

# Grundlagen der Elektrotechnik



Resonanzkreis mit Verlusten  
im Frequenzbereich

TH-Köln 2021

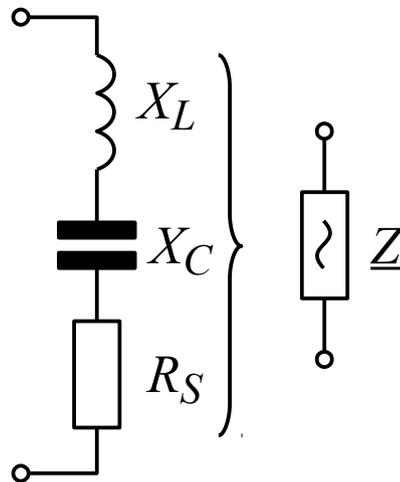
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

# Resonanzkreis mit Verlusten im Frequenzbereich

- Serienresonanzkreis mit Verlusten
  - Gleichungen
  - Frequenzdiagramm
- Parallelresonanzkreis mit Verlusten
  - Gleichungen
  - Frequenzdiagramm
- Übersicht

# Serienresonanzkreis mit Widerstand

Beschreibung als komplexe Impedanz



$$\underline{Z} = R_S + j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

$$|\underline{Z}| = \sqrt{R_S^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

Manchmal gebräuchlich:

Andere Darstellung:

Ohne  $L$ ,  $C$  und  $R_S$ , dafür mit  $\omega/\omega_r$  sowie  $Z_C$  und  $Q$

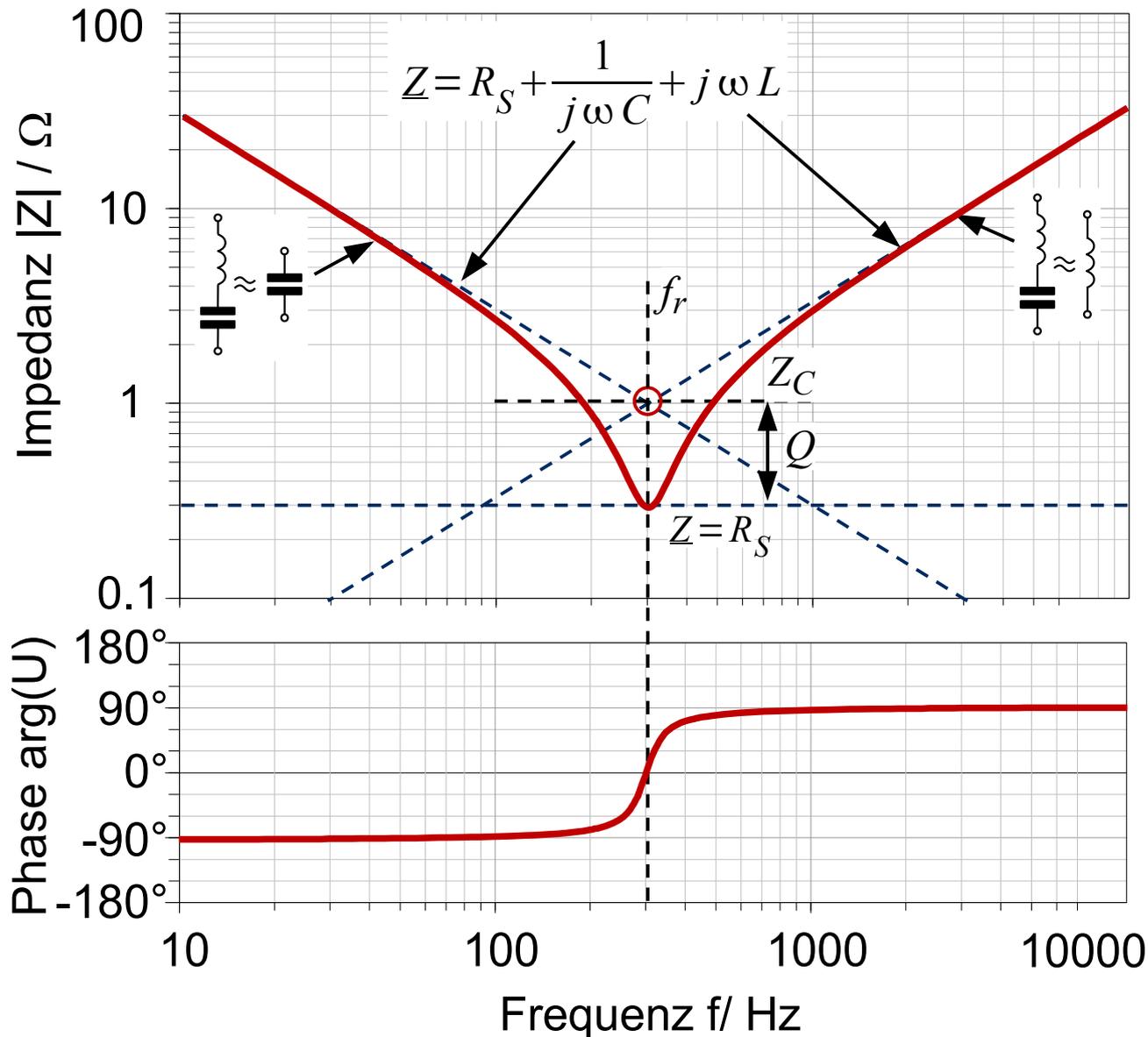
$$\underline{Z} = R + j \cdot Z_C \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right)$$
$$\underline{Z} = Z_C \cdot \left[ \frac{R}{Z_C} + j \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right) \right]$$

} Herleitung

$$\underline{Z} = Z_C \cdot \left[ \frac{1}{Q} + j \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right) \right]$$

# Frequenzverhalten

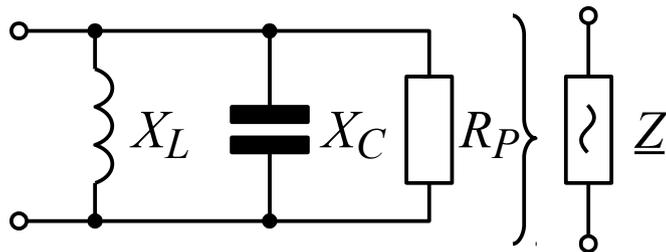
## Serienresonanz, verlustbehaftet



- Bei Resonanzfrequenz ist:
  - $|Z|$  minimal
  - $Z(f_r) = R_S$
  - Spitze ist um Faktor  $Q$  erniedrigt
- $|Z|$  ist hoch für hohe Frequenzen
- und hoch für kleine Frequenzen!

# Parallelresonanzkreis mit Widerstand

Beschreibung als komplexe Impedanz



$$\underline{Z} = R \parallel j\omega L \parallel \frac{1}{j\omega C}$$

$$|\underline{Z}| = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_P^2} + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}}$$

Manchmal gebräuchlich:

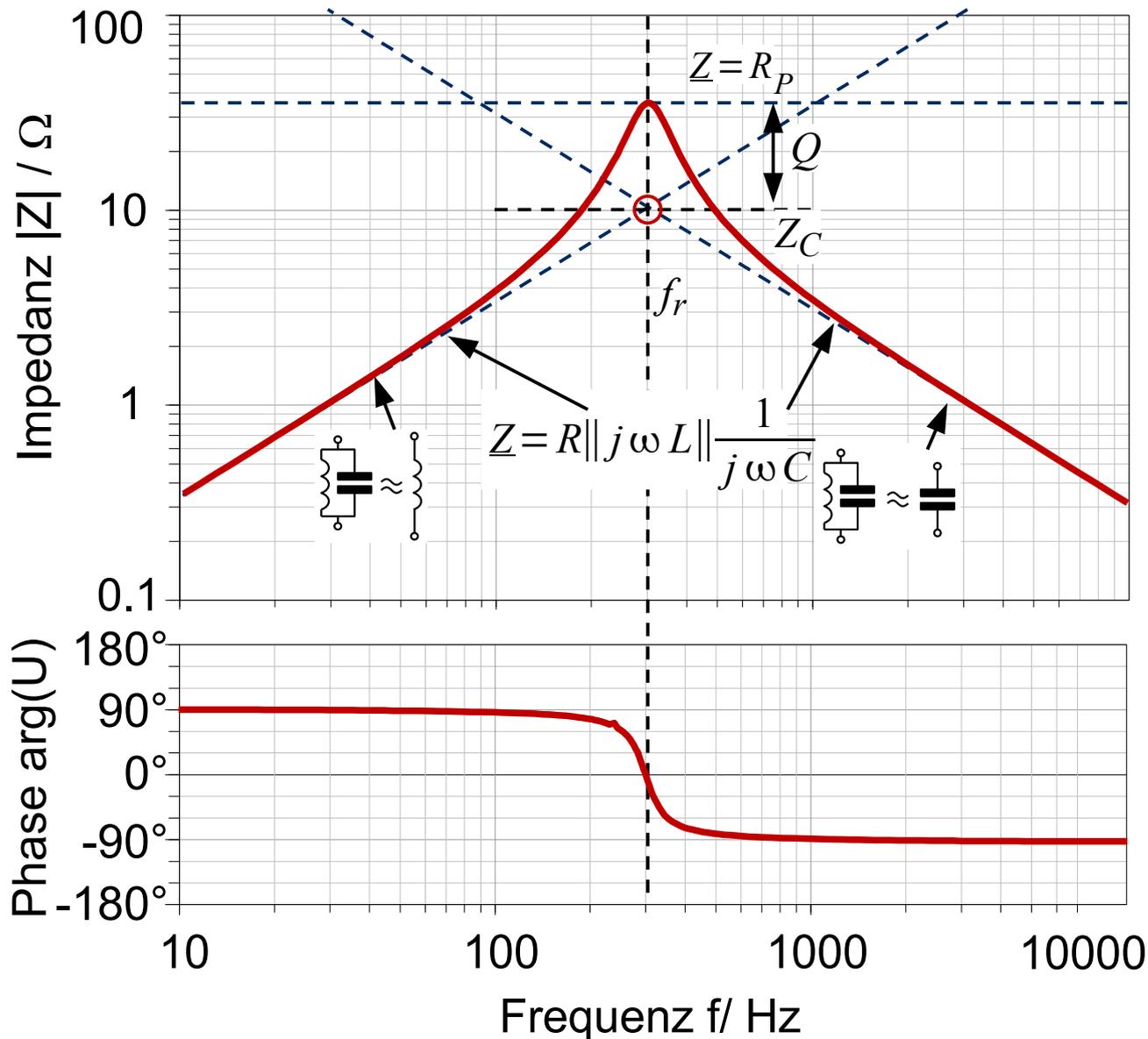
Andere Darstellung:

Ohne  $L$ ,  $C$  und  $R_S$ , dafür mit  $\omega/\omega_r$  sowie  $Z_C$  und  $Q$

$$\underline{Z} = \frac{Z_C}{\frac{1}{Q} + j \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right)}$$

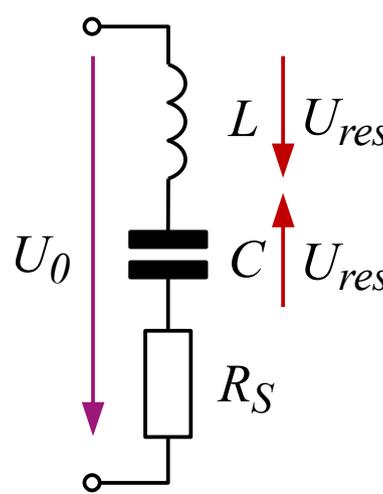
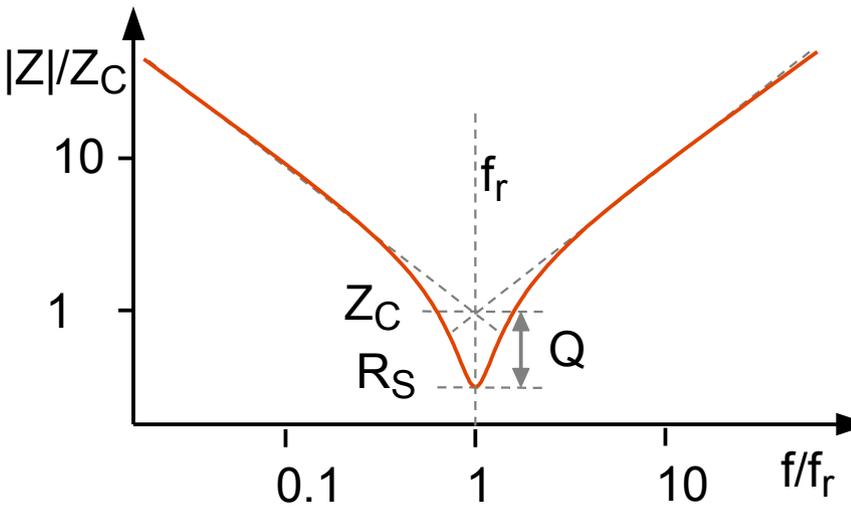
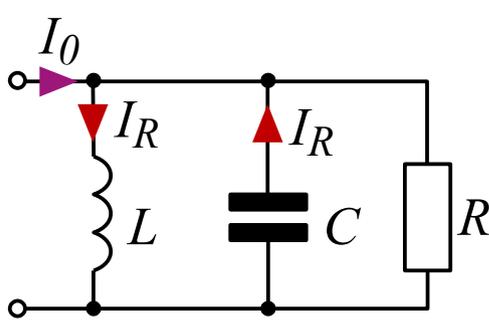
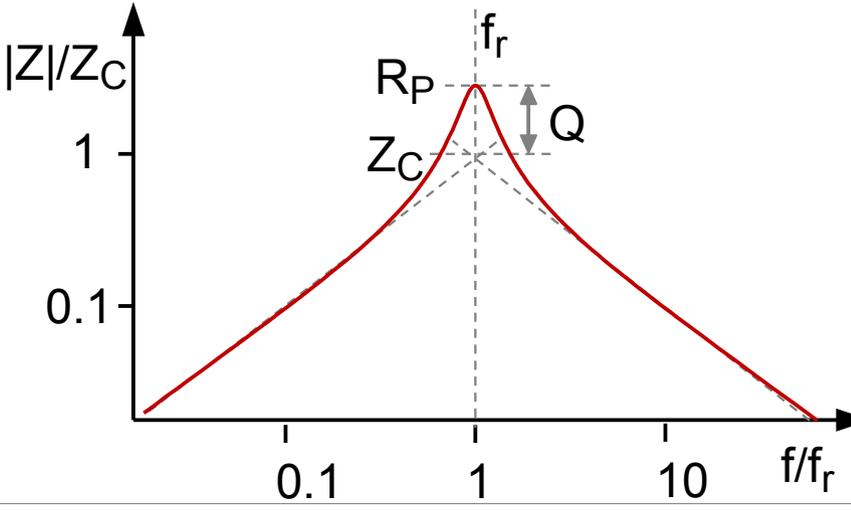
# Frequenzverhalten

## Parallelresonanz, verlustbehaftet



- Bei Resonanzfrequenz ist:
  - $|Z|$  maximal
  - $Z(f_r) = R_p$
  - Spitze ist um Faktor  $Q$  überhöht
- $|Z|$  ist niedrig für hohe Frequenzen
- und niedrig für kleine Frequenzen!

# Resonanzkreise: Übersicht

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Allgemeiner Resonanzkreis</p>  | $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}} \quad Z_C = \sqrt{\frac{L}{C}}$  |  |
| <p>Serienresonanzkreis</p>     | $Q = \frac{Z_C}{R_S}$ $\underline{Z} = Z_C \cdot \left[ \frac{1}{Q} + j \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right) \right]$ $Q = \frac{U_{res}}{U_0}$ |   |
| <p>Parallelresonanzkreis</p>  | $Q = \frac{R_P}{Z_C}$ $\underline{Z} = \frac{Z_C}{\frac{1}{Q} + j \cdot \left( \omega/\omega_r - \frac{1}{\omega/\omega_r} \right)}$ $Q = \frac{I_{res}}{I_0}$              |  |

# 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](mailto:eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de)**

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

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

