

# Lernzettel

## Elektrische Netzwerke

**Universität:** Technische Universität Berlin  
**Kurs/Modul:** Elektrische Netzwerke  
**Erstellungsdatum:** September 20, 2025



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

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Elektrische Netzwerke

**Lernzettel: Elektrische Netzwerke****(1) Grundbegriffe und Darstellungen.**

Netzwerke bestehen aus passiven, linearen Bauteilen und Quellen. Zentrale Konzepte:

- Impedanzen der Grundelemente:  $Z_R = R$ ,  $Z_L = j\omega L$ ,  $Z_C = \frac{1}{j\omega C}$ .
- In Gleich- und Wechselstrom: zeitabhängige Größen sind durch Spannung  $v(t)$  und Strom  $i(t)$  definiert.

**(2) Phasor- und Frequenzbereich.**

Bei sinusförmigen Eingangssignalen gilt im stationären Zustand eine Phasor-Darstellung:

$$V(t) = \Re\{\tilde{V}e^{j\omega t}\}, \quad I(t) = \Re\{\tilde{I}e^{j\omega t}\}.$$

**(3) Laplace- und Fourier-Transformation.**

Für zeitdiskrete oder lineare Systeme wird oft der s-Bereich genutzt.

$$\mathcal{L}\{x(t)\} = X(s) = \int_0^{\infty} e^{-st}x(t) dt, \quad \Re\{s\} > \alpha.$$

Im s-Bereich ersetzen sich die Bauteile durch Impedanzen:

$$Z_C(s) = \frac{1}{sC}, \quad Z_L(s) = sL.$$

**(4) Zweitore und Vierpole (Netzwerkparameter).**

Für Vierpole gelten Streuparameter  $S$  oder Z-Parameter ( $Z_{ij}$ ). Hier eine einfache Darstellung der Z-Parameter:

$$V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2, \quad V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2.$$

**(5) Transienten und Gleichungen der Netzwerke.**

Für Schaltungen mit R, L, C ergeben sich differenzielle Gleichungen. Beispiele:

$$Z_{\text{series}} = Z_R + Z_L + Z_C.$$

$$\frac{1}{Z_{\text{eq}}} = \frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_L} + \frac{1}{Z_C} \quad (\text{Parallelschaltung}).$$

**(6) Kirchhoffsche Gesetze und Netzwerkanalyse.**

- Kirchhoffsche Maschenregel (KML): Summe der Spannungen in einer Masche ist Null.
- Kirchhoffsche Knotensatz (Knotenregel, KCL): Summe der Ströme am Knoten ist Null.

**(7) Thevenin- und Norton-Äquivalente.**

Ersatzschaltungen vereinfachen komplexe Netzwerke:

$$V_{\text{th}} = \text{offene Ausgangsspannung}, \quad R_{\text{th}} = \frac{V_{\text{oc}}}{I_{\text{short}}}.$$

Thevenin- bzw. Norton-Formen liefern equivalentes Verhalten an den betrachteten Ports.

**(8) Maschen- und Knotenverfahren.**

- Maschenstromverfahren: Gleichungen aus Maschen bilden.
- Knotenpotentialverfahren: Knotenpotenziale  $V_k$  als Unbekannte.

**(9) Zweitor-Parameter, Frequenzverhalten und Bodediagramme.**

- Übertragungsfunktion  $H(s) = \frac{V_{\text{out}}(s)}{V_{\text{in}}(s)}$ .
- Bodediagramm: Betrag  $|H(j\omega)|$  und Phase  $\arg H(j\omega)$  gegen  $\log \omega$ .

**(10) Fourier- und Laplace-Transformation im Netzbetrieb.**

Nutze Transformierte, um Reaktionen in Frequenz- oder Zeitbereich zu analysieren:

$$\mathcal{F}\{x(t)\} \rightarrow X(j\omega), \quad \mathcal{L}\{x(t)\} \rightarrow X(s).$$

**(11) Transiente Schaltungen: Beispiele.**

RC-Sprung (Serie):  $v_C(t) = V_0(1 - e^{-t/(RC)})$ ,

Rechteck-zu-R"-Netz:  $i(t) = \frac{V_0}{R}e^{-t/(RC)}$  (R, C in Serie).

**(12) Beispielhafte zeitkontrollierte Schaltungen.**

RL-Sprung (Serie):  $i(t) = \frac{V_0}{R}(1 - e^{-tR/L})$ ,

$v_L(t) = V_0e^{-tR/L}$ .

**(13) Gleichungen für die einfache RLC-Serie (Sprung).**

Für einen Anregungssprung gilt die Standardgleichung

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C}i = 0$$

im Homogenfall (ohne Anregung) bzw. mit Anregung  $V_0$  im inhomogenen Fall.

**(14) Simulation und Tools.**

Für Große Netzwerke: SPICE, MATLAB/Simulink, Scilab. Diese Tools helfen bei der netzwerkweiten Analyse, Transienten und Frequenzantworten.

**(15) Gesellschaftliche Verantwortung.**

Die Netzwerkanalyse unterstützt die Entwicklung sicherer und umweltfreundlicher Energiesysteme. Beachtung von Normen zur sicheren Auslegung, Verhinderung von Gesundheitsgefahren und nachhaltige Netze der Energieversorgung stehen im Vordergrund.

**(16) Zusammenfassung.**

- Verstehen der passiven Bauteile durch Impedanzen.
- Umwandlung zwischen Zeit- und Frequenzbereich.
- Anwendung der Kirchhoffschen Gesetze, Thevenin/Norton, Übertragungsfunktionen.
- Transiente Reaktionen in einfachen Netzen (RC, RL, RLC).
- Simulationstools für große Netze.