

## I.D.43

### Elektrizitätslehre und Magnetismus

# Auf den Strom(er) gekommen – so funktioniert der Motor im Elektroauto

Ein Beitrag von Natalie Zimmermann



Foto: <https://www.facebook.com/PlargueDoctor/Stock/Getty Images Plus>

Ohne den Einsatz von Elektromotoren und Generatoren ist eine Einhaltung der Klimaziele nicht erreichbar. Das physikalische Prinzip hinter der hierfür genutzten Technik ist dabei recht simpel und einfach verständlich. Warum also nicht mal unter die Motorhaube des E-Autos schauen und verstehen, wie es funktioniert?

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	9/10
<b>Dauer:</b>	10 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)
<b>Kompetenzen:</b>	Sachtexte sinnentnehmend lesen, Überprüfung und Untersuchung physikalischer Aussagen in Theorie und Experiment, Beschreibung von Aufbau und Funktion eines Elektromotors und Generators, Erklärung der magnetischen Wirkung des elektrischen Stroms bzw. der elektromagnetischen Induktion.
<b>Thematische Bereiche:</b>	Elektromagnetismus, Dynamo, Generator, elektromagnetische Induktion, Energie, Elektrofahrzeuge
<b>Medien:</b>	Texte, Bilder, Experimente, digitale Medien, Mediathek



netzwerk  
lernen

zur Vollversion

**M 9** (Sv)**Station B – Versuche zur Vergrößerung der elektromagnetischen Induktion****Benötigt:**

- Stabmagnet und Hufeisenmagnet
- Verschiedene Spulen (z. B. 300, 600 und 1200 Windungen)
- Spannungsmessgerät mit Zeigermittelpunktlage, Multimeter oder digitale Messwerterfassung
- Stativmaterial
- Band
- Kabel

**8. Stunde****Thema:****Wechselspannung und Wechselstrom****M 10** (Sv)**Wechselspannung und Wechselstrom****Benötigt:**

- Stativmaterial
- Spule (mind. 600 Windungen)
- Eisenkern für Spule
- Hufeisenmagnet
- Oszilloskop oder digitale Messwerterfassung
- Kabel
- Band

**9. Stunde****Thema:****Der Generator****M 11** (Ab, Tx)**Der Generator****M 12** (Ab)**Diskussionsrunde – Allgemeines zum Elektromotor****10. Stunde****Thema:****Abschlusstest****M 13** (LEK)**Checkliste und Abschlusstest****Minimalplan**

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf 5 Stunden kürzen. Die Schülerexperimente können in diesem Fall in Form von Schülerdemo- oder Lehrerexperimenten durchgeführt werden. In der Mediathek befinden sich zudem geeignete Videos als Ersatz für die Versuche. Außerdem kann auf den Test zum Vorwissen (**M 3**) und den Bau eines einfachen Elektromotors (**M 5**) verzichtet werden.

# Segen und Fluch der Elektromobilität

M 1



## Aufgaben

1. Lies dir den Text durch.
2. Formuliere Fragen zum Text.
3. Ordne die Probleme und Chancen der Elektromobilität in einer Mindmap an.

## Segen und Fluch der Elektromobilität

Die Klimaziele 2020 haben Deutschland und die Welt schon lange verfehlt. Als eine Ursache ist hierbei der steigende Anteil des Verkehrssektors an den Kohlenstoffdioxid-Emissionen zu nennen.

**Doch was tun?**

Durch aktuelle Förderprogramme soll vor allem die E-Mobilität gefördert werden. Diese Förderung erfolgt auf der einen Seite direkt durch Zuschüsse beim Kauf eines Elektroautos. Auf der anderen Seite gelten höhere Steuern für Verbrennungsmotoren und die zugehörigen Kraftstoffe.

Doch dies löst noch nicht Probleme, wie zum Beispiel eine mangelhafte Reichweite der E-Fahrzeuge, die Verlagerung der Emissionen von den Fahrzeugen in die Industrie und den gefürchteten Rebound-Effekt\*.

Ganz zu schweigen von weitergehenden Problemen wie der Ladeinfrastruktur, der Frage nach der Lebensdauer von Akkus und der Vernachlässigung alternativer Technologien zeigt sich ein weiteres, viel gravierenderes Problem am E-Auto.

**Die Technik selbst:**

Neben den Auswirkungen des Wetters z. B. auf die Reichweite lautet das große Thema an dieser Stelle „Sicherheit“. Bei einem Unfall stellt die noch unbekannte Technik die Feuerwehr und Rettungsdienste vor viele Herausforderungen. Wie müssen Löscharbeiten durchgeführt werden? Welche Autoteile stehen unter Strom? Welche Gefahren bestehen für die Retter und die zu rettenden Personen? Auch die Behebung kleinerer Pannen ist nur selten sichergestellt. Die wenigsten Pannenhelfer sind bereits für die Technik der Elektroautos geschult. Daher passieren schnell Fehler, die eine dauerhafte Schädigung der Technik bedeuten können.

\*Rebound-Effekt: Eine Verdrängung der Verbrennungsmotoren findet nicht statt. Die E-Fahrzeuge werden eine Ergänzung zu den bestehenden Fahrzeugen. Dies ist z. B. in Norwegen der Fall gewesen.

Quelle: Autorentext

## M 2

## Lernzirkel „Elektromotor“



## Forscherauftrag:



## Du lernst an den folgenden Stationen:

- die Bauteile und Funktionsweise eines Elektromotors kennen.
- wie du einen einfachen Elektromotor bauen kannst.
- wo Elektromotoren eingesetzt werden.

## Infotext:



Elektromotoren werden im heutigen Alltag vielfältig eingesetzt. Ebenso wie winzige Uhrwerke werden auch große Güterzuglokomotiven mithilfe von Elektromotoren angetrieben. Der einfachste Elektromotor kann dabei schon aus etwas lackiertem Kupferdraht, einer 1,5-Volt-Batterie, zwei Büroklammern und einem Dauermagneten gebaut werden.

Aus dem Kupferdraht wird eine drehbare Spule (**Rotor**) gebaut, welche oberhalb des Dauermagneten (**Stator**) frei drehbar positioniert wird. Ein **Kommutator** und **Schleifkontakte** ergänzen den Elektromotor.

Der Kommutator, welcher aus zwei Ringhälften (**Schleifringe**) besteht, ist für die Stromversorgung des Elektromagneten zuständig. Von außen drücken zwei Schleifkontakte gegen den Kommutator. Diese Schleifkontakte sind mit einer Stromquelle verbunden.

Sobald der Rotor sich dreht, sorgt der Kommutator für die Umpolung des Elektromagneten. Dies geschieht über die Schleifkontakte. Nach einer halben Umdrehung des Rotors wechseln die Schleifkontakte auf die andere Ringhälfte des Kommutators.

Durch die nun folgende Änderung der Stromrichtung im Rotor kehrt sich das Magnetfeld desselben um. Das Magnetfeld des Dauermagneten und des Rotors sind nun gleich und stoßen sich in der Folge wiederum ab. Der Rotor dreht sich weiter.



## Stationen (kreuze die Stationen an, welche du erledigt hast):

- Station A – Teste dein Vorwissen
- Station B – Bauteile und Einsatzmöglichkeiten
- Station C – Ein einfacher Elektromotor

## Station A: Teste dein Vorwissen

M 3



### Aufgabe:

Kreuze die richtige(n) Antwort(en) der folgenden Fragen bzw. Aussagen an!

<p>Jeder Magnet hat ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> einen Südpol.</li> <li><input type="radio"/> einen Nordpol.</li> <li><input type="radio"/> einen Ostpol.</li> <li><input type="radio"/> einen Westpol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> einen Südpol.</li> <li><input checked="" type="radio"/> einen Nordpol.</li> <li><input type="radio"/> einen Ostpol.</li> <li><input type="radio"/> einen Westpol.</li> </ul>
<p>Die magnetische Wirkung eines Magneten ist unzerstörbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Richtig</li> <li><input type="radio"/> Falsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Richtig</li> <li><input checked="" type="radio"/> Falsch</li> </ul>
<p>Die magnetische Wirkung lässt sich durch ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Hitze vergrößern.</li> <li><input type="radio"/> Erschütterungen zerstören.</li> <li><input type="radio"/> Hitze zerstören.</li> <li><input type="radio"/> Erschütterungen vergrößern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Hitze vergrößern.</li> <li><input checked="" type="radio"/> Erschütterungen zerstören.</li> <li><input checked="" type="radio"/> Hitze zerstören.</li> <li><input type="radio"/> Erschütterungen vergrößern.</li> </ul>
<p>Ein Magnet zieht auch Gegenstände an, die ihn <b>nicht</b> direkt berühren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Richtig</li> <li><input type="radio"/> Falsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Richtig</li> <li><input type="radio"/> Falsch</li> </ul>
<p>Die Polgesetze lauten: Gleichnamige Pole ziehen sich an und ungleichnamige Pole stoßen sich ab.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Richtig</li> <li><input type="radio"/> Falsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Richtig</li> <li><input checked="" type="radio"/> Falsch</li> </ul>
<p>Welche dieser Stoffe werden von einem Magneten angezogen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Kunststoff</li> <li><input type="radio"/> Eisen</li> <li><input type="radio"/> Holz</li> <li><input type="radio"/> Nickel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Kunststoff</li> <li><input checked="" type="radio"/> Eisen</li> <li><input type="radio"/> Holz</li> <li><input checked="" type="radio"/> Nickel</li> </ul>

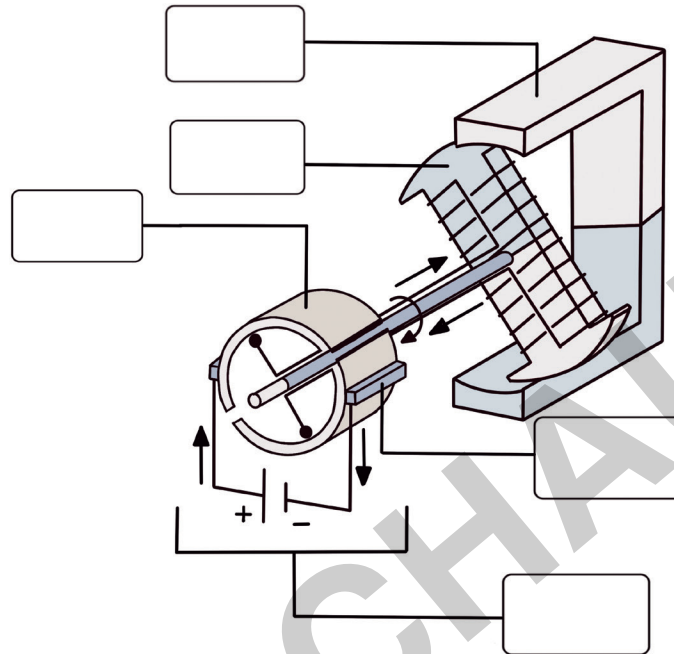
### M 4

## Station B: Bauteile und Einsatzmöglichkeiten



### Aufgaben

1. Beschrifte die Skizze mithilfe der folgenden Fachbegriffe: Rotor, Kommutator, Stator, Schleifkontakte, Schleifringe. Alternativ kannst du die Aufgabe auch digital mit der folgenden LearningApp bearbeiten: <https://learningapps.org/watch?v=pe2voae4n21>



2. Nenne mindestens fünf Geräte, in denen ein Elektromotor verwendet wird.

---

---

3. Beschreibe die Funktionsweise eines Elektromotors.

---

---

---

---

## Station C: Ein einfacher Elektromotor

M 5



	<p><b>Forscherauftrag:</b></p> <p>Baue einen einfachen Elektromotor mithilfe der folgenden Anleitung. Ordne die bei Station B kennengelernten Bestandteile des Elektromotors zu.</p>
	<p><b>Material:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lackierter Kupferdraht (Durchmesser ca. 1 mm)</li> <li>– Batteriehalterung für 4 AA-Batterien</li> <li>– Holzbrett</li> <li>– 2 Sicherheitsnadeln</li> <li>– Starker Magnet</li> <li>– Schleifpapier</li> <li>– Spitzzange</li> </ul>
	<p><b>Skizze:</b></p>
	<p><b>Versuchsdurchführung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Öffne die Sicherheitsnadeln und stecke sie mit den spitzen Seiten in das Holzbrett.</li> <li>– Die Nadeln sollten parallel zueinander sein und die Ösen sich auf gleicher Höhe befinden.</li> <li>– Befestige den Magneten zwischen den beiden Sicherheitsnadeln auf dem Holzbrett.</li> <li>– Wickle den Kupferdraht um einen Besenstil zu einer Spule mit etwa 10 Windungen auf.</li> <li>– Wickle die Enden des Drahtes zweimal um die Spule (siehe Skizze).</li> <li>– Lasse die Drahtenden 2 Zentimeter überstehen.</li> <li>– Entferne mithilfe des Schleifpapiers die Lackschicht an den Drahtenden.</li> <li>– Stecke nun die Enden der Drahtspule durch die Ösen der Sicherheitsnadeln.</li> <li>– Schließe zuletzt die Batterien an die Sicherheitsnadeln an und drehe deine Spule leicht an. Der Motor sollte sich nun selbstständig weiterdrehen.</li> </ul>

## M 6

## Oersted und Faraday



## Aufgaben

1. Lies dir den unten stehenden Text der beiden Physiker aufmerksam durch.
2. Skizziere die Entdeckungen von Oersted und Faraday.
3. Erstelle eine Zeitleiste über das Leben der Physiker Oersted und Faraday.



Hans Christian Oersted  
© Wikipedia

Bei Hans **Christian Oersted** (1777–1851) handelte es sich um einen dänischen Physiker und Chemiker. Seine größte Entdeckung war die magnetische Wirkung elektrischer Ströme. Oersted beobachtete die Ablenkung einer Kompassnadel, als Strom durch einen parallel zur Kompassnadel verlaufenden Draht floss. Er stellte damit den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus im Jahre 1820 her. Bis zu dieser Entdeckung handelte es sich bei der Elektrizität und dem Magnetismus um zwei voneinander unabhängige Wissensgebiete der Physik.

Diese Entdeckung Oersteds wurde eine wichtige Grundlage für die Stromerzeugung, Elektromotoren und die Rundfunktechnik.

Es handelte sich bei dieser Entdeckung nicht um einen Zufall! Stattdessen untersuchte Oersted systematisch den Zusammenhang von Elektrizität und Magnetismus. Grundlage für diese Untersuchungen war die Beobachtung das eine Kompassnadel während eines Gewitters anfängt zu schwanken.

Oersteds Experiment gab den Anstoß für viele weitere Experimente z.B. von Ampère, welcher zeigte, dass zwei stromdurchflossene Drähte sich gegenseitig magnetisch anziehen oder abstoßen können. Hiermit wurde der Beweis erbracht, dass der elektrische Stromfluss für die magnetische Wirkung verantwortlich ist.

**Michael Faraday** (1791–1867) versuchte nach Oersteds Experiment die Umkehrung des Versuches. Er wollte Magnetismus in Elektrizität umwandeln. Seine ersten wissenschaftlichen Entdeckungen machte Faraday allerdings in der Chemie und nicht in der Physik. Erst mit der Konstruktion der Urform des Elektromotors gelang Faraday sein Debüt als Physiker 1821. Es dauerte weitere 10 Jahre, bis Faraday alle uns heute bekannten Grundversuche zur elektromagnetischen Induktion entdeckte und die Urform des elektrischen Generators konstruierte.



Michael Faraday  
© Wikipedia



## Der Generator

**M 11**

Mit einer praktischen Anwendung der Induktion kommen wir regelmäßig in Kontakt. Es handelt sich hierbei um den Generator. Sei es als Dynamo beim Fahrrad, die Lichtmaschine beim Auto oder der Generator im Kraftwerk. Das Prinzip der Induktion ist in allen Fällen die Basis und begegnet dir somit an vielen verschiedenen Stellen unter unterschiedlichsten Namen.

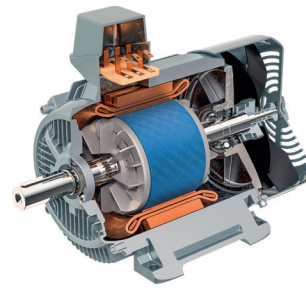


Foto: natatravel/iStock/Getty Images Plus

Die einzelnen Geräte unterscheiden sich dabei nur in kleinen Details. Während beim Dynamo Permanentmagneten eingesetzt werden, sind es beim Kraftwerksgenerator Elektromagnete. Die Lichtmaschine im Auto wird nicht nur noch für die Beleuchtung des Fahrzeuges z. B. eingesetzt, sondern lädt in Hybridfahrzeugen auch weitere Batterien. Diese Batterien können für den Antrieb genutzt werden. Es wird in allen Fällen aber mechanischen Energie in elektrische Energie umgewandelt.

### Aufgaben

1. Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Arten von Generatoren.

---

---

---

---

2. Begründe folgende Aussage: „Der Generator kehrt das Prinzip des Elektromotors um!“. Vergleiche hierfür den Aufbau eines Elektromotors mit dem eines Generators. Als Hilfe kannst du eine Skizze nutzen.

---

---

---

---

3. Erkläre, warum in Dynamos meistens Dauermagnete mit mehreren Nord- und Südpolen eingesetzt werden.

---

---

## M 12

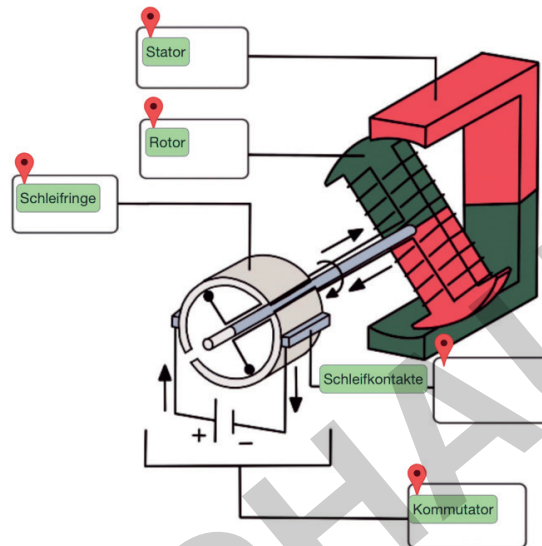


## Diskussionsrunde – Allgemeines zum Elektromotor

Für die korrekte und funktionstüchtige Arbeitsweise eines Elektromotors werden unterschiedliche Bauteile benötigt, welche in der unten stehenden Abbildung zu sehen sind.

### Aufgabe

Erkläre kurz die jeweilige Funktion der Bestandteile.



Neben den allgemeinen Bestandteilen eines Elektromotors werden auch andere wichtige Bauteile benötigt, damit ein Elektroauto fahrtüchtig wird. Die untere Abbildung zeigt dir wichtige Komponenten eines Elektroautos.

Jedoch kommen mit der neuen Technologie auch neue Probleme. Diskutiert Vor- und Nachteile eines Elektroautos. Geht dabei auch auf die Herstellung der Batterien und weiterer Bauteile ein.



Foto: Sven Loeffler/iStock/Getty Images Plus