



# Lehrplan Gymnasium

## Physik

2004/2007/2009/2011/2019

Die überarbeiteten Lehrpläne für das Gymnasium treten am 1. August 2019 in Kraft.

Für den Lehrplan im Fach Gemeinschaftskunde/Rechtserziehung/Wirtschaft (GRW) gilt folgende Regelung:

für die Klassenstufen 7 und 8	am 1. August 2019
für die Klassenstufe 9	am 1. August 2020
für die Klassenstufe 10	am 1. August 2021
für die Jahrgangsstufe 11	am 1. August 2022
für die Jahrgangsstufe 12	am 1. August 2023

## Impressum

Die Lehrpläne traten 2004 bis 2009 in Kraft und wurden durch Lehrerinnen und Lehrer der Gymnasien in Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Staatsinstitut für Bildung und Schulentwicklung - Comenius-Institut - erstellt.

Eine teilweise Überarbeitung der Lehrpläne von Lehrerinnen und Lehrern der Gymnasien erfolgte im Rahmen der Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe 2007 und nach Abschluss der Phase der begleiteten Lehrpläneinführung 2009 und 2011 sowie 2019 in Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Bildungsinstitut bzw. dem

Landesamt für Schule und Bildung  
Standort Radebeul  
Dresdner Straße 78 c  
01445 Radebeul  
<https://www.lasub.smk.sachsen.de/>

Herausgeber:  
Sächsisches Staatsministerium für Kultus  
Carolaplatz 1  
01097 Dresden  
[www.sachsen-macht-schule.de](http://www.sachsen-macht-schule.de)

Download:  
[www.bildung.sachsen.de/apps/lehrplandb/](http://www.bildung.sachsen.de/apps/lehrplandb/)

---

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Teil Grundlagen	
Aufbau und Verbindlichkeit der Lehrpläne	IV
Ziele und Aufgaben des Gymnasiums	VII
Fächerverbindender Unterricht	XI
Lernen lernen	XII
Teil Fachlehrplan Physik	
Ziele und Aufgaben des Faches Physik	1
Übersicht über die Lernbereiche und Zeitrichtwerte	5
Klassenstufe 6	8
Klassenstufe 7	14
Klassenstufe 8	19
Klassenstufe 9	25
Klassenstufe 10	31
Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Grundkurs	37
Jahrgangsstufe 11 – Grundkurs	38
Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs	42
Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Leistungskurs	45
Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs	47
Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs	56

## Aufbau und Verbindlichkeit der Lehrpläne

<b>Grundstruktur</b>	<p>Im Teil Grundlagen enthält der Lehrplan Ziele und Aufgaben des Gymnasiums, Aussagen zum fächerverbindenden Unterricht sowie zur Entwicklung von Lernkompetenz.</p> <p>Im fachspezifischen Teil werden für das Fach die allgemeinen fachlichen Ziele ausgewiesen, die für eine Klassen- bzw. Jahrgangsstufe oder für mehrere Klassen- bzw. Jahrgangsstufen als spezielle fachliche Ziele differenziert beschrieben sind und dabei die Prozess- und Ergebnisorientierung sowie die Progression des schulischen Lernens ausweisen.</p>								
<b>Lernbereiche, Zeitrichtwerte</b>	<p>In jeder Klassenstufe sind Lernbereiche mit Pflichtcharakter im Umfang von 25 Wochen verbindlich festgeschrieben. In der Jahrgangsstufe 11 sind 26 Wochen verbindlich festgelegt, in der Jahrgangsstufe 12 sind es 22 Wochen. Zusätzlich kann in jeder Klassen- bzw. Jahrgangsstufe ein Lernbereich mit Wahlcharakter im Umfang von zwei Wochen bearbeitet werden.</p> <p>Entscheidungen über eine zweckmäßige zeitliche Reihenfolge der Lernbereiche innerhalb einer Klassenstufe bzw. zu Schwerpunkten innerhalb eines Lernbereiches liegen in der Verantwortung des Lehrers. Zeitrichtwerte können, soweit das Erreichen der Ziele gewährleistet ist, variiert werden.</p>								
<b>tabellarische Darstellung der Lernbereiche</b>	<p>Die Gestaltung der Lernbereiche erfolgt in tabellarischer Darstellungsweise.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;"><b>Bezeichnung des Lernbereiches</b></th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;"><b>Zeitrichtwert</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">Lernziele und Lerninhalte</td> <td style="padding: 5px;">Bemerkungen</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Bezeichnung des Lernbereiches</b>	<b>Zeitrichtwert</b>	Lernziele und Lerninhalte	Bemerkungen				
<b>Bezeichnung des Lernbereiches</b>	<b>Zeitrichtwert</b>								
Lernziele und Lerninhalte	Bemerkungen								
<b>Verbindlichkeit der Lernziele und Lerninhalte</b>	<p>Lernziele und Lerninhalte sind verbindlich. Sie kennzeichnen grundlegende Anforderungen in den Bereichen Wissenserwerb, Kompetenzentwicklung und Werteorientierung.</p> <p>Im Sinne der Vergleichbarkeit von Lernprozessen erfolgt die Beschreibung der Lernziele in der Regel unter Verwendung einheitlicher Begriffe. Diese verdeutlichen bei zunehmendem Umfang und steigender Komplexität der Lernanforderungen didaktische Schwerpunktsetzungen für die unterrichtliche Erarbeitung der Lerninhalte.</p>								
<b>Bemerkungen</b>	<p>Bemerkungen haben Empfehlungscharakter. Gegenstand der Bemerkungen sind inhaltliche Erläuterungen, Hinweise auf geeignete Lehr- und Lernmethoden und Beispiele für Möglichkeiten einer differenzierten Förderung der Schüler. Sie umfassen Bezüge zu Lernzielen und Lerninhalten des gleichen Faches, zu anderen Fächern und zu den überfachlichen Bildungs- und Erziehungszielen des Gymnasiums.</p>								
<b>Verweisdarstellungen</b>	<p>Verweise auf Lernbereiche des gleichen Faches und anderer Fächer sowie auf überfachliche Ziele werden mit Hilfe folgender grafischer Elemente veranschaulicht:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 5px;">→ LB 2</td> <td style="padding: 5px;">Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches der gleichen Klassenstufe</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">→ Kl. 7, LB 2</td> <td style="padding: 5px;">Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches einer anderen Klassenstufe</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">→ MU, Kl. 7, LB 2</td> <td style="padding: 5px;">Verweis auf Klassenstufe, Lernbereich eines anderen Faches</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">⇒ Lernkompetenz</td> <td style="padding: 5px;">Verweise auf ein überfachliches Bildungs- und Erziehungsziel des Gymnasiums (s. Ziele und Aufgaben des Gymnasiums)</td> </tr> </table>	→ LB 2	Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches der gleichen Klassenstufe	→ Kl. 7, LB 2	Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches einer anderen Klassenstufe	→ MU, Kl. 7, LB 2	Verweis auf Klassenstufe, Lernbereich eines anderen Faches	⇒ Lernkompetenz	Verweise auf ein überfachliches Bildungs- und Erziehungsziel des Gymnasiums (s. Ziele und Aufgaben des Gymnasiums)
→ LB 2	Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches der gleichen Klassenstufe								
→ Kl. 7, LB 2	Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches einer anderen Klassenstufe								
→ MU, Kl. 7, LB 2	Verweis auf Klassenstufe, Lernbereich eines anderen Faches								
⇒ Lernkompetenz	Verweise auf ein überfachliches Bildungs- und Erziehungsziel des Gymnasiums (s. Ziele und Aufgaben des Gymnasiums)								
<b>Wahlpflichtbereich</b>	<p>Im Wahlpflichtbereich wählt der Schüler entweder ein schulspezifisches Profil (Lehrplan Schulspezifisches Profil) oder eine dritte Fremdsprache.</p>								

**Beschreibung der Lernziele**

Begegnung mit einem Gegenstandsbereich/Wirklichkeitsbereich oder mit Lern- und Arbeitstechniken oder Fachmethoden als **grundlegende Orientierung**, ohne tiefere Reflexion

über **Kenntnisse und Erfahrungen** zu Sachverhalten und Zusammenhängen, zu Lern- und Arbeitstechniken oder Fachmethoden sowie zu typischen Anwendungsmustern **aus einem begrenzten Gebiet im gelernten Kontext** verfügen

**Kenntnisse und Erfahrungen** zu Sachverhalten und Zusammenhängen, im Umgang mit Lern- und Arbeitstechniken oder Fachmethoden **in vergleichbaren Kontexten** verwenden

**Handlungs- und Verfahrensweisen routinemäßig** gebrauchen

**Kenntnisse und Erfahrungen** zu Sachverhalten und Zusammenhängen, im Umgang mit Lern- und Arbeitstechniken oder Fachmethoden durch Abstraktion und Transfer **in unbekanntem Kontexten** verwenden

**begründete Sach- und/oder Werturteile** entwickeln und darstellen, **Sach- und/oder Wertvorstellungen** in Toleranz gegenüber anderen annehmen oder ablehnen, vertreten, kritisch reflektieren und ggf. revidieren

**Handlungen/Aufgaben** auf der Grundlage von Wissen zu komplexen Sachverhalten und Zusammenhängen, Lern- und Arbeitstechniken, geeigneten Fachmethoden sowie begründeten Sach- und/oder Werturteilen **selbstständig planen, durchführen, kontrollieren** sowie **zu neuen Deutungen und Folgerungen** gelangen

**Begriffe****Einblick gewinnen****Kennen****Übertragen****Beherrschen****Anwenden****Beurteilen/  
Sich positionieren****Gestalten/  
Problemlösen**

In den Lehrplänen des Gymnasiums werden folgende Abkürzungen verwendet:

<b>Abkürzungen</b>	GS	Grundschule
	OS	Oberschule
	GY	Gymnasium
	FS	Fremdsprache
	Kl.	Klassenstufe/n
	LB	Lernbereich
	LBW	Lernbereich mit Wahlcharakter
	Gk	Grundkurs
	Lk	Leistungskurs
	WG	Wahlgrundkurs
	Ustd.	Unterrichtsstunden
	AST	Astronomie
	BIO	Biologie
	CH	Chemie
	CHI	Chinesisch
	DaZ	Deutsch als Zweitsprache
	DE	Deutsch
	EN	Englisch
	ETH	Ethik
	FR	Französisch
	G/R/W	Gemeinschaftskunde/Rechtserziehung/Wirtschaft
	GEO	Geographie
	GE	Geschichte
	GR	Griechisch
	INF	Informatik
	ITA	Italienisch
	KU	Kunst
	LA	Latein
	MA	Mathematik
	MU	Musik
	PHI	Philosophie
	PH	Physik
	POL	Polnisch
	P	Schulspezifisches Profil
	RE/e	Evangelische Religion
	RE/k	Katholische Religion
	RU	Russisch
	SOR	Sorbisch
	SPA	Spanisch
	SPO	Sport
	TC	Technik/Computer
	TSC	Tschechisch

Die Bezeichnungen Schüler und Lehrer werden im Lehrplan allgemein für Schülerinnen und Schüler bzw. Lehrerinnen und Lehrer gebraucht.

## Ziele und Aufgaben des Gymnasiums

Das Gymnasium ist eine eigenständige Schulart. Es vermittelt Schülern mit entsprechenden Begabungen und Bildungsabsichten eine vertiefte allgemeine Bildung, die für ein Hochschulstudium vorausgesetzt wird; es schafft auch Voraussetzungen für eine berufliche Ausbildung außerhalb der Hochschule. Der achtjährige Bildungsgang am Gymnasium ist wissenschaftspropädeutisch angelegt und führt nach zentralen Prüfungen zur allgemeinen Hochschulreife. Der Abiturient verfügt über die für ein Hochschulstudium notwendige Studierfähigkeit. Die Entwicklung und Stärkung der Persönlichkeit sowie die Möglichkeit zur Gestaltung des eigenen Lebens in sozialer Verantwortung und die Befähigung zur Mitwirkung in der demokratischen Gesellschaft gehören zum Auftrag des Gymnasiums.

### Bildungs- und Erziehungsauftrag

Den individuellen Fähigkeiten und Neigungen der Schüler wird unter anderem durch die Möglichkeit zur eigenen Schwerpunktsetzung entsprochen. Schüler entscheiden sich zwischen verschiedenen schulspezifischen Profilen oder der 3. Fremdsprache, treffen die Wahl der Leistungskurse und legen ihre Wahlpflicht- sowie Wahlkurse fest.

Vertiefte Allgemeinbildung, Wissenschaftspropädeutik und allgemeine Studierfähigkeit sind Ziele des Gymnasiums.

### Bildungs- und Erziehungsziele

Das Gymnasium bereitet junge Menschen darauf vor, selbstbestimmt zu leben, sich selbst zu verwirklichen und in sozialer Verantwortung zu handeln. Im Bildungs- und Erziehungsprozess des Gymnasiums sind

der Erwerb intelligenten und anwendungsfähigen Wissens,  
die Entwicklung von Lern-, Methoden- und Sozialkompetenz und  
die Werteorientierung

in allen fachlichen und überfachlichen Zielen miteinander zu verknüpfen.

Die überfachlichen Ziele beschreiben darüber hinaus Intentionen, die auf die Persönlichkeitsentwicklung der Schüler gerichtet sind und in jedem Fach konkretisiert und umgesetzt werden müssen.

Eine besondere Bedeutung kommt der politischen Bildung als aktivem Beitrag zur Entwicklung der Mündigkeit junger Menschen und zur Stärkung der Zivilgesellschaft zu. Im Vordergrund stehen dabei die Fähigkeit und Bereitschaft, sich vor dem Hintergrund demokratischer Handlungsoptionen aktiv in die freiheitliche Demokratie einzubringen.

Als ein übergeordnetes Bildungs- und Erziehungsziel des Gymnasiums ist politische Bildung im Sächsischen Schulgesetz verankert und muss in allen Fächern angemessen Beachtung finden. Zudem ist sie integrativ insbesondere in den überfachlichen Zielen *Werteorientierung*, *Bildung für nachhaltige Entwicklung*, *Reflexions-* und *Diskursfähigkeit* sowie *Verantwortungsbereitschaft* enthalten.

Ausgehend vom Abschlussniveau der Grundschule werden überfachliche Ziele formuliert, die in allen Fächern zu realisieren sind.

Die Schüler eignen sich systematisch intelligentes Wissen an, das von ihnen in unterschiedlichen Zusammenhängen genutzt und zunehmend selbstständig angewendet werden kann. [*Wissen*]

Sie entwickeln Kommunikations- und Teamfähigkeit. Sie lernen, sich adressaten-, situations- und wirkungsbezogen zu verständigen und erkennen, dass Kooperation für die Problemlösung zweckdienlich ist. [*Kommunikationsfähigkeit*]

Sie erwerben Wissen über die Gültigkeitsbedingungen spezifischer Erkenntnismethoden und lernen, dass Erkenntnisse von den eingesetzten Methoden abhängig sind. Dabei entwickeln sie ein differenziertes Weltverständnis. [*Methodenbewusstsein*]

Die Schüler erwerben Lernstrategien, die selbstorganisiertes und selbstverantwortetes Lernen unterstützen und auf lebenslanges Lernen vorbereiten. *[Lernkompetenz]*

Sie entwickeln die Fähigkeit, effizient mit Zeit und Ressourcen umzugehen, sie lernen, Arbeitsabläufe zweckmäßig zu planen und zu gestalten sowie geistige und manuelle Operationen zu automatisieren. *[Arbeitsorganisation]*

Sie erwerben Problemlösestrategien. Sie lernen, planvoll zu beobachten und zu beschreiben, zu analysieren, zu ordnen und zu synthetisieren. Sie entwickeln die Fähigkeit, problembezogen deduktiv oder induktiv vorzugehen, Hypothesen zu bilden sowie zu überprüfen und gewonnene Erkenntnisse zu transferieren. Sie lernen in Alternativen zu denken, Phantasie und Kreativität zu entwickeln und zugleich Lösungen auf ihre Machbarkeit zu überprüfen. *[Problemlösestrategien]*

Die Schüler lernen, Informationen zu gewinnen, einzuordnen und zu nutzen, um ihr Wissen zu erweitern, neu zu strukturieren und anzuwenden. Sie entwickeln Fähigkeiten, moderne Informations- und Kommunikationstechnologien sicher, sachgerecht, situativ-zweckmäßig und verantwortungsbewusst zu nutzen. Sie kennen deren Funktionsweisen und nutzen diese zur kreativen Lösung von Problemen. *[informatische Bildung]*

Sie erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse über Medien sowie deren Funktions-, Gestaltungs- und Wirkungsweisen. Sie lernen Medien selbstständig für das eigene Lernen zu nutzen und mediengeprägte Probleme zu erfassen, zu analysieren und ihre medienkritischen Reflexionen zu verstärken. *[Medienbildung]*

Sie üben sich im interdisziplinären Arbeiten, bereiten sich auf den Umgang mit vielschichtigen und vielgestaltigen Problemen und Themen vor und lernen, mit Phänomenen mehrperspektivisch umzugehen. *[Interdisziplinarität, Mehrperspektivität]*

Die Schüler entwickeln die Fähigkeit zu Empathie und Perspektivwechsel und lernen, sich für die Rechte und Bedürfnisse anderer einzusetzen. Sie lernen unterschiedliche Positionen und Wertvorstellungen kennen und setzen sich mit ihnen auseinander, um sowohl eigene Positionen einzunehmen als auch anderen gegenüber Toleranz zu entwickeln. Sie entwickeln interkulturelle Kompetenz, um offen zu sein, sich mit anderen zu verständigen und angemessen zu handeln. *[Empathie und Perspektivwechsel]*

Die Schüler entwickeln eigene Wertvorstellungen auf der Grundlage der freiheitlichen demokratischen Grundordnung, indem sie Werte im schulischen Alltag erleben, kritisch reflektieren und diskutieren. Dazu gehören insbesondere Erfahrungen der Toleranz, der Akzeptanz, der Anerkennung und der Wertschätzung im Umgang mit Vielfalt sowie Respekt vor dem Leben, dem Menschen und vor zukünftigen Generationen. Sie entwickeln die Fähigkeit und Bereitschaft, sich vor dem Hintergrund demokratischer Handlungsoptionen aktiv in die freiheitliche Demokratie einzubringen. *[Werteorientierung]*

Die Schüler setzen sich, ausgehend von den eigenen Lebensweltbezügen, einschließlich ihrer Erfahrungen mit der Vielfalt und Einzigartigkeit der Natur, mit lokalen, regionalen und globalen Entwicklungen auseinander. Sie lernen, Auswirkungen von Entscheidungen auf das Leben der Menschen, die Umwelt und die Wirtschaft zu bewerten. Sie setzen sich bewusst für eine ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltige Entwicklung ein und wirken gestaltend daran mit. Dabei kennen und nutzen sie Partizipationsmöglichkeiten. *[Bildung für nachhaltige Entwicklung]*

Sie entwickeln vertiefte Reflexions- und Diskursfähigkeit, um ihr Leben selbstbestimmt und verantwortlich zu führen. Sie lernen, Positionen, Lösungen und Lösungswege kritisch zu hinterfragen. Sie erwerben die Fähigkeit, differenziert Stellung zu beziehen und die eigene Meinung sachgerecht zu begründen. Sie eignen sich die Fähigkeit an, komplexe Sachverhalte unter

Verwendung der entsprechenden Fachsprache sowohl mündlich als auch schriftlich stringent darzulegen. [*Reflexions- und Diskursfähigkeit*]

Sie entwickeln eine persönliche Motivation für die Übernahme von Verantwortung in Schule und Gesellschaft. [*Verantwortungsbereitschaft*]

Der Bildungs- und Erziehungsprozess ist individuell und gesellschaftsbezogen zugleich. Die Schule als sozialer Erfahrungsraum muss den Schülern Gelegenheit geben, den Anspruch auf Selbstständigkeit, Selbstverantwortung und Selbstbestimmung einzulösen und Mitverantwortung bei der gemeinsamen Gestaltung schulischer Prozesse zu tragen.

### **Gestaltung des Bildungs- und Erziehungsprozesses**

Die Unterrichtsgestaltung wird von einer veränderten Schul- und Lernkultur geprägt. Der Lernende wird in seiner Individualität angenommen, indem seine Leistungsvoraussetzungen, seine Erfahrungen und seine speziellen Interessen und Neigungen berücksichtigt werden. Dazu ist ein Unterrichtsstil notwendig, der beim Schüler Neugier weckt, ihn zu Kreativität anregt und Selbsttätigkeit und Selbstverantwortung verlangt. Das Gymnasium bietet den Bewegungsaktivitäten der Schüler entsprechenden Raum und ermöglicht das Lernen mit allen Sinnen. Durch unterschiedliche Formen der Binnendifferenzierung wird fachliches und soziales Lernen optimal gefördert. Ein vielfältiger Einsatz von traditionellen und digitalen Medien befähigt die Schüler, diese kritisch für das selbstständige Lernen zu nutzen.

Der altersgemäße Unterricht im Gymnasium geht von der kontinuierlichen Zunahme der Selbsttätigkeit der Schüler aus, ihren erweiterten Erfahrungen und dem wachsenden Abstraktionsvermögen. Die Schüler werden zunehmend an der Unterrichtsgestaltung beteiligt und übernehmen für die zielgerichtete Planung und Realisierung von Lernprozessen Mitverantwortung. Das verlangt von allen Beteiligten Engagement, Gemeinschaftsgeist und Verständnis für andere Positionen.

In den Klassenstufen 5 und 6 werden aus der Grundschule vertraute Formen des Unterrichts aufgenommen und erweitert. Der Unterricht ist kindgerecht, lebensweltorientiert und anschaulich. Durch entsprechende Angebote unterstützt die Schule die Kinder bei der Suche nach ihren speziellen Stärken, die ebenso gefördert werden wie der Abbau von Schwächen. Sie lernen zunehmend selbstständig zu arbeiten.

Die Selbsttätigkeit der Schüler intensiviert sich in den Klassenstufen 7 bis 10. Sie übernehmen zunehmend Verantwortung für die Gestaltung des eigenen Lernens. Der Unterricht knüpft an die Erfahrungs- und Lebenswelt der Jugendlichen an und komplexere Themen und Probleme werden zum Unterrichtsgegenstand.

Der Eintritt in die gymnasiale Oberstufe ist durch das Kurssystem nicht nur mit einer veränderten Organisationsform verbunden, sondern auch mit anderen, die Selbstständigkeit der Schüler fördernden Arbeitsformen. Der systematische Einsatz von traditionellen und digitalen Medien fördert das selbstgesteuerte, problemorientierte und kooperative Lernen. Unterricht bleibt zwar lehrergesteuert, doch im Mittelpunkt steht die Eigenaktivität der jungen Erwachsenen bei der Gestaltung des Lernprozesses. In der gymnasialen Oberstufe lernen die Schüler Problemlöseprozesse eigenständig zu organisieren sowie die Ergebnisse eines Arbeitsprozesses strukturiert und in angemessener Form zu präsentieren. Ausdruck dieser hohen Stufe der Selbstständigkeit kann u. a. die Anfertigung einer besonderen Lernleistung (BELL) sein.

Eine von Kooperation und gegenseitigem Verständnis geprägte Lernatmosphäre an der Schule, in der die Lehrer Vertrauen in die Leistungsfähigkeit ihrer Schüler haben, trägt nicht nur zur besseren Problemlösung im Unterricht bei, sondern fördert zugleich soziale Lernfähigkeit.

Unterricht am Gymnasium muss sich noch stärker um eine Sicht bemühen, die über das Einzelfach hinausgeht. Die Lebenswelt ist in ihrer Komplexität

nur begrenzt aus der Perspektive des Einzelfaches zu erfassen. Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen trägt dazu bei, andere Perspektiven einzunehmen, Bekanntes und Neuartiges in Beziehung zu setzen und nach möglichen gemeinsamen Lösungen zu suchen.

In der Schule lernen und leben die Schüler gleichberechtigt miteinander. Der Schüler wird mit seinen individuellen Fähigkeiten, Eigenschaften, Wertvorstellungen und seinem Lebens- und Erfahrungshintergrund respektiert. In gleicher Weise respektiert er seine Mitschüler. Unterschiedliche Positionen bzw. Werturteile können geäußert werden und sie werden auf der Basis der demokratischen Grundordnung zur Diskussion gestellt.

Wesentliche Kriterien eines guten Schulklimas am Gymnasium sind Transparenz der Entscheidungen, Gerechtigkeit und Toleranz sowie Achtung und Verlässlichkeit im Umgang aller an Schule Beteiligten. Wichtigste Partner sind die Eltern, die kontinuierlich den schulischen Erziehungsprozess begleiten und aktiv am Schulleben partizipieren sollen sowie nach Möglichkeit Ressourcen und Kompetenzen zur Verfügung stellen.

Die Schüler sollen dazu angeregt werden, sich über den Unterricht hinaus zu engagieren. Das Gymnasium bietet dazu genügend Betätigungsfelder, die von der Arbeit in den Mitwirkungsgremien bis hin zu kulturellen und gemeinschaftlichen Aufgaben reichen.

Das Gymnasium öffnet sich stärker gegenüber seinem gesellschaftlichen Umfeld und bezieht Einrichtungen wie Universitäten, Unternehmen, soziale und kommunale Institutionen in die Bildungs- und Erziehungsarbeit ein. Kontakte zu Kirchen, Organisationen und Vereinen geben neue Impulse für die schulische Arbeit. Besondere Lernorte entstehen, wenn Schüler nachbarschaftliche bzw. soziale Dienste leisten. Dadurch werden individuelles und soziales Engagement bzw. Verantwortung für sich selbst und für die Gemeinschaft verbunden.

Schulinterne Evaluation muss zu einem selbstverständlichen Bestandteil der Arbeitskultur der Schule werden. Für den untersuchten Bereich werden Pläne bestätigt, modifiziert oder verworfen. Die Evaluation unterstützt die Kommunikation und die Partizipation der Betroffenen bei der Gestaltung von Schule und Unterricht.

Jedes Gymnasium ist aufgefordert, unter Einbeziehung aller am Schulleben Beteiligten ein gemeinsames Verständnis von guter Schule als konsensfähiger Vision aller Beteiligten zu erarbeiten. Dazu werden pädagogische Leitbilder der künftigen Schule entworfen und im Schulprogramm konkretisiert.

Ganztägige Bildung und Erziehung bietet vielfältige Möglichkeiten, auf Kinder und Jugendliche und deren Interessen und Begabungen individuell einzugehen und die Persönlichkeitsentwicklung zu fördern. Jedes Gymnasium sollte eigenverantwortlich und gemeinsam mit außerschulischen Partnern ein schulspezifisches Ganztagskonzept als Teil des Schulprogrammes entwickeln.

Die Inhalte der Ganztagsangebote begründen sich in den schulspezifischen Schwerpunkten und Zielen und tragen zur Profilierung der Schule bei. Sie können unterrichtsergänzende leistungsdifferenzierte Bildungsangebote, freizeitpädagogische Angebote und offene Angebote im Rahmen der Schulkonzeption umfassen. Gerade im sportlichen und musisch-künstlerischen Bereich können pädagogisch wertvolle unterrichtsergänzende Angebote in Kooperation mit regionalen Verbänden und Vereinen einen wichtigen Beitrag zur ganzheitlichen Bildung leisten. Die Angebote sollten schülerorientiert und bedarfsgerecht gestaltet werden. Sie berücksichtigen die Heterogenität der Schüler.

## Fächerverbindender Unterricht

Während fachübergreifendes Arbeiten durchgängiges Unterrichtsprinzip ist, setzt fächerverbindender Unterricht ein Thema voraus, das von einzelnen Fächern nicht oder nur teilweise erfasst werden kann.

Das Thema wird unter Anwendung von Fragestellungen und Verfahrensweisen verschiedener Fächer bearbeitet. Bezugspunkte für die Themenfindung sind Perspektiven und thematische Bereiche. Perspektiven beinhalten Grundfragen und Grundkonstanten des menschlichen Lebens:

Raum und Zeit

Sprache und Denken

Individualität und Sozialität

Natur und Kultur

### Perspektiven

Die thematischen Bereiche umfassen:

Verkehr

Medien

Kommunikation

Kunst

Verhältnis der Generationen

Gerechtigkeit

Eine Welt

Arbeit

Beruf

Gesundheit

Umwelt

Wirtschaft

Technik

### thematische Bereiche

Politische Bildung, Medienbildung und Digitalisierung sowie Bildung für nachhaltige Entwicklung sind besonders geeignet für den fächerverbindenden Unterricht.

Jede Schule kann zur Realisierung des fächerverbindenden Unterrichts eine Konzeption entwickeln. Ausgangspunkt dafür können folgende Überlegungen sein:

### Konzeption

1. Man geht von Vorstellungen zu einem Thema aus. Über die Einordnung in einen thematischen Bereich und eine Perspektive wird das konkrete Thema festgelegt.
2. Man geht von einem thematischen Bereich aus, ordnet ihn in eine Perspektive ein und leitet daraus das Thema ab.
3. Man entscheidet sich für eine Perspektive, wählt dann einen thematischen Bereich und kommt schließlich zum Thema.

Nach diesen Festlegungen werden Ziele, Inhalte und geeignete Organisationsformen bestimmt.

## **Lernen lernen**

### **Lernkompetenz**

Die Entwicklung von Lernkompetenz zielt darauf, das Lernen zu lernen. Unter Lernkompetenz wird die Fähigkeit verstanden, selbstständig Lernvorgänge zu planen, zu strukturieren, durchzuführen, zu überwachen, ggf. zu korrigieren und abschließend auszuwerten. Zur Lernkompetenz gehören als motivationale Komponente das eigene Interesse am Lernen und die Fähigkeit, das eigene Lernen zu steuern.

### **Strategien**

Im Mittelpunkt der Entwicklung von Lernkompetenz stehen Lernstrategien. Diese umfassen:

- Basisstrategien, welche vorrangig dem Erwerb, dem Verstehen, der Festigung, der Überprüfung und dem Abruf von Wissen dienen
- Regulationsstrategien, die zur Selbstreflexion und Selbststeuerung hinsichtlich des eigenen Lernprozesses befähigen
- Stützstrategien, die ein gutes Lernklima sowie die Entwicklung von Motivation und Konzentration fördern

### **Techniken**

Um diese genannten Strategien einsetzen zu können, müssen die Schüler konkrete Lern- und Arbeitstechniken erwerben. Diese sind:

- Techniken der Beschaffung, Überprüfung, Verarbeitung und Aufbereitung von Informationen (z. B. Lese-, Schreib-, Mnemo-, Recherche-, Strukturierungs-, Visualisierungs- und Präsentationstechniken)
- Techniken der Arbeits-, Zeit- und Lernregulation (z. B. Arbeitsplatzgestaltung, Hausaufgabenmanagement, Arbeits- und Prüfungsvorbereitung, Selbstkontrolle)
- Motivations- und Konzentrationstechniken (z. B. Selbstmotivation, Entspannung, Prüfung und Stärkung des Konzentrationsvermögens)
- Kooperations- und Kommunikationstechniken (z. B. Gesprächstechniken, Arbeit in verschiedenen Sozialformen)

### **Ziel**

Ziel der Entwicklung von Lernkompetenz ist es, dass Schüler ihre eigenen Lernvoraussetzungen realistisch einschätzen können und in der Lage sind, individuell geeignete Techniken und Medien situationsgerecht zu nutzen und für das selbstbestimmte Lernen einzusetzen.

### **Konzeption**

Schulen entwickeln eigenverantwortlich eine Konzeption zur Lernkompetenzförderung und realisieren diese in Schulorganisation und Unterricht.

Für eine nachhaltige Wirksamkeit muss der Lernprozess selbst zum Unterrichtsgegenstand werden. Gebunden an Fachinhalte sollte ein Teil der Unterrichtszeit dem Lernen des Lernens gewidmet sein. Die Lehrpläne bieten dazu Ansatzpunkte und Anregungen.

## Ziele und Aufgaben des Faches Physik

Der Beitrag des Physikunterrichts für die allgemeine Bildung ergibt sich sowohl aus der gesellschaftlichen Bedeutung physikalischer Erkenntnisse als auch aus den spezifischen Methoden, mit denen diese gewonnen werden. Im Unterricht setzen sich die Schüler mit Objekten und Prozessen der natürlichen und technischen Lebenswelt auseinander. Sie entwickeln Vorstellungen über den Aufbau der Materie vom Atom bis zum Kosmos. Dabei wird die Entwicklung eines eigenen Weltbildes gefördert. So leistet das Fach einen Beitrag zum Selbstverständnis des Einzelnen.

Die Schüler eignen sich fundiertes physikalisches Wissen an, das ihnen gestattet, Entscheidungen und Entwicklungen in der Gesellschaft im Umfeld von Natur und Technik begründet zu beurteilen, Verantwortung beim Nutzen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zu übernehmen und Technikfolgen abzuschätzen. Die Kommunikation zwischen Experten und Laien wird erleichtert. Die Behandlung astronomischer Inhalte eröffnet den Schülern die Möglichkeit, auch unter diesem Aspekt die Verantwortung des Menschen für den Erhalt seiner natürlichen Umwelt zu erfassen.

Der Physikunterricht vermittelt Grundlagen und Orientierungen für das wissenschaftliche Arbeiten in den Erfahrungswissenschaften. So werden durch den Schüler Bedeutung und Grenzen von Experimenten, Hypothesen, Modellen und Theorien für die Gewinnung physikalischer Erkenntnisse erfasst. Themen aus interdisziplinären wissenschaftlichen Bereichen können aus der Sicht der Naturwissenschaften reflektiert und Aussagen pseudowissenschaftlicher Bereiche beurteilt werden.

Die intensive Beschäftigung mit der Physik unterstützt die Herausbildung wichtiger Persönlichkeitseigenschaften. Individuelles und gemeinsames Experimentieren fördert die Kommunikations- und Teamfähigkeit. Im Physikunterricht entwickeln sich logisches Denken genauso wie Beharrlichkeit, Selbstdisziplin, Gewissenhaftigkeit und Zielstrebigkeit.

Eine wichtige Aufgabe des Physikunterrichts ist es, das Interesse und die Freude an der Beschäftigung mit Themen aus Natur, Technik und darüber hinaus Politik zu fördern und so das Bewusstsein für lokale, regionale und globale Herausforderungen der Zeit zu entwickeln. Entsprechende Neigungen und Begabungen werden bestärkt.

Lösungsansätze müssen eine nachhaltige Entwicklung ermöglichen und damit zu zukunftsfähigem Denken und Handeln anregen.

Abgeleitet aus dem Beitrag des Faches zur allgemeinen Bildung werden folgende allgemeine fachliche Ziele formuliert:

- Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen
- Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
- Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben- und Problemstellungen
- Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen
- Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes

Die Struktur des Physikunterrichts ergibt sich aus entwicklungs- und lernpsychologischen Besonderheiten der Schüler. Die Sicherung der Fasslichkeit der Unterrichtsinhalte erfordert das mehrfache Behandeln von Themen innerhalb eines spiralförmigen Curriculums.

Der Physikunterricht am Gymnasium gliedert sich in folgende Abschnitte:

### Anfangsunterricht in den Klassenstufen 6 und 7

In der Phase des Anfangsunterrichts im Physiklehrgang werden die Schüler mit grundlegenden Erscheinungen bekannt gemacht. Dabei gewinnen sie Einblicke in die Denk- und Arbeitsweisen der Physik.

**Beitrag zur allgemeinen Bildung**

**allgemeine fachliche Ziele**

**Strukturierung**

#### Im Anfangsunterricht

- stehen qualitative Merkmale der physikalischen Betrachtung im Vordergrund,
- werden geistige Tätigkeiten im besonderen Maße mit manuellen Handlungen verknüpft sowie mit dem Bauen von physikalischen Spielzeugen und Geräten verbunden.

#### **Vertiefender Unterricht in den Klassenstufen 8 bis 10**

Die Schüler erwerben eine allgemeine physikalische und astronomische Grundbildung besonders zu klassischen Inhalten und zu Methoden der Erkenntnisgewinnung. Damit wird das Fundament für fächerverbindendes Arbeiten gelegt. Die Gelenkfunktion der Klassenstufe 10 zur Vorbereitung der Jahrgangsstufen 11 und 12 wird berücksichtigt.

#### **Wissenschaftspropädeutischer Unterricht der Jahrgangsstufen 11 und 12**

Grundkurse Physik repräsentieren das Lernniveau unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung, die in den Leistungskursen exemplarisch vertieft wird.

##### **Grundkurse** sollen

- grundlegende Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen der Physik exemplarisch verdeutlichen,
- wesentliche Arbeitsmethoden der Physik vermitteln, bewusst und erfahrbar machen,
- Zusammenhänge in der Physik und über deren Grenzen hinaus in exemplarischer Form erkennen lassen sowie das Reflektieren des Wissens durch Einordnung in Anwendungen und Entwicklungen in der Gesellschaft fördern.

##### **Leistungskurse** sind gerichtet auf eine

- systematische Befassung mit wesentlichen, den Aspektreichtum der Physik verdeutlichenden Inhalten, Theorien und Modellen,
- vertiefende Beherrschung physikalischer Arbeitsmittel und Methoden, ihre selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion,
- Entwicklung der Diskursfähigkeit über Zusammenhänge in der Physik sowie deren Nutzung in Technik und Gesellschaft.

#### **Fachspezifische Vereinbarungen zu Verbindlichkeiten**

Das Ziel Kennen einer physikalischen Größe umfasst qualitative Begriffsmerkmale, Formelzeichen, Einheit sowie Messvorschrift. Abweichungen von dieser Vereinbarung werden durch Bemerkungen besonders gekennzeichnet.

Im Physikunterricht müssen nur die Gleichungen im Unterricht behandelt werden, die in der Ziel-Inhalt-Spalte formuliert sind. Werden keine Gleichungen vorgegeben, so ist eine qualitative Definition bzw. Gesetzesformulierung anzustreben.

Die in der Ziel-Inhalt-Spalte in den Klassenstufen 6 bis 10 genannten Schülerexperimente (SE) sind verbindlich. In den Jahrgangsstufen 11 und 12 entscheidet der Fachlehrer, welche Experimente zum Erreichen der Ziele als Schülerexperimente durchgeführt werden.

**didaktische Grundsätze**

Ausgangspunkt des Unterrichts sind physikalische Phänomene und Gegebenheiten des Alltags der Schüler, aus denen physikalische Fragestellungen abgeleitet werden können. Die Schüler erhalten vielfältige Gelegenheiten, ihre eigenen Ideen, Vorkenntnisse und Fragen einzubringen.

Neues Wissen wird in der Regel zunächst an Beispiele gebunden und nicht gleich in fachlogische Strukturen eingeordnet. Diese Verbindung von Begriffen und Gesetzen der Physik mit ihrem konkreten exemplarischen Hintergrund bestimmt maßgeblich, wie verstanden und anwendbar das Wissen der Schüler ist. Es müssen solche Kontexte gewählt werden, die zum Erfahrungsbereich sowohl der Jungen als auch der Mädchen gehören und die ihrer Interessenlage entsprechen.

Halbquantitative Zusammenhänge werden mit Hilfe mathematischer Mittel in quantitative Beziehungen überführt, weiter analysiert und verallgemeinert. Durch häufiges Konkretisieren und Interpretieren der Gleichungen und Diagramme wird der Gefahr des unverstandenen und inhaltsleeren Operierens mit mathematischen Formalismen entgegengewirkt.

Das Experiment wird so eingesetzt, dass seine zentrale Bedeutung als Mittel der physikalischen Erkenntnis verstanden, Zusammenhänge veranschaulicht und gleichzeitig Interesse und Freude an der Physik entwickelt werden. Freihand- und Hausexperimente ergänzen traditionelle Demonstrations- und Schülerexperimente sowie Praktika. Bei der Behandlung astronomischer Inhalte ist der Beobachtung besondere Bedeutung beizumessen.

Anwendungen der Physik in Natur, Alltag, Gesellschaft und Technik nehmen einen breiten Raum ein. Dazu ist eine solche Aufgabenkultur zu entwickeln, die die Auseinandersetzung des Schülers mit der Physik bei der Lösung praktischer Fragen herausfordert und Freiräume für eigenes Probieren schafft. Von Bedeutung sind dabei die physikalischen Praktika, in denen die Schüler weitgehend selbstständig und eigenverantwortlich Probleme experimentell lösen. Die Praktikumsaufgaben werden so formuliert, dass kreatives Tätigsein mit der Entwicklung der Sozialkompetenz verbunden wird.

Im Unterricht werden geeignete klassische und digitale Medien eingesetzt. Dazu gehören die Tabellen- und Formelsammlung ohne ausführliche Musterbeispiele, der Taschenrechner ohne Grafikdisplay (TR) in den Klassenstufen 6 und 7, der Taschenrechner mit Grafikdisplay (GTR) ab Klassenstufe 8 sowie Software in Form von Computer-Algebra-Systemen (CAS). Die Schüler erwerben Fertigkeiten im Umgang mit zeitgemäßen Hilfsmitteln wie elektronischen Tafelwerken, Simulations- und Präsentationsprogrammen sowie Systemen zur computergestützten Erfassung und Auswertung von Messwerten. Sie entwickeln die Fähigkeit, Medien jeglicher Art zielgerichtet, situationsangemessen und kreativ zu nutzen und dabei kritisch zu hinterfragen.

Überlegungen zu den gewählten Arbeitsweisen, Rückinformationen über den erreichten Leistungsstand, Fehler- und Ursachenanalyse sind Mittel, um die Lernkompetenz der Schüler schrittweise zu entwickeln. Damit Schüler sich Lernstrategien bzw. Lerntechniken aneignen und in eigener Verantwortung wirkungsvoll lernen, müssen Verfahren zur Selbstanalyse, bestimmte Merktechniken und Kontrollstrategien selbst thematisiert, regelmäßig wiederholt und angewendet werden.

Dem allgemeinen didaktischen Prinzip der Kontroversität folgend, müssen bei Inhalten mit politischem Gehalt auch die damit in Verbindung stehenden fachspezifischen Arbeitsmethoden der politischen Bildung eingesetzt werden. Bei Inhalten mit Anknüpfungspunkten zur Bildung für nachhaltige Entwicklung eignen sich insbesondere die didaktischen Prinzipien der Visionsorientierung, des Vernetzenden Lernens sowie der Partizipation. Vernetztes Denken bedeutet hier die Verbindung von Gegenwart und Zukunft einerseits und ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensio-

nen des eigenen Handelns andererseits.

## Übersicht über die Lernbereiche und Zeitrichtwerte

### Zeitrichtwerte

#### Klassenstufe 6

Lernbereich 1:	Licht und seine Eigenschaften	17 Ustd.
Lernbereich 2:	Eigenschaften und Bewegungen von Körpern	14 Ustd.
Lernbereich 3:	Temperatur und Zustand von Körpern	14 Ustd.
Lernbereich 4:	Elektrische Stromkreise	5 Ustd.
Lernbereiche mit Wahlcharakter		
Wahlbereich 1:	Sehen und Fotografieren	
Wahlbereich 2:	Wärmedämmung	
Wahlbereich 3:	Farben	

#### Klassenstufe 7

Lernbereich 1:	Kräfte	22 Ustd.
Lernbereich 2:	Stromstärke und Spannung in Stromkreisen	18 Ustd.
Lernbereich 3:	Energiewandler	10 Ustd.
Lernbereiche mit Wahlcharakter		
Wahlbereich 1:	Kraftwandler – früher und heute	
Wahlbereich 2:	Elektrische Schaltungen	
Wahlbereich 3:	Vom Fliegen	

#### Klassenstufe 8

Lernbereich 1:	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	12 Ustd.
Lernbereich 2:	Thermische Energie	15 Ustd.
Lernbereich 3:	Eigenschaften elektrischer Bauelemente	15 Ustd.
Lernbereich 4:	Selbstständiges Experimentieren	8 Ustd.
Lernbereiche mit Wahlcharakter		
Wahlbereich 1:	Vom Ballonfahren	
Wahlbereich 2:	Kühlschrank und Wärmepumpe	
Wahlbereich 3:	Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen	

#### Klassenstufe 9

Lernbereich 1:	Grundlagen der Elektronik	9 Ustd.
Lernbereich 2:	Energieversorgung	18 Ustd.
Lernbereich 3:	Bewegungsgesetze	16 Ustd.
Lernbereich 4:	Physikalisches Praktikum	7 Ustd.
Lernbereiche mit Wahlcharakter		
Wahlbereich 1:	Natürliche Radioaktivität	
Wahlbereich 2:	Energie von Wind und Sonne	
Wahlbereich 3:	Bewegungen auf gekrümmten Bahnen	

**Klassenstufe 10**

Lernbereich 1:	Mechanische Schwingungen und Wellen	10 Ustd.
Lernbereich 2:	Kosmos, Erde und Mensch	18 Ustd.
Lernbereich 3:	Licht als Strahl und Welle	9 Ustd.
Lernbereich 4:	Hertz'sche Wellen	7 Ustd.
Lernbereich 5:	Physikalisches Praktikum	6 Ustd.

## Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Fernrohre
Wahlbereich 2:	Kommunikation mit elektronischen Medien
Wahlbereich 3:	Fernsehbildtechnik

**Jahrgangsstufe 11 – Grundkurs**

Lernbereich 1:	Erhaltung der Energie	10 Ustd.
Lernbereich 2:	Anwendung der Kinetik und Dynamik	14 Ustd.
Lernbereich 3:	Kondensator und Spule – Praktikum	10 Ustd.
Lernbereich 4:	Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern	18 Ustd.

## Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Bestimmung elementarer Naturkonstanten
Wahlbereich 2:	Physikalisch-technische Exkursion
Wahlbereich 3:	Technische Anwendungen von Spulen und Kondensatoren
Wahlbereich 4:	Relativität von Zeit und Raum

**Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs**

Lernbereich 1:	Welleneigenschaften des Lichts	8 Ustd.
Lernbereich 2:	Praktikum Optik	6 Ustd.
Lernbereich 3:	Grundlagen der Quantenphysik	10 Ustd.
Lernbereich 4:	Strahlung aus Atomhülle und Atomkern	20 Ustd.

## Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Anwendungen der Physik
Wahlbereich 2:	Optische Phänomene
Wahlbereich 3:	Akustik

**Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs**

Lernbereich 1:	Erhaltungssätze und ihre Anwendungen	20 Ustd.
Lernbereich 2:	Kinematik geradliniger Bewegungen	12 Ustd.
Lernbereich 3:	Newton'sche Gesetze und deren Anwendungen	8 Ustd.
Lernbereich 4:	Modellbildung und Simulation	8 Ustd.
Lernbereich 5:	Krummlinige Bewegungen	10 Ustd.
Lernbereich 6:	Einblick in die Relativitätstheorie	8 Ustd.
Lernbereich 7:	Elektrisches Feld	14 Ustd.
Lernbereich 8:	Magnetisches Feld	10 Ustd.
Lernbereich 9:	Geladene Teilchen in Feldern	12 Ustd.
Lernbereich 10:	Elektromagnetische Induktion	15 Ustd.
Lernbereich 11:	Physikalisches Praktikum	13 Ustd.

## Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Physik des Fahrens
Wahlbereich 2:	Leitungsvorgänge in Halbleitern
Wahlbereich 3:	Messen und Modellieren

**Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs**

Lernbereich 1:	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen	22 Ustd.
Lernbereich 2:	Wellen als vielschichtige Naturerscheinung	15 Ustd.
Lernbereich 3:	Praktikum Optik und Schwingungen	8 Ustd.
Lernbereich 4:	Grundlagen der Quantenphysik	15 Ustd.
Lernbereich 5:	Grundlagen der Atomphysik	18 Ustd.
Lernbereich 6:	Eigenschaften der Atomkerne	17 Ustd.
Lernbereich 7:	Thermodynamik	15 Ustd.

## Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Deterministisches Chaos
Wahlbereich 2:	Kinetische Gastheorie
Wahlbereich 3:	Anwendungen der Physik

**Klassenstufe 6****Ziele****Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler lernen die Physik als Naturwissenschaft kennen und wenden ihr Wissen über elementare Erscheinungen des Lichts, der mechanischen Körper, der Temperatur, der Aggregatzustände und der elektrischen Stromkreise an. Dabei beziehen sie astronomische Objekte ein.

Die Schüler vernetzen ihr Wissen über optische, mechanische und thermodynamische Eigenschaften von Körpern.

**Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler nutzen das Experiment als Frage an die Natur und lernen, wie durch das Experiment Vermutungen bzw. Voraussagen geprüft werden. Sie kennen Planung und Vorbereitung, Durchführung und Auswertung als Arbeitsschritte des Experimentierens und können unter Anleitung protokollieren.

Die Schüler erkennen Grundprinzipien des Messens physikalischer Größen und gewinnen dabei Einblicke in den Einsatz digitaler Messtechnik. Sie kennen Messunsicherheiten und wissen, dass ihr Einfluss durch das Arbeiten mit Mittelwerten in der Messwertabelle und durch das Arbeiten mit Ausgleichsgeraden im Diagramm berücksichtigt wird.

Die Schüler verstehen die physikalische Bedeutung von Proportionalitäten und erwerben erste Fähigkeiten im Zusammenfassen von Zusammenhängen in Form von Tabellen und Diagrammen.

Die Schüler wissen, dass eine physikalische Größe durch Maßzahl und Einheit gekennzeichnet wird. Sie erweitern ihre Erfahrungen aus dem Alltag durch anschauliche Vorstellungen von den physikalischen Größen Länge, Volumen, Masse, Dichte, Zeit, Geschwindigkeit, und Temperatur.

Die Schüler erkennen am Beispiel der Vorstellung vom Aufbau der Stoffe aus Teilchen, dass durch das Vereinfachen der Wirklichkeit und die damit verbundenen Annahmen physikalische Sachverhalte anschaulich und zweckmäßig beschrieben werden können.

**Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen**

Bei qualitativen Aufgaben zum Beschreiben, Erklären und Vergleichen konzentrieren sich die Schüler auf die gestellten Anforderungen. Beim Lernen physikalischer Inhalte finden sie für sich geeignete Strategien. Sie analysieren ihre Erfahrungen beim Durchführen und Auswerten von Schülerexperimenten.

**Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Die Schüler erweitern ihre Alltagssprache und lernen die Fachsprache der Physik in angemessener Form zu nutzen. Dabei erkennen sie, dass physikalische Erscheinungen mit der Fachsprache oft genauer beschrieben werden.

Die Schüler lernen im Unterricht ordentlich und systematisch Mitschriften anzufertigen. Sie arbeiten sorgfältig beim Zeichnen und Auswerten von Diagrammen, verwenden Skizzen und Symbole zur Darstellung einfacher physikalischer Sachverhalte und erwerben erste Fähigkeiten im Lesen und Zeichnen von Schaltplänen.

Die Schüler erschließen zunehmend selbstständig Inhalte aus Texten, Bildern und grafischen Darstellungen des Lehrbuchs und stellen ihren Mitschülern Lern- und Arbeitsergebnisse vor.

**Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Den Schülern wird bewusst, dass durch die Nutzung physikalischer Erkenntnisse die Lebensqualität der Menschen erhöht wurde. Bei der Behandlung temperaturabhängiger Volumenänderung bzw. Längenänderung von Körpern erfahren sie, wie bei technischen Anwendungen durch das Beachten physikalischer Erkenntnisse Gefahren abgewendet werden können.

Die Schüler verstehen am Beispiel der Geschwindigkeit und der Temperatur, dass menschliche Empfindungen bzw. Schätzwerte zum Erfassen physikalischer Größen manchmal in der Praxis zu ungenau sind und quantitativ durch Messen erfasst werden müssen.

Bei der Auseinandersetzung mit astronomischen Inhalten und mit den Vorstellungen vom Aufbau der Stoffe erweitern die Schüler ihr Vorstellungsvermögen und erfahren dabei auch Grenzen menschlicher Vorstellungskraft.

**Lernbereich 1: Licht und seine Eigenschaften****17 Ustd.**

Einblick gewinnen in den Gegenstand der Physik und der Astronomie	Phänomene und Anwendungen in den Teilgebieten der Physik
Kennen von Phänomenen der Lichtausbreitung	frühere und heutige Lichtquellen intelligentes Licht, Lichtverschmutzung Sonne, Planeten, Mond
- Einteilung der Körper	SE: Einfluss der Schichtdicke auf Lichtdurchlässigkeit Änderung der Lichtverhältnisse beim Tauchen
· Lichtquellen und beleuchtete Körper	Lichtstrahl als Modell
· lichtdurchlässige und lichtundurchlässige Körper	Schatten zweier Lichtquellen Kern- und Halbschatten
- Ausbreitungseigenschaften des Lichts	Sehvorgang; Glänzen und Glitzern Rückspiegel, Kaleidoskop, Periskop, Sonnenofen
· allseitig, geradlinig	Beobachtungen an Winkelspiegeln
· Umkehrung des Lichtwegs	→ MA, Kl. 5, LB 2
- SE: Schattenbildung	⇒ Methodenbewusstsein: Formulieren eines physikalischen Gesetzes als Gleichung
· Konstruktion von Schattenräumen	Scheinwerfer
· Finsternisse, Mondphasen	Übergang des Lichts zwischen Luft und einem anderen Stoff
Anwenden der Kenntnisse auf die Reflexion des Lichts	Umkehrprisma
- Reflexion am ebenen Spiegel	→ LBW 3
- SE: Reflexionsgesetz $\alpha = \alpha'$	→ KU, Kl. 6, LB 1
- Reflexion an gekrümmten Spiegeln	Brennpunkt, Brennweite Parallel-, Brennpunkt- und Mittelpunktstrahl
Anwenden der Kenntnisse auf die Brechung des Lichts	Brechkraft einer Linse wirkliche und scheinbare Bilder zeichnerisches Darstellen
- SE: Brechungsgesetz qualitativ	Lupe, Brille, Projektor, Fotoapparat SE: Prinzip eines einfachen optischen Gerätes Bau eines optischen Gerätes Präsentation der angefertigten Objekte
- Strahlengang am Prisma	→ BIO, Kl. 6, LB 3
Übertragen der Kenntnisse über die Bildentstehung an Sammellinsen auf einfache optische Geräte	→ BIO, Kl. 8, LB 1
- Strahlengang an Sammellinsen	
- SE: Bilder an Sammellinsen	
- Experimente zu einfachen optischen Geräten	
Einblick gewinnen in die digitale Bildentstehung	

**Lernbereich 2: Eigenschaften und Bewegungen von Körpern****14 Ustd.**

Einblick gewinnen in den Aufbau der Körper aus Teilchen	Atome, Moleküle Kohäsion, Adhäsion
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilchenvorstellung als Modell</li> <li>- Unterschiede zwischen Körpern verschiedener Aggregatzustände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Methodenbewusstsein</li> <li>SE: Diffusion, Brown'sche Bewegung</li> <li>Nutzen von Animationen</li> </ul>
Beherrschen der Bestimmung von Volumen und Masse	Physik als eine messende Wissenschaft
<ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische Größen als Produkt aus Zahlenwert und Einheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>historischer Einblick am Beispiel der Längenmessung, Längeneinheiten</li> <li>Volumeneinheiten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Volumenbestimmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzmethode für unregelmäßige feste Körper</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unbestimmtheit des Volumens gasförmiger Körper</li> </ul>	Messen durch Vergleichen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Massebestimmung</li> </ul>	Deuten mit Hilfe des Teilchenmodells
Anwenden der Kenntnisse auf die physikalische Größe Dichte	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Methodenbewusstsein: Wesen physikalischer Größengleichungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\rho = \frac{m}{V}</math></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Dichtebestimmung</li> </ul>	
Beurteilen von Bewegungen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkmale <ul style="list-style-type: none"> <li>· geradlinige Bewegung, Kreisbewegung, Schwingung</li> <li>· gleichförmig, ungleichförmig</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messen von Weg <math>s</math> und Zeit <math>t</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weg als Ortsänderung</li> <li>Messpunkte im Diagramm</li> <li>Einsatz auch digitaler Messtechnik</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische Größe Geschwindigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betrachtung bei konstanter Ortsänderung oder konstanter Zeit</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Geschwindigkeiten in Natur und Technik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sachverhalte aus der Erfahrungswelt der Schüler</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Durchschnittsgeschwindigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichen von Graphen verschiedener Bewegungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>v = \frac{s}{t}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ MA, Kl. 6, LB 2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· SE: Geschwindigkeitsbestimmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ CH, Kl. 7, LB 1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>s(t)</math> – Diagramm für gleichförmige Bewegungen, <math>s \sim t</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ BIO, Kl. 6, LB 4</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Protokollieren</li> </ul>	
Einblick gewinnen in Entfernungen und Geschwindigkeiten in der Astronomie	Lichtgeschwindigkeit

**Lernbereich 3: Temperatur und Zustand von Körpern****14 Ustd.**

<p>Kennen der physikalischen Größe Temperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notwendigkeit der Messung</li> <li>- Formelzeichen und Einheit für Celsius-Skala</li> <li>- Zusammenhang von Temperatur und Teilchenbewegung</li> </ul> <p>Beherrschen der Temperaturmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Temperaturverlauf mit <math>\vartheta(t)</math> – Diagramm</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse zu temperaturbedingter Längen- bzw. Volumenänderung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumenänderung von Flüssigkeiten</li>   <li>- Längenänderung fester Stoffe</li>   <li>- Abhängigkeit vom Stoff</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse auf Temperaturmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktionsprinzip eines Flüssigkeitsthermometers</li> <li>- Messgrößenwandlung</li> <li>- weitere Thermometerarten und Möglichkeiten der Temperaturbestimmung</li> <li>- Messbereich verschiedener Thermometer</li> </ul> <p>Kennen der Aggregatzustandsänderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abhängigkeit des Aggregatzustands vom Stoff und von der Temperatur</li> <li>- Schmelzen, Erstarren, Schmelztemperatur; Sieden, Kondensieren, Siedetemperatur</li> <li>- Verdunsten</li>   <li>- Anwendungen in Natur und Technik</li> </ul>	<p>Temperaturen aus Alltag, Natur und Technik Temperaturen auf Planeten</p> <p>Subjektivität des Temperaturempfindens</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein: Teilchenmodell</p> <p>SE: Nachweis von Längen- bzw. Volumenänderung bei Temperaturänderung</p> <p>Ausdehnungsgefäße, Altar des Philon Anomalie des Wassers Dichteänderung</p> <p>Unterrichtsgang bzw. Erkundung: Brückenlager, Dehnungsfuge</p> <p>Bimetallstreifen</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein: Messen ➔ GS SU, Kl. 4, LB 4</p> <p>Anfertigen und Skalieren eines Modellthermometers</p> <p>Bimetallthermometer, Flüssigkristallthermometer; Glühfarben, Thermofolien</p> <p>Thermometer für verschiedene Temperaturbereiche</p> <p>Anfertigen von Schwimmkerzen Löten einer Drahtskulptur</p> <p>Einfluss von Oberfläche, Temperaturdifferenz zur Siedetemperatur sowie Bewegung des entstehenden Gases</p> <p>Beispiele aus dem Erfahrungsbereich sowie Meerwasserentsalzung, Stahlherstellung, Löten Globale Erwärmung, Polkappen- und Gletscherschmelze, Unterscheidung Wetter - Klima</p> <p>⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
---	--

**Lernbereich 4: Elektrische Stromkreise****5 Ustd.**

<p>Sich positionieren zur Bedeutung des elektrischen Stroms</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirkungen und deren Anwendung</li> <li>- Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom</li> <li>- Leiter und Isolatoren</li> </ul> <p>Beherrschen des Aufbaus von Stromkreisen nach Schaltplänen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestandteile</li> <li>- Arten von Stromkreisen <ul style="list-style-type: none"> <li>· SE: einfacher Stromkreis</li> <li>· verzweigte und unverzweigte Stromkreise</li> </ul> </li> </ul>	<p>Strom als Voraussetzung zum Betreiben elektrischer Geräte</p> <p>→ TC, Kl. 6, LBW 4</p> <p>⇒ Gesundheitserziehung: Maßnahmen der ersten Hilfe</p> <p>Gefahren des elektrischen Stromes, Brandschutz</p> <p>SE: Untersuchung auf Leitfähigkeit</p> <p>Verwenden von Schaltzeichen Zeichnen von Schaltplänen</p> <p>Spannungsquelle, Verbindungsleiter, Gerät, Schalter</p> <p>Stromkreis am Fahrrad Schalter in Stromkreisen SE: UND- und ODER-Schaltung</p>
---	--

**Wahlbereich 1: Sehen und Fotografieren**

<p>Anwenden der Kenntnisse zur Optik auf Fotoapparat und Auge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachgestaltung des Aufbaus und Erkundung der Wirkungsweise im Experiment</li> <li>- Vergleich von Auge und Fotoapparat</li> <li>- Bau einer Lochkamera</li> </ul>	<p>Bildscharfstellung Wirkung von Blenden</p> <p>Anpassung an Entfernungsunterschiede Augenformen im Tierreich</p> <p>Camera obscura; Canaletto</p>
--	---

**Wahlbereich 2: Wärmedämmung**

<p>Anwenden der Kenntnisse auf den Wärmehaushalt von Häusern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auffinden von Wärmeverlusten</li> <li>- experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Wärmedämmung <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeleitung in Abhängigkeit von Material und Schichtdicke</li> </ul> </li> <li>- praktische Umsetzung</li> </ul>	<p>Zuordnung zwischen Maßnahme zur Wärmedämmung und physikalischem Wissen</p> <p>Erfahrungen; Wärmebilder, digitale Wärmebildbearbeitung, Falschfarbendarstellung</p> <p>Erkunden in der Umgebung Gestalten eines einfachen Modellhauses</p> <p>Iglu, Felswohnung Niedrigenergiehaus, Passivhaus Schutz von Ressourcen</p> <p>⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
---	---

**Wahlbereich 3: Farben**

Einblick gewinnen in die Entstehung der Farben	→ KU, Kl. 6, LB 1
- Zerlegung weißen Lichts durch Brechung	Spektrum, Spektralfarben; Regenbogen
- additive und subtraktive Farbmischung	Farbfernsehbild verschiedener Bildschirmarten, Malfarben, unterschiedliche Grundfarben SE: selbst gebaute Farbkreisel
- Wahrnehmung der Körperfarbe bei Bestrahlung mit farbigem Licht	Ausleuchtung von Verkaufsräumen Farbtäuschungen, farbige Schatten

**Klassenstufe 7****Ziele****Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler erweitern ihr Wissen über physikalische Begriffe und Gesetze für das Beschreiben und Erklären physikalischer Erscheinungen. Sie erwerben ausgehend von Kräften zwischen Magneten sowie zwischen geladenen Körpern und durch das Arbeiten mit Feldlinienbildern erste Vorstellungen von Feldern. Die Schüler messen Stromstärke und Spannung.

Die Schüler erkennen die Bedeutung von Energieumwandlungen als physikalische Grundlage für das Funktionieren von Geräten bzw. Maschinen. Die Lageenergie und die Leistung können sie quantitativ erfassen.

**Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler vertiefen ihr Verständnis für das Experiment als Frage an die Natur. Am Beispiel der physikalischen Größe Kraft erweitern sie ihr Wissen über das Messen physikalischer Größen einschließlich der Messgrößenwandlung. Sie nutzen digitale Technik zum Erfassen und Auswerten von Messwerten. Sie entwickeln Fähigkeiten zum selbstständigen Experimentieren und Protokollieren weiter, bewerten Messunsicherheiten und berücksichtigen diese beim Auswerten. Die Schüler wissen, dass mit Experimentiergeräten wie auch mit Geräten des Alltags sachgerecht umgegangen werden muss.

Die Schüler erfassen erstmals die Gerichtetheit einer physikalischen Größe. Sie lernen auch solche physikalischen Größen kennen, die sich nicht unmittelbar aus dem Alltagsgebrauch erschließen. Durch das Hooke'sche Gesetz, das Hebelgesetz und die Gesetze im Stromkreis vertiefen sie ihr Verständnis für das Formulieren physikalischer Zusammenhänge in Diagrammen bzw. Gleichungen.

Die Schüler erweitern ihre Erfahrungen zur Nutzung des Teilchenmodells und wenden das Modell der Elektronenleitung an.

**Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen**

Die Schüler beschreiben Beobachtungen aus dem Experiment, aus dem Alltag bzw. aus Medien Darstellungen zunehmend selbstständig und erklären diese vor allem in einfachen Schlussketten. Auf der Grundlage von Modellvorstellungen und bekannten Gesetzen üben sie sich im Formulieren von Vermutungen bzw. Voraussagen.

Die Schüler setzen sich mit physikalischen Aufgaben auseinander, indem sie Skizzen anfertigen und zur Lösung Wertetabelle und Diagramm verwenden. Beim Arbeiten mit Diagrammen und beim Vergleichen von Größen beachten sie Maßzahl und Einheit. Sie sehen die Notwendigkeit der Prüfung von Ergebnissen, erstellen Überslagsbetrachtungen und lernen Werte auf der Grundlage ihrer bisherigen Erfahrungen zu vergleichen.

Bei der Lösung von physikalischen Problemen gewinnen die Schüler erste Erfahrungen beim Bewerten von Lösungsvarianten.

Die Schüler entwickeln ihre Strategien beim Lernen physikalischer Inhalte weiter und beziehen Techniken zur Kontrolle ihres Gedächtnisses ein. Sie lernen Verständnislücken selbstständig zu schließen.

**Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Die Schüler nutzen zunehmend die Fachsprache und erkennen Vorteile gegenüber der Alltagssprache.

Sie entwickeln argumentative Fähigkeiten, indem sie ihre Entscheidungen, Handlungen und Lösungsvorschläge begründen.

Die Schüler arbeiten sorgfältig mit ihren Aufzeichnungen. Sie üben sich im Zusammenfassen von Lehrbuchtexten, lernen Fragen und Antworten mit Hilfe des Lehrbuches, anderer traditioneller und auch digitaler Medien selbstständig zu formulieren und ihr Wissen zusammenhängend darzustellen.

**Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Die Schüler erweitern ihr Wissen darüber, wie Erkenntnisse der Physik das Leben der Menschen verändert haben.

Den Schülern wird bewusst, dass auch für die unmittelbare Sinneswahrnehmung unzugängliche Bereiche erkannt werden können.

**Lernbereich 1: Kräfte****22 Ustd.**

## Kennen der physikalischen Größe Kraft

- Bewegungs- und Formänderung bei der Wechselwirkung von zwei Körpern
- Darstellung durch Pfeile
- Gewichtskraft,  $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
- Vergleich der Gewichtskräfte auf Erde und Mond

## Kennen des Hooke'schen Gesetzes

- SE: Hooke'sches Gesetz
- Interpretieren von Diagrammen

## Anwenden des Hebelgesetzes auf Dinge aus Alltag, Natur und Technik

SE: Untersuchung von  $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

## Übertragen der Kenntnisse über Kräfte auf die Reibung

- Abhängigkeit von Gewichtskraft und Beschaffenheit der reibenden Flächen
- SE: Messen von Reibungskräften

## Kennen der magnetischen Kraftwirkungen

- anziehende und abstoßende Kräfte
- Magnetpole
- Anwendungen von Dauer- und Elektromagneten

## Einblick gewinnen in die Darstellung magnetischer Felder

- magnetisches Feld als Vermittler der Kräfte
- Feldlinienbilder

## Kennen der elektrostatischen Kraftwirkungen

- abstoßende und anziehende Kraftwirkungen
- elektrostatische Ladung

## Kräfte im Leben der Menschen

Alltagsbedeutung und physikalische Bedeutung unterscheiden  
Umgang mit Messgeräten

gerichtete Größe  
Addition von Kräften entlang einer Wirkungslinie

Kraft auf Unterlage oder an Aufhängung  
 $g$  als Ortsfaktor

## Proportionalität von Kraft und Längenänderung

⇒ Methodenbewusstsein: empirisches Finden eines Gesetzes

⇒

Ausgleichsgerade; Messunsicherheit

## Sport und Hebel

→ SPO, Kl. 5-7, LB Leichtathletik

→ SPO, Kl. 8-10, LB Leichtathletik

nur inhaltliches Lösen von Aufgaben

erwünschte und unerwünschte Reibung  
Straßenverkehr, Reifenprofile, Abrieb von Reifen, Kupplungen und Bremsen als Ursache von Umweltverschmutzung

⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

⇒ Mehrperspektivität

## Luftwiderstand

## Haft- und Gleitreibung

Lasthebemagnet, elektrische Klingel, magnetisches Türschloss, Relais

Untersuchung des magnetischen Feldes durch kleine Probekörper

## Magnetfeld der Erde

Aufbau und Wirkungsweise des Elektroskops

Kern-Hülle-Modell des Atoms  
Elektron als Ladungsträger

<p>Einblick gewinnen in die Darstellung elektrostatischer Felder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrisches Feld als Vermittler der Kräfte</li> <li>- Feldlinienbilder</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse über Kräfte auf Sachverhalte aus Alltag, Natur und Technik</p> <p>Nachweis und Messung von Kräften</p>	<p>Untersuchung des elektrischen Feldes durch kleine Probekörper</p> <p>Analogie zum magnetischen Feld</p> <p>Gruppenarbeit, Lernzirkel Präsentation der Ergebnisse auch unter Nutzung digitaler Medien</p> <p>Anfertigen eines Kraftmessers, Messen von Muskelkräften, Messen der Zugkraft von Fahrzeugmodellen</p> <p>Erkunden der Eigenschaften von Dauermagneten, Messen magnetischer Kräfte, Herstellen eines Lametta-Elektroskops</p>
--	---

<b>Lernbereich 2: Stromstärke und Spannung in Stromkreisen</b>	<b>18 Ustd.</b>
--	-----------------

<p>Einblick gewinnen in das Phänomen der Leitung in Metallen, Flüssigkeiten und Gasen</p> <p>Kennen der physikalischen Größe elektrische Stromstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deuten mit Modell der Elektronenleitung für metallische Leiter</li> <li>- Gesetze der Stromstärke <ul style="list-style-type: none"> <li>· unverzweigter Stromkreis <math>I = I_1 = I_2</math></li> <li>· verzweigter Stromkreis <math>I_{\text{ges}} = I_1 + I_2</math></li> </ul> </li> </ul> <p>Kennen der physikalischen Größe Spannung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spannungsquellen</li> <li>- Gesetze der Spannung <ul style="list-style-type: none"> <li>· unverzweigter Stromkreis <math>U_{\text{ges}} = U_1 + U_2</math></li> <li>· verzweigter Stromkreis <math>U = U_1 = U_2</math></li> </ul> </li> </ul> <p>Beherrschen des Messens von Stromstärken und Spannungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Messen von Spannungen und Stromstärken in verzweigten und unverzweigten Stromkreisen</li> <li>- Messunsicherheiten</li> </ul>	<p>Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen → CH, Kl. 7, LB 2</p> <p>Vergleich mit Verkehrsstrom; Einführung des Begriffs am Beispiel metallischer Leiter</p> <p>Anwendung im Haushalt: Parallelschaltung der Geräte, Notwendigkeit mehrerer Stromkreise, Absicherung</p> <p>Spannung als Antrieb des Stroms</p> <p>SE: galvanische Spannungsquellen, Generator Spannungen im Haushalt</p> <p>Erzeugen von Teilspannungen durch Reihenschaltung</p> <p>Untersuchen von kombinierten Parallel- und Reihenschaltungen</p> <p>experimentelles Finden der Gesetzmäßigkeiten für Spannungen und Stromstärken</p> <p>Ursachen, Unvermeidbarkeit ⇒ Methodenbewusstsein: Beachten der Messgenauigkeit beim Ableiten von Gesetzen aus Messwerten</p>
---	---

**Lernbereich 3: Energiewandler****10 Ustd.**

<p>Kennen der Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlage für das Betreiben von Maschinen und Geräten</li> <li>- Grundlage für Bewegungsänderung, Verformung, Erwärmung und Leuchten von Körpern</li> </ul> <p>Anwenden der Energieformen beim Beschreiben von Energieumwandlung bzw. Energieübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kinetische und potentielle Energie, thermische Energie, chemische Energie, elektrische Energie</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potentielle Energie <math>E_{\text{pot}} = F_G \cdot h</math></li> </ul> <p>Anwenden des Gesetzes von der Erhaltung der Energie auf Beispiele aus der Mechanik</p> <p>Einblick gewinnen in den Wirkungsgrad von Energiewandlern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirkungsgrad von Geräten und Anlagen</li> </ul> <p>Kennen der physikalischen Größe Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>P = \frac{E}{t}</math>, <math>E</math> als umgewandelte Energie</li> <li>- Leistung beim Heben von Körpern</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse über Energieumwandlungen und Leistung auf neue Sachverhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentieren mit Energiewandlern</li> <li>- Recherche über Energiewandler</li> </ul>	<p>ganzheitlicher Energiebegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ LB 1</li> <li>→ Kl. 6, LB 1</li> <li>→ BIO, Kl. 7, LB 1</li> </ul> <p>Energieumwandlungen in Kraftwerken mechanische Einrichtungen, Wärmequellen und elektrische Geräte aus der Lebenswelt der Schüler Mensch als Energiewandler quantitative Vergleiche</p> <p>Beachten der Gültigkeitsbedingungen Perpetuum mobile Fadenpendel, Achterbahn, Trampolin, Wasserfall, Turbinen im Wasserkraftwerk, Pumpspeicherwerk</p> <p>Energiebilanzen</p> <p>Verringern des Energieaufwands durch Verkleinern der Reibung</p> <p>Leistung als Maß, wie schnell Energie umgewandelt bzw. übertragen wird Größenvorstellungen quantitative Vergleiche</p> <p>Treppen steigen, Kletterstange, Klimmzüge Erweiterung qualitativer Betrachtungen auf nichtmechanische Energiewandler Solarzelle und Motor, Kran ⇒ Problemlösestrategien Solarkraftwerk, Windkraftanlagen ⇒ Medienbildung Vergleich unterschiedlicher Energiewandler wie Elektromotoren und Verbrennungsmotoren im Hinblick auf Umweltressourcen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
---	--

**Wahlbereich 1: Kraftwandler – früher und heute**

Anwenden der Kenntnisse über kraftumformende Einrichtungen	experimentelle Untersuchung Vergleichen von Kräften
- Archimedes'sche Schraube, Seilmaschinen im Altertum	geneigte Ebene, feste und lose Rollen Maschinen des da Vinci
- Fahrrad	Hebel, Gangschaltung
- Krananlagen, Personenaufzüge	Exkursion
- Goldene Regel der Mechanik	

**Wahlbereich 2: Elektrische Schaltungen**

Beherrschen des Aufbaus elektrischer Schaltungen	
- Wiedererkennen von Elementen einfacher Stromkreise an Beispielen aus dem Alltag	Taschenlampe, Glühlampe, Bimetallstreifen, Lichtschranke
- Bauen einer Anwendung	Modellexperimente: Klingel, Füllstandskontrolle, Alarmermelder selbst gebaute Spannungsquellen, Geschicklich- keitsspiel (Heißer Draht), Ampelanlage

**Wahlbereich 3: Vom Fliegen**

Einblick gewinnen in den dynamischen Auftrieb	→ BIO, Kl. 5, LB 5
- historische Entwicklung des Fliegens	Sage von Dädalus und Ikarus, Schneider von Ulm Fluggeräte von Leonardo da Vinci Doppeldecker von Otto Lilienthal Luftverkehr und Umweltbelastung ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
- Auftrieb durch Kräfte am Tragflügel	Kraft und Gegenkraft Windkanal; Simulationen SE: Bau von Papierfliegern
- Kräfte beim Fliegen	Darstellung von Kräften durch Pfeile Einfluss des Anstellwinkels

## Klassenstufe 8

### Ziele

#### Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen

Die Schüler erweitern ihr Wissen über Flüssigkeiten und Gase mit Hilfe der physikalischen Größe Druck. Durch Betrachtungen zur thermischen Energie und durch quantitative Vergleiche zur Energieübertragung vertiefen sie ihr Wissen über Körper und deren Zustandsänderungen.

Die Schüler beschreiben Eigenschaften von Leitern und erklären diese mit dem Widerstandsgesetz sowie dem Modell der Elektronenleitung. Beim Einbeziehen der physikalischen Größen elektrische Energie und Leistung und beim selbstständigen Experimentieren vernetzen sie ihr Wissen über elektrische Bauteile bzw. Geräte.

#### Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen

Die Schüler lernen beim Untersuchen der Abhängigkeit einer Größe von mehreren Größen Teilerperimente zu planen und auszuwerten. Beim Erfassen und Dokumentieren der Messwerte beziehen sie den Rechner ein und nutzen Regressionsfunktionen. Die Schüler können Messunsicherheiten im Experiment und deren qualitative Auswirkung auf das Messergebnis erläutern. Sie entwickeln ihre Fähigkeiten beim Einsatz digitaler Messtechnik.

Die Schüler beziehen mikrophysikalische Betrachtungen zum Beschreiben und Erklären physikalischer Phänomene ein und präzisieren ihre Vorstellungen über Teilchen in Flüssigkeiten und Gasen sowie in Metallen.

#### Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen

Beim Lösen qualitativer Aufgaben orientieren sich die Schüler selbstständig an den Grundanforderungen geistig-praktischer Tätigkeiten. Im Experiment beobachten sie Erscheinungen zielgerichtet und beschreiben ihr Wesen durch angemessene Nutzung der Fachsprache.

Die Schüler verstehen das induktive Schließen beim Erarbeiten physikalischer Gesetze. Am Beispiel der Widerstände in Stromkreisen lernen sie, wie durch deduktives Schließen aus bekannten Gesetzen neue abgeleitet werden können.

Die Schüler entwickeln Strategien beim Bearbeiten von Problemen und stellen bei physikalischen Aufgaben die Problemfrage zunehmend selbstständig.

Bei komplexeren Schülerexperimenten reflektieren sie ihr Lern- und Arbeitsverhalten.

Die Schüler lernen am Beispiel von Lehrbuch sowie Tabellen- und Formelsammlung das Arbeiten mit Fachbüchern.

#### Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen

Die Schüler wissen, dass mit Begriffen und Gesetzen der Physik allgemeingültige Aussagen über konkrete Sachverhalte in Natur und Technik getroffen werden. Sie unterscheiden bewusst zwischen der Fachsprache und der Alltagssprache.

Arbeitsergebnisse stellen die Schüler in verbalisierter oder formalisierter Form zunehmend selbstständig dar. Sie werten Texte, Bilder und Diagramme nach vorgegebenen Schwerpunkten aus und nutzen zum Bearbeiten von Aufgabenstellungen neben dem Lehrbuch weitere Quellen.

#### Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes

Die Schüler verstehen, dass mit dem Anwenden der Physik bei der Gestaltung von Natur und Technik Chancen und Risiken für die Entwicklung der Gesellschaft verbunden sind.

### Lernbereich 1: Mechanik der Flüssigkeiten und Gase

12 Ustd.

Kennen der physikalischen Größe Druck

- Druck in Gasen und Flüssigkeiten

Fahrradreifen, Wasserleitung, Vakuumverpackung von Lebensmitteln

Deutung im Teilchenbild

- Kolbendruck  $p = \frac{F}{A}$

Kraftwirkungen durch Druckunterschiede  
Blaise Pascal

<ul style="list-style-type: none"> <li>- hydraulische Anlage <math>\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}</math></li> </ul>	Hydraulik bei Kränen und Fahrgeschäften Bremsen bei Fahrzeugen
Kennen des Schweredruck in Flüssigkeiten	Druck beim Tauchen hydrostatisches Paradoxon
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ursachen und Eigenschaften</li> <li>- <math>p = \rho \cdot g \cdot h</math></li> </ul>	Herleitung: Anwendung der Mathematik und logisches Schließen  SE: Messen der Auftriebskraft
Anwenden der Kenntnisse zum Schweredruck auf den Auftrieb von Körpern in Flüssigkeiten  Archimedes'sches Gesetz	Schwimmblase des Fisches Ballasttank im U-Boot Sinken, Schweben, Steigen und Schwimmen
Übertragen der Kenntnisse zu Eigenschaften des Schweredruck in Flüssigkeiten auf den Luftdruck	Otto von Guericke Magdeburger Halbkugeln → CH, Kl. 8, LB 1
statischer Auftrieb in Luft	Heißluftballon, Luftschiff

## Lernbereich 2: Thermische Energie

15 Ustd.

Kennen der physikalischen Größen thermische Energie und Wärme	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deuten der thermischen Energie im Teilchenbild</li> <li>- absolute Temperatur</li> <li>- Änderung der thermischen Energie durch Wärme</li> </ul>	Summe der kinetischen und potentiellen Energien aller Teilchen  Kelvinskala $\Delta E_{\text{therm}} = Q$
$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	Änderung der thermischen Energie ohne Änderung des Aggregatzustands experimentelle Erarbeitung der Gleichung rechnergestütztes Auswerten der Messwerte
<ul style="list-style-type: none"> <li>- thermische Energie und Aggregatzustandsänderungen               <ul style="list-style-type: none"> <li>· Umwandlungstemperatur</li> <li>· Umwandlungswärme</li> </ul> </li> </ul>	Änderung der thermischen Energie bei Änderung des Aggregatzustands → Kl. 6, LB 3  Beispiele aus Natur und Technik SE: $g(t)$ – Diagramm für Schmelzen
Kennen der Möglichkeiten zur Übertragung von thermischer Energie	
Leitung, Strahlung, Strömung	Richtung der Energieübertragung
Einblick gewinnen in den Aufbau und das Wirkprinzip von Wärmekraftmaschinen	Viertakt-Otto-Motor, Viertakt-Diesel-Motor, Gasturbine
<ul style="list-style-type: none"> <li>- halbquantitative Zusammenhänge zwischen <math>p</math>, <math>V</math> und <math>T</math></li> </ul>	$p(V)$ – Diagramm
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlungen</li> </ul>	Wirkungsgrad

**Lernbereich 3: Eigenschaften elektrischer Bauelemente****15 Ustd.**

<p>Kennen der physikalischen Größe elektrischer Widerstand</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaft eines Bauelements</li> <li>- <math>R = \frac{U}{I}</math></li> <li>- SE: Widerstandsbestimmung</li> </ul> <p>Kennen des Widerstandsgesetzes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}</math>, Gültigkeitsbedingung</li> <li>- Experiment zur Erkenntnisgewinnung</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in den Einfluss der Temperatur auf den elektrischen Widerstand von Metallen und Halbleitern</p> <p>Kennen des Zusammenhangs zwischen Stromstärke und Spannung für verschiedene Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: <math>I(U)</math> – Kennlinie verschiedener Bauelemente</li> <li>- Ohm'sches Bauelement, Ohm'sches Gesetz <math>I \sim U</math> (<math>T = \text{konst.}</math>)</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse über umgewandelte elektrische Energie und Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E = U \cdot I \cdot t</math>; <math>P = U \cdot I</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlung, Entwertung elektrischer Energie</li> </ul>	<p>Georg Simon Ohm → Kl. 7, LB 2</p> <p>technische Widerstände Deuten mit dem Modell der Elektronenleitung</p> <p>Arbeiten mit dem Parameter <math>\rho</math> → MA, Kl. 8, LB 3 ⇒ Methodenbewusstsein Umgang mit Tabellen- und Formelsammlung</p> <p>Kaltleiter und Heißleiter, Supraleitung ⇒ informatische Bildung</p> <p>Arbeit im Statistikmenü des GTR rechnergestützte Messwerterfassung</p> <p>Arbeit mit Diagrammen Glühlampe, Thermistor</p> <p>Konstantendraht  → Kl. 7, LB 3 Beispiele aus Haushalt und Technik</p> <p>Messung der im Haushalt umgewandelten elektrischen Energie Angabe der Leistung auf Typenschildern elektrischer Geräte, Erkunden von Beispielen aus dem Haushalt Berechnen von Stromstärken, Absicherung von Stromkreisen, Gefahren durch elektrischen Strom, Schutzmaßnahmen</p> <p>Energiesparmaßnahmen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
--	--

**Lernbereich 4: Selbstständiges Experimentieren****8 Ustd.**

<p>Kennen der Gesetze der Widerstände in Stromkreisen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{ges}} = R_1 + R_2</math></li> <li>- <math>\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}</math></li> </ul>	<p>Arbeit an Stationen experimentelles Prüfen der durch deduktives Schließen erarbeiteten Vermutungen ⇒ Methodenbewusstsein rechnergestütztes Auswerten von Messreihen</p>
--	--

Anwenden regelbarer Widerstände	experimentelle Aufgabe
- Potentiometerschaltung	Aufnahme von Kennlinien
- Messunsicherheiten und deren Auswirkung auf das Messergebnis	innerer Widerstand von Messgeräten und Spannungsquellen
Gestalten einer Experimentieranordnung	zum Beispiel: Bestimmen des Wirkungsgrads
	⇒ Problemlösestrategien: Konstruktionsprobleme
Beurteilen der beim Experimentieren gewonnenen Lernerfahrungen	⇒ Kommunikationsfähigkeit

### Wahlbereich 1: Vom Ballonfahren

Anwenden der Kenntnisse zum statischen Auftrieb auf das Ballonfahren	
- historische Entwicklung	zeitgenössische Texte und Abbildungen Filmaufnahmen: Gebrüder Montgolfier, Zeppelins Luftschiffe aktuelle Nutzung
- Wirkprinzip des statischen Auftriebs in Gasen	Bestimmen der Dichte von Luft
· Prinzip des Heißluftballons	Temperaturabhängigkeit der Dichte von Luft
· Prinzip des Luftschiffs	Auftrieb, Vorwärtsbewegung
- Bau eines Modells	

### Wahlbereich 2: Kühlschrank und Wärmepumpe

Anwenden der Kenntnisse auf das Wirkprinzip von Kühlschrank und Wärmepumpe	
- Richtung der Wärmeübertragung „von selbst“ und durch Aufwenden von Energie	Diskussion von Beispielen
- Aufbau eines Kühlschranks und einer Wärmepumpe	Beobachtung am Realobjekt ⇒ informatische Bildung Vergleich der Umweltbilanzen von Wärmepumpen und anderen Heizsystemen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
- Arbeit des Kompressors	
· Umwandlungswärme beim Sieden bzw. Kondensieren	Vergleich zum Abkühlen beim Verdunsten
· Druckabhängigkeit der Siedetemperatur	Verdampfen durch Druckverminderung Verflüssigen durch Druckerhöhung

### Wahlbereich 3: Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen

Anwenden der Kenntnisse über Eigenschaften von Bauelementen zum elektrischen Messen	Notwendigkeit der Messgrößenwandlung
- Thermistor	
- SE: Temperaturkurve eines Thermistors	Aufnehmen einer Eichkurve und Bestimmen unbekannter Temperaturen

- Bau einer Messeinrichtung für eine weitere Größe

Problembearbeitung: Füllstandsmessung, Konzentration einer Salzlösung

---

**Klassenstufe 9****Ziele****Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler vertiefen ihr Wissen über Eigenschaften von Halbleiterbauelementen und deren Nutzung in der Praxis.

Die Schüler vernetzen ihr Wissen im Kontext von Fragen zur Energieversorgung.

Durch das Verknüpfen quantitativer kinematischer und dynamischer Betrachtungen beschreiben und erklären sie Bewegungen und ziehen Schlussfolgerungen für ihr Verhalten im Straßenverkehr.

**Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler reflektieren die experimentelle Methode und prüfen ihre begründeten Vermutungen und Voraussagen im Experiment.

Sie beherrschen das Arbeiten mit Gleichungen und Diagrammen einschließlich Formelzeichen und Einheiten. In der Kinematik stellen sie selbstständig Zusammenhänge zwischen den physikalischen Größen grafisch dar und leiten daraus Aussagen ab.

Die Schüler kennen das Modell Massepunkt zum Beschreiben und Erklären von Bewegungen.

**Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen**

Beim experimentellen Untersuchen der Halbleiterbauelemente und der Bewegung von Körpern lernen die Schüler Messwerte rechnergestützt zu erfassen und auszuwerten.

Die Schüler verwenden zur Erklärung physikalischer Sachverhalte mehrgliedrige Schlussketten.

Beim Analysieren quantitativer Aufgaben setzen sich die Schüler selbstständig mit dem physikalischen Sachverhalt auseinander. Sie erkennen physikalische Größen sowie geeignete Grundeinheiten und beachten die Gültigkeitsbedingungen beim Anwenden von Gleichungen.

Den Schülern wird bewusst, dass physikalische Größenangaben Näherungswerte sind. Sie geben Ergebnisse mit sinnvoller Genauigkeit an und prüfen ihre Sinnhaftigkeit.

**Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Die Schüler fertigen im Unterricht ihre Mitschriften zunehmend selbstständig an und systematisieren ihr Wissen nach vorgegebenen Merkmalen.

Sie lernen Software zur Bearbeitung von Aufgaben oder zum Simulieren physikalischer Vorgänge zu nutzen und vertiefen ihre Fähigkeiten sich mit Informationen im Internet und in anderen Medien kritisch auseinander zu setzen. Beim Schülervortrag beziehen sie klassische und moderne Medien ein.

**Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Den Schülern wird bewusst, wie einzelne physikalisch-technische Erkenntnisse die Entwicklung von Wissenschaft und Technik befördern und das persönliche Lebensumfeld der Menschen verändern.

Sie bewerten den Umgang mit natürlichen Energieressourcen und ziehen Schlussfolgerungen für das eigene und gesellschaftliche Handeln.

**Lernbereich 1: Grundlagen der Elektronik****9 Ustd.**

Einblick gewinnen in Bedeutung und Leistungsfähigkeit der Elektronik

Überblick über die Vielfalt elektronischer Bauelemente

Unterrichtsgänge bzw. Exkursionen

Gewinnung der Rohstoffe, Herstellung  
Umgang mit Elektronikschrott

⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

<p>Anwenden der Kenntnisse und Fertigkeiten beim Experimentieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: charakteristische Eigenschaften ausgewählter Halbleiterbauelemente Halbleiterdiode, Solarzelle</li> <li>- rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten</li> <li>- Ableiten von Schlussfolgerungen zur Nutzung der Bauelemente</li> </ul> <p>Kennen prinzipieller Leitungsmechanismen bei Halbleitern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reine und dotierte Halbleiter</li> <li>- Paarbildung, Rekombination</li> <li>- n- und p-Leitung</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse auf einfache Schaltungen</p>	<p>problemorientiertes, forschendes Erschließen Kenngrößen, <math>I(U)</math> – Kennlinie</p> <p>Si-, Ge-, Z-Dioden, LED Transistor</p> <p>Messunsicherheiten</p> <p>Diagramme praktische Anwendungsmöglichkeiten</p> <p>energetische Betrachtungen</p> <p>pn-Übergang</p> <p>Gleichrichterschaltung, elektronische Schalter und Verstärker</p>
---	---

**Lernbereich 2: Energieversorgung****18 Ustd.**

<p>Übertragen der Kenntnisse über Energie auf Möglichkeiten der Energiebereitstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieversorgung als Problem der Menschen</li> <li>- Übertragung, Umwandlung, Erhaltung und Entwertung von Energie</li> <li>- Bereitstellung elektrischer Energie durch Kraftwerke <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kraftwerksarten</li> <li>· Kraftwerksprozess</li> </ul> </li> <li>- Umgang mit Energie</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse zur elektromagnetischen Induktion auf die Bereitstellung und den Transport elektrischer Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- magnetisches Feld <ul style="list-style-type: none"> <li>· Wirkung magnetischer Kräfte</li> <li>· Feldlinienbilder</li> </ul> </li> <li>- elektromagnetische Induktion <ul style="list-style-type: none"> <li>· Induktion durch Änderung der wirksamen Spulenfläche</li> <li>· Induktion durch Änderung des Magnetfelds</li> </ul> </li> <li>- Parameter, von denen der Betrag der Induktionsspannung abhängt</li> </ul>	<p>Weiterentwicklung des Energiebegriffs aus den Klassenstufen 7 und 8</p> <p>Geschichte des Energiebegriffs</p> <p>Energieressourcen, Energiebedarf</p> <p>Erläutern der Entwertung an Beispielen</p> <p>Primär-, Sekundär-, Endenergie und Abwärme fossile und regenerative Energieträger</p> <p>Streitgespräch</p> <p>Auswirkungen auf das eigene Leben und das Leben anderer ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p> <p>Nutzung von Generatoren bei der Bereitstellung elektrischer Energie → Kl. 7, LB 1</p> <p>magnetische Kräftepaare durch gleichzeitiges Auftreten von Nordpol und Südpol</p> <p>inhomogene und homogene magnetische Felder</p> <p>Michael Faraday</p> <p>Je-desto-Aussagen</p>
--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechselstromgenerator</li> <li>- Transformator             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Spannungsübersetzung</li> <li><math display="block">\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}</math></li> <li>· Energieübertragung mittels Hochspannung</li> </ul> </li> </ul> <p>Einblick gewinnen in die Nutzung der Energie der Atomkerne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atomkern             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Protonen, Neutronen</li> <li>· Kernbindungskräfte</li> <li>· isotope Kerne</li> </ul> </li> <li>- Kernreaktor             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kernspaltung</li> <li>· Kettenreaktion</li> <li>· Aufbau und Wirkungsweise</li> </ul> </li> </ul> <p>Sich positionieren zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Kraftwerksarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich von Kraftwerksarten</li> <li>- Chancen und Risiken der Kernenergie</li> <li>- Energienutzung und Umweltbelastung</li> </ul>	<p>Begriffe: Wechselstrom, Wechselspannung Bauformen von Generatoren in Kraftwerken Werner von Siemens</p> <p>Wirkungsgrad</p> <p>Energieverbundnetze, Energieverlust bei Übertragung elektrischer Energie</p> <p>Einführung in die Geschichte der Kernenergie</p> <p>→ CH, Kl. 7, LB 2 → CH, Kl. 8, LB 2</p> <p>Entdeckung der Kernspaltung durch Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner</p> <p>Reserven an fossilen Energieträgern ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung Kohle- und Atomausstieg, erneuerbare Energien</p> <p>Erarbeiten eines komplexen Vorschlags zum Energiesparen oder zu Perspektiven der Energieversorgung Pro- Kontra-Diskussion zur "Energiewende" ⇒ Werteorientierung</p>
---	--

### Lernbereich 3: Bewegungsgesetze 16 Ustd.

<p>Kennen des Begriffs Bewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bezugssystem und Relativität der Bewegung</li> <li>- Bewegung als Ortsänderung in einer Zeit</li> <li>- Modell Massepunkt</li> </ul> <p>Beherrschen des Umgangs mit Größen und Gesetzen der Kinematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterscheidung von Durchschnitts- und Augenblicksgeschwindigkeit</li> </ul> $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	<p>geradlinige Bewegung, Schwingung, Kreisbewegung</p> <p>Interpretieren verschiedener <math>s(t)</math> – Diagramme</p> <p>ohne Anfangsgeschwindigkeit</p>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- geradlinig gleichförmige Bewegung <math>s(t) = v \cdot t</math></li> </ul>	Einsatz GTR oder Computer zur Erfassung und Auswertung von Messwerten
<ul style="list-style-type: none"> <li>- geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegung <ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>a = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></li> <li>· <math>s(t) = \frac{a}{2} t^2</math>; <math>v(t) = a \cdot t</math></li> </ul> </li> </ul>	<p>Beschleunigungen und Geschwindigkeiten aus Technik, Alltag, Natur  → MA, Kl. 9, LB 1  Messen von Beschleunigungen mit digitalen Endgeräten wie Mobiltelefonen, Nutzung geeigneter Apps aus dem Internet</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- grafische Deutung kinematischer Größen in Diagrammen <ul style="list-style-type: none"> <li>· Beschleunigung als Anstieg der Geraden im <math>v(t)</math> – Diagramm</li> <li>· Weg als Fläche unter dem Graphen im <math>v(t)</math> – Diagramm</li> </ul> </li> </ul>	
<p>Übertragen der Kenntnisse über Bewegungsgesetze auf den freien Fall</p>	Hinweis auf Bewegung mit Reibung
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>g</math> als Fallbeschleunigung</li> <li>- Würdigung Galileo Galileis</li> </ul>	<p>Anfertigen von Fallschnüren  Experiment zur Überprüfung einer Hypothese  ⇒ Methodenbewusstsein</p>
<p>Kennen der Newton'schen Gesetze</p>	Eigenschaft der Masse: Trägheit und Schwere Schwerelosigkeit, Astronaut im Raumschiff
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>F = m \cdot a</math></li> <li>- Würdigung Isaac Newtons</li> <li>- SE: Bestimmen von Beschleunigungen</li> <li>- Trägheitsgesetz und Wechselwirkungsgesetz</li> </ul>	<p>Fallmaschine nach Atwood, Mobiltelefon  Rückstralantrieb</p>
<p>Beurteilen von Gefahren im Straßenverkehr bei Bremsvorgängen</p>	Computersimulationen auch zum Einfluss der Reibung
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bremsverzögerung</li> </ul>	Bestimmen der Reaktionszeit im Experiment Faustregeln der Fahrschule
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bremsweg</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bremskraft</li> </ul>	Sturzhelm, Sicherheitsgurt, Knautschzone Crashtest

**Lernbereich 4: Physikalisches Praktikum****7 Ustd.**

<p>Anwenden des Wissens beim Lösen von Aufgaben aus Mechanik und Elektrik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Schaltungen</li> <li>- rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten</li> </ul> <p>Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwickeln von Experimentieranordnungen</li> <li>- Bearbeiten von Erklärungsproblemen</li> </ul>	<p>Gesetze am Transformator; Gleichrichterschaltungen; Modell eines Netzteils</p> <p>Aufnehmen und Auswerten von Diagrammen zur Beschreibung von Bewegungen</p> <p>⇒ Problemlösestrategien</p> <p>⇒ Kommunikationsfähigkeit</p> <p>⇒ Arbeitsorganisation</p> <p>Selbstinduktion, belasteter Transformator</p>
--	---

**Wahlbereich 1: Natürliche Radioaktivität**

<p>Sich positionieren zur Radioaktivität in Natur und Technik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entdeckung der Radioaktivität</li> <li>- Aufbau und Wirkungsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs</li> <li>- Eigenschaften radioaktiver Strahlung <ul style="list-style-type: none"> <li>· Durchdringungsvermögen</li> <li>· Reichweite</li> </ul> </li> <li>- Radioaktivität als Umweltfaktor, Nulleffekt</li> <li>- Anwendungen radioaktiver Präparate in Medizin und Technik</li> </ul>	<p>Henri Becquerel, Marie Curie</p> <p>Filmdosimeter</p> <p>Schlussfolgerungen für Strahlenschutz</p> <p>natürliche Strahlenbelastung, Radonproblem experimentelle Untersuchung von Gesteinen</p> <p>nuklearmedizinische Diagnostik, Strahlentherapie von Tumoren Qualitätsüberwachung: Werkstoffprüfung, Verschleißmessung</p>
---	---

**Wahlbereich 2: Energie von Wind und Sonne**

<p>Sich positionieren zur Nutzbarkeit der Energie von Wind und Sonne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Wirkprinzip einer Windkraftanlage</li> <li>- thermische Nutzung der Solarenergie</li> <li>- Fotovoltaik</li> <li>- Vor- und Nachteile</li> </ul>	<p>⇒ Medienbildung</p> <p>Rotorarten, Generator, Windmühlen, Segelschiffe</p> <p>Sonnenkollektoren, Solardampfmaschine Erzeugung hoher Temperaturen mittels Brennlinsen; Treibhauseffekt</p> <p>Arten von Solarzellen, Wirkungsweise SE: Abhängigkeit der elektrischen Leistung von Bestrahlungsstärke, Bestrahlungswinkel und Temperatur</p> <p>Recherche und Präsentation unter Nutzung geeigneter Medien</p> <p>⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
---	--

**Wahlbereich 3: Bewegungen auf gekrümmten Bahnen**

<p>Anwenden von Gesetzen der Kinematik und Dynamik auf Bewegungen auf gekrümmten Bahnen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- gleichförmige Kreisbewegung Bahngeschwindigkeit <math display="block">v = \frac{2\pi \cdot r}{T}</math></li><li>- Radialkraft <math display="block">F_r = \frac{m \cdot v^2}{r}</math></li><li>- Satellitenbahnen</li></ul>	<p>Beispiele aus Sport, Technik und Raumfahrt Bahngeschwindigkeit von Erde und Mond</p> <p>Vergleich der Größenordnung von Radialkräften und -beschleunigungen Hammerwerfen, Fahren in einer Kurve, Loopingbahn</p> <p>Bahnformen, Gravitationskraft; Simulation Anwendungen der Satellitentechnik</p>
---	--

**Klassenstufe 10****Ziele****Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler übertragen ihr Wissen über mechanische Schwingungen und Wellen auf optische und elektromagnetische Sachverhalte.

Die Schüler gewinnen Einblick in die klassische Astronomie und die Astrophysik und lernen Methoden der Erkenntnisgewinnung kennen.

**Anwenden physikalischer und astronomischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler vertiefen ihr Wissen über physikalische Denk- und Arbeitsweisen. Sie nutzen bewusst Analogiebetrachtungen.

Die Schüler wissen um den Wert physikalischer Vereinfachungen. Sie erkennen die Notwendigkeit der Erweiterung von Modellen. Sie gewinnen Einblick in räumliche und zeitliche Dimensionen sowie in Entwicklungsvorgänge des Kosmos.

Die Schüler nutzen digitale Medien und digitale Messtechnik zum verstärkten Erkenntnisgewinn.

Die Schüler kennen die Beobachtung in der Astronomie als wichtigstes Mittel zur Datensammlung und als Kriterium zur Prüfung von Theorien. Sie führen selbst einfache Himmelsbeobachtungen mit und ohne Hilfsmittel durch und können einen Teil ihrer Beobachtungen erklären.

**Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer und astronomischer Aufgaben und Problemstellungen**

Die Schüler greifen auf Sach- und Methodenwissen aus anderen Fächern zurück, um astronomische Sachverhalte zu erklären. Sie erkennen die Gültigkeit der Naturgesetze im Universum.

Die Schüler vervollkommen ihre Strategien beim Bearbeiten von physikalischen Aufgaben und Problemen. Sie präzisieren und erweitern den Suchraum zur Problemlösung und werten gefundene Lösungsvarianten.

Die Schüler beherrschen persönliche Lernstrategien zum Kontrollieren ihres Gedächtnisses und zur Kontrolle des verstehenden Lernens.

**Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Durch die Beschäftigung mit der Astronomie erweitern die Schüler ihre Begriffs- und Vorstellungswelt. Sie nutzen Systematisierungen zunehmend selbstständig und wenden trigonometrische Kenntnisse zum Beschreiben physikalischer Inhalte an.

Mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm ergänzen sie ihr Wissen über Aussagemöglichkeiten von Diagrammen. Sie leiten daraus Eigenschaften von Sternen ab und beschreiben deren Entwicklung.

**Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Die Schüler gewinnen einen Einblick in historische Vorstellungen über den Kosmos und vertiefen ihre Einsichten zur Bedeutung physikalischer Erkenntnisse für die Entwicklung in der Gesellschaft. Am Beispiel der Astronomie erfahren sie, wie sich wissenschaftliche Entdeckungen verschiedener Fachgebiete gegenseitig befördern.

Die Schüler erkennen, dass nicht nur die Mikrowelt, sondern auch der Makrokosmos strukturiert ist. Sie können den Planeten Erde in die Hierarchie kosmischer Systeme einordnen. Die Schüler erwerben Vorstellungen über Dimensionen von Raum und Zeit im Kosmos.

Die Schüler erkennen den vorläufigen Charakter wissenschaftlicher Erkenntnisse und vertiefen die Einsicht, dass kritischer Umgang mit Theorien und deren Überprüfung durch Experiment und Beobachtung wissenschaftlichen Fortschritt ermöglichen.

**Lernbereich 1: Mechanische Schwingungen und Wellen****10 Ustd.**

<p>Beherrschen des Arbeitens mit physikalischen Größen zur Beschreibung mechanischer Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entstehen einer Schwingung</li> <li>- Auslenkung, Amplitude, Periodendauer, Frequenz</li> <li>- gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen <math>y(t)</math> – Diagramm</li> </ul> <p>Anwenden der Gleichung zur Berechnung der Periodendauer bei Fadenpendel und Feder-schwinger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SE: Erarbeiten eines Zusammenhangs</li> <li>- <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}</math> und <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}</math></li> </ul> <p>Kennen der Merkmale von Eigenschwingungen und erzwungenen Schwingungen sowie der Resonanz</p> <p>Beherrschen des Arbeitens mit physikalischen Größen zur Beschreibung mechanischer Wellen</p> <p>Auslenkung, Amplitude, Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>v = \lambda \cdot f</math></li> <li>· <math>y(s)</math> – Diagramm</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in die Akustik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhang Tonhöhe – Frequenz</li> <li>- Zusammenhang Lautstärke – Amplitude</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in die Ausbreitungseigen-schaften Reflexion, Beugung und Brechung</p> <p>Kennen der Interferenz mechanischer Wellen</p> <p>Interferenz zweier Kreiswellen</p>	<p>Recherche: Entwicklung der Zeitmessung Pendeluhr ⇒ Medienbildung</p> <p>Beispiele aus Natur und Technik</p> <p>Schwingungsdämpfer, Federgabel beim Fahrrad → MA, Kl. 10, LB 1 → Kl. 7, LB 1 <math>F = D \cdot s</math></p> <p>Gültigkeitsbedingungen</p> <p>Computersimulationen Gefahren durch Resonanz SE: Resonanzkurve</p> <p>Kopplung als Voraussetzung für das Entstehen mechanischer Wellen</p> <p>Herleitung</p> <p>Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Stoffen, Bestimmen der Schallgeschwindigkeit mit digitalen Endgeräten</p> <p>Ultraschall und Infraschall bei Hörbereich und Stimmumfang von Tieren</p> <p>Abhängigkeit der Wahrnehmung von Frequenz und Amplitude</p> <p>Echolot, Ultraschall in der Medizin, Schall-dämpfer, Flüstergewölbe Einfluss von Lärm auf Menschen und Tiere ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p> <p>grafisches Ermitteln der resultierenden Welle für lineare Wellen, Übertragen auf die Interferenz von ebenen Wellen</p> <p>Interferenz von Schallwellen als Beispiel für räumliche Interferenzerscheinungen</p>
---	---

**Lernbereich 2: Kosmos, Erde und Mensch****18 Ustd.**

<p>Kennen wesentlicher Eigenschaften ausgewählter Körper des Sonnensystems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonne <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aufbau</li> <li>· Strahlungsleistung</li> <li>· Energiefreisetzung</li> </ul> </li> <li>- Planeten, Erdmond</li> </ul>	<p>Begriff Leuchtkraft</p> <p>Kernfusion</p> <p>Vergleich der Eigenschaften der Planeten an ausgewählten Beispielen</p> <p>Ausblick auf Monde und Kleinkörper</p>
<p>Kennen grundlegender Methoden zur Orientierung am Himmel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scheinbare Himmelshalbkugel</li> <li>- Sternbilder</li> <li>- scheinbare Bahnen der Gestirne</li> </ul>	<p>Horizont, Himmelsrichtungen, Zenit</p> <p>Orientierung mit dem Polarstern</p> <p>Auf- und Untergang durch Erdrotation</p> <p>Beobachtungshausaufgabe</p> <p>Vergleich von Orientierungshilfen wie Kompass, analoge Uhr, Apps</p>
<p>Einblick gewinnen in die Wandlung unserer Weltsicht vom Altertum bis zur Gegenwart</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geozentrisches und heliozentrisches Weltbild <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kepler'sche Gesetze</li> <li>· Gravitationsgesetz <math>F \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}</math></li> </ul> </li> <li>- moderne Weltsicht</li> </ul>	<p>⇒ Werteorientierung</p> <p>→ ETH, Kl. 10, LB 1</p> <p>→ RE/e, Gk 11, LB 1</p> <p>vergleichende Betrachtung</p> <p>Ptolemäus, Kopernikus, Galilei</p> <p>qualitative Betrachtungen</p> <p>→ MA, Gk 11, LBW 1</p> <p>Bewegung und Strukturbildung durch die Gravitation</p> <p>Ergebnisse moderner Forschung</p> <p>Struktur und Entwicklung des Weltalls</p>
<p>Kennen wichtiger Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beobachtung <p style="margin-left: 40px;">Beobachtungsabend</p> </li> <li>- Licht als Informationsquelle</li> <li>- Beobachtungstechnik</li> <li>- Auswertung der Strahlung von Gestirnen <ul style="list-style-type: none"> <li>· Prinzip der trigonometrischen Entfernungsbestimmung</li> <li>· Spektralanalyse, Photosphärentemperatur, Strahlungsleistung</li> <li>· Interpretation des Hertzsprung-Russell-Diagramms</li> <li>· Vergleich der Sonne mit anderen Sternen</li> </ul> </li> </ul> <p>Problemlösen bei einer astronomiebezogenen Fragestellung</p>	<p>Mondoberfläche, Planeten, Sonne, Sonnenspektrum</p> <p>Besuch einer Sternwarte oder eines Planetariums</p> <p>Schulfernrohr, Großteleskope, Weltraumteleskope, Raumsonden</p> <p>Arten von Sternspektren, chemische Zusammensetzung der Sternphotosphäre</p> <p>Vergleich von Sternradien</p> <p>Hauptreihensterne, rote Riesen, weiße Zwerge</p> <p>Sternentwicklung</p> <p>⇒ Problemlösestrategien</p>

**Lernbereich 3: Licht als Strahl und Welle****9 Ustd.**

<p>Anwenden der Gesetze der Lichtausbreitung auf optische Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brechungsgesetz <ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}</math></li> <li>· Grenzwinkel der Totalreflexion</li> </ul> </li> <li>- Dispersion</li> <li>- Farbzerlegung des weißen Lichts</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse mechanischer Wellen auf Licht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gleichförmige Ausbreitung des Lichts <math>c = \lambda \cdot f</math></li> <li>- Interferenz am Doppelspalt und am Gitter <ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}</math>; <math>\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}</math></li> <li>· Bestimmen der Wellenlänge einfarbigen Lichts</li> </ul> </li> <li>- SE Beugung am Doppelspalt und am Gitter</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in das elektromagnetische Spektrum</p>	<p>Modell Lichtstrahl</p> <p>→ MA, Kl. 10, LB 1</p> <p>Lichtleitkabel</p> <p>Grenzen des Modells Lichtstrahl</p> <p>Spektrum des Sonnenlichts</p> <p>Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz</p> <p>Analogie zur Interferenz bei der Überlagerung zweier gleichartiger kreisförmiger Wasserwellen</p> <p>Laserpointer</p>
---	---

**Lernbereich 4: Hertz'sche Wellen****7 Ustd.**

<p>Einblick gewinnen in die Geschichte der Entdeckung und Nutzung Hertz'scher Wellen</p> <p>Kennen Hertz'scher Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis der Welleneigenschaften</li> <li>- typische Frequenzen und Wellenlängen</li> <li>- Wellenlänge und Sendeleistung</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse über Licht auf das elektromagnetische Spektrum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich der Eigenschaften von Licht und Hertz'schen Wellen</li> <li>- Licht als elektromagnetischer Sachverhalt</li> <li>- Einordnen in das elektromagnetische Spektrum</li> </ul>	<p>Heinrich Hertz</p> <p>Radioempfang in verschiedenen Frequenzbereichen</p> <p>Abschätzen und Messen der Sendeleistung von Mobiltelefonen in verschiedenen Betriebszuständen</p> <p>Maßnahmen zur Reduzierung von Elektromog ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung</p>
---	---

Einblick gewinnen in das Wirkprinzip technischer Anwendungen Hertz'scher Wellen

Funkfernsteuerungen, Handynetze, Navigationssystem, Radartechnik, Satellitenfernsehen, Radioteleskope

Sammeln, Ordnen und Präsentieren von Wissen, Gestalten von Postern oder Infotexten, Schülervorträge

Mögliche Auswirkungen auf Gesundheit durch Mobiltelefone und Funknetze

⇒ informatische Bildung

⇒ Mehr-perspektivität: Debattieren

### Lernbereich 5: Physikalisches Praktikum

6 Ustd.

Anwenden der Kenntnisse über die experimentelle Methode in der Physik beim selbstständigen Erarbeiten neuen Wissens

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}; \quad \frac{G}{B} = \frac{g}{b}$$

Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen

- Entwickeln von Experimentieranordnungen
- Bearbeiten von Erklärungsproblemen

weitere Möglichkeiten: Bestimmen der Fallbeschleunigung mittels Fadenpendel, Untersuchen der Resonanz an gekoppelten Pendeln

Gültigkeit des Hooke'schen Gesetzes für Textilbandgummi, Schwingungsdauer eines Hemmungspendels, Brennweite eines einfachen Linsensystems, Wellenlänge von Schallwellen

### Wahlbereich 1: Fernrohre

Anwenden der Kenntnisse zur Reflexion und Brechung des Lichts auf die Wirkungsweise von Fernrohren

- historische und gegenwärtige Möglichkeiten der Himmelsbeobachtung
- Aufbau, Strahlengang und Bildentstehung bei Linsen- und Spiegelfernrohren
- Vergrößerung  $\frac{f_{ob}}{f_{ok}}$
- Lichtsammelvermögen
- Auflösungsvermögen

Wilhelm Herschel, Joseph von Fraunhofer, Johannes Kepler

Kepler- und Newtonfernrohr  
SE: Aufbau eines Linsenfernrohrs

Vergrößerung des Seh winkels

qualitative Betrachtungen

**Wahlbereich 2: Kommunikation mit elektronischen Medien**

<p>Einblick gewinnen in das Prinzip der Informationsübertragung mit Hertz'schen Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationsaufbereitung</li> <li>- Modulation</li> <li>- Demodulation</li> <li>- technische Anwendungen</li> </ul> <p>Sich positionieren zur Rolle elektronischer Medien in der Gesellschaft</p>	<p>Mikrofon; Vor- und Nachteile analoger und digitaler Signale</p> <p>Vor- und Nachteile der Modulationsarten oszillografische Untersuchung modulierter Signale</p> <p>SE: Aufbau eines Empfängers</p> <p>Frequenzbereiche Handynetze, Satellitenfernsehen</p> <p>bewusster Medienkonsum, Erkennen von Medieneinflüssen auf Einstellungen und Verhaltensweisen</p> <p>⇒ Medienbildung</p>
---	---

**Wahlbereich 3: Fernsehbildtechnik**

<p>Kennen des Aufbaus und der Entstehung von Fernsehbildern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau des Fernsehbilds</li> <li>- Aufbau und Funktionsweise einer Bildschirmart</li> </ul>	<p>Geschichte des Fernsehens Pixel, Zeilen, Fernsehnormen</p> <p>SE: additive Farbmischung</p> <p>Grundprinzip von Braun'scher Röhre, LCD-Flachbildschirm, OLED, Plasmabildschirm, weitere Technologien</p> <p>Recherche, Gestalten von Postern oder Präsentationen unter Einbeziehung digitaler Medien</p>
--	---

## **Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Grundkurs**

### **Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler verfügen über Wissen zu physikalischen Erscheinungen, Begriffen und Gesetzen der klassischen Physik. Darüber hinaus gewinnen sie Einblick in die Grenzen klassischer Betrachtungen für bewegte Ladungsträger und lernen Grundaussagen der modernen Physik am Beispiel der Quantenphysik kennen. Die Schüler bearbeiten komplexe Aufgaben und wenden ihr Wissen in anderen Bereichen der Lebenswelt an.

Die Schüler erfassen die Bedeutung der physikalischen Idealisierung in Begriffen und Gesetzen und entwickeln Verständnis für Erhaltungsprinzipien.

### **Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler beherrschen das experimentelle Bearbeiten komplexer Aufgaben. Beim Erfassen, Dokumentieren und Auswerten von Messwerten beziehen sie auch moderne Rechen- und Messtechnik ein. Die Schüler lernen Messunsicherheiten zu klassifizieren und deren Einfluss auf das Messergebnis qualitativ zu beurteilen.

Die Schüler wenden beim Lösen physikalischer Aufgaben sowohl analytische als auch grafische Lösungsverfahren an, wobei sie gezielt moderne Rechentechnik einsetzen. In der Mechanik lernen sie die Infinitesimalrechnung zum Beschreiben von Bewegungen zu nutzen. Durch das Arbeiten mit Regressionsfunktionen wird das Auseinandersetzen mit Messergebnissen unterstützt.

Beim konkreten Wahrnehmen und Idealisieren setzen sich die Schüler mit Modellannahmen auseinander. Sie kennen sowohl gegenständliche als auch mathematische Modelle und nutzen diese, um physikalische Aussagen abzuleiten. Am Beispiel des Lichts vertiefen die Schüler die Möglichkeit und Notwendigkeit der Arbeit mit mehreren Modellen zu einem Sachverhalt.

### **Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen**

Bei der Bearbeitung von Aufgaben nutzen die Schüler die Möglichkeit von Analogieschlüssen. Sie erkennen selbstständig notwendige Zusammenhänge und interpretieren Gleichungen und Diagramme. Bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Mechanik vergleichen sie bewusst verschiedene Lösungsstrategien.

Die Schüler erkennen Probleme in Aufgabenstellungen und können diese zielstrebig lösen. Die Schüler überprüfen ihre gefundene Lösung an der Problemstellung und beurteilen die Qualität der Lösung.

Die Schüler sind in der Lage, selbstständig und eigenverantwortlich zu lernen. Sie nutzen beim Lernen Strukturen und Algorithmen. Die Systematisierung verwenden sie als wichtiges Arbeitsmittel. Die Schüler konzentrieren sich auf wesentliche Zusammenhänge und organisieren die Kontrolle des verstehenden Lernens selbstständig.

### **Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Die Schüler beherrschen die Grundlagen der Fachsprache einschließlich des physikalischen Begriffs-, Größen- und Einheitensystems. Größen geben sie mit sinnvoller Genauigkeit an.

Die Schüler können komplexe Vorgänge und Erscheinungen mit Hilfe der Fachsprache beschreiben und erklären. Die Schüler entwickeln ihre selbstständige Argumentationsfähigkeit und positionieren sich zu komplexen Fragen der Naturwissenschaft und Technik in der Gesellschaft.

Die Schüler lernen selbstständig und effizient Mitschriften anzufertigen sowie mit traditionellen und digitalen Medien zu arbeiten. Sie sind in der Lage, ihr Wissen bei Vorträgen zeitgemäß zu präsentieren.

### **Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Die Schüler erkennen, dass mit den physikalisch-technischen Anwendungen der Physik des 20. und 21. Jahrhunderts die Frage nach Stellung und Verantwortung der Wissenschaft eine zentrale Bedeutung erlangt. Sie lernen, dass durch den finanziellen und materiellen Aufwand beim Umsetzen der physikalisch-technischen Möglichkeiten und durch die Gefahr möglicher Störungen eine kritische und verantwortungsbewusste Haltung jedes einzelnen Menschen sowie der Gesellschaft insgesamt notwendig wird.

Den Schülern wird in ausgewählten Bereichen die wissenschaftliche Bedeutung und Stellung von physikalischen Größen und Gesetzen in der Physik bewusst. Durch die Auseinandersetzung mit der Quantenphysik lernen sie Möglichkeiten und Grenzen ihres menschlichen Vorstellungsvermögens auf wissenschaftlicher Grundlage zu beurteilen.

## Jahrgangsstufe 11 – Grundkurs

## Lernbereich 1: Erhaltung der Energie

10 Ustd.

<p>Kennen der Merkmale Erhaltung und Übertragbarkeit der Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- historische Entwicklung des Energiebegriffs</li> <li>- Gesetz von der Erhaltung der Energie</li> <li>- Übertragung von Energie durch Arbeit <math>W = \Delta E</math></li> <li>- <math>W = F \cdot s</math> (<math>F = \text{konst.}</math> und in Wegrichtung)</li> <li>- kinetische und potentielle Energie <ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2</math></li> <li>· <math>E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h</math>; <math>E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2</math></li> </ul> </li> </ul> <p>Kennen der Entwertung von Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieentwertung durch Reibungsarbeit</li> <li>- Reibung und Bewegung auf horizontaler und geneigter Ebene <math>F_R = \mu \cdot F_N</math></li> </ul> <p>Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Probleme aus Alltag, Sport und Technik</p>	<p>Perpetuum mobile abgeschlossene und offene Systeme</p> <p>Wilhelm Leibniz, James Prescott Joule, Robert Meyer und Hermann von Helmholtz</p> <p>mechanische Arbeit als durch Kraft übertragene Energie</p> <p>Herleitung der Beziehungen <math>\Rightarrow</math> Methodenbewusstsein</p> <p>Reibungsarten</p> <p>Vorteile des Energieansatzes gegenüber dem analytischen Vorgehen</p> <p>Berechnung von Wurfhöhen Stabhochsprung</p> <p>Berechnung des Bremsweges von Fahrzeugen bei unterschiedlichen Bedingungen</p> <p>Sicherheit im Straßenverkehr Reaktionszeit <math>\Rightarrow</math> Werteorientierung</p>
---	--

## Lernbereich 2: Anwendung der Kinematik und Dynamik

14 Ustd.

<p>Einblick gewinnen in wichtige Entwicklungsstadien der klassischen Mechanik</p> <p>Anwenden kinematischer und dynamischer Gesetze auf Sachverhalte aus Natur, Technik, Sport und Alltag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematik der geradlinigen Bewegung <ul style="list-style-type: none"> <li>· gleichförmige Bewegung <math>s(t) = v \cdot t + s_0</math></li> <li>· gleichmäßig beschleunigte Bewegung <math>v(t) = a \cdot t + v_0</math>; <math>s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0</math></li> <li>· Überholen und Begegnen von Fahrzeugen</li> </ul> </li> </ul>	<p>Aristoteles, Galileo Galilei, Isaac Newton</p> <p>moderne Messtechnik für mechanische Systeme</p> <p>Massepunkt, Bezugssystem, Ort und Zeit</p> <p>Abhängigkeit der Gleichungen und Diagramme vom gewählten Koordinatensystem <math>\Rightarrow</math> Problemlösestrategien</p> <p><math>v = \frac{ds}{dt}</math>, <math>a = \frac{dv}{dt}</math></p> <p>Sonderfall der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Bewegungsdiagramme</p> <p>Messen von Beschleunigungen mit Computer, Mobiltelefonen, weiteren digitalen Endgeräten</p> <p>Bewegungen im Motorsport</p> <p>rechnergestütztes grafisches Lösen von Gleichungen</p>
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- waagerechter Wurf             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Geschwindigkeit und Beschleunigung als vektorielle Größen</li> <li>· Superpositionsprinzip</li> </ul> </li> <li>- Kraft und Bewegung             <p style="margin-left: 40px;">Beschleunigungs- und Bremskräfte</p> <p>Einblick gewinnen in die Lösung mechanischer Probleme mit Hilfe der Infinitesimalrechnung</p> <p>Übertragen der Kenntnisse auf die gleichförmige Kreisbewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahngeschwindigkeit <math>v = \frac{2\pi \cdot r}{T}</math></li> <li>- Radialkraft <math>F_r = \frac{m \cdot v^2}{r}</math></li> </ul> </li> </ul>	<p>Vergleich mit Skispringen Berechnung der Bahnkurve mit Hilfe parametrischer Funktionen</p> <p>komplexes Anwenden der Newton'schen Gesetze</p> <p>Crash-Tests, Sicherheitseinrichtungen in Fahrzeugen</p> <p>infinitesimale Definition von Geschwindigkeit und Beschleunigung Finden der <math>s(t)</math> – Funktion aus dem Experiment und Ermitteln der <math>v(t)</math> – bzw. <math>a(t)</math> – Funktionen</p> <p>→ MA, Gk 11, LB 1 → MA, Lk 11, LB 1</p> <p>Hammerwerfen Kettenkarussell, Loopingbahn</p>
---	--

### Lernbereich 3: Kondensator und Spule – Praktikum

10 Ustd.

<p>Kennen der Möglichkeit, durch Kondensatoren Ladungen und Energie zu speichern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Ladung <math>\Delta Q = I \cdot \Delta t</math></li> <li>- Kapazität <math>C = \frac{Q}{U}</math></li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse zur elektromagnetischen Induktion auf die Selbstinduktion</p> <p>Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen – Praktikum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entladekurve</li> <li>- Spule in Gleich- und Wechselstromkreis</li> <li>- Spannungsübersetzung am Transformator</li> </ul> <p>Kennen des Einflusses von Messunsicherheiten systematische und zufällige Fehler</p>	<p>→ Kl. 9, LB 2 und LB 4</p> <p>Zeitkonstante <math>\tau = R \cdot C</math> rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten</p> <p>qualitative Beurteilung</p>
--	---

**Lernbereich 4: Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern 18 Ustd.**

<p>Kennen der Begriffe elektrische Ladung und elektrisches Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Ladung und elektrisches Feld</li> <li>- Feldlinienmodell</li> <li>- elektrische Feldstärke <math>\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>· homogenes Feld <math>E = \frac{U}{d}</math></li> <li>· Radialfeld</li> </ul> </li> </ul> <p>Übertragen mechanischer Grundkenntnisse auf die Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewegung in Richtung der elektrischen Feldlinien</li> <li>- Energie im elektrischen Feld <math>Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math>; Einheit 1eV</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse über elektrische Felder auf magnetische Felder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnetismus in der Umgebung von Permanentmagneten und bewegten Ladungen</li> <li>- Kräfte auf stromführende Leiter</li> <li>- magnetisches Feld</li> <li>- Feldlinienmodell</li> <li>- magnetische Flussdichte <math>B = \frac{F}{I \cdot \ell}</math></li> <li>- Flussdichte im Innenraum einer langen schlanken Spule <math>B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}</math></li> </ul> <p>Übertragen mechanischer Grundkenntnisse auf die Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lorentzkraft auf freie Ladungen <math>\vec{F}_L = Q \cdot \vec{v} \cdot B</math> (<math>\vec{v} \perp \vec{B}</math>)</li> <li>- Lorentzkraft als Radialkraft</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse auf eine technische Anwendung</p> <p>Einblick gewinnen in die Grenzen klassischer Betrachtungsweisen für bewegte Ladungsträger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Äquivalenz von Masse und Energie</li> <li>- Lichtgeschwindigkeit als Grenzgeschwindigkeit</li> </ul>	<p>Faraday's Feldidee</p> <p>homogene und inhomogene Felder → KL. 7, LB 1</p> <p>Feldlinienbilder; Faraday'scher Käfig; Gewitter</p> <p>Plattenkondensator</p> <p>Braun'sche Röhre</p> <p>Oersteds Versuch</p> <p>Drehspulmesswerk</p> <p><math>\ell</math> ist die effektive Leiterlänge Beispiele für Flussdichten</p> <p>Polarlichter Hall-Effekt</p> <p>Herleitung einer Beziehung für den Radius</p> <p>Linearbeschleuniger, Zyklotron, Massenspektrometer, Elektronenstrahlmikroskop</p> <p><math>E = m \cdot c^2</math></p>
--	--



**Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs****Lernbereich 1: Welleneigenschaften des Lichts 8 Ustd.**

Kennen des Huygens'schen Prinzips <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wellenfront und Wellennormale</li> <li>- Reflexion, Brechung und Beugung</li> <li>- Reflexions- und Brechungsgesetz             <math display="block">n = \frac{c_0}{c}; \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}</math> </li> <li>- Interferenz am Doppelspalt und am Gitter; Kohärenz             <math display="block">\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}; \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}</math> </li> </ul> Übertragen des Wissens zur Interferenz auf die Reflexion an dünnen Schichten Kennen der Polarisierbarkeit des Lichts	Absorption, Streuung Lichtstrahl als Wellennormale  → Kl. 10, LB 3 Bestimmung von Wellenlängen  Entspiegeln von Linsen; Seifenhaut, Ölfilm  Polarisieren durch Absorption, Reflexion oder Streuung LCD-Anzeige
--	---

**Lernbereich 2: Praktikum Optik 6 Ustd.**

Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwickeln von Experimentieranordnungen</li> <li>- Bearbeiten von Erklärungsproblemen</li> </ul> Anwendung der Kenntnisse auf komplexe experimentelle Untersuchungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchungen zum Reflexions- und Brechungsgesetz</li> <li>- Interferenz             <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmung von Wellenlängen</li> </ul> </li> </ul> Kennen von Möglichkeiten der Analyse des Einflusses von Messunsicherheiten <ul style="list-style-type: none"> <li>- systematische und zufällige Fehler</li> <li>- qualitative Beurteilung systematischer Fehler</li> </ul>	Entwickeln von Experimentieranordnungen und Planung von Experimentierabläufen  Identifizieren von Stoffen anhand der Brechzahl, Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit  Wellenlänge des Lichts von LED's CD als Transmissions- oder Reflexionsgitter - Spurbstand Addition der absoluten Messunsicherheiten bei Summen bzw. der relativen bei Produkten
--	--

**Lernbereich 3: Grundlagen der Quantenphysik 10 Ustd.**

Kennen der Photonen als Quantenobjekte <ul style="list-style-type: none"> <li>- äußerer lichtelektrischer Effekt             <ul style="list-style-type: none"> <li>Gegenfeldmethode</li> </ul> </li> </ul>	Umkehrung des lichtelektrischen Effektes bei Leuchtdioden  Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstein'sche Gleichung und ihre Interpretation <math>E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A</math></li> <li>· Einsteins Lichtquantenhypothese <math>E = h \cdot f</math></li> <li>· Grenzfrequenz</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in Quanteneigenschaften der Materie im atomaren Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronenbeugung</li> <li>- Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität</li> <li>- quantenphysikalischer Messprozess</li> </ul>	<p>Gewinnen der Gleichung aus empirischen Befunden</p> <p>Interferenzerscheinungen bei Neutronen und Atomen Vergleich von Licht- und Elektronenmikroskop De-Broglie-Wellenlänge</p> <p>Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“</p> <p>Einfluss des Messprozesses auf Quanteneigenschaften Aussagen der Heisenberg'schen Unschärferelation</p>
---	--

<b>Lernbereich 4: Strahlung aus Atomhülle und Atomkern</b>	<b>20 Ustd.</b>
--	-----------------

<p>Einblick gewinnen in die Leistungsfähigkeit und Grenzen von Atommodellen Bohr'sches Atommodell, Postulate</p> <p>Kennen experimenteller Befunde zum Energieaustausch mit Atomen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energietermschema</li> <li>- quantenhafte Absorption und Emission von Licht             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Linienspektren</li> <li>· Wasserstoff-Spektrum, Serien-Formel <math>f = R_y \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)</math></li> </ul> </li> </ul> <p>Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Nutzung der Laserstrahlung Kennen der Radioaktivität als Naturerscheinung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A, Z, N von Isotopen</li> <li>- Eigenschaften von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</li> <li>- Kernumwandlungsgleichungen</li> </ul> <p>Kennen energetischer Betrachtungen für Kernprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massedefekt und Bindungsenergie <math>E_B = \Delta m \cdot c^2</math></li> <li>- Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Massenzahl</li> <li>- Kernspaltung</li> </ul>	<p>Thomson'sches Atommodell, Entdeckung des Elektrons Rutherford'sches Atommodell, Entdeckung des Atomkerns Quantenmechanisches Atommodell</p> <p>Lumineszenzerscheinungen, Resonanzabsorption</p> <p>Balmer-Serie</p> <p>optische Speichermedien; Anwendungen des Lasers in Technik und Medizin Entdeckung der Radioaktivität durch Henri Becquerel und Marie Curie; Zerfallsreihen Tröpfchenmodell ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern</p> <p>Kernfusion</p>
--	--

<p>Kennen von Phänomenen und der technischen Nutzung radioaktiver Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zerfallsgesetz <math>N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}</math></li> <li>- Aktivität <math>A = -\frac{dN}{dt}</math></li> <li>- Halbwertszeit, Zerfallskonstante</li> <li>- C-14-Methode</li> </ul>	<p>Uran-Blei-Methode</p>
--	--------------------------

### Wahlbereich 1: Anwendungen der Physik

<p>Übertragen physikalischer Kenntnisse auf Anwendungen der Medizintechnik</p>	<p>Physikalische Grundlagen medizinischer Diagnoseverfahren (Ultraschall, Röntgendiagnostik, Radiologie)</p> <p>Anwendungen von Lasern</p> <p>Nuklearmedizin</p>
--	--

### Wahlbereich 2: Optische Phänomene

<p>Anwenden der Eigenschaften des Lichtes auf optische Phänomene</p>	<p>Optische Phänomene in der Atmosphäre (Fata morgana, Regenbögen, Halos, Glorien)</p> <p>Optische Täuschung (Escher, Ponzo, Zöllner, Müller-Lyer, Poggendorff, Anamorphosen, Ames-Raum)</p>
--	--

### Wahlbereich 3: Akustik

<p>Anwenden der Kenntnisse zu Wellen auf den Schall</p>	<p>Schallfeldgrößen</p> <p>harmonische und nichtharmonische Schwingungen</p> <p>Obertöne und Klang</p> <p>Schwebung</p> <p>stehende Wellen</p> <p>Dopplereffekt</p> <p>Bestimmung der Schallgeschwindigkeit</p>
---	---

## Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Leistungskurs

### **Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen**

Die Schüler verfügen über Wissen zu physikalischen Erscheinungen, Begriffen und Gesetzen im Kontext der klassischen Physik. Darüber hinaus lernen sie Grundaussagen der modernen Physik im Bereich Quantenphysik, Atomphysik und Kernphysik kennen und gewinnen Einblick in die Relativitätstheorie. Sie kennen allgemeine Strukturen der Physik. Dieses ermöglicht ihnen, komplexe Themen und Aufgaben zu verstehen und ihr Wissen auf andere Bereiche der Lebenswelt zu übertragen.

Die Schüler erfassen die Bedeutung der physikalischen Idealisierung in Begriffen und Gesetzen und entwickeln ein vertieftes Verständnis für folgende physikalische Konzepte:

- Zustands- und Prozessgrößen,
- Erhaltungsprinzipien,
- mikrophysikalische Betrachtungen,
- quantenphysikalische Betrachtungen.

### **Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen**

Die Schüler beherrschen das experimentelle Bearbeiten komplexer Aufgaben. Beim Erfassen, Dokumentieren und Auswerten von Messwerten beziehen sie moderne Rechen- und Messtechnik ein. Dabei ist ihnen die Notwendigkeit elektrischer Messgrößenwandlungen bewusst. Die Schüler kennen und klassifizieren Messunsicherheiten und beurteilen deren Einfluss auf das Messergebnis. Dabei beherrschen sie das Einbeziehen quantitativer Betrachtungen.

Die Schüler wenden beim Lösen physikalischer Aufgaben sowohl analytische als auch grafische Lösungsverfahren an, wobei sie gezielt moderne Rechentechnik einsetzen. Sie nutzen die Infinitesimalrechnung, um physikalische Sachverhalte in der Mechanik und in der Elektrodynamik realitätsnah zu beschreiben. Durch das Arbeiten mit Regressionsfunktionen wird das Auseinandersetzen mit Messergebnissen unterstützt. Darüber hinaus wenden sie numerische Kleinschrittverfahren für das Modellieren und Simulieren physikalischer Sachverhalte an.

Beim konkreten Wahrnehmen und Idealisieren setzen sich die Schüler mit Modellannahmen auseinander. Sie kennen sowohl gegenständliche als auch mathematische Modelle und nutzen diese, um physikalische Aussagen abzuleiten. Am Beispiel des Lichts vertiefen die Schüler die Möglichkeit und Notwendigkeit der Arbeit mit mehreren Modellen zu einem Sachverhalt. Bei der Beschreibung des idealen Gases verstehen die Schüler, wie mit Hilfe des Teilchenmodells quantitative Aussagen über phänomenologische Größen der Thermodynamik erarbeitet werden.

### **Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen**

Die Schüler interpretieren Gleichungen und Diagramme selbstständig und können ausgewählte qualitative und quantitative Aussagen deduktiv ableiten. Sie erkennen die Struktur von Analogieschlüssen und beurteilen deren Zulässigkeit.

Die Schüler bearbeiten komplexe Aufgabenstellungen und erkennen notwendige Zusammenhänge selbstständig. Sie nutzen verschiedene Lösungsstrategien und können durch deren Vergleich ihre Effizienz beurteilen.

Die Schüler erkennen Probleme in komplexen Zusammenhängen und können diese kreativ und zielstrebig lösen. Die Schüler überprüfen ihre gefundene Lösung an der Problemstellung und beurteilen deren Qualität.

Die Schüler sind in der Lage, selbstständig und eigenverantwortlich zu lernen. Sie nutzen beim Lernen bewusst Strukturen und Algorithmen, können Sachverhalte analysieren und verwenden die Systematisierung als wichtiges Arbeitsmittel. Sie konzentrieren sich auf wesentliche Zusammenhänge und organisieren die Kontrolle des verstehenden Lernens selbstständig.

### **Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen**

Die Schüler beherrschen die Grundlagen der Fachsprache einschließlich des physikalischen Begriffs-, Größen- und Einheitensystems. Größen geben sie mit sinnvoller Genauigkeit an.

Die Schüler lernen das Argumentieren in Bezug auf komplexe Inhalte und unter Abwägung einer differenzierten Sicht der Gründe. Sie können komplexe Vorgänge und Erscheinungen mit Hilfe der Fachsprache beschreiben und erklären. Die Schüler entwickeln ihre selbstständige Argumentationsfähigkeit und positionieren sich zu komplexen Fragen der Naturwissenschaft und Technik in der Gesellschaft.

Die Schüler lernen selbstständig und effizient Mitschriften anzufertigen sowie traditionelle und digitale Medien zielgerichtet zu nutzen. Sie sind in der Lage, ihr Wissen bei Vorträgen und im Rahmen von schriftlichen Dokumentationen zeitgemäß zu präsentieren.

### **Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes**

Die Schüler erkennen, dass mit den physikalisch-technischen Anwendungen der Physik des 20. Jahrhunderts die Frage nach der Stellung und Verantwortung der Wissenschaft eine zentrale Bedeutung erlangt hat. Sie lernen, dass durch den finanziellen und materiellen Aufwand beim Umsetzen der physikalisch-technischen Möglichkeiten und durch die Gefahr möglicher Störungen eine kritische und verantwortungsbewusste Haltung jedes einzelnen Menschen sowie der Gesellschaft insgesamt notwendig wird. Die Schüler lernen, auch im Sinne einer beruflichen Orientierung, ihren Platz als Konsument und Mitgestalter physikalisch-technischer Anwendungen zu bestimmen.

Die Schüler reflektieren in ausgewählten Bereichen die wissenschaftliche Bedeutung und Stellung von physikalischen Größen und Gesetzen in der Physik. Durch den Einblick in chaotische Systeme und durch die Auseinandersetzung mit der Quantenphysik sowie nichtklassischen Vorstellungen von Zeit und Raum erkennen sie Möglichkeiten und Grenzen der Vorausberechenbarkeit der materiellen Welt und lernen ihr menschliches Vorstellungsvermögen auf wissenschaftlicher Grundlage zu beurteilen.

## Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

## Lernbereich 1: Erhaltungssätze und ihre Anwendungen

20 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Mechanik zum grundlegenden Teilgebiet der gesamten Physik

klassische Mechanik

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Bewegungsvorgänge

- Existenzformen mechanischer Energie
- abgeschlossene Systeme
- Energieumwandlungen

Kennen der physikalischen Größe mechanische Arbeit

- $W = \Delta E$
- $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$
- grafische Ermittlung

Übertragen der Kenntnisse auf die Quantifizierung der Existenzformen der mechanischen Energie

Herleitung der Gleichungen:  $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$ ;

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h; E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

Kennen der physikalischen Erscheinung Reibung

- Energieentwertung durch Reibung
- Reibungsarbeit  $W_{\text{R}} = F_{\text{R}} \cdot s$
- Reibungszahlen  $\mu = \frac{F_{\text{R}}}{F_{\text{N}}}$
- Luftreibung  $F_{\text{R};\text{Luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{W}} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$

Kennen des Begriffs Wirkungsgrad eines mechanischen Systems

- mechanische Leistung als Geschwindigkeit der Energieübertragung  $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ ;  $P = F \cdot v$
- $\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{aufg}}}$

historischer Überblick, der die Bedeutung der Mechanik als „vorstellbare Physik“ und damit als Grundlage für Modellvorstellungen hervorhebt erste Theorien der Bewegungslehre

Leistungen und Grenzen

potentielle Energie der Lage, Spannenergie, Bewegungsenergie der Translation und der Rotation

innere Energie

qualitative Energiebilanzen

Arbeit als die mit Kraft über die Systemgrenze übertragene Energie

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf mechanische Systeme

⇒ Methodenbewusstsein

Zunahme der inneren Energie des Systems

Haft- und Gleitreibung, Luftwiderstand und Fahrzeugtechnik

Sicherheit im Straßenverkehr

Abrieb von Reifen, Kupplung und Bremsen als Ursache von Umweltverschmutzung

⇒ Werteorientierung

⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

Fahrphysik: Höchstgeschwindigkeit radgetriebener Fahrzeuge

Größenordnungen bei praktischen Sachverhalten

<p>Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf ein-dimensionale Probleme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\vec{p} = m \cdot \vec{v}</math></li> <li>- zentrale unelastische und zentrale elastische Stöße</li> <li>- Kraftstoß <math>\Delta p = F \cdot \Delta t</math></li> </ul> <p>Problemlösen durch komplexes Anwenden von Energie- und Impulserhaltungssatz</p>	<p>Zweikörperprobleme Vorzeichen</p> <p>Massepunkte auf gleicher Wirkungslinie</p> <p>Verkehrsphysik, Sport, ballistisches Pendel</p>
---	---

<b>Lernbereich 2: Kinematik geradliniger Bewegungen</b>	<b>12 Ustd.</b>
---	-----------------

<p>Anwenden der experimentellen Verfahren zur kinematischen Untersuchung vielfältiger Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten</li> <li>- Klassifikation durch Interpretation von Messreihen <ul style="list-style-type: none"> <li>· grafische Deutung von Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit</li> <li>· Gewinnen der <math>v(t)</math>- und <math>a(t)</math>-Diagramme;  <math>v(t) = \frac{ds}{dt}</math>, <math>a(t) = \frac{dv}{dt}</math> und die Umkehrung durch grafische bzw. rechnergestützte numerische Integration</li> </ul> </li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse auf verschiedene Bewegungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gleichförmige Bewegung  <math>s(t) = v \cdot t + s_0</math></li> <li>- gleichmäßig beschleunigte Bewegung  <math>s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0</math>; <math>v(t) = a \cdot t + v_0</math></li> <li>- ungleichmäßig beschleunigte Bewegung</li> <li>- verschiedene Lösungsstrategien</li> </ul>	<p>verschiedene Messverfahren: Stoppuhr, Lichtschranke, Ultraschallsonde</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein</p> <p>gleichförmige, gleichmäßig- und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung</p> <p>Differenzen- und Differenzialquotient  → MA, Gk 11, LB 1  → MA, Lk 11, LB 1</p> <p>Einsatz GTR, Computer oder digitale Endgeräte</p> <p>realitätsnahe Überholvorgänge; Treffpunkte bzw. Trefforte (aufeinander zu bzw. zeitversetzt vom gleichen Ort oder von verschiedenen Orten aus mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bzw. Bewegungsarten)</p> <p>freier Fall als Spezialfall; Fallturm</p> <p>Raketenstart; Fallbewegungen in Luft</p> <p>Nutzung von Gleichungen unter Kenntnis derer Gültigkeitsbedingungen  Nutzung von grafischen Darstellungen  systematisches Probieren</p>
--	---

**Lernbereich 3: Newton'sche Gesetze und deren Anwendungen****8 Ustd.**

<p>Anwenden der drei Newton'schen Gesetze auf vielfältige Beispiele aus dem Alltag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreiben der Wechselwirkungen zwischen einem mechanischen System und seiner Umgebung durch Kräfte <ul style="list-style-type: none"> <li>· vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften</li> <li>· Kräfte an der geneigten Ebene</li> </ul> </li> <li>- Trägheitsgesetz</li> <li>- Grundgesetz der Mechanik <math display="block">\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}</math> </li> <li>- Wechselwirkungsgesetz <math>\vec{F}_A = -\vec{F}_B</math></li> </ul>	<p>Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Entwicklung Beitrag Newtons zur Entstehung eines modernen astronomischen Weltbildes</p> <p>Beschleunigungssensoren, Airbagsensoren</p> <p>ortsabhängige Gewichtskraft; <math>\vec{F} = m \cdot \vec{g}</math> grafische Deutung im <math>p(t)</math>-Diagramm → MA, Gk 11, LB 2</p> <p>System und Umgebung; Unterscheidung zwischen Gleichgewichts- und Wechselwirkungskräften</p>
---	---

**Lernbereich 4: Modellbildung und Simulation****8 Ustd.**

<p>Kennen der Möglichkeit der Bildung von Modellen zur numerischen Beschreibung und zur Vorhersage des Verhaltens dynamischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gleichungsorientierte Modellbildung unter Nutzung der Arbeitsumgebung auf dem Computer - Modellbildungssystem oder Tabellenkalkulation <ul style="list-style-type: none"> <li>· physikalische Beschreibung von ein-dimensionalen Bewegungen</li> <li>· Umsetzung in einen Algorithmus</li> <li>· grafische Auswertung</li> </ul> </li> <li>- Simulation <ul style="list-style-type: none"> <li>· Variation von Parametern</li> <li>· Vergleich mit eigenen Prognosen und dem Realexperiment</li> <li>· Grenzen</li> </ul> </li> </ul>	<p>geradlinige Bewegungen Kugel fällt in Luft ⇒ Methodenbewusstsein</p> <p>Zustandsgrößen, Änderungsraten, Einflussgrößen</p> <p>System von Differenzen- und Funktionsgleichungen</p> <p>Ziele der Simulation: Experimentieren auf der Modellebene, Erklärung, Prognose, Entscheidung</p> <p>Unterscheidung von zufälligen und deterministischen sowie von diskreten und kontinuierlichen Einflüssen</p> <p>Zuverlässigkeit, Manipulierbarkeit von Simulationsergebnissen ⇒ Medienbildung</p>
--	---

**Lernbereich 5: Krummlinige Bewegungen****10 Ustd.**

<p>Anwenden des erworbenen Wissens auf die dynamische Betrachtung von krummlinigen Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radialkraft <math>F_r = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r</math></li> <li>- Kreisbewegung Bahngeschwindigkeit <math>v = \omega \cdot r</math></li> </ul> <p>Kennen der Möglichkeit, Wurfbewegungen analytisch zu untersuchen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superposition</li> <li>- Bewegungsgleichungen für <math>a</math>, <math>v</math> und <math>s</math> in Parameterform</li> </ul> $s_x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$ $s_y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha + s_{0y}$ <p>Übertragen der Kenntnisse auf die Untersuchung vielfältiger Sachverhalte</p> <p>Simulation von Wurf- und Kreisbewegungen</p>	<p>Kurvenüberhöhungen, Loopingbahn</p> <p>Klassifizierung der Wurfarten</p> <p>Nutzung des Parametermodus zur Untersuchung</p> <p>Bahnkurven im Sport: Wurfsporarten, Sprungsporarten</p> <p>Realbedingungen Bahnkurven im Sport unter Beachtung des Luftwiderstands (keine Superposition)</p>
---	--

**Lernbereich 6: Einblick in die Relativitätstheorie****8 Ustd.**

<p>Kennen der Postulate und grundlegender Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- klassisches Relativitätsprinzip</li> <li>- Michelson-Experiment</li> <li>- Relativitätsprinzip</li> <li>- Relativität der Gleichzeitigkeit</li> <li>- Zeitdilatation</li> <li>- Längenkontraktion</li> <li>- Relativität der Masse</li> <li>- Äquivalenz von Masse und Energie <math>E = m \cdot c^2</math></li> </ul> <p>Einblick gewinnen in ausgewählte Aussagen der Allgemeinen Relativitätstheorie</p>	<p>Satellitennavigationssysteme</p> <p>Begriff Inertialsystem; Galilei-Transformation</p> <p>Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Experimente mit bewegten Atomuhren</p> <p>Myonenzerfall, Raumzeit</p> <p>klassische Mechanik als Sonderfall der Speziellen Relativitätstheorie</p> <p>Gravitation und gekrümmte Raumzeit; Experimente mit Atomuhren; schwarze Löcher im Kosmos; Theorie des Urknalls</p> <p>→ RE/e, Lk 12, LB 2</p>
--	--

**Lernbereich 7: Elektrisches Feld****14 Ustd.**

Kennen der elektrischen Ladung als wesentliche Eigenschaft der Materie

- Eigenschaften ruhender Ladungen,  
Coulomb'sches Gesetz  $F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$
- elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen, Stromstärke  $I = \frac{dQ}{dt}$

Kennen der Faraday'schen Nahwirkungstheorie zur Beschreibung der Umgebung elektrischer Ladungen

- Darstellung und Eigenschaften elektrischer Felder
- elektrische Feldstärke  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$

Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld

Arbeit an geladenen Körpern im Feld  
 $\Delta E_{\text{el}} = W; W = Q \cdot E \cdot s$

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder

- homogenes Feld  $E = \frac{U}{d}$
- radiales Feld

Kennen der Möglichkeit, durch Kondensatoren Ladungen und Energie zu speichern

- Kapazität  $C = \frac{Q}{U}$
- SE: Entladekurve
- Modellbildung und Simulation der Kondensatorentladung
- Isolatoren im elektrischen Feld
- Kapazität des Plattenkondensators  
 $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$
- Energiezufuhr während des Aufladevorgangs  
 $E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$

Simulation der Bewegung zweier Punktladungen mittels Modellbildung

Faradays Feldidee

Feldlinienbilder, Influenz, Polarisierung  
Faraday'scher Käfig; Gewitter

Die Änderung der potentiellen Energie des Systems Körper-Feld ist nur von Anfangs- und Endpunkt abhängig.

Plattenkondensator

verschiedene Bauformen  
rechnergestütztes Experimentieren

Vergleich von Realexperiment und Modell

Dielektrikum  $\epsilon_r$ ; qualitative Diskussion

**Lernbereich 8: Magnetisches Feld****10 Ustd.**

<p>Einblick gewinnen in die Entwicklung des Wissens über Magnetismus und dessen Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften der Permanentmagnete</li> <li>- Magnetismus in der Umgebung bewegter Ladungen</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse über physikalische Felder auf die Beschreibung der Umgebung von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- magnetisches Feld</li> <li>- Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder</li> <li>- magnetische Flussdichte <math>\vec{B}</math>; <math>B = \frac{F}{I \cdot \ell}</math></li> <li>- Innenraum einer langen, schlanken Spule <math>B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}</math></li> <li>- Materie im Magnetfeld <math>\mu_r</math></li> </ul>	<p>Erdmagnetfeld, Magnetisierung, Elementarmagnete, Kräfte</p> <p>gerader Leiter, Spule, Elektronenstrahl</p> <p>Beispiele für Flussdichten <math>\ell</math> ist die effektive Leiterlänge Winkelabhängigkeit</p> <p>experimentelle Bestimmung von <math>\mu_0</math></p> <p>Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen <math>\epsilon_r</math> und <math>\mu_r</math></p>
---	--

**Lernbereich 9: Geladene Teilchen in Feldern****12 Ustd.**

<p>Einblick gewinnen in die Geschichte der experimentellen Bestimmung fundamentaler Naturkonstanten</p> <p>Millikan-Versuch</p> <p>Übertragen der Kenntnisse zur kinematisch-dynamischen Betrachtung von Bewegungsvorgängen bzw. deren Untersuchung mit Hilfe von Erhaltungssätzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geladene Teilchen im homogenen Magnetfeld <ul style="list-style-type: none"> <li>· Lorentzkraft auf freie Ladungen <math>F_L = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha</math></li> <li>· Kreisbahnen <math>r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{Q}{m}}</math></li> </ul> </li> <li>- geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld <ul style="list-style-type: none"> <li>· Beschleunigung im Längsfeld <math>Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math>; Einheit 1eV</li> <li>· Ablenkung im Quersfeld</li> </ul> </li> </ul>	<p>Elementarladung <math>e</math></p> <p>Polarlichter magnetische Linse Elektronenmikroskop</p> <p>Fokussierung von Elektronenstrahlen</p> <p>Lorentzkraft als Radialkraft <math>v_s</math> ... senkrechte Komponente der Geschwindigkeit</p> <p>qualitative Diskussionen zu inhomogenen Feldern</p> <p>Braun'sche Röhre</p> <p>Analogie zu Wurfbewegungen Simulation der Elektronenbahn mittels Modellbildung</p>
---	--

- geladene Teilchen im Einfluss beider Felder
    - spezifische Ladung des Elektrons  $\frac{e}{m}$
    - Hall-Effekt  $B = \frac{n \cdot e \cdot d}{I} \cdot U_H$
    - Geschwindigkeitsfilter
- Sich positionieren zum Verhältnis von Aufwand und Nutzen technischer Anwendungen
- Prinzip eines Linear- oder Zirkularbeschleunigers
  - Prinzip des Massenspektrometers

Linearmotor, Zyklotron DESY  
Herstellung von Radiopharmaka

### Lernbereich 10: Elektromagnetische Induktion

15 Ustd.

Kennen des Induktionsgesetzes

- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der wirksamen Fläche

$$U_{\text{ind}} = N \cdot B \cdot \frac{dA}{dt}; \quad A = A_0 \cdot \cos \varphi$$

- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte

$$U_{\text{ind}} = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

- Induktionsgesetz  $U_{\text{ind}} = N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$

magnetischer Fluss  $\Phi = B \cdot A$

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Induktionsvorgänge

- Lenz'sches Gesetz;  $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$
- Induktionsspannung und Lorentzkraft  
 $U_{\text{ind}} = B \cdot v_s \cdot \ell$
- Selbstinduktion als induktive Rückwirkung auf den eigenen Stromkreis
  - experimentelle Befunde, rechnergestütztes Experimentieren
  - Herleitung
- Modellbildung und Simulation des Einschaltvorgangs einer Spule im Gleichstromkreis
- Energiespeicherung im Magnetfeld

lange, stromdurchflossene Spule

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

→ Kl. 9, LB 2

Generatorprinzip

Transformatorprinzip

vereinfachte Betrachtung ohne Vorzeichen

Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile

Wirbelströme: Induktionsherd, Hometrainer, Free-Fall-Tower

Induktion durch Leiterbewegung  
Drei-Finger-Regel

$I(t)$ - und  $U(t)$ -Diagramme

Ausschaltvorgang einer Spule im Gleichstromkreis

**Lernbereich 11: Physikalisches Praktikum****13 Ustd.**

Problemlösen durch Experimentieren - Aufgaben aus Mechanik und Elektrizitätslehre  - rechnergestütztes Auswerten von Messwerten - Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planen von Versuchsabläufen  Kennen des Einflusses von Messunsicherheiten - Unterscheiden von systematischen und zufälligen Fehlern - qualitative und quantitative Diskussion	⇒ Problemlösestrategien  Experimente zu beschleunigter Bewegung, Wurfbewegungen, Stoßvorgängen; Entladung eines Kondensators; Verhalten von Spulen beim Ein- und Ausschalten bzw. im Wechselstromkreis; Kennlinie von Bauelementen (je nach Wahlthema)         Addition der absoluten Fehler bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Fehler bei Produkten und Quotienten
--	--

**Wahlbereich 1: Physik des Fahrens**

Einblick gewinnen in Probleme des Straßenverkehrs sowie in die Hauptursachen für Unfälle  Anwenden der Kenntnisse zu Modellbildung und Simulation auf Bewegungsprobleme bei Beteiligung von mindestens drei Fahrzeugen  Kennen der Probleme bei der Übertragung der Antriebskraft des Motors auf die Unterlage - Anfahren und Bremsen - Kurvenfahrten <ul style="list-style-type: none"> <li>· Vergleich des Fahrverhaltens von heck- und frontgetriebenen Fahrzeugen</li> <li>· Schienenfahrzeuge</li> </ul> Kennen der Wirkprinzipien elektronischer Fahrsicherheitssysteme und Beurteilen ihrer Möglichkeiten	Recherche bzw. Diskussion mit Fahrschule oder Verkehrspolizei; Faustformeln ⇒ Wertorientierung  Überholvorgänge mit Gegenverkehr und Beschleunigungsphasen  Autos und Eisenbahn  $ a_{\max}  = g$  Kurvenüberhöhung, Kurvenradius    Airbag, Antiblockiersystem (ABS) Antischlupfregelung (ASR) elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)
--	---

**Wahlbereich 2: Leitungsvorgänge in Halbleitern**

Einblick gewinnen in die Grundlagen der Leitungsvorgänge in Halbleitern - Erklärung der elektrischen Leitungsvorgänge <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bandaufspaltung im Festkörper</li> <li>· Eigenleitung, n- und p-Leitung</li> </ul> - Vorgänge im pn-Übergang im Bändermodell - SE: Halbleiterdiode	Energiebänder, Bandlücken reine und dotierte Halbleiter Sperr- und Durchlasspolung
---	--

<p>Beurteilen der Möglichkeiten des Einsatzes von Bipolar- und Unipolartransistor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- npn-Bipolartransistor und MOSFET <ul style="list-style-type: none"> <li>· Wirkprinzipien</li> <li>· Kennlinien</li> </ul> </li> <li>- Schaltungsbeispiele</li> </ul>	<p>Prinzip des Addierers mit FET Reglungsschaltungen mit FET</p>
---	--

### Wahlbereich 3: Messen und Modellieren

<p>Kennen der Möglichkeit, Messreihen mit Modellen zu vergleichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfassen und Auswerten von Messreihen mit Hilfe der Videoanalyse</li> <li>- computergestütztes Erfassen und Auswerten von Messreihen mit Hilfe von Messschnittstellen</li> <li>- Bewegung in Feldern</li> </ul>	<p>Nutzen geeigneter Software</p> <p>Beschleunigen von Fahrzeugen, Fallbewegungen, reale Wurfbahnen, Beschleunigung beim Bogenschießen, teilelastische Stoßvorgänge</p> <p>Bewegungen auf der Luftkissenbahn mit Luftwiderstand (Luftballon), dynamische Auftriebskraft am Tragflügel, Bewegungsabläufe beim Sport</p> <p>Bewegungen im Gravitationsfeld, Ellipsenbahnen, spiralförmige Bewegung von Ladungsträgern im Magnetfeld</p>
--	---

## Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

## Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

22 Ustd.

<p>Kennen der Merkmale zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lineares Kraftgesetz <math>F = -D \cdot y</math></li> <li>- <math>y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)</math>; <math>v(t) = \frac{dy}{dt}</math>; <math>a(t) = \frac{d^2y}{dt^2}</math></li> <li>- Energieerhaltung</li> </ul> <p>Anwenden der Kenntnisse zur Modellbildung auf die Untersuchung gedämpfter Schwingungen</p> <p>Simulation von Reibungseffekten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· unterschiedliches Abklingverhalten</li> <li>· Vergleich mit Realexperiment</li> </ul> <p>Kennen der Voraussetzungen für das Entstehen von Resonanz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erzwungene Schwingung <math>f_0, f_E</math></li> <li>- Phasenverschiebung <math>\varphi</math></li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse auf die Vorgänge im elektromagnetischen Schwingkreis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenfrequenz <math>f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}</math></li> <li>- Energieerhaltung</li> <li>- Rückkopplungsprinzip</li> </ul> <p>Übertragen der Kenntnisse auf den Wechselstromkreis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>u = u_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t</math></li> <li>- Phasenverschiebung <math>\varphi</math>, <math>i = i_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t - \varphi)</math></li> <li>- Ohm'sches Bauelement, Spule und Kondensator <ul style="list-style-type: none"> <li>· frequenzabhängige Blindwiderstände <math>X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}</math>; <math>X_L = \omega \cdot L</math></li> <li>· Reihenschaltungen von <math>R, L, C</math> (Siebkette), Scheinwiderstand</li> <li>· <math>Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2</math>; <math>Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}</math></li> <li>· Reihenresonanz und deren Anwendung bei Frequenzfiltern</li> <li>· Zeigerdiagramme</li> </ul> </li> </ul>	<p>ungedämpfte Schwingungen</p> <p>Richtgröße <math>D</math> für verschiedene Schwinger → MA, Lk 12, LBW 3</p> <p>dynamische Bestimmung der Federkonstanten mit Hilfe der Beschleunigungsmessung eines Mobiltelefons</p> <p>Dämpfung durch konstante bzw. durch geschwindigkeitsabhängige Kräfte</p> <p>Einsatz GTR oder Computer zum Untersuchen mechanischer Schwingungen</p> <p>Rückkopplungsprinzip</p> <p>Visualisierung durch Simulationen</p> <p>rechnergestütztes Messen</p> <p>Rückkopplungsschaltung vom Experiment zur Gleichung</p> <p><math>U_{\text{eff}}</math>; <math>I_{\text{eff}}</math>; Blackbox; Erklärungen</p> <p>Lautsprechermehrwegesysteme → MA, KI. 10, LBW 1</p>
--	---

**Lernbereich 2: Wellen als vielschichtige Naturerscheinung****15 Ustd.**

Beurteilen von Wellen mit Hilfe charakteristischer Merkmale	→ Kl. 10, LB 1 → Kl. 10, LB 3 → Kl. 10, LB 4 → GEO, Gk 11, LB 1 Interpretation $y(x)$ – und $y(t)$ – Diagramm
- Beschreiben einer linear fortschreitenden Welle $y(x, t) = y_{\max} \cdot \sin \left[ 2\pi \cdot \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$	
- Transversal- und Longitudinalwellen Anwenden des Huygens'schen Prinzips auf die Reflexion, Brechung und Beugung von Wellen	Wasserwellen, Schallwellen Absorption, Streuung
- Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$ - Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$	geometrische Herleitung
Anwenden der Interferenz auf stehende Wellen	Ableitung aus der Wellengleichung schwingende Saite, Blasinstrumente Nachweis bei Hertz'schen Wellen und Mikrowellen
- festes und loses Ende - Bäuche und Knoten	
Übertragen der Kenntnisse über Welleneigenschaften auf Licht	Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
- Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts - Lichtstrahl als Wellennormale Nachweis des Reflexions- und Brechungsgesetzes für Licht $n = \frac{c_0}{c}; \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$	
- Beugung und Interferenz von Licht · Interferenz am Doppelspalt und am Gitter $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}; \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$	→ Kl. 10, LB 3
· Interferenz durch Reflexion an dünnen Schichten · Bestimmung der Wellenlänge von Licht	Seifenhaut, Ölfilm
- Kohärenz des Lichts - Licht als transversale Wellenerscheinung, Polarisation	Spaltblende; Laser Brewster'sches Gesetz
Anwenden der Kenntnisse über Strahlen- und Wellenoptik zum Erklären optischer Geräte	Strahlengänge an optischen Geräten Entspiegeln von Linsen, LCD-Anzeige

**Lernbereich 3: Praktikum Optik und Schwingungen****8 Ustd.**

<p>Problemlösen durch Experimentieren</p> <p>Aufgaben aus den Bereichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Optik</p> <p>Beherrschen der Analyse von Messunsicherheiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterscheidung: systematische und zufällige Fehler</li> <li>- qualitative und quantitative Diskussion</li> </ul>	<p>Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planung von Versuchsabläufen</p> <p>⇒ Methodenbewusstsein: Messen</p> <p>Addition der absoluten Fehler bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Fehler bei Produkten und Quotienten</p>
---	---

**Lernbereich 4: Grundlagen der Quantenphysik****15 Ustd.**

<p>Kennen der Photonen als Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- äußerer lichtelektrischer Effekt Gegenfeldmethode</li> <li>- Einstein'sche Gleichung und ihre Interpretation <math>E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Grenzfrequenz</li> <li>· Einsteins Lichtquantenhypothese <math>E = h \cdot f</math></li> </ul> </li> <li>- Masse und Impuls des Photons <math>m = \frac{h \cdot f}{c^2}</math>; <math>p = \frac{h}{\lambda}</math></li> </ul> <p>Kennen der Elektronen als Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronenbeugung</li> <li>- De-Broglie-Wellenlänge <math>\lambda = \frac{h}{p}</math></li> <li>- Unterschiede zwischen Elektronen und Photonen</li> </ul> <p>Einblick gewinnen in den Zusammenhang von Wellen- und Teilcheneigenschaften bei Quantenobjekten</p> <p>Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Interferenz einzelner Photonen</li> <li>· Interferenz einzelner Elektronen</li> </ul>	<p>Umkehrung des lichtelektrischen Effekts bei Leuchtdioden</p> <p>Gewinnen der Gleichung aus empirischen Befunden</p> <p>Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen</p> <p>Kometenschweif</p> <p>Interferenzerscheinungen bei Neutronen und Atomen</p> <p>Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“ Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Computersimulation</p>
---	--

Einblick gewinnen in Interpretationsprobleme der Quantenphysik

- Besonderheiten des quantenphysikalischen Messprozesses
- Heisenberg'sche Unschärferelation  
 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$

Nichtlokalität der Quantenobjekte; Kopenhagener Deutung; Quantenphysik und Philosophie

### Lernbereich 5: Grundlagen der Atomphysik

18 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellung

- Entdeckung des Elektrons
- Entdeckung des Atomkerns

Kennen experimenteller Befunde zum Energieaustausch mit Atomen

- quantenhafte Emission von Licht
  - Linienspektren
  - Wasserstoff-Spektrum,  
Serien-Formel  $f = R_y \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

- Resonanzabsorption
- Franck-Hertz-Versuch

Beurteilen der Leistungsfähigkeit und Grenzen des Bohr'schen Atommodells

- Energie auf Bohr'schen Bahnen  
$$E_n = - \frac{m_e \cdot e^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$
- Notwendigkeit des Übergangs zum quantenmechanischen Atommodell

Einblick gewinnen in Grundannahmen des quantenphysikalischen Atommodells

- Elektronen im Potentialtopf
- Energie im Potentialtopf
- Coulomb-Potential
- Orbitale

Einblick gewinnen in das Prinzip der Lumineszenz

- Fluoreszenz
- Phosphoreszenz

Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Anwendung von Laserstrahlung

Ölfleckversuch

Thomson'sches Atommodell

Rutherford'sches Atommodell

Aufnahme von Spektren am Computer mit entsprechender Verarbeitungssoftware

Balmer-Serie

mit Neon und Quecksilber

Bohr'sche Postulate

Energietermschema

natürliche Breite der Spektrallinien

⇒ Methodenbewusstsein: Arbeit mit Modellen

Hauptquantenzahl  $n$

$$E_n = \frac{h^2}{8m_e \cdot a^2} \cdot n^2$$

Nachweis von UV-Licht, Sicherheitsmerkmale von Banknoten, nachleuchtende Warnschilder Chemo- und Elektrolumineszenz, Lumineszenzen im Tierreich

optische Speichermedien

<p>Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur</p>	<p>Henri Becquerel, Marie Curie</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis und Eigenschaften, Strahlungsarten <math>\alpha, \beta, \gamma</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Geiger-Müller-Zählrohr</li> <li>· Nebelkammer</li> </ul> </li> <li>- Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt</li> </ul>	<p>ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern</p> <p>Szintillationszähler</p> <p>Blasenkammer</p> <p>Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung</p>
<p>Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen</p>	<p>Nutzung des Tröpfchenmodells</p> <p>→ Lk 11, LB 9</p> <p>ausgewählte Zerfallsreihen; Tunneleffekt</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich von Kern- und Atomradius, Kern- und Atommasse</li> <li>- Tröpfchenmodell</li> <li>- Deuten der Instabilität von Kernen</li> <li>- A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte</li> <li>- Kernumwandlungsgleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>· Alpha-Zerfall</li> <li>· Beta-Zerfall, Neutrino</li> </ul> </li> </ul>	<p>Nutzung des Tröpfchenmodells</p> <p>→ Lk 11, LB 9</p> <p>ausgewählte Zerfallsreihen; Tunneleffekt</p>
<p>Übertragen energetischer Betrachtungen auf Kernprozesse</p>	<p>künstliche Isotope</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massedefekt und Bindungsenergie <math>E_B = \Delta m \cdot c^2</math></li> <li>- Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Massenzahl Kernspaltung, Kernfusion</li> </ul>	<p>künstliche Isotope</p>
<p>Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung</p>	<p>N als Erwartungswert, statistisches Gesetz</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden <ul style="list-style-type: none"> <li>· Zerfallsgesetz, Halbwertszeit <math>N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}</math></li> <li>· Aktivität <math>A = -\frac{dN}{dt}</math></li> <li>· C-14-Methode</li> </ul> </li> <li>- Wechselwirkung von Strahlung und Materie <ul style="list-style-type: none"> <li>· Abklingverhalten</li> <li>· Absorptionsvorgänge</li> <li>· Strahlenschutz, Äquivalentdosis <math>D_q = \frac{E}{m} \cdot q</math></li> </ul> </li> </ul>	<p>Alpha-Peek, Ionisation</p> <p>Qualitätsfaktor <math>q</math></p>
<p>Sich positionieren zu Chancen und Risiken der Nutzung der Radioaktivität</p>	<p>zivile und militärische Anwendungen</p> <p>⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit</p> <p>⇒ Wertorientierung</p>

**Lernbereich 7: Thermodynamik****15 Ustd.**

<p>Kennen des allgemeinen Gasgesetzes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsgleichung für das ideale Gas  <math display="block">\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.}</math></li> <li>- isochore, isobare und isotherme Zustandsänderung</li> <li>- <math>p \cdot V = n \cdot R_0 \cdot T</math></li> </ul> <p>Anwenden des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erster Hauptsatz <math>\Delta U = Q + W</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Volumenarbeit <math>W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV</math></li> <li>· Wärme <math>Q = m \cdot c \cdot \Delta T</math></li> <li>· <math>c_p</math> und <math>c_v</math></li> <li>· adiabatische Zustandsänderung</li> <li>· innere Energie</li> </ul> </li> <li>- Stirling'scher Kreisprozess  <math>p(V)</math> – Diagramm</li> <li>- Wirkungsgrad von Kreisprozessen <ul style="list-style-type: none"> <li>· maximaler Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine <math>\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}</math></li> <li>· Betrachtung eines technischen Kreisprozesses im <math>p(V)</math> – Diagramm</li> </ul> </li> </ul> <p>Kennen des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik</p> <p>reversible und irreversible Prozesse</p> <p>Sich positionieren zur Verwendung und Bedeutung von Wärmekraftmaschinen und zur gegenwärtigen Energienutzung</p>	<p>Normzustand eines Gases</p> $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$ <p>→ CH, Kl. 9, LB 2</p> <p>Avogadro'sche Zahl, spezifische Gaskonstante  <math>p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T</math></p> <p>spezielle Zustandsänderungen</p> <p>→ MA, Gk 12, LB 1  → MA, Lk 12, LB 1</p> <p>Ausblick: Flüssigkeiten und Festkörper</p> $U = m \cdot c_v \cdot T$ <p>Berechnung</p> <p>reale Wirkungsgrade</p> <p>Carnot'scher und Stirling'scher Kreisprozess</p> <p>idealisierte und reale Kreisprozesse  Wärmepumpe, Otto-Motor, Diesel-Motor</p> <p>historische Bedeutung der Dampfmaschine, Zukunft der Verbrennungsmotoren, Vergleich der Umweltbilanzen verschiedener Antriebsarten</p> <p>→ GE, Lk 11, LB 2</p>
---	--

**Wahlbereich 1: Deterministisches Chaos**

<p>Einblick gewinnen in das Verhalten nichtlinearer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lineare und nichtlineare Systeme</li> <li>- deterministisches Chaos <ul style="list-style-type: none"> <li>· nichtlineare Rückkopplung</li> </ul> </li> <li>- Chaos und Ordnung <ul style="list-style-type: none"> <li>· Übergang ins Chaos</li> <li>· Attraktoren</li> </ul> </li> <li>- eingeschränkte Vorhersagbarkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sensitivität bezüglich der Anfangsbedingungen</li> <li>· Möglichkeit von Kurzzeitvorhersagen</li> <li>· Erkennen der Chaosfähigkeit</li> </ul> </li> </ul>	<p>Kausalitätsprinzip, Determinismus und deterministisches Chaos</p> <p>mechanische und elektromagnetische Systeme</p> <p>Einsatz GTR oder Computer Simulation zur Reflexion am Billardtisch mit kreisförmigem Hindernis erzwungene Schwingung in nichtlinearen Systemen: Schwingkreis mit nichtlinearen Bauelementen, Drehpendel mit Unwucht</p> <p>logistische Gleichung und Verhulst-Dynamik Zeitreihenanalyse und Herzrhythmus Räuber-Beute-Modelle</p> <p>Bifurkationsdiagramm</p> <p>Wettervorhersage; Prognosevergleich unterschiedlicher digitaler Quellen Nichtlinearität bei Doppelpendel und getriebenem Einfachpendel</p> <p>Magnetpendel</p>
--	---

**Wahlbereich 2: Kinetische Gastheorie**

<p>Anwenden der Kenntnisse der kinetischen Gastheorie auf makrophysikalisch beobachtbare Erscheinungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundannahmen des Modells „ideales Gas“</li> <li>- Grundaussagen der kinetischen Gastheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>· kinetisch-statistische Deutung der Größe Druck</li> <li>· Gleichverteilung der Teilchen eines idealen Gases</li> <li>· Energieverteilung der Teilchen im idealen Gas</li> </ul> </li> <li>- Herleitung der Grundgleichung der kinetischen Gastheorie  <math display="block">p \cdot V = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \overline{E_{\text{kin}}}; \quad p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m_T \cdot \overline{v^2}</math> </li> <li>- Zusammenhang: Teilchengeschwindigkeit und Gasdruck</li> </ul>	<p>Grad der Übereinstimmung des Modells mit realen Gasen</p> <p>Teilchenmodell; qualitative Deutung Nutzen von Simulationsprogrammen</p> <p>statistischer Charakter des Teilchenverhaltens</p> $p = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot v^2$
---	---

- mittlere kinetische Energie der Teilchen einatomiger Gase und Temperatur

$$\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T ; \text{ Boltzmann-Konstante } k$$

- Diffusion

Versuch von Stern  
Crookes'sches Radiometer  
Osmose, Brown'sche Bewegung

### Wahlbereich 3: Anwendungen der Physik

Übertragen der Kenntnisse über Wellen auf Anwendungen in Technik und Medizin

- Wellenlänge von Schallwellen, Dopplereffekt für Schallwellen
- Sichtbarmachen von Gewebe durch Ultraschall
  - Laufzeitunterschiede
  - Frequenzverschiebung
- Erzeugung und Eigenschaften der Röntgenstrahlen
  - Untersuchung von Schweißnähten
  - Computertomographie

Einblick gewinnen in weitere Verfahren

Erkunden und Vertiefen der Phänomene als Grundlage für das Übertragen auf Anwendungen

Darstellung der Informationen durch rechnergestützte Auswertung

Impuls-Echo-Verfahren

Dopplereffekt-Verfahren

selbstständiger Wissenserwerb

Vorträge mit Bildschirmpräsentation

Ortung und Entfernungsmessung, Radar und Satellitennavigation; Prüfung und Bearbeitung von Werkstoffen durch Ultraschall; Röntgendiagnostik, radiologische Diagnoseverfahren in der nuklearmedizinischen Diagnostik