

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.2. Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p>Harmonische Wellen</p> <p>gA: 1 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Was ist eigentlich eine Welle?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der grundlegenden Eigenschaften einer Welle: <ul style="list-style-type: none"> Eine Welle ist die Ausbreitung einer Störung in einem Trägermedium Die Oszillatoren müssen gekoppelt sein Wellen transportieren nur Energie, aber keine Materie Eine Abstrakte Definition lautet: Eine Welle ist eine räumlich und zeitliche Zustandsänderung physikalischer Größen, die meist nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten erfolgt. Mithilfe einer Simulation oder evtl. einer Wellenmaschine werden weitere Eigenschaften erarbeitet: <ul style="list-style-type: none"> Wird das erste Teilchen ausgelenkt, führt das nächste Teilchen die gleiche Bewegung aus, etc. Je weiter ein Teilchen vom Erreger entfernt ist, desto später wird es von der Bewegung erfasst. Der Begriff der „Wellenfront“ wird erarbeitet: <ul style="list-style-type: none"> Zwischen den Oszillatoren an einer bestimmten Stelle und der Schwingung des Erregers besteht eine Phasendifferenz. Alle Punkte die gleich weit weg vom Erregerzentrum sind, schwingen in Phase. Benachbarte Punkte gleicher Phase bilden die sogenannte Wellenfront. Erarbeitung der verschiedenen Wellentypen und deren Unterschiede: <ul style="list-style-type: none"> Wasserwellen, Kreis und Kugelwellen Ebene Wellen Transversalwellen: Bei einer Transversalwelle schwingen alle Teilchen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung Longitudinalwellen: Bei einer Longitudinalwelle schwingen die Teilchen parallel zur Ausbreitungsrichtung 	<ul style="list-style-type: none"> die Erzeugung und die Ausbreitung harmonischer Wellen erläutern. die Begriffe „Welle“ (Transversal- und Longitudinalwellen), „Wellenfront“, „erläutern“. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1, S2, S3, S5, Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8, E9, Kommunikationskompetenz(en): K3, K6, Bewertungskompetenz(en): B2, B5, B6, B8 <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> D BNE 	<ul style="list-style-type: none"> Da der Begriff „Welle“ allen bekannt ist, bietet es sich zu Beginn an, das Vorwissen der Schüler:innen zu aktivieren, z.B. in Form einer Mindmap mit dem Begriff „Welle“ in der Mitte. Zu erwarten sind unter anderem „Meeres-Wellen“ aber auch die La-Ola-Welle wird häufig genannt. Für die Demonstration einer Welle bietet sich eine Wellenmaschine an, die auch in kostengünstiger Version mit den Schüler:innen zusammen aufgebaut werden kann, als Gummibärchen-Wellenmaschine. Links: <ul style="list-style-type: none"> Einführung von Wellen - Simulation Transversalwellen – Simulation Longitudinalwellen - Simulation
<p>Größen einer Welle</p> <p>gA: 1 DStd. eA: 1 DStd.</p>	<p>Mit welchen Größen kann man eine Welle beschreiben?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der beschreibenden Größen einer Welle: <ul style="list-style-type: none"> Periodendauer, T, Dauer für eine vollständige Schwingung Amplitude, y_{max}, maximale Auslenkung Frequenz, f, Anzahl der Schwingungen pro Sekunde Elongation, y, Auslenkung zu einer bestimmten Zeit Wellenlänge, λ, Abstand zweier benachbarter Teilchen im gleichen Schwingungszustand 	<ul style="list-style-type: none"> die Begriffe „Wellenlänge“, „Frequenz“ „Ausbreitungsgeschwindigkeit“ definieren und deren Bedeutung erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachkompetenz(en): S1, S2, S3, S5, Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8, E9, Kommunikationskompetenz(en): K3, K6, Bewertungskompetenz(en): B2, B5, B6, B8 <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> D BNE 	<ul style="list-style-type: none"> Schüler:innenexperiment zur Erzeugung von Wasserwellen: <ul style="list-style-type: none"> In einem möglichst breiten Gefäß (z.B. durchsichtige Plastikbox, Glaswanne) können mit der Hand Wellen erzeugt werden. Die Auswertung erfolgt mithilfe des Smartphones. So können die Begriffe Wellenberg, Wellental und Wellenlänge veranschaulicht werden. Korkstückchen, die sich auf dem Wasser hoch und runter bewegen, können gut veranschaulichen, wie der Wellenberg wandert. Ergänzend zum Experiment sollte mit den beiden Simulation1 und Simulation2 gearbeitet werden.

¹ Inhalte im Fach Physik aus dem A-Heft Abitur 2025 und Bildungsplan Physik Studienstufe

² Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.2. Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ausbreitungsgeschwindigkeit, c, Ausbreitungsgeschwindigkeit der Störung ○ Wellental, Wellenberg 		<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Es kann ein erster Zusammenhang zwischen Erregerfrequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit und Wellenlänge angesprochen werden. Konnten schon Abhängigkeiten beobachtet werden?
<p>Zusammenhang zwischen den Größen einer Welle</p> <p>gA: 2 DStd. eA: 3 DStd.</p>	<p>Wie hängen die Größen zur Beschreibung einer Welle zusammen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Zusammenhänge der Kenngrößen einer Welle: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wenn sich eine harmonische Schwingung mit der Schwingungsdauer T bzw. der Erregerfrequenz f in einem Medium mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit c in Form einer harmonischen Welle ausbreitet, dann berechnet sich die Wellenlänge dieser Welle durch: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\lambda = c \cdot T$ bzw. $\lambda = \frac{c}{f}$ ○ Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c hängt ausschließlich vom Trägermedium ab. • Erarbeitung der räumlichen und zeitlichen Darstellung einer Welle mit dem Zeigermodell: <ul style="list-style-type: none"> ○ Jeder Zeiger rotiert mit der Frequenz f am Ort des schwingenden Teilchens ○ Die Amplitude y_{max}, Phase φ und Elongation y sind so zu jedem Zeitpunkt nachvollziehbar. ○ Während T ist jede Phase der Welle um λ weitergewandert • Momentaufnahmen und Zeit-Ort-Diagramme: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wird eine Welle durch eine Sinusförmige Anregung erzeugt, dann lässt sich das Bild der Welle zu einem gewissen Zeitpunkt (Momentaufnahme) durch eine Sinuskurve beschreiben. Das $x - y$-Diagramm ist eine Sinuskurve. ○ Das $t - y$-Diagramm eines Teilchens beschreibt den zeitlichen Verlauf der Schwingung des Teilchens. 	<ul style="list-style-type: none"> • den Zusammenhang zwischen Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge und Frequenz mathematisch anwenden und erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sachkompetenz(en): S1, S2, S3, S5, • Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8, E9, • Kommunikationskompetenz(en): K3, K6, • Bewertungskompetenz(en): B2, B5, B6, B8 • Hinweis auf Leitperspektive(n): D BNE 	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler:innen gehen oft davon aus, dass die Frequenz des Erregers, als entscheidender Parameter für die Ausbreitungsgeschwindigkeit verantwortlich ist. Auch wird die Geschwindigkeit der Aufwärts-/ Abwärtsbewegung als entscheidender Einflussfaktor angeführt. • Schüler:innenexperiment mit der Simulation, wobei die Schüler:innen bei der Durchführung auf qualitative Zusammenhänge achten und bewusst jeweils nur eine Größe verändern. • In Bücher und Formelsammlungen steht (leider) oft geschrieben: $c = \lambda \cdot f$, was fälschlicherweise suggeriert, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit c durch die Wellenlänge λ und die Erregerfrequenz f bestimmt wird. • Mithilfe der Geogebra-Simulation kann das Wandern der Phase durch die Zeiger einer fortschreitenden Welle dargestellt werden. • Zusätzlich werden jetzt die Momentaufnahme eingeführt und der Unterschied zum $t - y$-Diagramm deutlich gemacht. Es sollte ausführlich geübt werden, die Größen von Wellen aus den entsprechenden Diagrammen zu entnehmen bzw. diese Diagramme selber zu zeichnen. • Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit sollten die beiden folgenden Experiment durchgeführt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ Experiment: Schallgeschwindigkeit mit Ultraschall ○ Experiment: Schallgeschwindigkeit mit Phyphox • Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausbreitung einer Wasserwelle ○ Quiz1 ○ Grundbegriffe der Wellenlehre ○ Kenngrößen einer Welle bestimmen ○ Wellengrößen ○ Quiz2 zu mechanischen Wellen ○ Seilwelle
<p>Wellenfunktion</p> <p>gA: 0 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Wie kann man den Verlauf einer Welle mathematisch beschreiben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Wellenfunktion beschreibt die Auslenkung eines von der Welle erfassten Teilchens in y-Richtung an einem beliebigen Ort x zu einem beliebigen Zeitpunkt t • Die Wellenfunktion für eine in positive x-Richtung laufende Welle lautet: <ul style="list-style-type: none"> ○ $y(x; t) = y_{max} \cdot \sin(2\pi \cdot (\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}))$ 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle in einer mathematischen Darstellung beschreiben</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sachkompetenz(en): S1, S2, S3, S5, • Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8, E9, • Kommunikationskompetenz(en): K3, K6, • Bewertungskompetenz(en): B2, B5, B6, B8 • Hinweis auf Leitperspektive(n): D BNE 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Gleichung der Wellenfunktion enthält in mathematischer Kurzform alle Informationen, die man mit der zeitlichen und räumlichen Darstellung einer Welle verknüpfen kann. Für die Schüler:innen ist es neu, dass innerhalb einer Gleichung zwei Variablen auftauchen, so dass dies ausreichend geübt werden muss um Sicherheit im Umgang mit der Gleichung zu erlangen: • Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufstellen der Wellenfunktion ○ Wellenfunktion 2 ○ Periodizität in Zeit und Raum ○ Harmonische Wellen

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.2. Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p>Grundlegende Wellenphänomene</p> <p>gA: 2 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Was passiert, wenn Wellen auf Hindernisse treffen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der folgenden Prinzipien und Phänomene: <ul style="list-style-type: none"> ○ Huygen'sche Prinzip: Das Huygen'sche Prinzip besagt, dass jeder Punkt einer Wellenfront eine Elementarwelle aussendet. ○ Fermat-Prinzip: Das Fermat Prinzip lautet: Eine Welle läuft zwischen zwei Punkten auf jenem Weg, für den sie am wenigsten Zeit benötigt ○ Reflexion: Gelangt eine Welle an die Grenze zu einem anderen Medium, gibt es zwei Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die gesamte Energie wird reflektiert ▪ Ein Teil der Energie wird reflektiert, der Rest läuft weiter. ○ Brechung: Unter Brechung von Wellen versteht man eine Richtungsänderung, die durch eine Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit entsteht. ○ Beugung: Unter Beugung versteht man, dass ein Teil einer Welle an einem Hindernis die Richtung ändert, die Stärke dieses Effekts hängt von der Wellenlänge und dem Hindernis ab. 	<ul style="list-style-type: none"> • die Brechung, Reflexion, Beugung (phänomenologisch) harmonischer Wellen erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sachkompetenz(en): S1, S2, S3, S5, • Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): E4, E6, E8, E9, • Kommunikationskompetenz(en): K3, K6, • Bewertungskompetenz(en): B2, B5, B6, B8 • <i>Hinweis auf Leitperspektive(n):</i> D BNE 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrationsversuche zu den Phänomenen mit der Wellenwanne • Schüler:innenexperimente durch Simulationen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wellenphänomene ○ Simulation zur Reflexion und Brechung ○ Text und Simulation zur Beugung ○ Phet-Simulation zur Beugung • Videos als Ergänzung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Beugung von Wellen

Sachkompetenzen: Die Schüler:innen....

- S1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien
- S2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten
- S3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen
- S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen
- S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus
- S6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an
- S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an

Erkenntnisgewinnungskompetenzen: Die Schüler:innen....

- E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten
- E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf
- E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen
- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen
- E5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung
- E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses
- E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen
- E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung
- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit
- E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit)

Kommunikationskompetenzen: Die Schüler:innen....

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus
- K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt
- K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder
- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologische und kausal korrekt strukturiert
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus
- K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach- adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien
- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen
- K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt
- K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate

Bewertungskompetenzen: Die Schüler:innen...

- B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation
- B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
- B3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich relevanten oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab
- B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
- B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzung hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein
- B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen
- B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen

Beitrag zur Leitperspektive D

Die Schülerinnen und Schüler nutzen Simulationen und lernen den Umgang mit digitaler Messwerterfassung. Sie verwenden Tablets oder Smartphones und lesen Sensoren aus.

In der Simulation zu Seilwellen können die Schüler und Schülerinnen die charakteristischen Welleneigenschaften erforschen (mit und ohne Dämpfung). Dabei können Frequenz, Amplitude und Kopplung der Oszillatoren verändert und die Auswirkungen beobachtet werden.

Beitrag zur Leitperspektive BNE

Es ist wichtig, zu verstehen, wie Erd- und Seebeben entstehen und sich ausbreiten, um Zerstörungen zu verhindern und Menschenleben zu retten. Für viele Gebiete der Erde sind die Vorhersage von Beben sowie die Anpassung an Beben eine wichtige Grundlage der nachhaltigen Entwicklung. Hier bieten sich viele Verknüpfungen zum Themenbereich Wellen an (Longitudinal- und Transversalwellen, Resonanz und Ausbreitung). Wie funktionieren Frühwarnsysteme und wie können diese genutzt werden, um die Menschen möglichst gut zu schützen? Welche Präventionen können ergriffen werden, um die Auswirkungen möglichst gering zu halten, z. B. durch erdbebensicheres Bauen?