

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

**Physik
Einführungsphase**

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Physik und Sport (alternativ: Physik und Verkehr)</i> Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren? Zeitbedarf: 49 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl
<p><i>Von der Kirmes in den Weltraum</i> Wirkung von Zentripetalkräften im Kleinen und im Großen Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravitation • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen
<p><i>Schall</i> Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen und Wellen • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation
Summe Einführungsphase: 81 Stunden		

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Inhaltsfeld: *Mechanik*

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

Leitfrage: Wie lassen sich Bewegungen vermessen, analysieren und optimieren?

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

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können ...

- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren.
- (K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	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 (2 Ustd)</p> <p>-----</p> <p>Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen</p> <p>Die geradlinig gleichförmige Bewegung Geschwindigkeit $v(t) = ds/dt$ $s(t) = v \cdot t$</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<p>geben wieder, was sie mit der Mechanik verbinden und wiederholen die physikalischen Basisgrößen zur Beschreibung von Bewegungen (UF1)</p> <p>unterscheiden zwischen Translation, Rotation und Oszillation (UF1)</p> <p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2)</p> <p>-----</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 (E2, E5, B1), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (Tabellenkalkulation) (E6),</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>-----</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: Märklin-Eisenbahn, Zeitnahme durch die SuS</p> <p>Oder:</p> <p>Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA</i>) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint,...)</p> <p>Arbeitsblätter gleichförmige geradlinige Bewegung;</p> <p>Aufgabenblatt: Kinematik I</p>	<p>Aufgreifen der Kenntnisse des Mechanik-Unterrichts der Jgs. 8</p> <p>Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper</p> <p>-----</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>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 (10 Ustd.)</p> <hr/> <p>zweidimensionale Bewegungsformen Waagerechter Wurf, schiefer Wurf (5 Ustd)</p>	<p>die gleichen Kompetenzen erwerben, die bei der Untersuchung der geradlinig gleichförmigen Bewegung gefordert sind.</p> <p>s.o.</p> <hr/> <p>vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1), erkennen den waagerechten Wurf (schiefer Wurf) als Überlagerung aus geradliniger gleichförmiger Bewegung in x-Richtung und dem freien Fall (senkrechten Wurf) in y-Richtung</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 (Messwerverfassung mit Lichtschranken) Oder: <p>Lehrer-Experiment: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerverfassung</p> <p>Arbeitsblätter gleichförmig beschleunigte Bewegung; Aufgabenblatt: Kinematik II</p> <p>Freier Fall und die Bestimmung von g Versuch mit Cassy und g-Leiter Alternativ: Digitale Videoanalyse (Viana)</p> <p>Aufgabenblatt: Kinematik III</p> <hr/> <p>Wurfbewegungen Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, Weitsprung, günstigster Winkel Demo Wasserstrahl (Aquarium)</p> <p>Aufgabenblatt: Kinematik IV</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. Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p> <hr/> <p>Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional (Mathematikunterricht)</p>
---	---	--	---

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	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.</p> <p>Kräftegleichgewicht Addition und Zerlegung von Kräften actio – reactio</p> <p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>$F = m \cdot a$</p> <p>Reibungskräfte</p> <p>(11 Ustd.)</p>	<p>berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),</p>	<p>Handexperimente zur Trägheit: Trägheit und Masse Fixieren eines Maurerhammers Gläser auf gezogener Tischdecke</p> <p>Lehrer-Experiment: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft.</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p> <p>Aufgabenblatt: Aufgaben zur Kraft</p> <p>Experimente zur Reibung (Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung, Luftwiderstand) (optional als S-Experiment) Aufgabenblatt: Aufgaben zur Reibung</p>	<p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Energie und Leistung Impuls:</p> <p>Impulsbegriff $p = m \cdot v$</p> <p>Impulserhaltungssatz</p> <p>Kraftstoß; $F = dp/dt$ Rückstoß</p> <p>Energiebegriff, Energieformen, Energieumwandlung, Energieerhaltung</p> <p>Arbeit und Energie $W = F \cdot s$</p> <p>Leistung</p> <p>(17 Ustd.)</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 (UF2, UF4),</p> <p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),</p> <p>verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),</p> <p>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),</p> <p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),</p> <p>erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).</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>Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung</p> <p>Aufgabenblatt: Impuls (ggf. Aufgaben aus dem Buch)</p> <p>Energieformen bei Fadenpendel, Federpendel</p> <p>Messdaten aus den Stoßexperimenten zur Klärung der Frage: Energieerhaltung bei Stoßprozessen?</p> <p>Sportliche Leistung der SuS testen... Sportvideos Aufgabenblatt: „Energie Scotty“</p>	<p>Impulsbegriff aus actio-reactio</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße 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 Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme</p> <p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Skisprung)</p>

Σ: 49 Ustd.			
--------------------	--	--	--

Kontext: *Von der Kirmes in den Weltraum*

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

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

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Kreisbewegungen</p> <p>Drehfrequenz</p> <p>Umlaufzeit</p> <p>Bahngeschwindigkeit</p> <p>Winkelgeschwindigkeit</p> <p>Zentripetalkraft F_z</p> <p>(8 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),</p>	<p>S-Experiment zur Einführung der physikalischen Größen bei einer Kreisbewegung:</p> <p>Arbeitsblatt: Rotation (Drehbewegung einer Wasserflasche)</p> <p>L-Experiment: Messung der Zentralkraft</p> <p>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>Anwendung von F_z bei verschiedenen Vorrichtungen:</p> <p>L-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotationsellipsoid • Paraboloid (im rotierenden Wasserglas) • Zentrifuge • Karussell <p>Aufgabenblatt: „Es dreht sich alles“ (Karussell, Achterbahn, Rotor, Breakdancer, Steilkurve)</p>	<p>Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz</p> <p>Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung:</p> <p>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)</p> <p>Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung</p> <p>Rotationsbewegungen anhand von Kirmes-Geräten genauer untersuchen</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (3 Ustd.)	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),	Powerpoint-File zur historischen Entwicklung unseres Planetenmodells: „Gravitation“ Alternativ: Arbeit mit dem Lehrbuch bzw. Internetrecherche SuS erstellen Powerpoint-Files zur Thematik und referieren im Plenum	Vortrag des Lehrers über den historischen Ablauf vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen
Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (5 Ustd.)	ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6), beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3).	Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen (Phyissmart Applets) Aufgabenblatt: „Keplersche Gesetze“	Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Benutzung geeigneter Apps
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (6 Ustd.)	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet Aufgaben aus dem Buch	Newton'sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler'schen Gesetze Newton'sche „Mondrechnung“ Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes und der Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“

Σ: 22 Ustd.			
--------------------	--	--	--

Kontext: *Schall*

Leitfrage: Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?

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

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel / Materialien / Experimente	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Entstehung und Ausbreitung von Schall (4 Ustd.)	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuumglocke	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen
Modelle der Wellenausbreitung (4 Ustd.)	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),	L-Experimente: Lange Schraubenfeder, Wellenwanne	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
Erzwungene Schwingungen und Resonanz (2 Ustd.)	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten
10 Ustd.	Summe		