



Lehrplan Gymnasium

Physik

2004/2007/2009/2011/2019/2022/2025/2026

Der überarbeitete Lehrplan im Fach Physik für das Gymnasium tritt entsprechend folgender Regelung in Kraft:

für die Klassenstufen 6 bis 8 und 10
für die Klassenstufe 9
für die Jahrgangsstufen 11 und 12

am 1. August 2025
am 1. August 2026
am 1. August 2025

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, 2022, 2025 und 2026 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
<https://www.smk.sachsen.de/>

Download:
<https://www.schulportal.sachsen.de/lplandb/>

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	24
Klassenstufe 10	29
Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Grundkurs	36
Jahrgangsstufe 11 – Grundkurs	37
Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs	41
Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Leistungskurs	45
Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs	47
Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs	54

Aufbau und Verbindlichkeit der Lehrpläne

Grundstruktur	Im Teil Grundlagen enthält der Lehrplan Ziele und Aufgaben des Gymnasiums, Aussagen zum fächerverbindenden Unterricht sowie zur Entwicklung von Lernkompetenz. 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.								
Lernbereiche, Zeitrichtwerte	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. 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.								
tabellarische Darstellung der Lernbereiche	Die Gestaltung der Lernbereiche erfolgt in tabellarischer Darstellungsweise. <table><tr><th colspan="2">Bezeichnung des Lernbereiches</th><th>Zeitrichtwert</th></tr><tr><td colspan="2">Lernziele und Lerninhalte</td><td>Bemerkungen</td></tr></table>	Bezeichnung des Lernbereiches		Zeitrichtwert	Lernziele und Lerninhalte		Bemerkungen		
Bezeichnung des Lernbereiches		Zeitrichtwert							
Lernziele und Lerninhalte		Bemerkungen							
Verbindlichkeit der Lernziele und Lerninhalte	Lernziele und Lerninhalte sind verbindlich. Sie kennzeichnen grundlegende Anforderungen in den Bereichen Wissenserwerb, Kompetenzentwicklung und Werteorientierung. 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.								
Bemerkungen	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.								
Verweisdarstellungen	Verweise auf Lernbereiche des gleichen Faches und anderer Fächer sowie auf überfachliche Ziele werden mit Hilfe folgender grafischer Elemente veranschaulicht: <table><tr><td>➔ LB 2</td><td>Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches der gleichen Klassenstufe</td></tr><tr><td>➔ Kl. 7, LB 2</td><td>Verweis auf Lernbereich des gleichen Faches einer anderen Klassenstufe</td></tr><tr><td>➔ MU, Kl. 7, LB 2</td><td>Verweis auf Klassenstufe, Lernbereich eines anderen Faches</td></tr><tr><td>⇒ Lernkompetenz</td><td>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)								
Wahlpflichtbereich	Im Wahlpflichtbereich wählt der Schüler entweder ein schulspezifisches Profil (Lehrplan Schulspezifisches Profil) oder eine dritte Fremdsprache.								

Beschreibung der Lernziele**Begriffe**

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

Einblick gewinnen

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

Kennen

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

Übertragen

Handlungs- und Verfahrensweisen routinemäßig gebrauchen

Beherrschen

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

Anwenden

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

**Beurteilen/
Sich positionieren**

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

**Gestalten/
Problemlösen**

In den Lehrplänen des Gymnasiums werden folgende Abkürzungen verwendet:

Abkürzungen	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/RW	Gemeinschaftskunde/Rechtserziehung/Wirtschaft
	GEO	Geographie
	GE	Geschichte
	GR	Griechisch
	HU	Herkunftssprache
	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/j	Jüdische 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 Planungen 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 Schulklubarbeit 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	Arbeit
Medien	Beruf
Kommunikation	Gesundheit
Kunst	Umwelt
Verhältnis der Generationen	Wirtschaft
Gerechtigkeit	Technik
Eine Welt	

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

Beitrag zur allgemeinen Bildung

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.

Damit leistet das Fach Physik einen wesentlichen Beitrag bei der Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen, entsprechend den vier in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss¹ und für die Allgemeine Hochschulreife² beschriebenen Kompetenzbereichen:

- Sachkompetenz
- Erkenntnisgewinnungskompetenz
- Kommunikationskompetenz
- Bewertungskompetenz.

Die erworbenen Kompetenzen und Kenntnisse auf Grundlage der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss wurden für die Allgemeine Hochschulreife weiterentwickelt.

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.

¹ Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i.d.F. vom 13.06.2024)

² Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)

allgemeine fachliche Ziele	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 - Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen - Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung eines eigenen Weltbildes
Strukturierung	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. 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 genannten Schülerexperimente (SE) sind verbindlich. Beim Experimentieren und Auswerten werden auch digitale Werkzeuge einbezogen. In den Jahrgangsstufen 11 und 12 entscheidet die Fachlehrkraft darüber hinaus, welche weiteren Experimente auch unter Nutzung digitaler Messwerterfassung und -auswertung zum Erreichen der Ziele als Schülerexperimente durchgeführt werden.

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 der Lernenden 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.

Die Basiskonzepte

- Erhaltung und Gleichgewichte
- Modelle und Vorhersagen
- Experimente und Verfahren
- Ursache und Wirkung in den Klassenstufen 6 bis 10 sowie
- Erhaltung und Gleichgewicht
- Superposition und Komponenten
- Mathematisieren und Vorhersagen
- Zufall und Determiniertheit

in den Jahrgangsstufen 11 und 12 dienen zur Strukturierung und Vernetzung der fachlichen Inhalte und gewährleisten die Vertiefung einer strukturierten Wissensbasis. An unterschiedlichen Stellen des Lehrplans wird auf diese Konzepte zurückgegriffen und somit kumulatives Lernen ermöglicht.

didaktische Grundsätze

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. Die Schüler erwerben Fertigkeiten im Umgang mit aktuell zugelassenen Hilfsmitteln, Simulations- und Präsentationsprogrammen sowie Systemen zur digitalen Messwerterfassung und -auswertung. 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 Dimensionen 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	10 Ustd.
Lernbereich 2:	Thermische Energie und Klimaphysik	17 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	8 Ustd.
Lernbereich 2:	Energieversorgung	21 Ustd.
Lernbereich 3:	Bewegungsgesetze	13 Ustd.
Lernbereich 4:	Physikalisches Praktikum	8 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:	Newton'sche Gesetze und deren Anwendung	7 Ustd.
Lernbereich 2:	Mechanische Schwingungen und Wellen	10 Ustd.
Lernbereich 3:	Kosmos, Erde und Mensch	18 Ustd.
Lernbereich 4:	Licht als Strahl und Welle	9 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:	Mechanische Grundlagen	8 Ustd.
Lernbereich 2:	Elektrisches Feld	16 Ustd.
Lernbereich 3:	Magnetisches Feld	8 Ustd.
Lernbereich 4:	Geladene Teilchen bzw. Körper in statischen Feldern	12 Ustd.
Lernbereich 5:	Elektromagnetische Felder	8 Ustd.

Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Leitungsvorgänge in Halbleitern
Wahlbereich 2:	Messen und Modellieren
Wahlbereich 3:	Relativität von Zeit und Raum

Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs

Lernbereich 1:	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen	12 Ustd.
Lernbereich 2:	Praktikum Optik und Schwingungen	6 Ustd.
Lernbereich 3:	Quantenobjekte	20 Ustd.
Lernbereich 4:	Atomvorstellungen	6 Ustd.

Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Anwendungen der Physik
Wahlbereich 2:	Radioaktivität

Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

Lernbereich 1:	Erhaltungssätze und ihre Anwendungen	12 Ustd.
Lernbereich 2:	Kräfte	18 Ustd.
Lernbereich 3:	Kinematik und Dynamik – Praktikum	18 Ustd.
Lernbereich 4:	Modellbildung und Simulation	8 Ustd.
Lernbereich 5:	Elektrisches Feld	24 Ustd.
Lernbereich 6:	Magnetisches Feld	10 Ustd.
Lernbereich 7:	Geladene Teilchen bzw. Körper in statischen Feldern	20 Ustd.
Lernbereich 8:	Elektromagnetische Felder	20 Ustd.

Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Einblick in die spezielle Relativitätstheorie
Wahlbereich 2:	Leitungsvorgänge in Halbleitern

Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

Lernbereich 1:	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen	18 Ustd.
Lernbereich 2:	Mechanische und elektromagnetische Wellen	20 Ustd.
Lernbereich 3:	Praktikum Optik und Schwingungen	12 Ustd.
Lernbereich 4:	Quantenobjekte	20 Ustd.
Lernbereich 5:	Atomvorstellungen	20 Ustd.
Lernbereich 6:	Thermodynamik	20 Ustd.

Lernbereiche mit Wahlcharakter

Wahlbereich 1:	Eigenschaften der Atomkerne
Wahlbereich 2:	Deterministisches Chaos

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 auch unter Nutzung digitaler Messwerterfassung und -auswertung 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 Messwerttabelle 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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 digitaler Medien und stellen ihren Mitschülern Lern- und Arbeitsergebnisse vor.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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

Kennen von Phänomenen der Lichtausbreitung

- Einteilung der Körper
 - Lichtquellen und beleuchtete Körper
 - lichtdurchlässige und lichtundurchlässige Körper
- Ausbreitungseigenschaften des Lichts
 - allseitig, geradlinig
 - Umkehrung des Lichtwegs
- SE: Schattenbildung
 - Konstruktion von Schattenräumen
 - Finsternisse, Mondphasen

Anwenden der Kenntnisse auf die Reflexion des Lichts

- Reflexion am ebenen Spiegel
- SE: Reflexionsgesetz $\alpha = \alpha'$
- Reflexion an gekrümmten Spiegeln

Anwenden der Kenntnisse auf die Brechung des Lichts

- SE: Brechungsgesetz qualitativ
- Strahlengang am Prisma

Übertragen der Kenntnisse über die Bildentstehung an Sammellinsen auf einfache optische Geräte

- Strahlengang an Sammellinsen
- SE: Bilder an Sammellinsen
- Experimente zu einfachen optischen Geräten

Einblick gewinnen in die digitale Bildentstehung

Phänomene und Anwendungen in den Teilgebieten der Physik

frühere und heutige Lichtquellen
intelligentes Licht, Lichtverschmutzung
Sonne, Planeten, Mond
SE: Einfluss der Schichtdicke auf Lichtdurchlässigkeit
Änderung der Lichtverhältnisse beim Tauchen

Lichtstrahl als Modell

Schatten zweier Lichtquellen
Kern- und Halbschatten

Sehvorgang; Glänzen und Glitzern
Rückspiegel, Kaleidoskop, Periskop, Sonnenofen

Beobachtungen an Winkelspiegeln

➔ MA, Kl. 5, LB 2

⇒ Methodenbewusstsein: Formulieren eines physikalischen Gesetzes als Gleichung

Scheinwerfer

Übergang des Lichts zwischen Luft und einem anderen Stoff

Umkehrprisma

➔ LBW 3

➔ KU, Kl. 6, LB 1

Brennpunkt, Brennweite
Parallel-, Brennpunkt- und Mittelpunktstrahl

Brechkraft einer Linse
wirkliche und scheinbare Bilder
zeichnerisches Darstellen

Lupe, Brille, Projektor, Fotoapparat
SE: Prinzip eines einfachen optischen Gerätes
Bau eines optischen Gerätes
Präsentation der angefertigten Objekte

➔ BIO, Kl. 6, LB 3

➔ BIO, Kl. 8, LB 1

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

Einblick gewinnen in den Aufbau der Körper aus Teilchen - Teilchenvorstellung als Modell - Unterschiede zwischen Körpern verschiedener Aggregatzustände Beherrschen der Bestimmung von Volumen und Masse - physikalische Größen als Produkt aus Zahlenwert und Einheit - SE: Volumenbestimmung - Unbestimmtheit des Volumens gasförmiger Körper - SE: Massebestimmung Anwenden der Kenntnisse auf die physikalische Größe Dichte - $\rho = \frac{m}{V}$ - SE: Dichtebestimmung Beurteilen von Bewegungen - Merkmale · geradlinige Bewegung, Kreisbewegung, Schwingung · gleichförmig, ungleichförmig - Messen von Weg s und Zeit t - physikalische Größe Geschwindigkeit · Geschwindigkeiten in Natur und Technik · Durchschnittsgeschwindigkeit · $v = \frac{s}{t}$ · SE: Geschwindigkeitsbestimmung · $s(t)$ – Diagramm für gleichförmige Bewegungen, $s \sim t$ · Protokollieren Einblick gewinnen in Entfernungen und Geschwindigkeiten in der Astronomie	Atome, Moleküle Kohäsion, Adhäsion ⇒ Methodenbewusstsein SE: Diffusion, Brown'sche Bewegung Nutzen von Animationen Physik als eine messende Wissenschaft historischer Einblick am Beispiel der Längenmessung, Längeneinheiten Volumeneinheiten Differenzmethode für unregelmäßige feste Körper Messen durch Vergleichen Deuten mit Hilfe des Teilchenmodells ⇒ Methodenbewusstsein: Wesen physikalischer Größengleichungen Weg als Ortsänderung Messpunkte im Diagramm Einsatz auch digitaler Messtechnik Betrachtung bei konstanter Ortsänderung oder konstanter Zeit Sachverhalte aus der Erfahrungswelt der Schüler Vergleichen von Graphen verschiedener Bewegungen → MA, Kl. 6, LB 2 → CH, Kl. 7, LB 1 → BIO, Kl. 6, LB 4 Lichtgeschwindigkeit
---	---

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

Kennen der physikalischen Größe Temperatur - Notwendigkeit der Messung - Formelzeichen und Einheit für Celsius-Skala - Zusammenhang von Temperatur und Teilchenbewegung Beherrschen der Temperaturmessung SE: Temperaturverlauf mit $\vartheta(t)$ – Diagramm Anwenden der Kenntnisse zu temperaturbedingter Längen- bzw. Volumenänderung - Volumenänderung von Flüssigkeiten - Längenänderung fester Stoffe - Abhängigkeit vom Stoff Anwenden der Kenntnisse auf Temperaturmessung - Aufbau und Funktionsprinzip eines Flüssigkeitsthermometers - Messgrößenwandlung - weitere Thermometerarten und Möglichkeiten der Temperaturbestimmung - Messbereich verschiedener Thermometer Kennen der Aggregatzustandsänderungen - Abhängigkeit des Aggregatzustands vom Stoff und von der Temperatur - Schmelzen, Erstarren, Schmelztemperatur; Sieden, Kondensieren, Siedetemperatur - Verdunsten - Anwendungen in Natur und Technik	Temperaturen aus Alltag, Natur und Technik Temperaturen auf Planeten Subjektivität des Temperaturempfindens ⇒ Methodenbewusstsein: Teilchenmodell SE: Nachweis von Längen- bzw. Volumenänderung bei Temperaturänderung Ausdehnungsgefäße, Altar des Philon Anomalie des Wassers Dichteänderung Unterrichtsgang bzw. Erkundung: Brückenlager, Dehnungsfuge Bimetallstreifen ⇒ Methodenbewusstsein: Messen ➔ GS SU, Kl. 4, LB 4 Anfertigen und Skalieren eines Modellthermometers Digitalthermometer, Bimetallthermometer, Flüssigkristallthermometer; Glühfarben, Thermofolien Thermometer für verschiedene Temperaturbereiche Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten: Temperatur ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung Anfertigen von Schwimmkerzen Löten einer Drahtskulptur Einfluss von Oberfläche, Temperaturdifferenz zur Siedetemperatur sowie Bewegung des entstehenden Gases Beispiele aus dem Erfahrungsbereich sowie Meerwasserentsalzung, Stahlherstellung, Löten Globale Erwärmung, Polkappen- und Gletscherschmelze, Unterscheidung Wetter – Klima ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
--	---

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

Sich positionieren zur Bedeutung des elektrischen Stroms - Wirkungen und deren Anwendung - Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom - Leiter und Isolatoren Beherrschen des Aufbaus von Stromkreisen nach Schaltplänen - Bestandteile - Arten von Stromkreisen · SE: einfacher Stromkreis · verzweigte und unverzweigte Stromkreise	Strom als Voraussetzung zum Betreiben elektrischer Geräte → TC, Kl. 6, LBW 4 ⇒ Gesundheitserziehung: Maßnahmen der ersten Hilfe Gefahren des elektrischen Stromes, Brandschutz SE: Untersuchung auf Leitfähigkeit Verwenden von Schaltzeichen Zeichnen von Schaltplänen Spannungsquelle, Verbindungsleiter, Gerät, Schalter Stromkreis am Fahrrad Schalter in Stromkreisen SE: UND- und ODER-Schaltung
---	---

Wahlbereich 1: Sehen und Fotografieren

Anwenden der Kenntnisse zur Optik auf Fotoapparat und Auge - Nachgestaltung des Aufbaus und Erkundung der Wirkungsweise im Experiment - Vergleich von Auge und Fotoapparat - Bau einer Lochkamera	Bildscharfstellung Wirkung von Blenden Anpassung an Entfernungsunterschiede Augenformen im Tierreich Camera obscura; Canaletto
--	---

Wahlbereich 2: Wärmedämmung

Anwenden der Kenntnisse auf den Wärmehaushalt von Häusern - Auffinden von Wärmeverlusten - experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Wärmedämmung - Wärmeleitung in Abhängigkeit von Material und Schichtdicke - praktische Umsetzung	Zuordnung zwischen Maßnahme zur Wärmedämmung und physikalischem Wissen Erfahrungen; Wärmebilder, digitale Wärmebildbearbeitung, Falschfarbendarstellung Erkunden in der Umgebung Gestalten eines einfachen Modellhauses Iglu, Felswohnung Niedrigenergiehaus, Passivhaus Schutz von Ressourcen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
---	--

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 Farbkreisele
- 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 und nutzen dabei auch die digitale Messwerterfassung und -auswertung. 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 Mediendarstellungen 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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
 - Nachweis der direkten Proportionalität von Kraft und Längenänderung
 - Federkonstante

Anwenden des Hebelgesetzes auf Dinge aus Alltag, Natur und Technik

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

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

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, Quotientenvergleich;
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

Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten: Kraft

⇒ Medienbildung

⇒ informatische Bildung

Lasthebemagnet, elektrische Klingel, magnetisches Türschloss, Relais

Untersuchung des magnetischen Feldes durch kleine Probekörper

Magnetfeld der Erde

Aufbau und Wirkungsweise des Elektroskops

- elektrostatische Ladung Einblick gewinnen in die Darstellung elektrostatischer Felder - elektrisches Feld als Vermittler der Kräfte - Feldlinienbilder Anwenden der Kenntnisse über Kräfte auf Sachverhalte aus Alltag, Natur und Technik Nachweis und Messung von Kräften	Kern-Hülle-Modell des Atoms Elektron als Ladungsträger Untersuchung des elektrischen Feldes durch kleine Probekörper Analogie zum magnetischen Feld Gruppenarbeit, Lernzirkel Präsentation der Ergebnisse auch unter Nutzung digitaler Medien Anfertigen eines Kraftmessers, Messen von Muskelkräften, Messen der Zugkraft von Fahrzeugmodellen Erkunden der Eigenschaften von Dauermagneten, Messen magnetischer Kräfte, Herstellen eines Lametta-Elektroskops
--	---

Lernbereich 2: Stromstärke und Spannung in Stromkreisen**18 Ustd.**

Einblick gewinnen in das Phänomen der Leitung in Metallen, Flüssigkeiten und Gasen Kennen der physikalischen Größe elektrische Stromstärke - Deuten mit Modell der Elektronenleitung für metallische Leiter - Gesetze der Stromstärke · unverzweigter Stromkreis $I = I_1 = I_2$ · verzweigter Stromkreis $I_{\text{ges}} = I_1 + I_2$ Kennen der physikalischen Größe Spannung - Spannungsquellen - Gesetze der Spannung · unverzweigter Stromkreis $U_{\text{ges}} = U_1 + U_2$ · verzweigter Stromkreis $U = U_1 = U_2$ Beherrschen des Messens von Stromstärken und Spannungen - SE: Messen von Spannungen und Stromstärken in verzweigten und unverzweigten Stromkreisen - Messunsicherheiten	Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen → CH, Kl. 7, LB 2 Vergleich mit Verkehrsstrom; Einführung des Begriffs am Beispiel metallischer Leiter Anwendung im Haushalt: Parallelschaltung der Geräte, Notwendigkeit mehrerer Stromkreise, Absicherung Spannung als Antrieb des Stroms SE: galvanische Spannungsquellen, Generator Spannungen im Haushalt Erzeugen von Teilspannungen durch Reihenschaltung Untersuchen von kombinierten Parallel- und Reihenschaltungen experimentelles Finden der Gesetzmäßigkeiten für Spannungen und Stromstärken Ursachen, Unvermeidbarkeit ⇒ Methodenbewusstsein: Beachten der Messgenauigkeit beim Ableiten von Gesetzen aus Messwerten
---	---

Lernbereich 3: Energiewandler**10 Ustd.**

Kennen der Energie - Grundlage für das Betreiben von Maschinen und Geräten - Grundlage für Bewegungsänderung, Verformung, Erwärmung und Leuchten von Körpern Anwenden der Energieformen beim Beschreiben von Energieumwandlung bzw. Energieübertragung - kinetische und potentielle Energie, thermische Energie, chemische Energie, elektrische Energie, Strahlungsenergie - potentielle Energie $E_{\text{pot}} = F_G \cdot h$ Anwenden des Gesetzes von der Erhaltung der Energie auf Beispiele aus der Mechanik Einblick gewinnen in den Wirkungsgrad von Energiewandlern Wirkungsgrad von Geräten und Anlagen Kennen der physikalischen Größe Leistung - $P = \frac{E}{t}$, E als umgewandelte Energie - Leistung beim Heben von Körpern Übertragen der Kenntnisse über Energieumwandlungen und Leistung auf neue Sachverhalte - Experimentieren mit Energiewandlern - Recherche über Energiewandler	ganzheitlicher Energiebegriff → LB 1 → Kl. 6, LB 1 → BIO, Kl. 7, LB 1 Energieumwandlungen in Kraftwerken mechanische Einrichtungen, Wärmequellen und elektrische Geräte aus der Lebenswelt der Schüler Mensch als Energiewandler quantitative Vergleiche Beachten der Gültigkeitsbedingungen Perpetuum mobile Fadenpendel, Achterbahn, Trampolin, Wasserfall, Turbinen im Wasserkraftwerk, Pumpspeicherkraftwerk Energiebilanzen Verringern des Energieaufwands durch Verkleinern der Reibung Leistung als Maß, wie schnell Energie umgewandelt bzw. übertragen wird Größenvorstellungen quantitative Vergleiche Treppen steigen, Kletterstange, Klimmzüge Erweiterung qualitativer Betrachtungen auf nichtmechanische Energiewandler Solarzelle und Motor, Kran ⇒ Problemlösestrategien Solkraftwerk, Windkraftanlagen ⇒ Medienbildung Vergleich unterschiedlicher Energiewandler wie Elektromotoren und Verbrennungsmotoren im Hinblick auf Umweltressourcen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
---	---

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, Alarmmelder 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. Sie kennen grundlegende Zusammenhänge der Klimaphysik. 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 Teilexperimente zu planen und auszuwerten. Beim Erfassen, Dokumentieren und Auswerten der Messwerte beziehen sie den Rechner und digitale Werkzeuge 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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 auch mithilfe digitaler Medien dar. Sie werten Texte, Bilder und Diagramme nach vorgegebenen Schwerpunkten aus und nutzen zum Bearbeiten von Aufgabenstellungen neben dem Lehrbuch weitere Quellen.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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**10 Ustd.**

Kennen der physikalischen Größe Druck - Druck in Gasen und Flüssigkeiten - Kolbendruck $p = \frac{F}{A}$ Kennen des Schweredrucks in Flüssigkeiten Ursachen und Eigenschaften $p = \rho \cdot g \cdot h$ Anwenden der Kenntnisse zum Schweredruck auf den Auftrieb von Körpern in Flüssigkeiten Archimedes'sches Gesetz Übertragen der Kenntnisse zu Eigenschaften des Schweredrucks in Flüssigkeiten auf den Luftdruck statischer Auftrieb in Luft	Fahrradreifen, Wasserleitung, Vakuumverpackung von Lebensmitteln Deutung im Teilchenbild Kraftwirkungen durch Druckunterschiede Blaise Pascal Druck beim Tauchen hydrostatisches Paradoxon Herleitung: Anwendung der Mathematik und logisches Schließen SE: Messen der Auftriebskraft Schwimmbase des Fisches Ballasttank im U-Boot Sinken, Schweben, Steigen und Schwimmen Otto von Guericke Magdeburger Halbkugeln → CH, Kl. 8, LB 1 Heißluftballon, Luftschiff
--	--

Lernbereich 2: Thermische Energie und Klimaphysik**17 Ustd.**

Kennen der physikalischen Größen thermische Energie und Wärme - Deuten der thermischen Energie im Teilchenbild - absolute Temperatur - Änderung der thermischen Energie durch Wärme $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ - thermische Energie und Aggregatzustandsänderungen · Umwandlungstemperatur · Umwandlungswärme Kennen der Möglichkeiten zur Übertragung von thermischer Energie Leitung, Strahlung, Strömung Kennen der Grundlagen der Klimaphysik - Strahlungshaushalt der Erde - natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt	Summe der kinetischen und potentiellen Energien aller Teilchen Kelvinskala $\Delta E_{\text{therm}} = Q$ Änderung der thermischen Energie ohne Änderung des Aggregatzustands experimentelle Erarbeitung der Gleichung rechnergestütztes Auswerten der Messwerte Änderung der thermischen Energie bei Änderung des Aggregatzustands → Kl. 6, LB 3 Beispiele aus Natur und Technik SE: $\mathcal{A}(t)$ – Diagramm für Schmelzen Richtung der Energieübertragung Rückstrahlvermögen, mögliche Kippelemente
--	--

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

Kennen der physikalischen Größe elektrischer Widerstand - Eigenschaft eines Bauelements - $R = \frac{U}{I}$ - SE: Widerstandsbestimmung Kennen des Widerstandsgesetzes - $R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$, Gültigkeitsbedingung - Experiment zur Erkenntnisgewinnung Einblick gewinnen in den Einfluss der Temperatur auf den elektrischen Widerstand von Metallen und Halbleitern Kennen des Zusammenhangs zwischen Stromstärke und Spannung für verschiedene Bauelemente - SE: $I(U)$ – Kennlinie verschiedener Bauelemente - Ohm'sches Bauelement, Ohm'sches Gesetz $I \sim U$ ($T = \text{konst.}$) Anwenden der Kenntnisse über umgewandelte elektrische Energie und Leistung - $E = U \cdot I \cdot t$; $P = U \cdot I$ - Energieumwandlung, Entwertung elektrischer Energie, Energiespeicherung	Georg Simon Ohm → Kl. 7, LB 2 technische Widerstände Deuten mit dem Modell der Elektronenleitung Arbeiten mit dem Parameter ρ → MA, Kl. 8, LB 3 ⇒ Methodenbewusstsein Umgang mit Tabellen- und Formelsammlung Kaltleiter und Heißleiter, Supraleitung ⇒ informatische Bildung Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten: Stromstärke und Spannung ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung Arbeit mit Diagrammen Glühlampe, Thermistor Konstantendraht → Kl. 7, LB 3 Beispiele aus Haushalt und Technik 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 Energiesparmaßnahmen, Wirkungsgrad ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
--	---

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

Kennen der Gesetze der Widerstände in Stromkreisen - $R_{\text{ges}} = R_1 + R_2$ - $\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ Anwenden regelbarer Widerstände - Potentiometerschaltung - Messunsicherheiten und deren Auswirkung auf das Messergebnis Gestalten einer Experimentieranordnung auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten Beurteilen der beim Experimentieren gewonnenen Lernerfahrungen	Arbeit an Stationen experimentelles Prüfen der durch deduktives Schließen erarbeiteten Vermutungen ⇒ Methodenbewusstsein rechnergestütztes Auswerten von Messreihen experimentelle Aufgabe Aufnahme von Kennlinien innerer Widerstand von Messgeräten und Spannungsquellen zum Beispiel: Bestimmen des Wirkungsgrads ⇒ Problemlösestrategien: Konstruktionsprobleme ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung ⇒ Kommunikationsfähigkeit
---	---

Wahlbereich 1: Vom Ballonfahren

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

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 - Aufbau eines Kühlschranks und einer Wärmepumpe - Arbeit des Kompressors · Umwandlungswärme beim Sieden bzw. Kondensieren · Druckabhängigkeit der Siedetemperatur	Diskussion von Beispielen Beobachtung am Realobjekt ⇒ informatische Bildung Vergleich der Umweltbilanzen von Wärmepumpen und anderen Heizsystemen ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung Vergleich zum Abkühlen beim Verdunsten 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, das auch unter Nutzung digitaler Messwerterfassung und -auswertung durchgeführt wird.

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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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**8 Ustd.**

Einblick gewinnen in die Vielfalt elektronischer Bauelemente	Gewinnung der Rohstoffe, Herstellung Umgang mit Elektronikschrott ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
Anwenden der Kenntnisse und Fertigkeiten beim Experimentieren	
SE: charakteristische Eigenschaften ausgewählter Halbleiterbauelemente	problemorientiertes, forschendes Erschließen Kenngrößen $I(U)$ -Kennlinie
Halbleiterdiode, Solarzelle	Si-, Ge-, Z-Dioden, LED Transistor
rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten	Messunsicherheiten
Ableiten von Schlussfolgerungen zur Nutzung der Bauelemente	Diagramme praktische Anwendungsmöglichkeiten
Kennen prinzipieller Leitungsmechanismen bei Halbleitern	
- reine und dotierte Halbleiter - Paarbildung, Rekombination - n- und p-Leitung	energetische Betrachtungen pn-Übergang
Anwenden der Kenntnisse auf einfache Schaltungen	Gleichrichterschaltung, elektronische Schalter und Verstärker

Lernbereich 2: Energieversorgung**21 Ustd.**

Übertragen der Kenntnisse über Energie auf Möglichkeiten der Energiebereitstellung	Weiterentwicklung des Energiebegriffs aus den Klassenstufen 7 und 8 Geschichte des Energiebegriffs
Energieversorgung als Problem der Menschen	Energieressourcen, Energiebedarf, Energiespeicherung
Übertragung, Umwandlung, Erhaltung und Entwertung von Energie	Erläutern der Entwertung an Beispielen
- Bereitstellung elektrischer Energie durch Kraftwerke - Kraftwerksarten - Kraftwerksprozess - Umgang mit Energie	Primär-, Sekundär-, Endenergie und Abwärme fossile und regenerative Energieträger Streitgespräch
Anwenden der Kenntnisse zur elektromagnetischen Induktion auf die Bereitstellung und den Transport elektrischer Energie	Auswirkungen auf das eigene Leben und das Leben anderer ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
- magnetisches Feld - Wirkung magnetischer Kräfte - Feldlinienbilder	Nutzung von Generatoren bei der Bereitstellung elektrischer Energie → Kl. 7, LB 1
	magnetische Kräftepaare durch gleichzeitiges Auftreten von Nordpol und Südpol inhomogene und homogene magnetische Felder

- elektromagnetische Induktion · Induktion durch Änderung der wirksamen Spulenfläche · Induktion durch Änderung des Magnetfelds - Parameter, von denen der Betrag der Induktionsspannung abhängt - Wechselstromgenerator - Transformator · Spannungsübersetzung $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ · Energieübertragung mittels Hochspannung Einblick gewinnen in die Nutzung der Energie der Atomkerne - Atomkern · Protonen, Neutronen · Kernbindungskräfte · isotope Kerne - Radioaktivität · Strahlungsarten · Kernumwandlungen - Kernreaktor · Kernspaltung · Massendefekt · Kettenreaktion · Aufbau und Wirkungsweise Sich positionieren zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Kraftwerksarten - Vergleich von Kraftwerksarten - Chancen und Risiken der Kernenergie - Energienutzung und Umweltbelastung	Michael Faraday Je-desto-Aussagen Begriffe: Wechselstrom, Wechselspannung Bauformen von Generatoren in Kraftwerken Werner von Siemens Wirkungsgrad Energieverbundnetze, Energieverlust bei Übertragung elektrischer Energie Einführung in die Geschichte der Kernenergie → CH, Kl. 7, LB 2 → CH, Kl. 8, LB 2 Entdeckung der Kernspaltung durch Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner Reserven an fossilen Energieträgern ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung Kohle- und Atomausstieg, erneuerbare Energien auch Lagerung radioaktiver Abfälle Erarbeiten eines komplexen Vorschlags zum Energiesparen oder zu Perspektiven der Energieversorgung Pro- Kontra-Diskussion zur "Energiewende" Nutzwertanalyse ⇒ Wertorientierung
---	---

Lernbereich 3: Bewegungsgesetze**13 Ustd.**

Kennen des Begriffs Bewegung - Bezugssystem und Relativität der Bewegung - Bewegung als Ortsänderung in einer Zeit - Modell Massepunkt Beherrschen des Umgangs mit Größen und Gesetzen der Kinematik - Unterscheidung von Durchschnitts- und Augenblicksgeschwindigkeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}; \text{ grafische Deutung}$ - geradlinig gleichförmige Bewegung $s(t) = v \cdot t$ - geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegung $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $s(t) = \frac{a}{2} t^2, v(t) = a \cdot t$ Übertragen der Kenntnisse über Bewegungsgesetze auf den freien Fall - g als Fallbeschleunigung - Würdigung Galileo Galileis	geradlinige Bewegung, Schwingung, Kreisbewegung Interpretieren verschiedener $s(t)$ – Diagramme Anstieg von Sekante bzw. Tangente Einsatz TR oder digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten Beschleunigungen und Geschwindigkeiten aus Technik, Alltag, Natur Messen von Beschleunigungen mit digitalen Endgeräten wie Mobiltelefonen, Nutzung geeigneter Apps → MA, Kl. 9, LB 1 Hinweis auf Bewegung mit Reibung Anfertigen von Fallschnüren Experiment zur Überprüfung einer Hypothese ⇒ Methodenbewusstsein
---	---

Lernbereich 4: Physikalisches Praktikum**8 Ustd.**

Anwenden des Wissens beim Lösen von Aufgaben aus Mechanik und Elektrik - elektrische Schaltungen - Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten - grafische Deutung kinematischer Größen in Diagrammen · Beschleunigung als Anstieg der Geraden im $v(t)$ – Diagramm · Weg als Fläche unter dem Graphen im $v(t)$ – Diagramm Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen - Entwickeln von Experimentieranordnungen - Bearbeiten von Erklärungsproblemen	Gesetze am Transformator; Gleichrichterschaltungen; Modell eines Netzteils Aufnehmen und Auswerten von Diagrammen zur Beschreibung von Bewegungen ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung ⇒ Problemlösestrategien ⇒ Kommunikationsfähigkeit ⇒ Arbeitsorganisation Selbstinduktion, belasteter Transformator
--	---

Wahlbereich 1: Natürliche Radioaktivität

Sich positionieren zur Radioaktivität in Natur und Technik	
- Entdeckung der Radioaktivität - Aufbau und Wirkungsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs - Eigenschaften radioaktiver Strahlung · Durchdringungsvermögen · Reichweite - Radioaktivität als Umweltfaktor, Nulleffekt - Anwendungen radioaktiver Präparate in Medizin und Technik	Henri Becquerel, Marie Curie Filmdosimeter Schlussfolgerungen für Strahlenschutz natürliche Strahlenbelastung, Radonproblem experimentelle Untersuchung von Gesteinen nuklearmedizinische Diagnostik, Strahlentherapie von Tumoren Qualitätsüberwachung: Werkstoffprüfung, Verschleißmessung

Wahlbereich 2: Energie von Wind und Sonne

Sich positionieren zur Nutzbarkeit der Energie von Wind und Sonne	⇒ Medienbildung
- Aufbau und Wirkprinzip einer Windkraftanlage - thermische Nutzung der Solarenergie - Fotovoltaik - Vor- und Nachteile	Rotorarten, Generator, Windmühlen, Segelschiffe Sonnenkollektoren, Solardampfmaschine Erzeugung hoher Temperaturen mittels Brennlinsen; Treibhauseffekt Arten von Solarzellen, Wirkungsweise SE: Abhängigkeit der elektrischen Leistung von Bestrahlungsstärke, Bestrahlungswinkel und Temperatur Recherche und Präsentation unter Nutzung geeigneter Medien ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

Wahlbereich 3: Bewegungen auf gekrümmten Bahnen

Anwenden von Gesetzen der Kinematik und Dynamik auf Bewegungen auf gekrümmten Bahnen	
- gleichförmige Kreisbewegung · Bahngeschwindigkeit $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ · Radialkraft $F_r = \frac{m \cdot v^2}{r}$ - Satellitenbahnen	Beispiele aus Sport, Technik und Raumfahrt Bahngeschwindigkeit von Erde und Mond Vergleich der Größenordnung von Radialkräften und -beschleunigungen Hammerwerfen, Fahren in einer Kurve, Loopingbahn Bahnformen, Gravitationskraft; Simulation Anwendungen der Satellitentechnik

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 selbständigen 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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: Newton'sche Gesetze und deren Anwendung**7 Ustd.**

Kennen der Newton'schen Gesetze - $F = m \cdot a$ - Würdigung Isaac Newtons - SE: Ermitteln von Beschleunigungen - Trägheitsgesetz und Wechselwirkungsgesetz - Superposition von Kräften, lex quarta geneigte Ebene Beurteilen von Gefahren im Straßenverkehr bei Bremsvorgängen - Bremsverzögerung - Bremsweg - Bremskraft	Eigenschaft der Masse: Trägheit und Schwere Schwereelosigkeit, Astronaut im Raumschiff Fallmaschine nach Atwood, Mobiltelefon Rückstrahlantrieb → Kl. 7, LB 1 Computersimulationen auch zum Einfluss der Reibung → Kl. 9, LB 3 Bestimmen der Reaktionszeit im Experiment Faustregeln der Fahrschule Sturzhelm, Sicherheitsgurt, Knautschzone, Crashtest
--	---

Lernbereich 2: Mechanische Schwingungen und Wellen**10 Ustd.**

Beherrschen des Arbeitens mit physikalischen Größen zur Beschreibung mechanischer Schwingungen - Entstehen einer Schwingung - Auslenkung, Amplitude, Periodendauer, Frequenz - gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen · Energieumwandlungen · $y(t)$ – Diagramm Anwenden der Gleichung zur Berechnung der Periodendauer bei Fadenpendel und Feder-schwinger - SE: Erarbeiten eines Zusammenhangs $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ und } T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ Kennen der Merkmale von Eigenschwingungen und erzwungenen Schwingungen sowie der Resonanz Beherrschen des Arbeitens mit physikalischen Größen zur Beschreibung mechanischer Wellen Auslenkung, Amplitude, Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit · $v = \lambda \cdot f$ · $y(s)$ – Diagramm	Recherche: Entwicklung der Zeitmessung Pendeluhr ⇒ Medienbildung Beispiele aus Natur und Technik Schwingungsdämpfer, Federgabel beim Fahrrad Energiebilanzen → MA, Kl. 10, LB 1 → Kl. 7, LB 1 $F = D \cdot s$ auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten: Bewegung ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung Gültigkeitsbedingungen Computersimulationen Gefahren durch Resonanz SE: Resonanzkurve Kopplung als Voraussetzung für das Entstehen mechanischer Wellen Herleitung
---	---

Einblick gewinnen in die Akustik	Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Stoffen, Bestimmen der Schallgeschwindigkeit mit digitalen Endgeräten
- Zusammenhang Tonhöhe – Frequenz	Ultraschall und Infraschall bei Hörbereich und Stimmumfang von Tieren
- Zusammenhang Lautstärke – Amplitude	Abhängigkeit der Wahrnehmung von Frequenz und Amplitude
Einblick gewinnen in die Ausbreitungseigenschaften Reflexion, Beugung und Brechung	Echolot, Ultraschall in der Medizin, Schalldämpfer, Flüstergewölbe
	Einfluss von Lärm auf Menschen und Tiere ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung
Kennen der Interferenz mechanischer Wellen	grafisches Ermitteln der resultierenden Welle für lineare Wellen, Übertragen auf die Interferenz von ebenen Wellen
Interferenz zweier Kreiswellen	Interferenz von Schallwellen als Beispiel für räumliche Interferenzerscheinungen

Lernbereich 3: Kosmos, Erde und Mensch**18 Ustd.**

Kennen wesentlicher Eigenschaften ausgewählter Körper des Sonnensystems	
- Sonne	Begriff Leuchtkraft
· Aufbau	
· Strahlungsleistung	
· Energiefreisetzung	Kernfusion
- Planeten, Erdmond	Vergleich der Eigenschaften der Planeten an ausgewählten Beispielen
	Ausblick auf Monde und Kleinkörper
Kennen grundlegender Methoden zur Orientierung am Himmel	
- scheinbare Himmelshalbkugel	Horizont, Himmelsrichtungen, Zenit
- Sternbilder	Orientierung mit dem Polarstern
- scheinbare Bahnen der Gestirne	Auf- und Untergang durch Erdrotation
	Beobachtungshausaufgabe
	Vergleich von Orientierungshilfen wie Kompass, analoge Uhr, Apps
Einblick gewinnen in die Wandlung unserer Weltansicht vom Altertum bis zur Gegenwart	⇒ Werteorientierung
	➔ ETH, Kl. 10, LB 1
	➔ RE/e, Gk 11, LB 1
- geozentrisches und heliozentrisches Weltbild	vergleichende Betrachtung
· Kepler'sche Gesetze	Ptolemäus, Kopernikus, Galilei
	qualitative Betrachtungen
· Gravitationsgesetz $F \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	➔ MA, Gk 11, LBW 1
- moderne Weltansicht	Bewegung und Strukturbildung durch die Gravitation
	Ergebnisse moderner Forschung
	Struktur und Entwicklung des Weltalls

Kennen wichtiger Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie - Beobachtung - Beobachtungsabend - Licht als Informationsquelle - Beobachtungstechnik - Auswertung der Strahlung von Gestirnen - Prinzip der trigonometrischen Entfernungsbestimmung - Spektralanalyse, Photosphären-temperatur, Strahlungsleistung - Interpretation des Hertzsprung-Russell-Diagramms - Vergleich der Sonne mit anderen Sternen Problemlösen bei einer astronomiebezogenen Fragestellung	Mondoberfläche, Planeten, Sonne, Sonnenspektrum Besuch einer Sternwarte oder eines Planetariums Schulfernrohr, Großteleskope, Weltraumteleskope, Raumsonden Arten von Sternspektren, chemische Zusammensetzung der Sternphotosphäre Vergleich von Sternradien Hauptreihensterne, rote Riesen, weiße Zwerge Sternentwicklung ⇒ Problemlösestrategien
--	---

Lernbereich 4: Licht als Strahl und Welle**9 Ustd.**

Anwenden der Gesetze der Lichtausbreitung auf optische Phänomene - Brechungsgesetz $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$ - Grenzwinkel der Totalreflexion - Dispersion - Farbzerlegung des weißen Lichts Übertragen der Kenntnisse mechanischer Wellen auf Licht - gleichförmige Ausbreitung des Lichts $c = \lambda \cdot f$ - Interferenz am Doppelspalt und am Gitter $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}$; $\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ - Bestimmen der Wellenlänge einfarbigen Lichts - SE Beugung am Doppelspalt und am Gitter	Modell Lichtstrahl → MA, Kl. 10, LB 1 Lichtleitkabel Grenzen des Modells Lichtstrahl Spektrum des Sonnenlichts Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz Analogie zur Interferenz bei der Überlagerung zweier gleichartiger kreisförmiger Wasserwellen Laserpointer
---	---

Einblick gewinnen in das elektromagnetische Spektrum

Mobilfunkstrahlung, Wärmestrahlung, optische Strahlung, Röntgenstrahlung,
Licht und Wärmestrahlung: Grenzen der Wahrnehmung durch Lebewesen und Erfassung durch Sensoren

⇒ Medienbildung

⇒ informatische Bildung

Lernbereich 5: Physikalisches Praktikum**6 Ustd.**

Anwenden der Kenntnisse über die experimentelle Methode in der Physik beim selbstständigen Erarbeiten neuen Wissens $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}; \frac{G}{B} = \frac{g}{b}$ Problemlösen bei komplexen experimentellen Anforderungen - Entwickeln von Experimentieranordnungen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten - Bearbeiten von Erklärungsproblemen	weitere Möglichkeiten: Bestimmen der Fallbeschleunigung mittels Fadenpendel, Untersuchen der Resonanz an gekoppelten Pendeln Gültigkeit des Hooke'schen Gesetzes für Textibandgummi, Schwingungsdauer eines Hemmungspendels, Brennweite eines einfachen Linsensystems, Wellenlänge von Schallwellen ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung
--	--

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

Einblick gewinnen in das Prinzip der Informationsübertragung mit Hertz'schen Wellen - Informationsaufbereitung - Modulation - Demodulation - technische Anwendungen Sich positionieren zur Rolle elektronischer Medien in der Gesellschaft	Mikrofon; Vor- und Nachteile analoger und digitaler Signale Vor- und Nachteile der Modulationsarten oszillografische Untersuchung modulierter Signale SE: Aufbau eines Empfängers Frequenzbereiche Handynetze, Satellitenfernsehen bewusster Medienkonsum, Erkennen von Medieneinflüssen auf Einstellungen und Verhaltensweisen ⇒ Medienbildung
---	---

Wahlbereich 3: Fernsehbildtechnik

Kennen des Aufbaus und der Entstehung von Fernsehbildern	
- Aufbau des Fernsehbilds	Geschichte des Fernsehens Pixel, Zeilen, Fernsehnormen SE: additive Farbmischung
- Aufbau und Funktionsweise einer Bildschirmart	Grundprinzip von Braun'scher Röhre, LCD-Flachbildschirm, OLED, Plasmabildschirm, weitere Technologien Recherche, Gestalten von Postern oder Präsentationen unter Einbeziehung digitaler Medien

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. Dabei erfolgt das Erfassen, Dokumentieren und Auswerten von Messwerten auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge. 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 mechanischen Anwendungen 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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: Mechanische Grundlagen****8 Ustd.**

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf reibungsfreie mechanische Systeme

- kinetische und potentielle Energie

$$\cdot E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$\cdot E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

- Reibung und Bewegung auf horizontaler und geneigter Ebene

Anwenden der physikalischen Größe Kraft

- Superposition der Kräfte
- dynamische Betrachtung von Bewegungen

$$\cdot \text{geradlinige Bewegungen, } F = m \cdot a$$

$$\cdot \text{Kreisbewegung, Radialkraft } F_r = \frac{m \cdot v^2}{r},$$

gleichförmige Kreisbewegung,

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$$

Herleitung der Beziehungen

⇒ Methodenbewusstsein

→ Kl. 7 LB 3

→ Kl. 10 LB 1

→ Kl. 10 LB 2, Fadenpendel

→ Kl. 10 LB 1

→ Kl. 9 LBW 3

Lernbereich 2: Elektrisches Feld**16 Ustd.**

Kennen des Feldkonzeptes zur Beschreibung von Wechselwirkungen

- elektrische Ladung Q
- Begriff des Feldes am Beispiel des elektrischen Feldes
- grundlegende Eigenschaften elektrischer Felder
 - Feldlinienmodell, Struktur elektrischer Felder
 - Elektrisches Feld – Dipolfeld, Quelle und Senke

$$\cdot \text{elektrische Feldstärke } \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder – Superposition

- homogenes Feld, Radialfeld
- zeichnerische Addition zweier elektrischer Feldstärkevektoren

Kennen der Eigenschaften von Kondensatoren

$$\cdot \text{Kapazität } C = \frac{Q}{U}$$

Faraday's Feldidee

homogene und inhomogene Felder

→ Kl. 7, LB 1

Faraday'scher Käfig, Gewitter

Probeladung q

- Plattenkondensator, $E = \frac{U}{d}$, $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ Anwenden von Kondensatoren - Energiespeicher, $E_{el} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$, Sensor - Auf- und Entladen Einfluss der Parameter R und C - SE: zeitlicher Verlauf der Stromstärke für das Entladen · elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von geladenen Teilchen, Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$ · $I(t) = I_0 e^{-\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) \cdot t}$ Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld - $\Delta E_{pot} = q \cdot E \cdot s$ · $q \cdot U = \Delta E_{kin}$, Einheit 1 eV · potentielle Energie einer Probeladung	Auslenkung eines Fadenpendels rechnergestütztes Experimentieren Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$ Unterscheidung – systematische und zufällige Messunsicherheiten, qualitative Diskussion
---	--

Lernbereich 3: Magnetisches Feld

8 Ustd.

[illegible]

- Materie im magnetischen Feld	Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen ϵ_r und μ_r
- SE: Flussdichte im Innenraum einer Spule	Unterscheidung systematische und zufällige Messunsicherheiten, qualitative Diskussion
Anwenden von Spulen	

Lernbereich 4: Geladene Teilchen bzw. Körper in statischen Feldern 12 Ustd.

Übertragen der Kenntnisse über Kinematik, Dynamik und Energie auf die Bewegung geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern	quantitative Betrachtung von Bahnformen
- Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen magnetischen Feld	
- Lorentzkraft auf freie Ladungen	Fokussierung von Elektronenstrahlen
· $\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B}$ ($\vec{v} \perp \vec{B}$), Lorentzkraft als Radialkraft	
· Kreisbahnen $r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{q}{m}}$	spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$
- Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld	qualitative Diskussion zu inhomogenen Feldern
· Millikan-Versuch	Elementarladung e
· Beschleunigung im Längsfeld	Teilchenbeschleuniger, Nuklearmedizin
· Ablenkung im Quersfeld, parabelförmige Bahn, Superposition	

Lernbereich 5: Elektromagnetische Felder 8 Ustd.

Kennen des Induktiongesetzes	→ Kl. 9, LB 2
- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der wirksamen Fläche	technische Anwendung – Generatorprinzip
$U_{\text{ind}} = N \cdot B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t}$, $A = A_0 \cdot \cos\phi$	
- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte	technische Anwendung – Transformatorprinzip
$U_{\text{ind}} = N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$	
- Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses	
· magnetischer Fluss $\Phi = B \cdot A$	
· $U_{\text{ind}} = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	Induktion durch Leiterbewegung Drei-Finger-Regel
Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Induktionsvorgänge	chronologisch und kausal strukturierte Argumentationsketten
- Lenz'sches Gesetz	
- Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	Wirbelströme, Induktionsherd, Ergometer

Jahrgangsstufe 12 – Grundkurs

Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

12 Ustd.

Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge

$$\begin{aligned}
 - \quad y(t) &= y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t), \\
 v(t) &= v_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t), \\
 a(t) &= -a_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)
 \end{aligned}$$

$$- \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

- Federpendel

$$\cdot \quad \text{lineares Kraftgesetz, } F = -D \cdot y$$

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

$$\cdot \quad \text{Federspannenergie } E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Schwingungen

Schwingkreis

Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Wellen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge

- Erzeugung, Ausbreitung
- Transversal- und Longitudinalwellen, lineare Polarisierung

Anwenden der Eigenschaften Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz auf die Ausbreitung von Wellen

- Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$
- Reflexions- und Brechungsgesetz, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$

Anwenden der Interferenz auf stehende transversale Wellen

Überlagerung von Wellen im eindimensionalen Fall

- Bäuche und Knoten
- Wellenlängenbestimmung

→ MA, Gk 11/12, LB 1

dynamische Bestimmung der Federkonstanten durch Messung mit Beschleunigungssensor

rechnergestütztes Experimentieren
Visualisierung durch Simulation

→ Kl. 10, LB 2

Unterscheidungsmerkmal

Wasserwellen, Schallwellen
Absorption, Streuung
Superposition

Huygens'sches Prinzip

schwingende Saite

Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Wellen	Frequenzbereiche → Kl. 10 LB 4 Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
- Spektrum elektromagnetischer Wellen	
- Licht als elektromagnetische Welle	
· Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes	
· Lichtstrahl als Wellennormale Nachweis des Reflexion- 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 auch mit polychromatischem Licht für die Lage der Maxima gilt: $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}; \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$	→ Kl. 10 LB 4
· SE: Wellenlänge von Licht	Kohärenz
· Licht als transversale Wellenerscheinung, Polarisation	Brewster'sches Gesetz

Lernbereich 2: Praktikum Optik und Schwingungen

6 Ustd.

Problemlösen durch Experimentieren Aufgaben aus den Bereichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Optik auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten Beherrschen der Analyse von Messunsicherheiten - Unterscheidung: systematische und zufällige Messunsicherheiten - qualitative Diskussion	Entwickeln von Experimentieranordnungen und Planung von Experimentierabläufen vertikales Federpendel, Doppelspalt mit polychromatischem Licht ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung ⇒ Methodenbewusstsein: Messen
---	--

Lernbereich 3: Quantenobjekte

20 Ustd.

Kennen der Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Photonen als Quantenobjekte - äußerer lichtelektrischer Effekt · experimentelle Ergebnisse · Einsteins Lichtquantenhypothese, Photonenmodell, Energie eines Photons $E = h \cdot f$	Umkehrung des lichtelektrischen Effektes bei Leuchtdioden Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen
---	---

· Energiebilanz $h \cdot f = E_{\text{kin}} + W_A$, Einstein'sche Gerade, Gegenfeldmethode, Grenzfrequenz, Experiment zur Bestimmung von h - Impuls des Photons $p = \frac{h}{\lambda}$ · Äquivalenz von Energie und Masse Übertragen der Kenntnisse auf andere Quantenobjekte - Beugung - de-Broglie-Wellenlänge $\lambda = \frac{h}{p}$ - Unterschiede zu Photonen Kennen grundlegender Aspekte der Quantentheorie - stochastische Vorhersagbarkeit · Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung · Komplementarität - quantenphysikalisches Weltbild · Besonderheiten des quantenphysikalischen Messprozesses, Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus · Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit · Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik	Kometenschweif Interferenzerscheinungen bei Elektronen, Neutronen, Atomen und Molekülen Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität Interferenz einzelner Photonen Interferenz einzelner Elektronen Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“ Nichtlokalität der Quantenobjekte, Kopenhagener Deutung, Quantenphysik und Philosophie
---	--

Lernbereich 4: Atomvorstellungen**6 Ustd.**

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellungen Bohr'sches Atommodell, Postulate Kennen des Zusammenhangs von Energieniveauschema und diskretem Spektrum - diskrete Energiezustände in der Atomhülle - quantenmechanisches Atommodell, Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron	→ CH, Gk 11, LB 1
---	--------------------------

- experimentelle Befunde zum Energieaustausch mit Atomen · quantenhafte Emission · quantenhafte Absorption Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Nutzung der Laserstrahlung	Aufnahme von Spektren am Computer mit entsprechender Verarbeitungssoftware Resonanzabsorption, Fraunhofer'sche Linien, Franck-Hertz-Versuch optische Speichermedien; Anwendungen des Lasers in Technik und Medizin
--	---

Wahlbereich 1: Anwendungen der Physik

Übertragen physikalischer Kenntnisse über Wellen auf Anwendungen in Technik und Medizin - Wellenlänge von Schallwellen, Doppler-Effekt für Schallwellen - Sichtbarmachen von Gewebe durch Ultraschall · Laufzeitunterschiede · Frequenzverschiebung - Erzeugung und Eigenschaften der Röntgenstrahlung · Untersuchung von Schweißnähten · Computertomographie	Erforschen der Phänomene als Grundlage für das Übertragen auf Anwendungen Darstellung der Informationen durch rechnergestützte Auswertung Impuls-Echo-Verfahren Doppler-Effekt-Verfahren
--	--

Wahlbereich 2: Radioaktivität

Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur - Strahlungsarten α, β, γ - Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen - A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte - Kernumwandlungsgleichungen · Alpha-Zerfall · Beta-Zerfall, Neutrino Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung - Zerfallsgesetz, Halbwertszeit $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ - Aktivität $A = -\frac{dN}{dt}$	Henri Becquerel, Marie Curie ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung → Kl. 9, LB 2 ausgewählte Zerfallsreihen, Tunneleffekt, künstliche Isotope N als Erwartungswert, statistisches Gesetz Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden, C-14-Methode
--	--

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. Das Erfassen, Dokumentieren und Auswerten von Messwerten erfolgt auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge. 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.

Entwickeln der Fähigkeit zum physikalisch kompetenten Kommunizieren unter angemessener Nutzung von Fachsprache und fachtypischer Darstellungs- und Argumentationsstrukturen

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.

Entwickeln der Fähigkeit, Sachverhalte kriteriengeleitet zu beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen zu bewerten als Grundlage für die Herausbildung 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****12 Ustd.**

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: $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$, $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h, E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$ Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf ein-dimensionale Probleme - $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ - zentrale unelastische und zentrale elastische Stöße - Kraftstoß $\Delta p = F \cdot \Delta t$	potentielle Energie der Lage, Spannenergie, Bewegungsenergie der Translation und der Rotation System und Umgebung innere Energie qualitative Energiebilanzen Arbeit als die mit Kraft über die Systemgrenze übertragene Energie Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf mechanische Systeme ⇒ Methodenbewusstsein Zweikörperprobleme Vorzeichen Massepunkte auf gleicher Wirkungslinie
--	---

Lernbereich 2: Kräfte**18 Ustd.**

Anwenden der physikalischen Größe Kraft - physikalische Erscheinung Reibung · Energieentwertung durch Reibung · Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot s$ · Superposition der Kräfte · vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften, Kräfte an der geneigten Ebene, $\vec{F}_G = \vec{F}_N + \vec{F}_H$ · $F_R = \mu \cdot F_N$	Zunahme der inneren Energie des Systems Fahrzeugtechnik Sicherheit im Straßenverkehr Abrieb von Reifen, Kupplung und Bremsen als Ursache von Umweltverschmutzung ⇒ Werteorientierung ⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung Haft- und Gleitreibung
---	--

· Luftreibung $F_{R;Luft} = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$ - Grundgesetz der Mechanik $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ - Wechselwirkungsgesetz $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ - Kreisbewegung · Radialkraft $F_r = \frac{m \cdot v^2}{r}$, gleichförmige Kreisbewegung, $v = \omega \cdot r$ · Kurvenüberhöhungen, Loopingbahn Problemlösen durch komplexes Anwenden von Energie- und Impulserhaltungssatz	Luftwiderstand → Kl. 10, LB 1 grafische Deutung im $p(t)$ – Diagramm → MA, Gk 11/12, LB 1 → MA, Lk 11/12, LB 1 ortsabhängige Gewichtskraft $\vec{F} = m \cdot \vec{g}$ System und Umgebung Verkehrsphysik, Sport, ballistisches Pendel
---	--

Lernbereich 3: Kinematik und Dynamik – Praktikum 18 Ustd.

Anwenden der experimentellen Verfahren zur kinematischen Untersuchung vielfältiger Bewegungen - Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planen von Versuchsabläufen - rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten - Klassifikation durch Interpretation von Messreihen · $v(t) = \frac{ds}{dt}$, $a(t) = \frac{dv}{dt}$ und die Umkehrung durch grafische bzw. rechnergestützte numerische Integration · waagerechter Wurf, Superposition $x(t) = v_0 \cdot t, y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_0$ Anwenden der Kenntnisse über Messunsicherheiten - Unterscheiden von Messunsicherheit und Messabweichung - qualitative und quantitative Diskussion Addition der absoluten Messunsicherheiten bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Messunsicherheiten bei Produkten und Quotienten	verschiedene Messverfahren: Stoppuhr, Lichtschranke, Ultraschallsonde ⇒ Methodenbewusstsein gleichförmige, gleichmäßig und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung; Videoanalyse ⇒ Differenzen- und Differentialquotient Übertragung der Kenntnisse auf die Betrachtung von Orten, um die Vektoreigenschaft des Weges zu vernachlässigen → MA, Gk 11/ 12, LB 1 → MA, Lk 11/ 12, LB 1 Einsatz eines MMS $P(x y)$ als Ort eines Körpers in einem Bezugssystem Ursachen der Unsicherheit und Einfluss auf den Messwert
---	--

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

Kennen der Möglichkeit der Bildung von Modellen zur numerischen Beschreibung und zur Vorhersage des Verhaltens dynamischer Systeme - gleichungsorientierte Modellbildung unter Nutzung der Arbeitsumgebung auf dem Computer - Modellbildungssystem oder Tabellenkalkulation · physikalische Beschreibung von eindimensionalen Bewegungen · Umsetzung in einen Algorithmus · grafische Auswertung - Simulation · Variation von Parametern · Vergleich mit eigenen Prognosen und dem Realexperiment · Grenzen	geradlinige Bewegungen Kugel fällt in Luft ⇒ Methodenbewusstsein Zustandsgrößen, Änderungsraten, Einflussgrößen System von Differenzen- und Funktionsgleichungen Ziele der Simulation: Experimentieren auf der Modellebene, Erklärung, Prognose, Entscheidung Unterscheidung von zufälligen und deterministischen sowie von diskreten und kontinuierlichen Einflüssen Zuverlässigkeit, Manipulierbarkeit von Simulationsergebnissen ⇒ Medienbildung
---	---

Lernbereich 5: Elektrisches Feld**24 Ustd.**

Kennen der elektrischen Ladung als wesentliche Eigenschaft der Materie - Eigenschaften ruhender Ladungen, Wechselwirkungen zwischen elektrisch geladenen Körpern, Coulomb'sches Gesetz $F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ - elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen, Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$ Kennen des Feldkonzeptes zur Beschreibung von Wechselwirkungen - Begriff des Feldes am Beispiel des elektrischen Feldes - grundlegende Eigenschaften elektrischer Felder · Feldlinienmodell, Struktur elektrischer Felder · elektrisches Feld – Dipolfeld, Quelle und Senke - elektrische Feldstärke $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	Simulation der Bewegung zweier Punktladungen mittels Modellbildung Faradays Feldidee Probeladung q
---	--

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder, Superposition

homogenes Feld, Radialfeld

zeichnerische Addition zweier elektrischer Feldstärkevektoren

Kennen der Eigenschaften von Kondensatoren

- Kapazität $C = \frac{Q}{U}$
- Plattenkondensator $E = \frac{U}{d}$, $C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$
- Isolatoren im elektrischen Feld, Dielektrikum ε_r

Anwenden von Kondensatoren

- Energiespeicher, $E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$, Sensor
- Auf- und Entladen

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{RC}\right) \cdot t},$$

$$U(t) = U_0 \cdot \left[1 - e^{-\left(\frac{1}{RC}\right) \cdot t}\right]$$

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{RC}\right) \cdot t},$$

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{RC}\right) \cdot t}$$

- Einfluss der Parameter R und C
- SE: zeitlicher Verlauf von Stromstärke und Spannung für das Entladen
- Modellbildung und Simulation der Kondensatorentladung

Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld

- Arbeit an geladenen Körpern im Feld, $\Delta E_{\text{el}} = W$, $W = q \cdot E \cdot s$
- potentielle Energie einer Probeladung
 - elektrisches Potential $\varphi = \frac{E_{\text{pot}}}{q}$
 - Spannung als Potentialdifferenz $U = \Delta\varphi$

Auslenkung eines Fadenpendels

Influenz, Polarisierung

rechnergestütztes Experimentieren

Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$

Vergleich von Realexperiment und Modell

Äquipotentialflächen in homogenen und radialen Feldern

Lernbereich 6: Magnetisches Feld**10 Ustd.**

Übertragen des Feldkonzeptes auf die Beschreibung der Umgebung von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern

grundlegende Eigenschaften magnetischer Felder

- Feldlinienmodell, Struktur magnetischer Felder
- magnetische Flussdichte $\vec{B}$, $B = \frac{F}{I \cdot \ell}$

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder - Superposition

- homogenes Feld
- einfache nicht homogene Felder
- Feld um einen geraden, stromdurchflossenen Leiter

Kennen der Eigenschaften von Spulen

- lange, schlanke Spule $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$
- Materie im Magnetfeld μ_r
- SE: Flussdichte im Innenraum einer Spule

Anwenden von Spulen

Beispiele für Flussdichten
 ℓ als effektive Leiterlänge
 Winkelabhängigkeit
 Messung von Flussdichten

experimentelle Bestimmung von μ_0

Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen ϵ_r und μ_r

Lernbereich 7: Geladene Teilchen bzw. Körper in statischen Feldern**20 Ustd.**

Übertragen der Kenntnisse zur Kinematik, Dynamik und Energie auf die Bewegung in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern

- Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen Magnetfeld
 - Lorentzkraft auf freie Ladungen

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin \alpha$$
 - Kreisbahnen $r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{q}{m}}$, Lorentzkraft als Radialkraft
- Kräfte auf geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld
 - Millikan-Versuch
 - Beschleunigung im Längsfeld
 - $q \cdot U = \Delta E_{\text{kin}}$, Einheit 1eV

Fokussierung von Elektronenstrahlen

v_s senkrechte Komponente der Geschwindigkeit
 Drei-Finger-Regel

qualitative Diskussionen zu inhomogenen Feldern
 Elementarladung e

→ Kl. 11, LB 5
 Teilchenbeschleuniger, Nuklearmedizin

- Selbstinduktion als induktive Rückwirkung auf den eigenen Stromkreis
 - experimentelle Befunde, rechnergestütztes Experimentieren
 - Herleitung
$$U = -L \cdot \frac{dI}{dt}, L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{\ell}$$
 - Ein- und Ausschaltvorgang einer Spule im Gleichstromkreis, $I(t)$ – Diagramm, Modellbildung und Simulation
 - Spule in Gleich- und Wechselstromkreis
$$Z^2 = R^2 + (\omega \cdot L)^2$$
 - SE: Induktivität einer Spule
- Energiespeicher, $E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$

→ Kl. 11, LB 6

Induktivität in Analogie zur Kapazität

Einfluss des Parameters L
Vergleich von Realexperiment und Modell

Wahlbereich 1: Einblick in die Relativitätstheorie

Kennen der Postulate und grundlegender Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie - klassisches Relativitätsprinzip - Michelson-Experiment - Relativitätsprinzip - Relativität der Gleichzeitigkeit - Zeitdilatation - Längenkontraktion - Relativität der Masse - Äquivalenz von Masse und Energie $E = m \cdot c^2$	Satellitennavigationssysteme Begriff Inertialsystem; Galilei-Transformation Invarianz der Vakuumlichtgeschwindigkeit Experimente mit bewegten Atomuhren Myonenzerfall, Raumzeit klassische Mechanik als Sonderfall der Speziellen Relativitätstheorie relativistische Teilchen
---	---

Wahlbereich 2: Leitungsvorgänge in Halbleitern

[illegible]

Jahrgangsstufe 12 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

18 Ustd.

Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Schwingungen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge - lineares Kraftgesetz $F = -D \cdot y$ - $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $v(t) = \frac{dy}{dt}$, $a(t) = \frac{d^2y}{dt^2}$ Federpendel; Fadenpendel, auch mit Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung - Energieerhaltung Anwenden der Kenntnisse zur Modellbildung auf die Untersuchung gedämpfter Schwingungen Simulation von Reibungseffekten · unterschiedliches Abklingverhalten · Vergleich mit Realexperiment Kennen der Voraussetzungen für das Entstehen von Resonanz - erzwungene Schwingung f_0, f_E - Phasenverschiebung φ Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Schwingungen - Eigenfrequenz eines elektromagnetischen Schwingkreises $f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ - Energieerhaltung Anwenden der Kenntnisse auf den Vergleich mechanischer und elektromagnetischer Schwingungen - energetischer Aspekt - Modellbildung und Simulation	ungedämpfte Schwingungen Richtgröße D für verschiedene Schwinger dynamische Bestimmung der Federkonstanten durch Messung mit Beschleunigungssensor Dämpfung durch konstante bzw. durch geschwindigkeitsabhängige Kräfte Einsatz eines MMS zum Untersuchen mechanischer Schwingungen Rückkopplungsprinzip rechnergestütztes Experimentieren Visualisierung durch Simulationen
--	---

Lernbereich 2: Mechanische und elektromagnetische Wellen**20 Ustd.**

Kennen der zur Beschreibung harmonischer, mechanischer Wellen erforderlichen charakteristischen Größen und ihrer Zusammenhänge

- Beschreiben einer linear fortschreitenden Welle
- Transversal- und Longitudinalwellen, lineare Polarisation

Anwenden der Eigenschaften Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz auf die Ausbreitung von Wellen

- Wellenfront und Wellennormale, Phasengeschwindigkeit $v = \lambda \cdot f$
- Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$

Anwenden der Interferenz auf stehende transversale Wellen

- Ableitung aus der Wellengleichung $y(x,t) = y_{\max} \cdot \sin \left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$
- festes und loses Ende
- Bäuche und Knoten
- Wellenlängenbestimmung

Übertragen der Kenntnisse auf elektromagnetische Wellen

- Spektrum elektromagnetischer Wellen
- Hertz'sche Wellen und Mikrowellen
- Licht als elektromagnetische Welle
 - Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts

- Lichtstrahl als Wellennormale

- Nachweis des Reflexions- und Brechungsgesetzes für Licht

$$n = \frac{c_0}{c}, \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

- Beugung und Interferenz von Licht
 - Interferenz am Doppelspalt und am Gitter auch mit polychromatischem Licht für die Lage der Maxima gilt:

$$\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}, \quad \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

- Kl. 10, LB 2
- Kl. 10, LB 4
- GEO, Gk 11, LB 1

Interpretation $y(x)$ – und $y(t)$ – Diagramm

Wasserwellen, Schallwellen
Absorption, Streuung

Huygens'sches Prinzip

schwingende Saite, Blasinstrumente

- Kl. 10, LBW 2

Methoden zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

- Kl. 10, LB 4
- Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung

- Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht für die Lage der Maxima (außer 0. Ordnung) gilt: $\tan \alpha_k = \frac{s_k}{e}, \sin \alpha_k = \frac{(2 \cdot k + 1) \cdot \lambda}{2 \cdot d}$ - SE: Wellenlänge von Licht	Beurteilen der Möglichkeit der Kleinwinkelnäherung
Licht als transversale Wellenerscheinung, Polarisation	Brewster'sches Gesetz
Anwenden der Kenntnisse über Wellenoptik zum Erklären optischer Geräte	
Interferometer	kohärentes Licht

Lernbereich 3: Praktikum Optik und Schwingungen 12 Ustd.

Problemlösen durch Experimentieren Aufgaben aus den Bereichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Optik auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge zur Erfassung und Auswertung von Messwerten Beherrschen der Analyse von Messunsicherheiten - Unterscheidung von systematischen und zufälligen Messunsicherheiten - qualitative und quantitative Diskussion Addition der absoluten Messunsicherheiten bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Messunsicherheiten bei Produkten und Quotienten	Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planung von Versuchsabläufen ⇒ Medienbildung ⇒ informatische Bildung ⇒ Methodenbewusstsein: Messen
--	---

Lernbereich 4: Quantenobjekte 20 Ustd.

Kennen der Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Photonen als Quantenobjekte - äußerer lichtelektrischer Effekt - experimentelle Ergebnisse - Einsteins Lichtquantenhypothese, Photonenmodell, Energie eines Photons $E = h \cdot f$ - Energiebilanz $h \cdot f = E_{\text{kin}} + W_A$, Gegenfeldmethode, Grenzfrequenz, Experiment zur Bestimmung von h - Impuls des Photons $p = \frac{h}{\lambda}$	Umkehrung des lichtelektrischen Effekts bei Leuchtdioden Widersprüche zur Wellentheorie des Lichts aufzeigen Kometenschweif
---	--

- Äquivalenz von Energie und Masse Übertragen der Kenntnisse auf andere Quantenobjekte - Beugung - de-Broglie-Wellenlänge $\lambda = \frac{h}{p}$ - Unterschiede zu Photonen Kennen grundlegender Aspekte der Quantentheorie - stochastische Vorhersagbarkeit - Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen · Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung · Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) · Komplementarität - quantenphysikalisches Weltbild · Besonderheiten des quantenphysikalischen Messprozesses, Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus · Heisenberg'sche Unschärferelation · Komplementarität von Weginformationen und Interferenzfähigkeit, Delayed-choice-Experiment · Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik	Interferenzerscheinungen bei Elektronen, Neutronen, Atomen und Molekülen Doppelspaltexperiment bei geringer Intensität Interferenz einzelner Photonen Interferenz einzelner Elektronen Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Computersimulation Richard Feynman: „Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen, sondern etwas Drittes!“ Nichtlokalität der Quantenobjekte; Kopenhagener Deutung; Quantenphysik und Philosophie Ort–Impuls–Unbestimmtheit $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$, Energie–Zeit-Unbestimmtheit, Verbreiterung von Spektrallinien, Grenzen der Gültigkeit der Gesetze der klassischen Physik Grundgedanke der verzögerten Quantenwahl, Quantenradierer
--	---

Lernbereich 5: Atomvorstellungen

20 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Atomvorstellungen Atommodelle von Thomson, Rutherford und Bohr Kennen des Zusammenhangs von Energieniveauschema und diskretem Spektrum - diskrete Energiezustände in der Atomhülle	Streuversuche, Leistungsfähigkeit und Grenzen ⇒ Methodenbewusstsein: Arbeit mit Modellen
---	--

- Energiestufenmodell, quantenmechanisches Atommodell, stehende Elektronenwellen, Orbitale des Wasserstoffatoms zur Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron - Modell des eindimensionalen Potentialtopfs, $E_n = \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot n^2$ · Ausblick auf Mehrelektronensysteme · Pauli-Prinzip · Orbitale - experimentelle Befunde zum Energieaustausch mit Atomen · quantenhafte Emission, Wasserstoffatom · quantenhafte Absorption Einblick gewinnen in das Prinzip der Lumineszenz - Fluoreszenz - Phosphoreszenz Kennen des Prinzips der Entstehung, der Eigenschaften und der Anwendung von Laserstrahlung Kennen des Prinzips der Entstehung des kontinuierlichen und diskreten Röntgenspektrums	→ CH, Lk 11, LB 1 Leistungsfähigkeit und Grenzen Aufnahme von Spektren am Computer mit entsprechender Verarbeitungssoftware Resonanzabsorption, Fraunhofer'sche Linien, Franck-Hertz-Versuch Nachweis von UV-Licht, Sicherheitsmerkmale von Banknoten, nachleuchtende Warnschilder Chemo- und Elektrolumineszenz, Lumineszenzen im Tierreich optische Speichermedien Computertomographie
---	---

Lernbereich 6: Thermodynamik**20 Ustd.**

Kennen des allgemeinen Gasgesetzes - Zustandsgleichung für das ideale Gas $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.}$ - isochore, isobare und isotherme Zustandsänderung - $p \cdot V = n \cdot R_0 \cdot T$ Anwenden des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik - erster Hauptsatz $\Delta U = Q + W$ · Volumenarbeit $W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$	Normzustand eines Gases $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$ → CH, Kl. 9, LB 2 Avogadro'sche Zahl, spezifische Gaskonstante $p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$ spezielle Zustandsänderungen → MA, Gk 11/12, LB 5, → MA, Lk 11/12, LB 5
---	---

· Wärme $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ · c_p und c_v · adiabatische Zustandsänderung, Adiabatenexponent · innere Energie	Ausblick: Flüssigkeiten und Festkörper
- Carnot'scher Kreisprozess als Prinzip einer Wärmekraftmaschine	$U = m \cdot c_v \cdot T$
· $p(v)$ – Diagramm · Wirkungsgrad	Berechnung reale Wirkungsgrade
- maximaler Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, $\eta = -\frac{W}{Q}$	reale Leistungszahlen
- Umkehrung des Carnot'schen Kreisprozesses als Prinzip einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine	
· $p(v)$ – Diagramm · Leistungszahlen	
- Betrachtung eines technischen Kreisprozesses im $p(v)$ – Diagramm	
Stirling'scher Kreisprozess	
Anwenden des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik	
reversible und irreversible Prozesse	Übertragen auf mechanische Sachverhalte
Sich positionieren zur Verwendung und Bedeutung von Wärmekraftmaschinen und zur gegenwärtigen Energienutzung	Zukunft der Verbrennungsmotoren, Vergleich der Umweltbilanzen verschiedener Antriebsarten

Wahlbereich 1: Eigenschaften der Atomkerne

Beurteilen der Radioaktivität als Erscheinung der Natur	Henri Becquerel, Marie Curie
- Strahlungsarten α, β, γ	ionisierende Wirkung, Durchdringungsfähigkeit, Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern
- Quellen natürlicher Radioaktivität, Nulleffekt	Höhenstrahlung, Bodenstrahlung, Eigenstrahlung
Anwenden der Kenntnisse zu Eigenschaften von Atomkernen auf Kernumwandlungen	
- A, Z, N von Isotopen in der Nuklidkarte - Kernumwandlungsgleichungen	→ Kl. 9, LB 2
· Alpha-Zerfall · Beta-Zerfall, Neutrino	ausgewählte Zerfallsreihen, Tunneleffekt, künstliche Isotope
Anwenden der Kenntnisse bei der Nutzung radioaktiver Strahlung	

- Zerfallsgesetz, Halbwertszeit $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ - Aktivität $A = -\frac{dN}{dt}$ - Wechselwirkung von Strahlung und Materie Sich positionieren zu Chancen und Risiken der Nutzung der Radioaktivität	N als Erwartungswert, statistisches Gesetz Altersbestimmung von Gesteinen und archäologischen Befunden, C-14-Methode Alpha-Peek, Ionisation Anwendungen aus Medizin und Technik zivile und militärische Anwendungen ⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit ⇒ Wertorientierung
---	--

Wahlbereich 2: Deterministisches Chaos

Einblick gewinnen in das Verhalten nichtlinearer Systeme - lineare und nichtlineare Systeme - deterministisches Chaos nichtlineare Rückkopplung - Chaos und Ordnung · Übergang ins Chaos · Attraktoren - eingeschränkte Vorhersagbarkeit · Sensitivität bezüglich der Anfangsbedingungen · Möglichkeit von Kurzzeitvorhersagen · Erkennen der Chaosfähigkeit	Kausalitätsprinzip, Determinismus und deterministisches Chaos mechanische und elektromagnetische Systeme Einsatz eines MMS Simulation zur Reflexion am Billardtisch mit kreisförmigem Hindernis erzwungene Schwingung in nichtlinearen Systemen: Schwingkreis mit nichtlinearen Bauelementen, Drehpendel mit Unwucht logistische Gleichung und Verhulst-Dynamik Zeitreihenanalyse und Herzrhythmus Räuber-Beute-Modelle Bifurkationsdiagramm Wettervorhersage; Prognosevergleich unterschiedlicher digitaler Quellen Nichtlinearität bei Doppelpendel und getriebenem Einfachpendel Magnetpendel
---	---