



Unterrichtsmodul

Schall und Akustik

Alle Materialien und Kontaktdaten sind auf den Projektwebseiten und im Erasmus+ Projektprofil zu finden:

<https://sites.google.com/campus.ul.pt/hands-on-remote-language/home>

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

Kernteam Entwicklung

- Marion Pellowski und Lorenz Kampschulte, Deutsches Museum, München, Deutschland
- Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Alexandre da Fonseca Tinoca, Lisbon University, Institute of Education, Lissabon, Portugal
- Wojciech Karcz, Adam Zahler, Anna Strzeszewska-Potyrała, Karolina Klimaszewska, Copernicus Science Center, Warschau, Polen
- Miriam Voß, Mike Kramler, Marion Pellowski, Technische Universität München, München, Deutschland

Haftungsausschluss

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.



Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union

Impressum

Autoren: Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Tinoca, Lisbon University, Institute of Education, Lissabon, Portugal

Die deutsche Version wurde übersetzt und adaptiert von
Marion Pellowski, Technische Universität München und Deutsches Museum,
Annette Beljung, Mike Kramler und Miriam Voß, Technische Universität München,
beide Institutionen München, Deutschland

Deutsches Museum, München, Deutschland
Layout & Design: Michał Romański
Druck: Februar 2023



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International License. Elemente, die als Zitate gekennzeichnet sind, können anderen Lizenzen unterworfen sein.

Inhalt

1	Einführung.....	3
	Kurzer Überblick über das Modul	3
1.1	Ziele.....	3
1.2	Didaktische Begründung.....	4
1.3	Gemeinschaftsgefühl und digitale Zusammenarbeit.....	5
1.4	Kurze Zusammenfassung.....	6
2	Anbindung an den Lehrplan.....	6
3	Inhalt: Lernsequenz für das Modul „Schall und Akustik“	7
3.1	Einheit 1 – Musikinstrumente	7
3.2	Einheit 2 – Schallpegel	10
3.3	Einheit 3 – Schalldämmung.....	13
3.4	Einheit 4 – Mikrofon	16
4	Bewertung der Schüler:innen	19

1 Einführung

Kurzer Überblick über das Modul

Unterrichtsmodul

Schall und Akustik

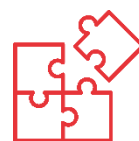
Die Schüler:innen bauen verschiedene Arten von Musikinstrumenten, messen den Schallpegel, messen die Verringerung des Schalldruckpegels am Modell eines schallgedämmten Raums und bauen ein Mikrofon.

Hauptmodul			Zusätzliche / optionale Einheit
			für Schüler:innen im Alter von 16 bis 18 Jahren
Einheit 1	Einheit 2	Einheit 3	Einheit 4
Musikinstrumente Ziel: Kennenlernen von Klangerzeugung, -übertragung und Klangeigenschaften. Aufgabe: Bau von Musikinstrumenten und Kennenlernen der Online-Simulation.	Schallpegel Ziel: Wissen über Schallpegel erwerben. Aufgabe: Die Schüler:innen messen mit einer App den Schallpegel an verschiedenen Stationen in ihrer Wohnung oder Schule.	Akustische Isolierung Ziel: Wissen zur Schalldämmung aufbauen. Aufgabe: Mit Hilfe einer App messen die Schüler:innen die Verringerung des Schalldruckpegels am Modell eines schallgedämmten Raums und schließen, dass einige Materialien besser schalldämmend sind als andere.	Mikrofon Ziel: Wissen zum Faradayschen Gesetz (oder elektromagnetischer Induktion), Schallwellen, magnetischen und elektrischen Feldern gewinnen. Aufgabe: Die Schüler:innen bauen mit Hilfe einer App oder eines Videos ein Mikrofon aus Alltagsmaterialien. Anhand dieses Objekts erklären sie die Funktion der verwendeten Materialien sowie die Funktionsweise ihres eigenen Mikrofons.

1.1 Ziele

Dieses Modul vermittelt anhand von Grundlagen der Physik wichtige Schritte von Forschungsprozessen. Die eigene häusliche Umgebung, in der die Jugendlichen in Situationen des Distanzlernens oft vor Ort sind, wird durch den Fokus auf das Thema „Schall und Akustik“ zu einer zu erforschenden Umgebung. So können die Schüler:innen das Modell eines eigenen schallgedämmten Wohnraums entwerfen oder an verschiedenen Stellen in ihrer Wohnung den Schallpegel messen. Ein Einsatz in der Schule ist mit den vorgeschlagenen Experimenten und Methoden ebenso gut möglich. Mit dem Thema Lärm greift das Modul den relevanten gesellschaftlichen Kontext auf.

Hands-on-Experimente und die Nutzung digitaler Medien sind in diesem Modul eng und in verschiedener Art verknüpft – Schall wird mit selbst gebauten Musikinstrumenten und einer Online-Simulation zu Schallwellen erkundet, Smartphones oder Tablets dienen als Messgeräte für den Schalldruckpegel und ein YouTube-Video dient zur Instruktion für einen eigenständigen Mikrofonbau.



Insgesamt ermöglicht dieses Modul Schüler:innen:

- verschiedene Arten von Musikinstrumenten zu bauen
- zu erklären, wie diese Musikinstrumente Klang erzeugen und übertragen
- die Klangeigenschaften ihrer Musikinstrumente zu verstehen
- den Schallpegel zu messen, an verschiedenen Orten in ihrer Wohnung oder der Schule
- die Verringerung des Schalldruckpegels an einem Modell eines schallgedämmten Raums zu messen und festzustellen, dass einige Materialien den Schall besser dämmen als andere
- ein Mikrofon mit Alltagsmaterialien zu bauen
- praktisch und ‚hands-on‘ zu arbeiten, auch unter Pandemiebedingungen
- Online-Simulationen oder andere Apps zum gemeinsamen Lernen zu nutzen

Darüber hinaus haben die Schüler:innen die Möglichkeit, viele in der Forschung benötigte Kompetenzen zu entwickeln, wie z. B.: Hypothesen zu formulieren, Untersuchungen zu planen und diese durchzuführen, die entsprechenden Daten aufzuzeichnen, die gesammelten Daten zu organisieren und zu analysieren, Hypothesen zu testen und Schlussfolgerungen zu ziehen. Dieses Modul zielt darauf, die wissenschaftlichen und digitalen Kompetenzen der Jugendlichen zu erweitern.

1.2 Didaktische Begründung



Schall ist ein Phänomen unseres täglichen Lebens und ein klassisches Thema der Physik. Die Forschungsprojekte in diesem Modul orientieren sich an allgemeingültigen Grundlagen (z. B. in Bezug auf Klangeigenschaften und Klangeffekte). Um diese Grundlagen zu erforschen, werden Situationen aus dem realen Leben verwendet (Mikrofone, Schalldämmung usw.), um Alltagsbezüge herzustellen, die für die Lernenden relevant sind.

Verfolgt wird hierzu der pädagogische Ansatz eines an forschendem Lernen orientierten (natur-)wissenschaftlichen Unterrichtens (Inquiry Based Science Education, IBSE). So werden die Schüler:innen in verschiedene natur- und ingenieurwissenschaftliche Praktiken eingeführt: Fragen stellen und Probleme lösen, Modelle entwickeln, Erklärungsansätze erarbeiten und Lösungen entwerfen, verschiedene Informationsquellen nutzen, Informationen/Daten sammeln und verarbeiten sowie Ergebnisse hervorbringen und kommunizieren.

Das Modul ermöglicht praktische Hands-on-Experimente in einer Vielzahl von Unterrichtssituationen und bietet den Schüler:innen die Chance, ihren eigenen Bedürfnissen entsprechend zu lernen. Die Einheiten sind voneinander unabhängig, d. h. Lehrkräfte können das Modul an ihren Bedarf anpassen, indem sie diejenigen Einheiten auswählen, die für ihren Lehrplan am besten geeignet erscheinen.

1.3 Gemeinschaftsgefühl und digitale Zusammenarbeit



Die Schüler:innen arbeiten für die in diesem Modul beschriebenen Aufgaben in Gruppen zusammen. Um die Interaktion zwischen den Jugendlichen zu fördern, können die Lehrkräfte Videokonferenzen nutzen, um synchrone Lernumgebungen zu schaffen (z. B. Gruppenarbeit in verschiedenen Breakout-Räumen).

Für diese Art digitaler Kooperation in Remote-Situationen ist die Organisation entscheidend: Die Teamarbeit funktioniert besser, wenn drei bis vier Schüler:innen in Kleingruppen miteinander arbeiten, in denen jede/r der Jugendlichen eine bestimmte Aufgabe oder Rolle übernimmt.

Lehrkräfte können synchrone Lernumgebungen nutzen, um auch in Distanzsituationen persönliches und mündliches Feedback zu geben und die Schüler:innen bei Problemen zu unterstützen.

Lehrkräfte können in dieser Situation auch gut auf vorgefasste Vorstellungen der Schüler:innen zum Thema Schall eingehen (einige Beispiele für entsprechende Schülervorstellungen aus der Literatur: Schall ist materieller Natur, Schall drückt die Luftmoleküle in die Richtung seiner Ausbreitung, Schall bewegt sich, weil die Luft ihn drückt, Schall bewegt sich wie eine unsichtbare Flüssigkeit). Es ist möglich, zur Einführung in die vier hier vorgeschlagenen Einheiten eine digitale Pinnwand zu nutzen, z. B. Taskcards, um die Aufgaben der jeweiligen Einheit vorzustellen und einleitende Fragen zu formulieren, mit denen sich die Schülervorstellungen erkennen und diskutieren lassen.

Die Lehrkräfte können auch andere Werkzeuge verwenden, mit denen die Schüler:innen in Chats oder Diskussionsforen diskutieren können, etwa Moodle. So können die Jugendlichen beispielsweise ihre Hypothesen, Versuchspläne, gesammelten Daten, Ergebnisse und Schlussfolgerungen in einem Moodle-Forum austauschen.

1.4 Kurze Zusammenfassung

Das Modul "Schall und Akustik" umfasst vier Einheiten mit den Titeln: Musikinstrumente, Schallpegel, Schalldämmung und Mikrofone.

"Musikinstrumente" ist folgende Hands-on-Aktivität: Die Schüler:innen bauen ihre eigenen Musikinstrumente aus Alltagsmaterialien und untersuchen die Schallwellen, die mit ihren Instrumenten verbunden sind. Dazu öffnen die Schüler:innen einen „Schallwellensimulator“ und erzeugen damit Klänge, deren Charakteristika – wie Frequenz oder Amplitude – sie mit einem der selbst gebauten Musikinstrumente in Verbindung bringen.

In der Einheit „Schallpegel“ werden die Schüler:innen aufgefordert, den Schallpegel an verschiedenen Stationen in ihrer Wohnung oder Schule zu messen. Die Jugendlichen definieren hierfür verschiedene Messstationen an unterschiedlichen Orten. Sie verwenden ihre Handys/Tablets mit einer App, mit der sie Schalldruckpegel-Messungen vornehmen können.

Für die Einheit „Schalldämmung“ lösen die Schüler:innen eine Aufgabe aus einem fiktiven Szenario, bei dem zwei Geschwister versuchen, ihr Schlafzimmer schalldicht zu machen, um den Lärm eines nahe gelegenen Festivals zu reduzieren. Die Schüler:innen bauen selbst ein Modell eines Raumes und messen mithilfe einer App die Verringerung des Schalldruckpegels, die sie mit ihrer Schalldämmung des Modell-Raums erreicht haben. Die Einheit zielt auf die Schlussfolgerung, dass einige Materialien den Schall besser dämmen als andere.

In der Einheit "Mikrofone" bauen die Schüler:innen selbst ein Mikrofon, nachdem sie sich zuvor ein Video angeschaut haben, wie sich ein Mikrofon aus einfachen Materialien konstruieren lässt.

2 Anbindung an den Lehrplan

Die Unterrichtseinheiten dieses Moduls sind für Schüler:innen der 8. Klasse (13–14 Jahre) konzipiert, können für höhere Klassen jedoch einen motivierenden und aktivierenden (Wieder-)Einstieg in verschiedene Themen (z. B. Eigenschaften von Wellen) bilden. Die Einheit Mikrophonbau ist für höhere Klassen (Jgst. 10–12) geeignet. Insgesamt umfasst das Modul eine Dauer von ca. 18 Stunden. Die Lehrkraft kann sich daraus passende Einheiten aussuchen.

3 Inhalt: Lernsequenz für das Modul „Schall und Akustik“

3.1 Einheit 1 – Musikinstrumente



Aufgaben der Schüler:innen

1. Baue dein eigenes Musikinstrument aus Alltagsmaterialien.
2. Erkunde die Schallwellen und finde heraus, welche Schallwellen zu deinem Instrument passen. Öffne dafür eine Schallwellensimulation. Es stehen zwei verschiedene Simulationen zur Verfügung – die erste hier aufgeführte Simulation (a) hat einen größeren Funktionsumfang und eignet sich auch für ältere Schüler:innen, die zweite (b) läuft unter Java und konzentriert sich auf wesentliche Eigenschaften von Schallwellen:



a) Um zur passenden Simulation zu gelangen, folge dem Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_de.html, klicke auf „Schall“, schalte den „Ton an“ und ahme mithilfe des Schallwellensimulators die Klänge nach, die in der unten stehenden Tabelle aufgeführt sind.

b) Für die Schallwellensimulation unter Java folge dem Link: <https://phet.colorado.edu/de/simulations/sound>, verwende die Funktion „Einzelne Schallquelle“, schalte den „Ton an“ und versuche die Klänge, die in der unten stehenden Tabelle aufgeführt sind, nachzuahmen und einem Musikinstrument zuzuordnen.

Klang	Musik-instrument	Erläutere, wie du die Simulation benutzt hast, um den Klang nachzuahmen	Zeichne eine Darstellung, wie sie in der Simulation erscheint
Fall A: Hoch und laut			
Fall B: Hoch und leise			
Fall C: Tief und laut			
Fall D: Tief und leise			

3. Stelle in grafischer Form dar, was die Simulation für jeden der in der Tabelle genannten Fälle anzeigt.



Themen: Verschiedene Kategorien von Musikinstrumenten, Entstehen und Übertragen von Tönen, Toneigenschaften (Tonhöhe und Lautstärke), Schallwellen (Frequenz und Amplitude)

Zielsetzung: Indem sie Materialien aus dem Alltagsleben nutzen, bauen die Schüler:innen verschiedene Typen von Musikinstrumenten. Sie erklären, wie diese Instrumente Töne erzeugen und übertragen. Die Schüler:innen können verschiedene Verbindungen knüpfen, z. B. zwischen den Begriffen hoch und tief und der Eigenschaft „Tonhöhe“ sowie zwischen den Begriffen stark und schwach und der Eigenschaft „Lautstärke“. Sie verbinden die Tonhöhe mit der Frequenz einer Schallwelle und die Lautstärke mit der Amplitude einer Schallwelle. Sie assoziieren eine Schallwelle mit hoher Frequenz mit einer hohen Tonhöhe und eine Schallwelle mit niedriger Frequenz mit einer niedrigen Tonhöhe. Sie verknüpfen laute Töne mit einer hohen Amplitude und leise Töne mit einer geringen Amplitude.

Dauer: Zwei Doppelstunden (2 x 90 Minuten) und selbstständige Arbeit der Schüler:innen zu Hause

1. Musikinstrumentenbau:



Benötigte Materialien für die Schüler:innen: Alltagsmaterialien (z. B. Löffel, Tassen, Schuhkartons, Joghurtbecher, Farbdosen usw.).

Gestaltungskriterien: In der Klasse sollen verschiedene Kategorien von Musikinstrumenten entstehen (Streich-, Schlag- und Blasinstrumente). Jedes der Instrumente sollte mindestens zwei verschiedene Töne erzeugen können (hoch und tief). Die Schüler:innen müssen sich daher innerhalb ihrer Klasse einigen, wer welche Instrumentenkategorie baut.

Der Musikinstrumentenbau lässt sich auch als Informatik-Projekt auf Einstiegs- oder Fortgeschrittenenniveau umsetzen, wenn die Schüler:innen ihre Musikinstrumente mit dem Arduino verknüpfen und Musikroboter bauen (s. Projekt „Wir und die Roboter“ der Reihe „Musik zum Anfassen“ in Kooperation mit dem Deutschen Museum: <https://www.musikzumanfassen-projekte.de/wirunddieroboter2>).

2. Nutzung einer Schallwellensimulation:

Mit den Simulationen lassen sich die Toneigenschaften Tonhöhe und Lautstärke erkunden. Die Schüler:innen nutzen die Simulationen zuhause. Sie variieren die Frequenz oder die Amplitude einer Schallwelle in der Simulation. Sie verknüpfen die in der Simulation produzierten Töne mit den Toneigenschaften der selbst gebauten Musikinstrumente.

Die Jugendlichen füllen für jedes Musikinstrument die Tabelle aus, indem sie erklären, wie sie die Simulation verwendet haben, um die Töne zu reproduzieren (durch die Variation der Amplitude, der Frequenz oder beider Eigenschaften) und zeichnen, wie der Ton in der Simulation dargestellt wird (s. Beispiel einer Schülerantwort in Abb. 1).

	Klang	Musikinstrument	Erläutere, wie du die Simulation benutzt hast, um den Klang nachzuahmen	Zeichne die Darstellung, wie sie in der Simulation erscheint
	Som	Exemplo de um objeto que faça este som	Expliquem como utilizaram o simulador para recriar o som	Desenhem a representação que aparece no simulador
Fall A	Caso A: Forte e Agudo	Sirene	amplitude e frequência no máximo	
Fall B	Caso B: Fraco e Agudo	flauta transversal	amplitude baixa e frequência no máximo	
Fall C	Caso C: Forte e Grave	tambor	frequência baixa e amplitude no máximo	
Fall D	Caso D: Fraco e Grave	voz rouca de pessoa com voz grossa	frequência e amplitude baixas	

Abb. 1 – Beispiel einer Schülerantwort

3. Sinusförmige Darstellung der Schallwellen

Die Schüler:innen visualisieren die Schallwellen, die sie in der Simulation erzeugt haben, grafisch, in einer sinusförmigen Darstellung (s. Beispiel einer Schülerantwort in Abb. 2). Sie verknüpfen so die Charakteristika einer Schallwelle (Amplitude und Frequenz) mit den Eigenschaften Tonhöhe und Lautstärke.

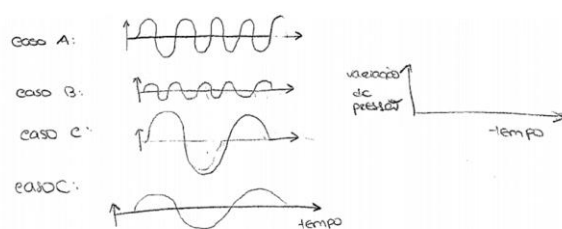


Abb. 2 Beispiel einer Schülerantwort



Aufgaben der Schüler:innen

1. Identifiziere zuhause oder in der Schule interessante Stationen für die Messung des Schallpegels (z. B. ein Klassenzimmer, die Küche oder andere Orte). Sage voraus, welchen Schallpegel du an diesen verschiedenen Orten erwartest.
2. Miss den Schallpegel an den von dir festgelegten Stationen, indem du eine App zur Messung des Schalldruckpegels nutzt und sammle mit deinem Handy Daten an deinen Messstationen.
3. Trage die von dir gemessenen Werte in eine Tabelle ein.

Schallquelle/Messstation	Schalldruckpegel (dB)	Zeit

4. Diskutiere die gemessenen Werte und ihre Bedeutung. Stützen die Daten deine Einschätzungen? Berücksichtige dabei deine Datenerhebung: Hast du die Messung wiederholt? Warum? Wie oft?
5. Ziehe Schlussfolgerungen.



Thema: Schallpegel

Zielsetzung: Mithilfe einer App messen die Schüler:innen den Schallpegel an verschiedenen Orten in ihrer Wohnung oder ihrer Schule.

Dauer: Zwei Doppelstunden (2 x 90 Minuten) und selbstständige Arbeit der Schüler:innen zuhause oder als Gruppenarbeit in der Schule.



Benötigte Materialien für die Schüler:innen: Jede Schüler:in bzw. jede Gruppe braucht ein Smartphone oder ein Tablet mit einer App zur Schallpegel-/Lautstärkemessung (z. B. „Sound Meter – Noise Meter“).

1. Auswahl der Messstationen

Die Schüler:innen wählen zuhause oder in der Schule verschiedene Stationen, um den Schallpegel zu messen. Für die Jugendlichen ist wichtig zu definieren, wie und wann die Messungen durchgeführt werden müssen. Die Schüler:innen nutzen ihr Handy oder Tablet mit einer App, die ihnen erlaubt, die Messungen vorzunehmen.

2./3. Messung des Schallpegels und Berechnung der Daten

Die Schüler:innen verwenden eine App, um den Schalldruckpegel zu messen. Dabei ist es wichtig, Folgendes zur Vorgehensweise zu beachten:

I. Wenn die App geöffnet wird, beginnt sie sofort, den Schalldruckpegel zu messen; die Schüler:innen müssen die Werte jedoch zuerst kalibrieren.

II. Nach dem ersten Klick, mit dem sie die Aufzeichnung der Messungen starten, sollten die Schüler:innen bei jeder ausgewählten Messstation für mindestens 5 Minuten Daten sammeln. Danach können sie die Aufzeichnung stoppen und den Durchschnittswert berechnen.

4. Datenerfassung

Nach der Datenerfassung besprechen die Lehrkräfte mit den Schüler:innen folgende Fragen:

- Wie lange habt ihr den Schalldruckpegel an jeder ausgewählten Station gemessen? (Mindestens 5 Minuten, um verwertbare Daten zu sammeln.)
- Habt ihr die Messung wiederholt? Warum? Wie oft?

5. Interpretation der Daten, Schlussfolgerungen

Die Schüler:innen vergleichen die an den einzelnen Stationen ermittelten Werte. Sie begründen Unterschiede, die sie in ihren Messwerten gefunden haben. Die Lehrkraft kann an dieser Stelle eine Begriffsklärung einführen: Der Schallpegel ist eine Skala, die die Schallintensität eines vorgegebenen Tons mit der Schallintensität des schwächsten Tons, den wir noch hören können, in Beziehung setzt. Der Schalldruckpegel kann mit einem Schallpegelmessgerät gemessen werden.



Aufgaben der Schüler:innen

Stell dir folgendes, fiktives Szenario vor: In mehreren europäischen Hauptstädten gibt es seit einigen Jahren ein Festival für elektronische Musik. Das Festival findet dieses Jahr zum ersten Mal in München statt. Smith und Nicole wohnen in der Nähe des Festivalgeländes. In diesem Jahr wollen sie zur Zeit des Festivals eine Interrail-Tour machen, die im Morgengrauen beginnt. Sie müssen also sehr früh aufstehen. Im Voraus hatten sie geplant, am Tag vor ihrer Abreise im Haus ihrer Großeltern zu sein, um ungestört schlafen zu können. Die Geschwister haben jedoch im Internet gelesen, wie sie eine Wand ihres Zimmers akustisch isolieren können, damit sie am Tag vor der Interrailreise ihr Haus nicht verlassen müssen. Wie können die Geschwister vorgehen, um die Wand ihres Schlafzimmers schalldicht zu isolieren und den Lärm des Festivals zu reduzieren?

Durchlaufen eines naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs

1. Formuliere eine Hypothese dazu, wie sich die Lautstärke durch Schalldämmung reduzieren lässt.
2. Plane eine Untersuchung, mit der du deine Hypothese testen kannst (und beschreibe detailliert alle Schritte, einschließlich der Untersuchungsvariablen). Verwende ein Modell, um deine Hypothese zu testen.
3. Führe deine Untersuchung durch und zeichne die Daten auf.
4. Organisiere und analysiere die gesammelten Daten.
5. Teste deine Hypothese – bestimme, wie gut dein Modell den Schall dämmt, indem du die Änderung des Schalldruckpegels misst.
6. Vergleiche untereinander zwischen allen Gruppen die Werte für die Schalldämmung des Modells. Zieh daraus Rückschlüsse, welches Material den Schall am besten dämmt.



Themen: Schallpegel, schalldämmende Materialien, Lärminderung/Lärmbelästigung.

Zielsetzung: Mithilfe einer App messen die Schüler:innen die Verringerung des Schalldruckpegels, die sie mit der Schalldämmung eines selbst gebauten Modellraums erreichen. Durch ihre Messungen können sie feststellen, dass einige Materialien den Schall besser dämmen als andere.

Dauer: Zwei Doppelstunden (2 x 90 Minuten) und selbstständige Arbeit der Schüler:innen zuhause oder als Gruppenarbeit in der Schule.



Benötigte Materialien für die Schüler:innen: Jede/r Schüler:in/ jede Gruppe benötigt ein Smartphone oder Tablet mit einer App zur Lärmüberwachung (z. B. „Sound Meter – Noise Meter“), eine Schallquelle (z. B. ein Smartphone), einen kleinen Karton (z. B. Schuhkarton), alltägliche schalldämmende Materialien (z. B. Pappe, Eierkartons, Styropor, Luftpolsterfolie, Schwamm usw.).

6. Formulieren der Hypothese

Die Schüler:innen wählen aus, welches Material sie in ihrer Untersuchung zur Schalldämmung verwenden wollen. Die Hypothese wird in Bezug auf das von ihnen ausgewählte Material formuliert. Die Gruppen können verschiedene schalldämmende Materialien auswählen.

7. Planen der Untersuchung

Die Schüler:innen planen eine Untersuchung, mit der sie ihre Hypothesen testen können. Sie entwerfen einen "Raum" in Form eines Schuhkartons als Modell zur Untersuchung der Schalldämmung (jede Gruppe kann einen Schuhkarton mit unterschiedlichen Abmessungen und/oder Materialien wählen). Die Größe des Schuhkartons muss bestimmt werden, ebenso wie der Abstand zwischen der Schallquelle und den Wänden des Modells. Wurden diese Messungen nicht durchgeführt, sollte dies beim Vergleich der Ergebnisse zu den verschiedenen Dämmmaterialien diskutiert werden.

8. Durchführen der Untersuchung

Teste das Modell: (i) Platziere ein Mobiltelefon in deinen „Raum“, um einen Schall mit gleichbleibender Lautstärke auszugeben, (ii) Miss die Größe des Schuhkartons (optional), (iii) Platziere das Handy – die Schallquelle – im Inneren des Modells, (iv) Miss den Abstand zwischen der Schallquelle und den Wänden des Modells (optional); (v) Miss mit Hilfe einer App an einer festen Stelle außerhalb des Modells den Schalldruckpegel, den die Schallquelle an diesem Ort erzeugt. Die Schallquelle ist das Smartphone im Inneren, das den Ton mit gleichbleibender Lautstärke aussendet. Teste zuerst ohne Dämmmaterial, dann mit. Achte auf gleichbleibende Testbedingungen, d. h. achte darauf, dass die Distanz zwischen dem Mikrofon deines auf der Außenseite befindlichen (Mess-)Handys und der Wand deines Modells bei allen Messungen gleich bleibt. Notiere 10 Messwerte.

4./5. Analyse der Daten und Test der Hypothese

Berechne den Durchschnitt der 10 Messwerte. Bestimme mit diesem Durchschnittswert um wieviel Prozent sich der Schallpegel verringert hat. Berechne dazu:

$$\frac{(L_0 - L_{ged\ddot{a}mmt})}{L_0 * 100}$$

Wobei L_0 der Schalldruckpegel ohne Dämmmaterial ist und $L_{ged\ddot{a}mmt}$ der Durchschnittswert der Messwerte mit Dämmung

6. Vergleich der Messwerte über die Gruppen hinweg, Bestimmung des am besten schalldämmenden Materials

Für die Schlussfolgerung, welches Material den Schall am besten dämmt, müssen die in Punkt 2 genannten Variablen (Größe des Schuhkartons, Abstand zur Wand) kontrolliert werden. Mit der Klasse kann diskutiert werden, warum diese Kontrolle der Variablen notwendig ist und wie eine Veränderung der Variablen das Ergebnis beeinflusst.



Aufgaben der Schüler:innen

Mikrofone wandeln Schallwellen in elektrische Signale um (durch elektromagnetische Induktion). Diese elektrischen Signale werden u. a. in Verstärkern, Aufnahmegeräten, Telefonen und Hörgeräten verwendet. Es gibt verschiedene Arten von Mikrofonen, die u. a. auch in Rundfunk und Fernsehen eingesetzt werden. Wie das Video zeigt, können einige Mikrofone mit einfachen Materialien selbst gebaut werden:



<https://www.youtube.com/watch?v=1hU6wrR2J24>

1. Wähle mithilfe der App oder des Videos Materialien aus, um dein eigenes Mikrofon zu bauen.
2. Erkläre die Funktion aller von dir für den Mikrofonbau ausgewählten Materialien.
3. Erkläre, wie dein Mikrofon funktioniert.
4. Verändere dein Mikrofon so, dass du seine Funktionsfähigkeit optimierst.
5. Übertrage das, was du gelernt hast, auf einen anderen Fall und erkläre, wie in einem Wasserkraftwerk Strom produziert wird.



Themen: Faradaysches Gesetz (bzw. elektromagnetische Induktion), Schallwellen, magnetische und elektrische Felder.

Zielsetzung: Mithilfe einer App bzw. eines Videos bauen die Schüler:innen selbst ein Mikrofon aus Alltagsmaterialien. Anhand ihres selbst gebauten Mikrofons erklären sie die Funktion der von ihnen für den Bau verwendeten Materialien und die Funktionsweise ihres Mikrofons.

Dauer: Zwei Doppelstunden (2 x 90 Minuten) und selbstständige Arbeit der Schüler:innen zuhause oder als Gruppenarbeit in der Schule.



Benötigte Materialien für die Schüler:innen: Jede Schüler:in bzw. jede Gruppe braucht:

- Einen Pappbecher
- Einen dünnen isolierten Draht (für die Spule)
- Eine leere Klebebandrolle
- Eine Zange zum Schneiden und Abisolieren des Drahtes
- Ein Taschenmesser oder eine Schere zum Durchstechen der leeren Klebebandrolle
- Isolierband
- Einen Magneten
- Einen Baumwollfaden

1./2./3. Bau des Mikrofons, Erklären der Funktion der Materialien und der Funktionsweise des Mikrofons

Nach dem Bau des Mikrofons sollten die Schüler:innen in der Lage sein, folgende Erklärungen für die Verwendung der Materialien und die Funktionsweise des Mikrofons zu geben:

- Der Boden des Bechers – die Membran – wird durch die von den Stimmbändern der Schüler:innen erzeugten Schallwellen zum Schwingen angeregt.
- Die Membran überträgt die Schwingung auf den Baumwollfaden.
- Der gespannte Baumwollfaden leitet die Schallwelle zum Magneten im Innern der Spule. Der auf die Rolle gewickelte Draht bildet mit seinen vielen Windungen die Spule.
- Der sich innerhalb der Spule bewegend Magnet erzeugt ein sich ständig veränderndes Magnetfeld, welches im Draht der Spule einen sich entsprechend ändernden Strom erzeugt. Dies ist das Grundprinzip des Mikrofons.

4. Optimieren der Funktionsfähigkeit des Mikrofons

Es gibt viele Möglichkeiten, die Funktionsfähigkeit der selbst gebauten Mikrophone zu optimieren. Zum Beispiel lässt sich der Boden des Pappbechers durch einen Luftballon ersetzen, womit sich die Übertragung der Schallwellen auf den Baumwollfaden und den Magneten verbessert.

5. Transfer des Gelernten auf ein Wasserkraftwerk

In einem Wasserkraftwerk wird die Energie des Wassers in Turbinen zunächst in Drehbewegung umgewandelt, welche dann in Generatoren in elektrische Energie umgewandelt wird. Auch Generatoren enthalten Spulen und Magnete und funktionieren nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion.

4 Bewertung der Schüler:innen

Mit diesem Modul können die Schüler:innen verschiedene Fähigkeiten erwerben, etwa zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen, wie z. B. zur Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen oder soziale Fähigkeiten wie z. B. Teamarbeit. Für die Bewertung lassen sich verschiedene Methoden einsetzen, dazu gehören die von den Schüler:innen produzierten Ergebnisse und Objekte, Einschätzungen der Lehrkraft, gegenseitige Bewertung durch die Schüler:innen (*peer assessment*) sowie Selbsteinschätzungen der Schüler:innen. Eine Unterstützung für die Einschätzung können die im EU-Projekt „SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science“ (www.sails-project.eu) festgelegten Entwicklungsstadien sein (s. Tab. 1 und Tab. 2).

Tab. 1: Planen einer naturwissenschaftlichen Untersuchung

Fähigkeit muss noch entstehen	Fähigkeit muss weiterentwickelt werden	Fähigkeit konsolidiert sich	Fähigkeit erweitert sich
Die Versuchskonzepte stehen nicht im Zusammenhang mit der Hypothese/Fragestellung oder enthalten schwerwiegende Fehler. Es gibt Probleme mit dem experimentellen Verfahren.	Das Versuchskonzept baut nicht korrekt auf der Hypothese/den Fragen auf. Einige Schritte des Experiments werden beschrieben, aber einige wichtige Details ausgelassen.	Das Versuchskonzept baut auf der Hypothese auf; das Experiment gibt eine Antwort auf die Fragestellung. Die Schritte des Experiments sind beschrieben.	Das Versuchskonzept baut auf der Hypothese auf und ist angemessen konstruiert; das Experiment gibt eine vollständige Antwort auf die Fragestellung. Die einzelnen Schritte des Experiments sind präzise beschrieben.

Tab. 2: Einstellungen zu kollaborativer Arbeit

Fähigkeit muss noch entstehen	Fähigkeit muss weiterentwickelt werden	Fähigkeit konsolidiert sich	Fähigkeit erweitert sich
Beobachten und akzeptieren die Vorschläge der Teamkollegen, machen aber keine Vorschläge. Akzeptieren nur, was die anderen tun.	Beteiligen sich an der Strukturierung der Gruppenarbeit, tragen aber nur mit ein oder zwei Vorschlägen bei.	Beteiligen sich an der Strukturierung der Gruppenarbeit und tragen mit positiven Vorschlägen zu einer produktiven Dynamik in der Gruppe bei.	Beteiligen sich maßgeblich an der Strukturierung der Gruppenarbeit und tragen zu einer produktiven Dynamik in der Gruppe bei, indem sie positive persönliche Interaktionen schaffen.



**CENTRUM
NAUKI
KOPERNIK**



Technische Universität München

Alle Materialien sind erhältlich unter

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

Das Projekt Hands-on Remote wurde im Rahmen des Programms Erasmus+ KA226 Partnerships for Digital Education Readiness finanziert (2020-1-DE02-KA226-VET-008295).

Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union

