

**Physik Hauscurriculum der Einführungsphase
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

**Physik
Einführungsphase**

Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase

Am Ende der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe I – über die im Folgenden genannten übergeordneten Kompetenzerwartungen zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Sachkompetenz

Modelle und Konzepte zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler...

- S1 erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen,
- S2 beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Konzepten und geben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten an,
- S3 wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler...

- S4 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen

nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte,

S5 beschreiben bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus,

S6 nutzen bekannte Auswerteverfahren für Messergebnisse,

S7 wenden unter Anleitung mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Konzepten bilden

Die Schülerinnen und Schüler...

E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,

E2 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Schülerinnen und Schüler...

E3 erläutern an ausgewählten Beispielen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen,

- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge,
- E5 konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- E6 untersuchen mithilfe bekannter Modelle und Konzepte die in erhobenen oder recherchierten Daten vorliegenden Strukturen und Beziehungen,
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse,
- E8 untersuchen die Eignung physikalischer Modelle und Konzepte für die Lösung von Problemen,
- E9 beschreiben an ausgewählten Beispielen die Relevanz von Modellen, Konzepten, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte,

E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses an ausgewählten Beispielen.

Kommunikationskompetenz

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler...

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 analysieren verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,
- K3 entnehmen unter Anleitung und Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler...

- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt,
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen aus,

- K6 veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge,
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener Darstellungen,
- K9 tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
- K10 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Bewertungskompetenz

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler...

- B1 erarbeiten aus verschiedenen Perspektiven eine schlüssige Argumentation,
- B2 analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich ihrer

Relevanz.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler...

- B3 entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,
- B4 bilden sich reflektiert ein eigenes Urteil.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- B5 vollziehen Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen nach,
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch in Alltagssituationen,
- B7 identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund,
- B8 identifizieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Inhaltsfeld: *Mechanik*

Kontext: *Physik und Sport (alternativ: Physik und Verkehr)*

Leitfragen:

Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen, analysieren und optimieren?

Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?

Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kinematik, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können ...

- erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),
- unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),
- beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3),
- analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),
- stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),
- erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),
- erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4)
- planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),

- interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9)
- untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),
- begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),
- ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),
- bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).
- beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),
- bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5),
- bewerten die Darstellung bekannter, vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8).

**Unterrichtsvorhaben 1: Kinematik (Wie lassen sich Bewegungen beschrieben, vermessen und analysieren?)
(ca. 25 Unterrichtsstunden)**

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Was ist Mechanik? Was bedeutet „Messen“?</p> <p>Welche grundlegenden Bewegungsformen existieren?</p> <p>Beschreibung von Bewegungen im Alltag, im Sport und Verkehr</p> <p>(2 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>geben wieder, was sie mit der Mechanik verbinden und wiederholen die physikalischen Basisgrößen zur Beschreibung von Bewegungen:</p> <p>unterscheiden zwischen Translation, Rotation und Oszillation (S1, K4)</p> <p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (S2, S3, S7)</p> <p>Erläutern Ort, Zeit, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung (S1, K4)</p>	<p>Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Bewegungen: Translation, Rotation, Oszillation</p> <p>Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z.B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier)</p>	<p>Aufgreifen der Kenntnisse des Mechanik-Unterrichts der Jgs. 8</p> <p>Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper</p>
<p>Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen</p> <p>Die geradlinig gleichförmige Bewegung</p> <p>Geschwindigkeit</p> <p>$v(t) = ds/dt$</p> <p>$s(t) = v \cdot t$</p>	<p>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E5, E7, S5, S6, K9), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (S6, K6),</p>	<p>Alternativen zur Untersuchung der gleichförmigen geradlinigen Bewegung:</p> <p>S-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schüler laufen mit nahezu gleichbleibender Geschwindigkeit unterschiedliche Distanzen; Zeitnahme an unterschiedlichen Positionen • Gleichförmige Bewegung der Elektroautos <p>Oder:</p> <p>Demonstrationsexperiment:</p>	<p>Selbstständige Durchführung der Experimente in Form einer Gruppenarbeit (Teamfähigkeit fördern)</p> <p>Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation)</p>

<p>(5 Ustd.)</p>	<p>erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E4, E6, S6, K6), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E4, S7), (MKR1.2) beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)</p>	<p>Märklin-Eisenbahn, Zeitnahme durch die SuS Oder: Digitale Videoanalyse (z.B. mit VIANA) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint,...) Arbeitsblätter gleichförmige geradlinige Bewegung; Aufgabenblatt: Kinematik I</p>	<p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung und ihre Anwendung bei Alltagsaufgaben</p>
<p>Die geradlinig beschleunigte Bewegung Bewegungsgleichungen $v(t) = a \cdot t + v(0)$ $s(t) =$ $\frac{1}{2} a \cdot t^2 + v(0) \cdot t + s(0)$</p> <p>Freier Fall, senkrechter Wurf als Sonderfälle einer beschleunigten Bewegung</p>	<p>die gleichen Kompetenzen erwerben, die bei der Untersuchung der geradlinig gleichförmigen Bewegung gefordert sind.</p> <p>s.o.</p>	<p>S-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kugel rollt auf einer „schiefen“ Rinne; Zeitnahme per Stoppuhr (Handy) • Durch Masse beschleunigten Wagen auf waagerechter Bahn (Messwerterfassung mit Lichtschranken) <p>Oder:</p> <p>Lehrer-Experiment: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung</p> <p>Applet zur beschleunigten Bewegung: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pohyb&l=de</p> <p>Arbeitsblätter gleichförmig beschleunigte Bewegung; Aufgabenblatt: Kinematik II</p> <p>Freier Fall und die Bestimmung von g Versuch mit Cassy und g-Leiter</p>	<p>Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung)</p> <p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Erstellung von t-s- und t-v-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden. ggf...</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p>

(9 Ustd.)		Alternativ: Digitale Videoanalyse (Viana) Aufgabenblatt: Kinematik III	
zweidimensionale Bewegungsformen Waagerechter Wurf, schiefer Wurf (9 Ustd)	vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (S1, S7, K7), erkennen den waagerechten Wurf (schiefer Wurf) als Überlagerung aus geradliniger gleichförmiger Bewegung in x-Richtung und dem freien Fall (senkrechten Wurf) in y-Richtung (S2, S3, S7)	Wurfbewegungen Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, Weitsprung, günstigster Winkel Demo Wasserstrahl (Aquarium) Arbeitsblatt: Vom waagerechten zum schiefen Wurf Aufgabenblatt: Kinematik IV Arbeitsblatt: Bob Beamons Rokordsprung Applet zum schiefen Wurf https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vrh_sikmy&l=de	Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional (Mathematikunterricht)

**Unterrichtsvorhaben 2: Dynamik (Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?)
(ca. 15 Unterrichtsstunden)**

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung:</p> <p>Trägheit und Masse Trägheitssatz</p> <p>Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I. Kräftegleichgewicht</p> <p>Addition und Zerlegung von Kräften</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erläutern die Größen, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4)</p> <p>stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7)</p>	<p>Handexperimente zur Trägheit: Trägheit und Masse Fixieren eines Maurerhammers Gläser auf gezogener Tischdecke</p> <p>Arbeitsblatt „Bin ich den träge?“</p> <p>Applet zur Trägheit: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=de</p> <p>Wiederholung: Nutzung des Kräftegleichgewichts bei Feder : Hooke'sches Gesetz : $F = D \cdot \Delta s$</p> <p>Applet zur Addition / Zerlegung von Kräften https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_rovnobeznik&l=de</p> <p>Aufgabenblätter: Addition und Zerlegung von Kräften Kräfte an der schiefen Ebene</p>	<p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p>

<p>actio – reactio</p> <p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes: $F = m \cdot a$</p> <p>Reibungskräfte (15 Ustd.)</p>	<p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ anhand wirkender Kräfte (S1, S3, K7)</p> <p>erklären, untersuchen und berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (S1, E2, E4, K4),</p> <p>entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E3, E8, S5, K4),</p> <p>erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</p>	<p>Demonstrationsexperiment: SuS auf Skateboards wechselwirken über ein Seil</p> <p>Applet zu actio - reactio https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=de</p> <p>Lehrer-Experiment: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft. Arbeitsblatt zur Erarbeitung</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p> <p>Applet zum 2.Newton'schen Axiom https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton2&l=de</p> <p>Aufgabenblatt: Aufgaben zur Kraft</p> <p>Experimente zur Reibung (Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung, Luftwiderstand) (optional als S-Experiment)</p>	<p>Erstellung von $F(m)$ bzw. $F(a)$ - Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel) und deren Interpretation</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p>
--	---	--	--

		<p>Applet zur Reibung https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_treni&l=de</p> <p>Aufgabenblatt: Aufgaben zur Reibung</p>	
--	--	--	--

**Unterrichtsvorhaben 3: Erhaltungssätze (Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge analysieren?)
(ca. 12 Unterrichtsstunden)**

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Energie und Leistung Impuls:</p> <p>Impulsbegriff $p = m \cdot v$ Impulserhaltungssatz</p> <p>Kraftstoß; $F = dp/dt$</p> <p>Rückstoß</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</p> <p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (S1, S3, K7),</p> <p>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (S1, S2, K3),</p>	<p>L-Experiment: Wechselwirkung zweier Gleiter auf der Luftkissenfahrbahn (digitale Messwerterfassung): Geschwindigkeitsverhältnis in Bezug auf Massenverhältnis</p> <p>L-Experiment: elastische und inelastische Stoßprozesse mit Gleitern der Luftkissenfahrbahn (digitale Messwerterfassung): Ermittlung des Impulserhaltungssatzes</p> <p>Applets zu Stoßprozessen https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pruzna&l=de https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_nepruzna&l=de</p> <p>Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung</p> <p>Aufgabenblatt: Impuls (ggf. Aufgaben</p>	<p>Impulsbegriff aus actio-reactio</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße</p> <p>Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)</p> <p>Kraft als zeitliche Ableitung des Impulses, Impuls und Rückstoß Funktionsprinzip einer Rakete</p> <p>Untersuchungen mit einer Wasserrakete, Simulation des Fluges einer Rakete in einer Excel-Tabelle</p> <p>Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme</p>

<p>Energiebegriff, Energieformen (Lage- Bewegungs- Spannenergie),</p> <p>Energieumwandlung,</p> <p>Energieerhaltung</p>	<p>verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (S1, E2, E4, K4),</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (E3, E8, S5, K4),</p> <p>bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3)</p>	<p>aus dem Buch)</p> <p>Energieformen bei Fadenpendel, Federpendel</p> <p>Messdaten aus den Stoßexperimenten zur Klärung der Frage: Energieerhaltung bei Stoßprozessen?</p> <p>Applet zur Energieerhaltung https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_zze&l=de</p> <p>Demo- Experiment: Kugelstoßapparat oder Applet zum Kugelstoßapparat https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_houpacka&l=de</p> <p>Aufgabenblatt: „Energie Scotty“</p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen</p> <p>Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p>Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Skisprung)</p>
<p>Arbeit und Energie $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s}$</p>	<p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8), (MKR 2.2,2.3)</p>	<p>Applet zur Arbeit https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_prace&l=de</p>	<p>Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit</p>
<p>Leistung: $P = dW/dt$</p> <p>(12 Ustd.)</p>		<p>Sportliche Leistung der SuS testen... Sportvideos</p>	<p>Leistung im Alltag</p>

Kontext: *Von der Kirmes in den Weltraum*

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

Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?

Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),
- beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),
- erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),
- stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),
- erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),
- erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),

- erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).
- interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),
- deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),
- ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8, E10),
- ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).
- ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),
- beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10).

**Unterrichtsvorhaben 4: Kreisbewegungen – Bewegungen auf Fahrgeschäften und im Weltraum (Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem? Wie lassen sich aus himmlischen Beobachtungen Gesetze ableiten?)
(ca. 20 Unterrichtsstunden)**

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Kreisbewegungen (gleichförmig):</p> <p>Drehfrequenz Umlaufzeit Bahngeschwindigkeit Winkelgeschwindigkeit</p> <p>Zentripetalkraft F_z</p> <p>Zentrifugalkraft als Scheinkraft</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4),</p> <p>beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</p> <p>interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),</p> <p>erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</p>	<p>S-Experiment zur Einführung der physikalischen Größen bei einer Kreisbewegung: Arbeitsblatt: Rotation (Drehbewegung einer Wasserflasche)</p> <p>Applet zur Drehbewegung https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kruznice&l=de</p> <p>L-Experiment: Messung der Zentralkraft An dieser Stelle sollen das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.</p> <p>L-Experiment: Kugeln auf einem rotierenden Plattenteller</p> <p>Aufgabenblatt: „Es dreht sich alles“</p>	<p>Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz</p> <p>Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung: Herausstellen der Notwendigkeit der Konstanthaltung der restlichen Größen bei der experimentellen Bestimmung einer von mehreren anderen Größen abhängigen physikalischen Größe (hier bei der Bestimmung der Zentripetalkraft in Abhängigkeit von der Masse des rotierenden Körpers) Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung</p>

(12 Ustd.)		<p>Anwendung von Fz bei verschiedenen Vorrichtungen:</p> <p>L-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotationsellipsoid • Paraboloid (im rotierenden Wasserglas) • Zentrifuge • Karussell <p>Applet zum Fliehkraftregler https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_watt&l=de</p> <p>Aufgabenblatt: „Es dreht sich alles Teil 2“ (Karussell, Achterbahn, Rotor, Breakdancer, Steilkurve)</p>	<p>Erde als Rotationsellipsoid : Hinweis auf unterschiedliche Werte für den Ortsfaktor g.</p> <p>Rotationsbewegungen anhand von Kirmes-Geräten genauer untersuchen</p>
<p>Gravitation: Schwerkraft Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld</p>	<p>deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),</p> <p>erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),</p>	<p>Demo-Experiment: Prinzip des Cavendish-Experiments</p> <p>Powerpoint-File „Gravitation“</p> <p>Applet zum Gravitationsgesetz https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newton_zakon&l=de</p> <p>Applet zum Gravitationsfeld https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_centralni_pole&l=de</p>	<p>Newton'sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler'schen Gesetze</p> <p>Newton'sche „Mondrechnung“</p> <p>Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“</p>

<p>Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (8 Ustd)</p>	<p>ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6),</p>	<p>Applets zu den Keplerschen Gesetzen https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_sl_soustava&l=de https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_2kepleruv_zakon&l=de https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vnitri_planety&l=de https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vnejsi_planety&l=de Aufgabenblatt: „Gravitation und Keplersche Gesetze“</p>	<p>Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes und der Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen</p>
--	--	---	---

**Unterrichtsvorhaben 5: Weltbilder in der Physik (Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?)
(ca. 8 Unterrichtsstunden)**

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Wandel physikalischer Weltbilder:</p> <p>Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),</p> <p>ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),</p> <p>beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2)</p>	<p>Flatearth-Theorie als Beispiel für ein „exotisches geozentrisches“ Weltbild:</p> <p>Spiegelartikel „Flachwitz“ von Christian Stöcker, in dem die Flatearth-Theorie in polemischer Weise thematisiert wird: https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/scheibenwelt-was-wir-von-flacherdler-lernen-koennen-a-1162461.html</p> <p>Ein „Szenischer Dialog“ von Josef Leisen, in dem es um eine fiktive Podiumsdiskussion von historischen Persönlichkeiten zu den jeweiligen Weltbildern geht: https://www.friedrich-verlag.de/shop/was-ist-physik-513103</p> <p>Alternativ: Powerpoint-File zur historischen Entwicklung unseres Planetenmodells</p> <p>Alternativ: Arbeit mit dem Lehrbuch bzw. Internetrecherche SuS erstellen Powerpoint-Files zur</p>	<p>Die Quelle (1) bietet einen möglichen Einstieg in die kritische Betrachtung der Flatearth-Theorie. Dies sollte zu einem kognitiven Konflikt bei den SuS führen, dass es in der heutigen Zeit eine solche Weltanschauung gibt, in der die Erde als kugelförmiger Himmelskörper in Frage gestellt wird.</p> <p>Dabei reicht es nicht aus auf Satellitenbilder der Erde einzugehen, die von der Flatearth-Society nicht akzeptiert werden, hier sollen solche Aspekte wie das Foucault'sche Pendel o.ä. Erkenntnisse genannt werden.</p> <p>An welchen Stellen ist unser astronomisches Weltbild von physikalischem Wissen geprägt?</p> <p>Vortrag des Lehrers über den historischen Ablauf vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild</p> <p>Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum</p>

		<p>Thematik und referieren im Plenum</p> <p>Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen</p>	<p>Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen</p> <p>Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Benutzung geeigneter Apps</p>
<p>Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<p>erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</p> <p>erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</p> <p>erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</p> <p>ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</p>	<p>Eine didaktische Aufbereitung der Grundzüge von Albert Einsteins Relativitätstheorie: https://youtu.be/QuSPOud3s5s</p> <p>alternativ: Powerpoint-File SRT Teil1 - Inertialssysteme</p> <p>Applet: Bezugssysteme https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kolo&l=de</p> <p>Powerpoint-File SRT Teil2 – Relativitätsprinzip</p> <p>Powerpoint-File SRT Teil3 – Zeitdilatation</p> <p>Applets zu Zeitdilatation https://www.vascak.cz/data/android/</p>	<p>Hier soll ein weiterer bedeutender Umbruch in der physikalischen Sichtweise der Welt aufgezeigt werden. Am Beispiel der speziellen Relativitätstheorie kann man den Umbruch zu unserem heutigen Bild von Raum und Zeit deutlich machen. Dabei steht die Newton'sche Sichtweise vom absoluten Raum und der absoluten Zeit im Widerspruch zur Invarianz der Lichtgeschwindigkeit, wie sie Einstein als eine Basis seiner Theorie formuliert hat.</p> <p>Von der Galilei-Transformation zu Einsteins Postulate: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Alle Inertialsysteme sind bezüglich aller physikalischen Gesetze gleichberechtigt. (Michelson-Morley-Experiment kann, aber muss nicht angeführt werden.)</p>

		physicsatschool/template.php? s=str_dilatace&l=de	
--	--	---	--