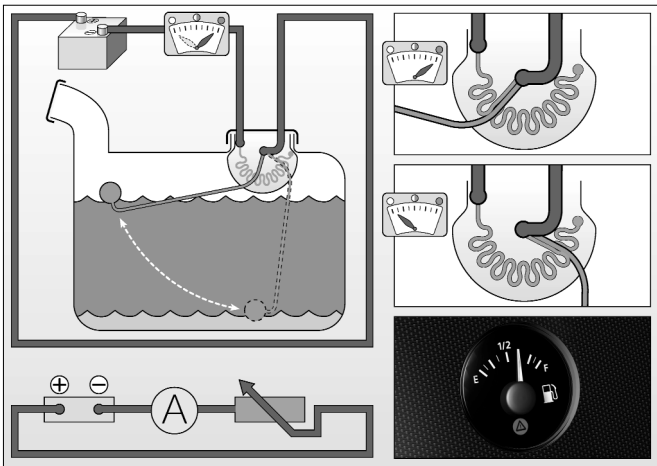


Transparent 10: Widerstände



Einsatz des Transparents

Das Transparent kann zum einen eingesetzt werden, wenn die *Elektrophysik* durchgängig behandelt wird.

In den neuesten Richtlinien für die Sekundarstufe I wird die Elektrophysik in Unterrichtsphasen in der 8. Klasse (bis zum Widerstandsbegriff) und der 10. Klasse (Widerstände in Parallel- und Reihenschaltung „verzweigte Stromkreise“) aufgeteilt. Eine Wiederholungsphase in der 10. Klasse ist in der Regel nicht zu vermeiden. Das auf *Transparent 10* angesprochene Thema eignet sich auch gut, um zu diesem Zeitpunkt einfache Schaltungen der jetzt neuen Reihenschaltung kennen zu lernen. Ferner wird der Begriff „elektrischer Widerstand“ so ausführlich präsentiert, dass sich die Folie auch gut zur Wiederholung und Vertiefung eignet.

Inhalt des Transparents

Die Folie erklärt die herkömmliche *Tankanzeige*. Bei dieser wird die Anzeige des noch vorhandenen Kraftstoffs durch einen in Reihe mit dem Anzeigement geschalteten veränderbaren Widerstand bewirkt. Je nach elektrischem Widerstandswert dieses Vorwiderstands fließt ein verschieden großer Strom durch das Instrument. Die Skala des Messwerks ist in eine Mengenangabe umgeeicht, so dass nicht Stromstärken, sondern Kraftstoffmengen angezeigt werden.

Anmerkung: Um das Verständnis nicht unnötig zu erschweren, wurde auf den in der Praxis zusätzlich eingesetzten „Spannungskonstanthalter“ verzichtet. Dieser gewährleistet auch bei schwankenden Spannungen im Bordnetz eine korrekte Anzeige.

Oben links: Die Abbildung zeigt, wie der Widerstandswert geändert wird. An dem vereinfacht dargestellten Kraftstofftank ist oben ein Einsatz mit einer Isolierstoffplatte angebracht. Auf dieser befindet sich eine *Drahtwicklung* in Form eines Kreisbahnstückes,

der ein Schleifer folgen kann. Dieser Schleifer ist über einen Hebelarm mit einem *Schwimmer* verbunden. Das Ganze ist quasi ein *überdimensionales Drahtpoti*, dessen Widerstandswert durch Verdrehung der Achse verändert wird. Je nach Tankinhalt schwimmt der Schwimmer verschieden hoch auf und verdreht die Achse.

Oben rechts: Bei vollem Tank dreht sich daher der Hebelarm mit dem Schwimmer (= Achse des Potis) im Uhrzeigersinn nach rechts. Jetzt wird eine geringere Länge des Widerstandsdrahtes tatsächlich vom Strom durchflossen. Dies bedeutet einen kleinen elektrischen Widerstand des Potis; entsprechend fließt durch die Reihenschaltung von Poti und Anzeige-Messwerk ein größerer Strom. Der Zeiger schlägt also weiter aus, die Anzeige signalisiert „Tank voll“.

Nimmt die Kraftstoffmenge im Tank ab, sinkt der Schwimmer in Analogie dazu nach unten. Dabei dreht sich der Schwimmerarm entgegen dem Uhrzeigersinn nach links. Die tatsächlich vom Strom durchflossene Drahtlänge nimmt kontinuierlich zu. Der Widerstandswert des Potis wächst und die Stromstärke durch die Reihenschaltung nimmt ab. Infolgedessen geht die Anzeige des Messwerks nach und nach zurück.

Rechts Mitte: Bei nahezu leerem Tank wird die maximale Drahtlänge vom Strom durchflossen. Der Zeiger der Tankanzeige steht dann im Linksanschlag auf „Reserve“ oder „0“, je nach Beschriftung der Skala.

Unten links: Die Farben des zu der Schaltung gehörenden *Schaltbilds* entsprechen der Farbgebung der anderen Bildern dieses Transparents.

Unten rechts: Das Foto einer originalen Tankanzeige dient als Impuls für das Thema. Wenn bei Werkstattkontakten Teile einer noch funktionierenden Tankanzeige (sowohl die Gebereinheit aus dem Tank als auch das zugehörige Anzeigewerk) aus Altfahrzeugen zu bekommen sind, lassen sich diese im Unterricht gut zu Demonstrationsversuchen einsetzen.

Kopiervorlage

Kopiervorlage 10 bringt zunächst zwei Beispiele für *Reihenschaltkreise mit veränderbaren Widerständen*. Dabei werden den Schülern der NTC-Widerstand und der PTC-Widerstand in ihrem Einsatz am Kraftfahrzeug vorgestellt.

Das erste Beispiel bringt neben einer allgemeinen Information über veränderbare Widerstände als Messwertgeber einen *NTC-Fühler* für den Kraftfahrzeugeinsatz (Schaltbild vergleichbar Transparent 10).

Eine zugehörige leichte Aufgabe vertieft das Verständnis: Die Schüler sollen die Widerstandskennlinie eines NTC-Widerstands auf Grund der angegebenen Daten aufzeichnen.

Das zweite Beispiel zeigt den Schülern die Verwendung eines *PTC-Widerstands* beim Dieselmotor.

Weitergehende Ausführungen zum Thema „Glühkerzen“ siehe Literaturliste und auf den zu der Transparente-Mappe gehörenden Internetseiten www.physik-am-auto.de.

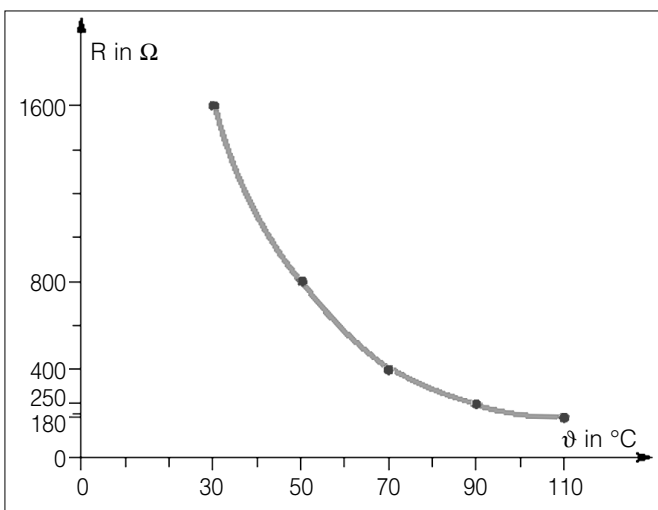
Das dritte Beispiel bringt zusätzlich einen verzweigten Schaltkreis ins Spiel. Als veränderbarer Widerstand wird hier ein vom Fahrer einstellbares Poti benutzt, mit dem der Fahrer die Helligkeit der Instrumentenbeleuchtung wunschgemäß wählen kann (siehe Schaltbild auf der Kopiervorlage).

Lernziele

- Die Schüler sollen Bauteile, deren elektrischer Widerstand temperaturabhängig ist, nennen sowie ihr Verhalten, Bauform und den Einsatz am Kfz beschreiben können.
- Die Schüler sollen gelerntes Wissen aus dem Unterricht der Elektrophysik bei Sachaufgaben aus der Praxis korrekt anwenden können (Analyse von Schaltungen, richtiger Formeleinsatz).

Lösung der Kopiervorlage

Aufgabe 1:



Aufgabe 2:

- (1) Die Regelwendel ist kalt.
- (2) Ihr Widerstand ist daher klein.
- (3) Der Vorglühstrom wird eingeschaltet.
- (4) Beide Wendeln werden erwärmt.
- (5) Der Widerstand der Regelwendel wächst.
- (6) Der Strom wird daher kleiner.
- (7) Eine weitere Temperaturerhöhung findet nicht statt.

Aufgabe 3:

Zur Lösung werden Kenntnisse über verzweigte Schaltkreise benötigt, die hiermit also vertieft und wiederholt werden können. Außerdem wird die Formel

$P = U \times I$ benötigt, wenn man nicht die unten beschriebene Alternative wählen will.

Je nach Bundesland, Schulform oder persönlicher Neigung des Lehrers ist nicht immer gewährleistet, dass diese elementare Formel der Beschäftigung mit verzweigten Schaltungen im Unterricht vorangegangen ist. In diesem Fall kann man eine Alternative benutzen und die Aufgabenstellung abwandeln, indem man den

Schülern die Daten der drei erstgenannten Lämpchen in folgender Form angibt:

3 Lämpchen mit den Daten: 12 V; 0,15 A

Lösung dieser Alternative: siehe unten jeweils kurz!

Die Lösung der Aufgabe 3a) ist auf mehrere Arten möglich. Ein möglicher Lösungsweg wäre:

zu a): Zunächst wird mit der Formel $P = U \times I$ bzw. deren äquivalenter Umstellung $I = P/U$ die Stromstärke eines Birnchens der erstgenannten Sorte ermittelt: Man erhält:

$$I = P/U = 2 \text{ W} / 12 \text{ V} = 0,166\dots\text{A}$$

Da von dieser Art drei Birnchen vorhanden sind, ergibt sich als Teilstromstärke I_1 :

$$I_1 = 3 \times 0,166\dots\text{A} = \underline{0,5 \text{ A}}$$

$$\text{(Alternative: } 3 \times 0,15 \text{ A} = 0,45 \text{ A)}$$

Von der zweiten Sorte sind 10 Birnchen vorhanden. Für diese ergibt sich daher eine Teilstromstärke von

$$I_2 = 10 \times 30 \text{ mA} = 300 \text{ mA} = \underline{0,3 \text{ A}}$$

Für die gesamte Instrumentenbeleuchtung ergibt sich also eine Stromstärke von

$$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2 = 0,5 \text{ A} + 0,3 \text{ A} = \underline{0,8 \text{ A}}$$

$$\text{(Alternative: } 0,75 \text{ A)}$$

Die Stromstärke soll nun mit Hilfe des Potis als veränderbarer Vorwiderstand auf ein Viertel dieses Wertes reduziert werden können, also auf

$$I_{\text{min}} = 0,2 \text{ A} \text{ (0,1875 A)}$$

In diesem Fall muss der Gesamtwiderstand von Beleuchtung und vorgeschaltetem Poti genau

$$R_{\text{ges}} = U/I = 12 \text{ V} / 0,2 \text{ V} = \underline{60 \Omega} \text{ betragen.}$$

$$\text{(Alternative: } 64 \Omega)$$

Der Widerstand der gesamten Beleuchtung ist (auf Grund der obigen Daten für den Normalbetrieb) berechenbar zu $R_L = U/I = 12 \text{ V} / 0,8 \text{ A} = \underline{15 \Omega}$

$$\text{(Alternative: } 16 \Omega)$$

Daher muss das Poti als Vorwiderstand einen elektrischen Widerstand von maximal

$$R_V = R_{\text{ges}} - R_L = 60 \Omega - 15 \Omega = \underline{45 \Omega} \text{ haben.}$$

$$\text{(Alternative: } 48 \text{ W)}$$

zu b): Am Poti fällt bei maximaler Dimmung der Lämpchen die Spannung ab:

$$U = R \times I_{\text{min}} = 45 \Omega \times 0,2 \text{ A} = \underline{9 \text{ V}}$$

$$\text{(Alternative: ebenfalls } 9 \text{ V)}$$

Mit der Leistungsformel ergibt sich dann:

$$P = U \times I = 9 \text{ V} \times 0,2 \text{ A} = \underline{1,8 \text{ W}}$$

Hinweis: Das Poti muss natürlich für eine größere Leistung ausgelegt sein, da im berechneten Fall seine minimale Belastung eintritt.