

Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale
Oberstufe der
Theo-Hespers-Gesamtschule
in Mönchengladbach

Physik

Inhalt

1	Die Fachgruppe Physik der Theo-Hespers-Gesamtschule	3
2	Entscheidungen zum Unterricht.....	4
2.1	Unterrichtsvorhaben.....	4
2.1.1	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase.....	5
2.1.2	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase	6
2.1.3	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Q1/Q2.....	13
2.1.4	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Q1/Q2.....	15
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	32
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....	33
2.4	Lehr- und Lernmittel	35
3	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen.....	36
4	Qualitätssicherung und Evaluation	36

1 Die Fachgruppe Physik der Theo-Hespers-Gesamtschule

Die Theo-Hespers-Gesamtschule ist eine von sechs Gesamtschulen der Stadt Mönchengladbach. Sie liegt im Stadtteil Windberg und bezieht durch die Aufbauphase der Schule ihre heterogene Schülerschaft aus allen Stadtteilen Mönchengladbachs. Die Theo-Hespers-Gesamtschule ist in der Sekundarstufe I durchgehend vierzünftig und wird als Ganztags Gesamtschule geführt.

Die Fachschaft Naturwissenschaften besteht aus 16 Kolleginnen und Kollegen, von denen 5 das Fach Physik unterrichten.

Den im Schulprogramm ausgewiesenen Zielen, Schülerinnen und Schüler ihren Begabungen und Neigungen entsprechend individuell zu fördern und ihnen Orientierung für ihren weiteren Lebensweg zu bieten, fühlt sich die Fachgruppe Naturwissenschaften in besonderer Weise verpflichtet.

Für den Fachunterricht aller Stufen besteht Konsens darüber, dass physikalische Fachinhalte primär mit Lebensweltbezug, aber auch im innerphysikalischen Kontext vermittelt werden können.

Sekundarstufe II:

In die Einführungsphase der Sekundarstufe II werden ca. 60 Schülerinnen und Schüler neu aufgenommen, überwiegend aus den Realschulen der Stadt, und gleichmäßig auf die parallelen Kurse verteilt.

In der Regel werden in der Einführungsphase ein bis zwei Grundkurse eingerichtet, aus denen sich für die Q-Phase ein bis zwei Grundkurse entwickeln.

Der Unterricht findet im 45-Minuten-Takt statt, die Kursblockung sieht grundsätzlich für Grundkurse eine Doppelstunde vor.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan¹ angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Schülerinnen und Schülern Lerngelegenheiten zu ermöglichen, so dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von ihnen erfüllt werden können.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1 & 2.1.3) wird die Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt.

Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, individuelle Förderung, besondere Schülerinteressen oder aktuelle Themen zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Kurswechslern und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2 & 2.1.4) empfehlenden Charakter. Da im Unterricht laut Fachkonferenzbeschluss das Lehrwerk „Fokus Physik SII Gesamtband“ vom Verlag Cornelsen (siehe Kapitel 2.4) verwendet wird, ist die Formulierung der konkreten Unterrichtsvorhaben an die vom Cornelsen-Verlag vorgeschlagene Stoffverteilung für die EF²- und die Q1/Q2³-Phase angelehnt. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Begründete Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden. Dies ist durch entsprechende Kommunikation innerhalb der Fachkonferenz zu gewährleisten.

¹ Kerlernplan NRW:

https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/160/KLP_GOSt_Physik.pdf

² Curriculum für die EF: <https://www.cornelsen.de/produkte/fokus-physik-sii-einfuehrungsphase-fuer-nrw-planungshilfe-fuer-ein-schulinternes-curriculum-stoffverteilungsplan-1100009537>

³ Curriculum für die Q1/Q2: <https://www.cornelsen.de/produkte/fokus-physik-sii-qualifikationsphase-fuer-nrw-planungshilfe-fuer-ein-schulinternes-curriculum-sekundarstufe-ii-nrw-gk-stoffverteilungsplan-1100009733>

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase			
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte	Fokus Physik S II
Physik und Sport <i>Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</i> Zeitbedarf: 42 Ustd.	<i>Mechanik</i> Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls	E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl	Kap. 1: Kinematik (S. 10–31) Kap. 2: Dynamik (S. 32–63) Kap. 3: Kreis- und Drehbewegungen (S. 64–77)
Auf dem Weg in den Weltraum <i>Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?</i> Zeitbedarf: 28 Ustd.	<i>Mechanik</i> Gravitation Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls	UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen	Kap. 4: Gravitation (S. 78–95)
Schall <i>Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?</i> Zeitbedarf: 10 Ustd.	<i>Mechanik</i> Schwingungen und Wellen Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls	E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation	Kap. 8 Sschwingungen (S.106–121) Kap. 9: Wellen (S. 122–143)
Summe Einführungsphase: 80 Stunden			

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

2.1.2.1 Kontext: Physik und Sport

Leitfrage: *Wie lassen sich Bewegungen vermessen, analysieren und optimieren?*

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können ...

- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen
- (K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen
- (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II (Kapitel)	Inhaltsfeld
Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Sport Aristoteles vs. Galilei (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), • entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4). 	Textauszüge aus Galileis <i>Discorsi zur Mechanik und zu den Fallgesetzen</i> Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)	Einstieg über faire Beurteilung sportlicher Leistungen (Weitsprung in West- bzw. Ostrichtung, Speerwurf usw., Konsequenzen aus der Ansicht einer ruhenden oder einer bewegten Erde) Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper Vorstellungen zur Trägheit und zur Fallbewegung, Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten Vergleich der Vorstellungen von Aristoteles und Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen.	2.1: Galilei findet Fall- und Bewegungsgesetze	Mechanik
Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen (16 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), • vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. 	Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA, Tracker</i>) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen)	Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation)	1.1 Bewegungen 1.2 Bewegungsdiagramme 1.3 Geschwindigkeit 1.4 Beschleunigung	

	<p>Vektoraddition (E1),</p> <ul style="list-style-type: none"> planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6), 	<p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Freier Fall und Bewegung auf einer schiefen Ebene</p> <p>Wurfbewegungen Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel</p>	<p>Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung)</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung</p> <p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Erstellung von t-s- und t-v-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden.</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p> <p>Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen</p> <p>Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips</p>	<p>1.5 Steigung von Graphen</p> <p>1.6 Flächen unter Graphen</p> <p>1.7 Modelle geradliniger Bewegungen</p> <p>1.8 Freier Fall und senkrechter Wurf</p> <p>1.9 Bewegungen in zwei Dimensionen</p>	
<p>Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung (12 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1), 	<p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p>	<p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p> <p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I.</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p>	<p>2.4 Kraft</p> <p>2.5 Die Newton'schen Axiome</p> <p>2.6 Die Mechanik Newtons</p> <p>2.7 Elastizität und Hooke'sches Gesetz</p> <p>2.13 Reibung</p> <p>2.14 Strömungswiderstand</p>	

Energie und Leistung Impuls (12 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1), • verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1), • begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4), • bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4), 	Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals Fadenpendel (Schaukel) Sportvideos Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen	Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung) Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport) <i>Hinweis:</i> Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Weltraum“	2.4 Impuls und Impulserhaltung 2.9 Energieübertragung und Leistung 2.10 Stoßprozesse 2.11 Schwerpunktsatz 2.12 Stoßprozesse 2.16 Mayer formuliert den Energieerhaltungssatz	
42 Ustd.	Summe				

2.1.2.2 Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum

Leitfrage: *Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?*

Inhaltliche Schwerpunkte: *Gravitation, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls*

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II (Kapitel)	Inhalts- feld
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), 	Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell	Einstieg über Film zur Entwicklung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen	4.1 Frühe Weltbilder	Mechanik
Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6), • beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3). 	Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen	Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Benutzung geeigneter Apps	4.3 Kepler'sche Gesetze	
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (6 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6), 	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet	Newton'sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler'schen Gesetze Newton'sche „Mondrechnung“ Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes und der Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“	4.2 Gravitationsgesetz 4.4 Newton vereinheitlicht die Physik 4.5 Gravitationsfeld und Energie 4.6 Gravitationspotenzial	

Kreisbewegungen (8 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6), 	Messung der Zentralkraft An dieser Stelle sollen das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.	Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung: Herausstellen der Notwendigkeit der Konstanthaltung der restlichen Größen bei der experimentellen Bestimmung einer von mehreren anderen Größen abhängigen physikalischen Größe (hier bei der Bestimmung der Zentripetalkraft in Abhängigkeit von der Masse des rotierenden Körpers) Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten Bahnen von Satelliten und Planeten	3.1 Kreisbewegung 3.2 Zentralkraft 3.3 Rotation ausgedehnter Körper 3.4 Drehimpuls und Drehimpulserhaltung 3.5 Drehmoment 3.6 Kräfte bei Drehbewegungen 3.7 Rotierende Bezugssysteme 4.7 Raumfahrt und Raketen	
Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß (6 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3). 	Skateboards und Medizinball Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	Impuls und Rückstoß Bewegung einer Rakete im luftleeren Raum Untersuchungen mit einer Wasserrakete, Simulation des Fluges einer Rakete in einer Excel-Tabelle Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme	2.4 Impuls und Impulserhaltung 2.9 Energieübertragung und Leistung 2.10 Stoßprozesse 2.11 Schwerpunktsatz 2.12 Stoßprozesse 4.7 Raumfahrt und Raketen	
28 Ustd.	Summe				

2.1.2.3 Kontext: Schall

Leitfrage: Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Schwingungen und Wellen, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls Kompetenzschwerpunkte:

Schülerinnen und Schüler können

- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Entstehung und Ausbreitung von Schall (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6), 	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuumglocke	<p>Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen:</p> <p>Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen</p>	<p>8.1 Phänomen Schwingung</p> <p>8.2 Mechanische harmonische Schwingung</p> <p>9.1 Wellenphänomene</p> <p>9.2 Harmonische Wellen</p> <p>9.3 Überlagerung von Wellen</p> <p>9.4 Reflexion</p> <p>9.5 Brechung und Beugung</p> <p>9.8 Schall und Schallwellen</p> <p>9.9 Schallwahrnehmung</p> <p>9.10 Stehende Wellen</p> <p>9.11 Dopplereffekt</p>	Mechanik
Modelle der Wellenausbreitung (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4), 	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne	<p>Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen</p> <p>Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern</p>		

Erzwungene Schwingungen und Resonanz (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1). 	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten	8.4 Energie schwingender Körper 8.5 Gedämpfte Schwingung 8.6 Resonanz 8.7 Erzwungene Schwingung 8.8 Überlagerung harmonischer Schwingungen	
10 Ustd.	Summe				

2.1.3 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Q1/Q2

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1				
Pflichtexperimente (Buchkapitel Fokus Physik SII)	Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte	Fokus Physik SII
Fotoeffekt: 13.2 Wellenwanne: 9.3; 9.5; 9.6 Doppelspalt: 10.4 Gitterbeugung: 10.5	Erforschung des Photons <i>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</i> Zeitbedarf: 14 Ustd.	<i>Quantenobjekte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Photon (Wellenaspekt) 	E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation	Kap. 9: Wellen Kap. 10: Welleneigenschaften des Lichts Kap. 13: Quanten
Millikanversuch: 5.13 Fadenstrahlrohr: 6.6	Erforschung des Elektrons <i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i> Zeitbedarf: 15 Ustd.	<i>Quantenobjekte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Elektron (Teilchenaspekt) 	UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E5 Auswertung E6 Modelle	Kap. 13: Quanten
Elektronenbeugung: 13.6	Photonen und Elektronen als Quantenobjekte <i>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</i> Zeitbedarf: 8 Ustd.	<i>Quantenobjekte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt) • Quantenobjekte und ihre Eigenschaften 	E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen	Kap. 13: Quanten
Oszilloskop: 5.15 Leiterschleife: 7.1 Thomson'scher Ringversuch: 7.1; 7.7 Leiterschaukel: 7.2 Generator: 7.4 Transformator: 7.5 Fernleitung: 7.5	Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i> Zeitbedarf: 18 Ustd.	<i>Elektrodynamik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Spannung und elektrische Energie • Induktion • Spannungswandlung 	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien	Kap. 5: Elektrische Ladung und elektrisches Feld Kap. 6: Magnetisches Feld Kap. 7: Elektromagnetische Induktion
	Wirbelströme im Alltag <i>Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?</i> Zeitbedarf: 4 Ustd.	<i>Elektrodynamik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion 	UF4 Vernetzung E5 Auswertung B1 Kriterien	Kap. 7: Elektromagnetische Induktion
Summe Qualifikationsphase (Q1) – Grundkurs: 56 Stunden				

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q2				
Pflichtexperimente	Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte	Fokus Physik SII
Linienpektren: 13.8 Resonanzabsorption: 13.12 Fraunhofer-Linien: 13.12; 20.4 Franck-Hertz-Versuch: 13.11 Röntgenspektren: 13.4; 14.7	Erforschung des Mikro- und Makrokosmos <i>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</i> Zeitbedarf: 13 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Energiequantelung der Atomhülle • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung 	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E2 Wahrnehmung und Messung	Kap. 10: Welleneigenschaften des Lichts Kap. 13: Quanten Kap. 14: Quantenphysikalisches Atommodell
Geiger-Müller-Zählrohr: 16.2; 16.6 Absorption: 16.6; 16.10	Mensch und Strahlung <i>Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?</i> Zeitbedarf: 9 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kernumwandlungen • Ionisierende Strahlung • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung 	UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen	Kap. 16: Atomkerne Kap. 18: Radioaktivität und Kerntechnik
	Forschung am CERN und DESY <i>Bausteine der Materie?</i> Zeitbedarf: 6 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Standardmodell der Elementarteilchen 	UF3 Systematisierung E6 Modelle	Kap. 17: Elementarteilchen
Michelson und Morley: 19.3 Lichtuhr: 19.5 Myonenzerfall: 19.6	Navigationsysteme <i>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</i> Zeitbedarf: 5 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation 	UF1 Wiedergabe E6 Modelle	Kap. 19: Relativitätstheorie
Zyklotron: 6.6	Teilchenbeschleuniger <i>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</i> Zeitbedarf: 6 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz 	UF4 Vernetzung B1 Kriterien	Kap. 19: Relativitätstheorie
	Das heutige Weltbild <i>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</i> Zeitbedarf: 2 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz 	E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation	Kap. 19: Relativitätstheorie
Summe Qualifikationsphase (Q2) – Grundkurs: 41 Stunden				

2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Q1/Q2

2.1.4.1 Kontext: Erforschung des Photons

Leitfrage: *Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?*

Inhaltliche Schwerpunkte: *Photon (Wellenaspekt)*

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (7 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), • bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit <i>Doppelspalt und Gitter</i> (E5), 	Doppelspalt und Gitter, Wellenwanne quantitative Experimente mit Laserlicht	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (ggf. als Schülerpräsentation) Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter Sehr schön sichtbare Beugungsphänomene finden sich vielfach bei Meereswellen (s. Google-Earth)	9.1 Wellenphänomene 9.2 Harmonische Welle 9.3 Überlagerung von Wellen 9.4 Reflexion 9.5 Brechung und Beugung 9.6 Interferenz 10.3 Beugung von Licht 10.4 Interferenz am Doppelspalt 10.5 Optisches Gitter	Quantenobjekte
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (7 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • demonstrieren anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2), 	Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotозelle	Roter Faden: Von Hallwachs bis Elektronenbeugung Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben.	13.2 Fotoeffekt 13.3 Einstein interpretiert den Fotoeffekt mit Lichtquanten	

			Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden		
10 Ustd.	Summe				

2.1.4.2 Kontext: Erforschung des Elektrons

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhalts- feld
Elementarladung (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), • untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6). 	schwebender Wattebausch Millikanversuch Schwebefeldmethode (keine Stokes' sche Reibung) Auch als Simulation möglich	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren	5.1 Geladene Körper 5.2 Elektrische Ladung als physikalische Größe 5.3 Elektrisches Feld 5.9 Kondensator 5.13 Bestimmung der Elementarladung	Quantenobjekte
Elektronenmasse (7 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1), • bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), • modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die 	e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft) evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft: Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder strom-durchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen	5.3 Elektrisches Feld 5. 5 Elektrisches Potenzial und elektrische Spannung 5. 7 Feldgleichung und Feldkonstante 5. 12 Freie Ladungsträger im elektrischen Feld 6.1 Magnetische Feldstärke 6. 2 Magnetfeld von Leiter und Spule	

	Elektronenmasse (E6, E3, E5),		magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke. Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.	6. 3 Lorentzkraft und Halleffekt 6. 6 Bewegung von Ladungsträgern im Magnetfeld 6. 7 Massenspektrometer und Geschwindigkeitsfilter
Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4). 	Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung	13. 6 Materiewellen 15. 1 Strukturbestimmung von Festkörpern
15 Ustd.	Summe			

2.1.4.3 Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- (K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Licht und Materie (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7), • verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3). • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4), • beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4). 	Computersimulation Doppelspalt Photoeffekt	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik	13. 6 Materiewellen 13. 15 Interferenz und Weginformation 13. 14 Heisenberg, Schrödinger und die Entstehung der Quantenmechanik	Quantenobjekte
5 Ustd.	Summe				

2.1.4.4 Kontext: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Stoffverteilungsplan

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), • definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), • bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), • werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). 	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld – „Leiterschaukelversuch“ Messung von Spannungen mit diversen Spannungs-messgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel) Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird. Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U , v und B .	Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele. Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet. Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeführt.	5. 5 Elektrisches Potenzial und elektrische Spannung 6. 3 Lorentzkraft und Halleffekt 7. 1 Phänomen Induktion 7. 2 Induktionsgesetz 7. 3 Faraday entdeckt die elektromagnetische Induktion	Elektrodynamik

Technisch praktikable Generatoren: Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2), erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), 	Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren	Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.	7. 4 Wechselspannung und Generator 7. 12 Anwendungen der Induktion
	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6), werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4), 	Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem	Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.	
Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2). geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4), 	diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator) Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes	Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt). Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen. Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.	7. 5 Transformator 7. 12 Anwendungen der Induktion
Energieerhaltung Ohm´sche „Verluste“ (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment</i> zu <i>Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten 	Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung	Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.	7. 5 Transformator

	<p>Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4), • beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4). 	elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen			
18 Ustd.	Summe				

2.1.4.5 Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: *Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?*

Inhaltliche Schwerpunkte: *Induktion*

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten.

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhalts- feld
Lenz'sche Regel (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4), • bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1), 	Freihandexperiment: Untersuchung der Relativ-bewegung eines aufgehäng-ten Metallrings und eines starken Stabmagneten Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.	Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrom-bremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)	7. 6 Selbstinduktion 7. 7 Wirbelströme	Elektrodynamik
4 Ustd.	Summe				

2.1.4.6 Kontext: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhalts- feld
Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4), 	Literaturrecherche, Schulbuch	Ausgewählte Beispiele für Atommodelle	13. 7 Frühe Atommodelle 13. 9 Rutherford stößt auf den Atomkern	Strahlung und Materie
Energieniveaus der Atomhülle (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6), 	Erzeugung von Linienpektren mithilfe von Gasentladungslampen	Deutung der Linienpektren	13. 8 Linienpektren	
Quantenartige Emission und Absorption von Photonen (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i>, die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenpektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7), 	Franck-Hertz-Versuch	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)	13. 10 Bohrsches Atommodell 13. 11 Franck-Hertz-Experiment 13. 12 Resonanzabsorption und Lumineszenz	
Röntgenstrahlung (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i>, die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenpektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7), 	Aufnahme von Röntgenpektren (kann mit inter-aktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgen-einrichtung vorhanden ist)	Im Zuge der „Elemente der Quantenphysik“ kann die Röntgenstrahlung bereits als Umkehrung des Photoeffekts bearbeitet werden Mögliche Ergänzungen: Bremsspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion	13. 4 Röntgenstrahlung 14. 7 Charakteristische Röntgenstrahlung	
Sternspektren und Fraunhoferlinien (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen 	Flammenfärbung	u. a. Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)	13. 12 Resonanzabsorption und Lumineszenz	

	3Stoffe (K3, K1), <ul style="list-style-type: none"> • erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2), • stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1), 	Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien Spektralanalyse			
13 Ustd.	Summe				

2.1.4.7 Kontext: Mensch und Strahlung

Leitfrage: *Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?*

Inhaltliche Schwerpunkte: *Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung*

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Strahlungsarten (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3), • erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5), • bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3), 	Recherche Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I	16. 2 Nachweis ionisierender Strahlung 16. 6 Radioaktive Strahlung	Strahlung und Materie
Elementumwandlung (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungs-prozesse (UF1, K1), 	Nuklidkarte		18. 2 Zerfallsreihen und künstliche Nuklide	
Detektoren (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (<i>Geiger-Müller-Zählrohr</i>) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2), 	Geiger-Müller-Zählrohr	An dieser Stelle können Hinweise auf Halbleiter-detektoren gegeben werden.	16. 2 Nachweis ionisierender Strahlung 18. 1 Aktivität und Zerfallsgesetz	
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1), • bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von 	ggf. Einsatz eines Films / eines Videos	Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.	18. 4 Biologische Wirkungen der Radioaktivität 18. 5 Strahlenschutz	

Dosimetrie (3 Ustd.)	ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4), <ul style="list-style-type: none"> • begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4), • erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2). • bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4) • bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4), 		Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffen: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis		
9 Ustd.	Summe				

2.1.4.8 Kontext: Forschung am CERN und DESY

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), • erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1). • recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2). 	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	Mögliche Schwerpunktsetzung: Paarerzeugung, Paarvernichtung,	17. 1 Strukturuntersuchung mit schnellen Teilchen 17. 2 Quarks, Materie und Antimaterie 17. 3 Wechselwirkungen und ihre Austauschteilchen 17. 4 Standardmodell	Strahlung und Materie
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6). 	Lehrbuch, Animationen	Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren	17. 3 Wechselwirkungen und ihre Austauschteilchen 17. 7 Vereinheitlichung von Theorien	
6 Ustd.	Summe				

2.1.4.9 Kontext: Navigationssysteme

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Relativität der Zeit (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4), • erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), • erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfalls</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1). • erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3), • begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2), • erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1), 	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation) Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation) Myonenzerfall (Experimentepool der Universität Wuppertal)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments Herleitung der Formel für die Zeitdilatation am Beispiel einer „bewegten Lichtuhr“. Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation. Betrachtet man das Bezugssystem der Myonen als ruhend, kann die Längenkontraktion der Atmosphäre plausibel gemacht werden. Die Formel für die Längenkontraktion wird angegeben.	19. 1 Einsteins "Elektrodynamik bewegter Körper" 19. 2 Postulate der Speziellen Relativitätstheorie 19. 3 Experiment von Michelson und Morley 19. 4 Relativität der Gleichzeitigkeit 19. 5 Zeitdilatation 19. 6 Längenkontraktion	Relativität von Raum und Zeit
5 Ustd.	Summe				

2.1.4.10 Kontext: Teilchenbeschleuniger

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionsweise eines <i>Zyklotrons</i> und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4), 	Zyklotron (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geräten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.	19. 9 Relativistische Masse und relativistischer Impuls	Relativität von Raum und Zeit
Ruhemasse und dynamische Masse (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1). • zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3) 	Film / Video	Die Formeln für die dynamische Masse und $E=mc^2$ werden als deduktiv herleitbar angegeben. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen, Hier können Texte und Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.	19. 10 Masse-Energie-Beziehung	
6 Ustd.	Summe				

2.1.4.11 Kontext: Das heutige Weltbild

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Stoffverteilungsplan:

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise	Fokus Physik S II	Inhaltsfeld
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7), • beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) 	Lehrbuch, Film / Video		19. 1 Einsteins "Elektrodynamik bewegter Körper" 6. 4 Elektromagnetismus	Relativität von Raum und Zeit
5 Ustd.	Summe				

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Die Fachkonferenz Naturwissenschaften hat die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

- 1) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- 3) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- 5) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- 7) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- 9) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 10) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- 15) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 16) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 19) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 20) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusstgemacht wird.
- 21) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 22) Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- 23) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.

- 24) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 25) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 26) Im Physikunterricht wird ein GTR verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

Digitale Medien werden regelmäßig dort eingesetzt, wo sie dem Lernfortschritt dienen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Physik werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Lern- und Leistungssituationen

In Lernsituationen ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktivproduktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei Leistungs- und Überprüfungssituationen steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

Verbindliche Instrumente:

- GTR
- Tafelwerk

Überprüfung der schriftlichen Leistung

- **Einführungsphase:**
1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 90 Minuten) geschrieben.
- **Grundkurse Q-Phase Q 1.1 – Q 2.1:**
2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK), wobei in einem Fach die letzte Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

- **Grundkurse Q-Phase Q 2.2:**
1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.
- **Facharbeit:**
Gemäß Beschluss der Lehrerkonferenz wird die erste Klausur Q1.2 für diejenigen Schülerinnen und Schüler, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt. (Vgl. APO-GOST B § 14 (3) und VV 14.3.)

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und den Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Überprüfung der sonstigen Leistung

In die Bewertung der sonstigen Mitarbeit fließen folgende Aspekte ein, die den Schülerinnen und Schülern bekanntgegeben werden müssen:

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen

- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Mündliche Abiturprüfungen

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

2.4 Lehr- und Lernmittel

- Lehrwerke: „**Fokus Physik SII**“ Gesamtband, Cornelsen Schulverlage (2014)
(ISBN: 978-3-06-015555-2)
- GTR-Taschenrechner: **TI-Nspire CX**
- Klett Formelsammlung „**Tafelwerk**“
(ISBN 978-3-12-718513-3)

Empfohlene, optionale Lehrmittel:

- Lehrwerk: „**Physikalische Freihandexperimente Band 1+2**“, Aulis Verlag (2012)
(ISBN: 978-3-7614-2535-0)

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert daraufgelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, es ist dynamisch. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Physik bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und neue Handlungsschwerpunkte formuliert.