



## Reihenschaltung und Höhenmodell

Stand: 27.08.2021

Jahrgangsstufen	9
Fach/Fächer	Physik
Zeitrahmen	20 min

### Kompetenzerwartungen

#### Ph 9 1. Energie als Erhaltungsgröße 1.1 Mechanische Energie

Die Schülerinnen und Schüler ...

- **veranschaulichen ausgehend von ihren Kenntnissen zur potentiellen Energie in der Mechanik und einem Modell des elektrischen Stromkreises die elektrische Potentialdifferenz** und schließen mithilfe des Energiekonzepts auf die an einem elektrischen Bauteil umgesetzte Energie. **Sie nutzen das Modell auch zur Ausschärfung der Analyse von Stromstärken und Spannungen in elektrischen Schaltungen mit maximal drei Widerständen.**
- **erstellen selbständig die Leistungsbilanz zu einer vorgegebenen Schaltung mit mehreren Widerständen. Dazu identifizieren sie benötigte Größen** und setzen Stromstärke- und Spannungsmessgeräte sachgerecht zur selbständigen Messung dieser Größen ein.

## Aufgabe

Ein Glühlämpchen mit einem angenommen konstantem Widerstand von  $90 \Omega$  (ohmscher Widerstand) wird an eine Batterie mit der Spannung  $U_0 = 4,5 \text{ V}$  geklemmt.

- a) Ermittle die Stärke  $I$  des Stroms, der fließt, und die Leistung  $P_B$ , die von der Batterie erbracht wird.

Nun wird ein baugleiches Lämpchen in den Kreis so geschaltet, dass eine Reihenschaltung entsteht. Die Helligkeit der Lämpchen ist zwar gleich, aber jedes leuchtet jetzt weniger hell als das eine Lämpchen zuvor allein.

- b) Fertige eine Schaltskizze an und stelle das Höhenprofil des elektrischen Potentials zeichnerisch dar. Begründe mithilfe des Höhenmodells die Beobachtungen.
- c) Berechne für  $U_0 = 4,5 \text{ V}$  und einen Lämpchenwiderstand  $R_L = 90 \Omega$  die Stromstärke durch die Lämpchen und die Leistung  $P_B$ , die jetzt von der Batterie erbracht wird.

Es wird ein baugleiches drittes Lämpchen in Serie eingebaut.

- d) Begründe ohne zu rechnen, dass sich die Helligkeit der Lämpchen erneut verringert, sie aber alle gleich hell leuchten.
- e) Berechne die Stärke des Stroms, der durch jedes der drei Lämpchen fließt.
- f) Ermittle die jetzt der Batterie entnommene Leistung  $P_B$  und vergleiche mit den Werten von  $P_B$  für die beiden vorangegangenen Situationen.

## Hinweise zum Unterricht

Die Aufgabe übt den Umgang mit dem Höhenmodell des elektrischen Potentials ein. Sie kann vor Einführung der Formel für die elektrische Leistung gehandelt werden, wenn auf die entsprechenden Teile der Aufgaben a und c sowie die gesamte Teilaufgabe f verzichtet wird. Idealerweise werden die Ergebnisse des Vergleichs von Teilaufgabe f jenen der Teilaufgabe f der Aufgabe „Parallelschaltung und Höhenmodell“ gegenübergestellt und die Unterschiede erläutert.

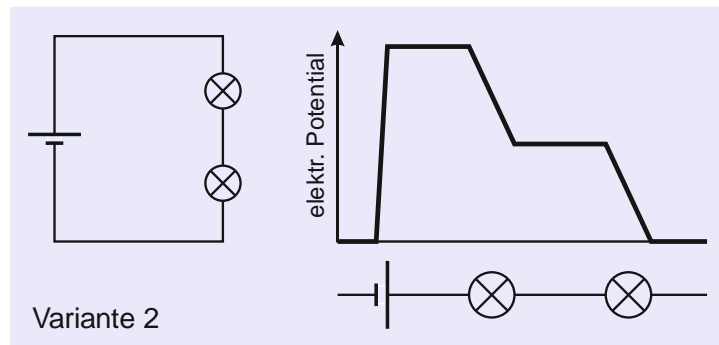
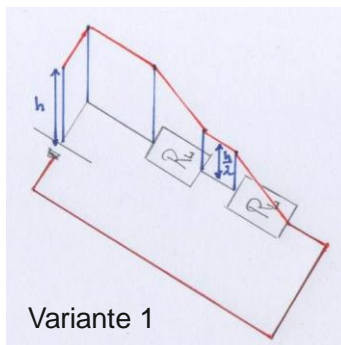
Die Aufgabe lässt sich bei entsprechender Anpassung selbstverständlich auch mit anderen Modellen des elektrischen Stromkreises bearbeiten.

## Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

a)  $I_L = \frac{U_0}{R_L} \Rightarrow I_L = \frac{4,5 V}{90 \Omega} = 50 \text{ mA} ; P_B = U_0 \cdot I_L = 0,050 \text{ A} \cdot 4,5 \text{ V} = 225 \text{ mW} = 0,23 \text{ W}$

b) zeichnerische Darstellung:

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, z. B.:



Begründung: Da die Stromstärke im unverzweigten Stromkreis an jeder Stelle gleich ist und die beiden Lämpchen baugleich sind, müssen diese gleich hell leuchten.

Da die Widerstände beider Lämpchen gleich groß sind, muss das Potential („Höhe“) für beide Widerstände gleich stark abnehmen, d. h. die Spannung beträgt an jedem Lämpchen  $U_0/2$  (halbe Batteriespannung bzw. „halbe Gesamthöhe“  $h/2$ ; siehe Abbildung). Da sich also die Spannung, die an einem Lämpchen anliegt, im Vergleich zu vorher halbiert, halbiert sich auch die Stärke des Stroms, der durch ein Lämpchen fließt. Folglich leuchtet jetzt jedes Lämpchen weniger hell als das eine Lämpchen zuvor allein.

c) Für ein Lämpchen gilt:  $I_L = \frac{U_0}{2} \Rightarrow I_L = \frac{2,25 V}{90 \Omega} = 25 \text{ mA}$ . Dies ist auch die Stromstärke für das andere Lämpchen. Es folgt:  $P_B = \frac{U_0}{2} \cdot I_L \cdot 2 = 4,5 \text{ V} \cdot 0,025 \text{ A} = 113 \text{ mW} = 0,11 \text{ W}$ .

d) Mit der gleichen Argumentation wie in Teilaufgabe b sinkt die Spannung („Höhenunterschied“) für jedes Lämpchen auf ein Drittel der Spannung der Batterie („Gesamthöhe“), und folglich (gemäß  $I = \frac{U}{R}$ ) entsprechend die Stärke des Stroms durch jedes Lämpchen sowie die Stärke des Stroms im unverzweigten Stromkreis. Die Helligkeit der Lämpchen ist somit gleich, aber nochmal geringer als in der vorangegangenen Situation.

e) Jetzt gilt:  $I_L = \frac{U_0}{3} = \frac{1,5 V}{90 \Omega} = 17 \text{ mA}$

f) Jetzt gilt:  $P_B = \frac{U_0}{3} \cdot I_L \cdot 3 = 75 \text{ mW}$

Je mehr Lämpchen in Reihe geschaltet werden, desto kleiner wird die Stromstärke. Die Leistung, die der Batterie entnommen wird, verringert sich ebenfalls, wenn immer mehr Lämpchen in Serie geschaltet werden.

### Anregung zum weiteren Lernen

- Ist die Aufgabe zur Parallelschaltung auch behandelt worden, bietet sich eine Gegenüberstellung und ein Vergleich beider Netzwerkarten hinsichtlich der elektrischen Größen Spannung, Stromstärke und Leistung an.
- Die Betrachtungen zur elektrischen Leistung können zur Diskussion anregen, warum im Haushaltsnetz eine Reihenschaltung nicht besonders „verbraucherfreundlich“ erscheint.