

6.5. Wheatstone Brückenschaltung

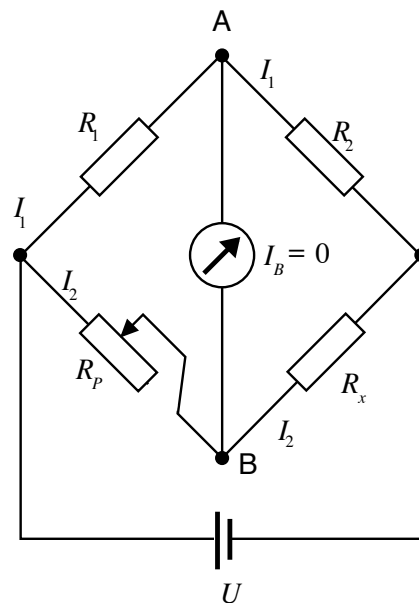
Widerstände können gemessen werden, indem man den Strom I misst, der bei einer bekannten Spannung U durch das Bauteil fließt. Der Widerstand errechnet sich dann aus $R = U/I$. Allerdings fließt bei diesem Messverfahren immer auch eine geringe Strommenge durch das Messgerät selbst und beeinflusst Stromstärke und Spannung. Mit der Wheatstone'schen Brückenschaltung kann ein unbekannter Widerstand R_x bestimmt werden, ohne dass Strom durch ein Messgerät fließt (Nullabgleichmethode, Kompensationsmethode). Das erhöht die Genauigkeit der Messung.

Der Aufbau ist unten gezeigt. Der unbekannte Widerstand R_x wird in die Schaltung eingebracht. Die Spannung U einer Batterie lässt Strom durch das Netzwerk fließen.

Das Potentiometer R_p wird nun so eingestellt, dass der Brückenstrom I_B verschwindet, und somit die Potentiale Φ_A und Φ_B gleich sind. Dies ist genau dann der Fall, wenn $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_p$ und $I_1 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_x$.

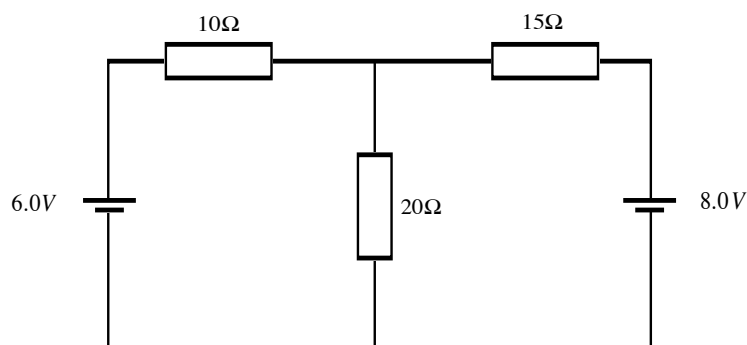
R_1 und R_2 sind bekannt, R_p wird abgelesen, sodass R_x bestimmt werden kann:

$$\parallel \quad R_x = \frac{R_2 \cdot R_p}{R_1} \quad (\text{Wheatstoneschaltung}).$$

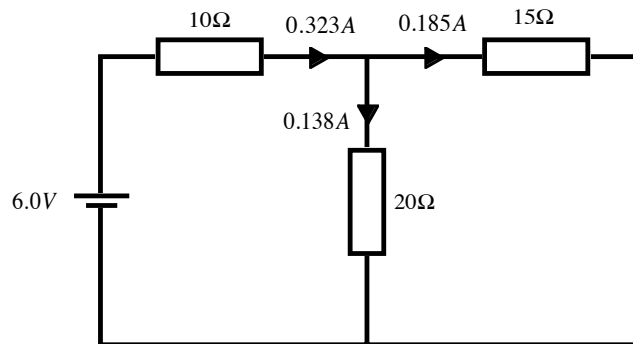


6.6. Superposition von Strömen und Spannungen

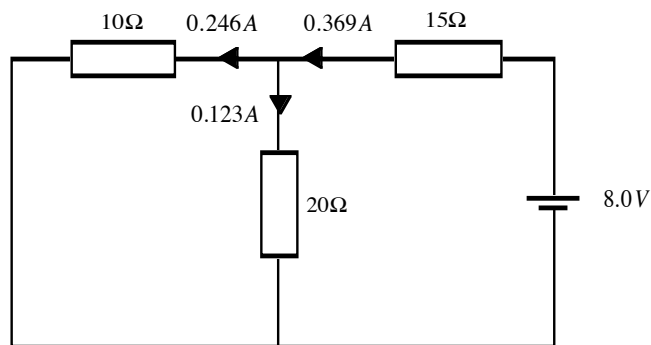
Um das nächste Kapitel einzuleiten, betrachten wir folgenden Stromkreis, in dem zwei Spannungsquellen vorhanden sind. Wenn die Ströme durch die einzelnen Widerstände berechnet werden sollen, erscheint einem diese Anordnung zunächst ungewöhnlich.



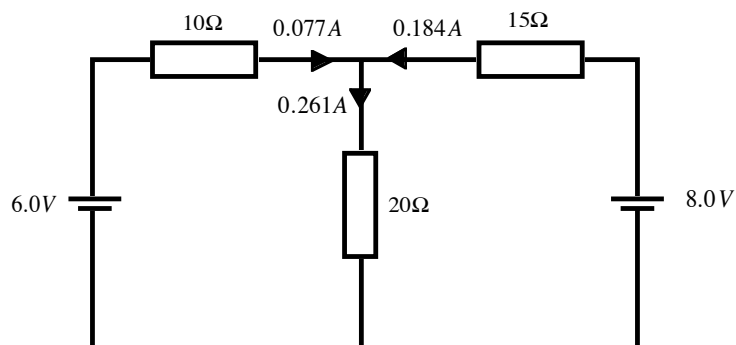
Man kann sich jedoch daran erinnern, dass Spannungsquellen wie Wasserpumpen wirken, und dass wie oft in der Physik lineare Überlagerung von Wirkungen möglich sind. Wenn wir also die 8V Batterie "abschalten" (die Pumpe leer laufen lassen), erhalten wir folgendes Bild und können die Ströme sofort ausrechnen:



Dasselbe Verfahren liefert für das Abschalten der 6V Batterie:



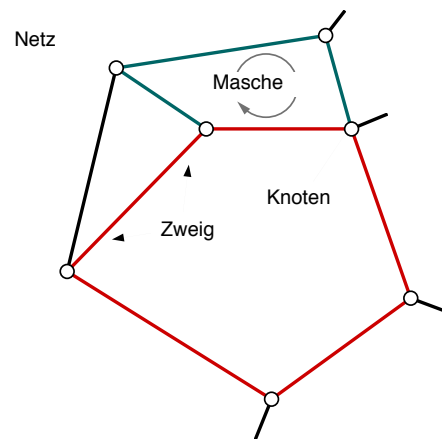
Jetzt überlagern wir die beiden Situationen und addieren in den Zweigen die Ströme unter Berücksichtigung ihrer Richtungen. Wir erhalten dann:



Mit dem Superpositionsprinzip für elektrische Ströme sind wir so zur Lösung dieser Aufgabe gelangt. Allerdings wird dieser Lösungsweg für grössere Stromnetze sehr aufwendig und deshalb wird im folgenden Abschnitt ein Verfahren gezeigt, das direkt Gleichungssysteme für die gesuchten Stromstärken liefert.

6.7. Kirchhoff'sche Gesetze

Für diese Gesetze wird ein allgemeines Leitersystem betrachtet, in dem einzelne stromführende Zweige in einem Netz verknüpft sind. Jeder Zweig kann Spannungsquellen und Widerstände tragen. In diesem Netz gibt es Knoten (Verbindungspunkte von Zweigen) und Maschen (geschlossene Wege im Netz).



Das Knotengesetz sagt nun:

|| Die algebraische Summe aller zufließenden und abfließenden Ströme ist an jedem Knoten Null.

Das bedeutet, dass sich an einem Knoten keine Ladung anhäufen oder Ladung verschwinden kann. Der Satz ist somit eine Konsequenz der Ladungserhaltung.

Das zweite Gesetz (Maschenregel) beschreibt die Spannungssituation in jeder Masche des Leiternetzes. Eine Masche ist dabei ein beliebiger aus dem Leiternetz herausgegriffener geschlossener Stromkreis.

|| In jeder Masche ist die Summe der Spannungsquellen gleich der Summe der Spannungsabfälle.

Die zwei Kirchhoff'schen Gesetze, so simpel sie tönen, sind eigentlich Anleitungen zum Aufstellen von Gleichungssystemen zur Berechnung von Strömen und Spannungen in komplizierten Stromnetzen. Wenn man die Gleichungen korrekt anwendet, findet man ein lineares Gleichungssystem, das eine eindeutige Lösung für die gesuchten Größen liefert. Dabei sind meist die Widerstände und Spannungsquellen vorgegeben und die Ströme werden gesucht.

Berechnen wir nun das vorherige Übungsbeispiel mit den Regeln von Kirchhoff.

