

II.C.20

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Mit der E-Gitarre zur Induktion

Ein Beitrag von Marcel Cornely und Andreas Pysik



© Barbs_eye_view/Stock/Getty Images Plus

Ob auf dem Weg zur Arbeit, im Café oder zu Hause – wir hören häufig Musik. Dabei bestimmen vor allem Songs der Genres Rock oder Pop die Charts. Die Elektrogitarre ist dabei nicht wegzudenken und sehr populär. Doch wie wird aus Saitenschwingungen ein Klang, den der Verstärker ausgibt? Mit dieser Lerneinheit erschließen sich die Schülerinnen und Schüler eine Antwort sowie einen Einstieg in die elektromagnetische Induktion.

KOMPETENZPROFIL

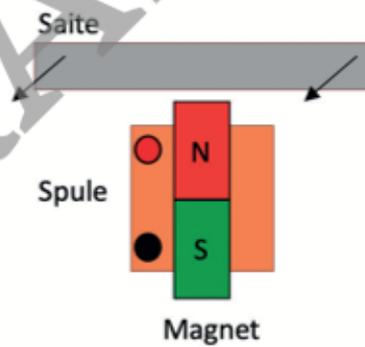
Klassenstufe:	Sek. II (11./12. Klasse)
Dauer:	5–6 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Den Aufbau eines Tonabnehmers beschreiben und sein Funktionsprinzip erklären; 2. Induktionsexperimente interpretieren und auf die Änderung des magnetischen Flusses zurückführen; 3. die Rolle von Störstrahlung und ihre Auslöschung in einem Humbucker erklären
Thematische Bereiche:	Magnetismus, Induktion, elektromagnetische Wechselwirkung
Medien:	Videos (Einstieg und Darstellung der Experimente), Simulation

M 1

Der Ein-Spulen-Tonabnehmer und dessen Modell



Foto: Marcel Cornely

Quelle: <https://www.thomann.de/>

Skizze: Marcel Cornely und Andreas Pysik

Das Modell des Ein-Spulen-Tonabnehmers

M 2



Aufgabe

Betrachten Sie das Experiment „Modell des Ein-Spulen-Tonabnehmers“.

- Beschreiben** Sie Ihre Beobachtungen.
- Stellen** Sie tabellarisch und in einem Text Zusammenhänge zwischen dem Experiment und der E-Gitarre mit ihrem Ein-Spulen-Tonabnehmer (Bilder 1a und 1b) **her**.
- Nennen** Sie begründet ein Material, welches sich für die Saite einer E-Gitarre eignet.
- Erklären** Sie mithilfe der Bilder 2a und 2b, unter welchen Bedingungen im Tonabnehmer eine Spannung entstehen kann.

Bilder 1a und 1b: Die E-Gitarre mit ihrem Ein-Spulen-Tonabnehmer

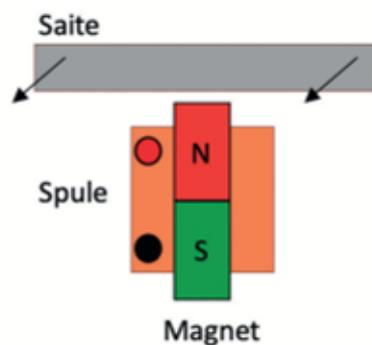
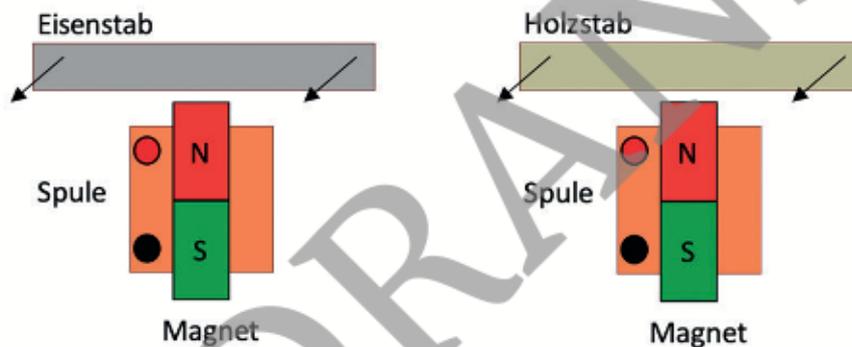


Foto: Marcel Cornely

Bilder 2a und 2b: Eisen- und Holzstab in der Nähe des Ein-Spulen-Tonabnehmers



Skizzen: Marcel Cornely und Andreas Pysik

M 5

Ein-Spulen-Tonabnehmer und Humbucker im Vergleich



Foto: Margarita Khamidulina/iStock/Getty Images Plus



Foto: sdominick/iStock/Getty Images Plus

Was mit Störsignalen im Humbucker geschehen sollte ...

M 6a

Aufgabe

Links sehen Sie einen der beiden Tonabnehmer des Humbuckers und das Störsignal, das bei Annäherung des oberen Magneten in diesem entsteht.

1. **Formulieren** Sie eine Vermutung, welches Signal der zweite Tonabnehmer des Humbuckers (rechts, noch unbekannt) dabei erzeugen müsste und wie das resultierende Signal der beiden Tonabnehmer dann beschaffen sein sollte.



2. **Zeichnen** Sie entsprechende Diagramme ein.

Tonabnehmer 1	Tonabnehmer 2
<p>Magnet</p> <p>Spule</p> <p>Magnet</p>	<p style="color: red; font-size: 2em;">???</p>
<p>Spannung</p> <p>Zeit</p>	<p style="color: red; font-size: 2em;">???</p>
<p>↓</p>	<p>↓</p>

Wie ist der Humbucker aufgebaut?

M 7a

1. Anordnung: Zwei gleiche Ein-Spulen-Tonabnehmer

Aufgabe

Prüfen Sie, ob sich diese Anordnung als Humbucker eignet.

- Betrachten** Sie hierzu im Video „Zwei gleiche Ein-Spulen-Tonabnehmer“ das entsprechende Experiment.
- Ergänzen** Sie anschließend die fehlenden Diagramme.
- Bilden** Sie zu Ihrer Prüfung nun gemeinsam ein begründetes Fazit.

Tonabnehmer 1	Tonabnehmer 2		Tonabnehmer 1	Tonabnehmer 2

Die Funktionsweise des Humbuckers

M 8

Eine Frage ist noch offen: Warum löscht der Humbucker Störspannungen aus, verstärkt aber die durch Saitenbewegungen induzierten Spannungen?

Aufgabe

Gehen Sie zunächst von zwei gleichen Ein-Spulen-Tonabnehmern aus (vgl. **M 7a**).

Nun werde einer der beiden Tonabnehmer-Magnete umgepolt (vgl. **M 7b**).

Hinweis: Ziehen Sie für Ihre Begründungen ggf. Ihre Erkenntnisse aus der Simulation heran.

- Beschreiben und begründen** Sie die Auswirkung auf das Störsignal.
- Beschreiben und begründen** Sie die Auswirkung auf das Signal der Saitenbewegung.

Nun werde auch noch der Spannungsabgriff am gleichen Tonabnehmer umgepolt.

- Beschreiben und begründen** Sie die Auswirkung auf das Störsignal.
- Beschreiben und begründen** Sie die Auswirkung auf das Signal der Saitenbewegung.

Bilden Sie ein Fazit:

- Was geschieht insgesamt mit dem Störsignal, wenn sich die Signale des unveränderten und des zweimal geänderten Tonabnehmers überlagern?
- Was geschieht insgesamt mit dem Signal der Saitenbewegung, wenn sich die Signale des unveränderten und des zweimal geänderten Tonabnehmers überlagern?



Foto: slobol/Stock/Getty Images Plus

Lösungen (M 2)

Zu 1a) Beobachtungen

Bei der Bewegung der Eisenstange entlang der Spulenöffnung zeigt das Oszilloskop eine Spannung zwischen den Spulenanschlüssen an. Das Vorzeichen der Spannung ist abhängig von der Bewegungsrichtung des Stabes. Ein hin und her bewegter Eisenstab erzeugt eine Wechselspannung. Wird ein Holzstab entlang der Spulenöffnung bewegt, so wird keine Spannung zwischen den Spulenanschlüssen erzeugt.

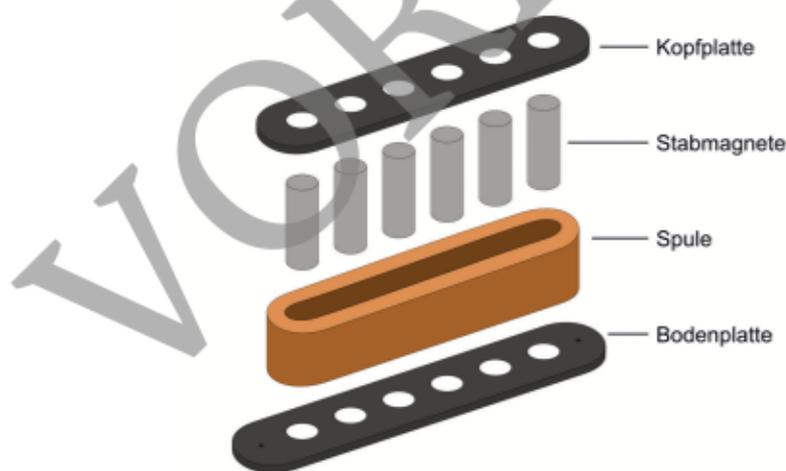
Zu 1b) Zusammenhänge zwischen E-Gitarre und Modellexperiment

Der Aufbau des Experiments entspricht etwa dem des Ein-Spulen-Tonabnehmers der E-Gitarre – allerdings mit nur einem Magneten innerhalb der Spule.

Ähnlich wie im Experiment mit dem Eisenstab wird im Tonabnehmer eine Wechselspannung erzeugt, wenn die Saite über ihm schwingt.

Diese Spannung wird im Gitarrenverstärker in ein akustisches Signal (einen Klang) umgewandelt. Im Experiment wird sie mit dem Oszilloskop nachgewiesen.

Modellexperiment	E-Gitarre mit Ein-Spulen-Tonabnehmer
Spule	Spule
Magnet in der Spule	Je Saite ein Magnet in der Spule
Eisenstab	Saite
Leitungen	Leitungen von der Spule zum Verstärkeranschluss und Kabel zwischen diesem Anschluss und dem Verstärker
Oszilloskop	Gitarrenverstärker



Quelle: wikimedia, CC-BY-SA-4.0, Dirk-X

Single-Coil-Tonabnehmer für E-Gitarre in der typischen Bauform