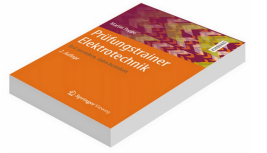


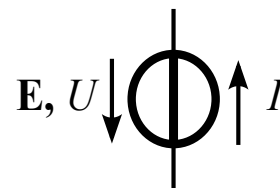
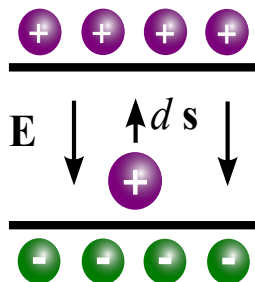
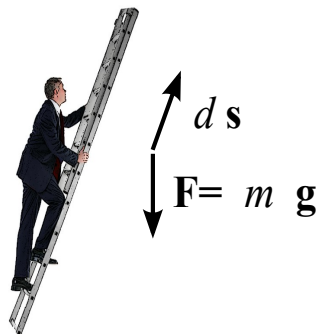
Lineare elektrische Netze



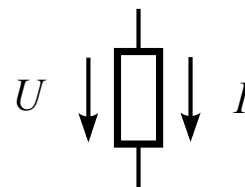
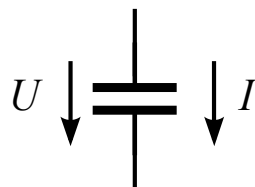
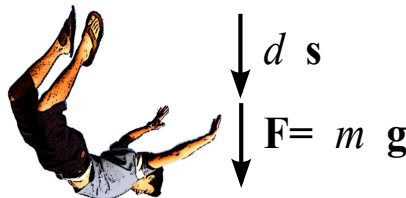
Energiegewinn &-verlust



Energiegewinn,
Erzeugung



Energieverlust,
Verbrauch

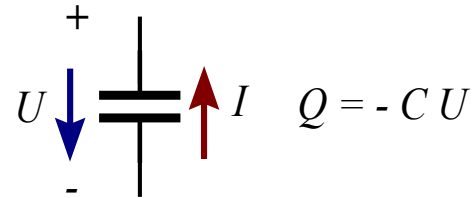
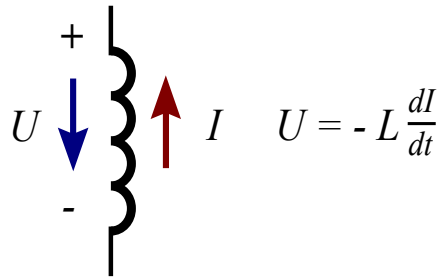


Drei Beispiele aus der Mechanik und aus der Elektrotechnik für den Transfer von Energie: Ein System gewinnt Energie, wenn eine Kraft überwunden wird (obere Reihe). Ein System gibt Energie ab, wenn Kraft und Bewegung in die gleiche Richtung zeigen. Die Pfeile hier zeigen die tatsächliche Richtung an.

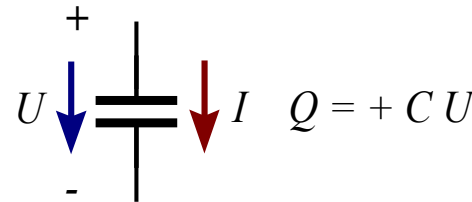
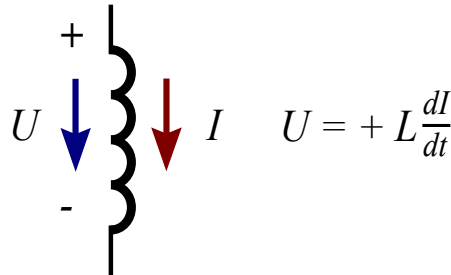


Vorzeichen, richtig!

Generator,
Erzeuger



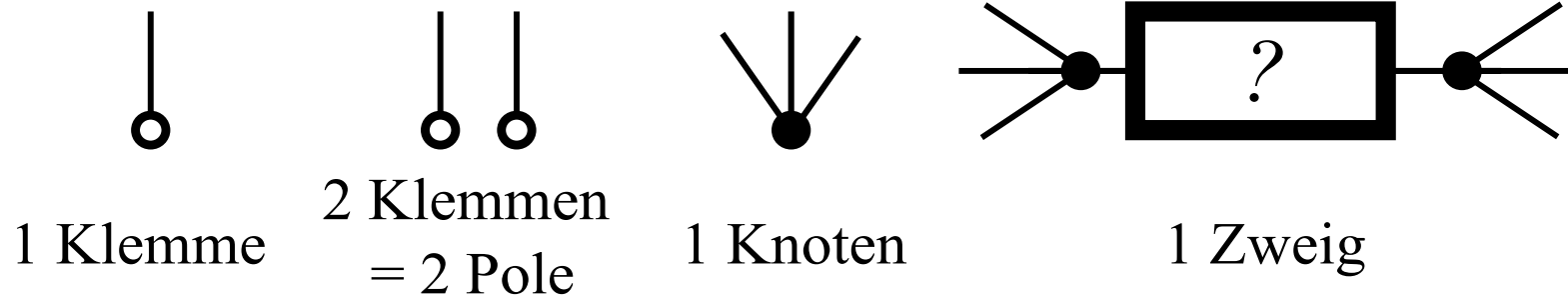
Verbraucher



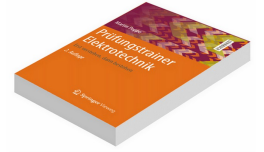
Skizze zur Bestimmung der richtigen Vorzeichen:
Die Bauelementgleichungen für Spule und Kondensator (und aller anderen Bauelemente) gelten nur dann ohne zusätzliches Minuszeichen, wenn der Strom und die Spannung jeweils relativ zur gleichen Richtung definiert werden



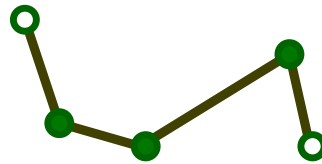
Pole, Knoten und Zweige



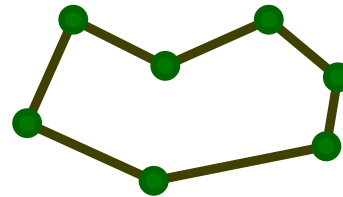
Veranschaulichung einiger häufig gebrauchter Begriffe:
Ein Klemmenpaar ergibt zwei Pole, mehrere Pole zusammen ergeben einen Knoten;
Knoten sind durch Zweige verbunden



Bäume und Maschen



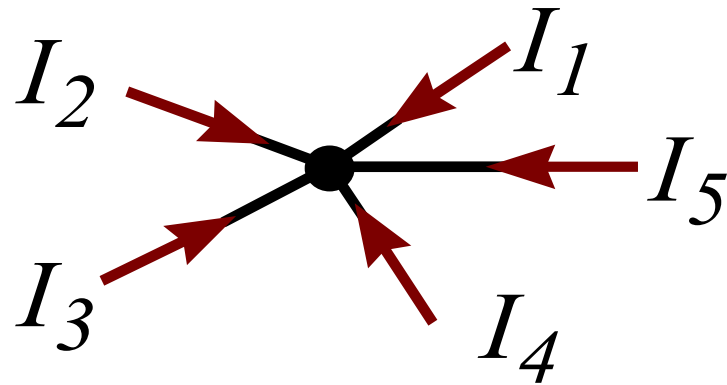
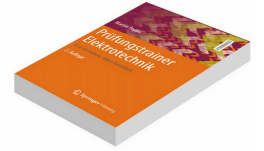
Baum



Masche

Veranschaulichung der Begriffe Baum und Masche Hat die Verbindung Endpunkte, ist sie ein Baum, ist sie geschlossen, spricht man von einer Masche. Alle Quellen und Impedanzen entlang der Zweige sind hier nicht gezeichnet

Knotenregel

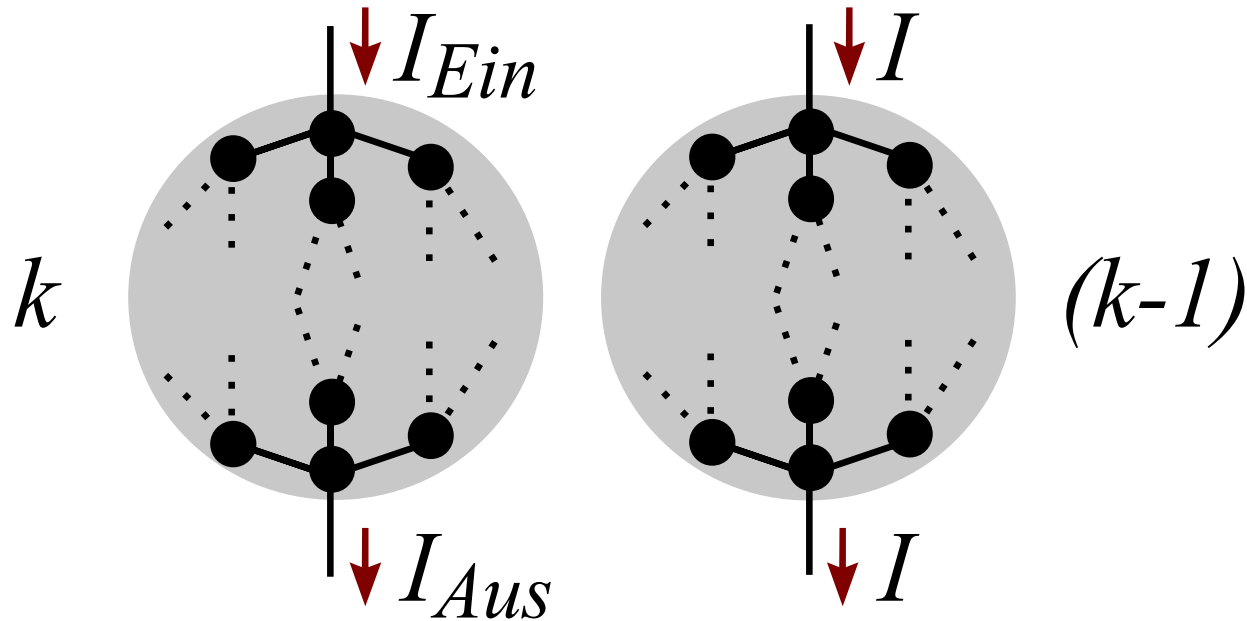


Veranschaulichung der Knotenregel:

Bei ihrer Anwendung muss mindestens ein Strom negativ sein, wenn alle Ströme auf den Punkt zeigen, denn was hereinkommt muss auch wieder hinaus



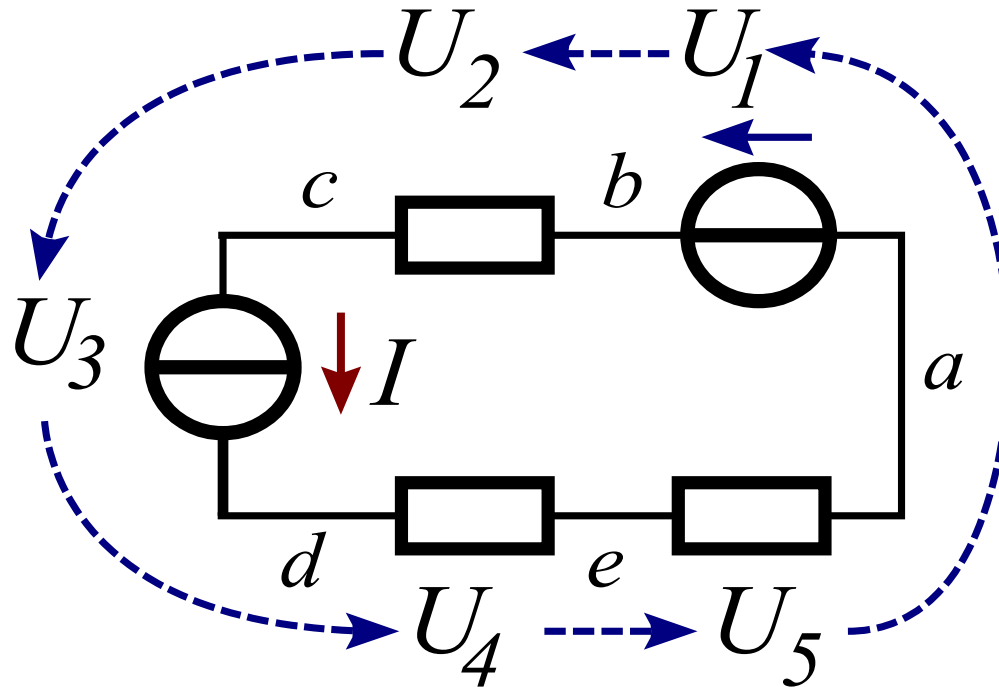
k oder $k-1$ Knotengleichungen?



Veranschaulichung
des Verlustes einer
Knotengleichung:
Bei a priori
ausgeglichener
Strombilanz, d.h.
 $I_{Ein} = I_{Aus} = I$
gibt es statt k nur
 $(k-1)$ unabhängige
Knotengleichungen



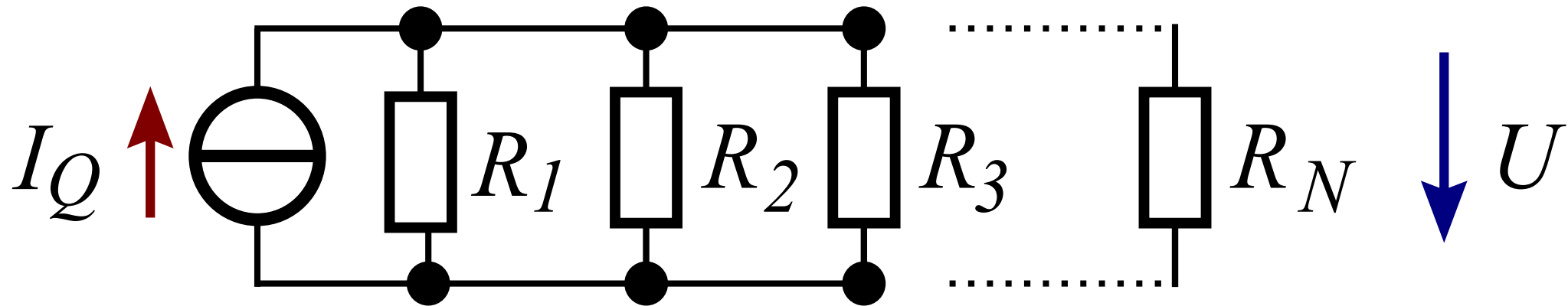
Maschenregel



Die Maschenregel als Konsequenz der Energieerhaltung:
Weil ein Ladungsträger auf dem Weg $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow \dots$ zurück nach a keine Energie gewinnen kann, ist die Summe aller Spannungen Null



Stromteiler

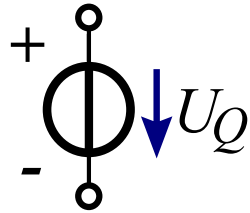


Skizze eines Stromteilers. Stromteiler sind Netze, bei denen alle Komponenten parallel geschaltet sind. Über allen fällt daher die gleich Spannung ab und der Strom wird aufgeteilt

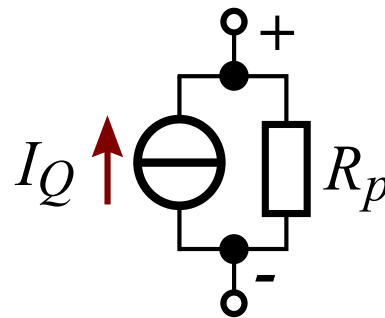
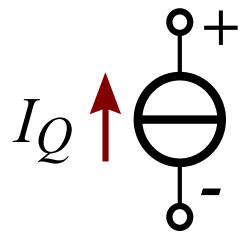
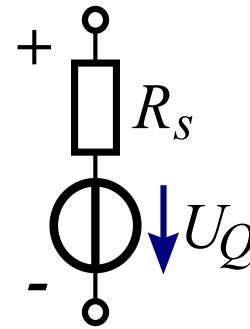


Reale Quellen

Idealfall



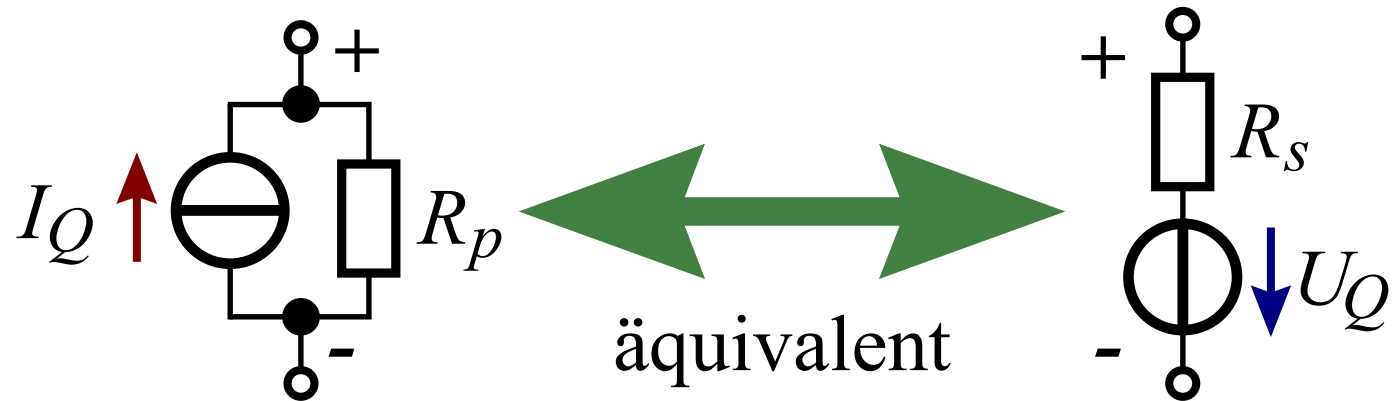
Modell der Wirklichkeit



Ideale und reale Spannungs- und Stromquellen. Die Abweichungen vom Idealfall werden näherungsweise durch einen zusätzlichen Widerstand berücksichtigt

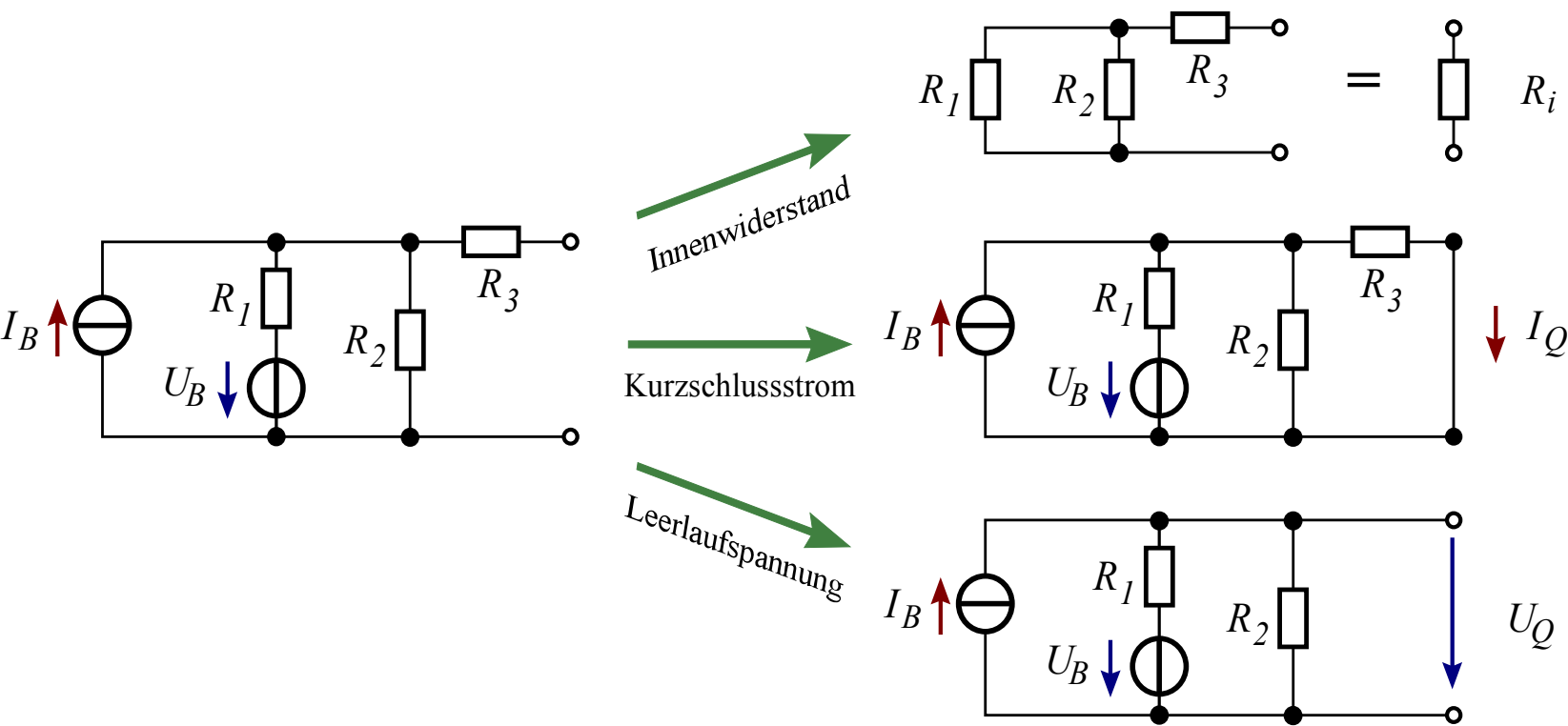


Quellenumrechnung



Beispiel für das Ersetzen von Parallelschaltungen durch Reihenschaltungen: Reale Strom- und Spannungsquellen können ineinander umgerechnet werden

Konstruktion von Ersatzspannungsquellen

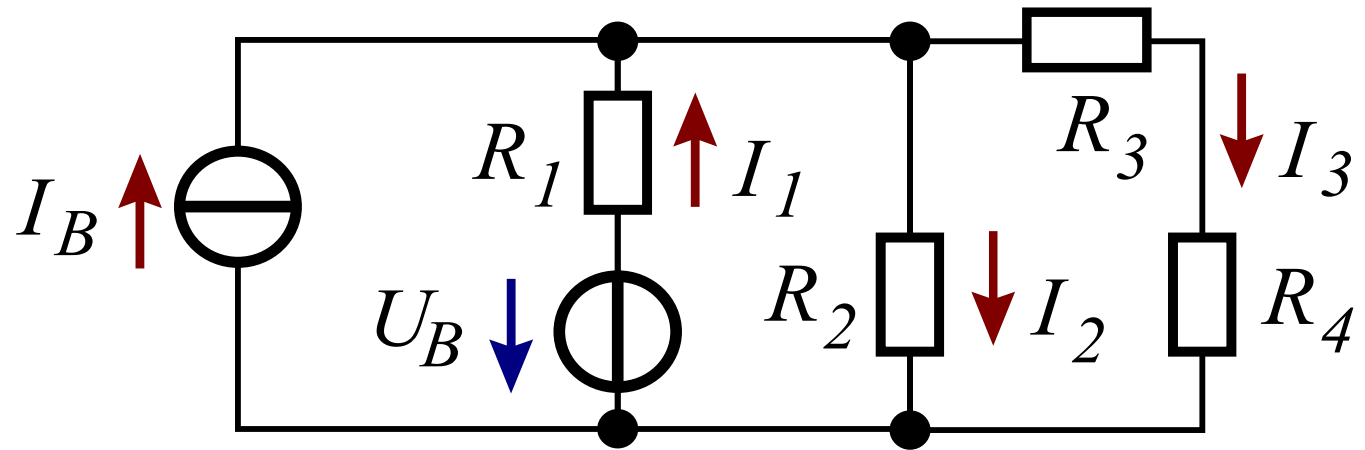


Grafische Darstellung eines Beispiels zur Bestimmung der Parameter von Realen Ersatzquellen.

Für die Bestimmung der Leerlaufspannung ist der Widerstand R_3 irrelevant



Beispielschaltung



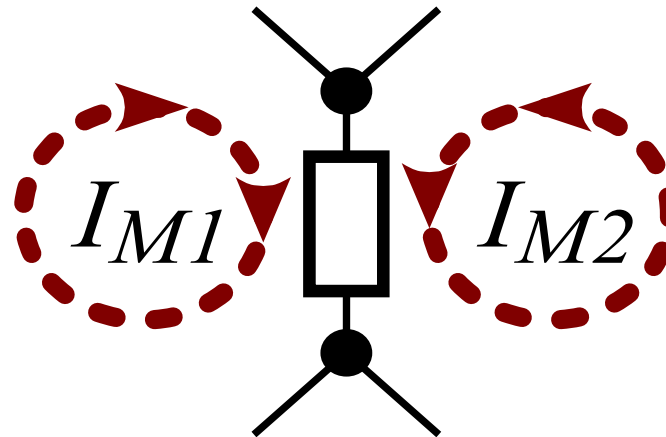
Beispielschaltung zur
Illustration
der Systematisierung
der Lösung der
Kirchhoff'schen
Gleichungen

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = U_B$$

$$I_2 R_2 - I_3 (R_3 + R_4) = 0$$

$$I_B + I_1 = I_2 + I_3$$

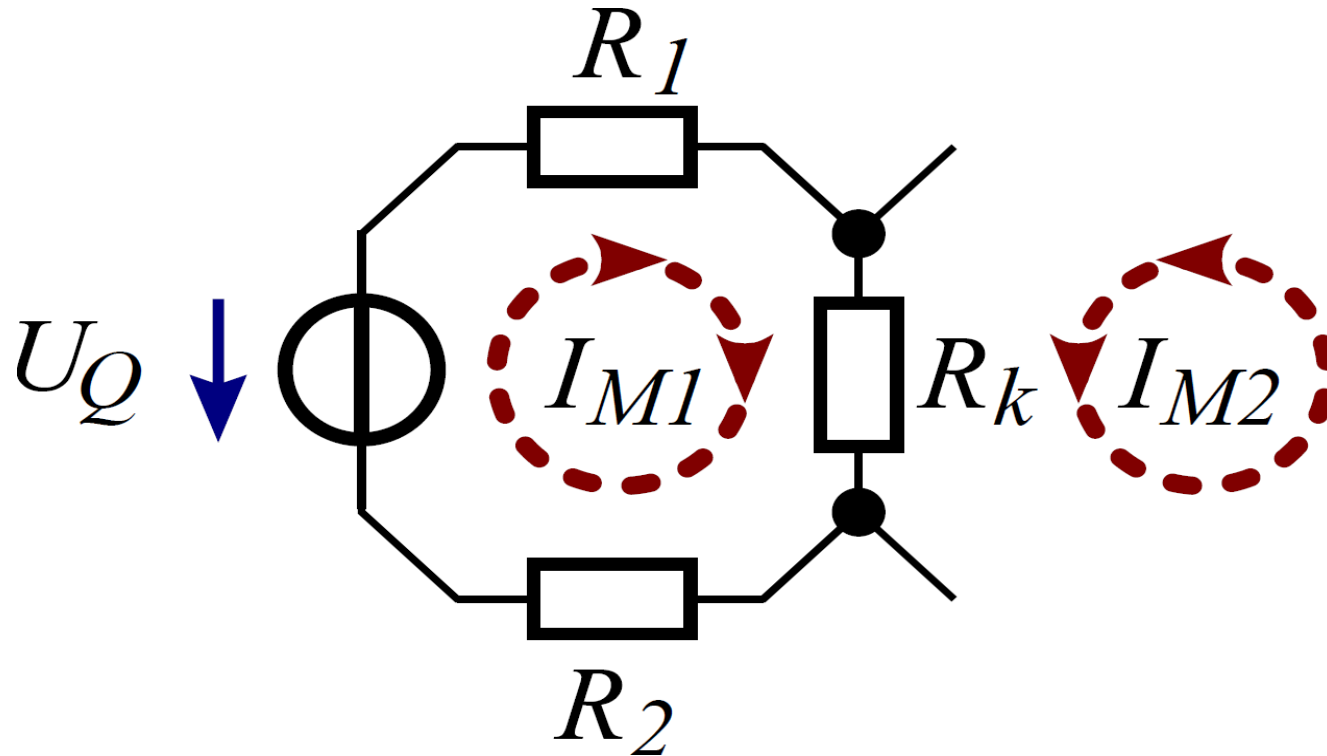
Maschenstromverfahren



Der Kerngedanke des Maschenstrom-Verfahrens: Der Strom durch ein Bauteil, hier ein Ohm'scher Widerstand, wird als Summe der Maschenströme angegeben,

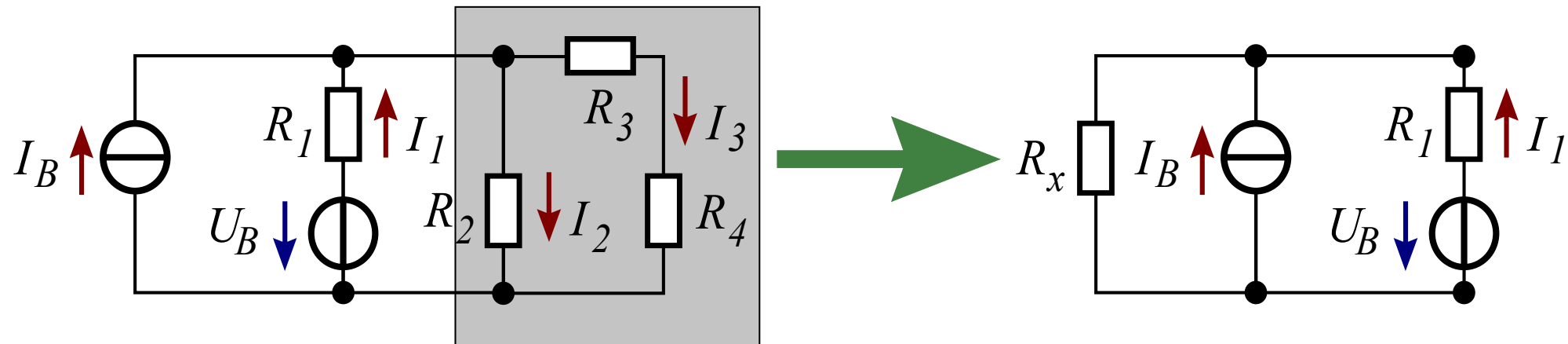
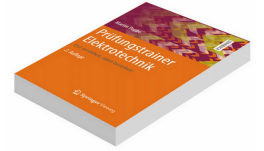


Maschen-Spannungsbilanz



Spannungsbilanz einer Masche. Sie wird in zwei Schritten erstellt: zunächst die Masche allein (hier: I_{M1}), dann um die angrenzenden Maschenströme (hier: I_{M2}) erweitert

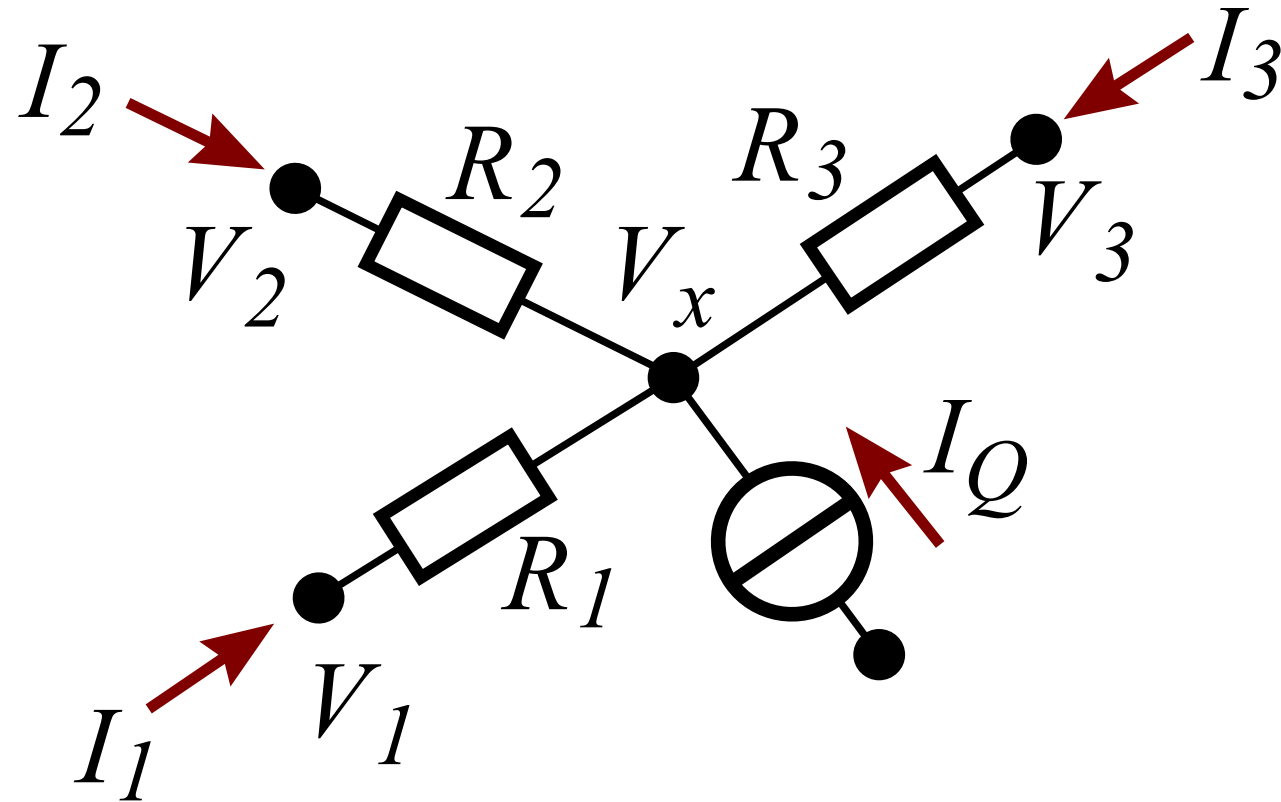
Maschenstrom & ideale Stromquellen



Uminterpretation einer Schaltung zur Vorbereitung des Maschenstrom-Verfahrens: die grau unterlegten Widerstände werden benutzt, um aus der idealen eine reale Stromquelle zu machen.

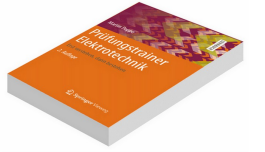


Knotenpotenzial-Verfahren

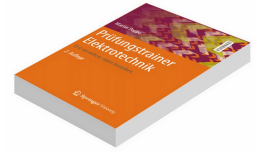


Der Kerngedanke des Knotenpotenzial-Verfahrens: Zum Aufstellen der Knotenmatrix reicht eine Betrachtung aller unmittelbaren Nachbarschaften

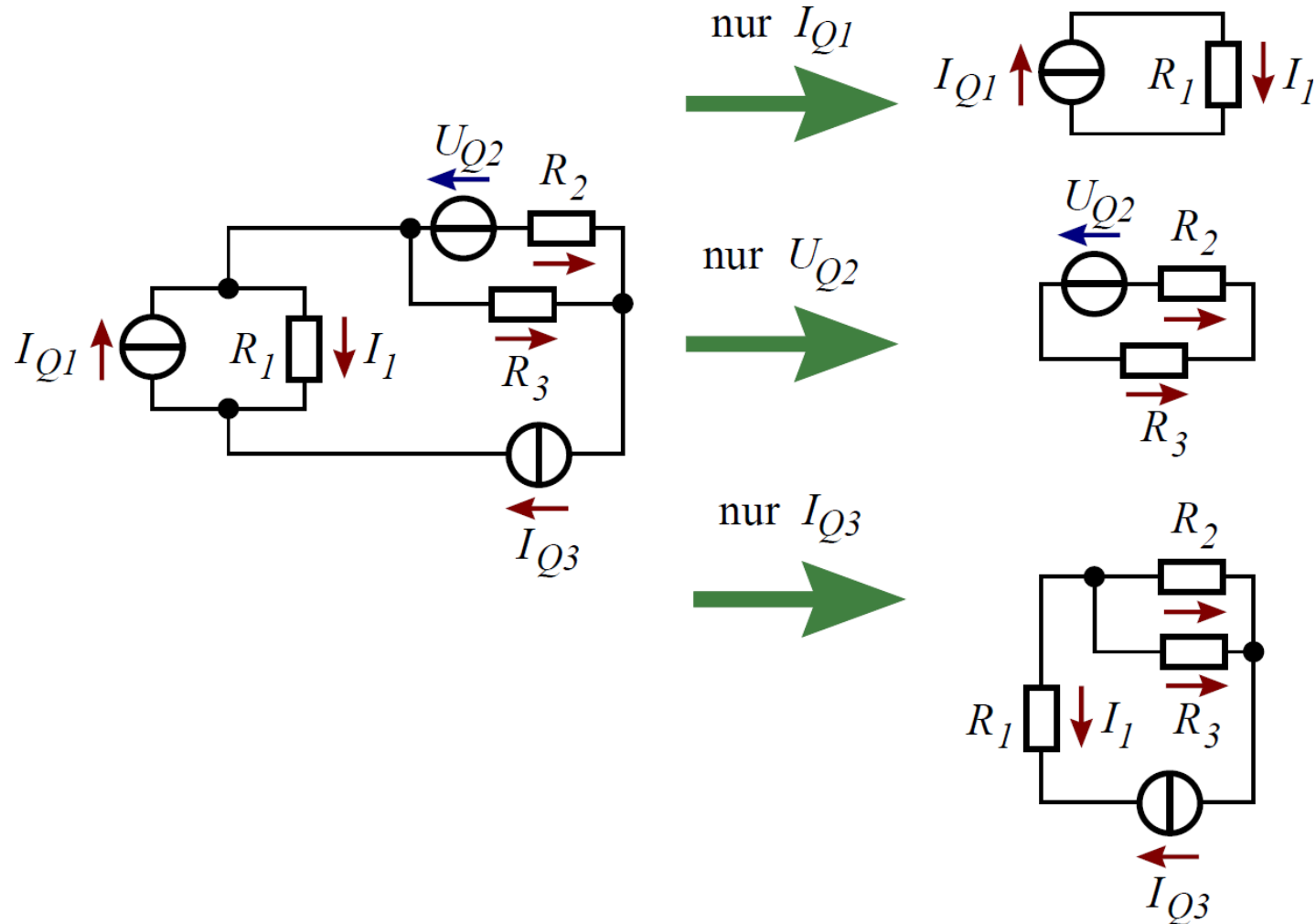
Knotenpotenzial & ideale Spannungsquelle: Doppelknoten



Behandlung idealer
Spannungsquellen im
Rahmen des
Knotenpotenzial-
Verfahrens:
Zwei durch eine ideale
Spannungsquelle
verbundene
Knoten können zu einem
Doppelknoten
zusammengefasst
werden



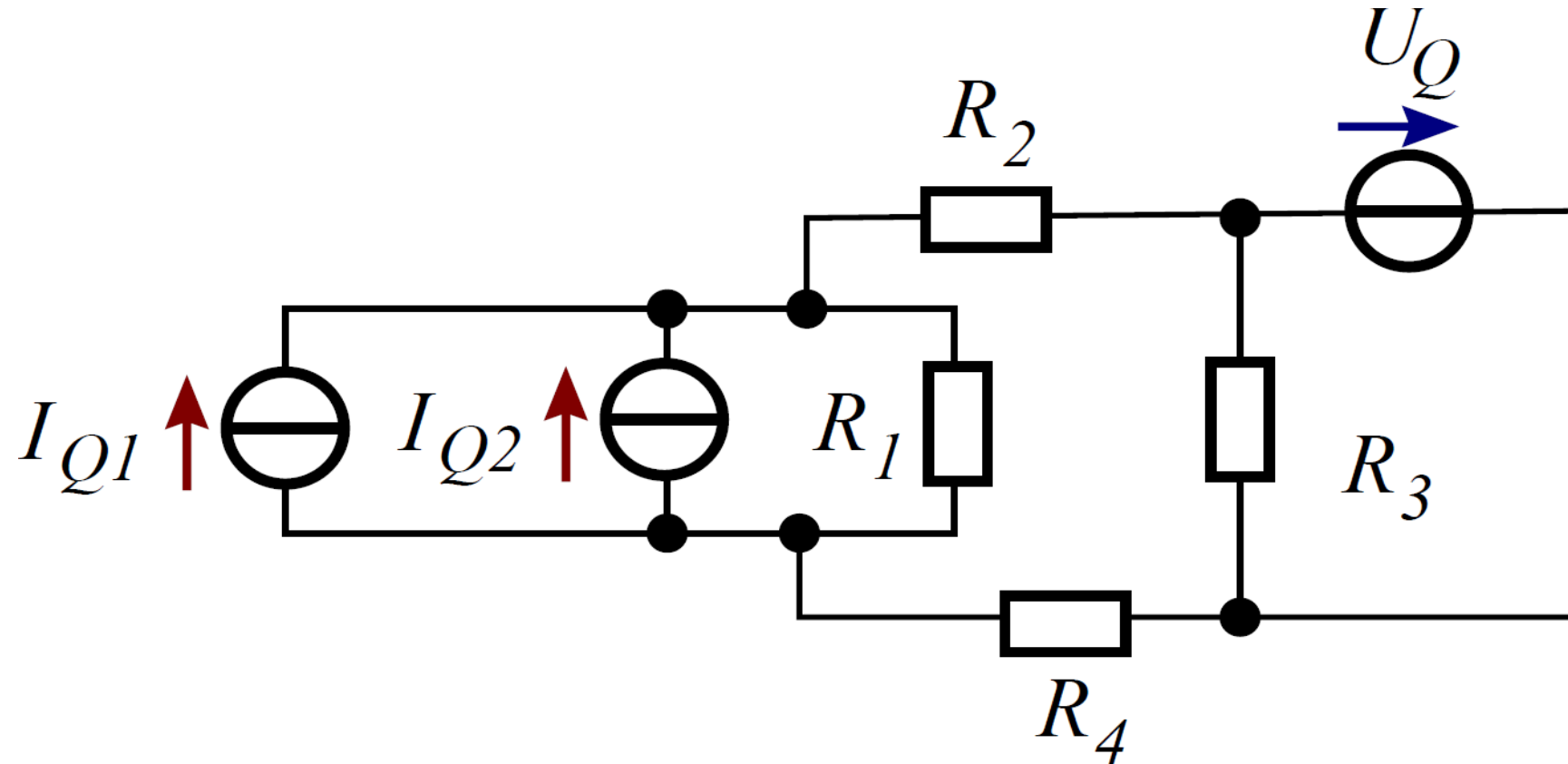
Überlagerungsverfahren



Eine Schaltung mit drei Quellen (links) und die zur Berechnung nach dem Überlagerungssatz dienenden Teilschaltungen (rechts)



Netzwerkanalysebeispiel

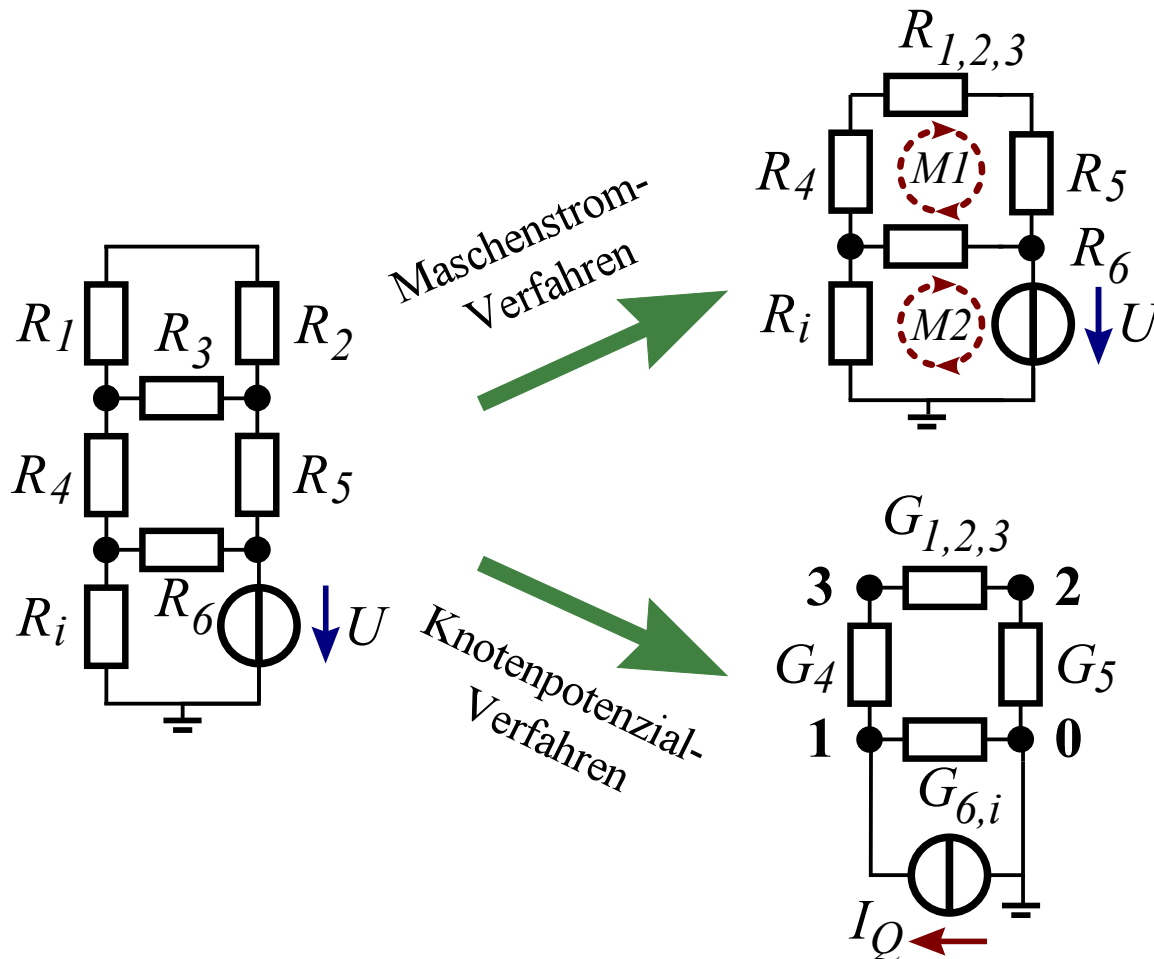


Aufgabe:

Bestimmen Sie den Strom durch den Widerstand R_3 mithilfe des Überlagerungsverfahrens



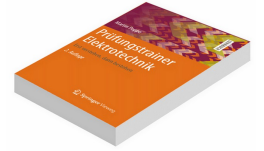
Netzwerkanalysebeispiel



Aufgabe & Lösung:
Zeichnerische
Vorbereitung der
beiden Standard-
Analyseverfahren:

Widerstände werden
zusammengefasst,
Maschenströme und
Knotennummern
definiert.

Für das
Knotenpotenzial-
Verfahren wird die
Spannungsquelle in
eine Stromquelle
umgerechnet



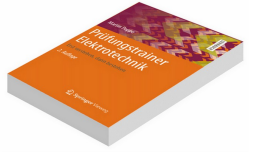
Messung kleiner Ströme



Aufgabe:
Eine Spannungsquelle,
zwei Multimeter und ein
unbekanntes,
als Geschenk
verpacktes Gerät,
welches bei 1,5 V
Nur 10 Mikrowatt
verbraucht.

Wie genau schließen
Sie die mit dem im
Karton versteckten
Geschenk zusammen,
um dessen
Leistungsaufnahme
möglichst genau zu
bestimmen?

Passau und Kirchhoff



Aufgabe:
In Passau fließen drei Flüsse zusammen.
Welche Größe ist dabei erhalten und was hat das mit Gustav Robert Kirchhoff zu tun?