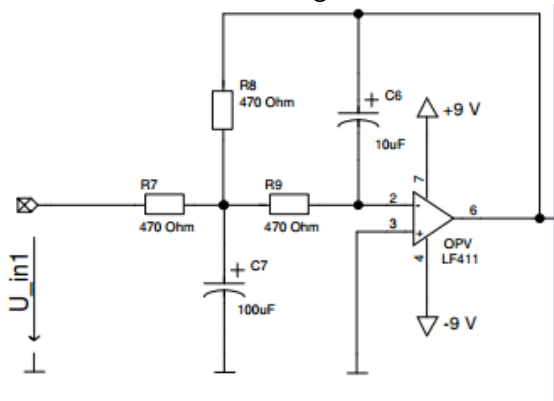
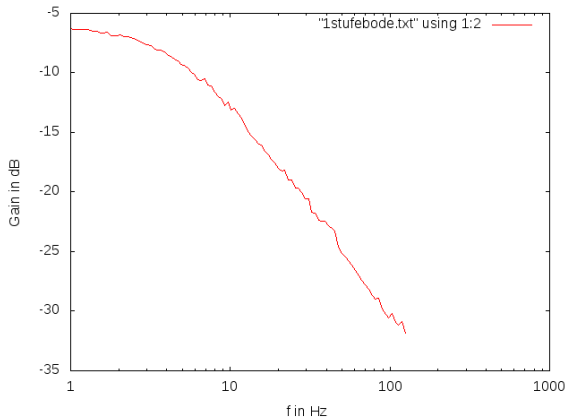


## Schaltbild Filter 2. Ordnung, Erste Stufe:

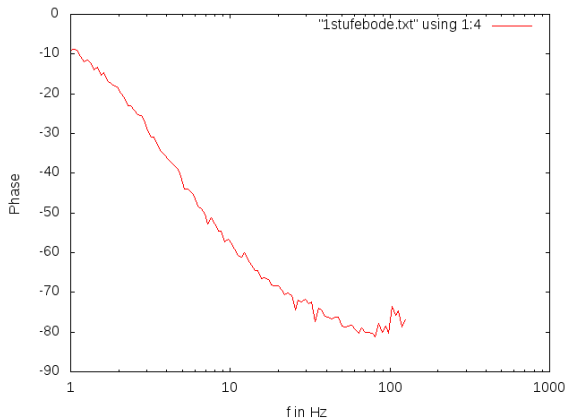


## Eigenschaften des Tschebyscheff-Filters

- Im Vergleich zum passiven Filter 2. Ordnung: Einsatz von Operationsverstärkern (Filter daher auch aktiv genannt)
- Verlauf des Bode-Diagramms entspricht Tschebyscheff-Polynomen
- daher im Bereich der Grenzfrequenz auch kein Monotoner Verlauf, sondern Welligkeit, bedingt durch verstärkenden Schwingkreis
- Dämpfung immer um  $40 \frac{dB}{\text{Dekade}}$
- Cut-Off-Frequenz für den zweiten Filter:  $f = 32 \text{ Hz}$
- Phasenverschiebung für beide Stufen bei  $180^\circ$

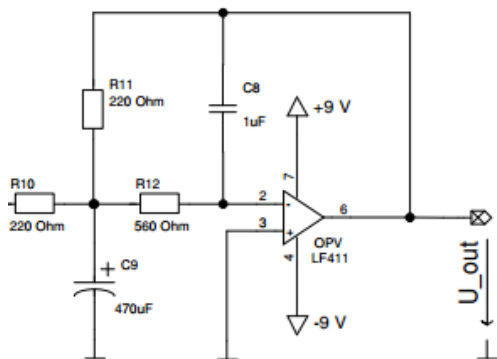


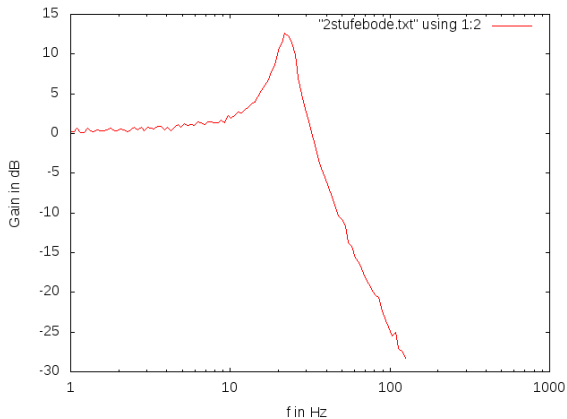
Gain-Bodediagramm der ersten Stufe



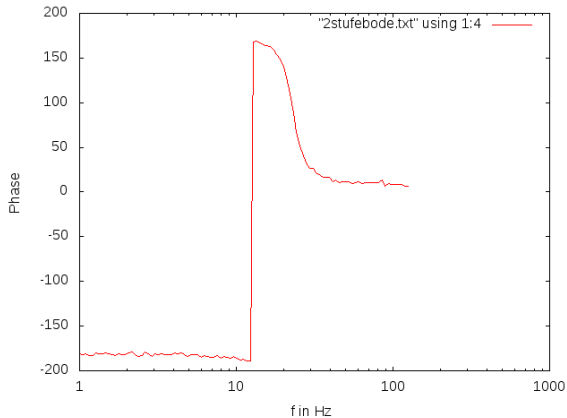
Phase-Bodediagramm der ersten Stufe

## Schaltbild Filter 2. Ordnung, Zweite Stufe:





Gain-Bodediagramm der zweiten Stufe



Phase-Bodediagramm der zweiten Stufe

Ablesen der Grenzfrequenz und der Welligkeit bei Stufe 1 nicht möglich, da Gain zu tiefe Werte annimmt

Dämpfung:  $V \approx 20 \frac{dB}{Dekade}$

Für Stufe 2 ergibt sich:

Welligkeit  $W \approx 12.6 dB$  bei  $f_W \approx 22 Hz$

Grenzfrequenz:  $f \approx 35 Hz$  Dämpfung:  $V > 30 \frac{dB}{Dekade}$

Phasenverschiebung stimmt mit ca.  $180^\circ$  mit Theorie überein

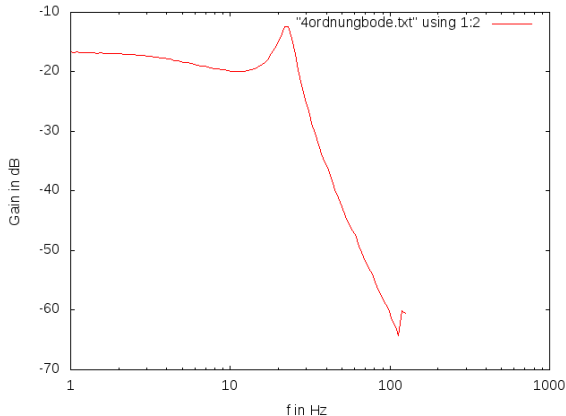


## Theorie für Filter 4. Ordnung

Dämpfung ergibt sich aus Überlagerungen der Einzeldämpfungen

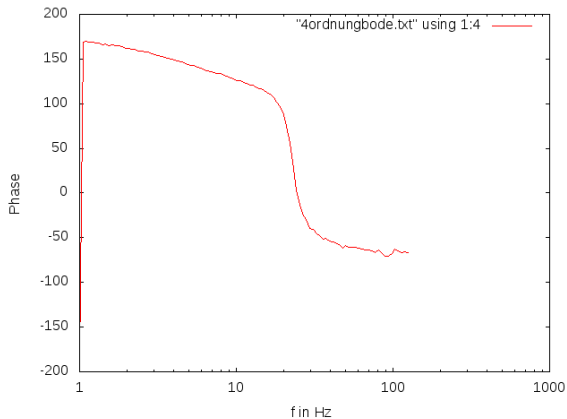
$$\Rightarrow V = 80 \frac{dB}{Dekade}$$

Für Cut-Off-Frequenz erhält man:  $f = 23.3Hz$



### Gain-Bodediagramm des Gesamtfilters

Auffällig ist, dass das ganze Bode-Diagramm nach unten versetzt ist und zb. nie den Wert  $-3\text{dB}$  erreicht

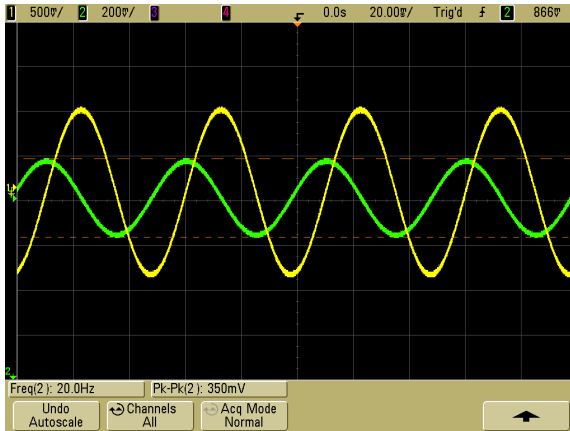


Phase-Bodediagramm des Gesamtfilters

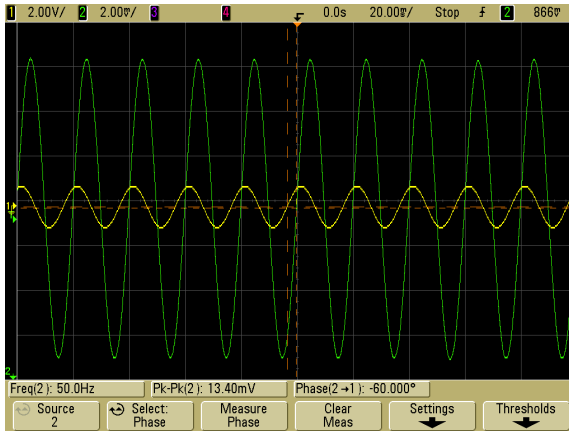
Dämpfung  $V \approx 55 \frac{dB}{Dekade}$

Welligkeit: suche  $A_{min} = -12.3dB$  und berechne  $A_{peak} - A_{min}$ .

Man erhält:  $W \approx 4.4dB$  bei  $f_W \approx 23.06Hz$



Oszilloskop-bild bei  $2V_{pp}$ ,  $F = 20\text{Hz}$



Oszilloskop-bild bei  $2V_{pp}$ ,  $F = 50\text{Hz}$

Haben keine Phasenverschiebung von  $360^\circ$  erhalten