

Lernzettel

Netzwerke und Schaltungen: Quellen,
Kirchhoffsche Sätze, Widerstandsnetze,
Nichtlineare Netzwerkelemente

Universität: Technische Universität Berlin
Kurs/Modul: Grundlagen der Elektrotechnik (GLET)
Erstellungsdatum: September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Grundlagen der Elektrotechnik (GLET)

Lernzettel: Netzwerke und Schaltungen: Quellen, Kirchhoffsche Sätze, Widerstandnetze, Nichtlineare Netzwerkelemente

(1) Quellen. Ideale Spannungs- und Stromquellen bilden die Basis für Netzwerke. Die folgenden Modelle sind zentral:

Ideale Spannungsquelle. Eine ideale Spannungsquelle liefert eine feste Spannung V_s und besitzt keinen oder vernachlässigbaren Innenwiderstand.

$$V = V_s$$

$$R_{\text{int}} = 0$$

Ideale Stromquelle. Eine ideale Stromquelle liefert einen festen Strom I_s und besitzt keinen oder vernachlässigbaren Innenwiderstand.

$$I = I_s$$

$$R_{\text{int}} = 0$$

Thevenin- und Norton-Äquivalente. Jedes lineare Netzwerk kann an zwei Klemmen durch eine einfache Quelle ersetzt werden.

$$V_{\text{oc}} = V_{\text{th}}$$

$$R_{\text{th}} = R_{\text{eq}} \text{ (mit deaktivierten Quellen)}$$

$$I_{\text{N}} = \frac{V_{\text{th}}}{R_{\text{th}}}$$

$$V_{\text{th}} = I_{\text{N}} R_{\text{th}}$$

Thevenin-äquivalent: eine Spannungsquelle V_{th} in Serie mit R_{th} .

Norton-äquivalent: eine Stromquelle I_{N} in Parallel zu R_{th} .

Hinweise. Die Transformationsformeln gelten für lineare Bauelemente; bei Nichtlinearitäten ist Vorsicht geboten und Thevenin/Norton gilt nur in der Umgebung eines festen Arbeitspunktes.

(2) Kirchhoffsche Sätze. Klar definierte Globallaws für Netzwerke:

Kirchhoffsche Stromsatz (KCL). Die Summe der Ströme an einem Knoten ist gleich Null.

$$\sum_k I_k = 0$$

Kirchhoffsche Spannungssatz (KVL). Die Summe der Spannungen in einer geschlossenen Masche ist Null.

$$\sum_l V_l = 0$$

Anwendung. Die Kirchhoff-Sätze bilden die Grundlage für das Knoten- oder Maschen-Verfahren zur Bestimmung unbekannter Ströme und Spannungen in Netzwerken.

(3) Widerstandsnetze. Widerstände in Netzwerken werden oft zu äquivalenten Widerständen vereinfacht.

Reihenschaltung. Widerstände in Reihe addieren sich.

$$R_{\text{eq}}^{\text{Reihe}} = R_1 + R_2 + \dots$$

Parallelschaltung. Widerstände parallel ergeben den Kehrwert der Summe der Kehrwerte.

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}^{\text{Parallel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Hinweise. Bei Netzwerken mit gemischten Formen oder vielen Knoten bietet sich der Node- oder Mesh-Ansatz an; Delta-Wye-Transformationen sind optionale Werkzeuge, um komplexe Teilnetze zu vereinfachen.

(4) Nichtlineare Netzwerkelemente. Nichtlinearität entsteht, wenn Strom-Spannungs-Beziehungen nicht proportional sind.

Diode (Isotropes Exemplar). Die ideale Ideal-Diode folgt der Dioden-Gleichung

$$I = I_s (e^{V/(nV_T)} - 1)$$

mit $V_T = k_B T / q$ und Parameter n (Leitwertfaktor). Am Raumtemperaturwert $T \approx 300 \text{ K}$ gilt $V_T \approx 26 \text{ mV}$.

Stütz- bzw. Stückweise lineares Modell (PWL). Für eine Diode kann man vereinfacht verwenden:

$$I \approx 0 \quad \text{für } V < V_D$$
$$I \approx \frac{V - V_D}{R_{\text{on}}} \quad \text{für } V \geq V_D$$

mit einer Durchlassschwelle $V_D \approx 0,7 \text{ V}$ (Silizium) und kleinem Einschaltwiderstand R_{on} .

Nichtlineare Widerstände. Widerstände, deren I–V-Kennlinie nicht linear ist, können durch eine allgemeine Funktion beschrieben werden:

$$I = f(V)$$

Hinweis. Nichtlineare Bauelemente erfordern oft Iteration bzw. Beanspruchung der Nichtlinearität in numerischen Berechnungen (z. B. Newton-Verfahren) oder Verwendung von Simulationsmodellen.