

**Themenfeld 2: Mechanik III – Thema 2.3. überlagerte Bewegungen, Kreisbewegung, Impuls und Impulserhaltung, Schwingungen**

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... <sup>1</sup>	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S <sup>2</sup>	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p><b>Kreisbewegungen</b></p> <p><b>8 DStd.</b></p>	<p><b>Was ist eigentlich die Zentrifugalkraft?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der charakteristischen Beschreibungsmerkmale einer gleichförmigen Kreisbewegung: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ein Körper befindet sich in einer gleichförmigen Kreisbewegung, wenn er sich auf einer Kreisbahn mit konstantem Radius bewegt und auf seiner Bahn in gleich langen Zeitspannen gleich lange Strecken zurücklegt.</li> <li>Da sich aber die Bewegungsrichtung des Körpers ständig ändert, ist die gleichförmige Kreisbewegung - trotz ihres Namens - eine beschleunigte Bewegung.</li> </ul> </li> <li>Erarbeitung der Größen zur Beschreibung einer Kreisbewegung <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahnradius <math>r</math></li> <li>Umlaufdauer <math>T</math>, gibt an, wie lange ein Körper für einen vollständigen Umlauf der Kreisbahn benötigt</li> <li>Frequenz <math>f</math> ist der Kehrwert der Umlaufdauer <math>f = \frac{1}{T}</math>, und gibt an, wie viele Umläufe ein Körper pro Zeiteinheit absolviert.</li> <li>Bahngeschwindigkeit <math>v</math> ist der Quotient aus der auf der Kreisbahn zurückgelegten Streckenlänge und der dafür benötigten Zeit. <ul style="list-style-type: none"> <li><math>v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r</math></li> </ul> </li> <li>Winkelgeschwindigkeit <math>\omega</math> ist der Quotient aus der Weiter des vom Bahnradius überstrichenen Winkels und der dafür benötigten Zeit <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f</math></li> </ul> </li> <li>Zwischen Bahngeschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit besteht der Zusammenhang: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>v = \omega \cdot r</math> bzw. <math>\omega = \frac{v}{r}</math></li> </ul> </li> <li>Bewegt sich ein Körper gleichförmig auf einer Kreisbahn, dann wird der Körper immer zum Drehzentrum in beschleunigt, diese Beschleunigung bezeichnet man als Zentripetalbeschleunigung. Für diese gilt: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r</math></li> </ul> </li> <li>Damit sich ein Körper gleichförmig auf einer Kreisbahn bewegt, muss auf den Körper eine Kraft wirken, die während der Kreisbewegung ständig zum Drehzentrum gerichtet und betraglich konstant ist, für sie gilt <ul style="list-style-type: none"> <li>Radialkraft: <math>F_r = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r</math></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kreisbewegungen im ruhenden Bezugssystem beschreiben</li> <li>die Begriffe „Inertialsystem“ und „beschleunigtes Bezugssystem“ erläutern</li> <li>die Begriffe Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft unterscheiden und erläutern.</li> </ul>	<p>Sachkompetenz(en):</p> <p><input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1</p> <p><input type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4</p> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3</p> <p><input type="checkbox"/> E 1.4 <input type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3</p> <p><input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5</p> <p>Kommunikationskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> K 1.5 <input type="checkbox"/> K 2.1</p> <p><input type="checkbox"/> K 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4</p> <p><input type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2</p> <p>Bewertungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3</p> <p><input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1</p> <p><input type="checkbox"/> B 3.2</p> <p>Leitperspektive(n):</p> <p><b>D BNE W</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Demonstrationsversuch</a> zur Messung der Zentripetalkraft oder als <a href="#">Schüler:innenexperiment</a>. Alternativ/ergänzend mit der <a href="#">Simulation</a>.</li> <li><a href="#">Schüler:innenexperiment</a> zur Kreisbahn einer rotierenden Masse.</li> <li>Demonstrationsexperiment: Kugeln in <a href="#">rotierender Rinne</a></li> <li>Videos als Ergänzung: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Kreisbewegung 1</a></li> <li><a href="#">Kreisbewegung 2</a></li> <li><a href="#">Kreisbewegung 3</a></li> <li><a href="#">Looping im Jaguar</a></li> </ul> </li> <li>Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Quiz1</a></li> <li><a href="#">Quiz</a> zur Bahngeschwindigkeit</li> <li><a href="#">Quiz</a> zur Winkelgeschwindigkeit</li> <li><a href="#">Lückentext</a> zur Kreisbewegung</li> <li><a href="#">Zuordnungsübung</a> zur Kreisbewegung</li> <li><a href="#">Quiz 1</a> zur Zentripetalkraft</li> <li><a href="#">Quiz 2</a> zur Zentripetalkraft</li> <li>Aufgabe zur <a href="#">Erddrehung</a></li> <li>Aufgabe zur <a href="#">Waschmaschinentrommel</a></li> <li>Looping mit dem Jaguar <a href="#">Aufgabe</a></li> </ul> </li> </ul> <p>Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Abflachung der Erde</a>: Demonstrationsexperiment: Abflachung der <a href="#">Erde</a></li> <li><a href="#">Corioliskraft</a>, was ist das eigentlich? <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Experiment 1</a></li> <li><a href="#">Experiment 2</a></li> </ul> </li> </ul>

<sup>1</sup> Inhalte im Fach Physik aus dem Bildungsplan Physik 2024

<sup>2</sup> Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

**Themenfeld 2: Mechanik III – Thema 2.3. überlagerte Bewegungen, Kreisbewegung, Impuls und Impulserhaltung, Schwingungen**

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... <sup>1</sup>	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S <sup>2</sup>	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
	<p><b>Was ist der Unterschied zwischen Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der verschiedenen Betrachtungsweisen eines „ruhenden“ und eines „beschleunigten“ Inertialsystems               <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Zentrifugalkraft gibt es nur im beschleunigten System: Die Zentrifugalkraft ist eine Kraft, die der Beschleunigung des Bezugssystems entgegengerichtet ist. Man bezeichnet sie als Trägheitskraft, sie ist im beschleunigten System direkt zu messen. Oft nennt man solche Trägheitskräfte auch Scheinkräfte, da sie im nicht beschleunigten System nicht erkennbar sind.</li> </ul> </li> </ul>			
<p><b>Mechanische Schwingungen</b></p> <p>6 DStd.</p>	<p><b>Von welchen Größen hängen Schwingungen ab und wie können wir sie beschreiben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Periodendauer beim Federpendel untersuchen               <ul style="list-style-type: none"> <li>Periodendauer beim Federpendel: <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}</math></li> <li><math>T = \frac{1}{f}, f = \frac{n}{t}, \omega = 2\pi \cdot f</math></li> </ul> </li> <li>Schwingungen beschreiben mit <i>s-t</i>-Diagrammen und den charakteristischen Größen (1 Doppelstunde)</li> <li>Beschreibung der Bewegungsgesetze von harmonischen Schwingungen inklusive Übungsaufgaben               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>s(t) = s_{max} \cdot \sin(\omega t)</math></li> <li><math>v(t) = s_{max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)</math></li> <li><math>a(t) = -s_{max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)</math></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Welche Energieformen treten beim Federpendel aus?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der Energieformen beim Federpendel:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Spannenergie:                   <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2</math></li> </ul> </li> <li>Kinetische Energie:                   <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p><b>Wo treten Schwingungen in unserer Umgebung auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schwingungen im Alltag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Begriffe „Schwingung“, „Schwingungsebene“, „Auslenkung“, „Amplitude“ definieren und deren Bedeutung erläutern,</li> <li>die zeitabhängigen Größen der harmonischen Schwingung als Funktionsgleichung mathematisch beschreiben (Sinus und Kosinus ohne Nullphasenwinkel),</li> <li>den Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer erläutern und anwenden,</li> <li>die Schwingung eines Federpendels mathematisch beschreiben, insbesondere die Abhängigkeit der Periodendauer von systembeschreibenden Größen</li> <li>die Energieformen beim Federpendel benennen und in diesem Zusammenhang die Energieerhaltung erklären.</li> </ul>	<p>Sachkompetenz(en):</p> <p><input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4</p> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3</p> <p><input type="checkbox"/> E 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3</p> <p><input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5</p> <p>Kommunikationskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3</p> <p><input type="checkbox"/> K 1.4 <input type="checkbox"/> K 1.5 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.1</p> <p><input type="checkbox"/> K 2.2 <input type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2</p> <p>Bewertungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3</p> <p><input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1</p> <p><input type="checkbox"/> B 3.2</p> <p>Leitperspektive(n):</p> <p><b>D BNE W</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schülerexperimente zum Federpendel (Vorlage <a href="#">dll</a>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung des Einflusses der Masse und der Federkonstanten auf die Periodendauer beim Federpendel</li> <li>Alternativ/ergänzend mit <a href="#">Simulation</a></li> <li><a href="#">Quiz</a> zum Federpendel</li> </ul> </li> <li><a href="#">Quiz</a> zu <i>t-y</i>-Diagrammen mechanischer Schwingungen, <a href="#">Lernmaterial</a></li> <li>Experimente zum Federpendel sind alternativ mit Smartphones und passenden Apps (z.B. Phyphox) durchführbar; Videoaufnahmen der klassischen Experimente und entsprechender Auswertung mithilfe von Videosoftware (z. B. Viana) sind ergänzend/alternativ möglich</li> <li>Demonstrationsexperiment: Projizierte Kreisbewegung und harmonische Schwingung (falls Versuchsaufbau nicht vorhanden oder aus Zeitgründen nicht möglich ist, ggf. mit <a href="#">Simulation</a> oder <a href="#">Video</a> zeigen)</li> <li>Rechercheaufgaben zu Schwingungen im Alltag: Mögliche Kontexte sind Erdbeben, Schwingungen von Brücken bzw. Gebäuden, Schall</li> </ul>

Kompetenzen			
Sachkompetenzen	Erkenntnisgewinnungskompetenzen	Kommunikationskompetenzen	Bewertungskompetenzen
S 1.1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien	E 1.1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte	K 1.1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus	B 1.1 prüfen eine vorgegebene Argumentation hinsichtlich Schlüssigkeit und überzeugender Argumentation
S 1.2 beschreiben einfache Modelle, deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten sowie deren Grenzen	E 1.2 explorieren die Umstände und Praktiken, unter denen ein physikalisches Phänomen erscheint und verstärkt wird	K 1.2 differenzieren zwischen fiktiven Aussagen und auf empirischer Evidenz beruhendem naturwissenschaftlichen Wissen	B 1.2 entwickeln relevante Kriterien für den Bewertungsprozess
S 2.1 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen	E 1.3 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten	K 1.3 prüfen Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt und schätzen deren Vertrauenswürdigkeit ein	B 1.3 beurteilen anhand vorgegebener Kriterien Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
S 2.2 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus	E 1.4 stellen Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf	K 1.4 unterscheiden zwischen alltagsprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen	B 2.1 bilden sich reflektiert und rational in überfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
S 2.3 wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an	E 2.1 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung physikalischer Fragestellungen, auch mithilfe digitaler Messwerterfassung und –auswertung	K 1.5 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder	B 2.2 treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien
S 2.4 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Fragestellungen und Probleme an	E 2.2 entwickeln einfache geeignete Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen), auch mithilfe digitaler Werkzeuge, wobei sie Hypothesen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen	K 2.1 formulieren unter Verwendung von Alltags- oder Fachsprache der Sachlogik angemessen (z.B. chronologisch und kausal korrekt) strukturiert	B 3.1 reflektieren Entscheidungen unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung unter fachlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten und entwickeln einfache Handlungsoptionen
	E 3.1 werten in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln aus, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen)	K 2.2 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus	B 3.2 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen
	E 3.2 differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation experimentell gewonnener Daten	K 2.3 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge	
	E 3.3 interpretieren Messergebnisse unter Berücksichtigung von Messunsicherheiten und beschreiben Möglichkeiten zur Verbesserung des Messprozesses	K 2.4 prüfen die Urheberschaft, dokumentieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate	
	E 3.4 beurteilen die Eignung von Verfahren und Modellen für die Lösung von einfachen physikalischen Problemen	K 3.1 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien	
	E 3.5 übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit	K 3.2 tauschen sich mit anderen über physikalische Sachverhalte aus, vertreten den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente, reflektieren ihn und korrigieren diesen gegebenenfalls	

## Beitrag zur Leitperspektive D

Durch die aktuellen Möglichkeiten der Digitalität bieten sich für die dargestellten Schwerpunkte verschiedene Anwendungen an. Die digitale Messwertaufzeichnung und die Verfügbarkeit verschiedener Applikation und Programme machen für die inhaltlichen Schwerpunkte Video- und Audioanalysen möglich. Stöße bei Ballsportarten oder Verkehrsunfällen kommen für Videoanalysen in Frage. Dies kann zur Auswertung eines vorhandenen Crashtest-Videos bis hin zur Erstellung eines eigenen Videos mit anschließender Analyse reichen. Die gängigen Videoanalyse-Apps sind Phyphox und Viana. Die digitale Messwertaufzeichnung der Lehrmittelhersteller oder aber auch die App Phyphox können eine Auseinandersetzung mit Tönen, Geräuschen, Klängen und Frequenzspektrum intensivieren.

## Beitrag zur Leitperspektive BNE

Im Sinne der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft ist die Lärmverschmutzung als ein großes Umweltproblem unserer Zeit zu thematisieren. Speziell hier gibt es die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler selbstständig Projekte durchführen, um Lärmverschmutzung durch Messungen in ihrer Lebenswelt zu identifizieren, zu kategorisieren und sich mit Maßnahmen der Reduzierung des Umgebungslärms beschäftigen.

## Beitrag zur Leitperspektive W