meteorologie
- Bewerten von Problemen aus der Natur und der Technik

Der Wahlpflichtbereich kann auch genutzt werden, um ein ausgewähltes Kapitel des Lehrplanes zu vertiefen oder Themen aufzugreifen, die weitere Aspekte der Physik betreffen.

## Stoffübersicht

Stoffübersicht Klassenstufen 7 bis 10			
Klassenstufe 7	Klassenstufe 8	Klassenstufe 9	Klassenstufe 10
Einführung 2h	Mechanik 15h	Elektrizitätslehre 16h+16h	Mechanik 18h+24h
Optik 21h			
	Wärmelehre 17h		
Mechanik 26h	Elektrizitätslehre 24h	Mechanik 12h+12h	
			Kernphysik 10h+4h
Aufbau der Stoffe 2h			
Energie 5h			

## Stoffübersicht Grundfach und Leistungsfach

Grundfach Klassenstufe 11 und 12		Leistungsfach Klassenstufe 11 und 12	
Elektrische Felder und Wechselwirkungen 16h	Mechanik des starren Körpers 16h	Elektrische Felder und Wechselwirkungen 23h	Thermodynamik 33h
Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion 22h	Thermodynamik 22h	Magnetische Felder und elektromagnetische Induktion 22h	SRT 15h
		Schwingungen 22h	Quantenphysik 40h
		Wellen 30h	
Schwingungen 13h	Quantenphysik 22h	Optik 25h	Praktikum 20h
Wellen 13h			Wahlpflichtbereich 25h
Optik 17h	Ausblick auf die SRT 3h	Mechanik des starren Körpers 25h	