



Grundlagen der Elektrotechnik I

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

University of Applied Sciences Berlin



Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley GdE I 1/25

Teil II

Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken





- Zählpfeilsysteme
- @ Grundgesetze elektrischer Netzwerke
 - Vorbemerkungen
 - Kirchhoffsche Sätze
 - Reihen- und Parallelschaltung
- Reale Quellen
 - Elemente realer Quellen
 - Bestimmung von Ersatzquellen
- Überlagerungsprinzip

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

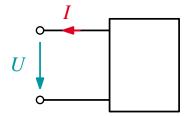
3/25

Abschnitt 2.1

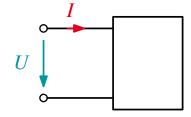
Zählpfeilsysteme



Definition an einem allgemeinen Zweipol



Stromrichtung einer Quelle



Stromrichtung eines Verbrauchers

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

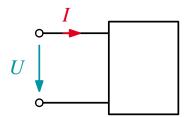
GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken 5/25



Verbraucher-Zählpfeilpfeilsystem

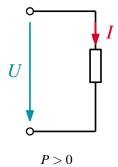


2.1 – ZÄHLPFEILSYSTEME

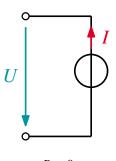


Stromrichtung eines Verbrauchers

Verbraucher im VZS



Erzeuger im VZS



P < 0

Abschnitt 2.2

Grundgesetze elektrischer Netzwerke

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

7/25

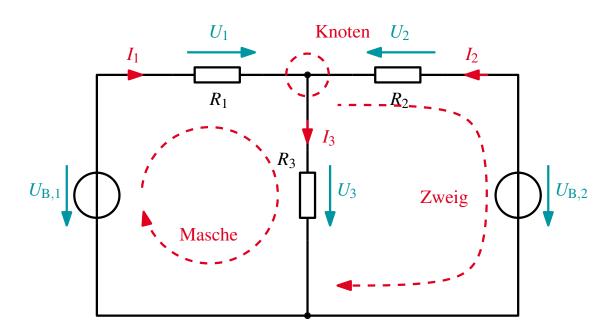


Grundbegriffe der Netzwerktechnik



2.2 – Grundgesetze elektrischer Netzwerke

Vorbemerkungen



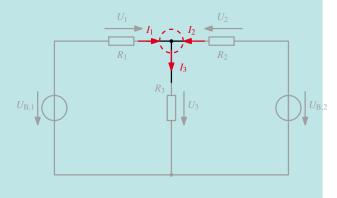




1. Kirchhoffscher Satz (Kirchhoff's Current Law)

Die vorzeichenrichtige Summe aller Ströme, die einem Knoten zu- oder abfließen ist Null.

$$\sum_{k=1}^{N} I_k = 0$$



Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

9/25



2. Kirchhoffscher Satz



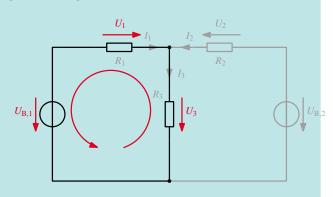
2.2 – Grundgesetze elektrischer Netzwerke

Kirchhoffsche Sätze

2. Kirchhoffscher Satz (Kirchhoff's Voltage Law)

Die vorzeichenrichtige Summe aller Spannungen in einer Masche ist Null.

$$\sum_{k=1}^{N} U_k = 0$$



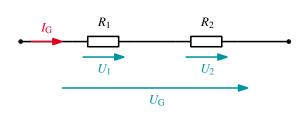


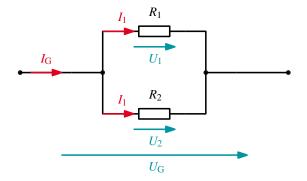
Reihenschaltung

$$R_{\rm ges} = R_1 + R_2$$

Parallelschaltung

$$rac{1}{R_{
m ges}} = rac{1}{R_1} \, + \, rac{1}{R_2}$$





Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

11/25

Abschnitt 2.3

Reale Quellen



Was ist eine ideale Strom- oder Spannungsquelle?

- Beschreibung
- Kennlinie

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

13/25



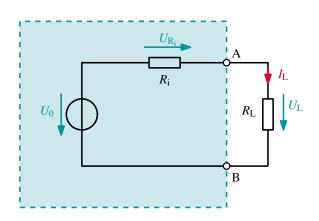
Reale Quelle - Bleibatterie

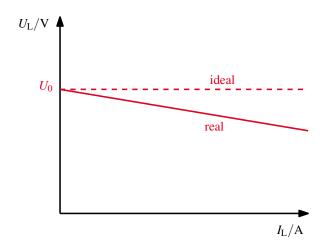


2.3 – REALE QUELLEN









Reale Spannungsquelle

$$U_{\mathrm{A}} = U_{\mathrm{0}} - R_{\mathrm{i}}I_{\mathrm{L}} = U_{\mathrm{0}}\left(1 - rac{R_{\mathrm{i}}}{R_{\mathrm{i}} + R_{\mathrm{L}}}
ight)$$

U₀: Leerlaufspannung

Ri: Innenwiderstand der Quelle

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

15/25

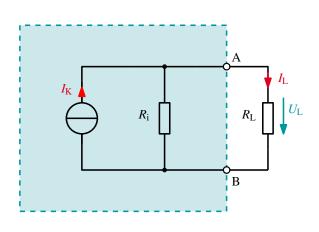


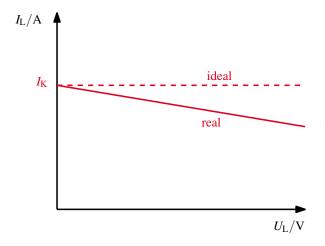
Reale Stromquellen



2.3 – REALE QUELLEN

Elemente realer Quellen





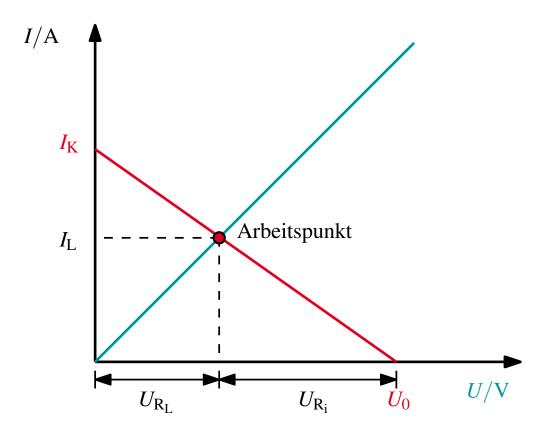
Reale Stromquelle

$$I_{\mathrm{L}} = I_{\mathrm{K}} - rac{U_{\mathrm{A}}}{R_{\mathrm{i}}}$$

 $I_{\rm K}$: Kurzschlussstrom

 R_i : Innenwiderstand der Quelle

2.3 – REALE QUELLEN Elemente realer Queller



Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

17/25

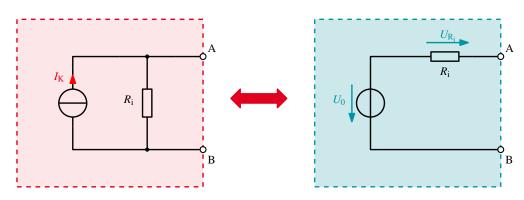


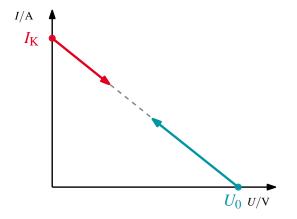
Umwandlung von Strom- und Spannungsquellen



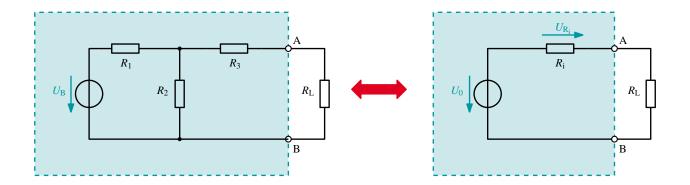
2.3 – REALE QUELLEN

Elemente realer Quellen









Anwendung einer äquivalenden Ersatzspannungsquelle

- Die Schaltungen haben gleiches Klemmenverhalten
- Berechnungen für die Last erfolgen mit einer einfacheren Schaltung

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

19/25

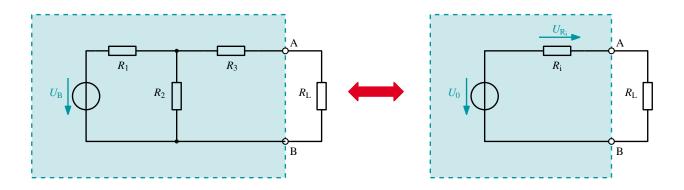


Ersatzquellen und deren Bestimmung



2.3 – REALE QUELLEN

Bestimmung von Ersatzquellen



Bestimmung der Elemente einer äquivalenden Ersatzspannungsquelle

- Bestimmung R_i:
 - Spannungsquellen durch Kurzschluss ersetzen, Stromquellen durch offene Stellen
 - Von den Klemmen A und B aus gesehen den Gesamtwiderstand bestimmen
- Bestimmung U_0 :
 - Bestimmung der Leerlaufspannung an der Originalschaltung

Abschnitt 2.4

Überlagerungsprinzip

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

21/25

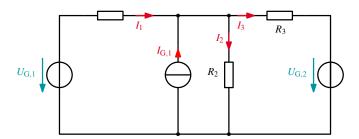


Superpositionsprinzip (Überlagerungssatz)



24 – ÜBERI AGERLINGSPRINZIP

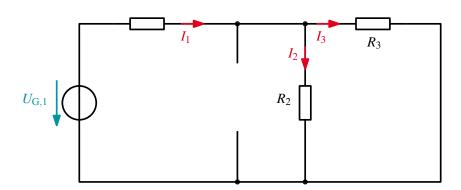
■ Berücksichtigung der Wirkungen mehrerer Quellen



Verfahren

- Eintragen von Strom- und Spannungspfeilen
- Berechnung der Teilwirkungen der einzelnen Quellen
 - Andere Stromquellen werden durch offene Stellen ersetzt
 - Andere Spannungsquellen werden durch Kurzschlüsse ersetzt
- Überlagerung der Teilwirkungen zur Gesamtwirkung





Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

GdE I Teil 2: Grundlagen der Berechnungen in elektrischen Netzwerken

23/25



Beispiel: Superpositionsprinzip – 2



2.4 – ÜBERLAGERUNGSPRINZIP

