

Staatsexamen Physik (Didaktikfach)

Prüfungstermin: Frühjahr 1996, Thema Nr. 1

Elektrische Energiewandler

Teilaufgabe 1:

Elektrische Energie lässt sich auf unterschiedliche Weise in andere Energieformen umwandeln.

Beschreiben Sie dazu je ein typisches Gerät, und vergleichen Sie den Wirkungsgrad der einzelnen Geräte!

Lösungsvorschlag Teilaufgabe 1:

a) Def.: Elektrische Energie

Die elektrische Energie ist eine Energieform. Elektrische Energie ist in elektrischen und magnetischen Feldern gespeichert und kann in andere Energieformen umgewandelt werden.

b) Umwandlung in andere Energieformen

Elektrische Energie lässt sich in viele andere Energieformen umwandeln:

1. in mechanische Energie, 2. in innere Energie, 3. in Strahlungsenergie, 4. in chemische Energie.

c) Def.: Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist allgemein das Verhältnis von abgegebener Leistung (P_{ab} = Nutzen) zu zugeführter Leistung (P_{zu} = Aufwand).

Der Wirkungsgrad wird verwendet, um die Effizienz von Energiewandlungen, aber auch von Energieübertragungen zu beschreiben.

d) Typische Geräte und deren Wirkungsgrad

1. Umwandlung in mechanische Energie: *Der Elektromotor (Gleichstrom-Stromwendermotor).*

In ihm wird der Läufer durch der Kraft, die von einem Magnetfeld auf die stromdurchflossenen Leiter einer Spule ausgeübt wird, in Bewegung versetzt. Eine zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten drehbar gelagerte Spule ist fast schon eine Vorstufe Elektromotor. Fließt in ihr ein Strom, so erhält sie einen Nord- und einen Südpol. Da sich ungleichnamige Pole anziehen, beginnt die Spule sich zu drehen, bis ihr Nord- und Südpol jeweils an den andersnamigen Polen des Hufeisenmagneten angekommen sind. Dies ist der so genannte Totpunkt. Damit die Spule hier nicht gebremst wird, sondern sich weiterbewegt, muss nun umgepolt werden. Dies geschieht durch einen Kommutator. Der Wirkungsgrad eines Elektromotors ist hoch.

2. Umwandlung in innere Energie: *Der Tauchsieder.*

Tauchsieder werden in einem Wasserbad betrieben. Das Erhitzen von Wasser mit einem 300 W-Tauchsieder bedeutet zum Beispiel, dass er in jeder Sekunde 300 J dem elektrischen Netz entnimmt. Die damit erhitzte Heizspirale gibt diese Energie durch Molekülstöße an das Wasser weiter, dessen innere Energie dadurch erhöht wird. Dies hat zur Folge, dass die Temperatur steigt. Der Wärmeverlust ist sehr gering. Der Wirkungsgrad eines Tauchsieders ist sehr hoch (z.B. 98 %).

3. Umwandlung in Strahlungsenergie: *Die Glühlampe.*

Die Glühlampe ist eine künstliche Lichtquelle, in der ein elektrischer Leiter durch elektrischen Strom aufgeheizt und dadurch zum Leuchten angeregt wird. Der Wirkungsgrad erreicht maximal ca. 5 %; da die elektrische Energie vor allem in innere Energie umgewandelt wird.

4. Umwandlung in chemische Energie: *Der Akkumulator.*

In einem Akkumulator wird beim Aufladen elektrische Energie in chemische Energie gewandelt. Wird ein Verbraucher angeschlossen, so wird die chemische Energie wieder in elektrische Energie umgewandelt. Beim Aufladen und Entladen von Akkumulatoren wird außerdem Wärme freigegeben, wodurch ein Teil der zum Aufladen aufgewandten Energie verloren geht. Das Verhältnis der entnehmbaren zu der beim Laden aufzuwendenden Energie wird als Ladewirkungsgrad bezeichnet. Er liegt meist bei etwa 80 %.

Teilaufgabe 2:

Welche Lernziele können Sie mit einer Unterrichtseinheit zum Thema „Elektrische Energiewandler“ verfolgen?

Lösungsvorschlag Teilaufgabe 2:

a) Die Bedeutung der elektrischen Energie

Ein erstes Lernziel, das mit dieser Unterrichtseinheit verfolgt werden kann, wäre, dass die Schüler sich über die Bedeutung der elektrischen Energie als Grundlage für das moderne Leben in unserer Gesellschaft klar werden. Die Schüler erhalten dabei einen Überblick darüber, auf welche verschiedenen Arten elektrische Energie erzeugt wird, wie sie transportiert wird, wie sie umgewandelt wird und wie sie wiederum entwertet wird. Dabei erkennen die Schüler, welche wichtige Rolle die elektrische Energie in ihrem eigenen Alltag spielt. Sie wissen, dass Haushaltsgeräte wie Spülmaschine, Waschmaschine, Herd, Mikrowelle, Kühlschrank, Fernseher und Computer ohne diese Energie nicht funktionieren würden.

b) Technisches Grundwissen

Ein weiteres Lernziel könnte sein, dass die Schüler einen Einblick in die Technik von Elektrogeräten bekommen. Dabei lernen sie etwa den Aufbau und die Funktionsweise einer Glühlampe, eines Elektromotors oder eines Tauchsieders kennen. Sie setzen sich dabei mit dieser Technik auseinander und erkennen den Wert dieses Fortschritts besonders als Erleichterung für ihr eigenes Leben. Sie machen sich den Gefahren von Elektrogeräten bewusst und erlernen dabei den richtigen und verantwortungsbewussten Umgang mit diesen Geräten.

c) Der Energieerhaltungssatz

Ein drittes Lernziel könnte sein, dass sich die Schüler einen Überblick über die verschiedenen Energiearten verschaffen. Dabei lernen sie die Begriffe „Energie“ und „Leistung“ kennen und entwickeln ein Verständnis über den Satz der Erhaltung der Energie.

d) Geschichte der Physik

Ein letztes Lernziel könnte sein, dass die Schüler an Hand von Elektrogeräten einen Einblick in die Geschichte der Physik erhalten. Dabei versetzen sie sich in eine Zeit, in welcher es derart ausgereifte Elektrogeräte noch nicht gab und vergleichen den Alltag der Menschen damals mit ihrem eigenen Alltag.

Teilaufgabe 3:

Skizzieren Sie eine Unterrichtseinheit, in der die Umwandlung elektrischer Energie am Beispiel des Tauchsieders aufgezeigt wird (Gliederung nach Artikulationsstufen und Angabe der geplanten Experimente)!

Formulieren Sie Schülergemäß die Lernergebnisse!

Lösungsvorschlag Teilaufgabe 3:

a) Unterrichtsskizze

Phase	Feinziel	Unterrichtsverlauf
1 Einstieg	Die S. sollen erkennen, dass elektrische Energie in innere Energie umgewandelt werden kann, also Wärmearbeit verrichtet werden kann.	In Lehrerversuch und L-S-Gespräch wird erarbeitet, dass ein an einer Spannungsquelle angeschlossener Tauchsieder die Temperatur eines mit Wasser befülltes Gefäßes erhöht. <i>1.Experiment (Lehrerversuch)</i>
2 Erarbeitung	Die Schüler lernen den Begriff Wirkungsgrad bei der Umwandlung von elektrischer Energie in innerer Energie kennen.	Die Schüler arbeiten in 4er-Gruppen an einem Versuch. Dabei erhitzen sie ein mit Wasser befülltes Gefäß, messen Anfangs- und Endtemperatur und messen die Zeit. Im Anschluss bestimmen sie den Wirkungsgrad. <i>2.Experiment (Schülerversuch)</i>
3 Sicherung	S. sollen das neue Wissen sichern.	In einem gemeinsamen Tafelanschrieb und entsprechendem Hefteintrag werden die erarbeiteten Ergebnisse festgehalten.

1. Experiment:

Im ersten Experiment führt der L. den S. vor, dass die Temperatur eines mit Wasser befülltes Gefäßes durch einen an eine Spannungsquelle angeschlossenen Tauchsieder erhöht wird. Dazu wird außer den genannten Geräten noch ein Thermometer benötigt. Im Anschluss daran erklärt der L. den S.,

dass z.B. ein 300 W-Tauchsieder dem elektrischen „Netz“ jede Sekunde 300 J entnimmt und diese Energie in Form von Wärme an das Wasser weitergibt.

2. Experiment:

Nun bekommen jeweils 4 S. gemeinsam den gleichen Versuchsaufbau wie in 1. bereitgestellt. Ihre Aufgabe ist es Anfangs- und Endtemperatur nach einer gewissen Zeit zu messen und über die Werte von abgegebener und zugeführter Energie den Wirkungsgrad des Tauchsieders zu messen. Danach muss geklärt werden, warum der errechnete Wirkungsgrad womöglich unter dem Wert aus den Schulbüchern liegt (abgegebene Wärme an Umgebung).

b) Lernergebnisse

1. Mit einem Tauchsieder kann elektrische Energie in innere Energie umgewandelt werden. Dies dient z.B. zur Erwärmung von Wasser.
2. Das Verhältnis zwischen abgegebener und zugeführter Energie nennt man Wirkungsgrad.

Teilaufgabe 4:

Erläutern Sie den Aufbau und die Funktionsweise eines Transformators!

In der öffentlichen Versorgung mit elektrischer Energie ist der Transformator ein unverzichtbares technisches Gerät. Welches Problem tritt bei der Übertragung elektrischer Energie auf, und inwiefern wird es durch den Transformator gelöst? Beschreiben Sie ein Schulexperiment, mit dem die Rolle des Transformators bei der Energieübertragung demonstriert und begründet werden kann!

Lösungsvorschlag Teilaufgabe 4:

a) Aufbau und Funktionsweise eines Trafos

Ein Transformator besteht aus zwei Spulen, eine Primär- und eine Sekundärspule, die auf einen gemeinsamen Eisenkern gesetzt sind. Diese Spulen sind in der Regel galvanisch voneinander getrennt und nur magnetisch miteinander gekoppelt. Der Eisenkern (Transformator Kern) dient dazu um diese Kopplung zu erhöhen. Die an der Primärwicklung angelegte Wechselspannung kann in der Sekundärwicklung erhöht oder verringert werden. Diese wird dann die induzierte Sekundärspannung genannt. Die Spannungsübersetzung richtet sich dabei nach dem Verhältnis der Windungszahlen der Wicklungen. Eingangs- und

Ausgangsleistung sind auf Grund des in der Regel hohen Wirkungsgrades nahezu gleich.

b) Nutzen in der Praxis

Problem: Man hat eine lange Stromleitung und dadurch einen großen Widerstand. Um bei der Übertragung von elektrischer Energie möglichst wenig Leistung (elektrische Energie pro Zeit) zu verlieren, muss man die Spannung erhöhen. Grund: An einem Widerstand R einer Fernleitung liegt die Spannung $U=I \cdot R$. Die elektrische Leistung $P=U \cdot I=I^2 \cdot R$ geht verloren. Wenn man mit einem Trafo die Spannung z.B. auf das 20fache vergrößert und dabei die Stromstärke auf den 20sten Teil verkleinert, so sinkt der Leistungsverlust in der Leitung nach $P=I^2 \cdot R$ auf den $(20)^2$ ten Teil, also auf $1/400$.

Mit Transformatoren lässt sich elektrische Energie also so umwandeln (hochtransformieren), dass sie über Hochspannungsleitungen über weite Strecken wirtschaftlich übertragen werden kann. In Netzteilen stellen sie Betriebsspannungen für elektronische Geräte zur Verfügung und sorgen für eine sichere Trennung vom Stromnetz.

c) Schulexperiment

Eine Wechselspannung von 7 V wird über eine „Fernleitung“ mit einem Widerstand von $2 \text{ mal } 1 \text{ k}\Omega$ an ein Lämpchen für 4 V ; 0,07 A gelegt. Es leuchtet nicht! Nun transformiert man die Spannung auf 140 V und leitet sie wiederum über die „Fernleitung“ zum zweiten Trafo. Dieser erniedrigt sie auf 4 V. Jetzt leuchtet das Lämpchen! Auf Grund der hohen Spannungen sind Versuche mit Transformatoren immer Lehrerversuche!