



Große Twete 5
32683 Barntrup
Tel.: 0049 (0)5263 95165
FAX: 0049 (0)5263 95166
sekretariat@gymnasium-barntrup.de

Schulinterner Lehrplan

zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Fach Physik

Inhalt

Seite

1	Das Fach Physik am Gymnasium Barntrup	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1.1	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	4
2.1.2	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	5
2.2	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	29
<u>2.3</u>	Lehr- und Lernmittel	29
<u>3</u>	Qualitätssicherung und Evaluation	29

1 Das Fach Physik am Städtischen Gymnasium Barntrup

Das Städtische Gymnasium Barntrup

Das Städtische Gymnasium Barntrup hat 1967 seine erste Abiturentia entlassen und ist mittlerweile die einzige weiterführende Schule der Gemeinde Barntrup. In der benachbarten Gemeinde Extertal gibt es noch eine auslaufende Hauptschule, eine auslaufende Realschule und seit 2012 eine Sekundarschule im Aufbau.

Die ca. 800 Schüler des Gymnasiums kommen aus den Gemeinden Extertal und Barntrup, zu denen auch einige Dörfer gehören. Die Schule liegt im grenznahen Raum zu Niedersachsen, von wo auch immer einzelne Schülerinnen und Schüler zur 5.Klasse oder zur Oberstufe angemeldet werden.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht, 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. Dieses drückt sich in AG-Angeboten aus wie in der regelmäßigen Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie Jugend forscht, Physikolympiade und lokalen Wettbewerben. In enger Kooperation mit ortsansässigen Unternehmen ermöglichen wir besonders begabten Lernenden die Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen außerhalb des Unterrichtes. Hier können sie sogar schon Kontakte für berufliche Perspektiven knüpfen.

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 und ausgewertet werden.

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist zufriedenstellend. Schrittweise sollen mehr Möglichkeiten für Schülerversuche an geeigneten Stellen geschaffen werden. Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 100 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 und einem Leistungskurs vertreten. Die Lehrerbesetzung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert.

Den Fachvorstitz im Fach Physik hat im Schuljahr 2017/2018 Herr Frank Steffens, der Vertreter ist Herr Hans-Christian Simon. Die Sammlung betreut Herr Frank Steffens.

Die Fachgruppe trifft sich in unregelmäßigen Abständen um fachdidaktische Probleme zu erörtern, Neuanschaffungen zu planen und zu testen.

Stoffverteilungsplan für das Fach Physik am Gymnasium Barntrup SekII

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Stoffverteilungsplan

Lehrwerk: Dorn-Bader Physik Einführungsphase, Gymnasium Nordrhein-Westfalen, ISBN 978-3-507-11800-3

Erläuterungen

- In der Spalte „Kompetenzen“ sind nur die zum obligatorischen Teil des Buches (weiße Seiten) gehörenden Kompetenzen aufgeführt. Damit werden alle im Kernlehrplan für die Sekundarstufe II geforderten Kompetenzen abgedeckt.
- Ergänzende Inhalte und Experimente (im Buch: blau unterlegte Seiten und Kästen) sind in *blauer kursiver Schrift* aufgeführt.
- Beim Zeitbedarf sind auch Übungsphasen berücksichtigt, nicht jedoch ergänzende Inhalte.

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben EF

Einführungsphase

Kontext, Inhaltsfeld, Zeitbedarf

Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Bewegungen und Kräfte im Straßenverkehr

Inhaltsfeld: Mechanik

Zeitbedarf: etwa 20 Ustd. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Erhaltungssätze im Straßenverkehr

Inhaltsfeld: Mechanik

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Fall- und Wurfbewegungen im Sport

Inhaltsfeld: Mechanik

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Unser Planetensystem

Inhaltsfeld: Mechanik

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben V

Kontext: Schwingungen und Wellen bei Musikinstrumenten

Inhaltsfeld: Mechanik

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte

Kräfte und Bewegungen

Energie und Impuls

Kräfte und Bewegungen

Kräfte und Bewegungen

Energie

Gravitation

Schwingungen und Wellen

Kräfte und Bewegungen

Energie

Kompetenzschwerpunkte

K1 Dokumentation

E5 Auswertung

K3 Präsentation

UF2 Auswahl

UF2 Auswahl

E3 Hypothesen

E6 Modelle

E1 Probleme und Fragestellungen

K4 Argumentation

E6 Modelle

E6 Modelle

E7 Arbeits- und Denkweisen

E1 Probleme und Fragestellungen

UF1 Wiedergabe

UF1 Wiedergabe

UF4 Vernetzung

E2 Wahrnehmung und Messung

E6 Modelle

Summe Einführungsphase – 80 Stunden

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Kräfte und Bewegungen im Straßenverkehr

Buchseiten: 6 – 35

Zeitbedarf: etwa 20 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Bewegungen und Kräfte

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

(K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.

(K3) physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen.

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Buchseiten	Kompetenzen	Experimente und Materialien	Kommentar
Gleichförmige Bewegung (3 Ustd.)	9 - 11	Die Schülerinnen und Schüler ... erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4). stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (<i>t-s</i> -Diagramme, <i>t-v</i> -Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Experiment (V1): Untersuchung der Bewegung einer Modelleisenbahn	Zeit-Ort-Diagramm, Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm, negative Geschwindigkeitswerte
Die Momentangeschwindigkeit	12-15	erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit und	Experiment (B3): Näherungsweise Messung der Momentan-	Momentangeschwindigkeit

(2 Ustd.)		<p>ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p> <p>stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t-s-Diagramme, t-v-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p>	<p>geschwindigkeit als mittlere Geschwindigkeit in einem sinnvoll kleinen Zeitintervall auf der Luftkissenfahrbahn</p>	
<p>Überholvorgang unter der Lupe (1 Ustd.)</p>	<p>16 - 17</p>	<p>stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t-s-Diagramme, t-v-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p>	<p>Experiment (V1): Simulation eines Überholvorgangs im Labor</p>	<p>Reale Bewegungen: t-s-Diagramm ohne Knicke, t-v-Diagramm ohne Sprünge</p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Überholvorgänge im t-s-Diagramm</i></p>
<p>Beschleunigte Bewegungen (5 Ustd.)</p>	<p>18 - 21</p>	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p> <p>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).</p> <p>reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a.</p>	<p>Experiment (V2): Aufzeichnung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn, Messung des Zusammenhangs zwischen Kraft und Beschleunigung</p> <p>Experiment (V1): Messung des Zusammenhangs zwischen Masse und Beschleunigung</p>	<p>Bewegungen mit konstanter beschleunigender Kraft, Beschleunigung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Grundgleichung der Mechanik</p>

		<p>Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen (E2, E4).</p> <p>stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t-s-Diagramme, t-v-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen (UF2).</p> <p>erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5).</p> <p>berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).</p>		
<p>Sonderfall – Bewegung aus der Ruhe (2 Ustd.)</p>	<p>22 - 23</p>	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p>	<p><i>Experiment: Bewegung eines Schlittens auf der leicht schräg gestellten Luftkissenfahrbahn</i></p>	<p>Zeit-Geschwindigkeit- und Zeit-Ort-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung aus der Ruhe</p>

Kräfte zusammensetzen und zerlegen (2 Ustd.)	24 - 25	vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1). stellen Daten in sinnvoll skalierten Diagrammen (Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Experiment (V1): Messung der Hangabtriebskraft GeoGebra-Datei: Vektoraddition GeoGebra-Datei: Vektorzerlegung	Kräfteaddition, Kräftezerlegung schiefe Ebene (Hangabtriebskraft, Normalkraft)
actio und reactio im Straßenverkehr (2 Ustd.)	26 - 29	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).	Experiment (V1): Messung der Wechselwirkungskräfte bei zwei auf Skateboards stehenden Personen, die gegenseitig über ein Seil Kräfte auseinander ausüben Experiment (V2): Demonstration der Wechselwirkungskräfte mit einer auf Rollen anfahrenen Lok Experiment (V3): Messung der Haft-, Gleit- und Rollreibungskraft mit einem Klotz, der an einem Kraftmesser über einen Tisch gezogen wird <i>Excel-Datei: Bremswegmodellierung mit den physikalischen Gesetzen und den Fahrschul-Faustformeln</i> <i>Experiment: Messung der Beschleunigung eines Fahrrades mit einer Smartphone-App</i>	Wechselwirkungskräfte: Kraft und Gegenkraft Unterscheidung von actio = reactio und Kräftegleichgewicht Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung <i>Mögliche Ergänzung: Bremsvorgänge (Beschleunigung, Kräfte, Brems- und Anhalteweg, Fahrschul-Faustformeln)</i> <i>Mögliche Ergänzung: Kraft- und Beschleunigungssensoren</i>
Modellbildung (3 Ustd.)	30 - 31	berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wir-	Video: senkrechter Wurf Excel-Datei: Modellierung des	Modellierung von Bewegungen, bei denen die beschleunigende

kungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).

senkrechten Wurfs ohne Luftwiderstand

Kraft oder die Masse nicht konstant sind, mit einer Tabellenkalkulation

bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E6).

Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Erhaltungssätze im Straßenverkehr

Buchseiten: 36 – 59

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen.

(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 und vorhersagen.

Inhalt

(Ustd. à 45 min)

Höhenenergie und Arbeit

(2 Ustd.)

Buchseiten

39

Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

erläutern die Größen Strecke, Kraft, Arbeit und Energie und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).

Experimente und Materialien

Kommentar

Wiederholung aus der Mittelstufe: Verschiedene Energieformen (Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, chemische Energie, innere Energie) und Übertragungsformen (Arbeit, Wärme, elektrische Energie, Strahlung)

Berechnung von Arbeit und Hö-

Bewegungsenergie und Spannenergie (3 Ustd.)	40 - 41	verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	Experiment (V1): zwischen zwei Federn gespannter Wagen auf einer horizontalen Fahrbahn	kinetische Energie Herleitung und Anwendung von Formeln für die Bewegungs- und Spannenergie
Erhaltungssatz der Mechanik (2 Ustd.)	42 - 43	verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären und Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6). geben Kriterien an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1).	<i>Experimente: Experimentelle Bestätigung des Energieerhaltungssatzes beim Fadenpendel und Federpendel</i>	Energieerhaltungssatz der Mechanik <i>Mögliche Ergänzung: Bestätigung des Energieerhaltungssatzes im Experiment (Fadenpendel, Federpendel)</i>
Ein Kraftstoß ändert den Impuls (2 Ustd.)	44 - 45	erläutern die Größen Kraft, Masse, Impuls und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).		Kraftstoß, Impuls Vorteil der Schreibweise NEWTONs
Unelastischer Stoß zweier Körper (3 Ustd.)	46 - 47	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1). verwenden Erhaltungssätze (Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	Experimente (V1, V2): Stoßversuche auf der Luftkissenfahrbahn GeoGebra-Datei: Simulation des unelastischen Stoßes zweier Kugeln	Impulserhaltungssatz Unelastischer Stoß, zunächst symmetrischer Fall, dann beliebige Bedingungen Bewegung des Schwerpunktes
Elastische Stöße zweier Körper	48 - 53	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen	Experiment (V1): Stoßversuch auf der Luftkissenfahrbahn	Impuls- und Energieerhaltung bei geraden elastischen Stößen, Be-

<p>(3 Ustd.)</p>	<p>gen und Impulsänderungen (UF1). verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6). bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). 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>GeoGebra-Datei: Simulation des elastischen Stoßes zweier Kugeln GeoGebra-Datei: Lösung des Gleichungssystems für den elastischen Stoß <i>Stationenlernen: Experimente und Theorie zum Impuls- und Energieerhaltungssatz</i></p>	<p>rechnung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß Bewegung des Schwerpunktes Bewertung eines Textes aus einem Internetforum (S. 52, 3. Station) <i>Mögliche Ergänzung: Stationenlernen zum Energie- und Impulserhaltungssatz</i></p>
------------------	---	--	---

Unfälle im Straßenverkehr 54 - 55

Experiment: Messung beim Aufprall eines Laborwagens mit und ohne Knautschzone

Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Fall- und Wurfbewegungen im Sport

Buchseiten: 60 – 85

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren.

(K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen.

Inhalt	Buchseiten	Kompetenzen	Experimente und Materialien	Kommentar
(Ustd. à 45 min) Fallbewegungen (5 Ustd.)	63 - 67	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).</p> <p>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1)</p> <p>stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t-s-Diagramme, t-v-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>begründen argumentativ Sachausagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4).</p>	<p>Experiment (V1): Vergleich der Fallbewegungen einer Stahlkugel und eines Blatt Papiers</p> <p>Experiment (V2): Fallröhre</p> <p>Experiment (V1): Messung der Fallbeschleunigung mit dem Kugelfallgerät</p> <p>Experiment (V2): Videoanalyse der Fallbewegungen einer Stahlkugel und eines Papiertrichters</p> <p><i>Stationenlernen: Experimente zu Fallbewegungen</i></p>	<p>Freier Fall (beschleunigende Kraft, Zeit-Ort-Gesetz, Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz)</p> <p>Messung der Fallbeschleunigung</p> <p>Fallbewegung mit Luftwiderstand</p> <p><i>Mögliche Ergänzung: schwere und träge Masse beim freien Fall</i></p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Energiebilanz beim freien Fall</i></p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Stationenlernen zu Fallbewegungen</i></p>
Fallschirmsprung im Rechenmodell (3 Ustd.)	68 - 71	<p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).</p>	<p>Excel-Datei: Modellierung des Fallschirmsprungs</p> <p>GeoGebra-Datei: Modellierung des Fallschirmsprungs</p>	<p>Kraftgesetz für den Luftwiderstand</p> <p>Modellierung des Fallschirmsprungs mit einer Tabellenkalkulation, Bestimmung der Endgeschwindigkeit</p>

		<p>berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).</p> <p>bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E6).</p>		
Auf der schiefen Ebene (1 Ustd.)	72 - 73	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung (E1).	<p>Experiment (V1): Aufzeichnung einer reibungsfreien Bewegung auf der schiefen Ebene mit einer geneigten Luftkissenfahrbahn</p> <p>GeoGebra-Datei: Lageplan und Kräfteplan bei der schiefen Ebene</p>	<p>Reibungslose Bewegung auf der schiefen Ebene als Beispiel für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Berechnung der Beschleunigung aus dem Neigungswinkel</p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Freier Fall und schiefe Ebene bei GALILEI</i></p>
Waagerechter Wurf (3 Ustd.)	74 - 75	<p>vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung und Vektoraddition (E1).</p> <p>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).</p>	<p>GeoGebra-Datei: Modellierung des waagerechten Wurfs</p> <p>Experiment (V1): Videoanalyse eines waagerechten Wurf</p>	<p>Freier Fall im ICE aus der Sicht eines mitbewegten und eines neben den Schienen stehenden, ruhenden Beobachters</p> <p>Bewegungsgleichungen des waagerechten Wurfs, Gleichung der Bahnkurve</p>
Schiefer Wurf (3 Ustd.)	76 - 81	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponenten-	Experiment (V1): Wasserwurfgerät	Freier Fall in einer Bergbahn aus der Sicht eines mitbewegten und eines

<p>tenzerlegung und Vektoraddition (E1).</p> <p>entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4).</p> <p>stellen Daten in sinnvoll skalierten Diagrammen von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4).</p> <p>stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7).</p>	<p>GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs</p> <p>Material: Textauszug aus GALILEI'S <i>Discorsi</i></p> <p>GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs</p>	<p>außen stehenden, ruhenden Beobachters</p> <p>Bewegungsgleichungen des schiefen Wurfs</p> <p>Einfluss von Stoßwinkel und Abwurfgeschwindigkeit auf die Wurfweite beim Kugelstoßen</p> <p>Wurfbewegungen bei ARISTOTELES und GALILEI</p> <p>Modellierung des schiefen Wurfs mit GeoGebra.</p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Modellierung des schiefen Wurfs mit Luftwiderstand</i></p>
---	--	---

Projekt: Auf Physik kann man sich verlassen 85

Experiment: Treffen einer fallenden Zielscheibe mit einem Dartpfeil

Treffen einer fallenden Zielscheibe mit einem Dartpfeil

Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Unser Planetensystem

Buchseiten: 86 – 111

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie, Gravitation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen.

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren.
(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Buchseiten	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Materialien	Kommentar
Kreisbewegung und Zentripetalkraft (1 Ustd.)	89	analysieren auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).	Experiment (V1): Messung der Zentripetalkraft mit dem Zentralkraftgerät Experiment (V2): Bestätigung, dass die Bahngeschwindigkeit tangential zur Kreisbahn gerichtet ist.	Bahngeschwindigkeit, gleichförmige Kreisbewegung, Notwendigkeit einer zum Kreismittelpunkt gerichteten Kraft (Zentripetalkraft)
Eine Formel für die Zentripetalkraft (2 Ustd.)	90 - 91	entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4). analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).	Experiment (V1): Messung der Zentripetalkraft mit dem Zentralkraftgerät und Vergleich mit dem mit der Formel berechneten Wert GeoGebra-Datei: Grafische Darstellung der Zentripetalkraft und -beschleunigung bei verschiedenen Radien, Massen und Bahngeschwindigkeiten	Plausibelmachen der Formeln für die Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung <i>Mögliche Ergänzung: Unterscheidung von Zentripetal- und Zentrifugalkraft</i>
Kreisbewegungen auch auf der Kirmes (1 Ustd.)	92 - 93	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Vektoraddition (E1).	GeoGebra-Datei: Die Zentripetalkraft bei der Autobahnausfahrt	Analyse der Kräfte beim Kettenkarussell und beim Rotor
In drei Schritten zum Gravitationsgesetz (3 Ustd.)	94 - 97	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwir-	Video: Versuch mit der Gravitationsdrehwaage	Herleitung des Gravitationsgesetzes anhand NEWTONs Mondrechnung

		<p>kungsperspektive (E1, UF1). ermitteln mithilfe des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).</p>		<p>Gravitationsgesetz und Gravitationskonstante Bestimmung der Masse und mittleren Dichte der Erde <i>Mögliche Ergänzung: Historische Bestimmung von Erdradius und Abstand Erde - Mond</i> <i>Mögliche Ergänzung: Aufbau des Planetensystems</i> <i>Mögliche Ergänzung: Versuch von CAVENDISH zur Bestimmung der Gravitationskonstanten (Demonstrationsexperiment oder Auswertung eines Videos)</i></p>
Die KEPLER-Gesetze (2 Ustd.)	98 - 101	<p>bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). ermitteln mithilfe der KEPLER-Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).</p>	GeoGebra-Datei: Simulation einer Satellitenbahn	Entdeckung der KEPLER-Gesetze mithilfe einer Geometriesoftware
Energie im Gravitationsfeld (3 Ustd.)	102 - 105	<p>beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6). analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1).</p>		<p>Gravitationsfeld in Analogie zum magnetischen Feld, Definition der Feldstärke Berechnung der zuzuführenden Arbeit beim Hochheben im Gravitationsfeld, Berechnung der potentiellen Energie, Festlegung des Nullniveau Fluchtgeschwindigkeit <i>Mögliche Ergänzung: Schwerelo-</i></p>

		verwenden Energiebilanzen, um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	<i>sicherheit in verschiedenen Situationen (Raumfahrt, Sprung, Parabelflug, Fallturm)</i>
Von ARISTOTELES bis NEWTON (2 Ustd.)	106 - 107	stellen Änderungen in den Vorstellungen zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7). 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).	Hier ist die Erarbeitung des Themas in Referaten denkbar.
Internationale Raumstation ISS (1 Ustd.)	111	erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme und beziehen Stellung dazu (B2, B3).	A 17 Aufgabe zur ISS

Unterrichtsvorhaben V

Kontext: Schwingungen und Wellen bei Musikinstrumenten

Buchseiten: 112 – 133

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

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

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern.
(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.

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Buchseiten	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Materialien	Kommentar
Mechanische Schwingungen (1 Ustd.)	115	beschreiben Schwingungen als Störungen eines Gleichgewichts (UF1, UF4).	Experiment (B3): Schwingung einer Stimmgabel Experiment (B5): Schwingung einer Lautsprechermembran	Abgrenzung der Schwingung von bereits bekannten Bewegungen Periodizität, Gleichgewichtslage, Umkehrpunkte Freie und erzwungene Schwingungen
Ursache und Beschreibung von Schwingungen (2 Ustd.)	116 - 117	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). beschreiben Schwingungen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4).	Experiment (B1): Federpendel Experiment (V1): Vergleich der Bewegung einer Pendelkugel mit der Projektion einer Kreisbewegung GeoGebra-Datei: Zeigerdarstellung einer harmonischen Schwingung <i>Excel-Datei: Modellierung einer</i>	Beschreibung von Schwingungen: Auslenkung, Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz Ursache von Schwingungen: Rückstellkraft Harmonische Schwingung: Beschreibung durch Zeiger, Zeit-Elongation-Gesetz <i>Mögliche Ergänzung: lineares</i>

			<i>Federschwingung</i>	<i>Kraftgesetz</i>
Energie einer Schwingung (3 Ustd.)	118 - 119	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1). erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Experiment (V1): horizontaler Federschwinger Experiment (B3): Schwingung einer Stimmgabel Experiment (V2): horizontaler Federschwinger mit Schwingungserreger	<i>Mögliche Ergänzung: Modellierung einer Federschwingung mit einer Tabellenkalkulation</i> Energie der Schwingung eines ungedämpften vertikalen Federpendels Gedämpfte Schwingungen, Entdämpfung Eigenfrequenz, Resonanz
<i>Schwingungen und Eigenschwingungen</i>	120 - 121		<i>Stationenlernen: Experimente zu Schwingungen und Wellen</i>	<i>Stationenlernen zu Schwingungen und Wellen</i>
Fortschreitende Welle (3 Ustd.)	122 - 123	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts (UF1, UF4). erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6).	Experiment (V1): Ausbreitung einer transversalen Störung bei einer langen Feder Experiment (V1): Ausbreitung einer longitudinalen Störung bei einer langen Feder GeoGebra-Datei: fortschreitende Welle im Zeigermodell	Transversalwelle, Longitudinalwelle, Wellengeschwindigkeit, Phasengeschwindigkeit, Wellenlänge Darstellung von Wellen im Zeigermodell Zusammenhang zwischen Wellengeschwindigkeit, Wellenlänge und Periodendauer
Die Schallgeschwindigkeit in Luft (2 Ustd.)	124 - 125	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6). planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen	Experiment (V1): Messung der Schallgeschwindigkeit aus Weg und Zeit Experiment (V2): Messung der Schallgeschwindigkeit aus der	Schall als Welle Messung der Schallgeschwindigkeit aus Weg und Zeit sowie aus der Phasengeschwindigkeit

		Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).	Phasengeschwindigkeit	<i>Mögliche Ergänzung: Einfache Messungen zur Abschätzung der Schallgeschwindigkeit</i>
Töne und Klänge (2 Ustd.)	126 - 127	planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (Frequenzanalyse), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).	<p>Experiment (V1): Frequenzanalyse eines Flöttons mit GoldWave</p> <p>Experiment (V2, V3, V4): Frequenzanalyse einer Stimmgabelschwingung, der Schwingung eines Monochords und der Schwingung eines überblasenen Reagenzglases mit einem Messwerterfassungssystem</p> <p>Experiment (V5): Eigenschwingungen eines beidseitig eingespannten Gummibandes</p> <p>Experiment (V6): Eigenschwingungen der Luftsäule in einem Glasrohr</p>	<p>Frequenzanalyse (z.B. Flötton, Stimmgabel, Monochord, überblasenes Reagenzglas, Musikinstrumente)</p> <p>Klang, Grundschwingung, Oberschwingung</p> <p>Grundton und Obertöne bei zwei freien Enden, zwei festen Enden und einem freien und einem festen Ende</p>
Stehende Wellen (2 Ustd.)	128 - 129	bestimmen mechanische Größen mithilfe digitaler Werkzeuge (E6).	GeoGebra-Datei: Zeigermodellierung der stehenden Welle	<p>Zeigermodellierung der Überlagerung von Welle und reflektierter Welle mit GeoGebra</p> <p>Wellenknoten, Wellenbauch</p> <p>Freies Ende, festes Ende</p> <p>Wellen bei beidseitiger Begrenzung</p>

Qualifikationsphase

Die Seitenzahlen beziehen sich auf Dorn-Bader Physik Qualifikationsphase, Gymnasium Nordrhein-Westfalen, ISBN 978-3-507-11802

Buchinhalt	Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Medien	Seite
Inhaltsfeld 2: Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern			
Elektrische und magnetische Felder	... beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1)	Stromwaage (bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit) Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	32-35
Was sind Elektronen?			40-55
Elektronen im elektrischen Feld	... bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2)	Glühelektrischer Effekt, Braunsche Röhre	
Millikan-Versuch	... erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5)	Millikanversuch Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung), auch als Simulation möglich	
Masse eines Elektrons – Elektronenkanone	... ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),		
Elektronen im Magnetfeld, Lorentzkraft	... beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1)	Zyklotron (in einer Simulation ohne Massenveränderlichkeit)	
Das Fadenstrahlrohr	... 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)	e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft) Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	
Inhaltsfeld 3: Elektrodynamik			76-99
Elektromagnetische Induktion			
Elektrische Energie und elektrische Spannung	... definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2)		
Die elektromagnetische Induktion	... erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6) ... führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „Leiterschaukelversuch“ Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer	

	<p>die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4) ... recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2)</p>	<p>Ladung verrichtet wird. Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B.</p> <p>Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p> <p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p> <p>ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes</p>		
Wirbelströme	... bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1)			
Energieerhaltung und Lenz'sche Regel	... erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4)	<p>Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten Thomson'scher Ringversuch, Lenzsche Regel diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.</p>		
Energie vom Kraftwerk für zu Hause				
Der Generator	... erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6)			
Der Transformator	<p>... ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2) ... geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4) ... bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1)</p>	<p>diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator) Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten</p>		
Transport elektrischer Energie	... zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Be-	Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur		

	<p>reistellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4) ... verwenden ein physikalisches Modellexperiment <i>zu</i> Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3) ... beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4)</p>	Bestimmung der „Ohm’schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen		
	<i>Schulintern: elektrischen Schwingkreis kurz einführen</i>			
Inhaltsfeld 2: Quantenobjekte				8-31
Was ist Licht?				
Welleneigenschaften – Experimente in der Wellenwanne	... veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3)	Wellenwanne		
<i>Schulintern: EM-Welle kurz einführen</i>				
Beugung und Brechung im Wellenmodell	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)			
Welleneigenschaften von Licht – Doppelspaltversuch	... bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5)	Doppelspalt und Gitter, quantitative Experimente mit Laserlicht		
Licht hat Teilchencharakter– Fotoeffekt	... 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 Photoeffekt, Vakuumphotozelle		36-39
Umbau im Haus der Physik	... erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7)			56-75

Geometrische Optik und die Grenzen des Modells	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)		
Das Elektron – ein alter Bekannter!?	... erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7)		
Das Teilchenmodell des Elektrons versagt	... untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten		
Doppelspaltversuch mit Elektronen	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)		
Elektronenbeugungsröhre	... erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).	Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit	
Elektronen in Natur, Forschung und Technik			
Wellig oder körnig?			
Dualismus, Kopenhagener Deutung	... beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4)		
Grenzen der Gültigkeit von Wellen- und Teilchenmodellen	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)		
Wahrscheinlichkeitsinterpretation	... verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3)		
Photonen und Elektronen als Quantenobjekte	... untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6) ... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)		
Inhaltsfeld 4: Strahlung und Materie			100-163
Erforschung des Mikro- und Makrokosmos (Atomphysik)			
Das elektromagnetische Spektrum			
Franck-Hertz-Versuch	... erklären die Energie absorberter und emittierter Photonen	Franck-Hertz-Versuch	

LK: Bohrsches Atommodell und Postulate	mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6) ... erläutern die Bedeutung der Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)		
Linienpektrum, Flammenfärbung	... erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6) ... erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienpektrern bzw. Spektralanalyse für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)	Erzeugung von Linienpektrern mithilfe von Gasentladungslampen, Flammenfärbung, Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien , Spektralanalyse	
Anwendung: Informationen über das Universum	... stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1)		
Sonnenspektrum	... erklären Sternspektrern und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2) ... interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1)		
Untersuchung der Röntgenstrahlung	... unterscheiden Röntgenstrahlung (UF3)		
Charakteristische Röntgenlinien	... erläutern die Bedeutung von charakteristischen Röntgenspektrern für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)	Aufnahme/Entstehung von Röntgenspektrern (Brems- und charakteristisches Spektrum)	
Mensch und Strahlung (Kernphysik)			
Der Atomkern und die Strahlung radioaktiver Stoffe	... unterscheiden α -, β -, γ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3) ... erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1)		
Das Geiger-Müller-Zählrohr	... erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2)	Geiger-Müller-Zählrohr	
Absorptionsexperimente	... erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5)	Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung	
Radioaktiver Zerfall, Nuklidkarte	... erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1)	Nuklidkarte	

Halbwertszeit	... bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),		
Biologische Wirkung ionisierender Strahlen	... beschreiben Wirkungen von ionisierender Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1) ... begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4) ... bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4)		
Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition	... 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)		
Wirkung elektromagnetischer Strahlung auf Menschen	... beschreiben Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1)		
Strahlenschäden und Strahlenschutz	... begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4)		
Nutzen der Strahlung radioaktiver Stoffe	... bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4)		
Elementarteilchenphysik			
Kernbausteine und Teilchenzoo	... erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),	Elementarteilchen: In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	
Das Standardmodell – Teilchen und Kräfte	... 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). ... vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).		
Forschung an CERN und DESY	... recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw.		

	Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik		
Von Rutherford bis Higgs	... bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3)		
Inhaltsfeld 5: Spezielle Relativitätstheorie			164-197
Ein Patentbeamter revolutioniert die Physik			
Hat Licht eine Geschwindigkeit?	... erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)	Myonenerfall (Experimentepool der Universität Wuppertal)	
Messung der Lichtgeschwindigkeit	... erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)		
Zeit und Ort werden hinterfragt	... erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3) ... beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)		
Die Suche nach dem Lichtäther – Michelson-Morley-Experiment	... interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4)	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation/ Mikrowellen)	
Lichtuhr, Zeitdilatation	... erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) ... erläutern qualitativ den Myonenerfalls in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1)	Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation)	
Addition von Geschwindigkeiten	... begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2)		
Veränderliche Masse	... erläutern den Unterschied zwischen Ruhemasse und dynamischer Masse		
Zyklotron und andere Beschleuniger	... erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung	Synchrozyklotron (in einer Simulation mit Massenveränderlichkeit)	

	gung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4)		
Energie-Masse-Äquivalenz	... erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1) ... bewerten die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3)		
Weiterführende Themen	... diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7)		
Spezielle Relativitätstheorie im Experiment	... diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7)		

32-35	Q1
40-55	
76-99	
8-31	
36-39	
56-75	
100-163	Q2
164-197	

2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern zu Beginn eines Schuljahres mitgeteilt.

Neben der schriftlichen Leistungsüberprüfung in Klausuren werden in der sonstigen Mitarbeit folgende Bereiche berücksichtigt: Mündliche Mitarbeit im Unterricht unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten, Teilnahme an Demonstrations- und Schülerexperimenten, Bearbeitung und Präsentation von Haus- und Übungsaufgaben, sowie Referate und Projektarbeiten.

Am Ende des Quartals erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Mitteilung zu ihrem Leistungsstand.

2.3 Lehr- und Lernmittel

Als unterrichtsbegleitendes Lehrwerk wird Dorn-Bader Physik aus dem Schroedel Verlag verwendet.

Die Experimentiermaterialien werden i.d.R. von der Schule bereitgestellt.

3 Qualitätssicherung und Evaluation

Mindestens einmal pro Schuljahr evaluiert die Lehrkraft ihren Unterricht unter Einbeziehung einer Befragung der Schülerinnen und Schüler.