

Kernlehrplan Physik Jgst. 11 (Einführungsphase), Anne-Frank-Gesamtschule Rheinkamp

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Kontext, Inhaltsfeld	Inhaltliche Schwerpunkte
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Kontext: Bewegungen und Kräfte im Straßenverkehr Inhaltsfeld: Mechanik	Kräfte und Bewegungen
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Kontext: Erhaltungssätze im Straßenverkehr Inhaltsfeld: Mechanik	Energie und Impuls
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Kontext: Fall- und Wurfbewegungen im Sport Inhaltsfeld: Mechanik	Kräfte und Bewegungen
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Kontext: Unser Planetensystem Inhaltsfeld: Mechanik	Kräfte und Bewegungen Energie Gravitation
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Kontext: Schwingungen und Wellen bei Musikinstrumenten Inhaltsfeld: Mechanik	Schwingungen und Wellen Kräfte und Bewegungen Energie

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 mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	Experiment (V1): Untersuchung der Bewegung einer Modelleisenbahn <i>Experiment: Videoanalyse einer Bewegung</i>	Zeit-Ort-Diagramm, Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm, negative Geschwindigkeitswerte <i>Mögliche Ergänzung: Videoanalyse einer Bewegung</i>
Die Momentangeschwindigkeit (2 Ustd.)	12-15	erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).	Experiment (B3): Näherungsweise Messung der Momentangeschwindigkeit als mittlere Geschwindigkeit in einem sinnvoll kleinen Zeitintervall auf der	Momentangeschwindigkeit <i>Mögliche Ergänzung: Geschwindigkeitsmessung im Auto</i> <i>Mögliche Ergänzung: Sensoren</i>

		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).	Luftkissenfahrbahn Experiment und CASSY-Datei: Messung des Zusammenhangs zwischen Umdrehungsgeschwindigkeit und Spannung bei einem Nabendynamo Experiment und Excel-Datei: Aufzeichnung und Auswertung einer Fahrradfahrt mit einem Datenlogger	für <i>s</i> und <i>v</i> (Lochrad und Lichtschranke, Nabendynamo) Mögliche Ergänzung: Aufzeichnung und Auswertung einer Fahrradfahrt mit einem Datenlogger
Überholvorgang unter der Lupe (1 Ustd.)	16 - 17	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): Simulation eines Überholvorgangs im Labor	Reale Bewegungen: <i>t-s</i> -Diagramm ohne Knicke, <i>t-v</i> -Diagramm ohne Sprünge Mögliche Ergänzung: Überholvorgänge im <i>t-s</i> -Diagramm, Formel für den Überholweg
Beschleunigte Bewegungen (5 Ustd.)	18 - 21	erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4). 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). reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von	Experiment (V1): Aufzeichnung des Anfahrens mit dem Fahrrad mit einem Datenlogger Experiment (V2): Aufzeichnung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn, Messung des Zusammenhangs zwischen Kraft und Beschleunigung Experiment (V1): Messung des Zusammenhangs zwischen Masse und Beschleunigung Experiment: Aufnahme einer stückweise gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn	Bewegungen mit konstanter beschleunigender Kraft, Beschleunigung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Grundgleichung der Mechanik Mögliche Ergänzung: Aufnahme und Auswertung einer stückweise gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn

		<p>Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4).</p> <p>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).</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>	22 - 23	<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> <p><i>Mögliche Ergänzung: Auswertung der Messung der Bewegung eines Schlittens auf der leicht schräg gestellten Luftkissenfahrbahn mit dem GTR</i></p>
<p>Kräfte zusammensetzen und zerlegen (2 Ustd.)</p>	24 - 25	<p>vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerle-</p>	<p>Experiment (V1): Messung der Hangabtriebskraft</p> <p>GeoGebra-Datei: Vektoradditi-</p>	<p>Kräfteaddition, Kräftezerlegung schiefe Ebene (Hangabtriebs-</p>

		gung bzw. Vektoraddition (E1). stellen Daten in sinnvoll skalierten Diagrammen (Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).	on GeoGebra-Datei: Vektorzerlegung	kraft, 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 anfahrenden 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 Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6). bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren	Video: senkrechter Wurf Excel-Datei: Modellierung des senkrechten Wurfs ohne Luftwiderstand <i>Excel-Datei: Modellbildung für nicht konstante Masse (Raketwagen)</i>	Modellierung von Bewegungen, bei denen die beschleunigende Kraft oder die Masse nicht konstant sind, mit einer Tabellenkalkulation <i>Mögliche Ergänzung: Modellbildung für nicht konstante Masse</i>

		und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E6).		<i>(Raketenwagen)</i>
<i>Projekt: Newtonsche Grundgleichung am Fahrrad</i>	35		<i>Experiment:</i> Anwendung der newtonschen Grundgleichung in verschiedenen Versuchen am Fahrrad	Anwendung der newtonschen Grundgleichung in verschiedenen Versuchen am Fahrrad

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)	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 (V1): zwischen zwei Federn gespannter Wagen 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 und Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	Experimente: <i>Experimentelle Bestätigung des Energieerhaltungssatzes beim Fadenpendel und Federpendel</i>	Energieerhaltungssatz der Mechanik <i>Mögliche Ergänzung: Bestätigung des Energieerhaltungssatzes im Experiment (Fadenpendel, Feder-</i>

		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>pendel)</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 CASSY-Datei: Fahrbahnexperiment mit zwei Schlitten unterschiedlicher Masse	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 Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und	Experiment (V1): Stoßversuch auf der Luftkissenfahrbahn GeoGebra-Datei: Simulation des elastischen Stoßes zweier Kugeln GeoGebra-Datei: Lösung des Gleichungssystems für den elastischen Stoß <i>Experiment: Videoanalyse eines unelastischen Stoßes</i> <i>Stationenlernen: Experimente und Theorie zum Impuls- und Energieerhaltungssatz</i>	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) <i>Mögliche Ergänzung: Lösung des Gleichungssystems für den elastischen Stoß mittels Schwerpunkteschwindigkeit und mittels Schulmathematik</i> <i>Mögliche Ergänzung: Vertiefung des Unterschiedes zwischen Bewe-</i>

		anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4).		<i>gungsenergie und Impuls</i> <i>Mögliche Ergänzung: Schiefe Stöße</i> <i>Mögliche Ergänzung: Stationenlernen zum Energie- und Impulserhaltungssatz</i>
<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>
<i>Projekt: Impuls und Bewegungsenergie – Bilanzgrößen, die man unterschieden muss</i>	59		<i>Experiment: zeitliche Umkehrung eines unelastischen Zusammenpralls</i>	<i>Vertiefung des Unterschiedes zwischen den Bilanzgrößen Impuls und Bewegungsenergie</i>

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 (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 (t - s -Diagramme, t - v -Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3). begründen argumentativ Sachaus-	Experiment (V1): Vergleich der Fallbewegungen einer Stahlkugel und eines Blatt Papiers Experiment (V2): Fallröhre Experiment (V1): Messung der Fallbeschleunigung mit dem Kugelfallgerät Experiment (V2): Videoanalyse der Fallbewegungen einer Stahlkugel und eines Papiertrichters Stationenlernen: Experimente zu Fallbewegungen	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> <i>Mögliche Ergänzung: Stationenlernen zu Fallbewegungen</i>

		sagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4).		
Fallschirmsprung im Rechenmodell (3 Ustd.)	68 - 71	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). berechnen mithilfe des newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6). bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E6).	Excel-Datei: Modellierung des Fallschirmsprungs GeoGebra-Datei: Modellierung des Fallschirmsprungs <i>Experiment: Experimentelle Bestätigung des Kraftgesetzes für den Luftwiderstand durch Videoanalyse des Falls von Papiertrichtern</i> GeoGebra-Datei: Modellierung des Falls von Hagelkörnern GeoGebra-Datei: Modelleirung eines 100-m-Laufs	Kraftgesetz für den Luftwiderstand Modellierung des Fallschirmsprungs mit einer Tabellenkalkulation, Bestimmung der Endgeschwindigkeit <i>Mögliche Ergänzung: Prüfen eines Werbetextes zum Fallschirmspringen</i> <i>Mögliche Ergänzung: Vertiefung des Bewegungen mit Luftwiderstand (Bestätigung des Kraftgesetzes für den Luftwiderstand durch Messungen, Fallbewegung von Hagelkörnern und Regentropfen, Kräfte beim 100-m-Lauf)</i>
Auf der schiefen Ebene (1 Ustd.)	72 - 73	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenzerlegung (E1).	Experiment (V1): Aufzeichnung einer reibungsfreien Bewegung auf der schiefen Ebene mit einer geneigten Luftkissenfahrbahn GeoGebra-Datei: Lageplan und Kräfteplan bei der schiefen Ebene	Reibungslose Bewegung auf der schiefen Ebene als Beispiel für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Berechnung der Beschleunigung aus dem Neigungswinkel <i>Mögliche Ergänzung: Freier Fall und schiefe Ebene bei GALILEI</i>
Waagerechter Wurf (3 Ustd.)	74 - 75	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenzerlegung und Vektoraddition (E1).	GeoGebra-Datei: Modellierung des waagerechten Wurfs Experiment (V1): Videoanalyse eines waagerechten Wurf	Freier Fall im ICE aus der Sicht eines mitbewegten und eines neben den Schienen stehenden, ruhenden Beobachters

		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).		Bewegungsgleichungen des waagerechten Wurfs, Gleichung der Bahnkurve <i>Mögliche Ergänzung: Beobachtungen in gleichförmig bewegten und beschleunigten Systemen</i>
Schiefer Wurf (3 Ustd.)	76 - 81	vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenzerlegung und Vektoraddition (E1). entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen 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).	Experiment (V1): Wasserwurfgerät GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs <i>GeoGebra-Datei (zu A3): Modellierung des Korbwurfs beim Basketball mit Luftwiderstand</i> Material: Textauszug aus GALILEI'S <i>Discorsi</i> GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs <i>GeoGebra-Datei: Modellierung des schiefen Wurfs mit Luftwiderstand</i>	Freier Fall in einer Bergbahn aus der Sicht eines mitbewegten und eines außen stehenden, ruhenden Beobachters Bewegungsgleichungen des schiefen Wurfs Einfluss von Stoßwinkel und Abwurfgeschwindigkeit auf die Wurfweite beim Kugelstoßen Wurfbewegungen bei ARISTOTELES und GALILEI Modellierung des schiefen Wurfs mit GeoGebra. <i>Mögliche Ergänzung: Energie und Impuls bei Wurfbewegungen</i> <i>Mögliche Ergänzung: Modellierung des schiefen Wurfs mit Luftwiderstand</i>
Projekt: Auf Physik kann man sich verlassen	85		Experiment: Treffen einer fallenden Dose mit eines aus einem Blasrohr abgeschossenen Kügelchens	<i>Treffen einer fallenden Dose mit eines aus einem Blasrohr abgeschossenen Kügelchens</i>

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	92 - 93	analysieren in verschiedenen Kon-	GeoGebra-Datei: <i>Die Zentripetal-</i>	Analyse der Kräfte beim Kettenka-

auf der Kirmes (1 Ustd.)		texten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Vektoraddition (E1).	<i>kraft bei der Autobahnausfahrt</i>	russell und beim Rotor <i>Mögliche Ergänzung: Klothoide bei Autobahnausfahrten und beim Looping</i>
In drei Schritten zum Gravitationsgesetz (3 Ustd.)	94 - 97	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1). ermitteln mithilfe des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).	<i>Experiment: Versuch mit der Gravitationsdrehwaage oder</i> <i>Video: Versuch mit der Gravitationsdrehwaage</i>	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>
Die KEPLER-Gesetze (2 Ustd.)	98 - 101	bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). ermitteln mithilfe der KEPLER-Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).	GeoGebra-Datei: Simulation einer Satellitenbahn	Entdeckung der KEPLER-Gesetze mithilfe einer Geometriesoftware <i>Mögliche Ergänzung: eigenständige Programmierung der auf Seite 98 benutzen Simulation</i>
Energie im Gravitationsfeld (3 Ustd.)	102 - 105	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2,		Gravitationsfeld in Analogie zum magnetischen Feld, Definition der Feldstärke

		<p>E6).</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 Energiebilanzen, um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</p>		<p>Berechnung der zuzuführenden Arbeit beim Hochheben im Gravitationsfeld, Berechnung der potentiellen Energie, Festlegung des Nullniveau</p> <p>Fluchtgeschwindigkeit</p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Herleitung der Formel für die Energieberechnung im Gravitationsfeld</i></p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Herleitung der Formel für die potentielle Energie</i></p> <p><i>Mögliche Ergänzung: Schwerelosigkeit in verschiedenen Situationen (Raumfahrt, Sprung, Parabelflug, Fallturm)</i></p>
<p>Von ARISTOTELES bis NEWTON (2 Ustd.)</p>	106 - 107	<p>stellen Änderungen in den Vorstellungen zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7).</p> <p>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>
<p>Internationale Raumstation ISS (1 Ustd.)</p>	111	<p>erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme und beziehen Stellung dazu (B2, B3).</p>		<p>A 17 Aufgabe zur ISS</p>
<p>Projekt: Planetenbeobachtung</p>	111		<p>Material: drehbare Sternenkarte (Internet)</p>	<p><i>Beobachtung des Sternenhimmels und der Planeten mithilfe einer Sternenkarte</i></p>

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 Federschwingung</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 Kraftgesetz</i> <i>Mögliche Ergänzung: Modellie-</i>

				<i>rung einer Federschwingung mit einer Tabellenkalkulation</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>GoldWave-Datei (zu A2): abklingender Ton</i>	Energie der Schwingung eines ungedämpften vertikalen Federpendels Gedämpfte Schwingungen, Entdämpfung Eigenfrequenz, Resonanz
<i>Schwingungen und Eigenschwingungen</i>	<i>120 - 121</i>		<i>Stationenlernen: Experimente zu Schwingungen und Wellen</i> <i>GeoGebra-Datei: Modellierung der Schwebung mit dem Zeigermodell</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 Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Be-	Experiment (V1): Messung der Schallgeschwindigkeit aus Weg und Zeit Experiment (V2): 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</i>

		wegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).		<i>Schallgeschwindigkeit</i> <i>Mögliche Ergänzung: Präzisionsmessung der 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).	<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>CASSY-Datei: Fourieranalyse eines Monochord-Klanges</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> <p><i>Mögliche Ergänzung: Vertiefung der Reflexion am freien und festen Ende</i></p>

<i>Projekt: Eigenschwingung beim HELMHOLTZ-Resonator</i>	133		<i>Experiment: Messung der Eigenfrequenzen eines Helmholtz-Resonators</i>	<i>Eigenschwingung beim HELMHOLTZ-Resonator, Vergleich von Theorie und Experiment</i>
--	-----	--	---	---