

**Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe
am Städtischen Gymnasium Schmalleberg**

Physik

Stand: 17.06.2019

Inhalt

	Seite
Präambel	3
1 Die Fachgruppe Physik am Städtischen Gymnasium Schmallenberg	4
2 Entscheidungen zum Unterricht	6
2.1 Unterrichtsvorhaben	6
2.1.1 <i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	8
2.1.2 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben</i>	9
2.1.2.1 <i>Einführungsphase</i>	9
2.1.2.2 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>	19
2.1.2.3 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>	28
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	29
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	31
2.4 Operatoren	34
2.5 Lehr- und Lernmittel	38
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	39
4 Qualitätssicherung und Evaluation	40

Präambel

„Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben

Kompetenzorientierte Kernlehrpläne sind ein zentrales Element in einem umfassenden Gesamtkonzept für die Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit. Sie bieten allen an Schule Beteiligten Orientierungen darüber, welche Kompetenzen zu bestimmten Zeitpunkten im Bildungsgang verbindlich erreicht werden sollen, und bilden darüber hinaus einen Rahmen für die Reflexion und Beurteilung der erreichten Ergebnisse.

Kompetenzorientierte Kernlehrpläne

- sind curriculare Vorgaben, bei denen die erwarteten Lernergebnisse im Mittelpunkt stehen,
- beschreiben die erwarteten Lernergebnisse in Form von fachbezogenen Kompetenzen, die fachdidaktisch begründeten Kompetenzbereichen sowie Inhaltsfeldern zugeordnet sind,
- zeigen, in welchen Stufungen diese Kompetenzen im Unterricht in der Sekundarstufe II erreicht werden können, indem sie die erwarteten Kompetenzen bis zum Ende der Einführungs- und der Qualifikationsphase näher beschreiben,
- beschränken sich dabei auf zentrale kognitive Prozesse sowie die mit ihnen verbundenen Gegenstände, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind,
- bestimmen durch die Ausweisung von verbindlichen Erwartungen die Bezugspunkte für die Überprüfung der Lernergebnisse und Leistungsstände in der schulischen Leistungsbewertung und
- schaffen so die Voraussetzungen, um definierte Anspruchsniveaus an der Einzelschule sowie im Land zu sichern.

Indem sich Kernlehrpläne dieser Generation auf die zentralen fachlichen Kompetenzen beschränken, geben sie den Schulen die Möglichkeit, sich auf diese zu konzentrieren und ihre Beherrschung zu sichern. Die Schulen können dabei entstehende Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der aufgeführten Kompetenzen und damit zu einer schulbezogenen Schwerpunktsetzung nutzen. Die im Kernlehrplan vorgenommene Fokussierung auf rein fachliche und überprüfbare Kompetenzen bedeutet in diesem Zusammenhang ausdrücklich nicht, dass fachübergreifende und ggf. weniger gut zu beobachtende Kompetenzen – insbesondere im Bereich der Personal- und Sozialkompetenzen – an Bedeutung verlieren bzw. deren Entwicklung nicht mehr zum Bildungs- und Erziehungsauftrag der Schule gehört. Aussagen hierzu sind jedoch aufgrund ihrer überfachlichen Bedeutung außerhalb fachbezogener Kernlehrpläne zu treffen.

Die nun vorgelegten Kernlehrpläne für die gymnasiale Oberstufe lösen die bisherigen Lehrpläne aus dem Jahr 1999 ab und vollziehen somit auch für diese Schulstufe den bereits für die Sekundarstufe I vollzogenen Paradigmenwechsel von der Input- zur Outputorientierung.

Darüber hinaus setzen die neuen Kernlehrpläne die inzwischen auf KMK-Ebene vorgenommenen Standardsetzungsprozesse (Bildungsstandards, Einheitliche Prüfungsanforderungen für das Abitur) für das Land Nordrhein-Westfalen um.

Abschließend liefern die neuen Kernlehrpläne eine landesweit einheitliche Obligatorik, die die curriculare Grundlage für die Entwicklung schulinterner Lehrpläne und damit für die unterrichtliche Arbeit in Schulen bildet. Mit diesen landesweit einheitlichen Standards ist eine wichtige Voraussetzung dafür geschaffen, dass Schülerinnen und Schüler mit vergleichbaren Voraussetzungen die zentralen Prüfungen des Abiturs ablegen können.“

aus: Kernlehrplan Physik SII, NRW, 1. Auflage 2013, S. 8f

1 Die Fachgruppe Physik am Städtischen Gymnasium Schmallenberg

Das Städtische Gymnasium Schmallenberg befindet sich im ländlichen Bereich des Hochsauerlandkreises. Zurzeit ca. 50 Lehrerinnen und Lehrer unterrichten etwa 650 Schülerinnen und Schüler, die vorwiegend aus dem gesamten Bereich des Schulstandorts stammen.

Es besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt werden.

Der Unterricht wird – soweit möglich – auf der Stufenebene parallelisiert. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Insbesondere in Doppelstunden können Experimente in einer einzigen Unterrichtsphase gründlich vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet werden.

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist noch nicht zufriedenstellend. Der Etat für Neuanschaffungen und Reparaturen ist

nicht üppig. Schrittweise sollen mehr Möglichkeiten für Schülerversuche an geeigneten Stellen geschaffen werden. Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. An der Schule existiert ein Computerraum, der nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden kann.

Neue und weitere Möglichkeiten eröffnen sich durch die Renovierung des Physik-Übungsraums und die damit verbundene technische „Aufrüstung“.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 80 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit einem Grundkurs vertreten. Die Lehrbesetzung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen zu vermitteln. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Lerngelegenheiten für ihre Lerngruppe so anzulegen, dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von den Schülerinnen und Schülern erworben werden können.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche 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 sowie in der Fachkonferenz verabredeten verbindlichen Kontexten 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 zunächst als eine erste grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf (deutlich) über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Klausuren, Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkreter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2, Tabellenspalten 3 und 4) empfehlenden Charakter, es sei denn, die Verbindlichkeit bestimmter Aspekte ist dort, markiert durch Fettdruck, explizit angegeben. Insbesondere Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen die konkretisierten Unterrichtsvorhaben 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. Abweichungen von den empfohlenen 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 Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Ausführungen zu den Leistungskursen finden sich in diesem schulinternen Curriculum nicht. Sie werden umgehend ergänzt, sobald sich die Einrichtung eines Leistungskurses abzeichnet.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Physik und Verkehr</i> Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: 42 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl</p>
<p><i>Auf dem Weg in den Weltraum</i> Durch welche physikalischen Gesetze und Zusammenhänge kann unser Sonnensystem beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravitation • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Schall- und Wasserwellen</i> Durch welche physikalischen Gesetze und Zusammenhänge können Schwingungen und Wellen beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen und Wellen • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation</p>
<p>Summe Einführungsphase: 80 Stunden</p>		

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

2.1.2.1 Einführungsphase

Inhaltsfeld: *Mechanik*

Kontext: *Physik und Verkehr*

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,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Verkehr Aristoteles vs. Galilei (ca. 2 Ustd.)	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</i> zur Mechanik und zu den Fallgesetzen Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)	Einstieg über die Beurteilung des Bewegungsverhaltens von Fahrzeugen oder Einstieg über faire Beurteilung z. B. 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 oder der Leistungsfähigkeit von Fahrzeugen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<p>Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen (ca. 16 Ustd.)</p>	<p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1), 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>	<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>Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung) Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung</p> <p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung Erstellung von t-s- und t-v-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden. Planung von Experimenten durch die Schüler Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Newtonsche Gesetze, Kräfte und Bewegung (ca. 12 Ustd.)	<p>berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),</p> <p>entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4),</p> <p>reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4),</p> <p>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>	<p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</p> <p>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</p> <p>Versuchsprotokolle: Funktionen und Anforderungen klären</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 bei Fahrzeugen, Einfluss von Reibungskräften</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Energie und Leistung Impuls (ca. 12 Ustd.)	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),</p> <p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),</p> <p>verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),</p> <p>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),</p> <p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),</p>	<p>Fadenpendel (Schaukel)</p> <p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen</p> <p>Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit</p> <p>Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p>Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten und Fahrzeugsituationen (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung, Bremsvorgänge bei Fahrzeugen)</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße</p> <p>Elastischer und unelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport, Billard)</p> <p>Hinweis: Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Welt-raum“</p>
Ca. 42 Ustd.	Summe		

Kontext: *Auf dem Weg in den Weltraum*

Leitfrage: Durch welche physikalischen Gesetze und Zusammenhänge kann unser Sonnensystem beschrieben werden?

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.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (ca. 3 Ustd.)	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 evtl. über Film zur Entwicklung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt Evtl. Besuch in einer Sternwarte (z. B. Planetarium Bochum) Ggf. Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen
Planetenbewegungen und Keplersche Gesetze (ca. 5 Ustd.)	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).	Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen	Ggf. Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Ggf. Benutzung geeigneter Apps
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (ca. 6 Ustd.)	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet	Newtonsches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Keplerschen Gesetze Newtonsche „Mondrechnung“ Anwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen Evtl. Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Kreisbewegungen (ca. 8 Ustd.)	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),	Messung der Zentralkraft An dieser Stelle können das experimentell-erkundende Verfahren und ggf. 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 Konstanzhaltung 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) Ggf. Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten Bahnen von Satelliten und Planeten
Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß (ca. 6 Ustd.)	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 Ggf. Film „Gravity“ (2 Ustd.) Evtl. Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	Impuls und Rückstoß (s. o.) 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
Ca. 28 Ustd.	Summe		

Kontext: *Schall- und Wasserwellen*

Leitfrage: Durch welche physikalischen Gesetze und Zusammenhänge können Schwingungen und Wellen beschrieben werden?

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Entstehung und Ausbreitung von Schall (ca. 4 Ustd.)	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 Vakuimglocke	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen
Modelle der Wellenausbreitung (ca. 4 Ustd.)	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
Erzwungene Schwingungen und Resonanz (ca. 2 Ustd.)	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten
Ca. 10 Ustd.	Summe		

2.1.2.2 Qualifikationsphase: Grundkurs

Stoffverteilungsplan Physik Qualifikationsphase Grundkurs (basierend auf Impulse Physik, Klett-Verlag)

Inhaltsfeld/Kontext			
Ustd	Inhalt	Kompetenzen	Seite im Schülerbuch
Quantenobjekte: Erforschung des Photons Q1			Kapitel: Erforschung des Photons
7	Beugung und Interferenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung	Die Schülerinnen und Schüler... - 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)	S. 10/11 Experiment: Versuche mit Wasserwellen S. 12-14 Die Ausbreitung von Wasserwellen
	Beugung und Interferenz, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Beugung	- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit dem <i>Doppelspalt</i> (E5),	S. 15 Experiment: Untersuchung von Licht am Doppelspalt S. 16/17 Interferenzen am Doppelspalt
	Beugung und Interferenz, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Beugung	- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit dem <i>Gitter</i> (E5),	S. 18 Experiment: Untersuchung von Licht am Gitter S. 19/20 Interferenz von Licht am optischen Strichgitter S. 21 Exkurs: Holografie S. 22/23 Exkurs: Beugung von Licht S. 24 Methoden: Interferometer selbst gebaut
7	Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit	- 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),	S. 26 Experiment: Der Fotoeffekt S. 28-30 Licht löst Elektronen aus S. 30 Exkurs: Geschichte des Fotoeffekts
	Licht und Materie	- 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)	S. 29 Exkurs: Photonen erzeugen Beugungsbilder
14	Summe		

Quantenobjekte: Erforschung des Elektrons Q1			Kapitel: Erforschung des Elektrons
5	Elementarladung	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <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), - erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), 	<p>S. 38/39 Elektrische Ladung, elektrisches Feld S. 40 Geladene Teilchen im elektrischen Feld S. 42 Experiment: Der Millikanversuch S. 43 Nachweis der Elementarladung Zusatzinhalt: S. 47 Exkurs: Elektronenkanone</p>
7	Elektronenmasse	<ul style="list-style-type: none"> - beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1), - 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 Elektronenmasse (E6, E3, E5), - beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1), 	<p>S. 49 Das magnetische Feld S. 52 Exkurs: Messung magnetischer Felder S. 53 Experiment: Bestimmung der Elektronenmasse mit dem Fadenstrahlrohr S. 54 Elektronen haben eine Masse S. 56 Exkurs: Geladene Teilchen in Feldern</p>
3	Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge	<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) 	<p>S. 58 Experiment: Elektronenbeugung S. 59 Interferenz mit Elektronen Zusatzinhalte: S. 61 Exkurs: Mikroskopie mit Elektronen S. 62 Exkurs: Elektronenbeugung in der Forschung</p>
15	Summe		

Quantenobjekte: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte Q1			Kapitel: Quantenobjekte
5	Licht und Materie	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <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) 	<p>S. 66/67 Zwei-Wege-Experimente</p> <p>S. 68/69 Quantenobjekte</p> <p>S. 70/71 Exkurs: Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation</p> <p>S. 72 Exkurs: Deutungen</p>
5	Summe		

Elektrodynamik: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Q1			Kapitel: Energieversorgung und Energietransport
5	Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung	Die Schülerinnen und Schüler... - definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), - erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), - bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe der Drei-Finger-Regel (UF2, E6), - werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem <i>Messwert-erfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5)	S. 78 Spannung und Energie S. 80 Experiment: Leiterschaukel S. 82 Elektromagnetische Induktion S. 81 Methoden: Versuche zur Induktion
4	Technisch praktikable Generatoren: Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen	- führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4), - erläutern adressatenbezogenen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), - erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> (E2, E6), - recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2)	S. 86 Experiment: Leiterschleifen im Magnetfeld S. 87 Experiment: Generator S. 88 Generatoren erzeugen Spannungen S. 90 Methoden: Mathematische Beschreibung der Wechselspannung S. 91 Exkurs: Anwendung von Generatoren
		- werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem <i>Messwert-erfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5)	S. 92 Exkurs: Messdatenerfassungssysteme S. 93 Exkurs: Elektrische Leistung

5	Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern adressatenbezogenen 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), - führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4), 	<p>S. 94 Experiment: Transformator</p> <p>S. 95/96 Energieübertragung im Transformator</p> <p>S. 97 Exkurs: Anwendungen des Transformators</p>
4	Energieerhaltung Ohmsche „Verluste“	<ul style="list-style-type: none"> - verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), - bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), - 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) 	<p>S. 98 Experiment: Modellversuch zu Freileitungen</p> <p>S. 99 Transport elektrischer Energie</p> <p>S. 100 Exkurs: Verteilung elektrischer Energie</p>
18	Summe		
Elektrodynamik: Wirbelströme im Alltag Q1			Kapitel: Wirbelströme im Alltag
4	Lenzsche Regel	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern anhand des <i>Thomsonschen Ringversuchs</i> die Lenzsche Regel (E5, UF4), - bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1) 	<p>S. 104 Experiment: Thomsonscher Ringversuch</p> <p>S. 105/106 Induktion und Energie</p> <p>S. 107 Exkurs: Wirbelstrombremse</p>
4	Summe		

Strahlung und Materie: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos Q2			Kapitel: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos
2	Kern-Hülle-Modell	Die Schülerinnen und Schüler... - erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),	S. 112/113 Atome und Atommodelle
3	Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen	- erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	S. 114 Experiment: Franck-Hertz-Versuch S. 115 Ionisation und Anregung von Atomen
2	Energieniveaus der Atomhülle	- erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7), - erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6)	S. 117 Experiment: Flammenfärbung S. 118 Experiment: Linienspektren S. 119/120 Spektraluntersuchungen S. 121 Untersuchung von Wasserstoff S. 122 Exkurs: Leistungen und Grenzen des Bohrschen Atommodells S. 123/124 Exkurs: Elektronen im Atom S. 125 Exkurs: Farbstoffe
3	Sternspektren und Fraunhoferlinien	- interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1), - 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)	S. 126 Experiment: Sonnenspektrum S. 127 Das Spektrum des Sonnenlichts S. 128 Exkurs: Spektralanalyse in der Astronomie
3	Röntgenstrahlung	- erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)	S. 129 Experiment: Aufnahme von Röntgenspektren S. 130 Charakteristische Röntgenspektren
13	Summe		

Strahlung und Materie: Mensch und Strahlung Q2			Kapitel: Radioaktivität und Kernphysik
2	Strahlungsarten	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <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 <i>Absorptionsexperimenten</i> (E4, E5), - bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3) 	<p>S. 136/137 Eigenschaften der Strahlung eines radioaktiven Präparats</p> <p>S. 138 Experiment: Absorptionsexperimente zu α-, β- und γ-Strahlung</p> <p>S.139 Nachweis radioaktiver Strahlung</p>
1	Elementumwandlung	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1), 	<p>S. 141/142 Die Struktur der Atomkerne</p> <p>S. 143/144 Radioaktiver Zerfall</p>
3	Detektoren	<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) 	<p>S. 145 Experiment: Geiger-Müller-Zählrohr</p> <p>S. 146/147 Nachweis und Messung radioaktiver Zerfallsprozesse</p>
3	<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie</p>	<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 ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4), - 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) 	<p>S. 148 Exkurs: Dosimetrische Größen</p> <p>S. 149 Exkurs: Altersbestimmung mit radioaktiven Stoffen</p> <p>S. 150 Exkurs: Moderne Physik – moderne Medizin</p>
9	Summe		

Strahlung und Materie: Forschung am CERN und DESY Q2			Kapitel: Radioaktivität und Kernphysik
4	Kernbausteine und Elementarteilchen	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <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) 	<p>S. 152-154 Elementarteilchen</p> <p>S. 155 Exkurs: Untersuchung von Teilchenumwandlungen</p>
2	<p>(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung</p> <p>Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept</p>	<p>- vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6)</p>	<p>S. 152-154 Elementarteilchen</p>
6	Summe		

Relativität von Raum und Zeit (GK): Navigationssysteme Q2			Kapitel: Relativität von Raum und Zeit
5	Relativität der Zeit	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> - interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4), - erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfall</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1), - erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), - 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) 	<p>S. 160 Experiment: Michelson-Morley</p> <p>S. 161/162 Die Einsteinschen Postulate</p> <p>S. 163 Experiment: Myonenzerfall</p> <p>S. 164/165 Ort, Zeit, Ereignis</p> <p>S. 166 Experiment: Lichtuhr</p> <p>S. 167 Messen und Wahrnehmen</p> <p>S. 168 Exkurs: Bilder bewegter Körper</p> <p>S. 169 Methoden: Zeitdilatation und Längenkontraktion</p> <p>S. 170 Methoden: Geschwindigkeitsaddition</p> <p>S. 171 Exkurs: Vergangenheit und Zukunft</p>
2	„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern	<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), 	<p>S. 172 Experiment: Zyklotron</p> <p>S. 173 Geladene Teilchen im Hochenergiebeschleuniger</p> <p>S. 175 Exkurs: Geladene Teilchen in Feldern</p>
4	Ruhemasse und dynamische Masse	<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) 	<p>S. 177 Relativistische Masse, Energie und Impuls</p> <p>S. 180 Methoden: Relativistische Erhaltungsgrößen</p> <p>S. 182/183 Energie aus dem Atomkern</p> <p>S. 184 Exkurs: Leichtwasser-Kernreaktoren</p> <p>S. 185 Exkurs: Chancen und Risiken der Kernenergie-technik</p> <p>S. 186 Exkurs: Wissenschaft und Gesellschaft</p>
11	Summe		

2.1.2.3 Qualifikationsphase: Leistungskurs

Ausführungen zu den Leistungskursen finden sich in diesem schul-internen Curriculum nicht. Sie werden umgehend ergänzt, sobald sich die Einrichtung eines Leistungskurses abzeichnet.

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 15 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 16 bis 27 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 berücksichtigen das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind schülernah 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 fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 9.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- 10.) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 12.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 13.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 14.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 15.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- 16.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und an Kontexten ausgerichtet.
- 17.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 18.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.

- 19.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 20.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 21.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 22.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungs-ideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 23.) 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.
- 24.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 25.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 26.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 27.) Im Physikunterricht wird ein GTR verwendet. Die Messwertauswertung kann per PC erfolgen.

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 Lehrplan 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 konstruktiv-produktive 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.

Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- 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 Adressatenbezogenheit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikation in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Beurteilungsbereich Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen können im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt werden.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST.

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), auch im zweiten Halbjahr wird 1 Klausur (90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (je 135 Minuten im GK)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme der Bereiche mangelhaft und ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster kann den korrigierten Klausuren beigefügt und den Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht werden. Ein detailliertes Vorrechnen der Klausur kann diesen Zweck ebenso erfüllen.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend (05 Pkte.) soll bei Erreichen von ca. 45 % 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.

Es können Punkte für die Darstellungsleistung vergeben werden. Die Schüler sind auf ggf. abweichende Verfahren in der Abiturprüfung hinzuweisen.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Im Kurssystem der gymnasialen Oberstufe ergibt sich die jeweilige Kursabschlussnote in einem Kurs mit schriftlichen Arbeiten aus den Leistungen

im Beurteilungsbereich „Klausuren“ und den Leistungen im Bereich „Sonstige Mitarbeit“.

Die Gesamtnote wird gleichwertig aus den Endnoten beider Beurteilungsbereiche gebildet.

Klausuren sollen zeitnah korrigiert und möglichst zum Quartalsende, spätestens jedoch vor der nächsten Klausur zurückgegeben werden.

Am Ende eines jeden Quartals werden die Schülerinnen und Schüler über ihre Leistungen im Bereich der Sonstigen Mitarbeit durch Vergabe einer Note informiert.

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

Mündliche Abiturprüfungen

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 Operatoren

Nachfolgend sind die Operatoren für das Fach Physik aufgeführt:



Physik

Übersicht über die Operatoren

Operator	Definition	AFB-Bandbreite
angeben	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	I
nennen	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	I
berechnen	physikalische Größen aus Größengleichungen oder Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen	I
bestimmen	Zusammenhänge bzw. Lösungswege darstellen und Ergebnisse formulieren	II
ermitteln	Zusammenhänge bzw. Lösungswege darstellen und Ergebnisse formulieren	II
herleiten	die Entstehung oder Ableitung von gegebenen oder beschriebenen Sachverhalten aus anderen Sachverhalten darstellen	II
zeigen	Aussagen oder Sachverhalte auf bekannte Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	II
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte, Verfahren oder Zusammenhänge in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben (hierbei sind einschränkende Zusatzangaben möglich)	II
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden, Hypothesen und Bezüge in übersichtlich strukturierter, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form	II

	wiedergeben	
durchführen	zu einem gegebenen physikalischen Experiment Messdaten aufnehmen	II
entwerfen	zu einer gegebenen Fragestellung ein physikalisches Experiment entwickeln	II
planen	zu einer gegebenen Fragestellung ein physikalisches Experiment entwickeln	II
prüfen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten (beinhaltet ggf. zusätzliche praktisch-experimentelle Anteile)	II
untersuchen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten (beinhaltet ggf. zusätzliche praktisch-experimentelle Anteile)	II
erklären	Sachverhalte mit Hilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und ggf. durch zusätzliche Informationen in Zusammenhänge einordnen	II
erläutern	Sachverhalte mit Hilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und ggf. durch zusätzliche Informationen in Zusammenhänge einordnen	II
skizzieren	wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten übersichtlich graphisch darstellen (auch möglich: Freihandskizzen)	II
zeichnen	hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten, Daten, beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	II

entscheiden	sich bei Alternativen eindeutig und begründet auf eine Möglichkeit festlegen	II
interpretieren	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen	II
begründen	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung physikalischer Zusammenhänge logisch stringent und vollständig bestätigen	III
beurteilen	zu Sachverhalten ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	III
nachweisen	Nachweise erbringen unter Verwendung von bekannten physikalischen Gegebenheiten und Zusammenhängen sowie logischer Schlussfolgerungen bzw. unter Verwendung von Gegenbeispielen	III
widerlegen	Nachweise erbringen unter Verwendung von bekannten physikalischen Gegebenheiten und Zusammenhängen sowie logischer Schlussfolgerungen bzw. unter Verwendung von Gegenbeispielen	III

2.5 Lehr- und Lernmittel

Folgende Fachbücher werden benutzt:

- EF: Impulse Physik, Klett Verlag, Stuttgart 2014
Oberstufe, Einführungsphase, NRW
ISBN 978-3-12-772674-9
- Q1/2: Impulse Physik, Klett Verlag, Stuttgart 2015
Oberstufe, Qualifikationsphase, Grundkurs, NRW
ISBN 978-3-12-772677-0

Die Bücher für einen etwaigen Leistungskurs werden aus dem Elternanteil angeschafft.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Unterstützende Materialien sind im *Lehrplannavigator* des NRW-Bildungsportals angegeben. Verweise darauf finden sich über Links in den HTML-Fassungen des Kernlehrplans und des Musters für einen Schulinternen Lehrplan. Den *Lehrplannavigator* findet man für das Fach Physik unter:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/>

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Physik hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

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 darauf gelegt, 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.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, kann im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag stattfinden, evtl. gefolgt von einem Besuch einer Universitätsbibliothek. Im Verlauf des Projekttages können den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Richtlinien vermittelt werden.

Exkursionen

In der gymnasialen Oberstufe können in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

- Umspannwerk Schmallebenberg (oder Arpe)
- Phänomenta Lüdenscheid
- Universitäten Siegen, Paderborn oder Münster
- Fachhochschule Meschede

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Physik bei.

Die Evaluation erfolgt regelmäßig. Die Erfahrungen der Vergangenheit werden in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.