

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die elektrische Zahnbürste - ein Stationenlernen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



18. Die elektrische Zahnbürste 1 von 24

Die elektrische Zahnbürste – ein Stationenzirkel

Dr. Henrike Schieferdecker, Bonn

Aus vielen Stationen ist sie nicht mehr wegdenkbar – die elektrische Zahnbürste. Auf dem ersten Blick ist sie ein ganz banales Gerät. Aber wozu kann man die Plastik-Zahnbürste – ohne Motor – weiter aufbauen, entlast, verbessern, man sie auf die (Plastik-)Ladestation aufrufen? Warum kann man den Gleichstrom, der den Bürstenkopf antreibt, mithilfe von Wechselstrom zum Leuchten bringen? Warum kann man die Ladestation, die ja einen sehr geringen Widerstand hat, so über-die-die-strom-hoch – Spannung von 230 V einschleusen?

Das Gerät hat es also im wahrsten Sinne des Wortes in sich: Lesen Sie Ihre Schüler die Zusammenhänge im Rahmen eines Stationenzirkels erforschen.

Von der Netzsteckdose zum dreifachen Bürstenkopf – der geheimnisvolle Weg des Stroms durch die Zahnbürste

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 9/10	Mult:
Dauer: 8-12 Stunden	• Elektromagnetische Induktion
Im Plus:	• Funktionsweise eines Gleichstrommotors
✓ Starker Anwendungsbezug	• Transformator
✓ Stationenarbeit	• Halbleiterschichten als Gleichrichter
	• Funktionsweise einer elektrischen Zahnbürste

© Schäffer Poeschl Verlag 2012

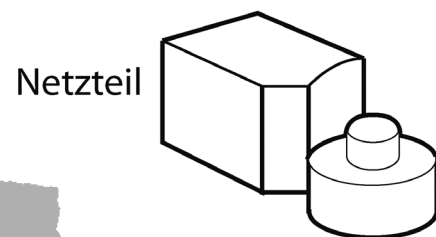
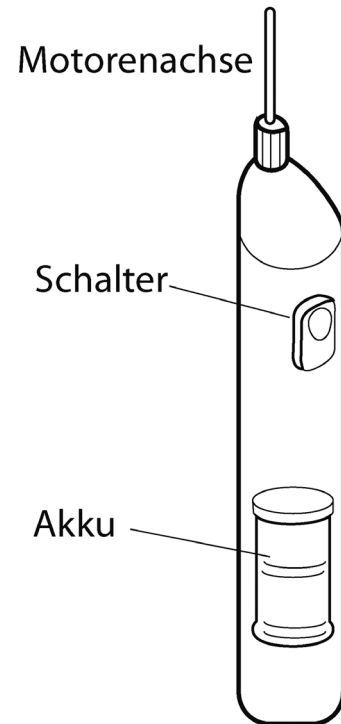
Die elektrische Zahnbürste – ein Stationenzirkel

Dr. Henrike Schieferdecker, Bonn

Aus vielen Badezimmern ist sie nicht mehr wegzudenken – die elektrische Zahnbürste. Auf den ersten Blick ist sie ein ganz einfaches Gerät.

Aber wieso kann man die (Plastik-)Zahnbürste – ohne Kabel – wieder aufladen, einfach, indem man sie auf die (Plastik-)Ladestation aufsetzt? Warum kann man den Gleichstrommotor, der den Bürstenkopf antreibt, mithilfe von Wechselstrom zum Laufen bringen? Warum kann man die Ladestation, die ja einen sehr geringen Widerstand hat, an die – dafür extrem hohe – Spannung von 230 V anschließen?

Das Gerät hat es also im wahrsten Sinne des Wortes „in sich“. Lassen Sie Ihre Schüler die Zusammenhänge im Rahmen eines Stationenzirkels erforschen.



Von der Netzsteckdose zum drehbaren Bürstenkopf – der geheimnisvolle Weg des Stroms durch die Zahnbürste

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 9/10

Dauer: 8–12 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ Starker Anwendungsbezug
- ✓ Stationenzirkel

Inhalt:

- Elektromagnetische Induktion
- Funktionsweise eines Gleichstrommotors
- Transformator
- Halbleiterdioden als Gleichrichter
- Funktionsweise einer elektrischen Zahnbürste

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

In dieser Unterrichtseinheit erschließen sich die Schüler Grundphänomene des Themenkomplexes *Elektrische Energie*.

Fachlicher Hintergrund

Elektromagnetische Induktion:

Unter elektromagnetischer Induktion versteht man die Erzeugung einer elektrischen Spannung zwischen den Enden eines Leiters durch einen sich ändernden magnetischen Fluss. Dabei kann man die Flussänderung ($d\Phi/dt$) durch eine Änderung der Fläche (dA/dt), die von einem konstanten Magnetfeld senkrecht durchsetzt wird, und/oder durch Änderung der magnetischen Flussdichte ($d\vec{B}/dt$) bei konstanter Querschnittsfläche erreichen. Der Betrieb der elektrischen Zahnbürste beruht auf einer Änderung der magnetischen Flussdichte \vec{B} in der Primärspule des Netzteils, die an eine Wechselstromquelle angeschlossen ist; diese Änderung des Magnetfeldes wird durch elektromagnetische Induktion auf die Sekundärspule in der Zahnbürste übertragen.

Gleichstrommotor:

Dieser Elektromotor besteht aus einem drehbaren Elektromagneten, dem Rotor (oder Anker), der sich im Magnetfeld eines Dauermagneten (Stator) befindet. Bei Anlegen einer Spannung an den Elektromagneten kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen dem entstehenden Magnetfeld und dem Magnetfeld des Stators. Dies bewirkt eine Drehung des Elektromagneten. Elektrische Energie wird so in Bewegungsenergie umgewandelt. Damit der Motor nicht nach einer halben Umdrehung, wenn sich die nicht gleichnamigen Pole gegenüberstehen, stehen bleibt, wird der Strom durch den Kommutator nach jeder halben Drehung umgepolt. Der Kommutator, der über Schleifkontakte mit der Stromquelle verbunden ist, besteht aus zwei im Querschnitt halbkreisförmigen metallischen Leitern, die durch Streifen von nicht leitendem Material (z. B. Kunststoff) voneinander getrennt sind.

Transformator:

In der Zahnbürste wird ein Transformator benötigt, um die Netzspannung auf geringere Spannungen herunterzuregulieren. Im Prinzip besteht ein Transformator aus zwei Spulen, die über einen gemeinsamen Eisenkern miteinander verbunden sind. Durch Anlegen einer Wechselspannung an die Primär-(oder Erreger-)Spule wird durch elektromagnetische Induktion ein wechselnder magnetischer Fluss im Eisenkern bewirkt, der dann in der Sekundär-(oder Induktions-)Spule eine Spannung induziert. Im unbelasteten Transformator ist das Verhältnis von Sekundär- zu Primärspannung gleich dem Verhältnis der Windungszahlen der beiden Spulen: $U_2/U_1 = n_2/n_1$.

Halbleiterdioden als Gleichrichter:

Zur Umwandlung der an der Netzsteckdose anliegenden Wechselspannung in Gleichspannung lassen sich Dioden verwenden, die den Strom in Durchlassrichtung passieren lassen, während der Stromfluss in der anderen Orientierung – der Sperrrichtung – blockiert ist.

Gängige Halbleiterkristalle bestehen aus Elementen der 4. Hauptgruppe (vor allem Silicium, Germanium), deren 4 Valenzelektronen mit jeweils 4 Nachbaratomen Elektronenpaarbindungen eingehen. Nach dem Bändermodell gelangen – in geringem Maße spontan, vor allem aber durch Energiezufuhr – Elektronen aus dem Valenz- in das Leitungsband und hinterlassen dort „Löcher“, die von anderen Elektronen besetzt werden können; diese „wandernden Löcher“ können daher als positive Ladungsträger angesehen werden. Durch gezieltes Einbringen einiger weniger Fremdatome in die Halbleiterkristalle wird entweder

die Zahl der Elektronen, die in das Leitungsband übertreten können, oder aber die Zahl der Löcher erhöht, die im Valenzband verbleiben (n-Dotierung durch 5-wertige *Elektronen-Donatoren*, wie z. B. Phosphor, bzw. p-Dotierung durch 3-wertige *Elektronen-Akzeptoren*, wie z. B. Bor oder Aluminium).

Bringt man n- und p-dotierte Halbleiterkristalle nebeneinander, entsteht ein ladungsfreier p/n-Übergangsbereich, in dem die freien Elektronen des n-Leiters und die freien Löcher des p-dotierten Kristalls rekombinieren. Wird am n-Kristall eine positive und am p-Kristall eine negative Spannung angelegt, vergrößert sich die ladungsfreie Sperrschicht und es ist kein Stromfluss möglich. Polt man die angelegte Spannung um, werden Ladungsträger in die p/n-Zone gedrängt; diese rekombinieren und sorgen dafür, dass sich die Sperrschicht verkleinert bzw. ganz abgebaut wird: Strom kann nun fließen.

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Im Rahmen des Stationenzirkels machen sich die Schüler die Funktionsweise der einzelnen Bauteile der elektrischen Zahnbürste klar. Sie erarbeiten sich die erforderlichen Kenntnisse eigenständig sowohl theoretisch als auch experimentell. Sie als Lehrkraft stehen bei Schwierigkeiten beratend zur Verfügung.

Stellen Sie jeweils zwei Tische zu einer Station zusammen. Richten Sie die Stationen bei großen Klassen gegebenenfalls doppelt ein. An einer Station arbeiten 3–4 Schüler idealerweise eine Doppelstunde lang. In der nächsten Doppelstunde wechseln die Schüler nach dem Rotationsprinzip zur nächsten Station. Stehen Doppelstunden nicht zur Verfügung, so geben Sie einen Teil, z. B. die theoretische Auseinandersetzung mit den Themen, als Hausaufgabe auf.

Mediothek

Internet-Adressen

Funktionsweise eines Elektromotors:

<http://www.brunnermeiers.de/kasim/seite2.htm>

Halbleiter allgemein:

<http://www.halbleiter.org/>

<http://www.zum.de/dwu/umapet.htm>

Eigenleitung im Siliciumkristall:

http://www.leifiphysik.de/web_ph09_g8/grundwissen/05eigenleitung/eigenleitung.htm

Dotierte Halbleiter:

http://www.leifiphysik.de/web_ph09_g8/grundwissen/05dotierung/dotierung.htm

Die Ventilwirkung der p-n-Schicht:

http://www.leifiphysik.de/web_ph09_g8/grundwissen/05p-n-schicht/p_n_schicht.htm

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allgemeine physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
E 5, F 1, K 1, K 2	... wiederholen Grundlagen zum (Elektro)magnetismus (M 1),	I
F 3, E 1, E 7, E 8	... untersuchen, wie man mithilfe eines Magneten und einer Spule eine Lampe/Diode zum Leuchten bringt (St. 1),	I, II
E 1, E 6, E 7, E 9, K 5	... untersuchen systematisch die Abhängigkeit der induzierten Spannung von unterschiedlichen Faktoren (St. 1),	I
F 3, E 7, K 5	... induzieren mithilfe eines rotierenden Magneten eine Wechselspannung (St. 1),	II
F 2, E 1, E 3, K 1, K 2	... erklären mithilfe der Vorstellung von Magnetfeldlinien, unter welchen Bedingungen eine Spannung induziert wird (St. 1),	III
F 4, E 7, K 4	... untersuchen den Aufbau und Betrieb eines Gleichstrommotors mit Gleich- und Wechselstrom (St. 2),	I, II
F 2, F 4, K 1, K 4	... erklären die Funktionsweise eines Gleichstrommotors (St. 2),	II
F 4, F 5, E 6, E 8	... erklären den prinzipiellen Aufbau und die Funktionsweise eines Transformators (St. 3),	II
E 7, K 5	... messen Primär- und Sekundärspannungen für Spulenkombinationen mit verschiedenen Windungszahlen (St. 3),	I
E 4, E 5, E 9, E 10, K 5	... leiten aus den eigenen Messwerten eine Gesetzmäßigkeit ab (St. 3),	II
E 2, E 3, K 2, K 3	... informieren sich über Leitungsvorgänge in Halbleitern sowie die Verwendung dotierter Halbleiter zum Bau von Halbleiterdioden (St. 4),	I
F 2, F 4, E 7, K 5	... untersuchen und erklären mithilfe eines Sinusgenerators, wie man unter Verwendung einer Halbleiterdiode einen Gleichstrommotor mit Wechselstrom betreiben kann (St. 4),	I, II
F 2, E 9, K 5	... dokumentieren ihre Ergebnisse zu den Stationen in einem Ergebnisbogen (M 4),	I
F 2, F 4, K 1, K 2, K 6	... tauschen sich über das jeweils Gelernte aus,	II
F 4, F 5, E 8	... bauen ein Funktionsmodell für eine elektrische Zahnbürste (M 5),	III
F 4, K 1, K 2, K 6	... präsentieren und erklären ihr Modell (M 5),	II
F 4, K 7, B 2	... diskutieren die Vor- und Nachteile der präsentierten Modelle zur Erklärung der Funktionsweise der elektrischen Zahnbürste.	II, III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 26.

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

M 1	Ab	Magnete und Magnetismus – wiederhole dein Wissen!	
M 2	Ab, SV, LV	Der Elektromagnet – selbst gebaut	
		A) Mit Flachbatterie	B) Mit Spule
	A) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Flachbatterie (4,5 V)	<input type="checkbox"/> Netzgerät
		<input type="checkbox"/> Eisennagel (circa 6 cm)	<input type="checkbox"/> Spulen (n = 300–600)
	B) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Klingeldraht	<input type="checkbox"/> Kabel mit Krokodilklemmen
		<input type="checkbox"/> Büroklammern oder Nägel	<input type="checkbox"/> Eisenkern
		<input type="checkbox"/> Rollwagen mit Dauermagnet	<input type="checkbox"/> Rollwagen mit Dauermagnet
		<input type="checkbox"/> Stabmagnet	<input type="checkbox"/> Kompass
		<input type="checkbox"/> Kompass	<input type="checkbox"/> Aufbau Oersted-Versuch
M 3		Die elektromagnetische Induktion – Entdeckungsgeschichte	
St. 1	Ab, SV	Grundversuche zur elektromagnetischen Induktion	
		Schülerversuch 1	Schülerversuch 2
	1) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 30 min	<input type="checkbox"/> Spule (n > 1200)	<input type="checkbox"/> Messgerät (Voltmeter)
		<input type="checkbox"/> Hufeisenmagnet	<input type="checkbox"/> Kabel
	2) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 30 min	<input type="checkbox"/> Kabel, Krokodilklemmen	<input type="checkbox"/> Krokodilklemmen
		<input type="checkbox"/> Diode,	<input type="checkbox"/> Spule mit Eisenkern
		<input type="checkbox"/> Glühlbirnchen	<input type="checkbox"/> Stabmagnet mit Loch
		<input type="checkbox"/> Voltmeter	<input type="checkbox"/> Faden, Stativ und Schnur
		<input type="checkbox"/> verschiedene Stabmagnete	<input type="checkbox"/> ggf. CASSY Lab®
St. 2	Ab, SV	Klein, aber mit großer Wirkung – der Elektromotor	
	⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/> Netzgerät	<input type="checkbox"/> Gleichstrommotor (3 V)
		<input type="checkbox"/> Kabel	<input type="checkbox"/> Krokodilklemmen
St. 3	Ab, SV	Von niedrig auf hoch oder umgekehrt – der Transformator	
	⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/> Spulen (n = 150, 200, 250, 300, 500, 600, 1200)	<input type="checkbox"/> 2 Voltmeter
		<input type="checkbox"/> 2 Eisenkerne (u-förmig und einfach)	<input type="checkbox"/> Netzgerät
			<input type="checkbox"/> Kabel
			<input type="checkbox"/> Krokodilklemmen
St. 4	Ab, SV	Durchlassen und Sperren – Gleichrichter	
	⌚ V: 10 min ⌚ D: 25 min	<input type="checkbox"/> Sinusgenerator	<input type="checkbox"/> Leuchtdioden
		<input type="checkbox"/> Kabel	<input type="checkbox"/> Gleichstrommotor (3 V)
		<input type="checkbox"/> Krokodilklemmen	<input type="checkbox"/> PC mit Internetzugang
		Bedienanleitung Sinusgenerator	
M 4	Ab	Ergebnisbogen zu den Stationen	
		wird parallel zur Bearbeitung der Stationen ausgefüllt	
M 5	Ab, SV	Die Funktionsweise der elektrischen Zahnbürste	
	⌚ V: 5 min ⌚ D: 60 min	<input type="checkbox"/> Materialien zu den Stationen	
M 6		Alles verstanden? – Teste dein Wissen!	

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 25.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die elektrische Zahnbürste - ein Stationenlernen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



18. Die elektrische Zahnbürste 1 von 24

Die elektrische Zahnbürste – ein Stationenzirkel

Dr. Henrike Schieferdecker, Bonn

Aus vielen Stationen ist sie nicht mehr wegdenkbar – die elektrische Zahnbürste. Auf dem ersten Blick ist sie ein ganz banaltes Gerät. Aber wozu kann man die Plastik-Zahnbürste – ohne Motor – weiter aufbauen, entlast, verbessern, man sie auf die (Plastik-)Ladestation aufrufen? Warum kann man den Gleichstrom, der den Bürstenkopf antreibt, mithilfe von Wechselstrom zum Leuchten bringen? Warum kann man die Ladestation, die ja einen sehr geringen Widerstand hat, so übermäßig schnell – Spannung von 230 V – einschalten?

Das Gerät hat es also im wahrsten Sinne des Wortes in sich: Lesen Sie Ihre Schüler die Zusammenhänge im Rahmen eines Stationenzirkels erforschen.

Von der Netzsteckdose zum dreifachen Bürstenkopf – der geheimnisvolle Weg des Stroms durch die Zahnbürste

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 9/10	Mult:
Dauer: 8-12 Stunden	• Elektromagnetische Induktion
Im Plus:	• Funktionsweise eines Gleichstrommotors
✓ Starker Anwendungsbezug	• Transformator
✓ Stationenarbeit	• Halbleiterschichten als Gleichrichter
	• Funktionsweise einer elektrischen Zahnbürste

© Schäffer Poeschl Verlag 2012