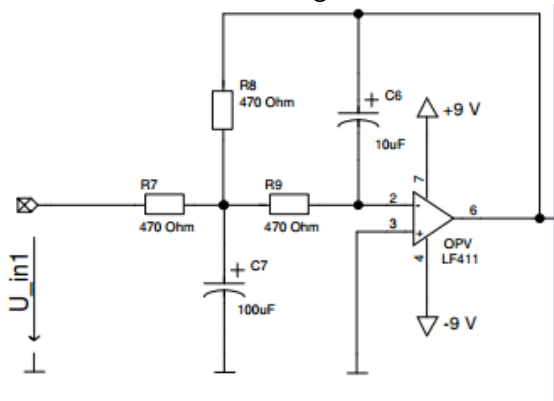
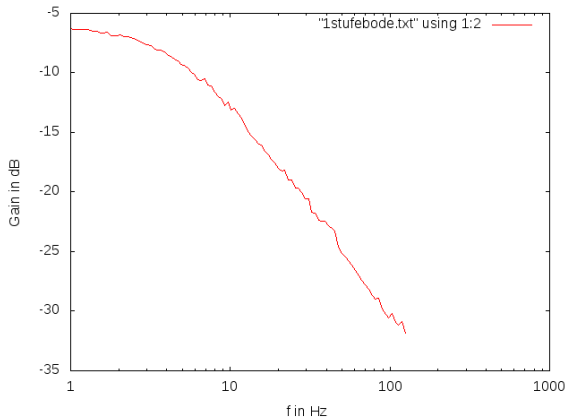


Schaltbild Filter 2. Ordnung, Erste Stufe:

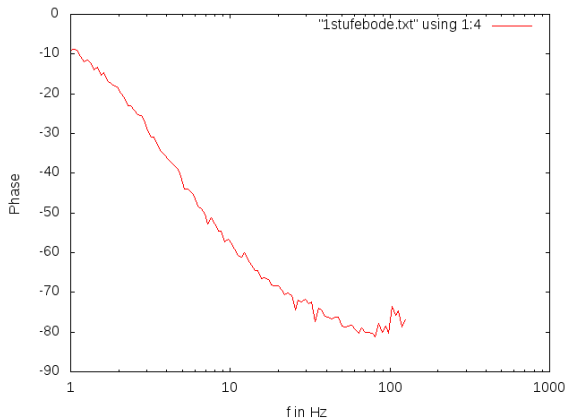


Eigenschaften des Tschebyscheff-Filters

- 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°

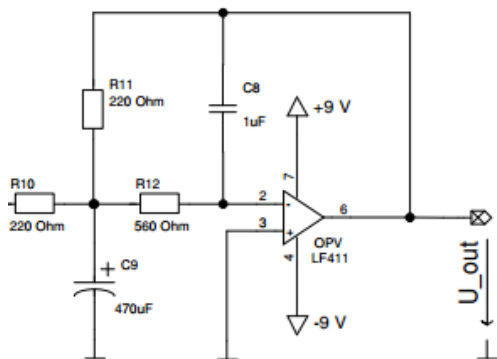


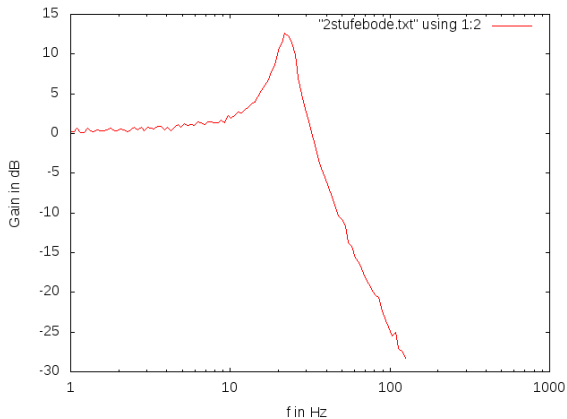
Gain-Bodediagramm der ersten Stufe



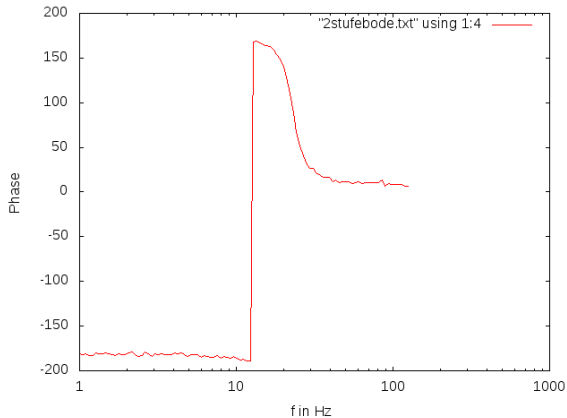
Phase-Bodediagramm der ersten Stufe

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: $V > 30 \frac{dB}{Dekade}$

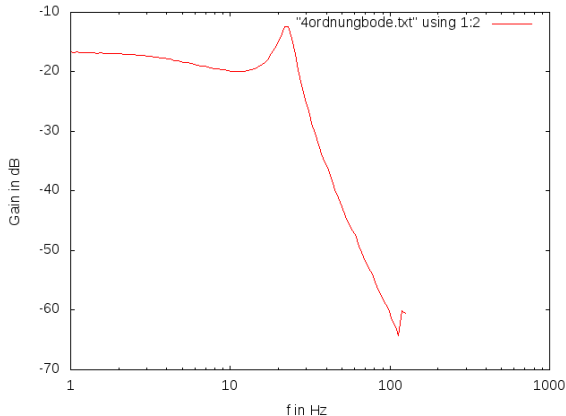
Phasenverschiebung stimmt mit ca. 180° mit Theorie überein

Theorie für Filter 4. Ordnung

Dämpfung ergibt sich aus Überlagerungen der Einzeldämpfungen

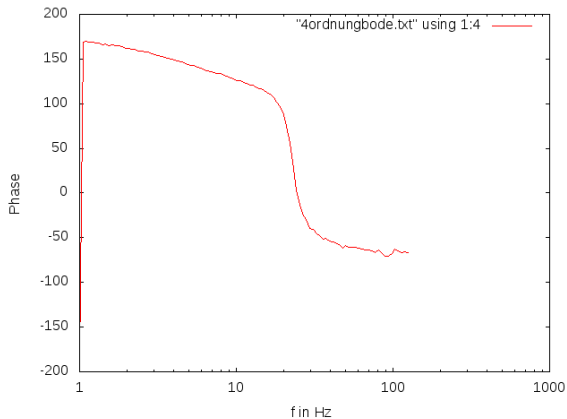
$$\Rightarrow V = 80 \frac{dB}{Dekade}$$

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 -3dB erreicht

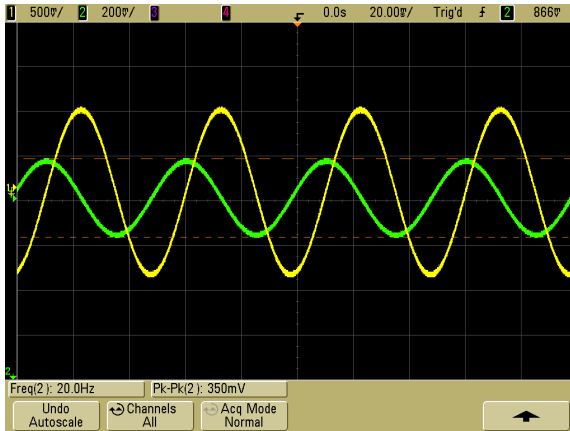


Phase-Bodediagramm des Gesamtfilters

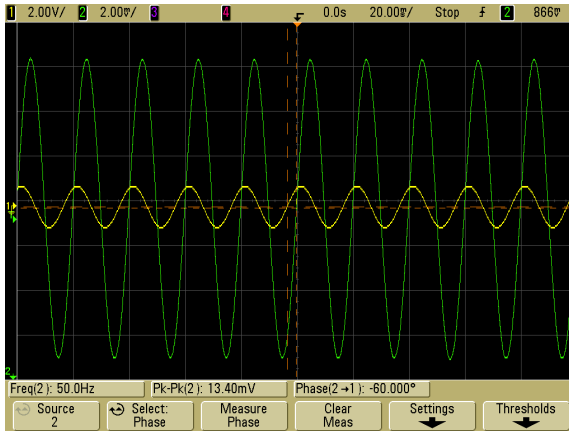
Dämpfung $V \approx 55 \frac{dB}{Dekade}$

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° erhalten