

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Die Lenz'sche Regel*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Die Lenz'sche Regel

Jürgen Godau, Halle (Saale)
Illustrationen von Dr. Wolfgang Zentgraf, Barbing



© JÜRGEN GODAU/INTEGRAL PHOTO

Die Induktionsspannung ist so gepolt, dass sie durch einen von ihr erzeugten Strom der Ursache des Induktionsvorgangs entgegengewirkt – dieses „Lenz'sche Regel“ genannte – Gesetz entdecken Ihre Schülerinnen und Schüler in diesem Beitrag. Sie begreifen sich zunächst gedanklich in das Laboratorium von Ernst Werner Siemens und lernen die von ihm entwickelte Dynamomaschine kennen. Die Funktionsweise eines Generators und Elektromotors wird anhand dieser Maschine klar. Da die Schüler die Gedanken des Erfinders nachvollziehen und seine Entdeckungen experimentell erhärten können, ist der Beitrag besonders motivierend.

RAABE
LEHRMATERIALIEN

Die Lenz'sche Regel

Jürgen Godau, Halle (Saale)

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing



© J2R/iStock/Getty Images Plus









Die Induktionsspannung ist so gepolt, dass sie durch einen von ihr erzeugten Strom der Ursache des Induktionsvorgangs entgegenwirkt – dieses „Lenz'sche Regel“ genannte – Gesetz entdecken Ihre Schülerinnen und Schüler in diesem Beitrag. Sie begeben sich zunächst gedanklich in das Laboratorium von Ernst Werner Siemens und lernen die von ihm entwickelte Dynamomaschine kennen. Die Funktionsweise eines Generators und Elektromotors wird anhand dieser Maschine klar. Da die Schüler die Gedanken des Erfinders nachvollziehen und seine Entdeckungen experimentell erhärten können, ist der Beitrag besonders motivierend.

Die Lenz'sche Regel

Oberstufe (Niveau)

Jürgen Godau, Halle (Saale)

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Hinweise	1
 M 1 Einstieg	6
 M 2 Im Laboratorium von Siemens	7
 M 3 Welche Teile hat die Dynamomaschine?	8
 M 4 Eine Zuordnungsaufgabe	9
 M 5 Der Anlassstrom der Dynamomaschine	10
 M 6 Erklärung des Versuchs nach Siemens	11
 M 7–M 9 Wir testen und prüfen!	12–14
 M 10 Fahrraddynamo – die Lenz'sche Regel	16
Lösungen	17

Die Schüler lernen:

die Dynamomaschine von Siemens kennen. Sie dient zur Veranschaulichung der Lenz'schen Regel. Begriffe wie Anlassstrom, Extrastrom, Gegenstrom und Induktionsstrom werden in diesem Zusammenhang klar. Außerdem vermittelt der Beitrag die Funktionsweise eines Generators bzw. eines Elektromotors.




Überblick:

Legende der Abkürzungen:

Ab = Arbeitsblatt **Ex** = Experiment

Thema	Material	Methode
Einstieg	M1	Ab
Im Laboratorium von Siemens	M2	Ab
Welche Teile hat die Dynamomaschine?	M3	Ab
Eine Zuordnungsaufgabe	M4	Ab
Der Anlassstrom der Dynamomaschine	M5	Ab, Ex
Erklärung des Versuchs nach Siemens	M6	Ab
Wir testen und prüfen!	M7–M9	Ab, Ex
Fahrraddynamo – die Lenz'sche Regel	M10	Ab, Ex

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Symbol markiert Zusatzaufgaben.	

Kompetenzprofil:

Inhalt: Lenz'sche Regel, Dynamomaschine von Siemens, Anlassstrom, Extrastrom, Gegenstrom, Induktionsstrom, Elektrotechnik, Generator, Elektromotor, Biografien der beteiligten Wissenschaftler

Medien: GTR/CAS, GeoGebra

Kompetenzen: Über Basiswissen verfügen (F1), Probleme lösen (F3), Wissen kontextbezogen anwenden (F4), Modellvorstellungen verwenden (E3), Formeln anwenden (E4)

Hinweise

Ampère, Faraday, Lenz, Siemens und Maxwell – diese fünf Herren sind prominente Vertreter in der Entwicklungsgeschichte der Elektrotechnik. Ihre Namen spielen in der Geschichte, die hier erzählt wird, eine Rolle. Die handelnde Person ist Werner Siemens.

Die Beobachtungen dieses bedeutenden deutschen Erfinders an seiner Dynamomaschine, seine Fragen, seine Schlussketten sowie seine Experimentierreihen sind der rote Faden auf einer Erlebnisreise, auf die sich Ihre Schüler mit diesem Material (**M 1–M 9**) begeben sollen. Ziel dieser Reise ist die nach Heinrich Lenz benannte Regel, dass der Induktionsstrom seiner Ursache stets entgegengerichtet ist. Auf seinem gedanklichen Weg wird Siemens sich an die Erkenntnisse von Ampère und Faraday erinnern, ohne dass sie zum Vorwissen der Schüler gehören müssen. Das Arbeitsblatt **M 10** dient der Verifikation und Festigung der Lenz'schen Regel an einem Sachverhalt aus der Erfahrungswelt der Schüler.

Grundlagen der elektromagnetischen Induktion

Im Magnetfeld erfährt ein stromdurchflossener Leiter eine Kraft. Bewegt man einen Leiter im Magnetfeld senkrecht zu dessen Feldlinien, so wird eine Spannung induziert.

Wenn sich das Magnetfeld, das eine Spule umgibt, ändert, so wird in der Spule eine Spannung induziert.

Die 3. Maxwell'sche Gleichung:

Didaktisch reduziert, beginnt die Kette zur Herleitung der Lenz'schen Regel mit der 3. Maxwell'schen Gleichung:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{B}} \quad \text{oder} \quad \oint_{\mathbf{K}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d}{dt} \int_{\mathbf{A}} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A},$$

setzt sich im Faraday'schen Induktionsgesetz fort:

$$U_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

und endet formalmathematisch beim Minuszeichen in dieser Regel. Allerdings ist dieses Ende der Bemühungen um didaktische Reduktion lediglich ein vorläufiges auf Kursstufenniveau (Sek II). Für die Sekundarstufe I ist eine verbale Formulierung vorzuziehen.

Die Lenz'sche Regel

Der Induktionsstrom ist stets so gerichtet, dass er der Ursache seiner Entstehung entgegenwirkt. In diesem Merksatz ist der Induktionsvorgang bereits auf den Strom reduziert, obwohl im Regelfall Spannung und Strom gleichzeitig erzeugt werden. Diese bewusste Beschränkung hilft in den folgenden Betrachtungen. Gemeinsam mit Werner von Siemens messen die Schüler gerade Ströme sowie insbesondere Induktionsströme.

Darüber hinaus ist diese Einschränkung auch bei anderen Unterrichtsbeispielen vorteilhaft. Erklärungen zur Lenz'schen Regel werden so verständlicher, da die Schlussketten meist über das vom Induktionsstrom erzeugte Magnetfeld führen. Als Beispiel kann die spektakuläre *Induktionskanone* genannt werden.

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Folgende didaktische Intensionen prägen das unterrichtliche Vorgehen:

Historischer Kontext

Zunächst ist die Motivationszenerie zu erwähnen. Wir konzentrieren uns zu Anfang stark auf den historischen Kontext. Auf den Materialblättern **M 1–M 3** wird intensiv ein geschichtliches Szenario ausgelebt; auf **M 5–M 9** wird es weiter gepflegt. Bei den Schüleraufträgen erscheinen zunächst kaum physikalische Assoziationen, damit die Schüler vor ihrem geistigen Auge das Leben in Deutschland zur Zeit der **Reichsgründung** entstehen lassen und dann willig in das historische Laboratorium von Werner von Siemens folgen. Durch die szenischen Darstellungen („Kopfkino“) auf den weiteren Materialblättern wird diese Stimmung aufrechterhalten.

Elektromotor und Generator

Aus physikalischer Sicht steht das Anlaufen eines Elektromotors im Zentrum der Beobachtungen. Darüber hinaus wird die Funktionsweise eines Generators untersucht. Die Beobachtungen, die man dabei machen kann, und die Schlussketten, die sich an diese anschließen, sind intellektuell anspruchsvoll. Es treten Begriffe wie **Anlassstrom**, **Extra-strom**, **Gegenstrom** und **Induktionsstrom** auf. Die Materialien bieten grafische Verständnis- und Merkhilfen an, die als Aufträge an die Lernenden gestaltet sind.

Alltagserfahrungen an Kühlschrank, Elektrorasenmäher und Staubsauger

Greifen Sie Alltagserfahrungen der Schüler auf, um das Thema *Anlaufvorgang eines Elektromotors* zu motivieren. Wenn selbige noch nicht vorliegen, initiieren Sie durch eine entsprechende Anpassung Ihres Unterrichtskonzeptes ein zielgerichtetes Beobachten im Haushalt. **Anlaufvorgänge** im Haushalt zu finden, heißt z. B., den Kühlschrank zu beobachten, das Starten eines Elektrorasenmähers unter die Lupe zu nehmen oder das Einschalten eines Staubsaugers im häuslichen Umfeld unter physikalischer Sicht zu betrachten. Man konzentriert sich dabei auf die Helligkeit von gleichzeitig leuchtenden Lampen. Bei genügend starken Motoren werden diese Lampen kurzzeitig dunkler, was auf den starken Anlassstrom des Elektromotors zurückzuführen ist.

Ablauf

Die Hinweise zur unterrichtlichen Arbeit mit den folgenden Materialien gründen auf eigenes Erleben. Vorgesehen sind vier Unterrichtsstunden. Die Zuordnung der Materialien erfolgte nach dem folgenden Schema:

Die erste Stunde findet im Computerraum statt. Die Schüler bearbeiteten die Materialien **M 1–M 3**. Nach dieser in wesentlichen Teilen der Motivation dienenden Stunde folgt das erste Schülerexperiment im Fachraum mit den Materialien **M 4–M 6**. In dieser Stunde konzentrieren sich die Schüler voll auf das „eigenartige“ Verhalten eines Elektromotors. Die dritte Stunde erweiterte die Sichtweise dahingehend, dass eine Dynamomaschine sowohl als Motor als auch als Generator genutzt werden kann. Die Materialien **M 7 und M 8** führen darüber hinaus zur Lenz’schen Regel sowie zu der Erkenntnis, dass im Generatorbetrieb die Drehrichtung die Stromrichtung bestimmt. Den Übergang zur vierten Stunde gestalten Sie je nach Arbeitsgeschwindigkeit der Schüler fließend. Einige Arbeitsgruppen beginnen eventuell bereits mit Material **M 9**, andere können erst nach häuslicher Nacharbeit zu Beginn der vierten Stunde experimentieren. Den gemeinsamen Abschluss des historischen Ausfluges bildet das Demonstrationsexperiment (**M 10**). Gleichzeitig werden die Schüler damit wieder in unsere heutige Zeit zurückgeholt.

Ziele

Die Schüler

- lernen die Entwicklungsgeschichte des Dynamos kennen,
- verstehen das Prinzip des Generators und Elektromotors sowie deren Unterschiede,
- zeichnen einen einfachen Schaltplan,
- bauen eine einfache Schaltung auf,
- messen die physikalische Größe *Strom*.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Die Lenz'sche Regel*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Die Lenz'sche Regel

Jürgen Godau, Halle (Saale)
Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing



© JÜRGEN GODAU/INTEGRAL PHOTO

Die Induktionsspannung ist so gepolt, dass sie durch einen von ihr erzeugten Strom der Ursache des Induktionsvorgangs entgegenwirkt – dieses „Lenz'sche Regel“ genannte – Gesetz entdecken Ihre Schülerinnen und Schüler in diesem Beitrag. Sie begreifen sich zunächst gedanklich in das Laboratorium von Ernst Werner Siemens und lernen die von ihm entwickelte Dynamomaschine kennen. Die Funktionsweise eines Generators und Elektromotors wird anhand dieser Maschine klar. Da die Schüler die Gedanken des Erfinders nachvollziehen und seine Entdeckungen experimentell erhärten können, ist der Beitrag besonders motivierend.

RAABE
LEHRMATERIALIEN