

Weiterbildung Grundschullehrer im Bereich Technik

Workshop 1: Lösungsprinzipien untersuchen und entdecken

Am Beispiel elektrischer Geräte im Erlebnisbereich von Schülern soll die Funktionsweise transparent gemacht werden. Die Anwendung elektrischer Grundschaltungen in diesen Geräten soll mit Hilfe elektrotechnischer Baukästen veranschaulicht werden.

Im Sachkundeunterricht werden Grundlagen zum elektrischen Stromkreis, zur Reihen- und Parallelschaltung erarbeitet. Oft fällt es schwer Beispiele für die Reihen- und Parallelschaltung aus dem Erlebnisbereich der Schüler zu finden. Das klassische Beispiel für die Reihenschaltung, die Weihnachtsbaumlichterkette, ist nur noch bedingt richtig. Die Testmethode für die Reihenschaltung, entfernt man eine Lampe, gehen alle Lampen aus, finden die Schüler nicht bestätigt, da viele Lichterketten heute mit Überbrückungen für ausgefallene Lampen arbeiten oder in Parallelschaltung betrieben werden. In Lichternetzen findet man eine Kombination von Reihen- und Parallelschaltung. Entfernt man einzelne Lampen, gehen alle Lampen die in Reihe liegen aus. Die restlichen parallel geschalteten Reihen leuchten weiter. Beispiele für die Parallelschaltung sind wesentlich einfacher zu finden, da fast alle Lampen und Geräte parallel betrieben werden. Die Lampen in den einzelnen Zimmern einer Wohnung lassen sich unabhängig voneinander ein- und ausschalten. Sie sind parallel geschaltet und werden alle mit derselben Spannung betrieben. Wären sie in Reihe geschaltet, würden alle Lampen ausgehen, wenn eine abgeschaltet wird. Bräuchte man Licht in der Wohnung, müsste man alle Lampen einschalten.

Im WAT-Unterricht ist die Untersuchung eines technischen Objekts vorgesehen. Hier besteht die Möglichkeit, die Kenntnisse der Schüler aus dem Sachkundeunterricht aufzugreifen und für die Analyse der Funktionsweise elektrischer Geräte zu nutzen.

Theoretische Grundlagen

An dieser Stelle sollen die Grundlagen zum Grundstromkreis und zu den Grundschaltungen, Reihen- und Parallelschaltung, kurz zusammengestellt werden. Ein Grundstromkreis besteht aus einer Spannungsquelle (Batterie, Generator, Fahrraddynamo, Steckdose, Solarzelle, Brennstoffzelle) und einem Verbraucher (Lampe, Elektromotor, Elektroheizung, Elektroherd, Wasserkochtopf, Ventilator, Küchenmaschine, Bohrmaschine, Fernsehgerät, Radio). Die Aufzählung lässt sich beliebig fortsetzen. Der Begriff „Verbraucher“ ist eigentlich nicht exakt, da Energie nicht verbraucht oder vernichtet werden kann und auch nicht erzeugt werden kann. Energie kann nur in andere Energieformen umgewandelt werden. In unseren Beispielen wird elektrische Energie in Wärme, Licht und mechanische Energie umgewandelt. In der Praxis hat sich der Begriff Verbraucher eingebürgert und auch wir wollen ihn verwenden. Der Verbraucher ist über elektrische Leitungen mit der Spannungsquelle verbunden. Der Strom im Grundstromkreis ist um so größer, je kleiner der elektrische Widerstand des Verbrauchers ist und je größer die Spannung der Spannungsquelle ist.

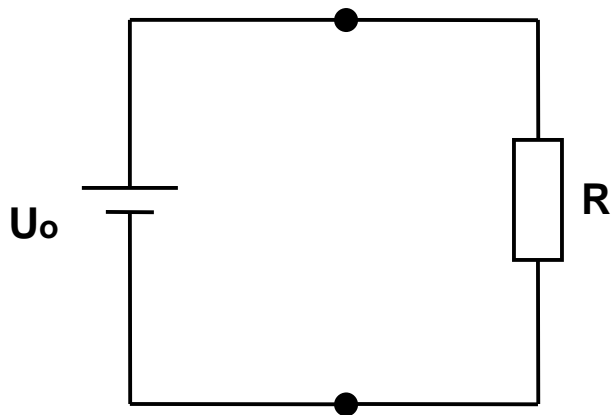


Abb. 1: Grundstromkreis

In der Reihenschaltung sind Widerstände (Verbraucher) hintereinander geschaltet. Durch alle Widerstände fließt der gleiche Strom. Die Gesamtspannung teilt sich auf die Widerstände auf. Die Gesamtspannung ergibt sich aus der Summe der Teilspannungen, der Gesamtwiderstand aus der Summe der Einzelwiderstände.

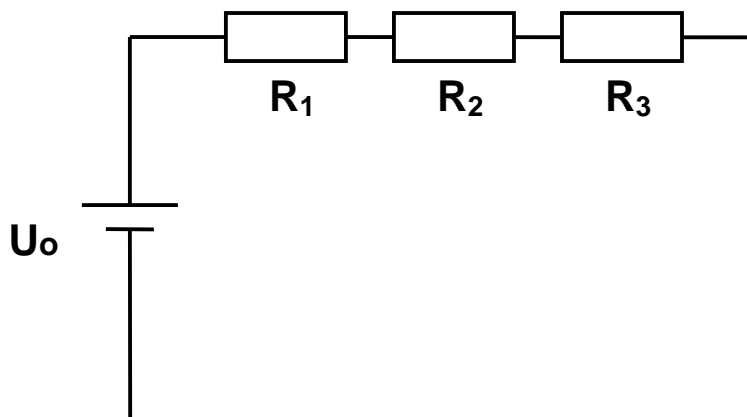


Abb. 2: Reihenschaltung

In der Parallelschaltung sind Widerstände nebeneinander geschaltet. Alle Widerstände liegen an derselben Spannung. Der Strom teilt sich auf die Widerstände auf. Die Gesamtstromstärke ergibt sich aus der Summe der Teilströme. Der Gesamtwiderstand wird aus der Summe der Reziprokwerte der Einzelwiderstände ermittelt.

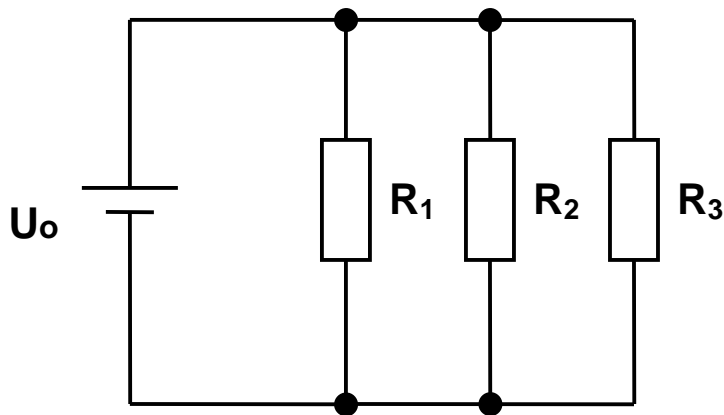


Abb. 3: Parallelschaltung

Schaltet man 3 Lampen in Reihe an eine Spannungsquelle leuchten sie nur schwach. Schaltet man die 3 Lampen parallel an dieselbe Spannungsquelle leuchten sie hell.

	Reihenschaltung	Parallelschaltung
Stromstärke	$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = \text{konst.}$	$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$
Spannung	$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$	$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = \text{konst.}$
Widerstand	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
Stromteilerregel	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$	
Spannungsteilerregel		$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Als Beispiel für die Anwendung von Reihen- und Parallelschaltung soll der Elektroherd untersucht werden.

Die Kochplatten in Elektroherden sind standardisiert. In einer solchen Standardherdplatte befinden sich drei Widerstände. Durch die Kombination dieser drei Widerstände in Reihen- und Parallelschaltung werden die unterschiedlichen Heizstufen realisiert. Je mehr Strom insgesamt durch die Widerstände der Heizplatte

fließt, um so größer wird die Wärmeentwicklung. In Abb. ist der Schaltplan für die drei Heizwiderstände in einer 7-Takt Herdplatte dargestellt. In den verschiedenen Schalterstellungen sind die drei Widerstände entweder in Reihe oder parallel geschaltet, oder es sind nur einzelne Widerstände mit der Spannung verbunden. In Abb. ist der Stromfluss für die einzelnen Schaltstufen dargestellt. Für eine Heizplatte mit einem Durchmesser von 145 mm und einer Gesamtleistung von 1000 W ergeben sich die in der Tabelle dargestellten Werte.

Schaltstufe	Widerstände	Stromstärke	Leistung
0	-	0 A	0 W
1	R_1, R_2, R_3 in Reihe	0,43 A	100 W
2	R_2, R_3 in Reihe	0,72 A	165 W
3	R_2	1,09 A	250 W
4	R_3	2,17 A	500 W
5	R_2, R_3 Parallel	3,26 A	750 W
6	R_1, R_2, R_3 Parallel	4,35 A	1000 W

Die elektrische Leistung ergibt sich aus $P = U \cdot I$. Den Widerstand der Heizelemente kann man mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes $R = U / I$ berechnen. Mit $I = P / U$ erhält man für die drei Heizelemente:

$$P_1 = 250 \text{ W}$$

$$I = P_1 / U$$

$$R_1 = U / I$$

$$I = 250 \text{ W} / 230 \text{ V}$$

$$I = 1,09 \text{ A}$$

$$R_1 = 230 \text{ V} / 1,09 \text{ A}$$

$$\underline{\underline{R_1 = 212 \Omega}}$$

$$P_2 = 250 \text{ W}$$

$$\underline{R_2 = 212 \, \Omega}$$

$$P_3 = 500 \text{ W}$$

$$I = 2,17 \text{ A}$$

$$\underline{R_3 = 106 \, \Omega}$$

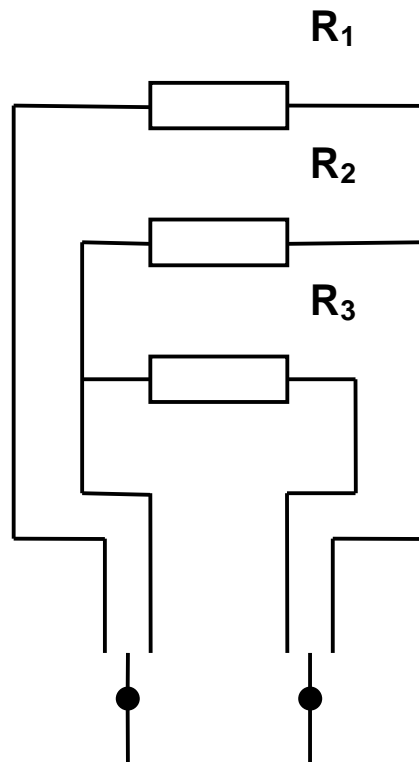
Zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Herdplatte ist es in der Primarstufe nicht sehr sinnvoll die Schaltung mit Widerständen aufzubauen. Bei einer solchen Schaltung kann man nur die Stromstärke messen und zeigen, dass sich die Stromstärke von Heizstufe zu Heizstufe vergrößert. Besser eignet sich eine Realisierung der Schaltung mit Glühlampen. Die Schüler können sehen, dass die Helligkeit der Lampen in Abhängigkeit von Reihen- oder Parallelschaltung variiert und von Schaltstufe zu Schaltstufe zunimmt. Im Arbeitsblatt 1 sind neben dem prinzipiellen Aufbau der Herdplatte die Schaltungen für die einzelnen Schaltstufen dargestellt. Die Schüler können den Stromfluss einzeichnen und erkennen, welche Widerstände in Betrieb sind und ob sie in Reihe oder parallel geschaltet sind. Verwendet man Glühlampen unterschiedlicher Leistung, entsprechend der Relation der Leistungen der drei Heizelemente, ist die Gesamthelligkeit ein Maß für die Wärmeentwicklung.

Praktische Realisierung

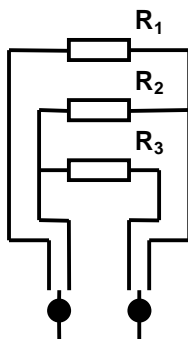
Die Schaltungen lassen sich mit unterschiedlichen Mitteln in der Schule realisieren. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass nur mit den zulässigen Schutzkleinspannungen gearbeitet wird (maximal 30 V Gleichspannung bzw. 25 V Wechselspannung).

In der Abb. 4, 5 und 6 sind drei Varianten dargestellt. Die Variante mit dem Stecksystem und den Widerständen ist aus mehreren Gründen für Grundschüler ungeeignet. Der Schaltungsaufbau ist unübersichtlich, der Leitungsverlauf schwer nachzuvollziehen und es ist nur am Messgerät ein Stromwert ablesbar. Mit Bausteinen aus dem Schülerexperimentiersatz lassen sich die Schaltungen auch für Schüler einfach und übersichtlich realisieren. Oftmals sind diese Geräte an den Schulen noch vorhanden und die Schüler kennen sie schon. Viele Firmen (Fischer, Lego, Kosmos) bieten Baukästen für den Bereich Grundlagen der Elektrotechnik an. Ein Beispiel ist dargestellt. Auch mit diesen Baukästen lässt sich die Schaltung der Herdplatte realisieren.

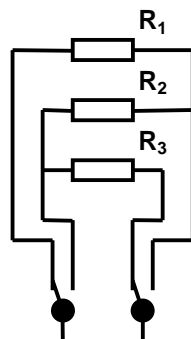
Sollen Amperemeter zur Veranschaulichung bzw. Messung der Stromstärke verwendet werden, empfiehlt sich die Verwendung von Zeigermessgeräten. Das Anwachsen der Stromstärke ist am stärkeren Ausschlag des Zeigers überzeugender darstellbar, als eine Erhöhung der Zahlen in einer Digitalanzeige.



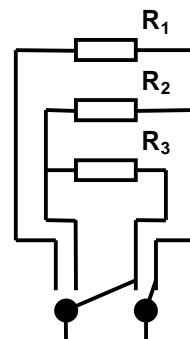
Schaltung der Heizwiderstände in einer Herdplatte (7-Takt-Schaltung)



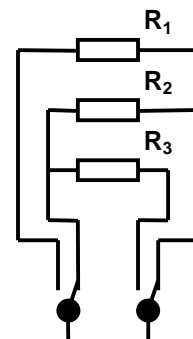
Schaltstufe 0



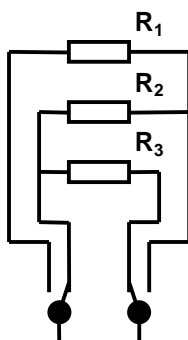
Schaltstufe 1



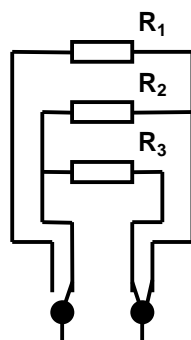
Schaltstufe 2



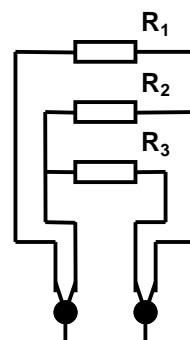
Schaltstufe 3



Schaltstufe 4



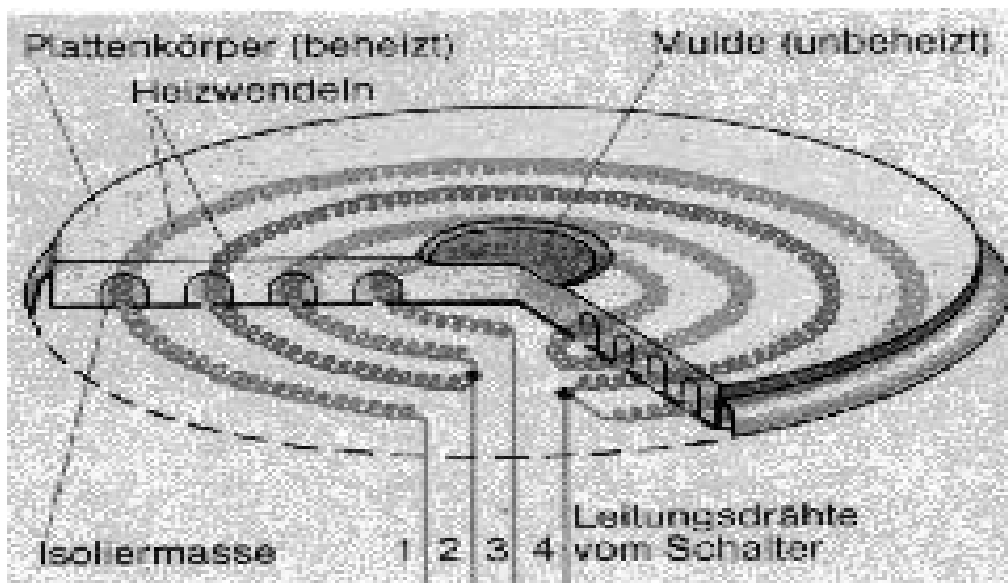
Schaltstufe 5



Schaltstufe 6

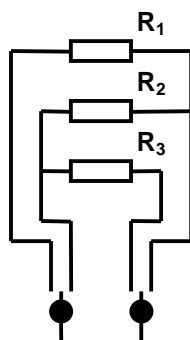
Arbeitsblatt 1

Aufbau einer Herdplatte

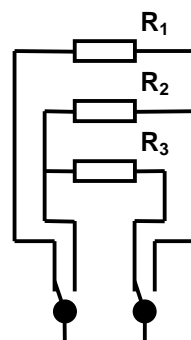


Mit einer Sieben-Taktschaltung werden in einer Herdplatte sieben Heizstufen ermöglicht.

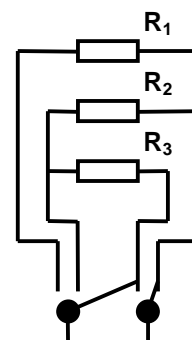
Zeichne mit einem farbigen Stift den Verlauf des elektrischen Stroms entsprechend der Anschlüsse in jedem Schaltkreis nach.



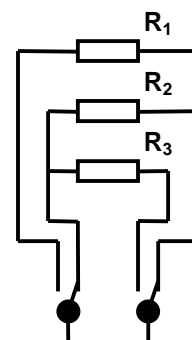
Schaltstufe 0



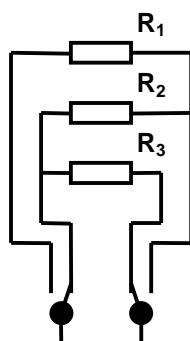
Schaltstufe 1



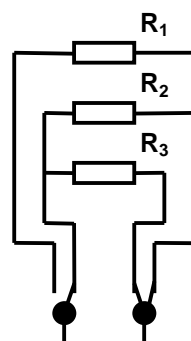
Schaltstufe 2



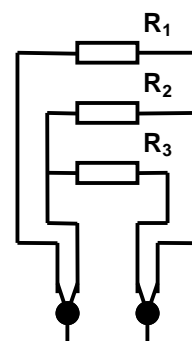
Schaltstufe 3



Schaltstufe 4



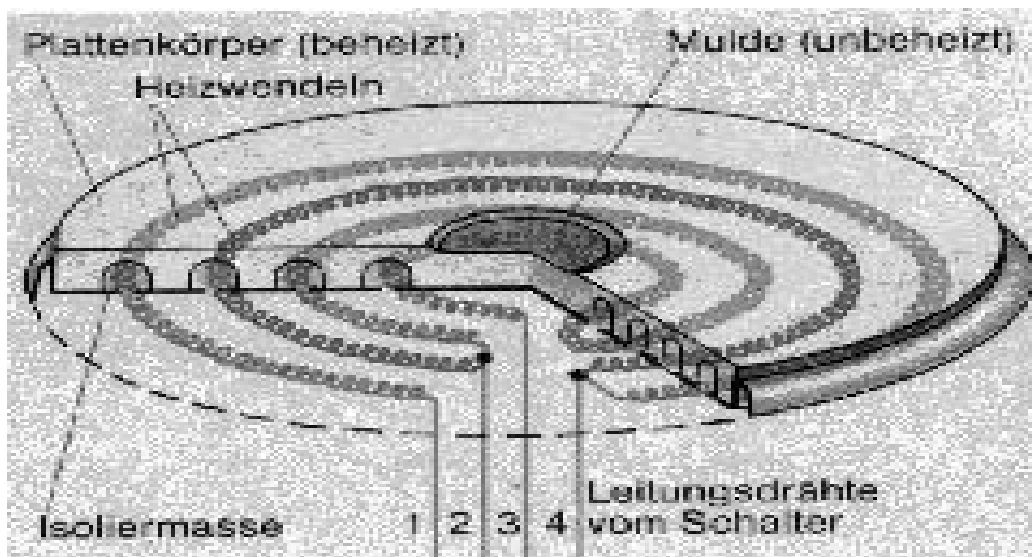
Schaltstufe 5



Schaltstufe 6

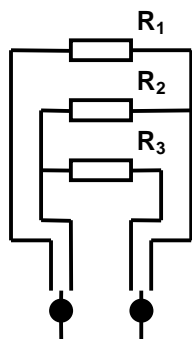
Arbeitsblatt 1 (Lösung)

Aufbau einer Herdplatte

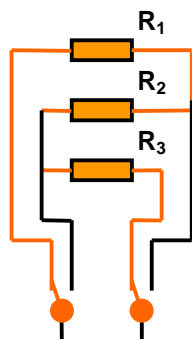


Siebertaktschaltung

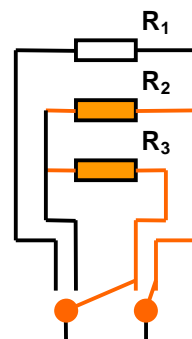
Verlauf des Stroms – orange



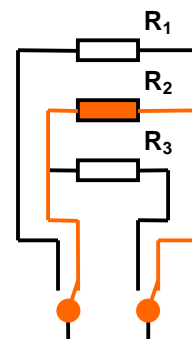
Schaltstufe 0



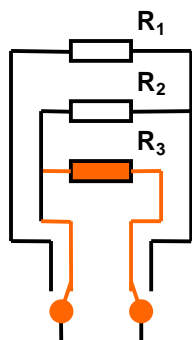
Schaltstufe 1



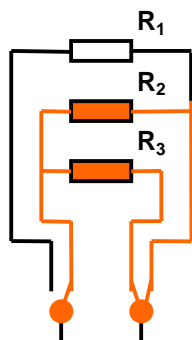
Schaltstufe 2



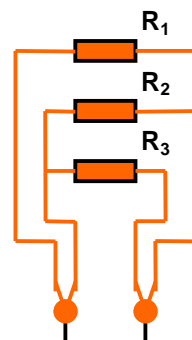
Schaltstufe 3



Schaltstufe 4



Schaltstufe 5



Schaltstufe 6