

Schulinterner Lehrplan Physik, Einführungsphase, Gymnasium Theodorianum

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

Einführungsphase		
Kontext, Inhaltsfeld, Zeitbedarf	Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Kontext: Bewegungen und Kräfte im Straßenverkehr Inhaltsfeld: Mechanik Zeitbedarf: etwa 20 Ustd. à 45 Minuten	Kräfte und Bewegungen	K1 Dokumentation E5 Auswertung K3 Präsentation UF2 Auswahl
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Kontext: Erhaltungssätze im Straßenverkehr Inhaltsfeld: Mechanik Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten	Energie und Impuls	UF2 Auswahl E3 Hypothesen E6 Modelle
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Kontext: Fall- und Wurfbewegungen im Sport Inhaltsfeld: Mechanik Zeitbedarf: etwa 11 Ustd. à 45 Minuten	Kräfte und Bewegungen	E1 Probleme und Fragestellungen K4 Argumentation E6 Modelle
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Kontext: Unser Planetensystem Inhaltsfeld: Mechanik Zeitbedarf: etwa 17 Ustd. à 45 Minuten	Kräfte und Bewegungen Energie Gravitation	E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen E1 Probleme und Fragestellungen UF1 Wiedergabe
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Kontext: Schwingungen und Wellen bei Musikinstrumenten Inhaltsfeld: Mechanik Zeitbedarf: etwa 17 Ustd. à 45 Minuten	Schwingungen und Wellen Kräfte und Bewegungen Energie	UF1 Wiedergabe UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E6 Modelle
<u>Summe Einführungsphase – 80 Stunden</u>		

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 Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Materialien	Kommentar
Gleichförmige Bewegung (3 Ustd.)	9 - 11	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 ggf. mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Experiment: Untersuchung der Bewegung einer Modelleisenbahn	Zeit-Ort-Diagramm, Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm, negative Geschwindigkeitswerte <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Videoanalyse einer Bewegung</i>
Die Momentangeschwindigkeit	12-15	erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit	Experiment: Näherungsweise Messung der	Momentangeschwindigkeit <i>Mögliche Ergänzung:</i>

(2 Ustd.)		und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4). stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t - s -Diagramme, t - v -Diagramme) von Hand und ggf. mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Momentangeschwindigkeit als mittlere Geschwindigkeit in einem sinnvoll kleinen Zeitintervall	<i>Geschwindigkeitsmessung im Auto</i> <i>Mögliche Ergänzung: Sensoren für s und v (Lochrad und Lichtschranke, Nabendynamo)</i> <i>Mögliche Ergänzung: Aufzeichnung und Auswertung einer Fahrradfahrt mit einem Datenlogger</i>
Überholvorgang unter der Lupe (1 Ustd.)	16 - 17	stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (t - s -Diagramme, t - v -Diagramme) von Hand und ggf. mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Experiment: Simulation eines Überholvorgangs im Labor	Reale Bewegungen: t - s -Diagramm ohne Knicke, t - v -Diagramm ohne Sprünge <i>Mögliche Ergänzung: Überholvorgänge im t-s-Diagramm, Formel für den Überholweg</i>
Beschleunigte Bewegungen (5 Ustd.)	18 - 21	erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4). planen 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). reflektieren Regeln des Experimentierens in der	Experiment: Aufzeichnung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Fahrbahn, Messung des Zusammenhangs zwischen Kraft und Beschleunigung Experiment: Messung des Zusammenhangs zwischen Masse und Beschleunigung	Bewegungen mit konstanter beschleunigender Kraft, Beschleunigung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Grundgleichung der Mechanik

		<p>Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4). stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (<i>t-s</i>-Diagramme, <i>t-v</i>-Diagramme) von Hand und ggf. mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen (UF2). erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5). 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>	22 - 23	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p>		<p>Zeit-Geschwindigkeit- und Zeit-Ort-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung aus der Ruhe</p> <p>Allgemeiner Fall: s_0, v_0</p>

Kräfte zusammensetzen und zerlegen (3 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: Messung der Hangabtriebskraft und Normalkraft Ggf. GeoGebra-Datei: Vektoraddition Ggf. GeoGebra-Datei: Vektorzerlegung	Kräfteaddition, Kräftezerlegung schiefe Ebene (Hangabtriebskraft, Normalkraft)
actio und reactio im Straßenverkehr (4 Ustd.)	26 - 29	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).	Experiment: Messung der Wechselwirkungskräfte bei zwei auf Skateboards stehenden Personen, die gegenseitig über ein Seil Kräfte auseinander ausüben Ggf. Experiment: Messung der Haft-, Gleit- und Rollreibungskraft mit einem Klotz, der an einem Kraftmesser über einen Tisch gezogen wird	Wechselwirkungskräfte: Kraft und Gegenkraft Unterscheidung von actio = reactio und Kräftegleichgewicht Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Bremsvorgänge</i> <i>(Beschleunigung, Kräfte, Brems- und Anhalteweg, Fahrschul-Faustformeln)</i>

Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Erhaltungssätze im Straßenverkehr

Buchseiten: 36 – 59

Zeitbedarf: etwa 15 Ustd. à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Energie und Impuls

Kompetenschwerpunkte: 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)	Buchseiten	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Materialien	Kommentar
Höhenenergie und Arbeit (2 Ustd.)	39	erläutern die Größen Strecke, Kraft, Arbeit und Energie und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).		Wiederholung aus der Mittelstufe: Verschiedene Energieformen (Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, chemische Energie, innere Energie) und Übertragungsformen (Arbeit, Wärme, elektrische Energie, Strahlung) Berechnung von Arbeit und Höhenenergie
Bewegungsenergie und Spannenergie (3 Ustd.)	40 - 41	verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	Experiment: Wagen mit zwei Federn auf einer horizontalen Fahrbahn	Herleitung und Anwendung von Formeln für die Bewegungs- und Spannenergie <i>Mögliche Ergänzung: Die kausale Strategie in der Physik</i>
Erhaltungssatz der Mechanik (2 Ustd.)	42 - 43	verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären	<i>Experimente: Experimentelle Bestätigung des Energieerhaltungssatzes beim</i>	Energieerhaltungssatz der Mechanik <i>Mögliche Ergänzung:</i>

		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>Fadenpendel und Federpendel</i>	<i>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 <i>54 - 55</i>	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1). verwenden Erhaltungssätze (Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	Experimente: Stoßversuche auf der Fahrbahn Ggf. GeoGebra-Datei: Simulation des unelastischen Stoßes zweier Kugeln	Impulserhaltungssatz Unelastischer Stoß, zunächst symmetrischer Fall, dann beliebige Bedingungen Bewegung des Schwerpunktes
Elastische Stöße zweier Körper (3 Ustd.)	48 - 53	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1). verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6). bestimmen mechanische	Experiment: Stoßversuch auf der Fahrbahn Ggf. GeoGebra-Datei: Simulation des elastischen Stoßes zweier Kugeln Ggf. GeoGebra-Datei: Lösung des Gleichungssystems für den elastischen Stoß	Impuls- und Energieerhaltung bei geraden elastischen Stößen, Berechnung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß Bewegung des Schwerpunktes Bewertung eines Textes aus einem Internetforum (S. 52, 3. Station)

		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).		
<i>Unfälle im Straßenverkehr</i>	54 - 55		<i>Experiment: Messung beim Aufprall eines Laborwagens mit und ohne Knautschzone</i>	<i>Bilanz- und Kausalstrategie bei Zusammenstößen, Bremsweg und Anhalteweg, Messkurven bei Crashtests, Aufprall mit und ohne Airbag</i>

Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Fall- und Wurfbewegungen im Sport

Buchseiten: 60 – 85

Zeitbedarf: etwa 11 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 (Ustd. à 45 min)	Buchseiten	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Experimente und Materialien	Kommentar
Fallbewegungen (5 Ustd.)	63 - 67	berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6). 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) 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,	Experiment: Vergleich der Fallbewegungen einer Stahlkugel und eines Blatt Papiers Experiment: Fallröhre Experiment: Videoanalyse der Fallbewegungen einer Stahlkugel und ggf. eines Papiertrichters	Freier Fall (beschleunigende Kraft, Zeit-Ort-Gesetz, Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz) Messung der Fallbeschleunigung Fallbewegung mit Luftwiderstand <i>Mögliche Ergänzung: schwere und träge Masse beim freien Fall</i> <i>Mögliche Ergänzung: Energiebilanz beim freien Fall</i>

		K3). begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4).		
Senkrechter Wurf (3 Ustd.)		berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).		Berechnung von Ort und Zeit des Umkehrpunktes der Bewegung
Waagerechter Wurf (3 Ustd.)	74 - 75	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung und Vektoraddition (E1). 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).	Ggf. GeoGebra-Datei: Modellierung des waagerechten Wurfs Experiment: Videoanalyse eines waagerechten Wurfs	Freier Fall im ICE aus der Sicht eines mitbewegten und eines neben den Schienen stehenden, ruhenden Beobachters Bewegungsgleichungen des waagerechten Wurfs, Gleichung der Bahnkurve <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Beobachtungen in gleichförmig bewegten und beschleunigten Systemen</i>
Optional: Schiefer Wurf (-- Ustd.)	76 - 81	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung und Vektoraddition (E1). <i>entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen</i>	Experiment: Wasserwurfgerät GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs GeoGebra-Datei (zu A3): Modellierung des Korbwurfs beim Basketball mit <i>Luftwiderstand</i>	<i>Freier Fall in einer Bergbahn aus der Sicht eines mitbewegten und eines außen stehenden, ruhenden Beobachters</i> <i>Bewegungsgleichungen des schiefen Wurfs</i> <i>Einfluss von Stoßwinkel und</i>

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

Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Unser Planetensystem

Buchseiten: 86 – 111

Zeitbedarf: etwa 17 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 (2 Ustd.)	89	analysieren auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).	Experiment: 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).	Ggf. Experiment: Messung der Zentripetalkraft mit dem Zentralkraftgerät und Vergleich mit dem mit der Formel berechneten Wert Ggf. 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	92 - 93	analysieren in verschiedenen	<i>GeoGebra-Datei: Die</i>	Analyse der Kräfte beim

<p>auch auf der Kirmes (2 Ustd.)</p>		<p>Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Vektoraddition (E1).</p>	<p><i>Zentripetalkraft bei der Autobahnausfahrt</i></p>	<p>Kettenkarussell und beim Rotor <i>Mögliche Ergänzung: Klothoide bei Autobahnausfahrten und beim Looping</i></p>
<p>In drei Schritten zum Gravitationsgesetz (3 Ustd.)</p>	<p>94 - 97</p>	<p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). ermitteln mithilfe des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).</p>	<p><i>Experiment: Versuch mit der Gravitationsdrehwaage oder</i> <i>Video: Versuch mit der Gravitationsdrehwaage</i></p>	<p>Herleitung des Gravitationsgesetzes anhand NEWTONS Mondrechnung 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>
<p>Die KEPLER-Gesetze (2 Ustd.)</p>	<p>98 - 101</p>	<p>bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). ermitteln mithilfe der KEPLER-Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).</p>	<p>GeoGebra-Datei: Simulation einer Satellitenbahn Experiment: Gärtnerkonstruktion einer Ellipse</p>	<p>Entdeckung der KEPLER-Gesetze mithilfe einer Geometriesoftware</p>

<p>Energie im Gravitationsfeld (3 Ustd.)</p>	<p>102 - 105</p>	<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). verwenden Energiebilanzen, um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</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:</i> <i>Herleitung der Formel für die Energieberechnung im Gravitationsfeld</i> <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Herleitung der Formel für die potentielle Energie</i> <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Schwerelosigkeit in verschiedenen Situationen (Raumfahrt, Sprung, Parabelflug, Fallturm)</i> <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Potentialbegriff</i></p>
<p>Von ARISTOTELES bis NEWTON (2 Ustd.)</p>	<p>106 - 107</p>	<p>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).</p>		<p>Hier ist die Erarbeitung des Themas in Referaten denkbar.</p>

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 17 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: Schwingung einer Stimmgabel Experiment: Schwingung einer Lautsprechermembran	Abgrenzung der Schwingung von bereits bekannten Bewegungen Periodizität, Gleichgewichtslage, Umkehrpunkte Freie und erzwungene Schwingungen
Ursache und Beschreibung von Schwingungen (3 Ustd.)	116 - 117	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). beschreiben Schwingungen als Störungen eines Gleichgewichts und	Experiment: horizontaler Federschwinger Experiment: Federpendel Experiment: Vergleich der Bewegung einer Pendelkugel mit der Projektion einer Kreisbewegung GeoGebra-Datei: Zeigerdarstellung einer	Beschreibung von Schwingungen: Auslenkung, Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz Ursache von Schwingungen: Rückstellkraft Harmonische Schwingung: Beschreibung durch Zeiger, Zeit-Elongation-Gesetz

		identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4).	harmonischen Schwingung	<i>Lineares 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: horizontaler Federschwinger Experiment: Schwingung einer Stimmgabel Experiment: horizontaler Federschwinger oder Drehschwinger mit Schwingungserreger <i>GoldWave-Datei (zu A2): abklingender Ton</i>	Energie der Schwingung eines ungedämpften vertikalen Federpendels Gedämpfte Schwingungen, Entdämpfung Eigenfrequenz, Resonanz
Fortschreitende Welle (4 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: Ausbreitung einer transversalen Störung bei einer langen Feder Experiment: 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 Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus	Experiment: Messung der Schallgeschwindigkeit aus der Phasengeschwindigkeit	Schall als Welle Messung der Schallgeschwindigkeit aus Weg und Zeit sowie aus der Phasengeschwindigkeit <i>Mögliche Ergänzung: Einfache Messungen zur Abschätzung der Schallgeschwindigkeit</i> <i>Mögliche Ergänzung: Präzisionsmessung der</i>

		und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).		<i>Schallgeschwindigkeit mit Ultraschallsender, -empfänger und Oszilloskop</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).	Experiment: Frequenzanalyse eines Flöttons mit GoldWave oder Digitaloszilloskop Experiment: Frequenzanalyse einer Stimmgabelschwingung, der Schwingung eines Monochords und der Schwingung eines überblasenen Reagenzglases mit einem Digitaloszilloskop Experiment: Eigenschwingungen eines beidseitig eingespannten Gummibandes	Frequenzanalyse (z.B. Flötton, Stimmgabel, Monochord, überblasenes Reagenzglas, Musikinstrumente) Klang, Grundschwingung, Oberschwingung Grundton und Obertöne bei zwei freien Enden, zwei festen Enden und einem freien und einem festen Ende
Stehende Wellen (2 Ustd.)	128 - 129	bestimmen mechanische Größen mithilfe digitaler Werkzeuge (E6).	Experiment: Eigenschwingungen der Luftsäule in einem Glasrohr (Kundt'sches Rohr) GeoGebra-Datei: Zeigermodellierung der stehenden Welle	Zeigermodellierung der Überlagerung von Welle und reflektierter Welle mit GeoGebra Wellenknoten, Wellenbauch Freies Ende, festes Ende Wellen bei beidseitiger Begrenzung <i>Mögliche Ergänzung:</i> <i>Vertiefung der Reflexion am freien und festen Ende</i>