

Tonabnehmer (PickUps)



Bildquelle: <https://stock.adobe.com/de/images/guitar-repairman-selects-pickup-for-replacement-on-electric-guitar/502091254>

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek. 2	Elektromagnetismus	Induktion	••	•	10 Min.

Aufgabenstellung

Wie kommt der Ton aus einer elektrischen Gitarre in den Verstärker? In dieser Versuchsanleitung wird untersucht:

- Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses.
- Wie mechanische in elektrische Schwingungen umgewandelt werden.

1. Hintergrund

Jede E-Gitarre hat Tonabnehmer (PickUps), die den typischen Klang der Gitarre erzeugen. Der Aufbau eines jeden Tonabnehmers ist recht ähnlich. Das Prinzip besteht aus einem mit Kupferdraht umwickelten Magneten (Abb. 1). Aus Kosten- und Platzgründen werden oft sechs Stabmagnete mit einer einzigen gemeinsamen Spule umwickelt. Halterungen verhindern das Wandern der einzelnen Komponenten. Bei den sogenannten SingleCoils sind alle Stabmagnete gleich orientiert. Bei einigen Varianten werden die Stabmagnete durch Eisenkerne ersetzt, die auf kleineren Permanentmagneten stehen (Abb. 2).

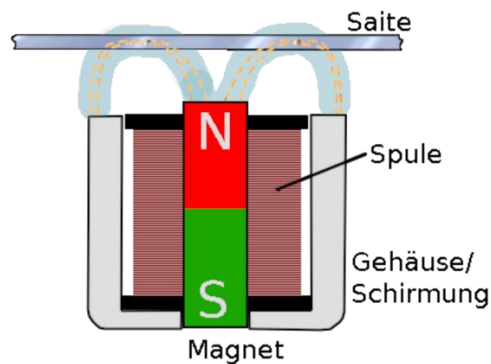


Abb. 1: Tonabnehmer SingleCoil.

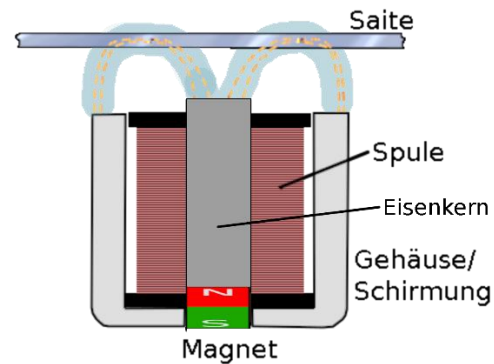


Abb. 2: Tonabnehmer SingleCoil mit Magneten unter Eisenkernen.

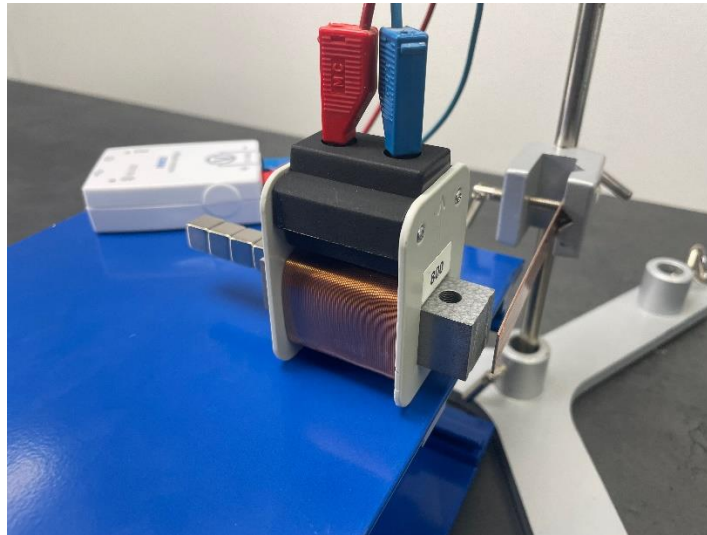
Der Tonabnehmer liegt unter den Saiten, so dass jede Saite über einem Magneten gespannt ist. Die Magnete bzw. Eisenkerne sind gut sichtbar. Typischerweise besteht die Spule aus sehr dünnem Kupferdraht, der in einigen tausend Wicklungen um die Magnete gewunden ist. Es entsteht eine Induktivität von einigen Henry. Das Magnetfeld eines Tonabnehmers ist sehr inhomogen.

2. Materialien und Ausrüstung

- Smart Spannungssensor
- SPARKvue
- Experimentierkabel
- Spule mit Eisenkern
- Permanentmagnet
- Streifen Federstahl mit Spannvorrichtung
- Monochord

3. Versuchsaufbau

Eine Blattfeder aus Stahl wird an einem Ende eingespannt. Senkrecht zum freien Ende wird eine Spule mit Eisenkern als Messfühler platziert. Die Spule muss einen kleinen Abstand zur Blattfeder haben. Der Abstand muss mit Bedacht gewählt werden, da bei einem zu kleinen Abstand die Blattfeder vom Magneten angezogen wird, oder bei einem zu großen Abstand die Signale zu schwach sind. An der abgewandten Seite des Eisenkerns wird ein Magnet angebracht. Es wird ein Tonabnehmer nachgebaut. Die Blattfeder wird durch Zupfen am freien Ende in Schwingung versetzt. Die Grundfrequenz wird durch die Länge der Blattfeder bestimmt.



4. Daten sammeln

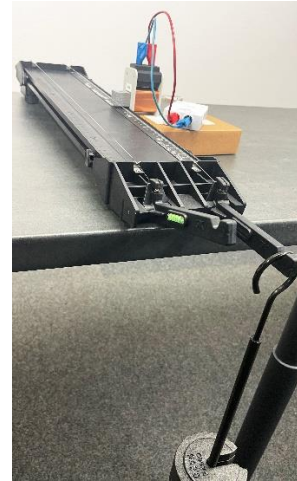
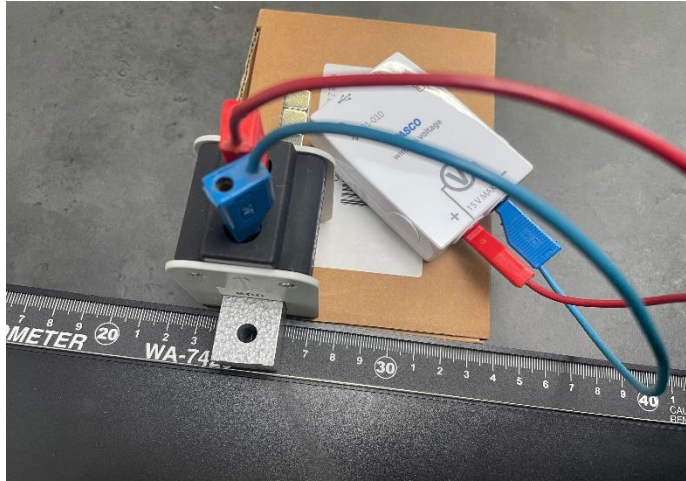
- Die Spule wird mit dem Spannungssensor verbunden. Der Sensor wird mit SPARKvue verbunden.
- Wählen Sie eine graphische Darstellung der Spannung.
- Starten Sie eine Messung und zupfen am freien Ende der Blattfeder. Nach dem Ausklingen beenden Sie die Messung.

5. Datenanalyse

- Zoomen Sie in die Messung hinein, bis Sie die einzelne Schwingung sehen. Bestimmen Sie die Periodendauer der Grundschwingung.
- Berechnen Sie daraus die Frequenz.
- Sind die Signale sinusförmig? Sehen Sie sich die Form einer Schwingungsperiode genau an.
- Wie ändert sich die Schwingung, wenn die Magnete nicht hinter dem Eisenkern angebracht sind, sondern sich ein kleiner Magnet an der Spitze der Blattfeder befindet?

6. Versuchsaufbau

Statt einer Blattfeder wird in diesem Experiment die Stahlsaite eines Monochords verwendet. Der grundlegende Aufbau des Tonabnehmers bleibt erhalten.



7. Daten sammeln

- Spannen Sie die Saite mit einem 2 kg Gewicht. Zur richtigen Ausrichtung schlagen Sie bitte der Bedienungsanleitung des Monochords nach.
- Starten Sie die Messung und zupfen Sie an einer Saite. Nachdem die Saite ausgeklungen ist, beenden Sie die Messung.
- Verschieben Sie den Steg und wiederholen die Messung, um verschiedene Längen der Saite zu vermessen.

8. Datenanalyse

- Zoomen Sie in die Messung hinein, bis Sie die einzelne Schwingung sehen. Bestimmen Sie die Periodendauer der Grundschiwingung.
- Berechnen Sie daraus die Frequenz.
- Sind die Signale sinusförmig? Sehen Sie sich die Form einer Schwingungsperiode genau an.

Am Ende dieses Experiments verweise ich für weiterführende Versuche mit dem Monochord auf unsere kostenlose Versuchsanleitung „[Resonanzmoden einer schwingenden Saite](#)“.