

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen

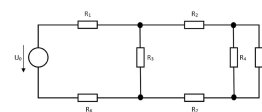
Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen – elektrifizierende Übungsaufgaben

Ein Beitrag von Prof. Dr. Axel Doriges



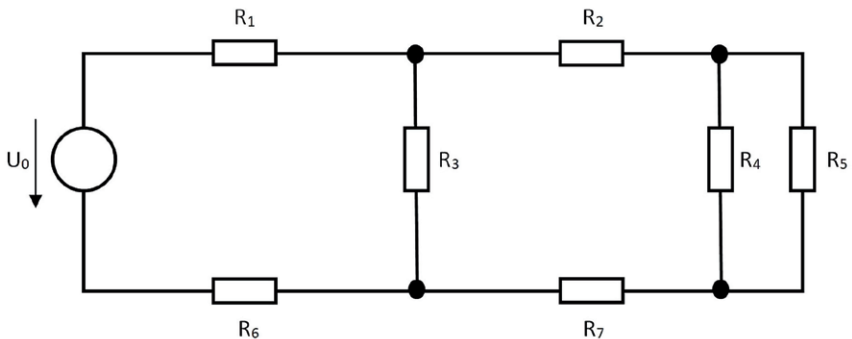
© Axel Doriges

In vielen elektrischen Schaltungen sind Ohmsche Widerstände, Netzgeräte und Batterien verbaut. Sorgen Sie für Spannung im Physikunterricht und trainieren Sie mit Ihrer Klasse die Berechnung solcher linearer Widerstandsnetzwerke. Die Schülerinnen und Schüler analysieren diese Netzwerke mithilfe von Ersatzwiderständen sowie unter Zuhilfenahme des Zweigstrom- und des Maschenstromverfahrens. Dabei stehen für jede dieser Berechnungsarten sowohl Beispiele als auch Übungsaufgaben bereit. Am Ende der Einheit haben die Jugendlichen die Möglichkeit, ihre erworbenen Fähigkeiten anhand einer Lernfortschrittskontrolle zu überprüfen.

RAABE
LEHRMATERIALIEN

Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen – elektrisierende Übungsaufgaben

Ein Beitrag von Prof. Dr. Axel Donges



© Axel Donges

In vielen elektrischen Schaltungen sind Ohmsche Widerstände, Netzgeräte und Batterien verbaut. Sorgen Sie für Spannung im Physikunterricht und trainieren Sie mit Ihrer Klasse die Berechnung solcher linearer Widerstandsnetzwerke. Die Schülerinnen und Schüler analysieren diese Netzwerke mithilfe von Ersatzwiderständen sowie unter Zuhilfenahme des Zweigstrom- und des Maschenstromverfahrens. Dabei stehen für jede dieser Berechnungsarten sowohl Beispiele als auch Übungsaufgaben bereit. Am Ende der Einheit haben die Jugendlichen die Möglichkeit, ihre erworbenen Fähigkeiten anhand einer Lernerkontrolle zu überprüfen.

Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen – elektrisierende Übungsaufgaben

Mittelstufe, Oberstufe (grundlegend)

Prof. Dr. Axel Donges, Isny im Allgäu

Hinweise	1
M1 Physikalische Grundlagen	2
M2 Zweige, Knoten und Maschen – Übungsaufgabe	5
M3 Gauß-Verfahren – kurz und bündig	6
M4 Berechnung mit Ersatzwiderständen – Beispiel	9
M5 Berechnung mit dem Zweigstromverfahren – Beispiel	12
M6 Berechnung mit dem Maschenstromverfahren – Beispiel	15
M7 Berechnung mit Ersatzwiderständen – Übungsaufgaben	18
M8 Berechnung mit dem Zweigstromverfahren – Übungsaufgaben	19
M9 Berechnung mit dem Maschenstromverfahren – Übungsaufgaben	20
M10 Lernerfolgskontrolle – Fit für den Abschlusstest?	21
Lösungen	22

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

anhand von Übungsaufgaben, lineare Widerstandsnetzwerke zu analysieren. Auch wenn die Jugendlichen die physikalischen Grundlagen der Elektrizitätslehre (z. B. Ohmsches Gesetz, Maschen- und Knotensatz) verstanden haben, haben sie dennoch oft Probleme, kleinere Schaltungen im Zusammenhang zu analysieren. Dieser Beitrag stellt einige Übungsaufgaben zur Verfügung, an denen Schülerinnen und Schüler die Berechnung von Netzwerken trainieren können.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **TA** Tafelbild

Thema	Material	Methode
Zweige, Knoten, Maschen	M1, M2	TA, AB
Gauß-Verfahren	M3	TA
Netzwerkanalyse mit Ersatzwiderständen	M4, M7	TA, AB
Netzwerkanalyse mit Zweigstromverfahren	M5, M8	TA, AB
Netzwerkanalyse mit Maschenstromverfahren	M6, M9	TA, AB
Lernerfolgskontrolle	M10	AB

Kompetenzprofil:

Inhalt: Zweig, Knoten, Masche, Netzwerk, Knoten- und Maschensatz, Gauß-Verfahren

Medien: PC, Taschenrechner

Kompetenzen: Auswählen bereits bekannter geeigneter Modelle bzw. Theorien für die Lösung physikalischer Probleme (S3), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren (S7), physikalisches Modellieren von Phänomenen, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander bezogen werden (E4)

Erklärung zu den Symbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

Hinweise

Lernvoraussetzungen

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Analyse von linearen Widerstandsnetzwerken. Es wird vorausgesetzt, dass Ihren Schülerinnen und Schülern die erforderlichen physikalischen und mathematischen Grundlagen (elektrischer Widerstand, Parallel- und Reihenschaltung, Knotensatz, Maschensatz, Gauß-Verfahren) bekannt sind. Dennoch werden die physikalischen und mathematischen Grundlagen in den Materialien **M1** und **M3** nochmals knapp zusammengefasst.

Methodisch-didaktische Anmerkungen

Die Materialien **M1** und **M3** geben eine knappe Zusammenfassung der physikalischen und mathematischen Grundlagen. **M2** ist ein Arbeitsblatt zu den physikalischen Grundlagen. **M1–M3** können ausgelassen werden, wenn diese Thematik gerade in der Klasse behandelt wurde.

In den Materialien **M4–M6** werden drei unterschiedliche Netzwerkanalysemethoden (Rechnen mit Ersatzwiderständen, Zweigstrom- und Maschenstromverfahren) vorgestellt. Da alle drei Methoden am gleichen Beispiel erläutert werden, können die Schülerinnen und Schüler gut die unterschiedlichen Ansätze der drei Methoden erkennen. Die Materialien **M7–M9** stellen passendes Übungsmaterial zu den drei unterschiedlichen Methoden zur Verfügung. Das letzte Material (**M10**) dient der Lernerfolgskontrolle.

M1 Physikalische Grundlagen

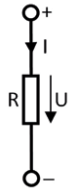
Elektrischer Widerstand



Fließt ein Strom I durch einen Widerstand R , so fällt an dem Widerstand die Spannung $U = R \cdot I$ ab.

Definition des Ohmschen Widerstands

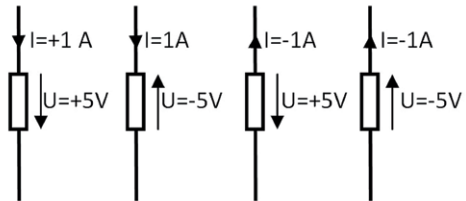
$$R = \frac{U}{I}$$



Hinweis: Nicht jeder Widerstand von elektrischen Bauteilen stellt einen Ohmschen Widerstand dar, da der Widerstand häufig nicht linear verläuft. Als Beispiel eines nicht-linearen Widerstands kann die Glühbirne genannt werden.

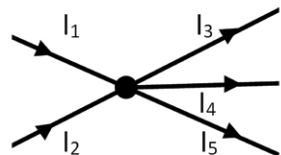
Hierbei gibt der Strompfeil (im Fall $I > 0$ und $U > 0$) die technische Stromrichtung an (der Strom fließt vom Pluspol zum Minuspol des Netzgeräts). Der Spannungspfeil hat den gleichen Richtungssinn wie der Strompfeil. Der Strom- bzw. Spannungspfeil kann auch mit umgekehrtem Richtungssinn gezeichnet werden. Dann ist $I < 0$ bzw. $U < 0$.

Die Abbildung zeigt als Beispiel vier absolut gleichwertige Darstellungen eines stromdurchflossenen Widerstands.



Knotensatz

Werden 3 oder mehr Leitungen an einem Punkt leitend verbunden, entsteht ein sogenannter **Knoten**. Dabei gilt der **Knotensatz**: „Die Summe der in den Knoten hineinfließenden Ströme (im nebenstehenden Beispiel: $I_1 + I_2$) ist so groß wie die Summe der Ströme, die aus dem Knoten herausfließen (im Beispiel: $I_3 + I_4 + I_5$)“.

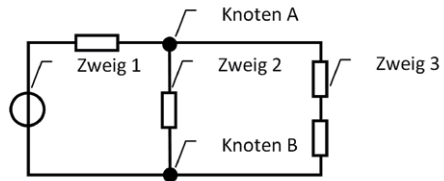


Skizzen: Axel Donges

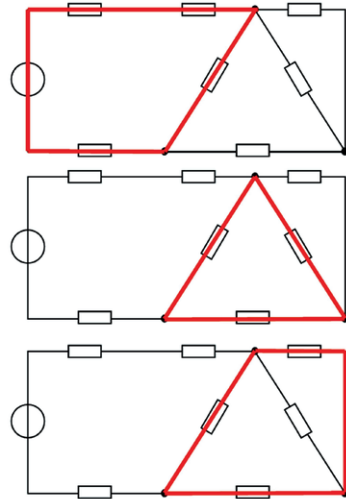


Zweig und Masche

Als **Zweig** eines Netzwerks bezeichnet man die Verbindung zweier Knoten mit einem oder mehreren in Reihe geschalteten Bauteilen (z. B. elektrische Widerstände). Zwischen den beiden Knoten darf kein weiterer Knoten liegen. Der Strom in einem Zweig (Zweigstrom) ist längs des Zweiges konstant.



Eine **Masche** ist ein geschlossener Weg in einem Netzwerk, der aus mindestens zwei Zweigen besteht. Jeder Zweig des Netzwerks darf nur höchstens einmal durchlaufen und jeder Knoten nur einmal berührt werden (Ausnahme: Der Startknoten (gleichzeitig auch Zielknoten) ist von dieser Regelung nicht betroffen). Die nebenstehende Abbildung zeigt 3 von 6 möglichen Maschen in einem Netzwerk.



Skizzen: Axel Donges

Für jede beliebige Masche gilt der **Maschensatz**: „Die Summe aller Spannungen in einer Masche ist stets null.“ Dabei gilt vereinbarungsgemäß: Spannungen bzw. Ströme, deren Strom- bzw. Spannungspfeile im (gegen den) Uhrzeigersinn weisen, sind positiv (negativ).

Reihen- und Parallelschaltung



Sind in einem Zweig n Widerstände in Reihe angeordnet, so kann man diese Widerstände durch einen **Ersatzwiderstand** ersetzen. Für den Ersatzwiderstand gilt:

$$R_E = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Sind genau zwei Knoten mit n Zweigen verbunden, so können die n Zweige mit den Widerständen R_1, R_2, \dots, R_n durch einen Zweig mit dem Ersatzwiderstand R_E ersetzt werden.

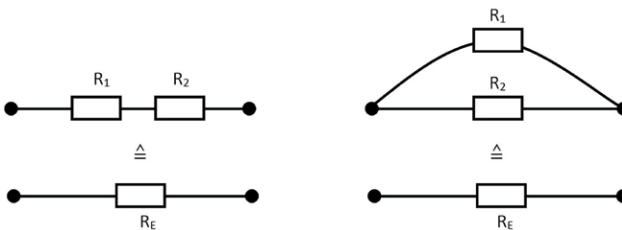
Für den Ersatzwiderstand gilt:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Im Fall zweier parallel geschalteter Widerstände gilt:

$$R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Die Abbildung zeigt eine Reihen- und eine Parallelschaltung mit jeweils 2 Widerständen.



Skizze: Axel Donges

Kirchhoffsche Gesetze



Gustav Robert Kirchhoff (12. März 1824 – 17. Oktober 1887) war ein deutscher Physiker, der sich insbesondere um die Erforschung der Elektrizität verdient gemacht hat. Ihm zu Ehren werden der Knoten- und der Maschensatz auch als 1. und 2. Kirchhoffsches Gesetz bezeichnet.

Unter <https://raabe.click/Kirchhoff> stehen dazu weitere Informationen bereit.

© Wikipedia Commons
[gemeinfrei gestellt]

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen

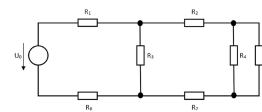
Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Lineare Widerstandsnetzwerke berechnen – elektrisierende Übungsaufgaben

Ein Beitrag von Prof. Dr. Axel Doriges



© Axel Doriges

In vielen elektrischen Schaltungen sind Ohmsche Widerstände, Netzgeräte und Batterien verbaut. Sorgen Sie für Spannung im Physikunterricht und trainieren Sie mit Ihrer Klasse die Berechnung solcher linearer Widerstandsnetzwerke. Die Schülerinnen und Schüler analysieren diese Netzwerke mithilfe von Ersatzwiderständen sowie unter Zuhilfenahme des Zweigstrom- und des Maschenstromverfahrens. Dabei stehen für jede dieser Berechnungsarten sowohl Beispiele als auch Übungsaufgaben bereit. Am Ende der Einheit haben die Jugendlichen die Möglichkeit, ihre erworbenen Fähigkeiten anhand einer Lernfortschrittskontrolle zu überprüfen.

RAABE
LEHRMATERIALIEN