

Grundlagen der Elektrotechnik



Güte eines Resonanzkreis

TH-Köln 2021

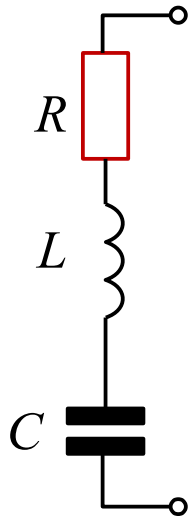
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Güte eines Resonanzkreis

- Resonanzkreis mit Verlusten
- Allgemeine und spezielle Definitionen von Güte
- Serienresonanzkreis mit Widerstand
- Parallelresonanzkreis mit Widerstand
- Übersicht Resonanzkreis mit Widerstand

Resonanzkreis

mit Verlusten

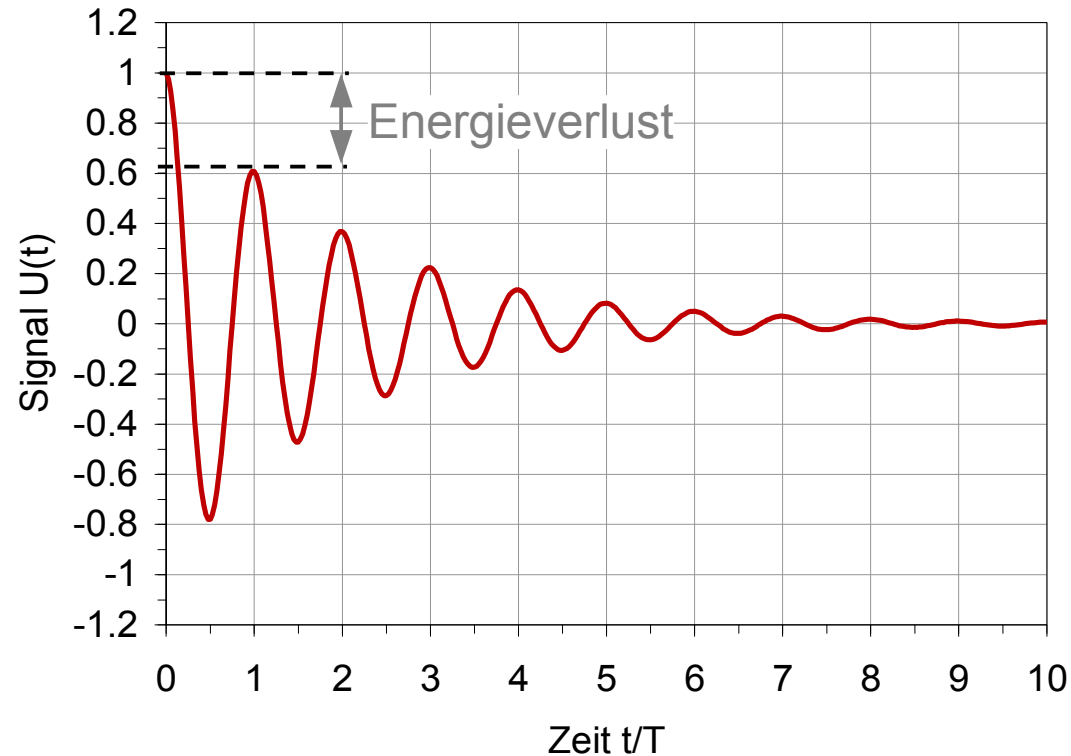
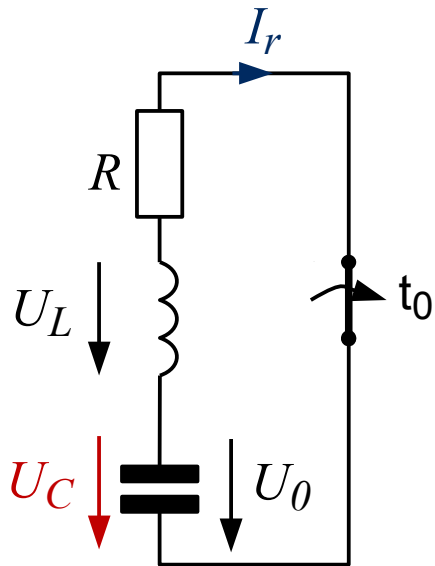


Widerstand repräsentiert z.B.

- Lastwiderstand
- Verluste in Spule und Kondensator
- Zuleitung

Resonanzkreis

mit Verlusten



Allgemeine Definition:

$$\text{Güte } Q = 2\pi \cdot \frac{\text{gespeicherte Energie } E_{\max}}{\text{Energieverlust pro Periode } \Delta E}$$

Auch genannt:

- Qualitätsfaktor
- Engl: quality factor

Güte

Allgemeine Definition:

$$Güte Q = 2\pi \cdot \frac{\text{gespeicherte Energie } E_{max}}{\text{Energieverlust pro Periode } \Delta E}$$

Spezielle Definitionen:

Zeitbereichsmessung: $Güte Q \sim \text{Anzahl der Perioden während der Zeitkonstante } \tau$
 $\approx \pi \cdot f \cdot \tau$ (für große Güten)

Frequenzbereichsmessung: $Güte Q = \frac{f}{\Delta f}$ $\Delta f = \text{Differenz der Frequenzen, bei denen das Signal um } \sqrt{2}$ (3dB) abgefallen ist. (siehe auch folgende Seite)

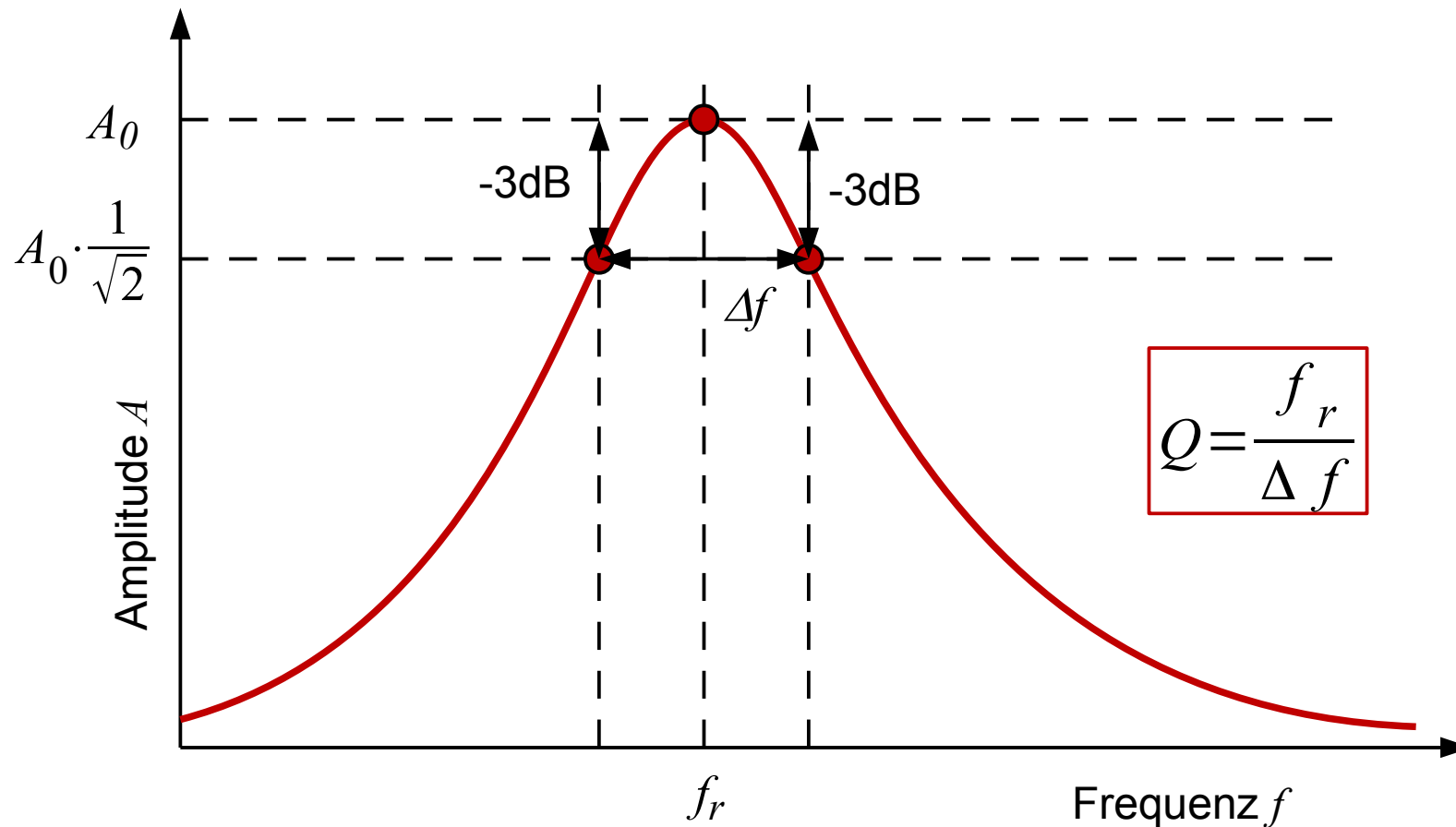
Leistungsmessung: $Güte Q = \frac{\text{Blindleistung}}{\text{Wirkleistung}}$

Impedanzmessung: $Güte Q = \frac{\text{Kennwiderstand } Z_C}{\text{Serienwiderstand } R_S} = \frac{\text{Parallelwiderstand } R_P}{\text{Kennwiderstand } Z_C}$

Spannung / Strom: $Güte Q = \frac{\text{Resonanzspannung } U_r}{\text{Äußere Spannung } U_0} = \frac{\text{Resonanzstrom } I_r}{\text{Äußerer Strom } I_0}$
nur bei Serienresonanz nur bei Parallelresonanz

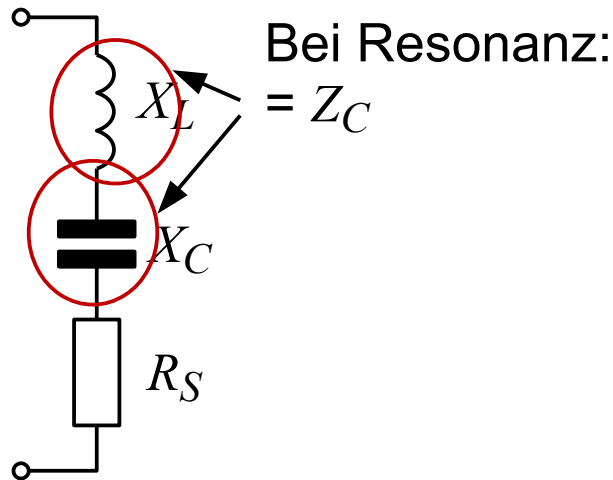
Spezielle Definition der Güte

Häufig verwendet:



Serienresonanzkreis mit Widerstand

Beschreibung der Güte mit Impedanzen



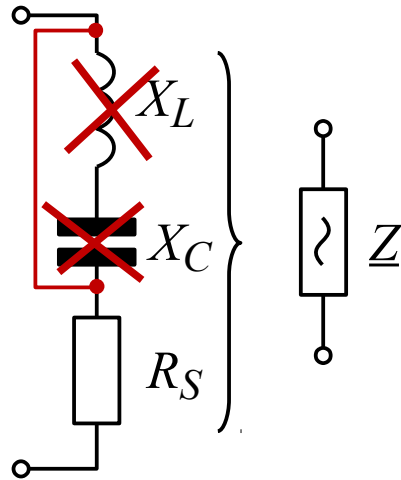
$$Q = \frac{Z_C}{R_S} = \frac{2\pi \cdot f_r \cdot L}{R_S} = \frac{1/(2\pi \cdot f_r \cdot C)}{R_S}$$

Für Interessierte: Herleitung

$$Q = 2\pi \cdot \frac{\text{gesp. Energie}}{\text{Verluste pro Periode}} = 2\pi \cdot \frac{E_L}{P_R / f} = 2\pi \cdot \frac{\frac{1}{2} L \cdot I_{amp}^2}{I_{eff}^2 \cdot R_S / f} = 2\pi \cdot \frac{\frac{1}{2} L \cdot (I_{eff} \cdot \sqrt{2})^2}{I_{eff}^2 \cdot R_S / f} = \frac{2\pi \cdot f \cdot L}{R_S} = \frac{Z_C}{R_S}$$

Serienresonanzkreis mit Widerstand

Beschreibung als komplexe Impedanz

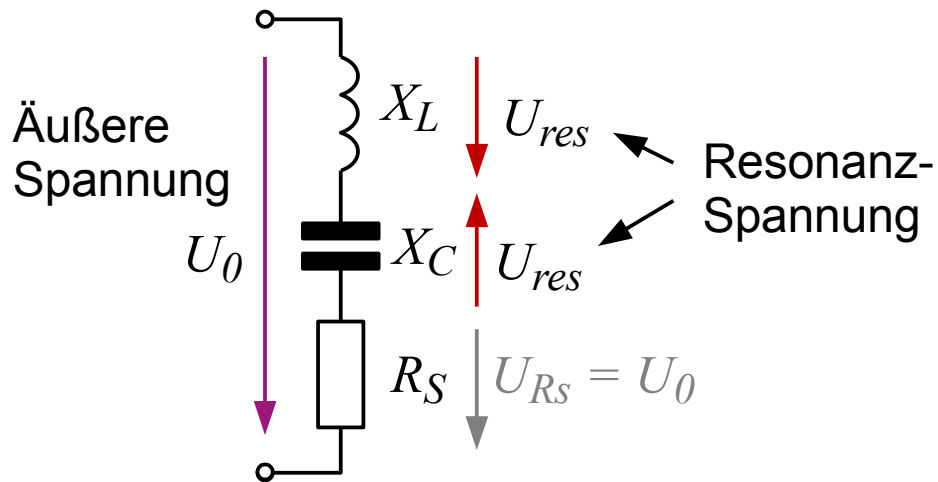


Bei Resonanzfrequenz:

- X_L und X_C kompensieren sich
- $\Rightarrow Z = R_S = \text{rein reell !}$

Serienresonanzkreis mit Widerstand

Spannungsüberhöhung



Bei Resonanz:

$$Q = \frac{U_{res}}{U_0}$$

Für Interessierte: Herleitung

$$Q = \frac{Z_C}{R_S} = \frac{Z_C \cdot I}{R_S \cdot I} = \frac{U_{res}}{U_0}$$

Parallelresonanzkreis mit Widerstand

Bei Resonanzfrequenz:

- Berechnung der Güte aus Leitwerten:

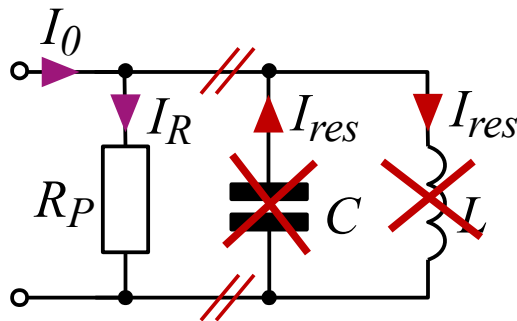
$$Q = \frac{1/Z_C}{1/R_P} = \frac{R_P}{Z_C}$$

- Leitwerte Y_C und Y_L kompensieren sich:

$$\Rightarrow \underline{Z} = R_P = \text{rein reell !}$$

- Stromüberhöhung im Resonanzkreis:

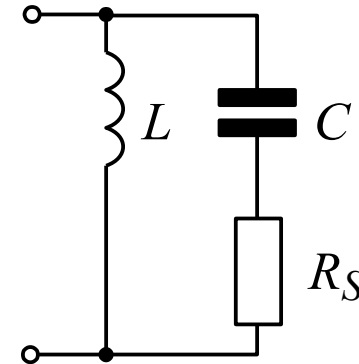
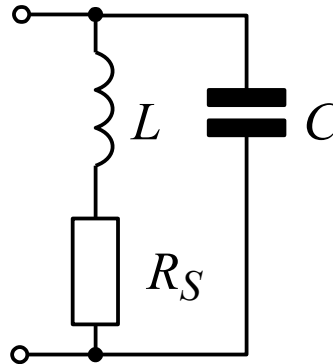
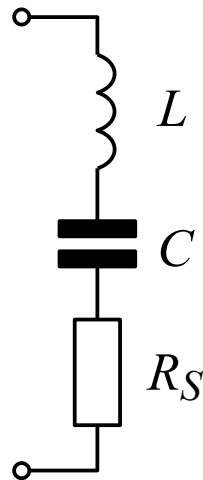
$$Q = \frac{I_{res}}{I_0}$$



Serien- und Parallelwiderstand

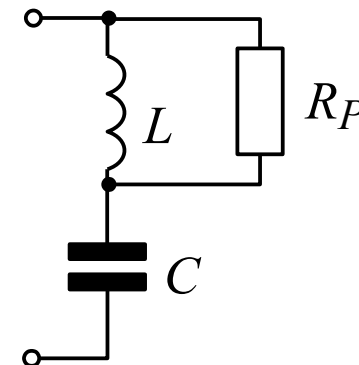
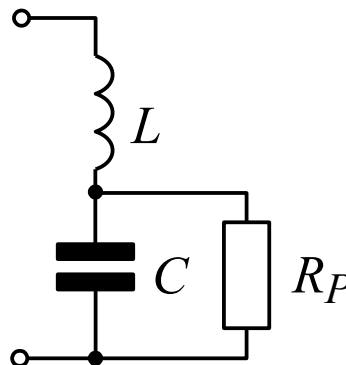
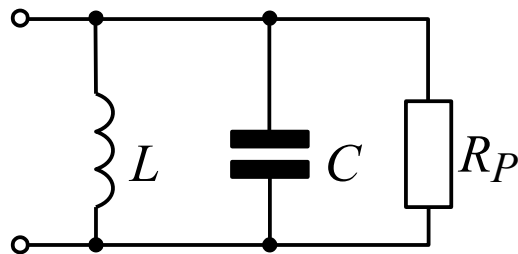
$$Q = \frac{Z_C}{R_S}$$

Gilt, wenn R_S in Serie zu einer der Blindkomponenten geschaltet ist.



$$Q = \frac{R_P}{Z_C}$$

Gilt, wenn R_P parallel zu einer der Blindkomponenten geschaltet ist.



Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,
Fakultät für Informations-, Medien- und
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)

