

BESTIMMEN DER SCHALLGESCHWINDIGKEIT IN VERSCHIEDENEN STOFFEN

Ralf Böhlemann

Mechanische Wellen breiten sich in verschiedenen Stoffen unterschiedlich schnell aus. Mithilfe zweier Mikrofone, der Software Audacity sowie einem PC oder Laptop mit Soundkarte ermitteln die Schüler*innen experimentell die Schallgeschwindigkeiten in Luft, Stahl und Holz.

Der Physikunterricht leistet hiermit einen Beitrag zum Verständnis der Messwerterfassung mithilfe digitaler Werkzeuge.

ZUORDNUNG ZU DEN STANDARDS

Standards im Basiscurriculum Medienbildung

- Medientechnik einschließlich Hard- und Software unter Verwendung von Anleitungstexten oder Tutorials handhaben (G)
- eine Präsentation von Lern- und Arbeitsergebnissen in multimedialen Darstellungsformen gestalten (G)

Standards im Fach

Naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen

- Experimente mit Kontrolle planen und durchführen (F/G)
- Untersuchungsergebnisse (auch erwartungswidrige) interpretieren (F/G)

Elemente der Mathematik anwenden

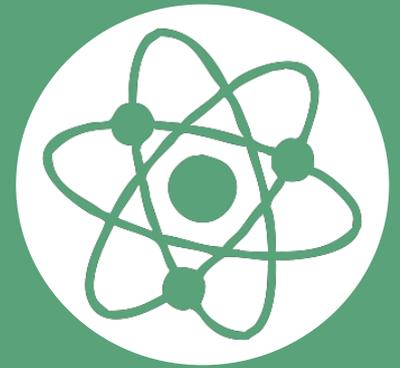
- Messgrößen ermitteln und Fehlerquellen von Messungen angeben (E)
- Verhältnisgleichungen umformen und Größen berechnen (E)

HINWEISE

Geht man davon aus, dass sich Schallwellen gleichförmig ausbreiten und misst man die Zeitdifferenz Δt zwischen dem Eintreffen einer Schallwelle an einem Mikrofon 1 und an einem Mikrofon 2, die im Abstand Δs voneinander aufgestellt werden, dann lässt sich die Schallgeschwindigkeit mithilfe der Gleichung $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ermitteln.

Voraussetzung dafür ist, dass sich der Entstehungsort des Schallereignisses auf ein und derselben Geraden wie die beiden Mikrofone befindet, jedoch nicht zwischen den beiden Mikrofonen. Die Experimentieranordnungen werden den Lernenden betriebsbereit zur Verfügung gestellt.

Aus dem Unterrichtsbaustein heraus zugänglich sind Arbeitsmaterialien für Schüler*innen, die Arbeitsaufträge und Hinweise zum Umgang mit den Experimentieranordnungen und der verwendeten Software enthalten. Diese Arbeitsaufträge können von den Schüler*innen weitgehend selbstständig bearbeitet werden. Lehrkräfte erhalten Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Experimente.



AUF EINEN BLICK

Jahrgangsstufe, Niveaustufe
9/10, E-G

Fach (fachübergreifende Bezüge)
Physik 9/10 (Technik, WAT)

Themen und Inhalte
Mechanische Schwingungen und Wellen

Kompetenzbereich im Fach
Erkenntnisse gewinnen

Kompetenzbereiche im Basiscurriculum Medienbildung
Produzieren, Präsentieren

Zeitbedarf
ca. 2 Unterrichtsstunden

Materialien
Für Lernende: Arbeitsaufträge und erläuternde Materialien M1 und M2
Für Lehrkräfte: Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Experimente

BAUSTEINE FÜR DEN UNTERRICHT

Thema / Schwerpunkt	Methode und Inhalt	Materialien und Tipps
Einstieg	<p>Motivation für die Messung von Schallgeschwindigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schall und Licht breiten sich unterschiedlich schnell aus: Diese Erfahrung lässt sich leicht beobachten, wenn auf die Zeitdifferenz zwischen dem Auftreten von Blitz und Donner bei einem Gewitter geachtet wird. ▪ Echolotverfahren: Messung der Wassertiefe, mit Fishfinder Fische suchen, Ausnutzen der Schallwellenausbreitung bei der Suche nach Bodenschätzen ▪ Ultraschall im Tierreich: Wie orientieren sich Delfin und Fledermaus? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experiment: Qualitativer Nachweis der Zeitdifferenz zwischen akustischer und visueller Wahrnehmung beim Zusammenklappen einer Startklappe (Arbeitsauftrag 1: https://s.bsbb.eu/61) ▪ Das Experiment wird im Freien durchgeführt und kann auch als Hausaufgabe gestellt werden. Die Ergebnisse werden anschließend der Klasse präsentiert.
Erfassen des Messprinzips	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versuchsaufbau erschließen und Messprinzip erfassen ▪ in den Umgang mit der Software Audacity einarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsaufträge 2 und 3: https://s.bsbb.eu/61 ▪ Materialien M1 und M2: https://s.bsbb.eu/62 ▪ Download (https://s.bsbb.eu/5z) und erste Schritte mit Audacity (https://s.bsbb.eu/60)
Durchführen der Messung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ermitteln des Abstandes der Mikrofone Δs und der Zeitdauer Δt zwischen dem Eintreffen der Signale an Mikrofon 1 und Mikrofon 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsaufträge 2 und 3: https://s.bsbb.eu/61 ▪ Materialien M1 und M2: https://s.bsbb.eu/62
Bestimmen der Schallgeschwindigkeiten und Diskussion der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berechnung der Schallgeschwindigkeiten mithilfe der Gleichung $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ▪ Recherche der entsprechenden Tabellenwerte und Vergleich mit den eigenen Messwerten ▪ Fehler benennen und erläutern, z. B. ungenaues Markieren der Zeitdifferenz in Audacity, unpräzise Längenmessung Δs, ungenaue Zeitbasis des verwendeten PC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ siehe auch Messbeispiel in den Hinweisen für Lehrkräfte: https://s.bsbb.eu/63 ▪ Arbeitsauftrag 4: https://s.bsbb.eu/61
Anwendung: Bestimmen der Entfernung eines Gewitters	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gleichung $\Delta s = v \cdot \Delta t$ anwenden, um die Entfernung eines Gewitters zu bestimmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsauftrag 5: https://s.bsbb.eu/61

Zuordnung zu den Standards des Basiscurriculums Sprachbildung

- Informationen aus Texten zweckgerichtet nutzen (G)
- Sachverhalte und Abläufe veranschaulichen, erklären und interpretieren (G)
- Hypothesen formulieren und begründen (G)
- Textmuster [...] und fachspezifische Textbausteine (z. B. Formelschreibweise) anwenden (G)
- Arbeitsergebnisse aus Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit präsentieren (D/G)

Zuordnung zu den übergreifenden Themen

- Berufs- und Studienorientierung
- Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
- Verbraucherbildung

LITERATUR, LINKS UND EMPFEHLUNGEN

- Murmann, Lydia & Ryder, Peter. Selbstlerneinheit Wellen: Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle: http://www.idn.uni-bremen.de/cvpm/content/wellen/show.php?modul=3&file=10&right=we_r_05_05.html (abgerufen: 29.10.2019).
- Nordmeier, Volkhard (2002). Experimente mit der Soundkarte. Unterricht Physik 13/69, S. 34–36. <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/~nordmei/PhysikKunstMusik/Literatur/AkustikmitderSoundkarte.pdf> (abgerufen: 01.10.2019).
- Pusch, Alexander (2019). Bauanleitung: 2 Mikrofone an Stereo-Klinkenstecker. <http://physikkommunizieren.de/wp-content/uploads/2019/07/Bauanleitung-2-Mikrofone-an-Stereo-Klinkenstecker.pdf> (abgerufen: 24.09.2019).

Möglichkeiten der Vertiefung des Themas:

- Durch Variation der experimentellen Aufbauten lassen sich die unterschiedlichen Schallgeschwindigkeiten bei Transversalwellen und Longitudinalwellen thematisieren.
- Werden die Messungen mehrfach wiederholt, lassen sich Fehlerbetrachtungen anstellen, zum Beispiel die Ermittlung von Mittelwert und Standardabweichung.

INFORMATIONEN ZU DEN UNTERRICHTSBAUSTEINEN

- Begleitende Hinweisbroschüre: <https://s.bsbb.eu/hinweise>
- Unterrichtsbausteine für alle Fächer im Überblick: <https://s.bsbb.eu/ueberblick>
- Tutorials zu den in den Unterrichtsbausteinen genutzten digitalen Tools: <https://s.bsbb.eu/tools>