

FILTER

THEORIE UND ANWENDUNG

$$H(s) = H_0 \frac{a_1 \cdot s}{1 + b_1 \cdot s + b_2 \cdot s^2}$$

-Matthias Albrecht-
Referat für das Projektlabor am
15.11.2006

INHALT



• Was ist ein Filter?

INHALT



INHALT



- Was ist ein Filter?
- Anwendungsgebiete
- Theorie



INHALT



- Was ist ein Filter?
- Anwendungsgebiete
- Theorie

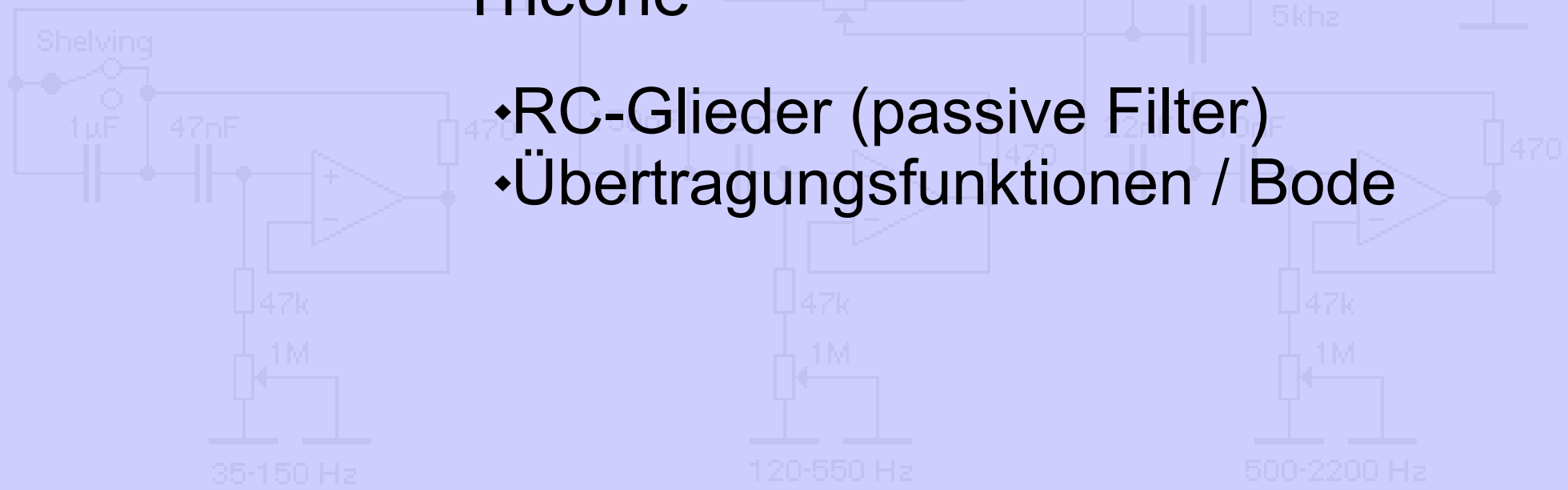
• RC-Glieder (passive Filter)



INHALT

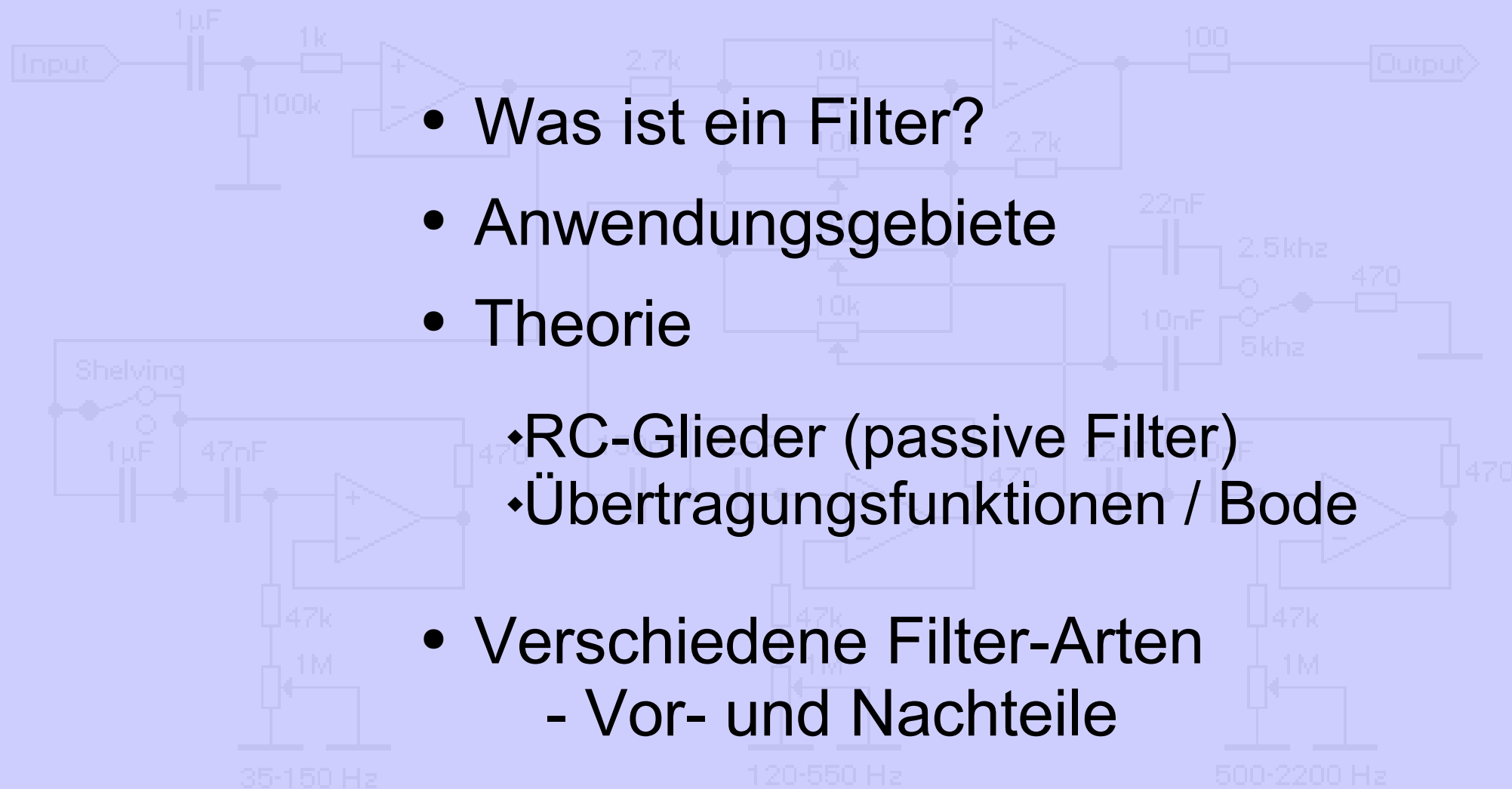


- Was ist ein Filter?
- Anwendungsgebiete
- Theorie



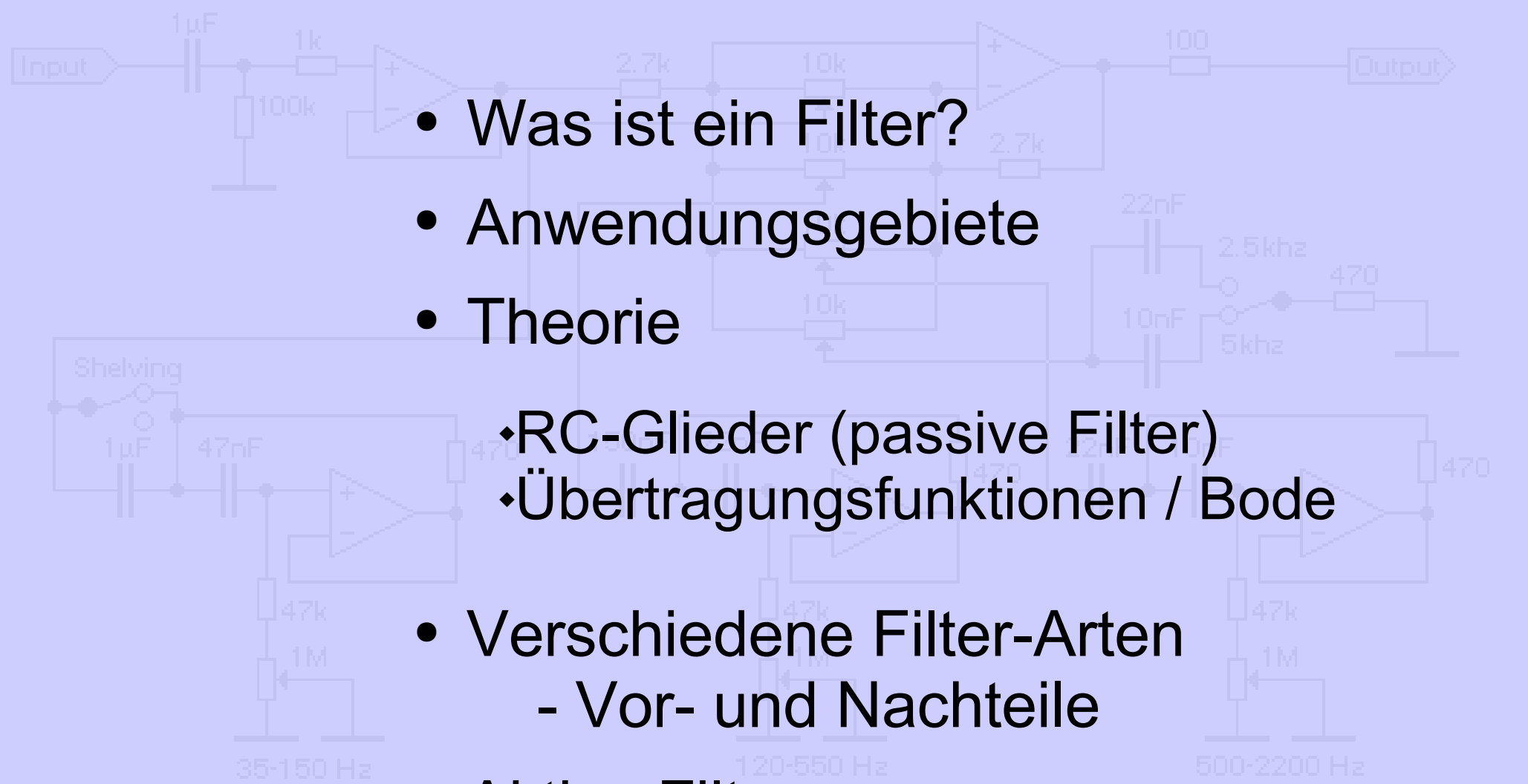
- RC-Glieder (passive Filter)
- Übertragungsfunktionen / Bode

INHALT



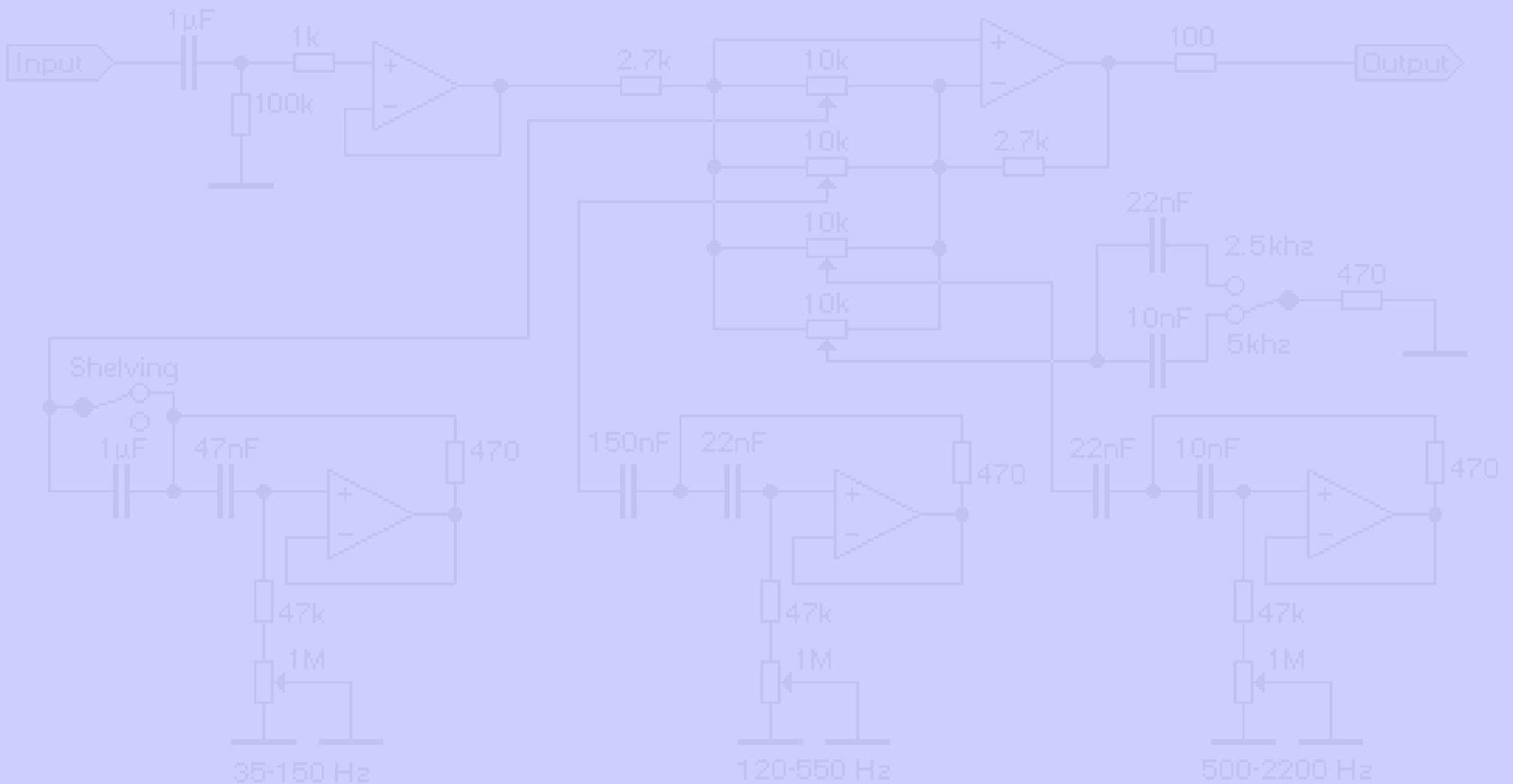
- Was ist ein Filter?
- Anwendungsgebiete
- Theorie
 - RC-Glieder (passive Filter)
 - Übertragungsfunktionen / Bode
- Verschiedene Filter-Arten
 - Vor- und Nachteile

INHALT

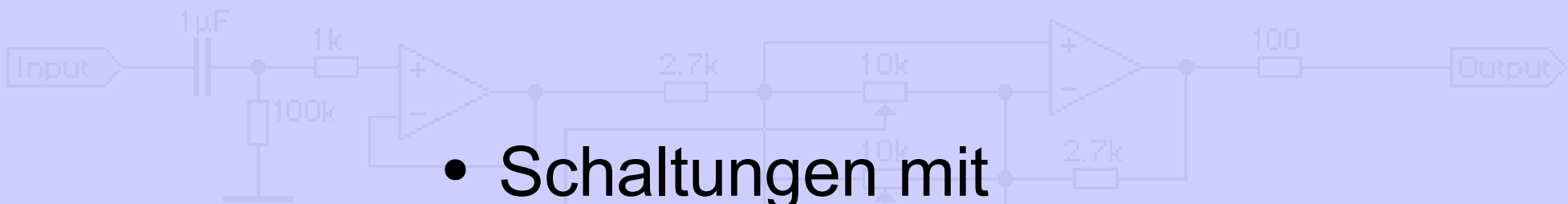


- Was ist ein Filter?
- Anwendungsgebiete
- Theorie
 - RC-Glieder (passive Filter)
 - Übertragungsfunktionen / Bode
- Verschiedene Filter-Arten
 - Vor- und Nachteile
- Aktive Filter

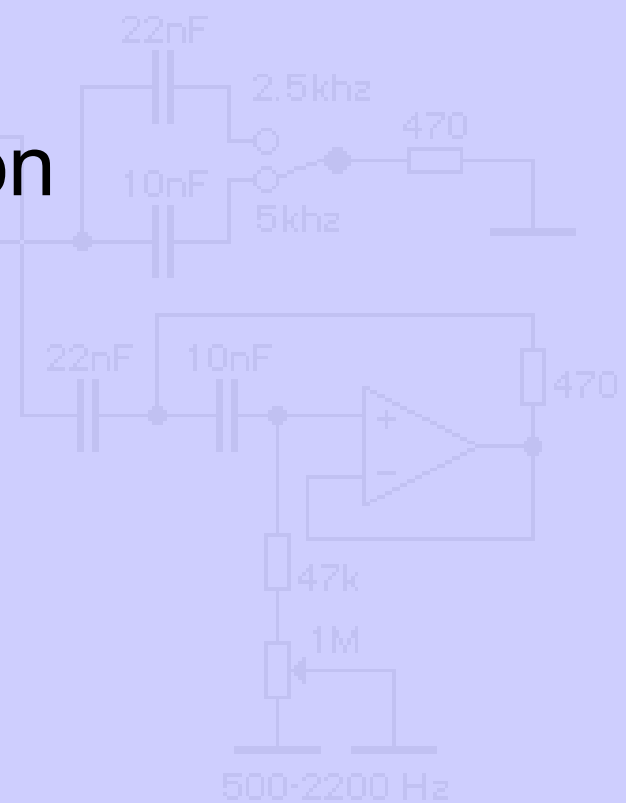
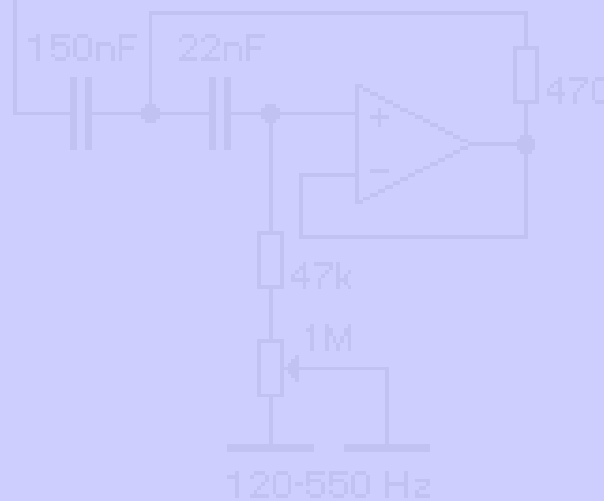
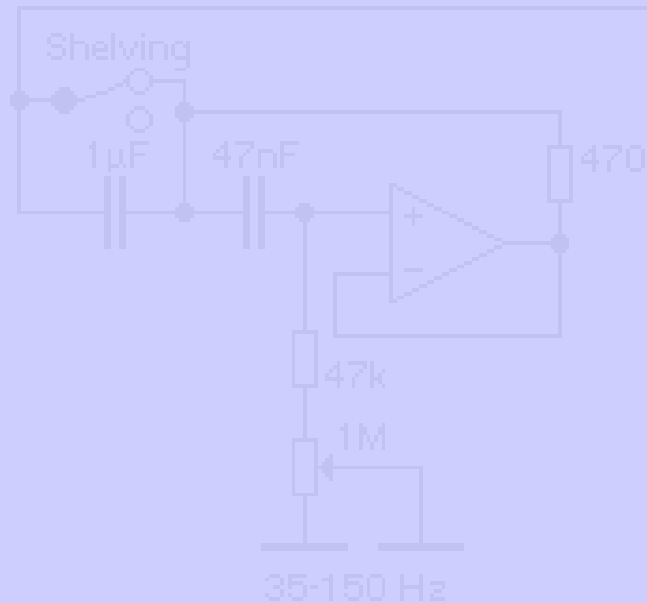
WAS IST EIN FILTER?



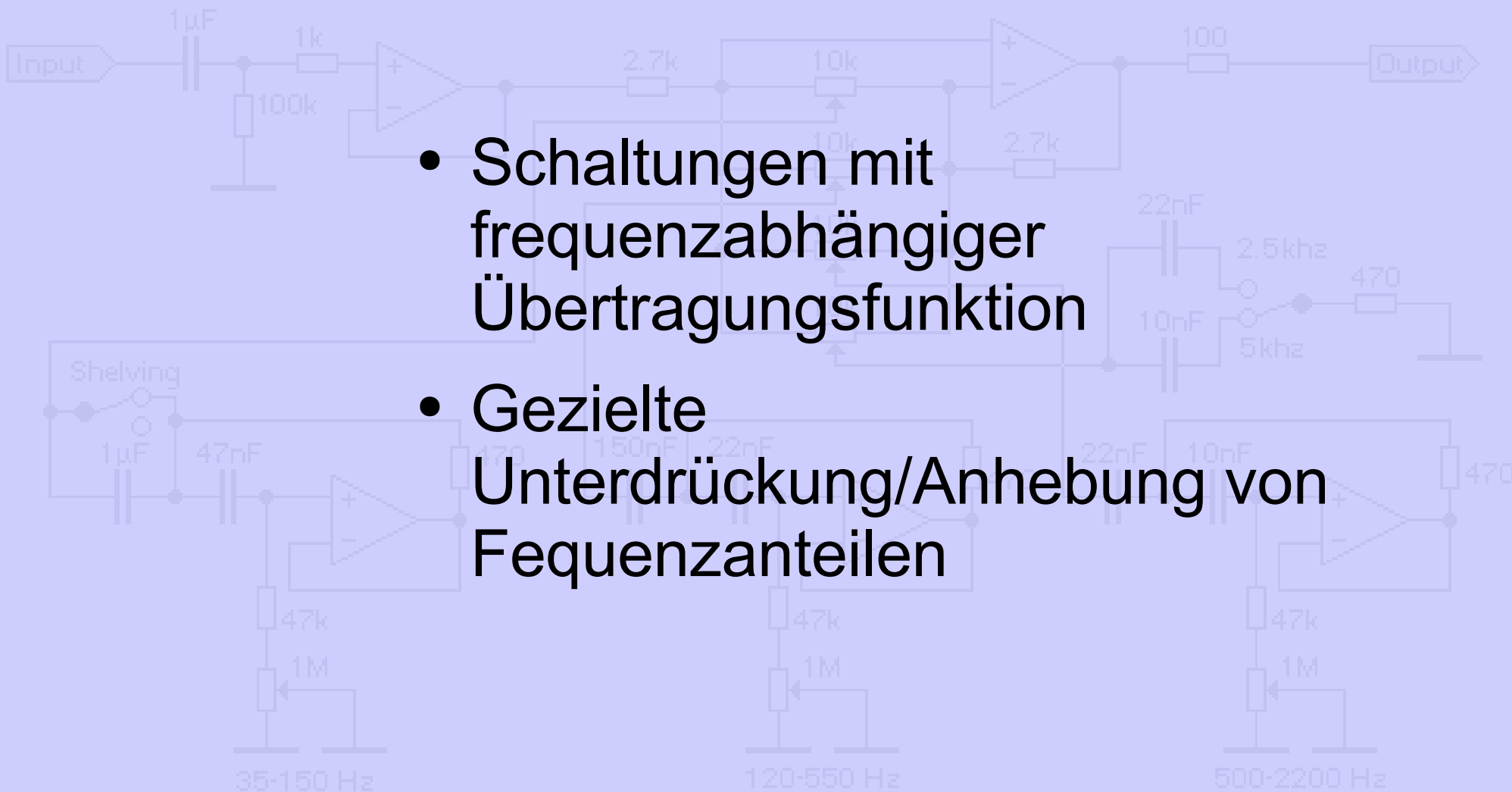
WAS IST EIN FILTER?



- Schaltungen mit frequenzabhängiger Übertragungsfunktion



WAS IST EIN FILTER?



- Schaltungen mit frequenzabhängiger Übertragungsfunktion
- Gezielte Unterdrückung/Anhebung von Frequenzanteilen

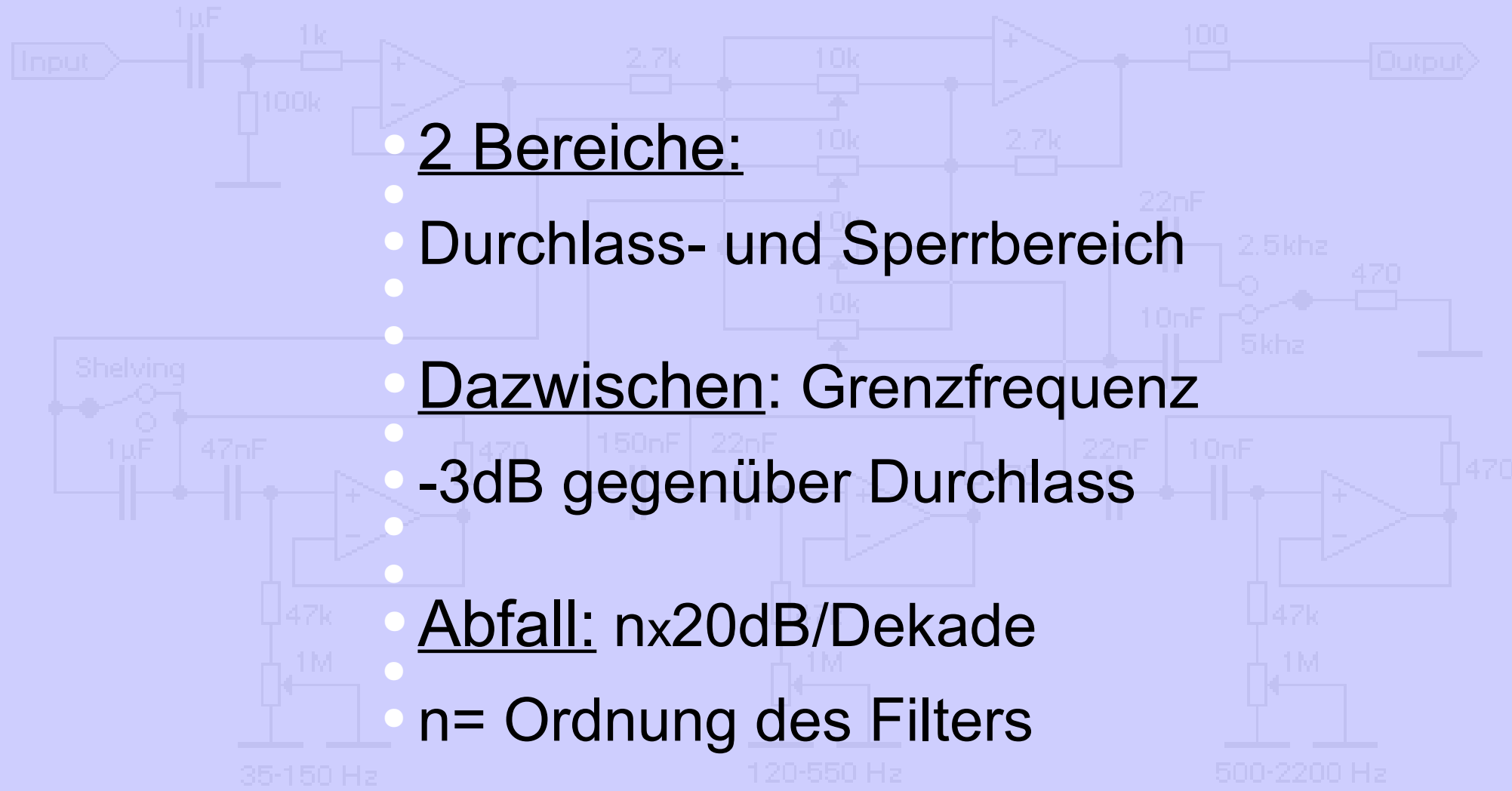
WAS IST EIN FILTER?

Grundsätzliche Filter-Arten

- Tiefpässe
- Hochpässe
- Bandpässe
- Bandsperren



WAS IST EIN FILTER?



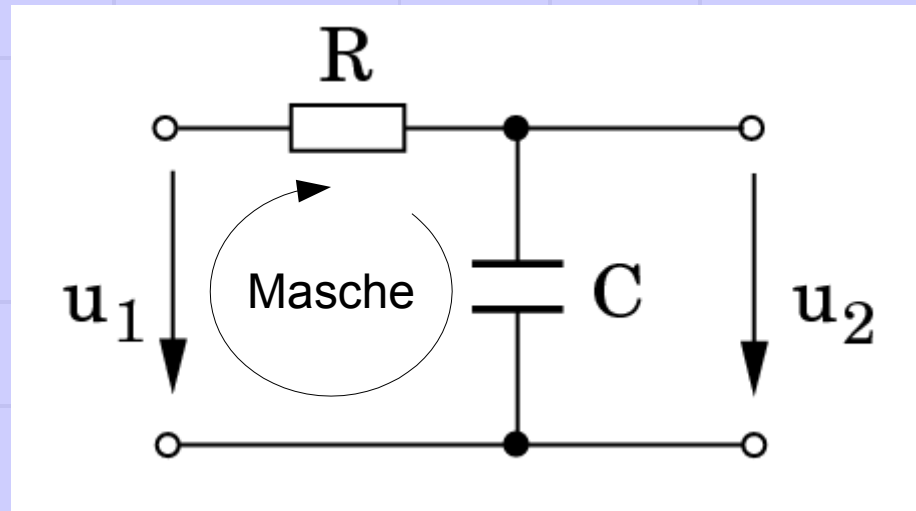
- 2 Bereiche:
- Durchlass- und Sperrbereich
- Dazwischen: Grenzfrequenz
- -3dB gegenüber Durchlass
- Abfall: $n \times 20 \text{ dB/Dekade}$
- $n =$ Ordnung des Filters

ANWENDUNGSGEBIETE

- Sehr großer Teil der Elektrotechnik
- Gesamte Signalverarbeitung, z.B.
- - Audiotechnik
- - Medizinelektronik (z.B. Auskopplung von Biosignalen)

RC-GLIEDER

Beispiel Tiefpass

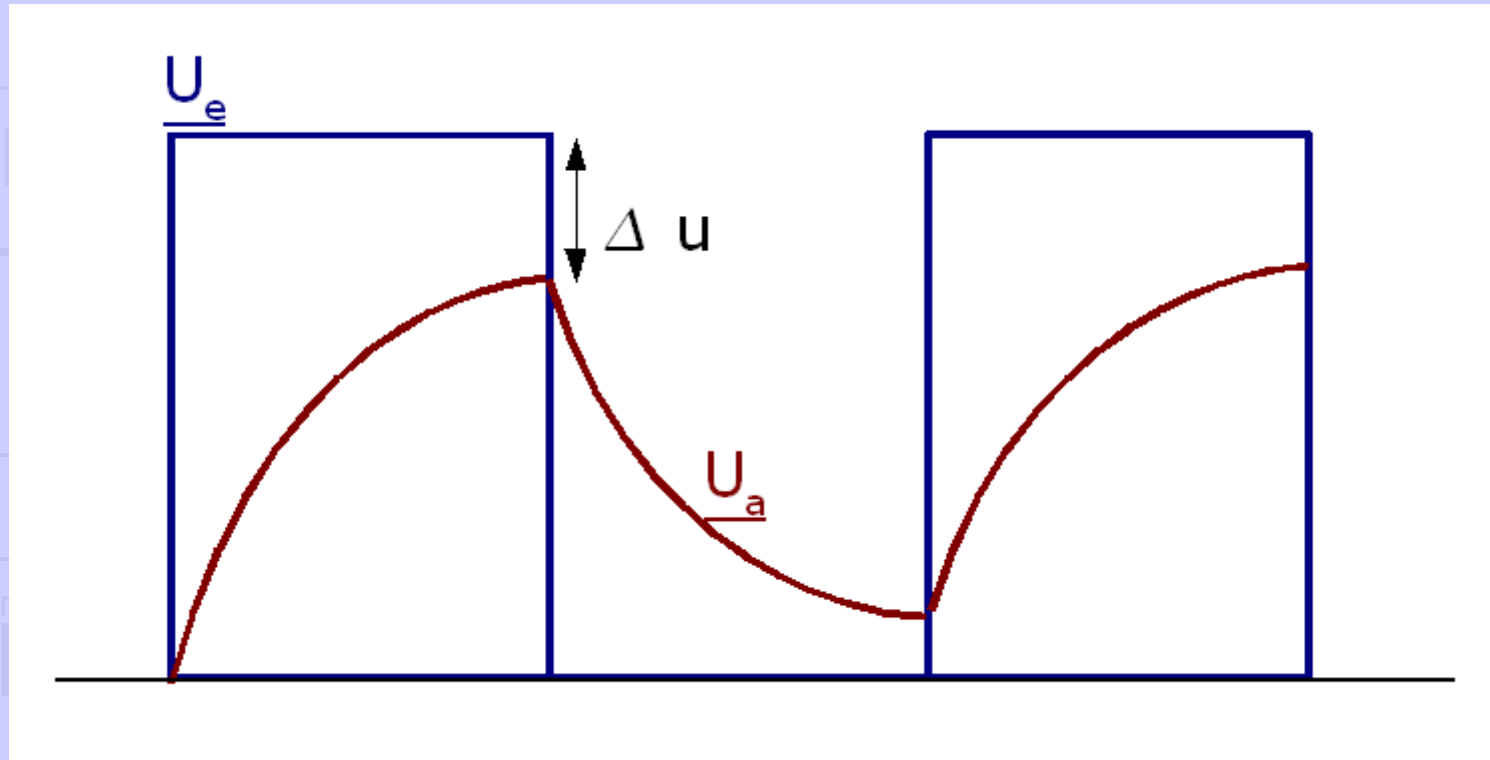


$$u_1 = R \cdot i + \frac{1}{j \omega C} \cdot i$$

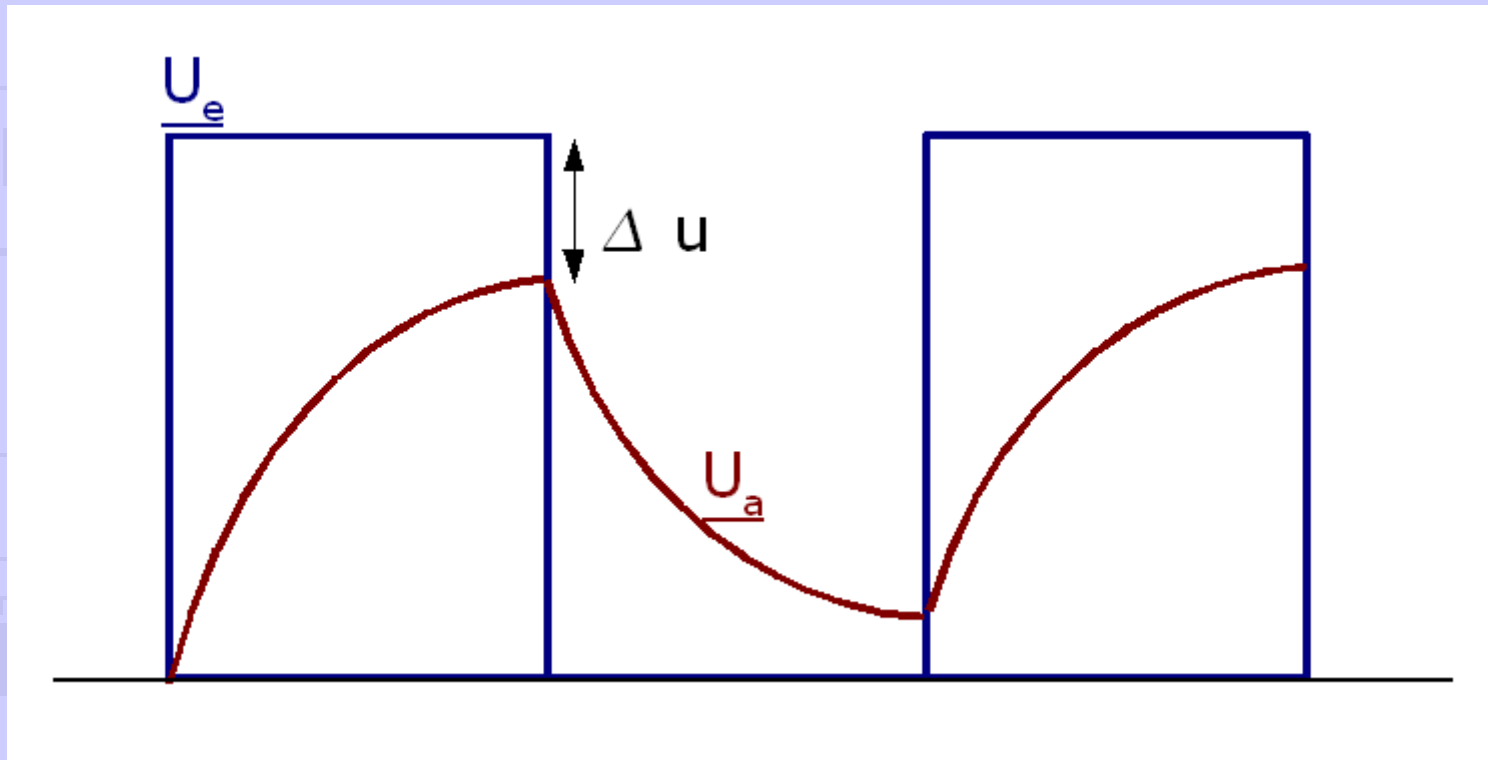
$$u_2 = \frac{1}{j \omega C} \cdot i$$

$$\rightarrow H = \frac{u_2}{u_1} = \frac{1}{1 + j \omega RC}$$

RC-GLIEDER



RC-GLIEDER

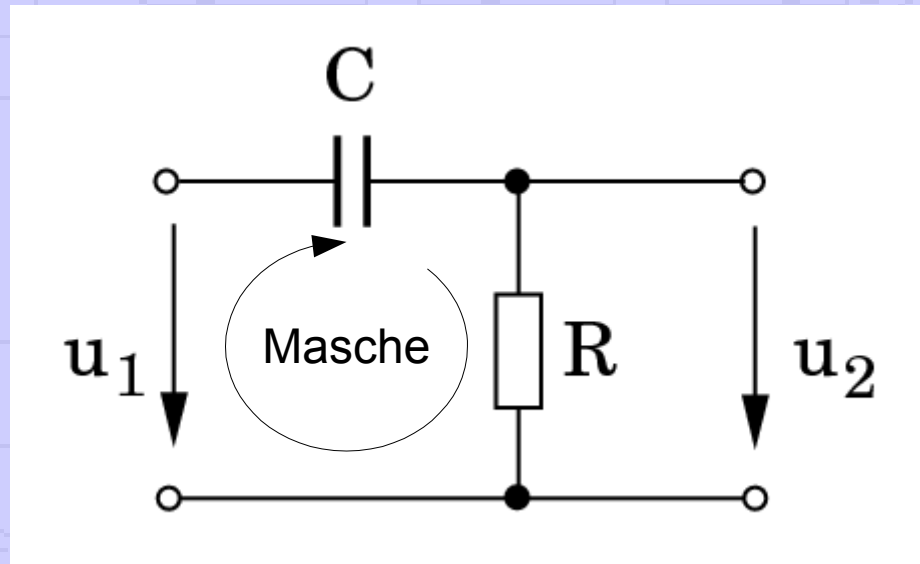


Kondensator kann sich nicht mehr voll aufladen
=> weniger Spannung

Ab bestimmter Frequenz = Kurzschluss

RC-GLIEDER

Hochpass



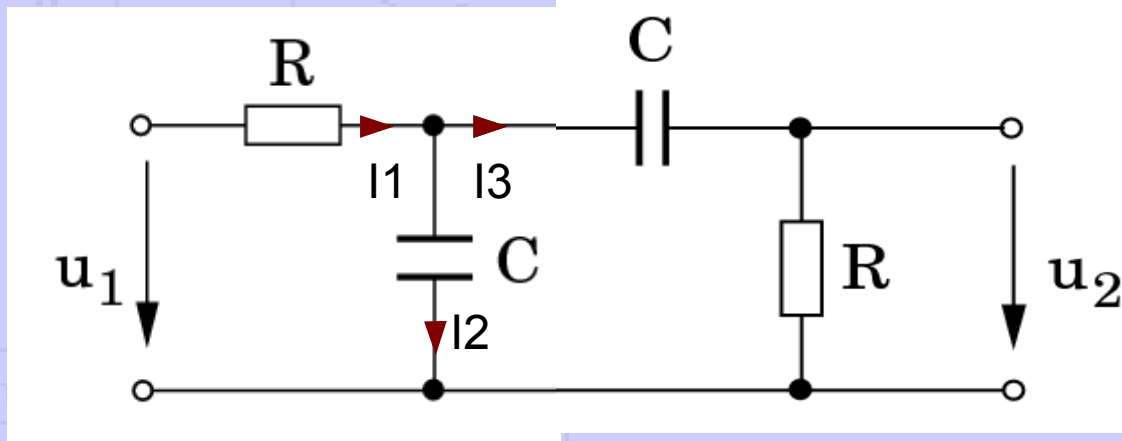
$$u_1 = R \cdot i + \frac{1}{j \omega C} \cdot i$$

$$u_2 = R \cdot i$$

$$\rightarrow H = \frac{u_2}{u_1} = \frac{j \omega RC}{1 + j \omega RC}$$

ÜBERTRAGUNGSFUNKTIONEN

Bandpass



Prinzip der Kaskadierung

Übertragungsfunktionen multiplizieren

$$H_{TP2} = H_{TP} \cdot H_{HP}$$

$$\text{Also : } \frac{j \omega RC}{1 + 2 \cdot j \omega RC - (\omega RC)^2}$$

ÜBERTRAGUNGSFUNKTIONEN

Bandpass 2ter Ordnung

$$|H(\omega)_{BP}| = |H(\omega)_{TP}| \cdot |H(\omega)_{HP}| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_g}{\omega}\right)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_g}\right)^2}}$$

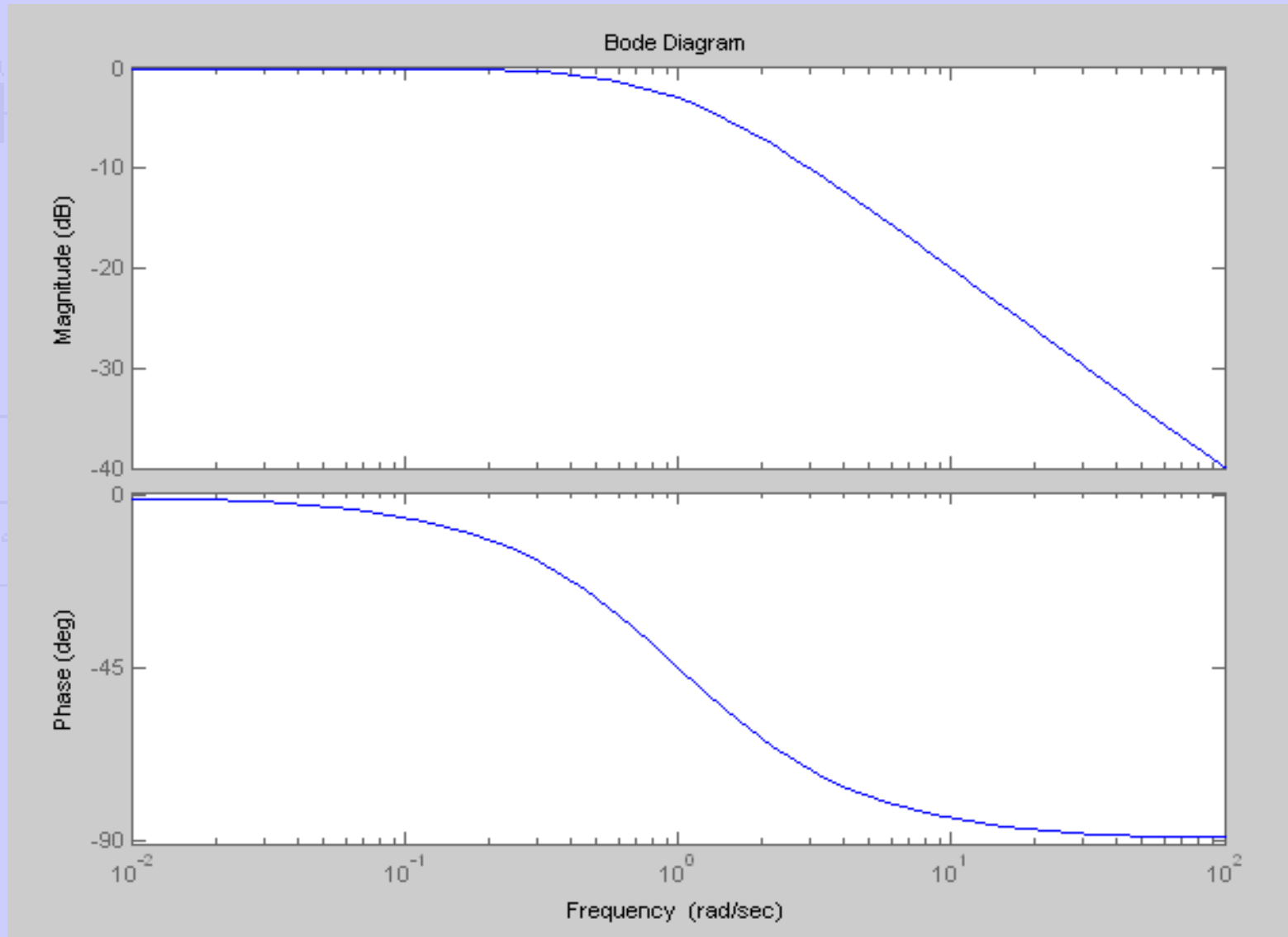
$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.5$$

in dB : $20 \cdot \log_{10}(0.5) = -6\text{dB}$

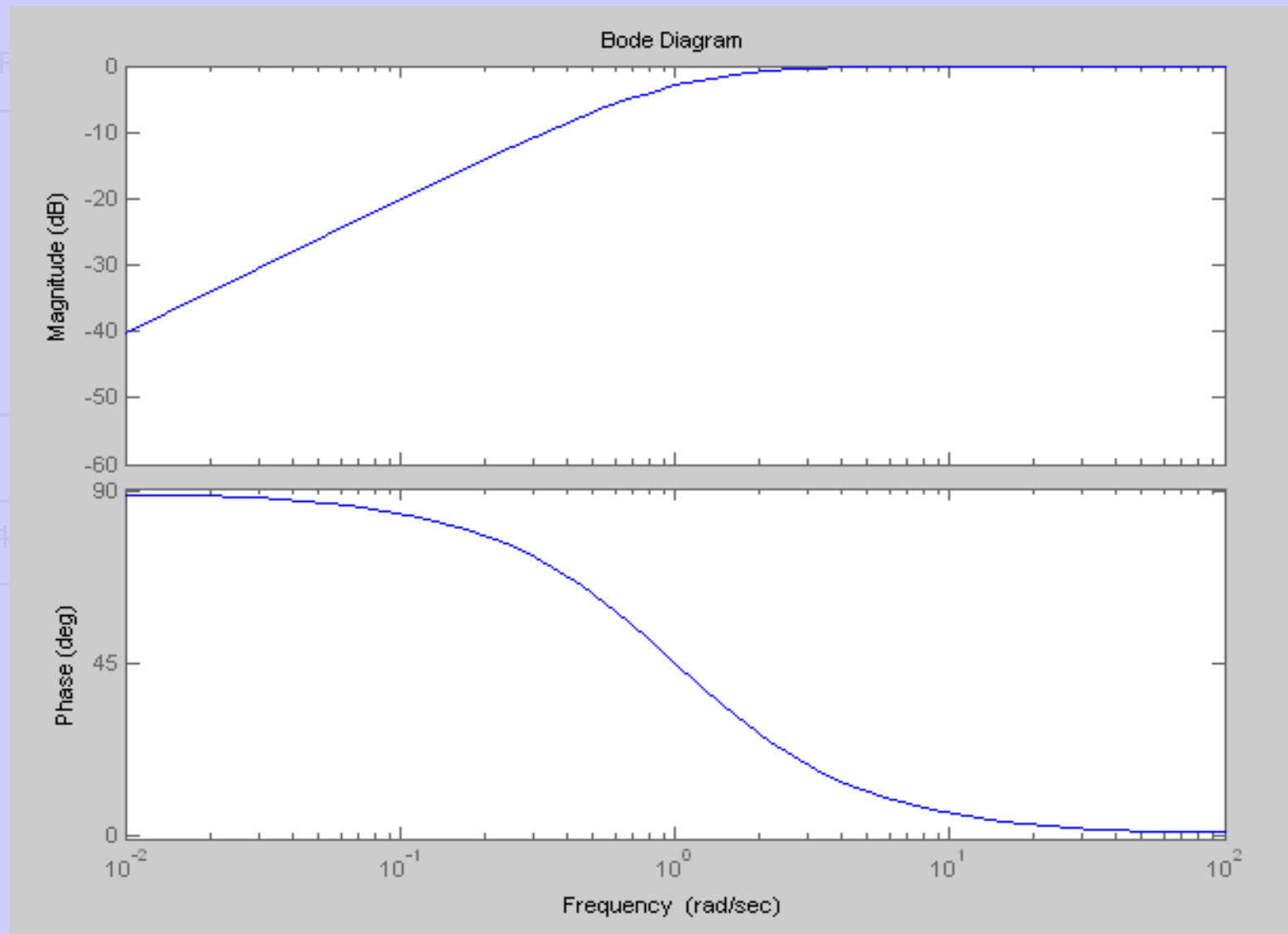
$$\left(20 \cdot \log_{10}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = -3\text{dB} \right)$$

=> Bei gleicher Grenzfrequenz
verdoppelt sich die Absenkung in dB

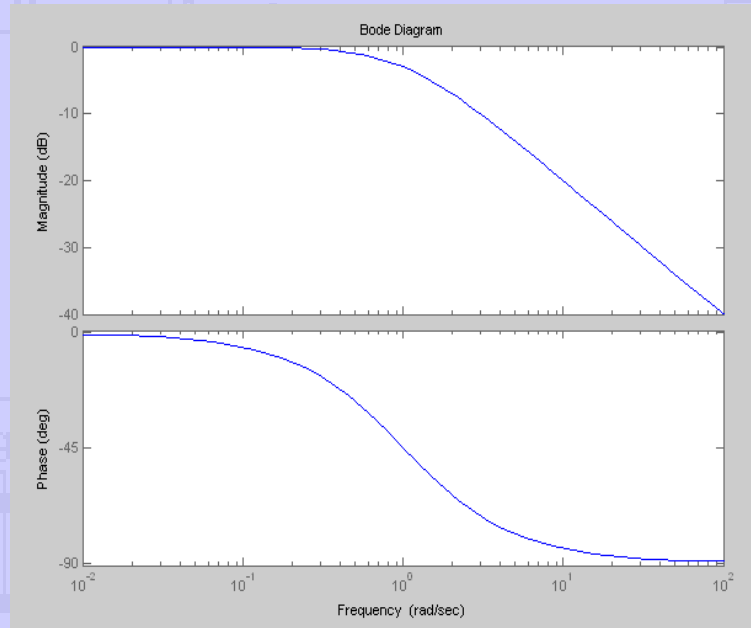
BODE DIAGRAMM - TIEFPASS



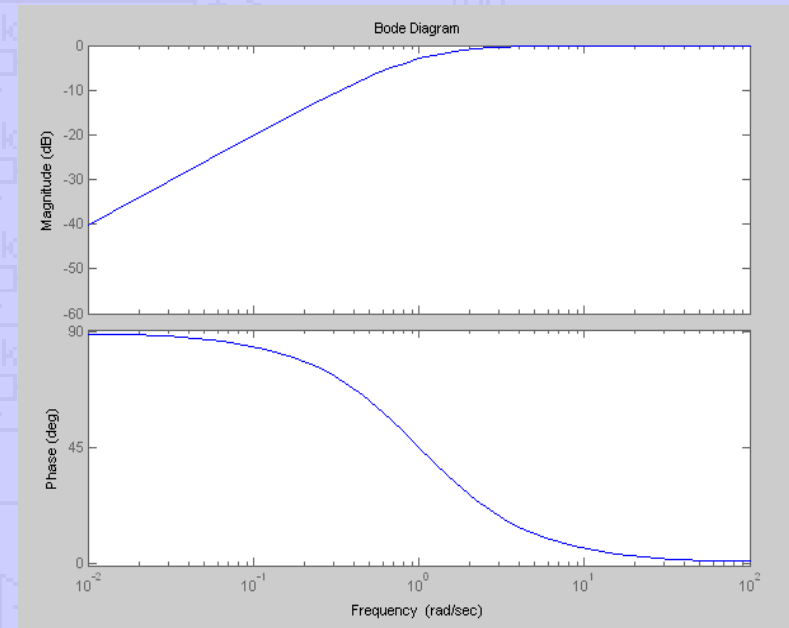
BODE DIAGRAMM - HOCHPASS



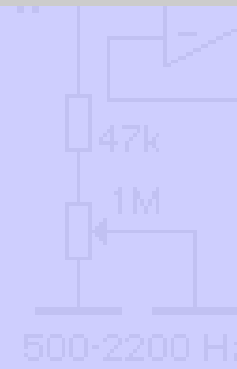
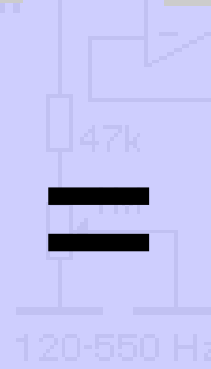
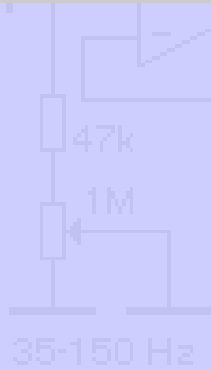
BODE DIAGRAMM - BANDPASS



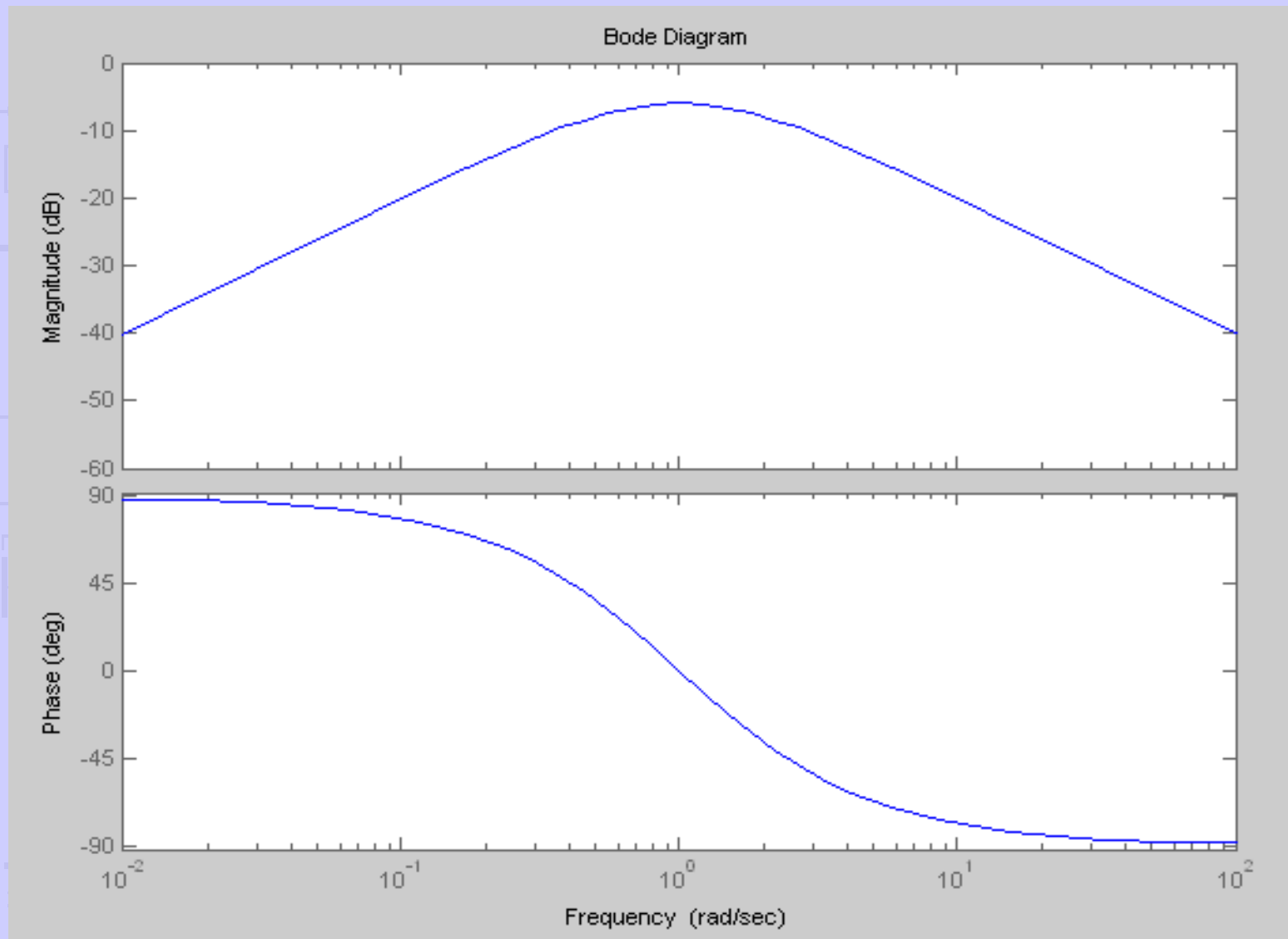
+



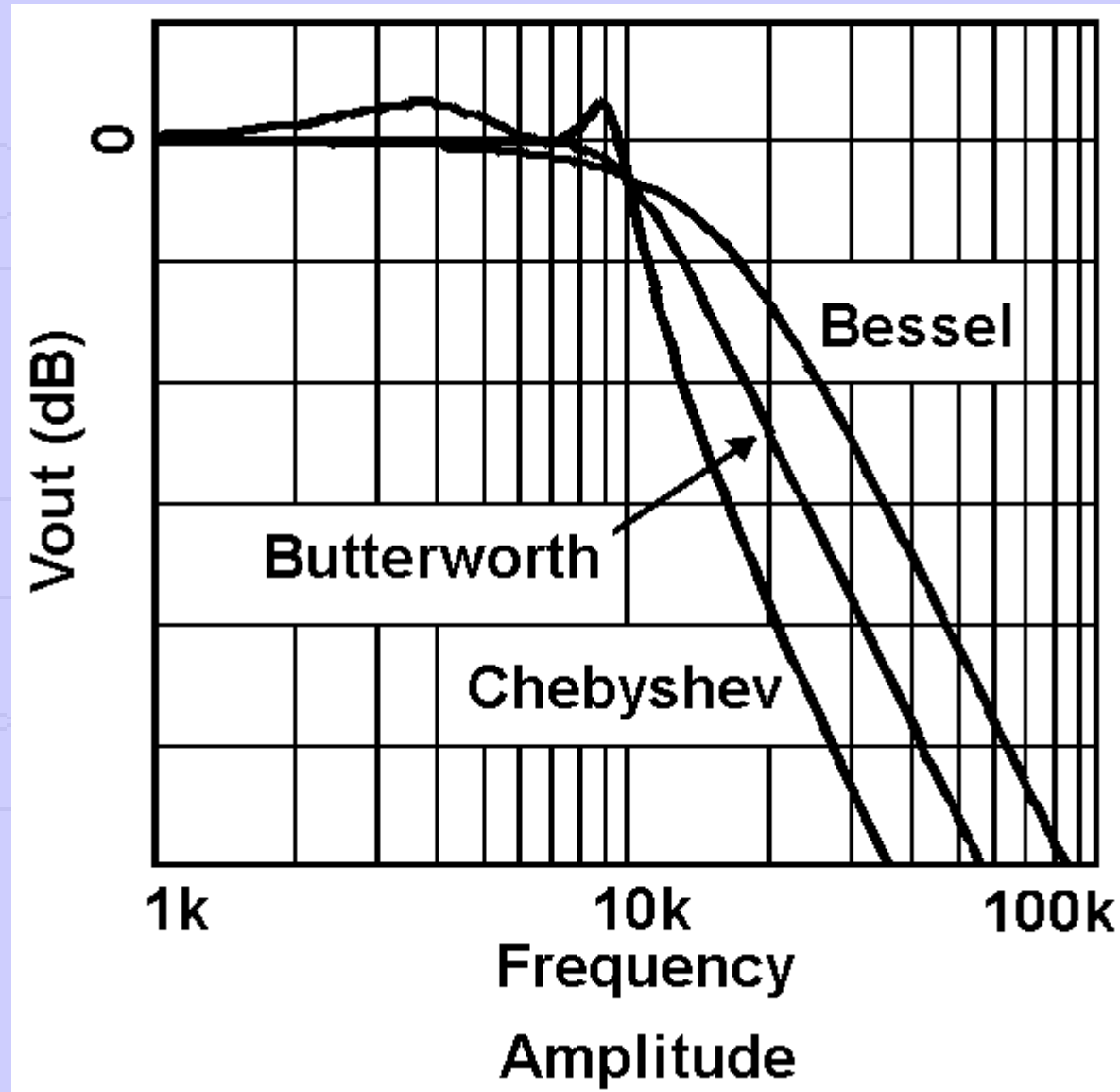
=



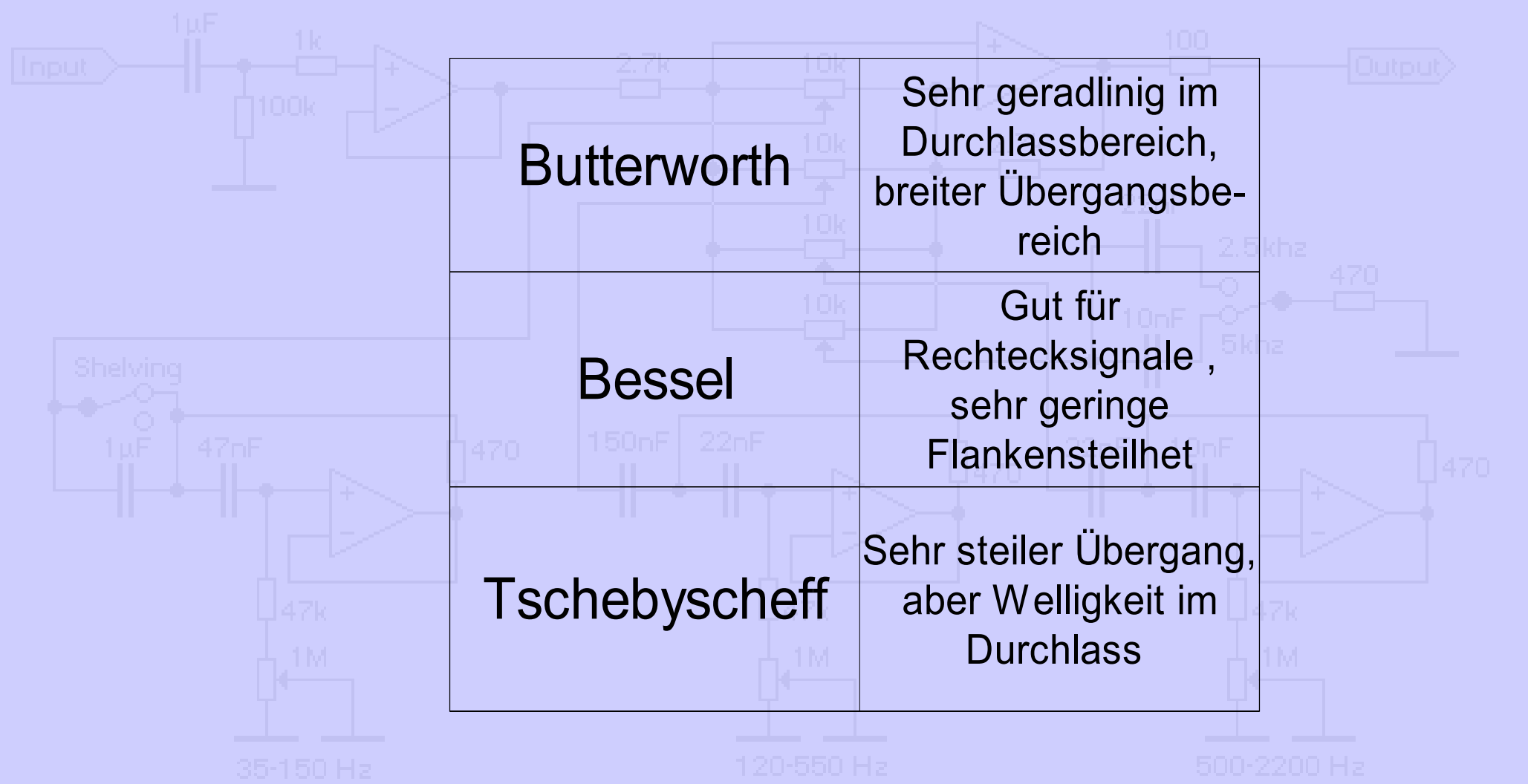
BODE DIAGRAMM - BANDPASS



FILTERARTEN



FILTERARTEN



Butterworth

Sehr geradlinig im Durchlassbereich, breiter Übergangsbereich

Bessel

Gut für Rechtecksignale, sehr geringe Flankensteilheit

Tschhebyscheff

Sehr steiler Übergang, aber Welligkeit im Durchlass

AKTIVE FILTER

ESP

- Was heißt aktiv?

Es werden OPVs genutzt, um direkt zu verstärken

- Vorteile:

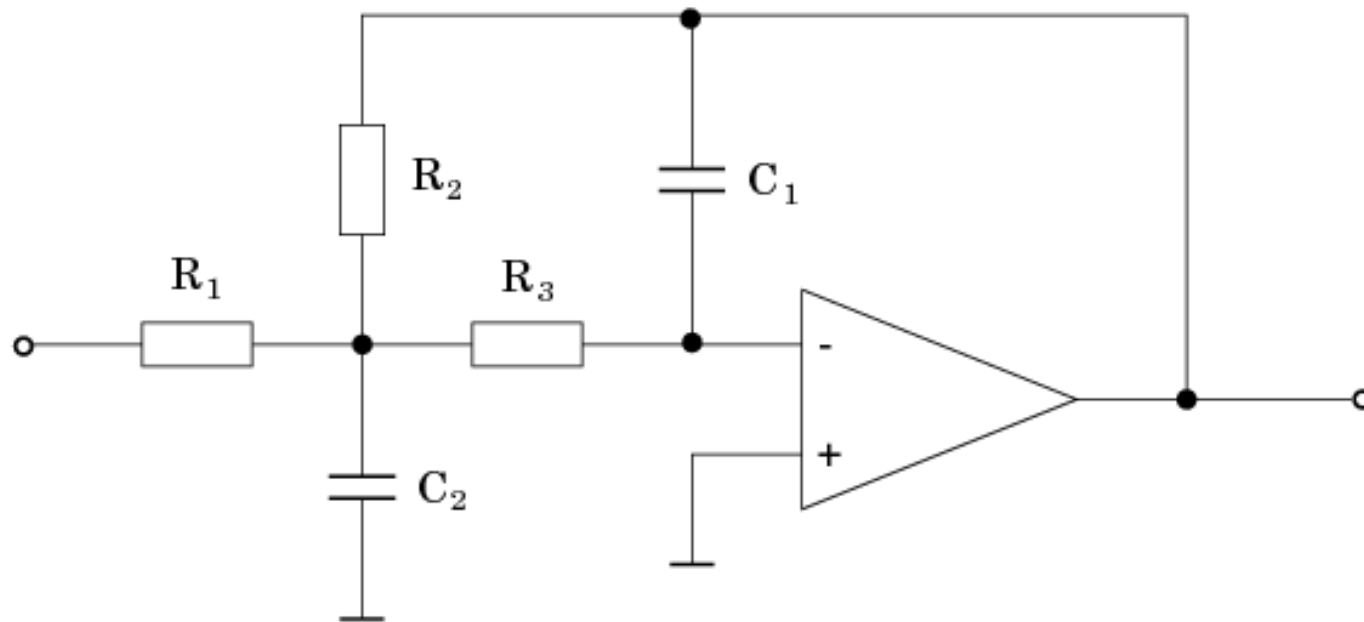
- Filterfunktionen beliebiger Ordnung und Art
- problemlos kaskadierbar

- Arten:

- Beschaltung der OPVs mit RC-Gliedern
- SC-Filter

AKTIVE FILTERSCHALTUNGEN

Aktiver Tiefpass 2ter Ordnung:



35-150 Hz

120-550 Hz

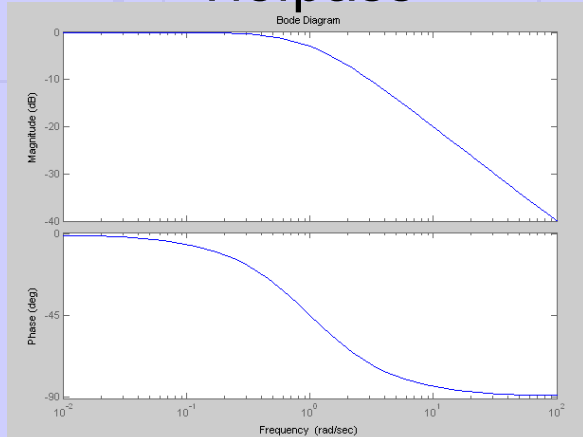
500-2200 Hz

KLANGBEISPIELE



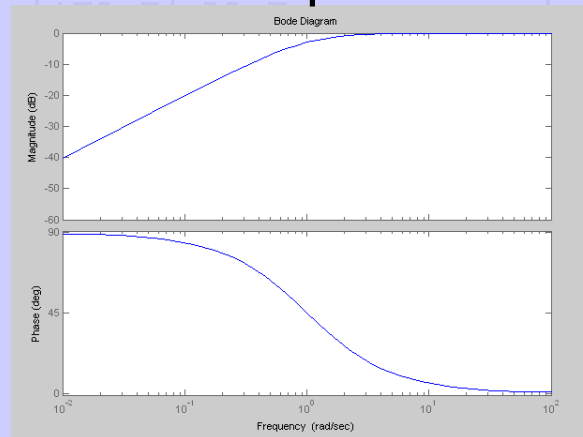
ORIGINAL

Tiefpass



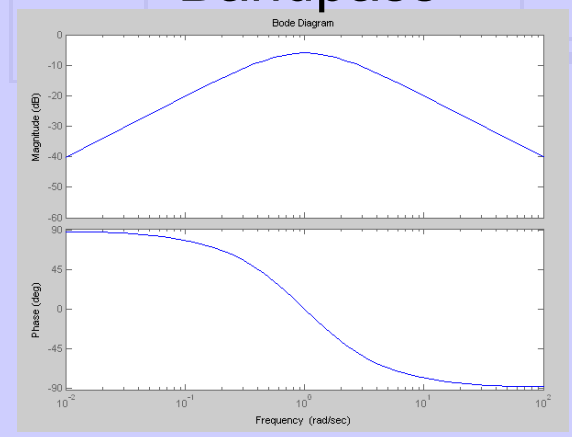
35-150 Hz

Hochpass



120-550 Hz

Bandpass



500-2200 Hz

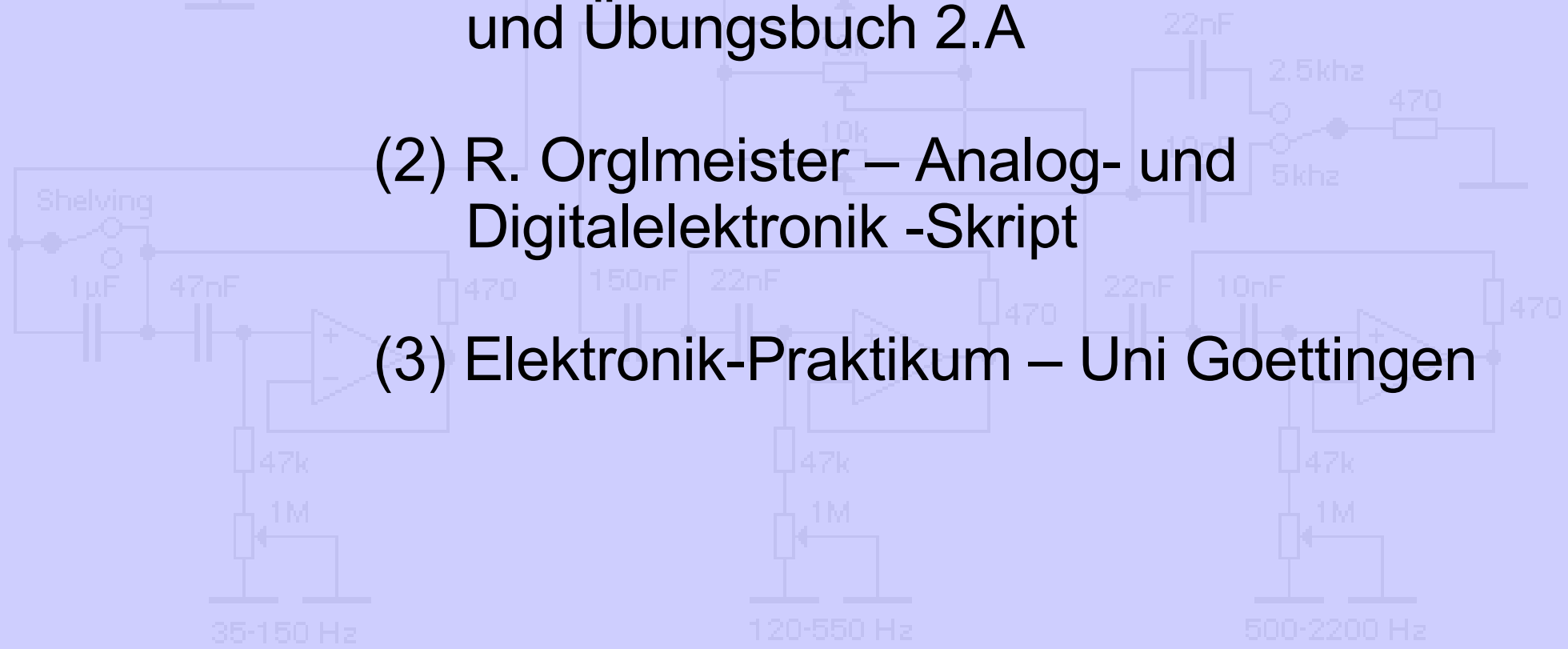
QUELLENANGABEN



(1) G.Koß/W.Reinhold – Elektronik, Lehr und Übungsbuch 2.A

(2) R. Orglmeister – Analog- und Digitalelektronik -Skript

(3) Elektronik-Praktikum – Uni Goettingen





**Vielen Dank für
Eure Aufmerksamkeit!**