

**Themenfeld 2: Mechanik II – Thema 2.2 Beschleunigte Bewegung und Energieerhaltung**

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>Newtonsche Bewegungsgleichung</b></p> <p>(x DStd.)</p>	<p><b>Newtonsche Bewegungsgleichung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einstiegsbeispiel: Tischtennisball (Wilhelm, S. 17) „Trifft der Schläger den Ball, ändert sich durch diese Einwirkung seine Bewegung. Diese Einwirkung wird zur Anfangsgeschwindigkeit eine Zusatzgeschwindigkeit zugefügt, sodass sich eine Endgeschwindigkeit des Balls ergibt.“</li> <li>Einwirkung experimentell erproben.</li> <li>Zusätzliche Arbeit mit der Simulation</li> <li>„Einwirkungsstärke“ und „Einwirkungsrichtung“ werden mit dem Begriff Kraft zusammengefasst.</li> <li>Weitere Einflussfaktoren auf die Zusatzgeschwindigkeit an konkreten Beispielen erläutern.</li> </ul> <p><b>Kraftstoßformulierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiel: Impulsänderung eines sich bewegenden Wagens, auf den kurzzeitig eine Kraft wirkt.</li> <li>Impulserhaltungssatz erörtern</li> <li>Erläutern, was passiert, wenn auf das abgeschlossene System von außen eine Kraft wirkt</li> <li>Kraftstoß ändert den Impuls:</li> <li><math>F * \Delta t = m * \Delta v</math></li> <li>Kontexte: Airbags, elastische Kletterseile und Sicherheitsgurt</li> </ul> <p><b>Beschleunigte Bewegung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Freier Fall: Fallen schwere Gegenstände schneller als leichte?</li> <li>Die Fallbeschleunigung:                     <math display="block">s = \frac{1}{2} * a * t^2</math> </li> <li>Bewegungsdiagramme aufnehmen und auswerten</li> <li>Anhand von Versuchsauswertungen entsprechende Zusammenhänge erörtern:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Doppelte Fallzeit - .... Durchschnittsgeschwindigkeit</li> <li>Doppelte Fallzeit - ... Fallweg</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Geschwindigkeit als zusammengesetzte Größe aus Tempo (Betrag) und Bewegungsrichtung auch mittels Pfeildarstellung (weiter unten)</li> <li>führen Experimente nach Anleitung zur Zusatzgeschwindigkeit <math>\Delta v</math> als Folge einer Einwirkung durch und protokollieren ihre Beobachtungen</li> <li>stellen Bewegungen im t-v-Diagramm und t-s-Diagramm dar</li> <li>geben die Definition der Geschwindigkeit als Quotient aus Weg und Zeit wieder und wenden sie rechnerisch an</li> <li>beschreiben Beschleunigung als Veränderung der Geschwindigkeit (Richtung und/oder Tempo),</li> <li>erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus, z. B. bei der Videoanalyse zu Bewegungsabläufen</li> <li>unterscheiden Masse und Gewichtskraft (auch quantitativ)</li> <li>skizzieren die Kräftezerlegung in zwei Komponenten.</li> <li>erläutern die Kraftstoßformulierung.</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</p> <p><input type="checkbox"/> E 1.3 <input type="checkbox"/> E 1.4 <input type="checkbox"/> E 2.1</p> <p><input type="checkbox"/> E 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2</p> <p><input type="checkbox"/> E 3.3 <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="#">Mechanikbuch von Prof. Dr. Thomas Wilhelm</a></li> <li><a href="#">Simulation „Bewegung nach Kraftstoß“ <b>D</b></a></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Simulation zu Impulsänderung eines sich bewegenden Wagens <b>D</b></a></li> <li><a href="#">Einfache Experimente zur Bewegungslehre</a> (Uni Münster)</li> <li>BYOD: <a href="#">freier Fall mit Phyphox <b>D</b></a></li> <li>BYOD: Beschleunigungen mit einer entsprechenden App aufzeichnen (u.a. Phyphox) <b>D</b></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 II – Thema 2.2 Beschleunigte Bewegung und Energieerhaltung**

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
<b>Energieerhaltung</b>  (x DStd.)	<b>Energieerhaltung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemaufriss: Kommt ein Skater in der Halfpipe auf dem Deck der anderen Seite an, wenn er einfach vom gegenüberliegenden Deck in die Halfpipe einfährt?</li> <li>oder:</li> <li>Wie hoch muss der Startpunkt einer Achterbahn liegen, damit ein Looping durchfahren werden kann?</li> <li>• Energieformen wiederholen.</li> <li>• Energiebilanzierung in bestimmten Kontexten.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Energieskatepark (PHET)</li> <li>○ Pendel des Schreckens</li> </ul> </li> <li>• Freihandexperimente zu Energieumwandlungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Prinzip der Energieentwertung bei irreversiblen Prozessen einerseits und Energie als Erhaltungsgröße andererseits</li> <li>• beschreiben mechanische Energieformen und Energieumwandlungen (halbqualitativ), z. B. mit dem Kontomodell.</li> </ul>	Sachkompetenz(en): <input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4  Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3 <input type="checkbox"/> E 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3 <input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5  Kommunikationskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3 <input type="checkbox"/> K 1.4 <input type="checkbox"/> K 1.5 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.1 <input type="checkbox"/> K 2.2 <input type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4 <input checked="" type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2  Bewertungskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3 <input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1 <input type="checkbox"/> B 3.2  Leitperspektive(n): D BNE W	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation <a href="#">Energieskatepark</a> D</li> <li>• Energieformen: <a href="#">Aufgaben</a> D</li> <li>• <b>Video:</b> <a href="#">Pendel des Schreckens</a></li> <li>• <a href="#">Heimversuche zur Energieumwandlung</a></li> </ul>
<b>Nachhaltige Energieversorgung</b>  (x DStd.)	<b>Nachhaltige Energieversorgung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für regenerative Energien erläutern                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Windenergieanlagen, PV (in ver. Varianten), Solarthermie, Fernwärme, Biomasse, etc.</li> </ul> </li> <li>• Sowie Vor- und Nachteile bspw. noch bestehende technische Herausforderungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recycling Akkus, Rotorblätter, SF<sub>6</sub>, etc.</li> </ul> </li> <li>• Technische Geräte, die an die regenerativen Energien anschlussfähig sind (u.a. Wärmepumpe).</li> <li>• Bereitstellung und Speicherung – Herausforderungen und aktuelle Konzepte.</li> <li>• Energiesparende Maßnahmen</li> <li>• Experimente zur                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wärmedämmung, wärmetechnischen Kompaktheit, etc.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Umwandlung von Energie</li> <li>• benennen regenerative Energiequellen und erläutern an einzelnen Beispielen die Energieumwandlung,</li> <li>• beschreiben energiesparende Maßnahmen (Dämmung, Energieeffizienz)</li> <li>• beschreiben Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung und damit verbundene Herausforderungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Standortsuche „Windenergieanlagen“</a> BNE</li> <li>• ungenutzte Energie in Umwandlungsprozessen BNE                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="#">Wirkungsgrad Bohrmaschine</a></li> </ul> </li> <li>• Kontomodell mit der Simulation „Skatepark“ von PHET D</li> <li>• <a href="#">GP Joule in Nordfriesland</a></li> <li>• Experimente: <a href="#">Dämmeigenschaften ver. Materialien</a></li> <li>• <a href="#">Wärmedämmung im elektrifizierten Modellhaus</a></li> </ul>

Themenfeld 2: Mechanik II – Thema 2.2 Beschleunigte Bewegung und Energieerhaltung				
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
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Umsetzungshilfen zu regenerativen Energien (Veröffentlichung folgt)</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 alltagssprachlicher 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 Messwerterfassung 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 Messwerterfassung 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**

Ein sparsamer Umgang mit Ressourcen ist vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung ein wichtiges Anliegen. Die Schülerinnen und Schüler sollten für den Schutz unseres Planeten sensibilisiert werden und zu einem bewussten, sparsamen Umgang mit Ressourcen erzogen werden. Dazu gehört ein grundlegendes technisches Verständnis für die Energieversorgung der Menschen und die Einsicht, dass einerseits jede und jeder Einzelne seinen Beitrag leisten sollte und andererseits nur eine gemeinsame Lösung erfolgreich sein kann.

