Regelungstechnik Aufgabe 10

David Weber

May 14, 2024

1.1

$$G_p(j\omega) = -\frac{1}{\omega^2}$$

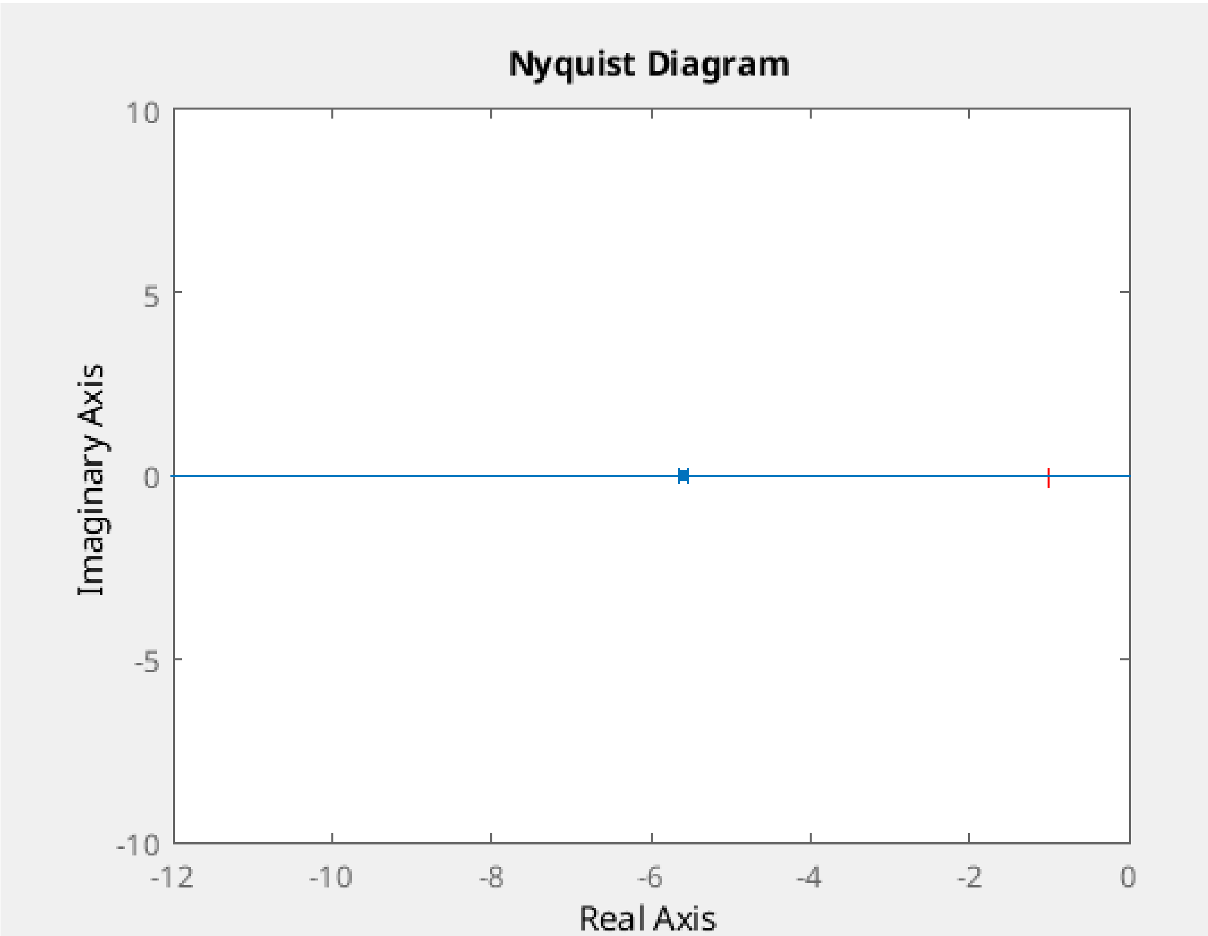

Figure 1: Ortskurve von $G_p(j\omega)$

1.2

Nyquist Kriterium:

$$\Delta_{w=0}^{\infty} \angle(1 + L(j\omega)) = \pi n_r^o + \frac{\pi}{2} n_a^o$$

Mit $n_r^o = 0$ und $n_a^o = 2$ ergibt sich für die rechte Seite das Ergbenis π Die Ortskurve geht durch -1, daraus folgt keine stetige Winkeländerung und ist somit instabil. Ein P- oder PI-Regler kann die Phase nur absenken und kann somit nicht stabil werden.

1.3

Durch das Lead-Glied geht die Ortskurve nicht mehr durch -1, sondern verläuft unter -1. Somit ergibt sich eine Winkeländerung von π und sind somit stabil.

1.4

$$T_v = \frac{1}{\omega_c} tan(60°) = \sqrt{3}s = 1.732s$$

$$L(s) = \frac{K_p(\frac{T_v}{K_p}s + 1)}{s^2}$$

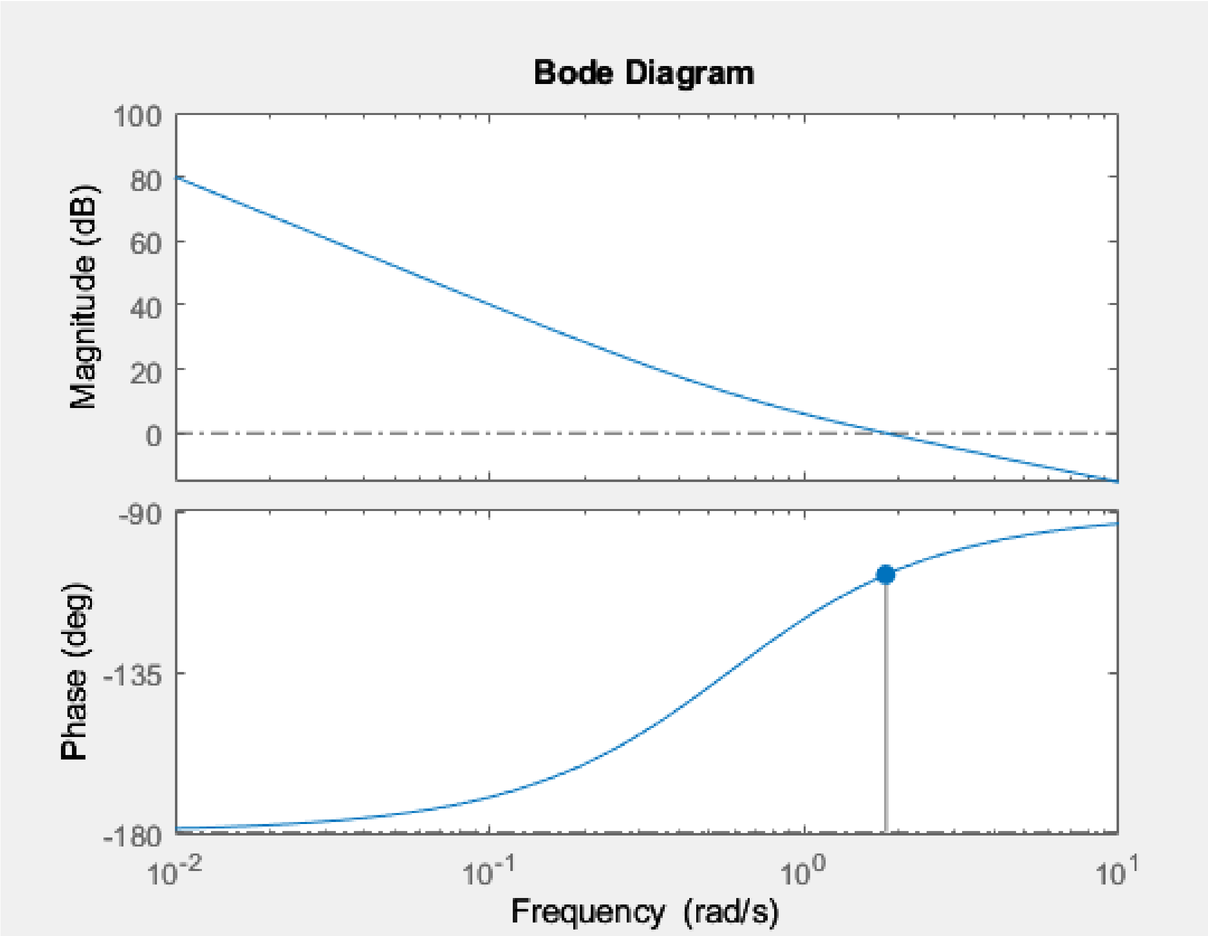

Figure 2: Bode Diagramm von L(s) mit $K_p = 1$

Der Phasenrand ist 72.4°, muss also um $12,4°$ abgesenkt werden.

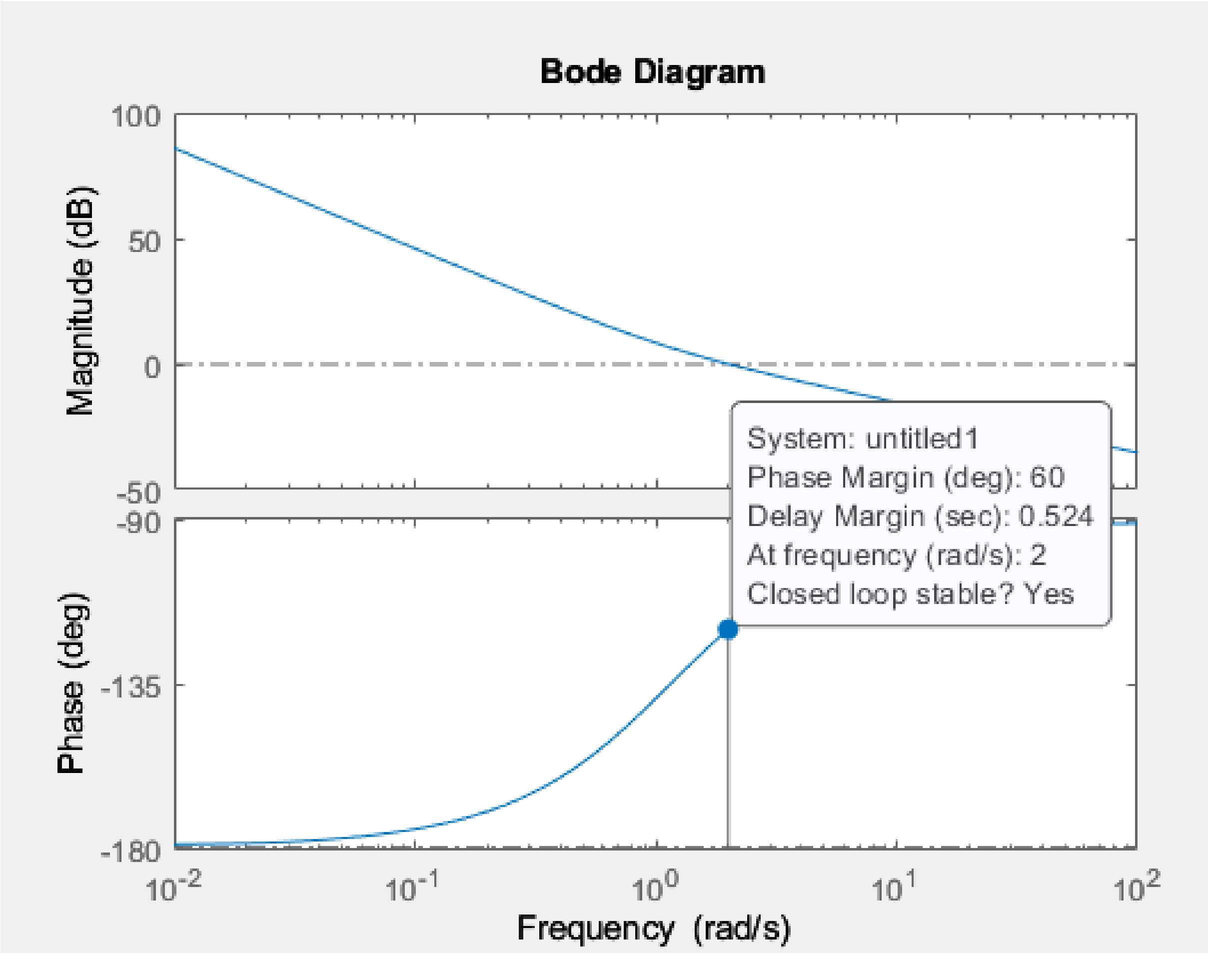

Figure 3: Bode Diagramm von L(s) mit $K_p = 2$

Mit $K_p = 2$ ergibt sich ein Phasenrand von $60°$.

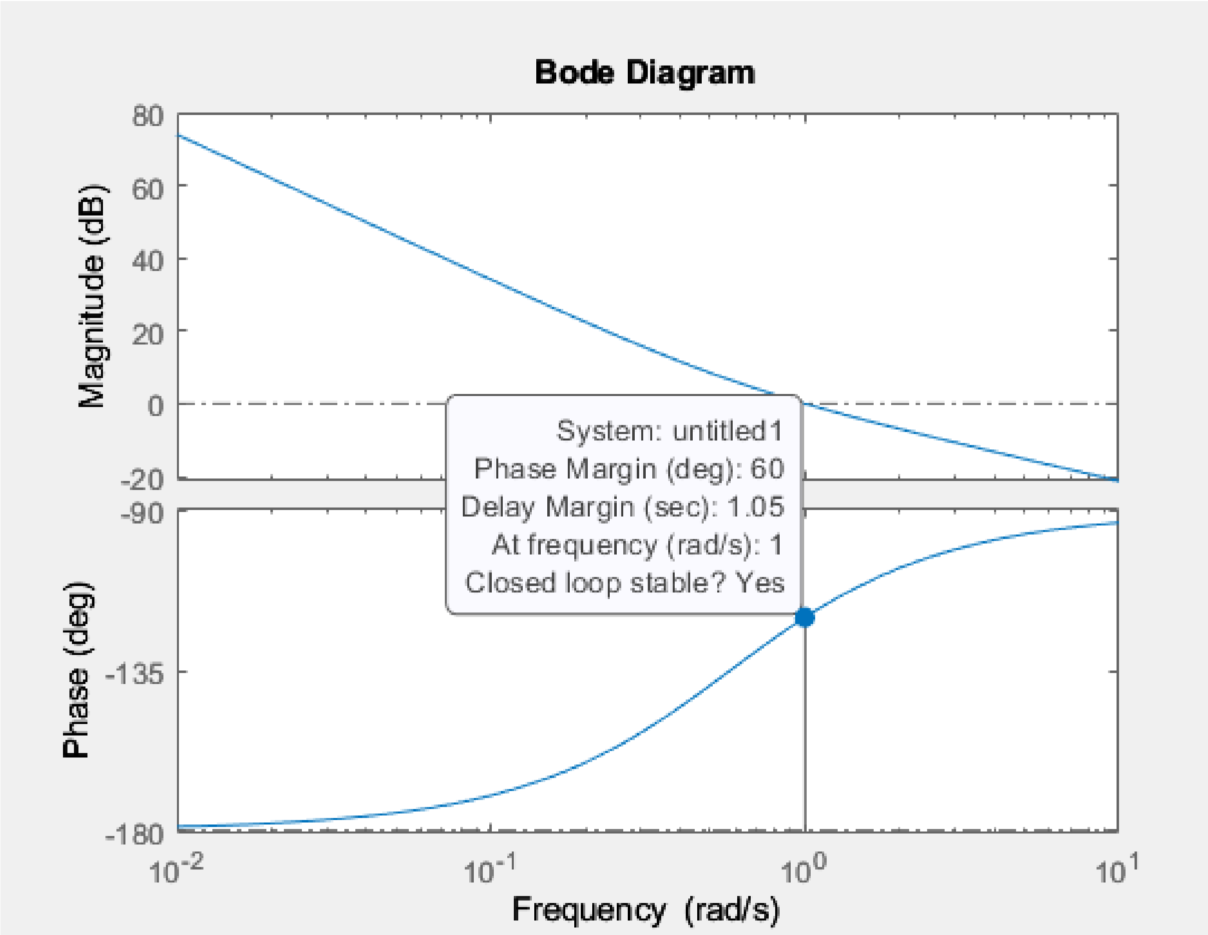

Figure 4: Bode Diagramm von L(s) mit $K_p = 0.5$ und $T_s = 0.866$

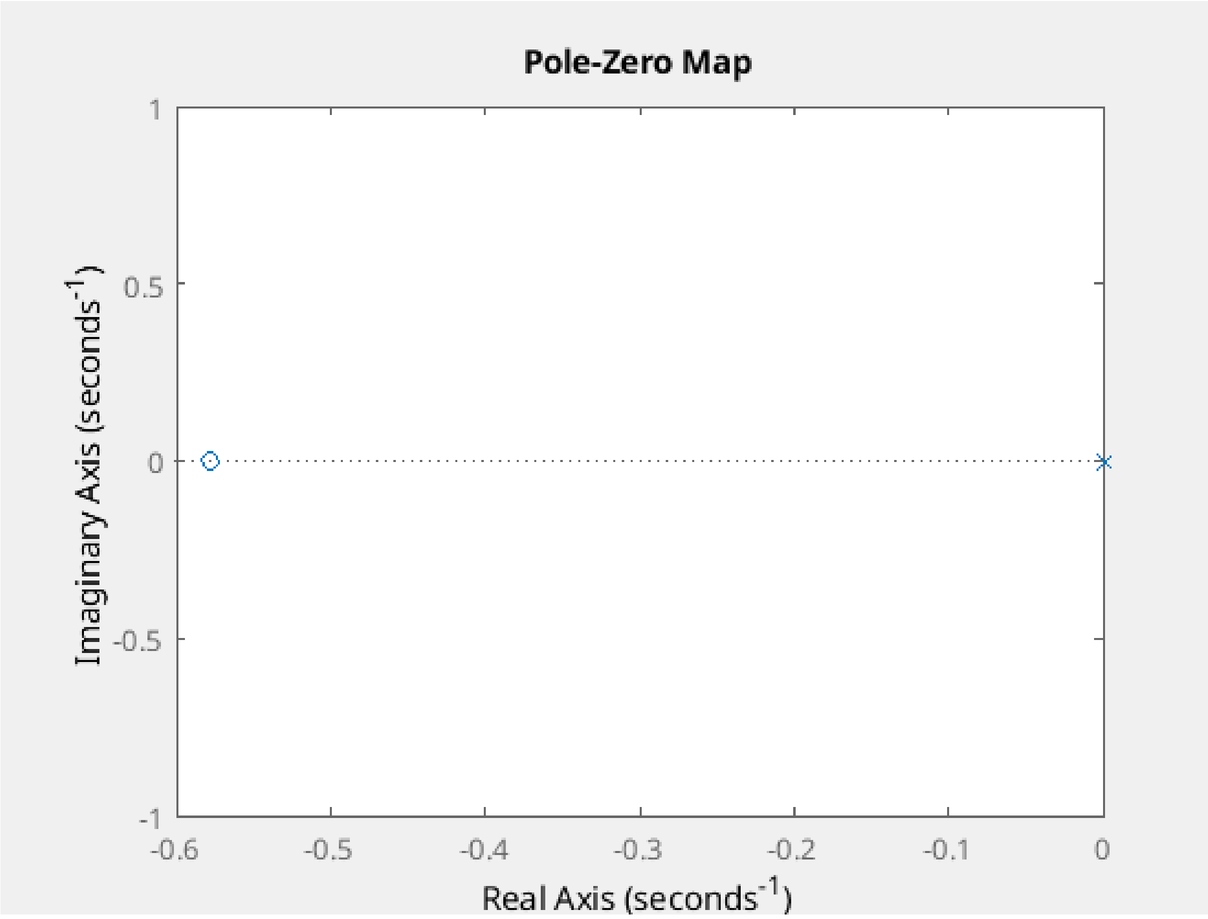

Figure 5: Pol und Nullstellen

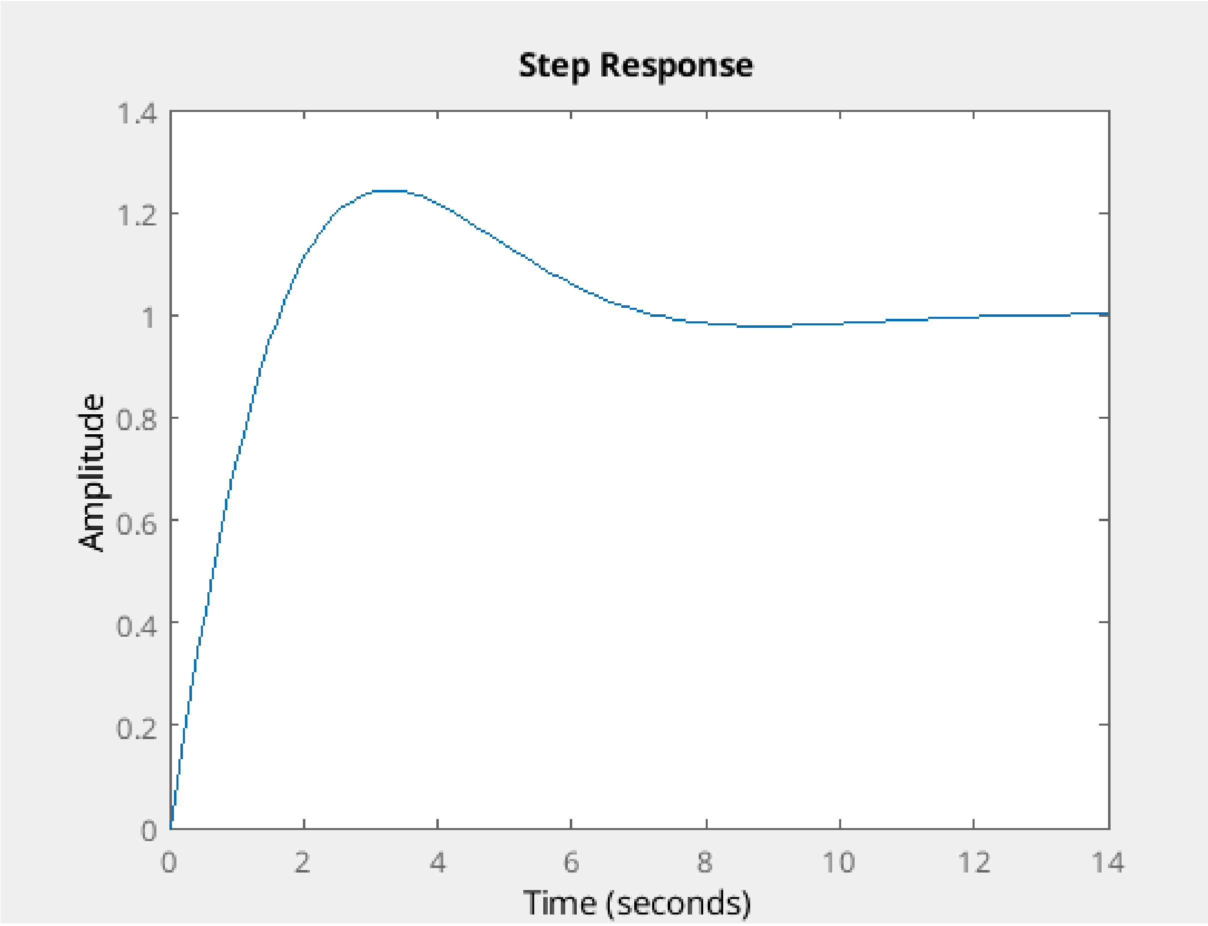

Figure 6: Sprungantwort von T(s)

2.1

$$M_p = \Delta h + 1 = 1.1$$

$$M_m = 1 + 12,517(M_p - 1)^6, 9 + 4,634(M_p - 1)^1, 865 = 1,0632$$

Oder:

$$M_m = -\frac{\pi}{ln(\Delta h} - 0.5\frac{ln(\Delta h)}{\pi} = 1,0487$$

$$\omega_b \approx 2.3\frac{1}{t_r} = 4.6$$

2.2

$$\omega_c \approx \frac{\omega_b}{1.55} = 2,977$$

$$\varphi_r \approx 57,8^\circ$$

2.3

Der Regler benötigt einen I-Anteil um einen endlichen Geschwindigkeitsfehler zu haben.

2.4

$$L(s) = \frac{0,5}{s(s+1)(\frac{s}{2}+1)(\frac{s}{10}+1)}$$

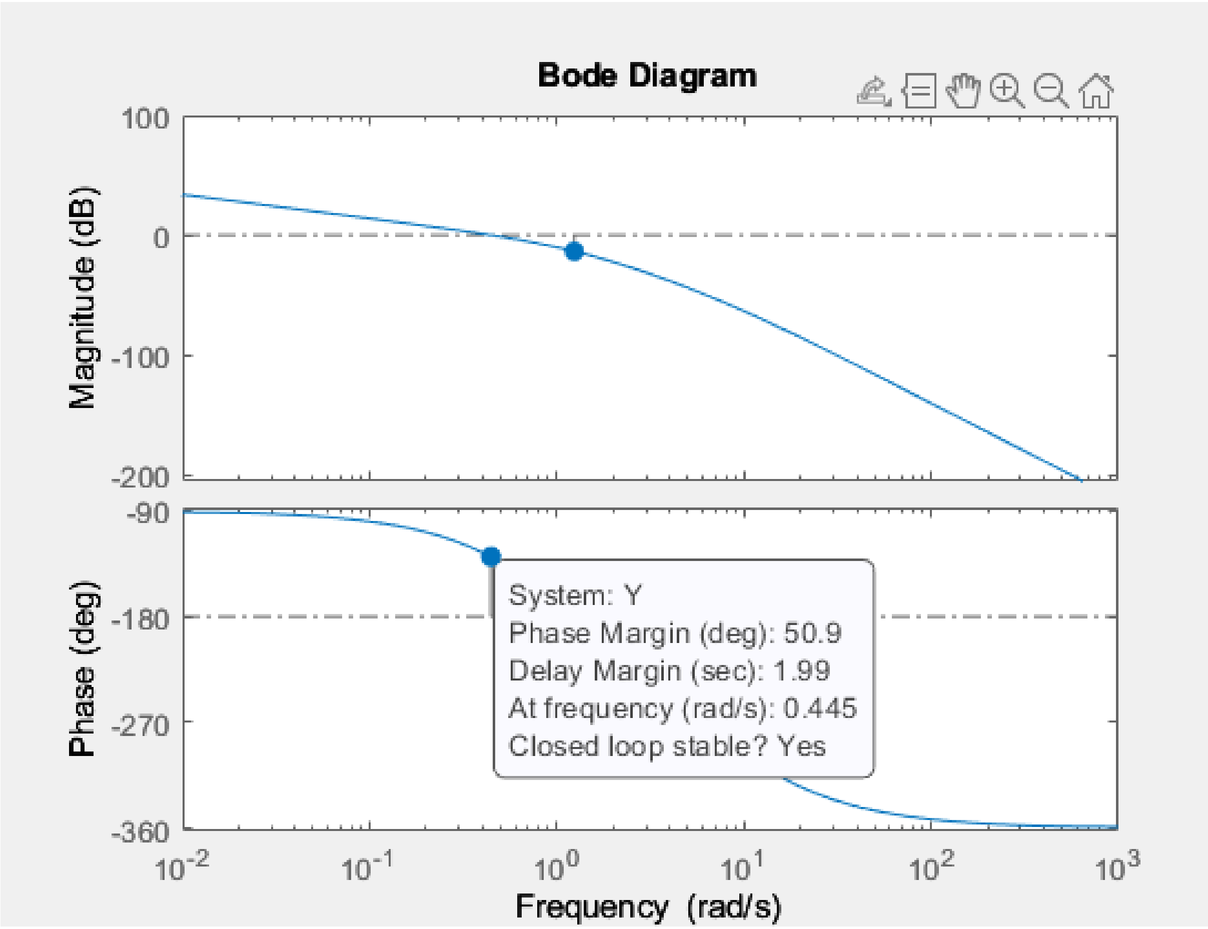

Figure 7: Bode Diagramm von L(s)

Phasenrand muss um $6,9°$ erhöht werden, die Cut-Frequenz um 2,532. Es wird ein $PID - T_1$-Glied verwendet. Die beiden Nullstellen werden so gewählt, das sich Pollstellen der Strecke kürzen. Mit anpassung von K und T_1 kann nun das gewünschte Verhalten eingestellt werden. Daraus ergibt sich die Übertragungsfunktion des Regles:

$$\frac{6,47(s+1)(\frac{s}{2}+1)}{s\left(\frac{s}{10.5}+1\right)}$$

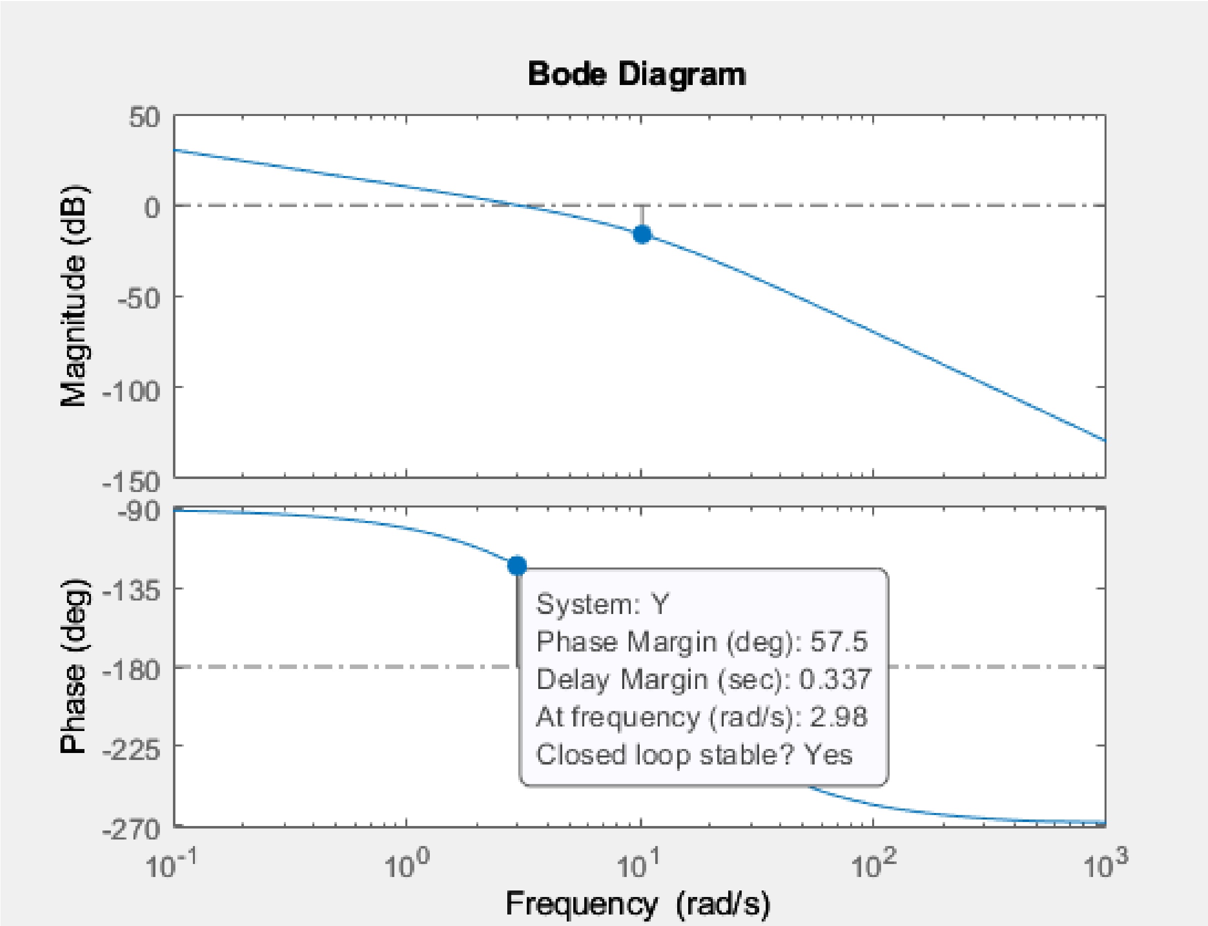

Figure 8: Bode Diagramm von L(s) mit Regler

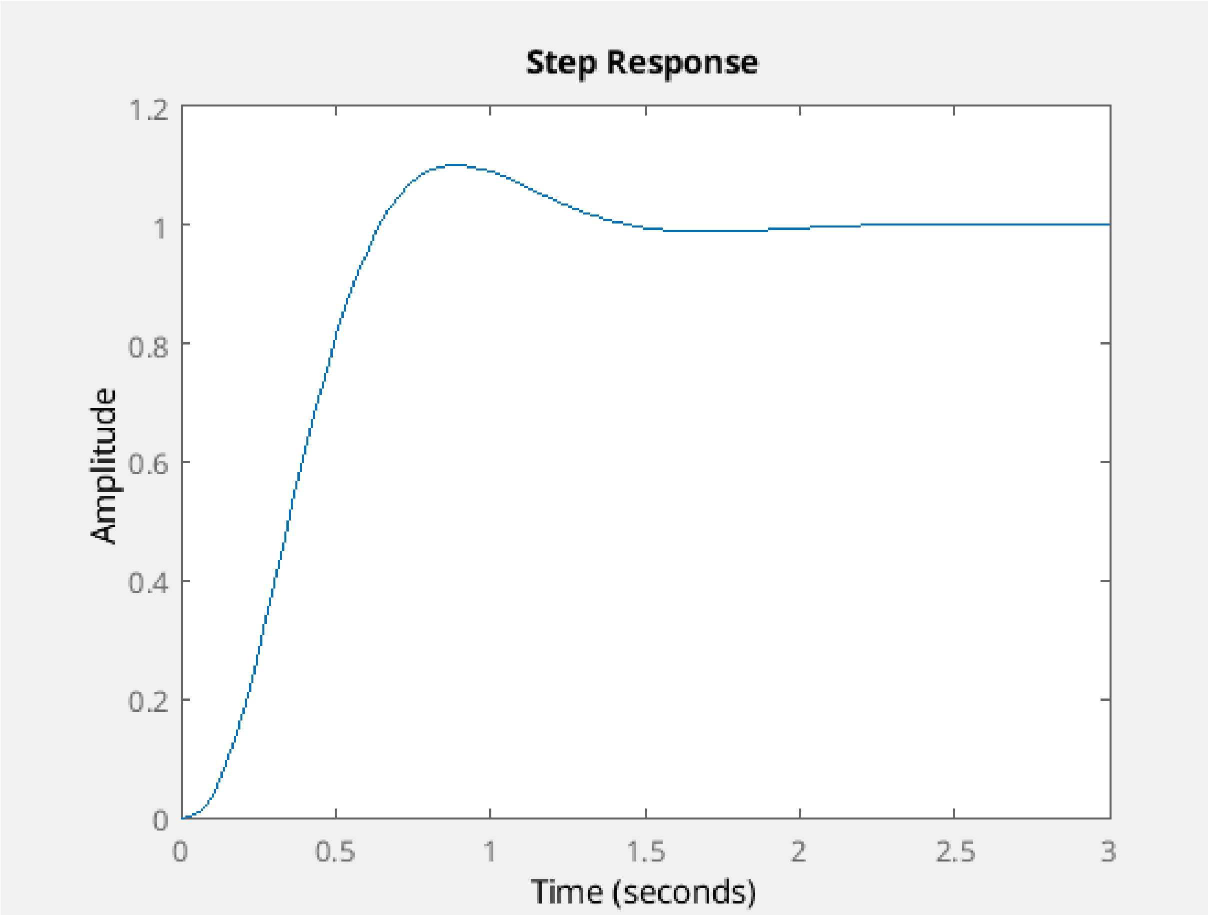

Figure 9: Sprungantwort von T(s)

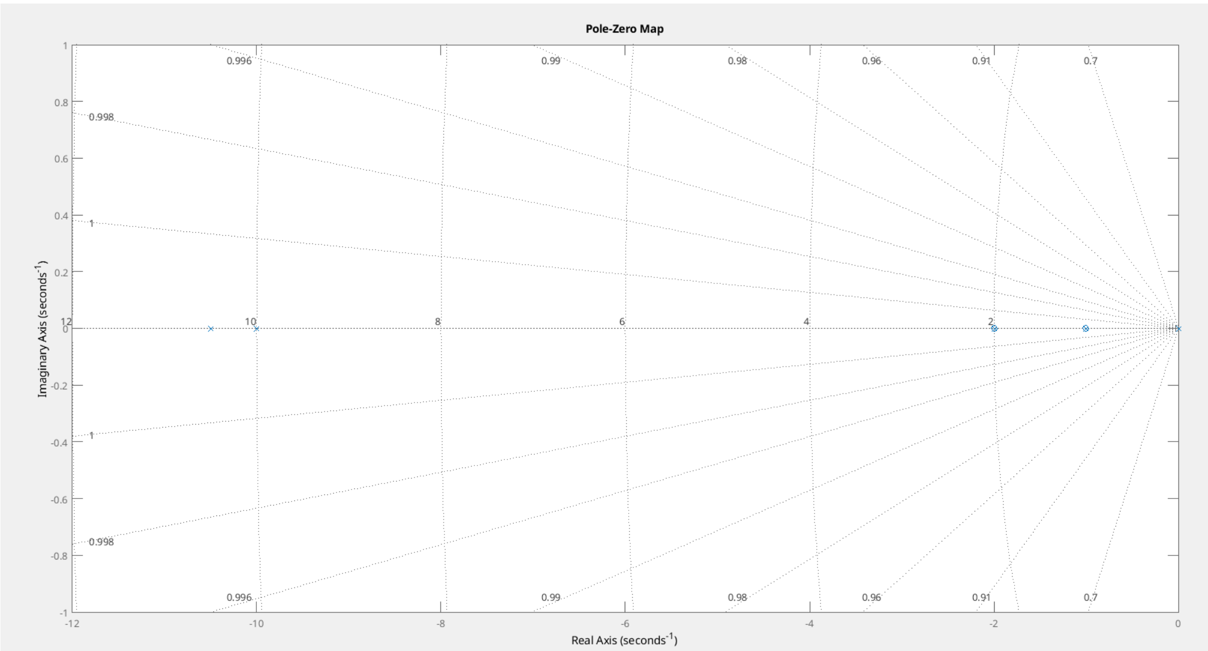

Figure 10: Pol- und Nullstellen von L(s)