

Anliegen

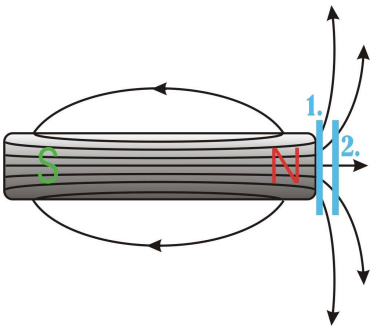
Die hier vorgestellten Versuche sollen Schülerinnen und Schüler durch die Nachstellung von Alltagstechnik für das Thema Induktion motivieren.

Ändert sich der magnetische Fluss, durch eine von einer Leiterschleife umschlossene Fläche, so wird eine Spannung induziert.

$$\text{Induktionsgesetz: } U_{\text{Ind}} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Näheres zu den Exponaten

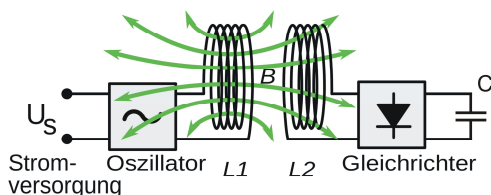
1) Demonstrationsmikrofone Funktionsweise:



Die Membran ist beweglich und die Spule damit fest verbunden. Der Magnet ist unbeweglich. (Die Membran ist nicht eingezeichnet.) Bewegt sich die Spule im Magnetfeld, so ändert sich dadurch der magnetische Fluss Φ (Anzahl der Feldlinien) in den von den Windungen umschlossenen Flächen. Die Spannungen aller Windungen addieren sich. Hier ist eine Windung (blau) dargestellt. Zum Zeitpunkt (1.) treten fünf Feldlinien durch die Windungsfläche und zum Zeitpunkt (2.) nur noch drei.

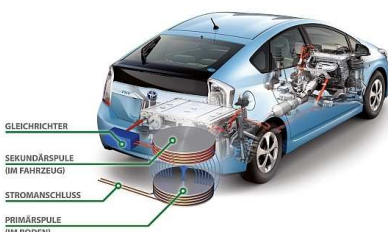
(Das gekaufte Dynamische Mikrofon hat einen Topfmagneten, funktioniert aber prinzipiell genauso.)

2) Das Induktionsauto Funktionsweise:



Durch die Spule (L1) in der Ladeplattform fließt ein hochfrequenter Wechselstrom. Setzt man die Spule (L2) des Autos dem entstehenden, wechselnden Magnetfeld aus, so wird in ihr eine Spannung induziert. Diese wird gleichgerichtet und lädt Kondensatoren auf.

Praxisbeispiele:



Toyota testet das kabellose Aufladen von Elektroautos und Plug-In-Hybridfahrzeugen mittels Induktion.



In Großbritannien soll jetzt eine Technik umgesetzt werden, die sich bis jetzt eher wie ein Zukunftstraum angehört hat: Die Autos werden beim Fahren mit elektrischer Energie „betankt“. Entlang der Strecke sind große, flache Spulen in der Fahrbahn eingebracht.

Bildquellen:

<https://de.wikipedia.org>
<http://www.elektroautomobile.org>
<http://www.chip.de>

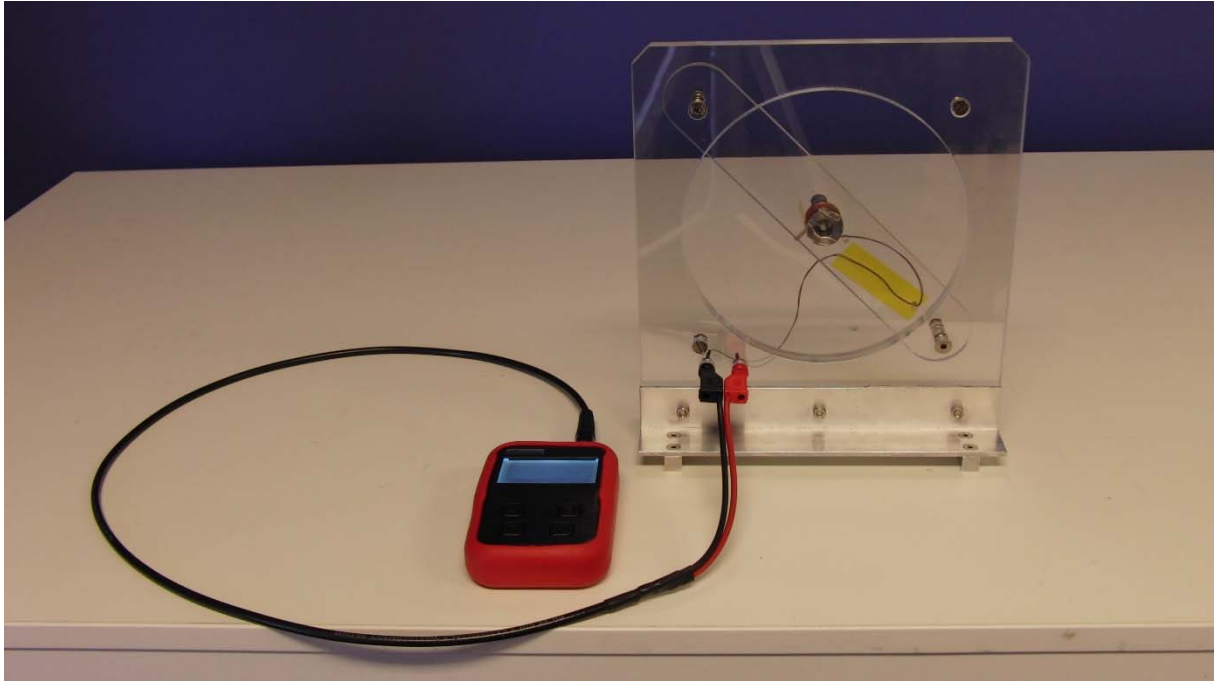
Weitere Informationen finden Sie auch auf den Versuchstischen.

Weitere Infos zu den Demonstrationsmikrofonen

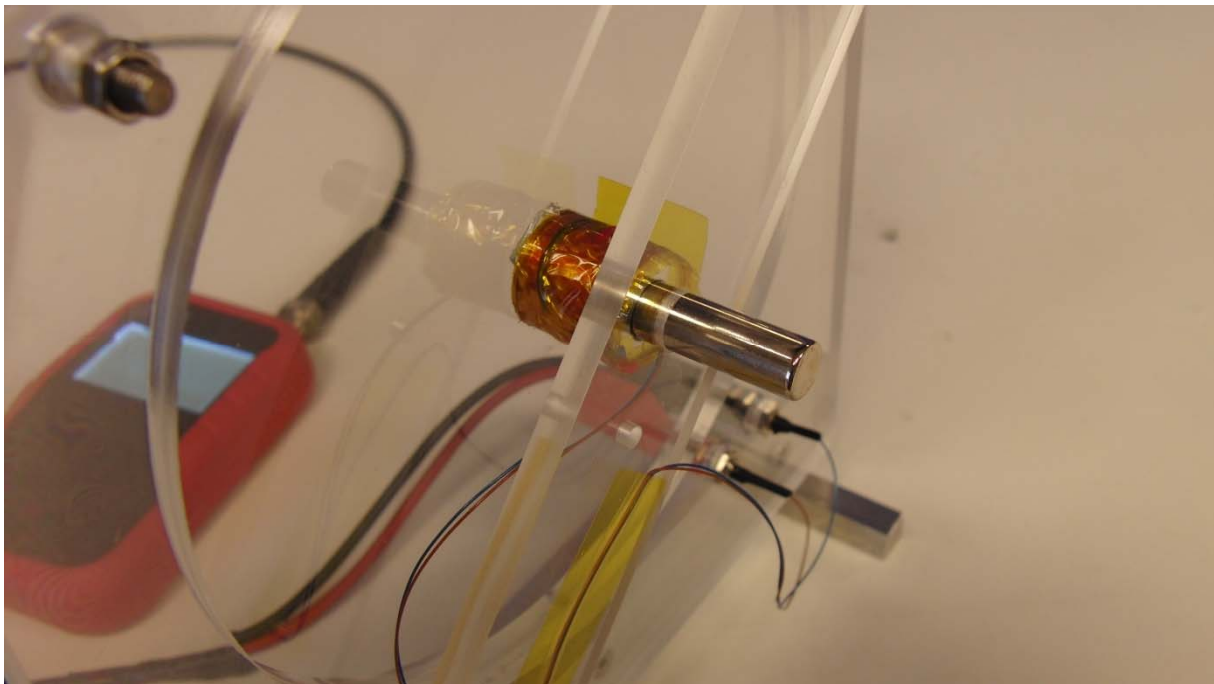
Die Bewegung der jeweiligen Membran wird durch den Schalldruck verursacht, welcher sich mit der gegebenen Frequenz ändert.

	Mikrofon aus Plexiglas	Mikrofon aus Wellpappe
Herstellung	Bau durch unsere Werkstätten nach Vorlage des Studienseminars Verden (Der Tipp stammt von Herr Vogt.)	Bau durch Herrn Schwarz
Aufbau	<p><u>Membran:</u> OHP-Folie <u>Spule:</u> 4700 Windungen aus einem nur 0,07 mm dünnen, lackierten Kupferdraht (Spulenwickelmaschine bei dieser Version nötig), die Spule klebt auf der Folie</p> <p><u>Magnet:</u> starker Magnet aus Neodym (d = 10 mm; h = 40 mm), feststehend</p>	<p><u>Membran:</u> Wellpappe <u>Spule:</u> ca. 100 Windungen (3 g) aus einem 0,25 mm dünnen, lackierten Kupferdraht; wurde mit einer Heißklebepistole auf ein Stück Plastikrohr geklebt und dies auf die Wellpappe geklebt; Hinweis: Mehr Windungen bringen hier keine Besserung. <u>Magnet:</u> starker Magnet aus Neodym (d = 8 mm; h = 30 mm), feststehend</p>
Materialkosten	<u>Gesamtkosten:</u> ca. 20 € pro Stück (Der Magnet von supermagnete.de kostet dabei 3,44 €.)	<u>Gesamtkosten:</u> ca. 2 € pro Stück (Der Magnet von supermagnete.de kostet dabei 1,57 €.)
Vorteile	Sprache produziert starke Signale.	Bau sehr einfach (wenn Stativmaterial vorhanden)
Nachteile	Bau aufwendiger; Bei der für Sprache notwendigen Oszilloskopeinstellung gibt es oft Störsignale.	Sprache produziert nur schwache Signale; Mikrofon nicht ganz so robust

Das hier verwendete **Handheldoszilloskop** von reichelt.de kostet 124 €.



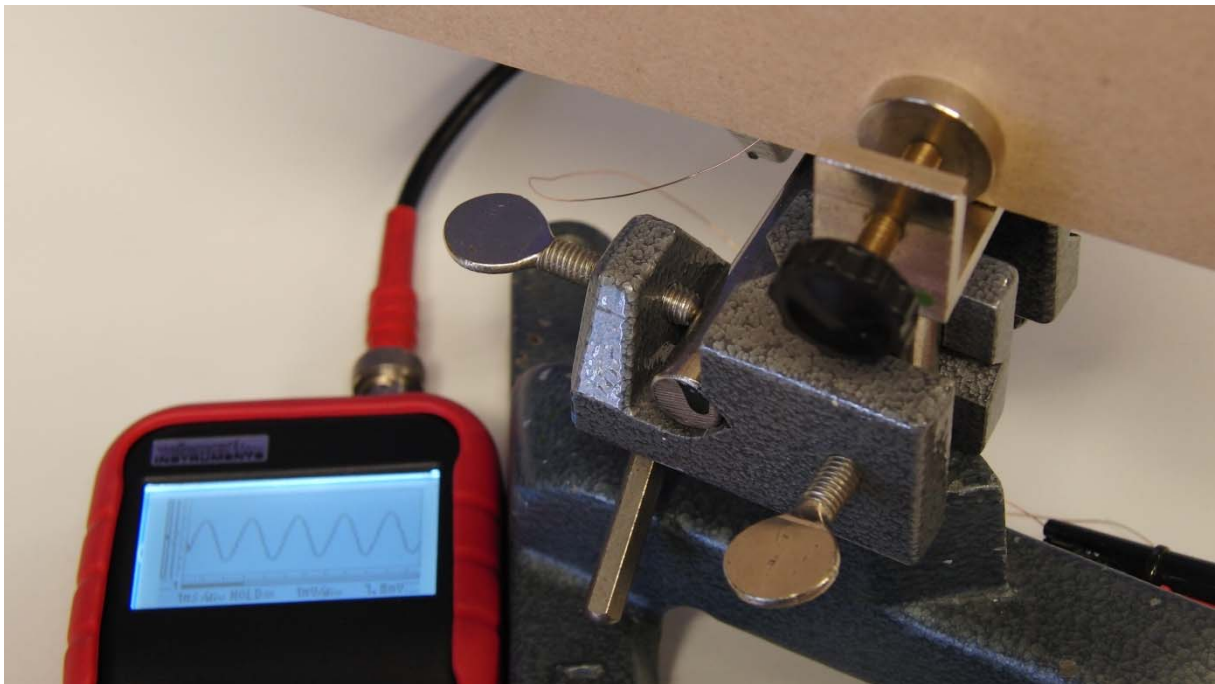
Plexiglassmikrofon von vorn mit Handheldoszilloskop



Plexiglassmikrofon von hinten (Spule auf OHP-Folie und feststehender Magnet)
Das Ende des Magneten ist in der Spulenmitte.
(Die Folie ist zwischen zwei Plexiglasplatten mit Öffnung eingeklemmt.)



Wellpappenmikrofon von vorn (dabei Kupferdraht und Kunststoffrohr)



Wellpappenmikrofon von vorn (mit Klemme)



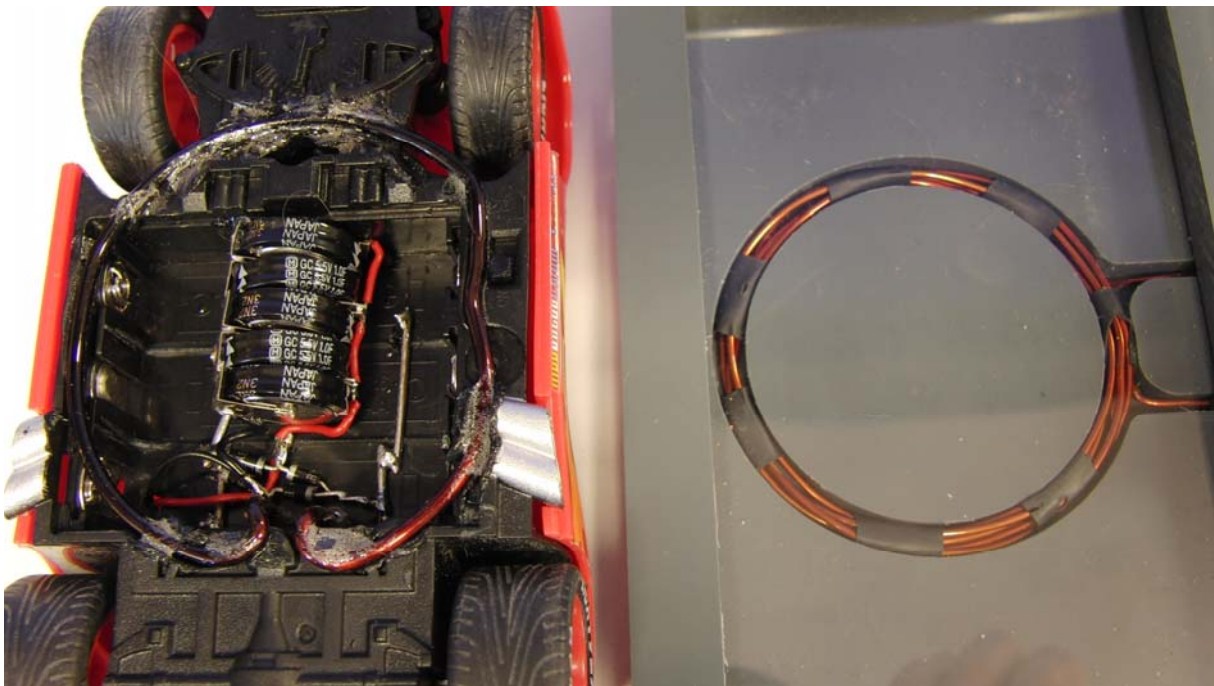
Wellpappenmikrofon von hinten (Spule auf Wellpappe und feststehender Magnet)
Das Ende des Magneten ist in der Spulenmitte.

Weitere Infos zum Induktionsauto

- **Plug-In-Hybridfahrzeuge** bedeutet, dass man den Akkumulator über das Stromnetz (wie beim reinen Elektroauto) aufladen kann.
- **Bau** durch unsere Elektronikwerkstatt (Herr Heß)
- **Nachbau** sehr schwierig, wegen der Frequenzanpassung von Primär- und Sekundärschwingkreis; Außerdem: Wenn der Primärschwingkreis nicht anschwingt, ist der Gleichstrom zu groß für den betreffenden Feldeffekttransistor, da dann ein Kurzschlussstrom fließt.
- **Beide Schwingkreise** (von Ladeplattform und Auto) müssen die gleiche Resonanzfrequenz haben. Dann hat man einen guten Energieübertrag.
- Die jeweiligen **Schwingkreiskondensatoren** sind so gewählt, dass man eine Frequenz von hier 350 kHz hat. Eine wesentlich geringere Frequenz würde (bei gegebenem Primärstrom) wegen $U_{\text{Ind}} = -d\Phi/dt$ eine zu geringe Induktionsspannung zur Folge haben. Außerdem würde man im hörbaren Bereich (ca. 16 Hz -18 kHz) ein Pfeifen hören.
- Um nach dem Transformatorprinzip die Eingangsspannung und die niedrigere Modellautospannung aneinander anzupassen, haben **beide Spulen** verschiedene Windungszahlen ($N = 5$ und $N = 1$).
- Mehr **sekundärseitige Windungen** machen (bei gegebener Betriebs- und Autospannung) mehr Verluste wegen des größeren ohmschen Widerstandes der Sekundärspule, da $Q_{\text{Goldcap}}/t = I$ ist und $P_{\text{Verlust}} = I^2 \cdot R$. (Selbst bei diesem Aufbau werden sowohl Primär- als auch Sekundärspule schon warm, wie mit einer Wärmebildkamera zu sehen war.)
- In der **Ladeplattform** ist als Primärschwingkreis ein Royer-Oszillator gewählt worden, da dieser eine große Leistung umsetzen kann.



Induktionsauto auf der Ladeplattform



Unterseite des Induktionsautos mit der Sekundärspule ($N = 1$) und rechts die Ladeplattform mit der Primärspule ($N = 5$)