

# *Elektrische Filter*

*Datum: 01.12.2015*

*Veselin Popov*

# *Inhaltsverzeichnis*

- *Definition*
- *Klassifizierung und Anwendungen*
- *Übertragungsfunktion*
- *Filtertypen*

# Definition

*Elektrische Filter sind Schaltungen, die Amplitude und Phase eines elektrischen Eingangssignals in Abhängigkeit von der Frequenz verändern können.*

# *Klassifizierung*

- *Kömplexität*
- *Frequenzgang*
- *verwendete Bauelemente*
- *Berechnungsmethode*

# *Anwendungen*

- *Hörfunk/Rundfunk*
- *Lautsprecherweiche*
- *Netzfilter*

# Übertragungsfunktion

- *Definition*
- *Bedeutung beim Filterentwurf*
- *verschiedene Filtercharakteristiken*

# Definition

*Die Übertragungsfunktion bezeichnet den Zusammenhang zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal eines dynamischen Systems im Frequenzbereich.*

*(Quelle: <https://de.wikipedia.org>)*

*allgemeine Formel:  $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$*

*$s = \sigma + j\omega$*

*$Y(s) :=$  Laplace – Transformierte von Ausgangssignal*

*$U(s) :=$  Laplace – Transformierte von Eingangssignal*

# *Bedeutung bei Filterentwurf*

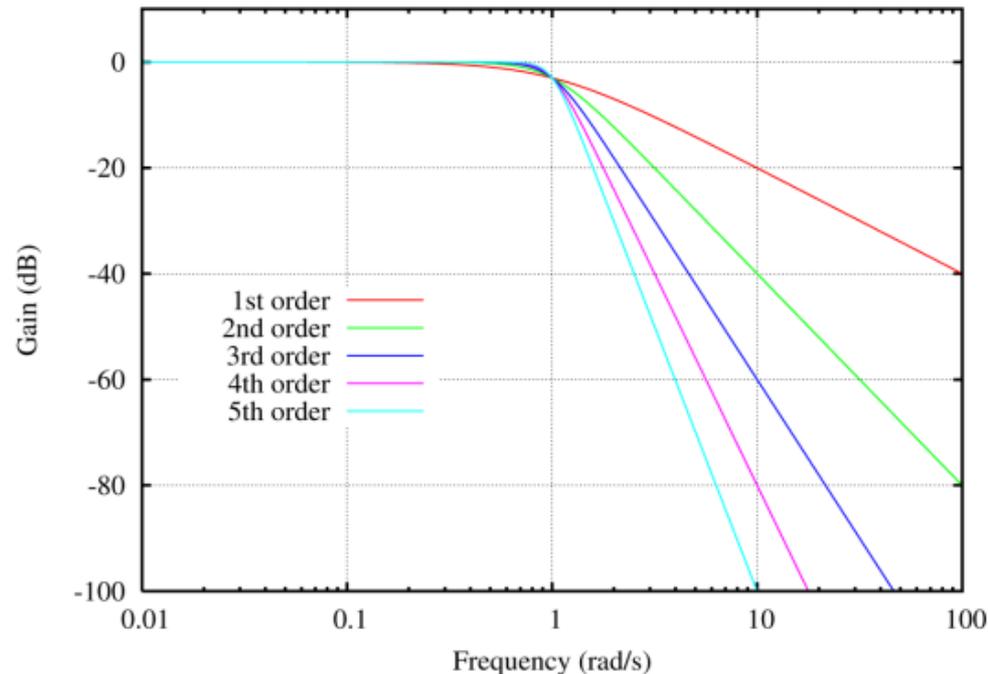
- *charakterisiert den Frequenzgang des Filters*
- *bestimmt die Amplituden- und Phasenveränderung*
- *beschreibt die Funktionsweise des Filters*

# *Filtercharakteristiken*

- *Butterworth-Filter*
- *Bessel-Filter*
- *Tschebyscheff-Filter (Tscheby Typ 1)*
- *Inverses Tschebyscheff-Filter (Tscheby Typ 2)*
- *Cauer-Filter*

# Butterworth-Filter

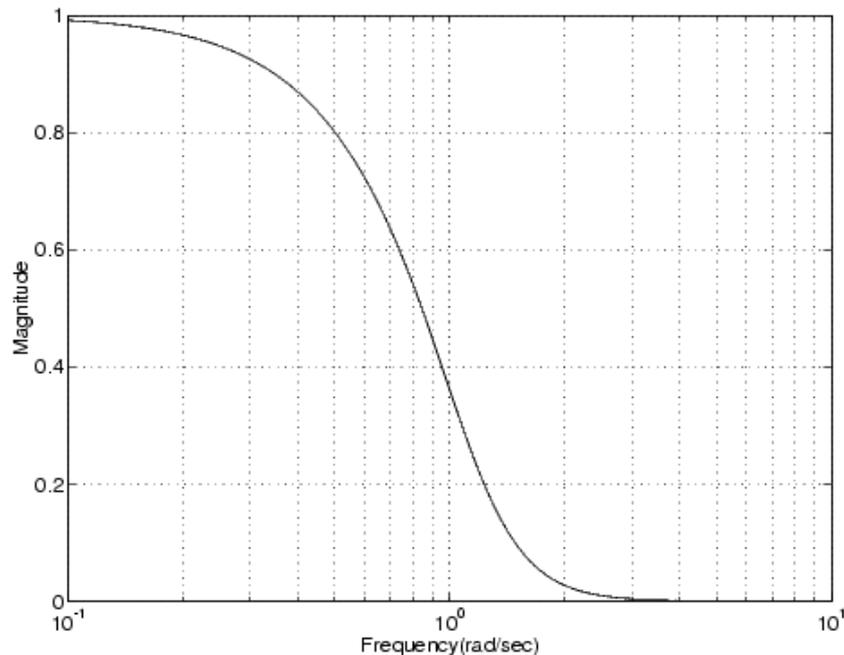
*flacher Verlauf des Betragsfrequenzganges im Durchlassbereich und steiler Verlauf oberhalb der Grenzfrequenz.*



**Quelle:**  
<https://wikimedia.org>

# Bessel-Filter

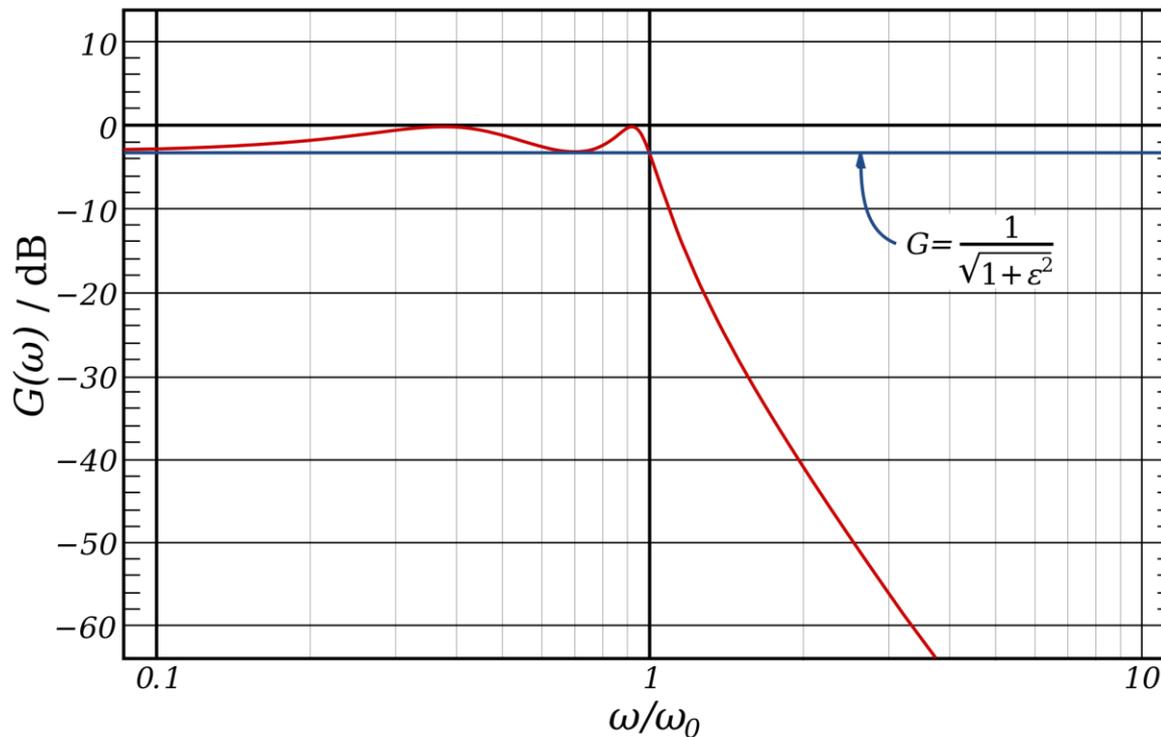
*flacher Verlauf des Betragsfrequenzganges im Durchlassbereich und nicht besonders steiler Verlauf oberhalb der Grenzfrequenz.*



**Quelle:**  
<http://matlab.izmiran.ru/>

# Tschebyscheff-Filter

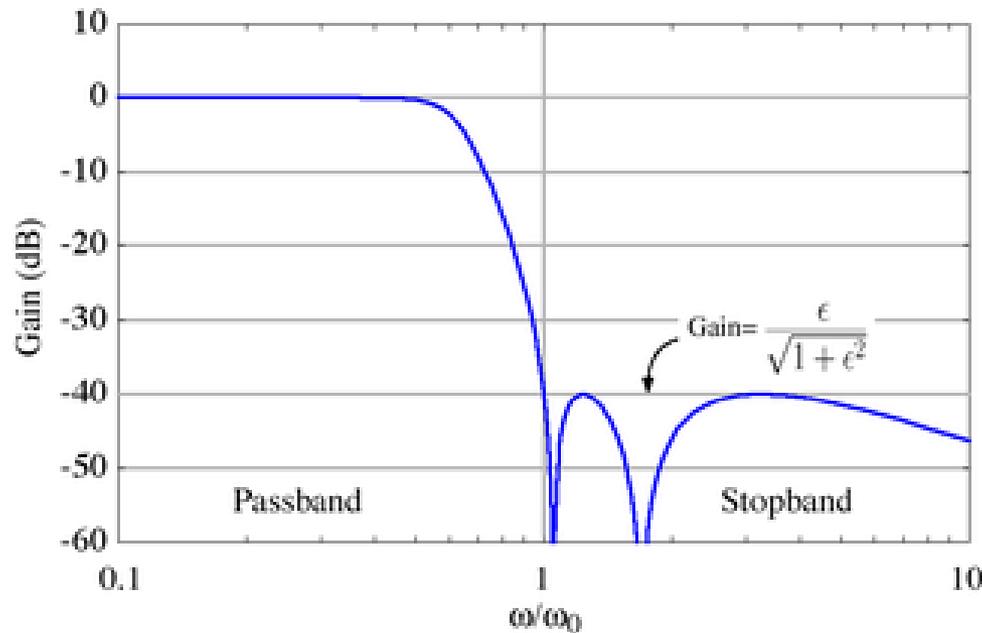
*sehr steiler Abfall oberhalb der Grenzfrequenz, weist Welligkeit im Durchlassbereich auf.*



**Quelle:**  
<https://wikimedia.org>

# Inverses Tschebyscheff-Filter

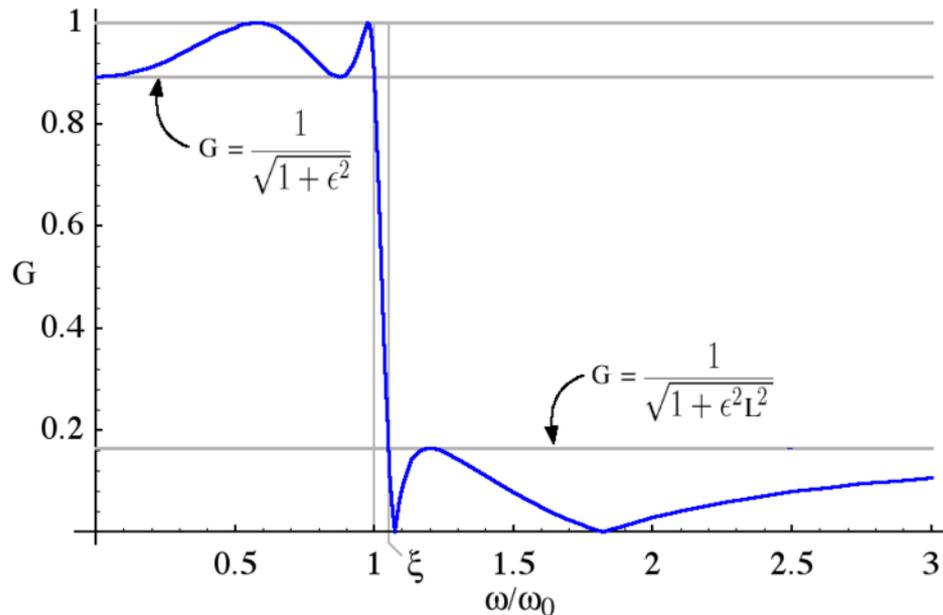
*sehr steiler Abfall oberhalb der Grenzfrequenz, weist Welligkeit im Sperrbereich auf.*



**Quelle:**  
<https://wikimedia.org>

# Cauer-Filter

*noch steilerer Abfall oberhalb der Grenzfrequenz, weist Welligkeit im Durchlass und im Sperrbereich auf.*



**Quelle:**  
<https://wikimedia.org>

# Ordnung

- Beschreibt die Dämpfung bzw. die Flankensteilheit des Filters oberhalb und unterhalb der Grenzfrequenz.
- Filter höherer Ordnung können durch Hintereinanderschaltung von 1. und 2.Ordnung Filter realisiert werden.

Formel für die Übertragungsfunktion: 
$$H(S) = \frac{H(\omega=0)}{\sum_{i=0}^n c_i S^i}$$

$n$  – Ordnung des Filters

$c_i$  – Koeffizienten des Filters

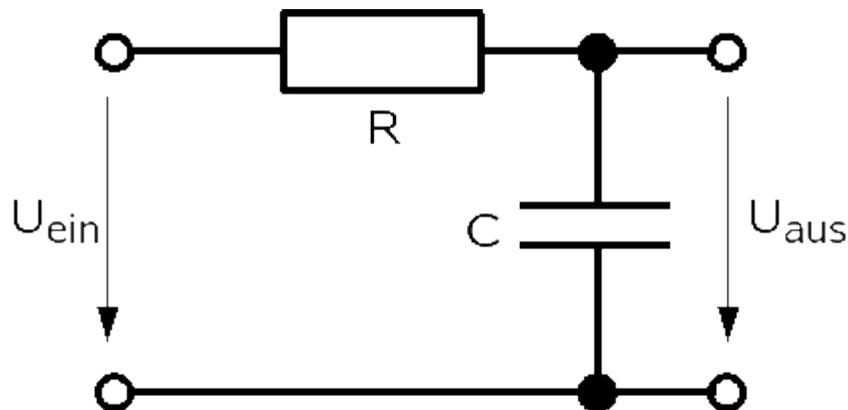
$$S = \frac{s}{\omega_g}$$

# *Filtertypen*

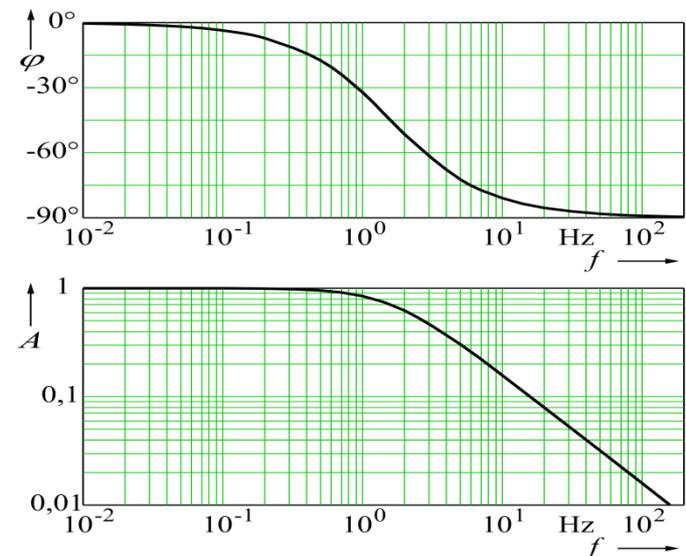
- *Tiefpass*
- *Hochpass*
- *Bandpass*
- *Bandsperre*
- *Allpass*
- *Aktive und passive Filter*
- *andere*

# Tiefpassfilter

lässt alle Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz möglichst unverändert und schwächt die Frequenzen oberhalb ab.



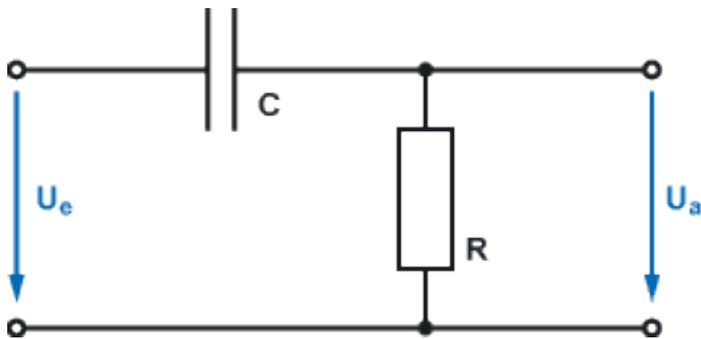
Quelle: <https://jr-bmc.de>



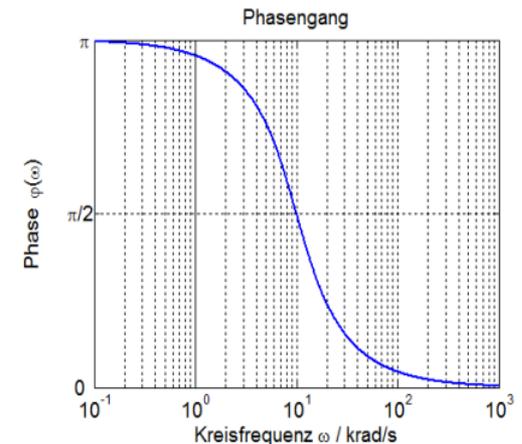
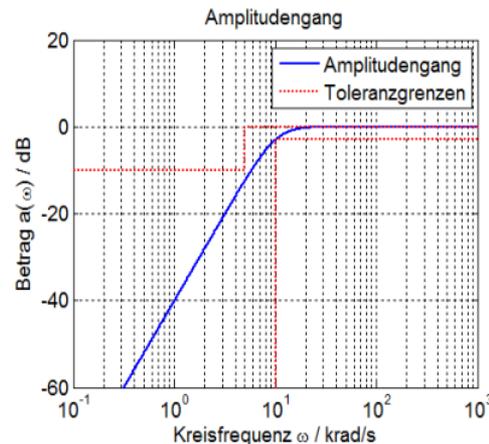
Quelle: <https://de.wikimedia.org>

# Hochpassfilter

*Schwächt alle Frequenzen bis zur Grenzfrequenz ab und lässt alle höheren möglichst unverändert.*



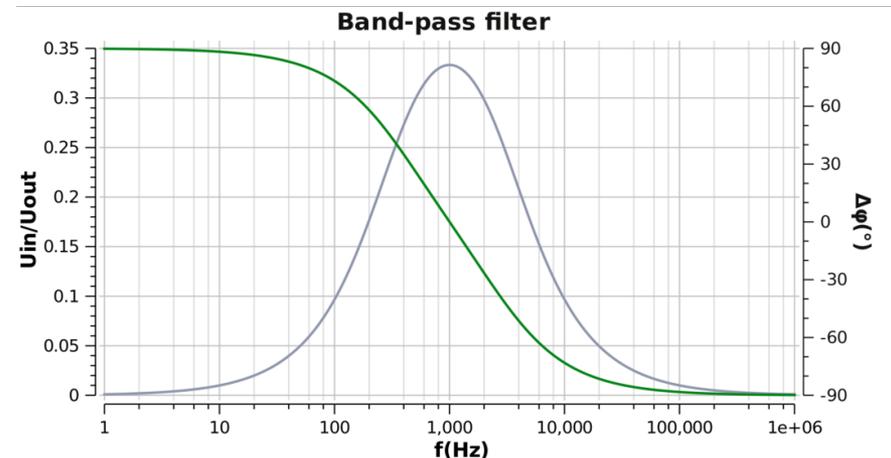
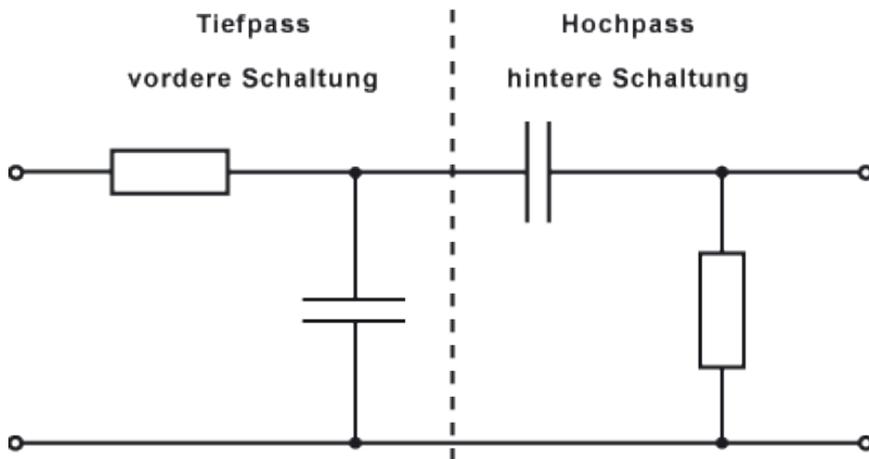
**Quelle:** <http://www.elektronik-kompendium.de/>



**Quelle:** <http://www.eit.hs-karlsruhe.de/>

# Bandpassfilter

*schwächt alle Frequenzen außerhalb eines Intervalls ab und lässt die Frequenzen innerhalb möglichst unverändert.*

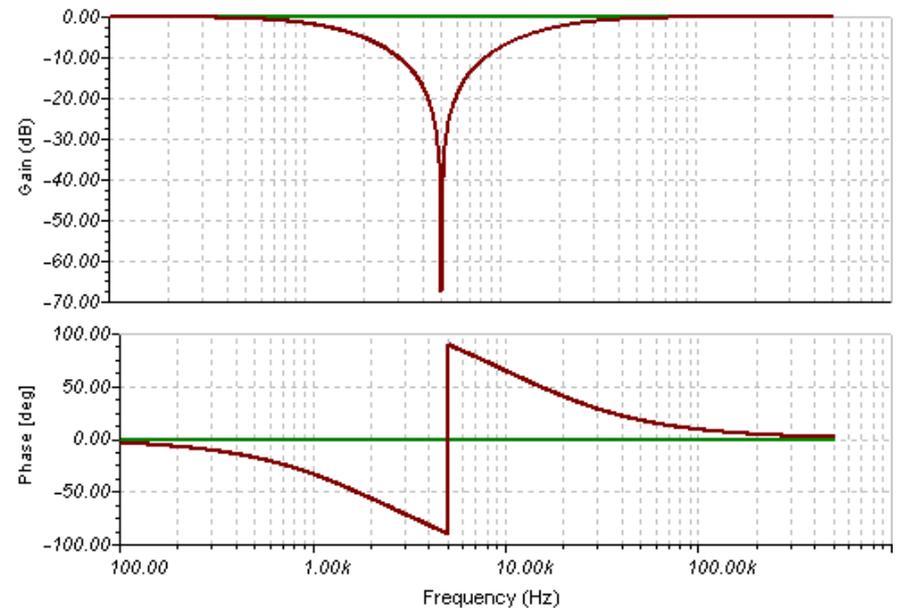
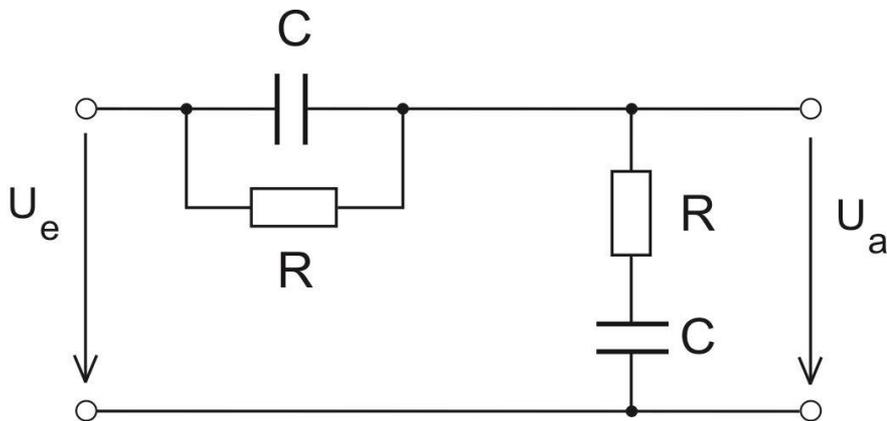


**Quelle:** <http://www.elektronik-tipps.de/>

**Quelle:** <https://de.wikipedia.org>

# Bandsperrre

*schwächt Frequenzen innerhalb eines Intervalls ab und lässt alle anderen möglichst unverändert*

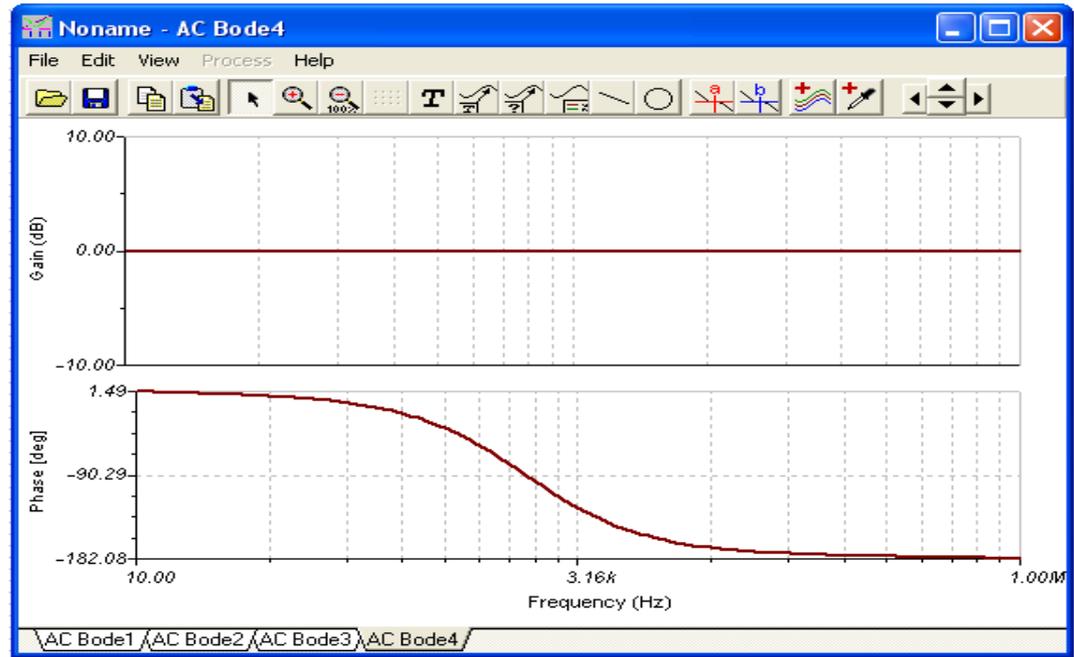
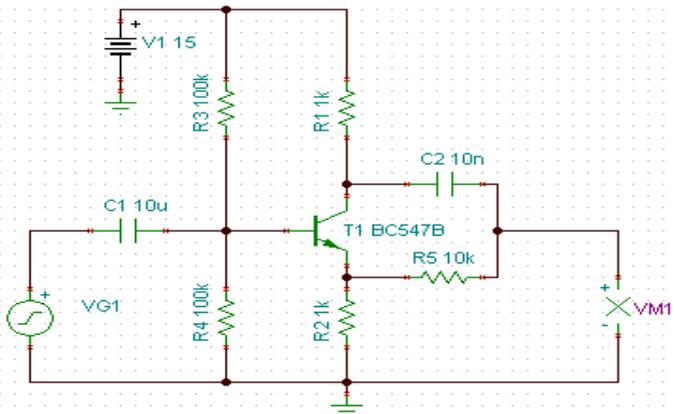


**Quelle:** <https://moodle.ruhr-uni-bochum.de>

**Quelle:** <http://de.academic.ru/>

# Allpassfilter

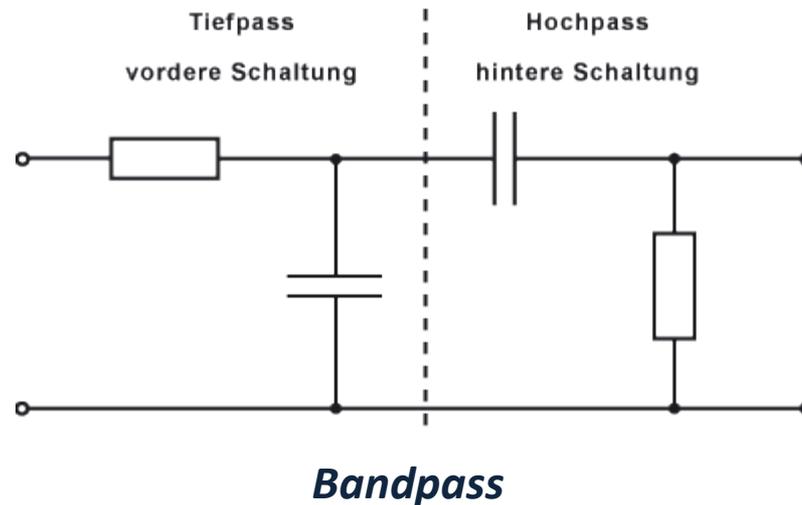
lässt alle Frequenzen mit der gleichen Verstärkung, die Phasenverschiebung hängt von der Frequenz ab.



Quelle: <http://www.mikrocontroller.net>

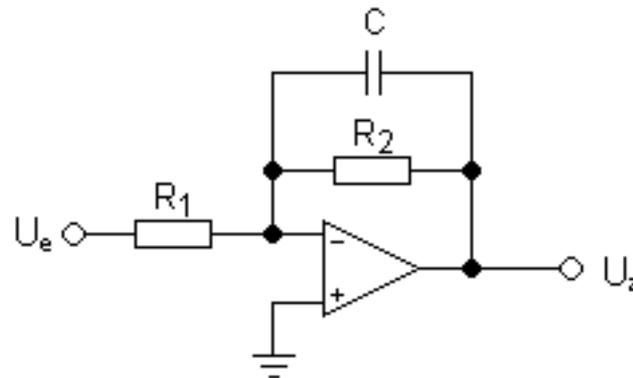
# Passive Filter

- Filter, die nur aus passiven Bauelementen bestehen (R,C,L)
- können Tiefpass-, Hochpass-, Bandpass-, Bandsperre- und Allpassfilter realisieren



# Aktive Filter

- *bestehen aus passiven und aktiven Elementen (Transistoren und OPV)*
- *eigene Spannungsversorgung nötig*
- *erlauben eine Verstärkung des Signals*

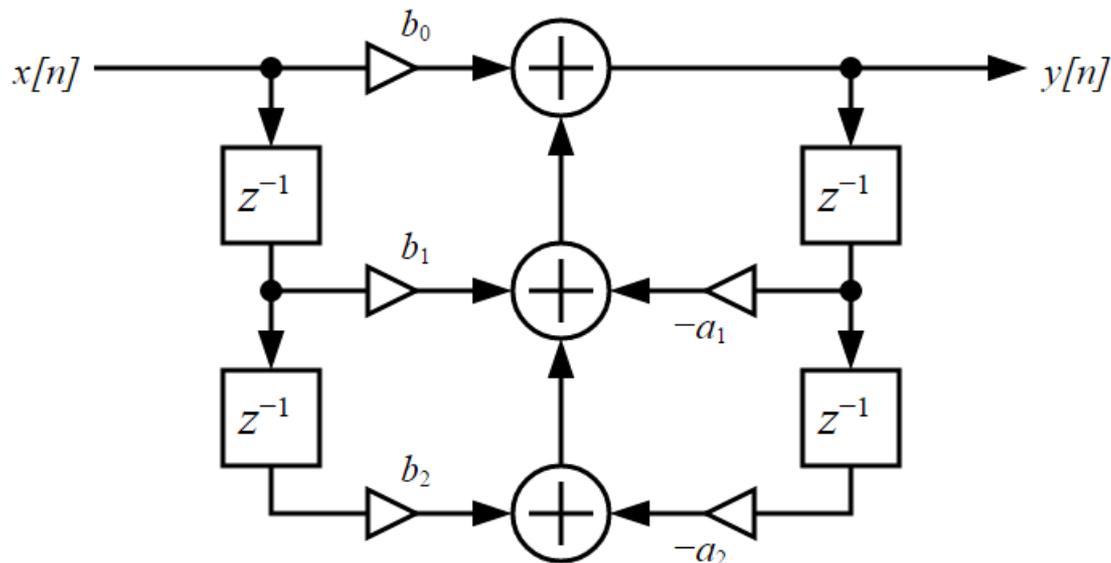


**Quelle:**  
<http://de.wikipedia.org>

**aktiver Tiefpass**

# Digitales Filter

- *mathematisches Filter zur Manipulation eines Signals*
- *realisiert durch Logikbausteine (ASICs, FPGAs) oder in Form eines Programms mit einem Signalprozessor*



**Blockschema eines digitalen IIR-Filters**

**Quelle:**

<http://de.wikipedia.org>

# *Anderere Filtertypen*

- *Quarzfilter*
- *Atom-Filter*
- *Switched-Capacitor-Filter*
- *AOW-Filter*
- *und weitere*

*Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!*

