

# **Elektrische Filter**

**Sezgin Ceyhan**

10.Mai 2012

---

# elektrische Filter

---

Filter sind Schaltungen die ein elektrisches Signal abhängig von der Frequenz in der Amplitude und Phase verändern.

# Warum Filter?

---

- Verbesserung der Qualität einer Messung
- Störsignale unterdrücken

# Übertragungsfunktion

- Beschreibt das Übertragungsverhalten des Filters
- Verhältnis zwischen  $U_a$  und  $U_e$

$$H(j\omega) = |H(j\omega)| e^{j\varphi(j\omega)}.$$

$$|H(j\omega)| = \sqrt{(\operatorname{Re} H(j\omega))^2 + (\operatorname{Im} H(j\omega))^2} \quad \text{Betrag}$$

$$\varphi(j\omega) = \arctan \left( \frac{\operatorname{Im} H(j\omega)}{\operatorname{Re} H(j\omega)} \right) \quad \text{Phase}$$

# Filter Typen

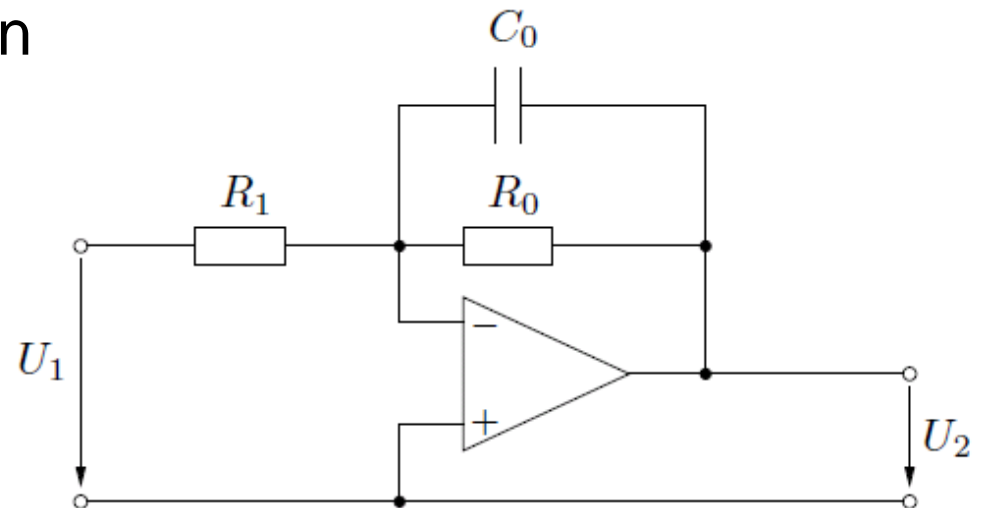
- Passive / Aktive
- Nichtlineare
  - Pegel und Zeitabhängig → Verzerren
- Lineare
  - Pegel und Zeitunabhängig
- Analog
  - Signale werden Zeitkontinuierlich verarbeitet
- Digital
  - Signale können im Zeit und Frequenz bearbeitet werden.

# Passive Filter

- Kombinationen aus Widerständen, Kondensatoren und Spulen.
- Arbeiten ohne externe Spannungsversorgung
- Anfällig bei Lasten ( Übertragungsfunktion)
- hohe Induktivitäten mit Eisenkernen problematisch
- Verstärkung = 1

# Aktive Filter

- bestehen meist aus OPVs o. Transistoren
- externe Spannungsversorgung nötig
- bieten Verstärkungen  $> 1$
- Verzicht auf Induktivitäten
- Lastunabhängig



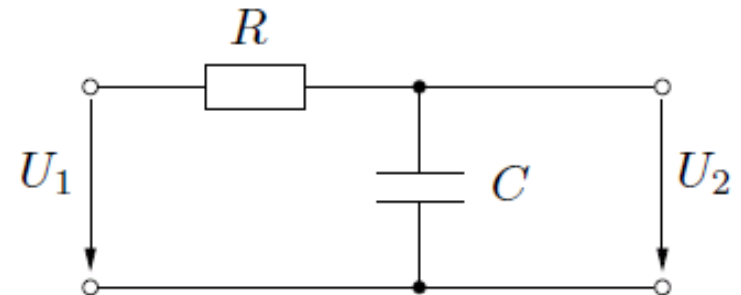
Aktiver Tiefpass 1. Ordnung

# Tiefpass 1. Ordnung

- Signale hoher Frequenzen werden gedämpft
- Übertragungsfunktion

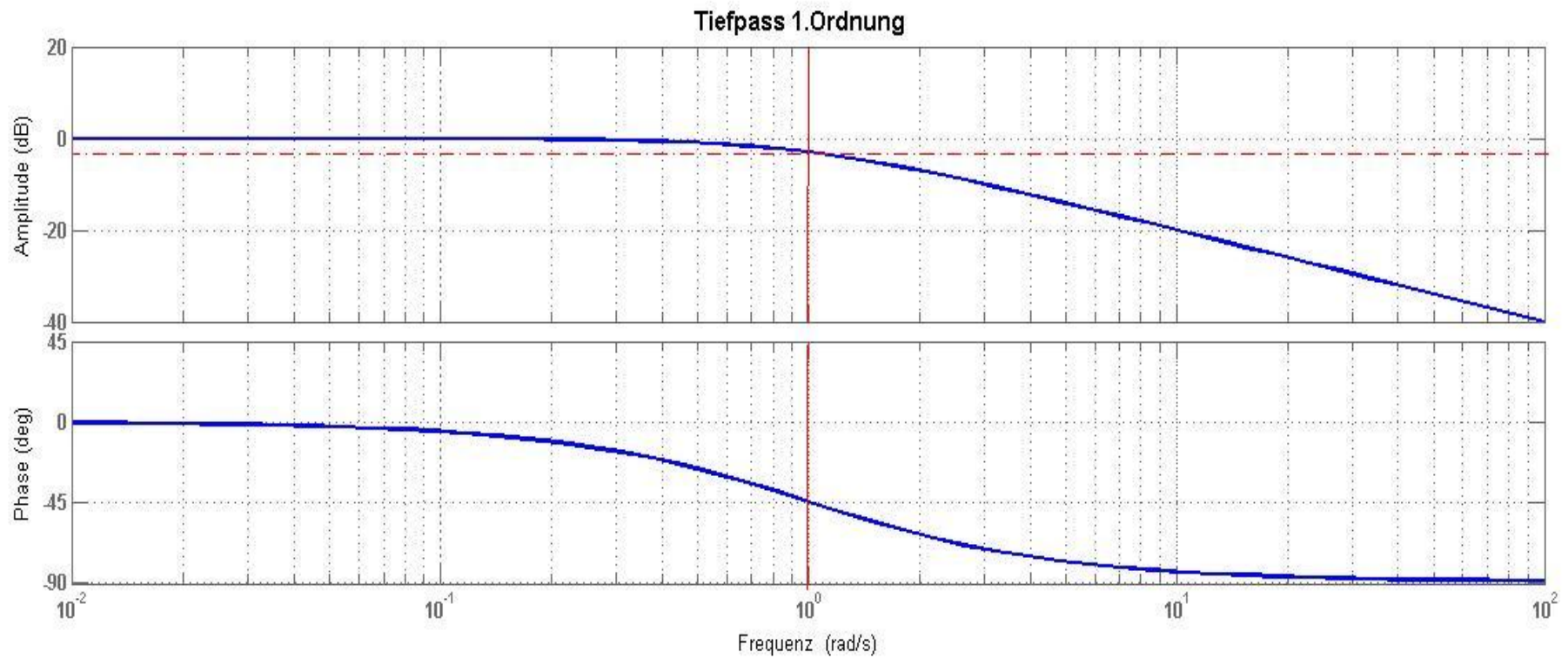
$$H(s) = \frac{U_2(s)}{U_1(s)} = \frac{(1/sC)}{R + (1/sC)} = \frac{1}{1 + sCR}$$

$$f_g = \frac{1}{2\pi RC}$$





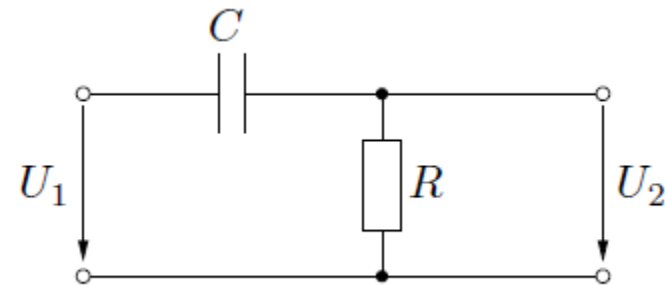
# Tiefpass 1. Ordnung



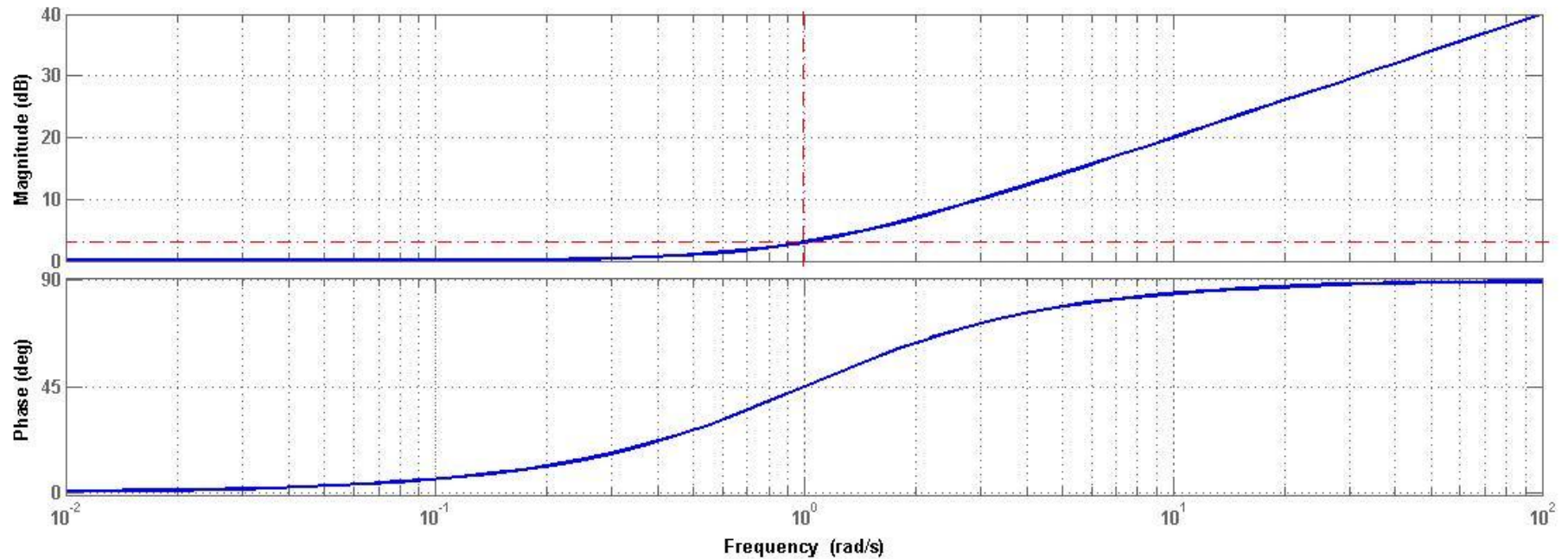
# Hochpass 1. Ordnung

- Signale niedriger Frequenzen werden gedämpft
- Übertragungsfunktion

$$H(s) = \frac{U_2(s)}{U_s(s)} = \frac{R}{R + (1/C)} = \frac{sCR}{1 + sCR}$$

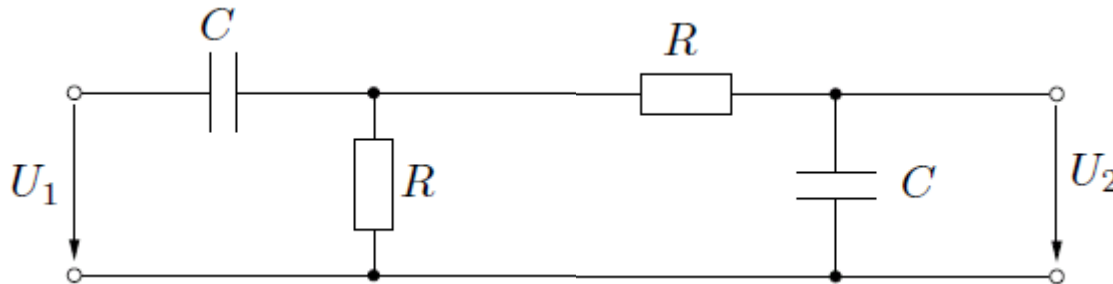


# Hochpass 1. Ordnung

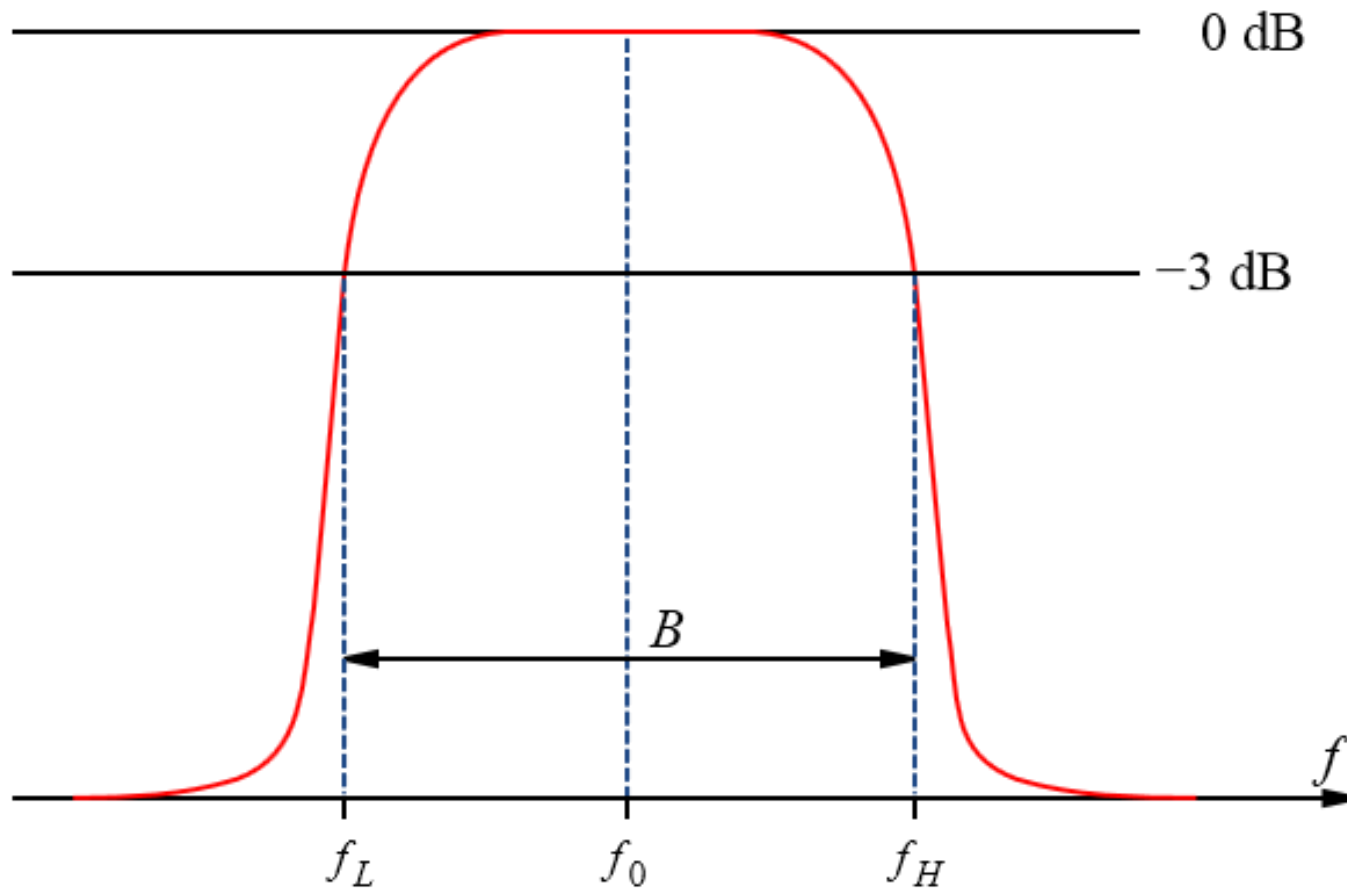


# Bandpass

- Bestimmter Frequenzbereich ungedämpft
- z.B. Reihenschaltung aus Hoch und Tiefpassfilter

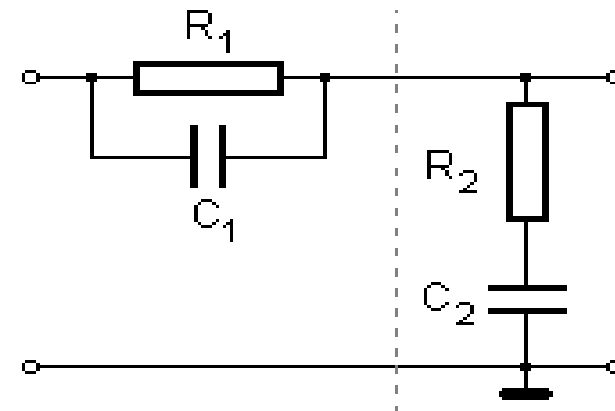


# Bandpass



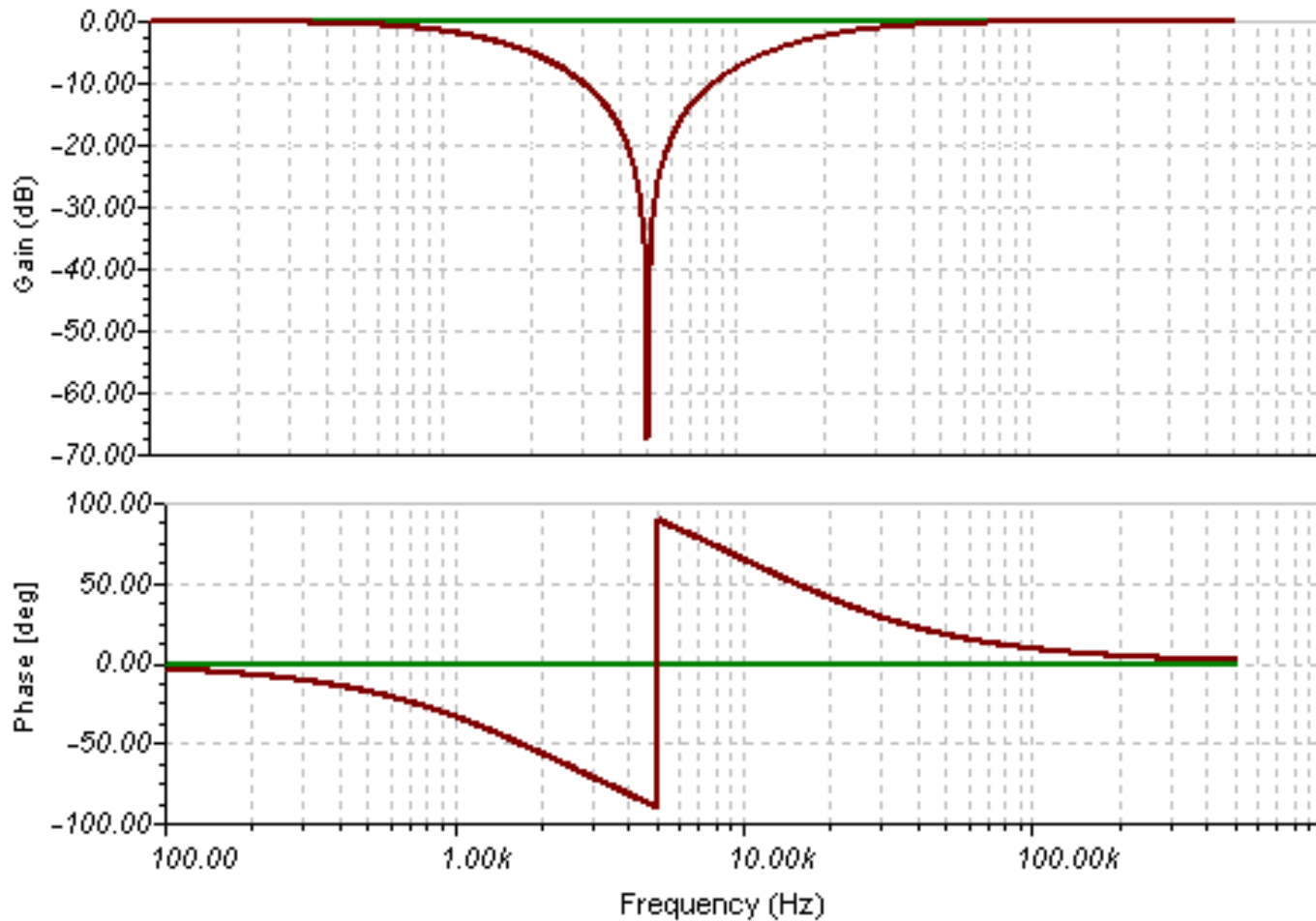
# Bandsperre

- Bestimmter Frequenzbereich gedämpft
- z.B. Parallelschaltung aus Hoch- und Tiefpassfilter



Bandsperre durch Parallelschaltung

# Bandsperre

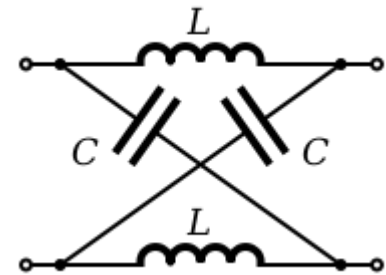


# Allpass

- Amplitudengang bleibt unverändert
- dienen der Signalverzögerung

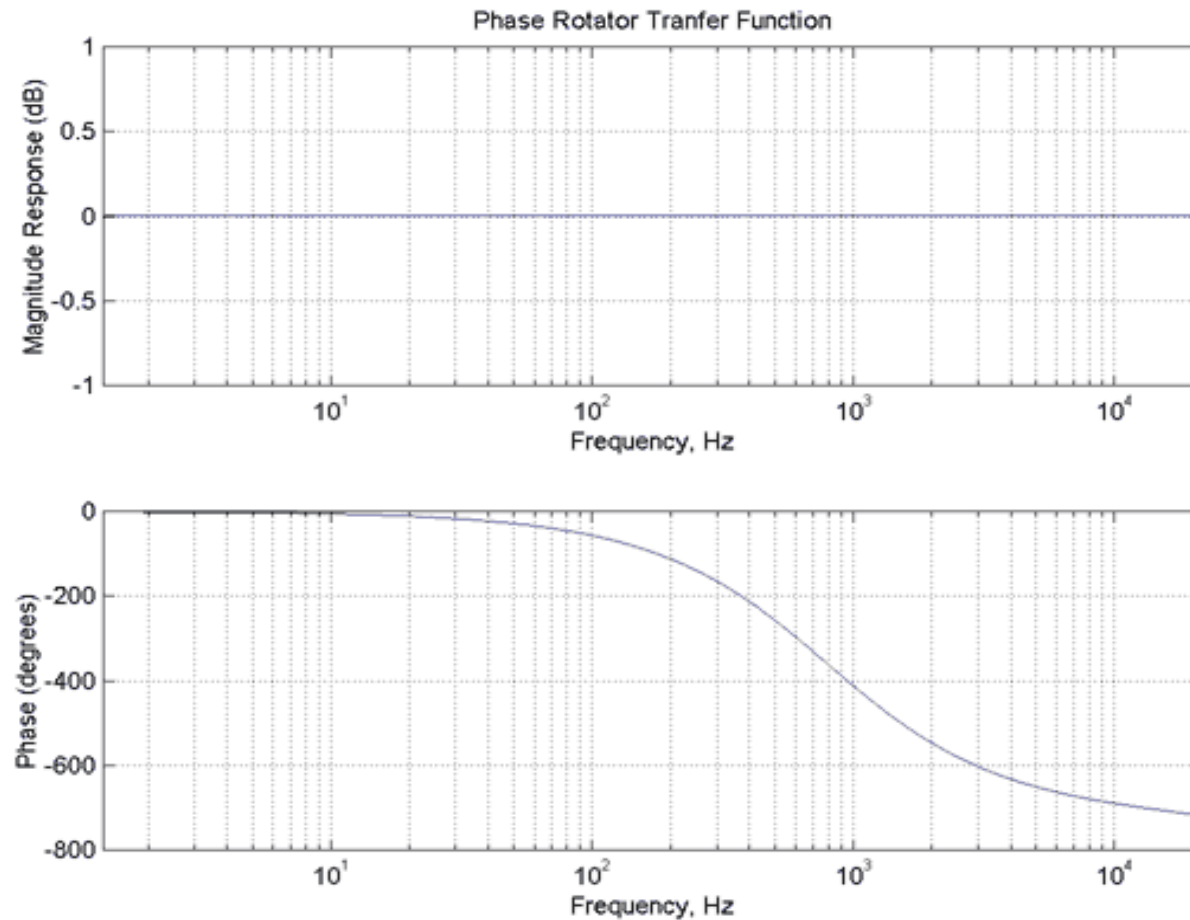
$$H_1(s) = \frac{1 - \frac{s}{\omega_0}}{1 + \frac{s}{\omega_0}},$$

$$H_2(s) = \frac{1 - \frac{2\xi}{\omega_0} \cdot s + \frac{s^2}{\omega_0^2}}{1 + \frac{2\xi}{\omega_0} \cdot s + \frac{s^2}{\omega_0^2}}$$

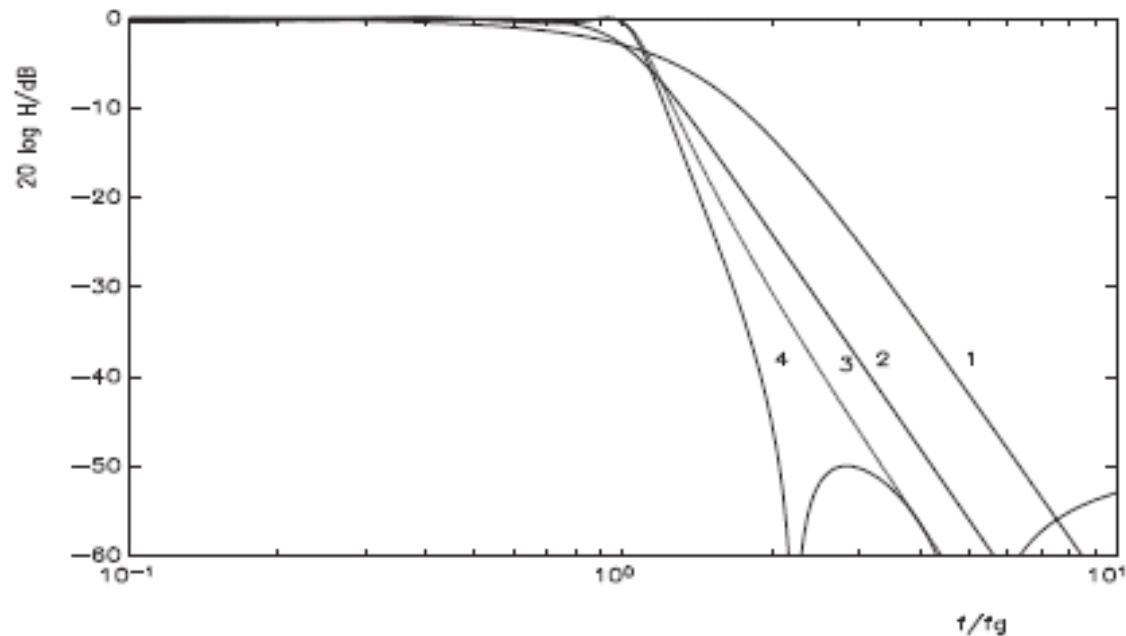




# Allpass



# Filtercharakteristiken



**Abbildung 2.10:** Amplitudenfrequenzgang im Bereich  $(0, 1f_g < f < 10f_g)$ . Tiefpässe vierter Ordnung: 1. Bessel, 2. Butterworth, 3. Tschebyscheff, 4. Cauer

# Quellen

- Literatur:
- ADEle Skript
- SuS Skript
- Regelungstechnik Skript

- Internet:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Filter\\_%28Elektrotechnik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Filter_%28Elektrotechnik%29)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bandsperre>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Allpassfilter>

<http://www.uaudio.com/blog/allpass-filters/>

[http://www.schlembach-verlag.de/pdf/284/Fliege\\_SuS\\_Leseprobe2.pdf](http://www.schlembach-verlag.de/pdf/284/Fliege_SuS_Leseprobe2.pdf)