

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.3. Überlagerung von Wellen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
<p>Superposition</p> <p>gA: 2 DStd. eA: 2 DStd.</p>	<p>Was passiert, wenn sich mehrere Wellen treffen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der folgenden Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> Wenn sich Wellen treffen, findet eine Überlagerung (Interferenz) statt. Nachdem sich die Wellen getroffen haben, wandern die Wellen genauso weiter wie vorher. Wellen können sich gegenseitig verstärken, so dass ihre gemeinsame Amplitude größer ist als die Amplitude der Einzelwellen. Wellen können sich gegenseitig abschwächen, so dass ihre gemeinsame Amplitude kleiner ist als die Amplitude der Einzelwellen. Konstruktive Interferenz: Wellenberg liegt genau auf Wellenberg, Wellental auf Wellental Destruktive Interferenz: Wellenberge der einen Welle liegen genau auf Wellentälern der anderen Welle. 	<ul style="list-style-type: none"> die Superposition von Wellen erläutern 	<p>Sachkompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> S1 <input type="checkbox"/> S2 <input checked="" type="checkbox"/> S3 <input checked="" type="checkbox"/> S4 <input checked="" type="checkbox"/> S5 <input type="checkbox"/> S6 <input checked="" type="checkbox"/> S7</p> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): <input type="checkbox"/> E1 <input checked="" type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> E3 <input checked="" type="checkbox"/> E4 <input type="checkbox"/> E5 <input type="checkbox"/> E6 <input checked="" type="checkbox"/> E7 <input type="checkbox"/> E8 <input type="checkbox"/> E9 <input type="checkbox"/> E10 <input checked="" type="checkbox"/> E11</p> <p>Kommunikationskompetenz(en): <input type="checkbox"/> K1 <input type="checkbox"/> K2 <input type="checkbox"/> K3 <input type="checkbox"/> K4 <input type="checkbox"/> K5 <input type="checkbox"/> K6 <input type="checkbox"/> K7 <input type="checkbox"/> K8 <input type="checkbox"/> K9 <input type="checkbox"/> K10</p> <p>Bewertungskompetenz(en): <input type="checkbox"/> B1 <input type="checkbox"/> B2 <input type="checkbox"/> B3 <input type="checkbox"/> B4 <input type="checkbox"/> B5 <input type="checkbox"/> B6 <input type="checkbox"/> B7 <input checked="" type="checkbox"/> B8</p> <p>Leitperspektive(n): D BNE W</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zu Beginn sollten die Schüler:innen die Überlagerung ebener Wellen mithilfe der GeoGebra-Simulation erarbeiten. Bei ebenen Wellen sind die Zwischenstadien, bei denen es nicht zur Vollständigen Auslöschung/maximalen Verstärkung kommt, für die Schüler:innen leichter nachzuvollziehen. Simulationen für die Erarbeitung: <ul style="list-style-type: none"> Überlagerung zweier Wellen Demonstrationsexperiment von zwei Kreiswellen mit der Wellenwanne. Mithilfe von konzentrischen Kreisen, deren Radius jeweils ganzzahlige Vielfache der Wellenlänge betragen und deren Zentrum sich am Ort der Erreger befindet, können Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz identifiziert werden. Ergänzt durch die folgende Simulation und das Video: <ul style="list-style-type: none"> Interferenz von Wasserwellen Phetsimulation Sowohl die Superposition der beiden ebenen Wellen als auch die Superposition der zwei Kreiswellen sollte mithilfe des Zeigermodells erläutert werden können: <ul style="list-style-type: none"> Zeigermodell Interferenz zweier Kreiswellen mit Zeigern Übungsaufgaben <ul style="list-style-type: none"> Tupfer in der Wellenwanne Wasserspiele Zeichnen des Wellenfeldes
<p>Interferenz am Doppelspalt</p> <p>gA: 3 DStd. eA: 4 DStd.</p>	<p>Was passiert, wenn Licht auf einen Doppelspalt trifft?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der folgenden Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> Damit zwei Wellen ein stabiles Interferenzmuster im Raum bilden, müssen ihre Phasenbeziehungen zueinander konstant sein (Kohärenz). Mithilfe des Zeigermodells lässt sich der Intensitätsverlauf auf dem Schirm erklären. Intensitätsmaxima am Doppelspalt: <ul style="list-style-type: none"> $\sin(\alpha_n) = n \cdot \frac{\lambda}{d}$ Unter Annahme der Kleinwinkelnäherung $\frac{a_n}{L} \approx \sin(\alpha)$ für L: Abstand zwischen Doppelspalt und Leinwand) gilt: <ul style="list-style-type: none"> $\lambda = \frac{a_n \cdot d}{L \cdot n}, n \in \{1, 2, 3, \dots\}$ 	<ul style="list-style-type: none"> die Interferenz am Doppelspalt mit mono- und polychromatischem Licht erläutern. Wellenlängen von monochromatischem Licht bestimmen die Beugung und Interferenz von monochromatischem Licht am Doppelspalt erklären und quantitativ auswerten. die Kleinwinkelnäherung bei Interferenzen am Einzel- und Doppelspalt nutzen und ihre Anwendbarkeit im konkreten Fall beurteilen können. 	<p>Sachkompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> S1 <input type="checkbox"/> S2 <input checked="" type="checkbox"/> S3 <input checked="" type="checkbox"/> S4 <input type="checkbox"/> S5 <input type="checkbox"/> S6 <input type="checkbox"/> S7</p> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): <input type="checkbox"/> E1 <input checked="" type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> E3 <input checked="" type="checkbox"/> E4 <input type="checkbox"/> E5 <input type="checkbox"/> E6 <input checked="" type="checkbox"/> E7 <input type="checkbox"/> E8 <input type="checkbox"/> E9 <input type="checkbox"/> E10 <input checked="" type="checkbox"/> E11</p> <p>Kommunikationskompetenz(en): <input type="checkbox"/> K1 <input type="checkbox"/> K2 <input checked="" type="checkbox"/> K3 <input type="checkbox"/> K4 <input type="checkbox"/> K5 <input type="checkbox"/> K6 <input type="checkbox"/> K7 <input checked="" type="checkbox"/> K8 <input type="checkbox"/> K9 <input type="checkbox"/> K10</p> <p>Bewertungskompetenz(en):</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demonstrationsexperiment mit nicht-monochromatischem Licht auf einen Doppelspalt mit breiten Spalten. Ein Schattenwurf entsteht. Schüler:innenexperiment mit monochromatischem Licht auf einen Doppelspalt. Ein Interferenzmuster entsteht. Zur Erklärung des Interferenzmusters arbeiten die Schüler:innen anschließend mit der Simulation und beantworten die folgenden Aufgaben: <ul style="list-style-type: none"> Öffne die verlinkte GeoGebra Lernumgebung. Nimm die Einstellung so vor, dass mindestens 2. Intensitätsminima auf dem Schirm entstehen und skizziere den Intensitätsverlauf zwischen den beiden 2. Minima. Vergleiche die Phase der beiden Lichtstrahlen in den beiden Spalten miteinander. Erläutere die Entstehung der Intensitätsmaxima und -minima. Übertrage hierfür für mindestens ein Maximum und ein Minimum die zugehörigen Zeiger. Erläutere die Intensität an zwei weiteren beliebigen Orten auf dem Schirm mithilfe der Zeigerdarstellung. Qualitative Untersuchung des Einflusses von Spaltabstand und Wellenlänge auf die Intensitätsverteilung mit der Simulation und Ergebnissicherung in Jestsätzen. Geometrische Herleitung der Bedingungen für Intensitätsmaxima Übungsaufgaben

¹ Inhalte im Fach Physik aus dem A-Heft Abitur 2023 und Bildungsplan Physik Studienstufe

² Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

Themenfeld 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – Thema 2.3. Überlagerung von Wellen

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
			<input type="checkbox"/> B1 <input type="checkbox"/> B2 <input type="checkbox"/> B3 <input type="checkbox"/> B4 <input type="checkbox"/> B5 <input type="checkbox"/> B6 <input type="checkbox"/> B7 <input type="checkbox"/> B8 Leitperspektive(n): <input checked="" type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> BNE <input checked="" type="checkbox"/> W	<ul style="list-style-type: none"> ○ Laser am Doppelspalt • Schüler:innenexperimente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wellenlängenbestimmung mit Gittern Bestimmung des Spurabstandes einer CD

Kompetenzen			
Sachkompetenzen	Erkenntnisgewinnungskompetenzen	Kommunikationskompetenzen	Bewertungskompetenzen
S1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien	E1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte	K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus	B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation
S2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten	E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf	K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt	B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
S3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen	E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen	K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder	B3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich relevanten oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab
S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen	E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen	K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologische und kausal korrekt strukturiert	B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus	E5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung	K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus	B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzung hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses
S6 erklären bekannte Auswertverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an	E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen	K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge	B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein
S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an	E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses	K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach- adressaten- und situationgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien	B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen
	E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen	K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen	B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen
	E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung	K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt	
	E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit	K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate	
	E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit)		

Beitrag zur Leitperspektive D

Die Schüler:innen 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. Das Simulationslabor zur Interferenz ermöglicht zahlreiche Versuche zu Wasserwellen, Schallwellen und Lichtwellen. Dabei können die Schüler:innen die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede untersuchen. Es gibt die Möglichkeit, mehrere Quellen mit unterschiedlichen Abständen einzustellen und Veränderungen am Interferenzmuster zu analysieren. Außerdem kann das Verhalten der Wellen beim Durchgang durch eine oder zwei Spalten untersucht werden und die Interferenzmuster können verglichen werden.

Beitrag zur Leitperspektive W

Die Schüler:innen befassen sich mit der Kooperation im Rahmen internationaler Forschung am Beispiel von Arbeitsgruppen des ILPs der Uni-Hamburg. Im dort angesiedelten Schullabor „Light and Schools“ können sie selbst in kooperativ angelegten Arbeitsformen arbeiten.