



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Schallwandler: Wir bauen ein Mini-Mikrofon

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



I.D.41

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Schallwandler – wir bauen ein Mini-Mikrofon

Ein Beitrag von Benjamin Streit



© RAABE 2020

© eclipse_images/E+/Getty Images

Die Unterrichtsreihe für den gymnasialen Physikunterricht beschäftigt sich mit der Funktionsweise von Mikrofonen und Lautsprechern als wichtige Bestandteile von technischen Alltagsgegenständen. Mithilfe von einfachen Experimenten und dem Selbstbau eines Mikrofons vermitteln Sie den Lernenden den grundlegenden Bezug zwischen Schall als akustischem Phänomen und dessen Umwandlung in elektrische Signale. Sie trainieren die Fähigkeit Ihrer Schülerinnen und Schüler, physikalische Erkenntnisse zu verbalisieren, zu präsentieren und fördern außerdem ihre Bereitschaft, sich mit elektrotechnischen Bauelementen näher auseinanderzusetzen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7–10
Dauer:	8 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Zielgerichtet experimentieren, Erkenntnisse verbalisieren, dokumentieren und präsentieren, physikalische Arbeitsweisen reflektieren, Informationen bewerten
Thematische Bereiche:	Akustik, Schall-Schwingungen, -Wellen, Elektrotechnik, Mikrofone, Lautsprecher, elektronische Bauteile, Funktion elektronischer Alltagsgegenstände

Didaktisch-methodische Hinweise

Warum wir das Thema behandeln

Wir alle sind täglich und mit fortschreitender Technisierung und Digitalisierung von einer stetig anwachsenden Zahl von Mikrofonen und Lautsprechern umgeben. In jedem Laptop, Tablet oder Smartphone sind mindestens ein Mikrofon und mindestens zwei Lautsprecher verbaut. Um einen Einstieg in das Verständnis der Funktionsweise moderner Technik und deren Entwicklung zu bieten, soll in dieser Unterrichtseinheit anhand von Mikrofonen und Lautsprechern die Umwandlung von Schall in Strom und Strom in Schall erklärt werden.

Voraussetzungen der Lerngruppe

Diese Unterrichtsreihe setzt keine fachlichen Kenntnisse voraus. Für die Schülerversuche ist es von Vorteil, wenn die Lernenden bereits selbstständig Versuche durchgeführt und protokolliert haben.

Aufbau der Reihe

Das Ziel der ersten Stunde ist es, die Klasse auf das Thema Schall neugierig zu machen und sie für das Wahrnehmen und Messen von physikalischen Eigenschaften zu sensibilisieren. Zunächst werden die Lernenden **M 1** anhand der physikalischen Eigenschaften von Schall an die Grundlagen des Themas Mikrofon und Lautsprecher herangeführt. Sie können das **Material M 1** beispielsweise unter der Dokumentenkamera zeigen und den Arbeitsauftrag mit den Schülern durchgehen. Diese bearbeiten in Kleingruppen die Aufgaben 1 bis 3. Sie machen sich hierfür stichwortartige Notizen. Danach präsentieren die Gruppen ihre Ergebnisse. An der Tafel oder auf einer Folie werden die wichtigsten gemeinsamen Ergebnisse festgehalten.

Ziel der zweiten Stunde ist es, die Klasse an die rein mechanische Erzeugung und Übertragung von Schall heranzuführen. Zu Beginn wird gemeinsam der Text von **M 2** gelesen oder vorgelesen. Die Versuche zu Mikrofonen und Lautsprechern können dann in Kleingruppenarbeit erledigt werden. Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum zusammengetragen und ggf. ergänzt.

Ziel der dritten Stunde ist es, die Lernenden auf Mikrofone an technischen Geräten aufmerksam zu machen und deren Funktionsweise zu beschreiben. Die Aufgaben von **M 3** können in Einzel- oder Kleingruppenarbeit erledigt werden.

In der fünften Stunde soll den Lernenden die Arbeit mit elektrischen Stromkreisen nahegebracht und ein tieferes Verständnis der Funktion eines speziellen Mikrofons ermöglicht werden. Hierzu wird im Schülerversuch von **M 4** ein Kohlemikrofon selbst gebaut und getestet. Alternativ kann das Mikrofon auch noch an ein Oszilloskop angeschlossen werden, welches die erzeugten Schwingungen sichtbar macht.

In der nächsten Stunde folgt anhand von **M 5** das Thema Lautsprecher. Anschließend wird die Lernstands-Überprüfung **M 6** zum Abschluss der Reihe durchgeführt.

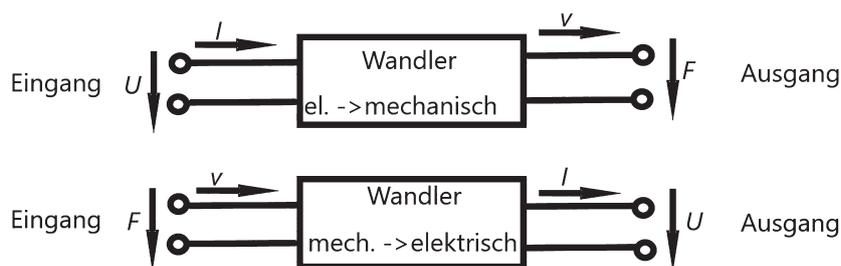
Tipps zur Differenzierung

Ein Großteil der Unterrichtsreihe ist für den offenen Unterricht geeignet und bietet daher die Möglichkeit, die Schüler in ihrem eigenen Lerntempo Aufgaben bearbeiten zu lassen. Hinweise auf die möglicherweise nötigen Hilfestellungen finden Sie in den jeweiligen Erläuterungen und Lösungen zu den einzelnen Einheiten. Während der vorgesehenen Gruppenarbeitsphasen haben die Lernenden die Möglichkeit, sich mit ihren unterschiedlichen Fähigkeiten zu ergänzen und gegenseitig zu stärken.

Fachwissenschaftliche Orientierung

Mechanische Schwingungen, wie zum Beispiel Schallwellen, werden fast ausschließlich auf dem Umweg über elektrische Größen gemessen, übertragen und größtenteils auch erzeugt. Für diese Umsetzung der mechanischen Schwingung in elektrische Schwingungen und umgekehrt benötigt man elektromechanische Wandler. Diese elektromechanischen Wandler lassen sich als **Vierpol** darstellen. Dabei sind jeweils zwei der vier Pole der Eingang und die anderen beiden Pole der Ausgang. Je nachdem in welcher Richtung die Umwandlung stattfindet, spricht man von einem **Sender** oder einem **Empfänger**. Der Sender hat auf der Eingangsseite die elektrischen Größen Spannung U und Stromstärke I als Variablen und auf der Ausgangsseite die mechanischen Größen Kraft F und Schallschnelle v . Beim Empfänger ist es genau umgekehrt, die mechanischen Größen liegen am Eingang an und die elektrischen Größen am Ausgang. Es gibt aufgrund dieser Symmetrie im Aufbau viele reversible Wandler, die sowohl als Empfänger als auch als Sender eingesetzt werden können, aber es gibt auch nicht reversible, wie z. B. das Kohlemikrofon.

Verschiedene Typen von Wandlern unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise, u. a. in der Verknüpfung der mechanischen und elektrischen Größen. Beim **elektrodynamischen Wandler** findet man eine Proportionalität zwischen Kraft und Strom sowie zwischen Schallschnelle und Spannung, während beim **piezoelektrischen Wandler** Proportionalität zwischen Kraft und Spannung sowie zwischen Schallschnelle und Strom herrscht. Bei allen anderen Typen von Wandlern ist die Kraft proportional zu dem Quadrat einer elektrischen Größe und man muss zur Linearisierung ein zusätzliches elektrisches oder magnetisches Feld verwenden.



Grafik: Benjamin Streit

Den einfachsten Aufbau haben **elektrodynamische Wandler**. Sie werden am häufigsten für die Elektroakustik genutzt. Fast alle Lautsprecher, dynamische Mikrofone, dynamische Tonabnehmer und viele andere dynamische Elemente sind so aufgebaut. Unter Vernachlässigung des Widerstands erhält man folgende Beschreibung des Problems:

Ein Strom I fließt durch einen Leiter der Länge l , der sich in einem Magnetfeld der Flussdichte B senkrecht zum Leiter befindet. Dadurch wirkt auf ihn die Kraft:

$$F = B \cdot l \cdot I$$

Wenn sich der Leiter dabei mit der Geschwindigkeit v bewegt, benötigt man die Spannung U , um einerseits den Strom I aufrechtzuerhalten und andererseits damit die mechanische Leistung gleich der elektrischen Leistung ist:

$$F \cdot v = U \cdot I$$

Kombiniert man die beiden Gleichungen, so erhält man für die Spannung:

$$U = B \cdot l \cdot v$$

Die Gleichung für die Kraft F (das Kraftgesetz) und die Gleichung für die Spannung U bilden zusammen die Grundgleichungen des elektrodynamischen Wandlers.

Der Aufbau eines elektrodynamischen Wandlers ist in der Regel wie folgt: in dem Ringspalt eines zylindrischen Permanentmagneten mit sehr homogenem radialem Magnetfeld B kann eine Tauchspule in axialer Richtung schwingen. An diese Spule ist ein mechanisches Übertragungssystem gekoppelt (Membran bei Mikrofon und Lautsprecher, Diamant- oder Saphirspitze beim Tonabnehmer eines Schallplattenspielers).

Piezoelektrische Wandler nutzen den piezoelektrischen Effekt. An den Oberflächen bestimmter Kristalle entstehen durch Deformation elektrische Ladungen. Genauso kann man umgekehrt diese Kristalle durch das Anlegen einer Spannung verformen. Es gibt sowohl in der Natur vorkommende piezoelektrische Stoffe (z. B. Quarz, Kalium-Natrium-Tartrat) als auch synthetisch hergestellte piezoelektrische Stoffe (z. B. ADP, CdS, Galliumarsenid, Lithiumniobat, PZT). Ein piezoelektrischer Wandler ist einfach aufgebaut. Man braucht nur ein geeignet geformtes Stück piezoelektrisches Material mit elektrischen Anschlüssen und mechanischen Ansatzpunkten auszustatten. Die genaue Berechnung eines solchen Wandlers ist allerdings deutlich komplizierter als die Berechnung eines elektrodynamischen Wandlers, da aufgrund der Richtungsabhängigkeit aller vorkommenden elektrischen und mechanischen Größen mit Tensoren gerechnet werden muss.

Ein weiterer Wandlertyp ist der **dielektrische Wandler** (auch elektrostatischer oder kapazitiver Wandler genannt). Hier wird die Kraft zwischen den Platten eines aufgeladenen Kondensators genutzt, indem als eine Elektrode des Kondensators eine dünne bewegliche leitfähige Membran genutzt wird und als zweite Elektrode eine massive leitende Platte. Im Unterschied zu den beiden vorher genannten Wandlern besteht hier eine quadratische Abhängigkeit zwischen der Kraft und der Spannung. Zur Linearisierung benötigt man eine statische Vorspannung U_0 .

Weitere Typen von Wandlern sind der **elektromagnetische Wandler**, bei dem die Kraftwirkung eines Elektromagneten auf einen Weicheisenanker genutzt wird, und der **magnetostriktive Wandler**, bei dem die Längenänderung abhängig von der Magnetisierung in magnetisierbaren Stoffen genutzt wird.

Mikrofone

Mikrofone sind im oben genannten Sinn elektromechanische Empfänger. Sie wandeln die mechanische Schwingung einer Schallwelle in eine elektrische Schwingung um. Mikrofone unterscheiden sich, außer in dem eingesetzten Wandler, auch noch in ihrer akustischen Bauform. Bei dem Druck-Mikrofon oder ungerichteten Mikrofon folgt die Membran dem Schalldruck und bei dem Druckgradientenmikrofon oder gerichteten Mikrofon dem Schalldruckgradienten. Der eingesetzte Wandler ist maßgeblich entscheidend für die technische Qualität des Mikrofonsignals, die durch Rauschabstand, Impulstreue, Klirrfaktor und Frequenzgang charakterisiert wird.

Man unterscheidet nach dem eingesetzten Wandler dynamische Mikrofone, Kondensatormikrofone, Elektret-Kondensatormikrofone, Kohlemikrofone und Piezo- oder Kristallmikrofone.

Lautsprecher

Lautsprecher sind im oben genannten Sinn elektromechanische Sender. Sie wandeln eine elektrische Schwingung in die mechanische Schwingung einer Schallwelle um. Lautsprecher unterscheiden sich in dem eingesetzten Wandler und in ihrer Bauform. Innerhalb einer Sorte kann es außerdem verschieden geformte Membrane geben. Die Größe variiert zwischen sehr kleinen Formen, die beispielsweise bei In-Ear-Kopfhörern zum Einsatz kommen, bis hin zu dem Einsatz von mehrere Meter hohen Säulen für Großkonzerte.

Internetseiten

- ▶ <https://www.elektronik-kompodium.de/> [letzter Abruf: 01.10.2020]
Diese Webseite ist für Schüler gedacht, die sich allgemein verständlich über Elektronik informieren wollen. Hier findet man Erklärungen zu fast allen elektronischen Bauteilen sowie viele Beispiele für Schaltungen usw. Ursprünglich ein rein privates Projekt, inzwischen kommerziell genutzt, aber mit einem noch relativ erträglichen Maß an Werbung.
- ▶ <https://raabe.click/kids-and-science> [letzter Abruf: 01.10.2020]
Seite speziell für Kinder mit einfachen Erklärungen zu naturwissenschaftlichen Themen.
- ▶ <https://raabe.click/Funktion-Lautsprecher> [letzter Abruf: 01.10.2020]
In diesem Video aus einem Online-Tontechnik-Lehrgang wird sehr ausführlich erklärt, wie ein elektrodynamischer Wandler (Lautsprecher) funktioniert.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Fo = Folie, LEK = Lernerfolgskontrolle, SV = Schülerversuch

1./2. Stunde

Thema: Schallphänomene

M 1 (Ab)

Grundsätzliches zu Schallwellen

M 2 (SV)

Mechanische Schallübertragung

Benötigt:

- 2 leere Joghurtbecher oder 2 leere Konservendosen ohne Deckel
- 1 Streichholz ohne Kopf
- 1 Rolle Garn oder Faden
- 1 Schere
- 2 gleiche Weingläser
- 1 Stück Draht
- Wasser
- 1 Gabel



3.–5. Stunde

Thema: Umwandlung von Schall in Strom

M 3 (Ab)

Mikrofone in unserem Alltag

M 4 (SV)

Wir bauen ein Mini-Mikrofon

Benötigt:

Pro Gruppe für den Schülerversuch:

- 4,5-Volt-Blockbatterie
- Schublade einer Streichholzschatel
- 2½ Bleistiftminen
- Klingeldraht
- Kopfhörer mit Klinkenstecker oder kleinen Lautsprecher



6.–7. Stunde

Thema: Umwandlung von Strom in Schall

M 5 (Ab)

Lautsprecher in unserem Alltag

M 5a (Fo)

Tauchspulenlautsprecher

8. Stunde

Thema: Lernerfolgskontrolle

M 6 (LEK)

Teste dich selbst! – Lernerfolgskontrolle zu Schallwandlern



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Schallwandler: Wir bauen ein Mini-Mikrofon

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

