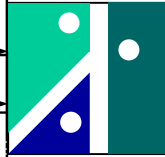


Diese Prüfung besteht aus einem Fragenteil und einem Rechenteil. Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsteil ersichtlich sein.

- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
 - Schreib- und Zeichengerät
 - Taschenrechner
 - Formelsammlung (4 Blätter)

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	

Note : _____

K U R Z F R A G E N :

1. Bei einer hydraulischen Positionsregelung (P-Regler) wird die Regelstrecke durch ein I-Glied gut angenähert. Welches Übertragungsverhalten hat das Gesamtsystem? (1P)

PT₁

Welches Gesamtübertragungsverhalten entsteht, wenn die Kompressibilität der Ölsäule mit berücksichtigt wird? (2P)

(PT₁ + PT₂ =) PT₃

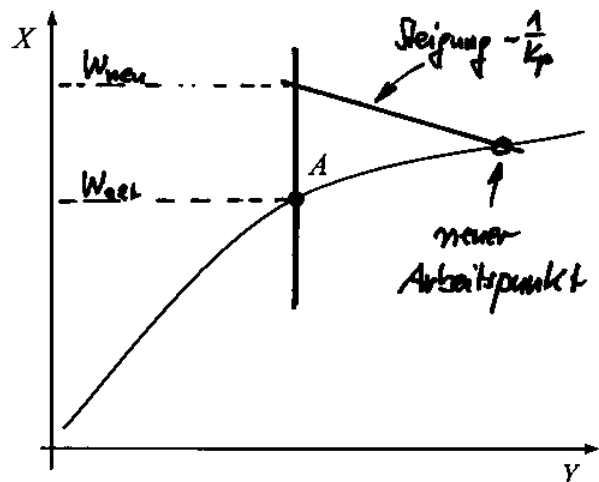
2. Bei einem Regler sei $K_p = 0,8$ und $T_n = 12$ s eingestellt. Das Betriebsverhalten ist so, dass eine weitere Erhöhung der Verstärkung möglich sei. Welche neuen Einstellwerte (alternativ) für K_p bzw. T_n wären dann sinnvoll? (3P)

$K_p = 1,0$ (↑) $T_n = 10$ s (↓)

3. Von einer Regelstrecke werden aus der Sprungantwort die drei folgenden Parameter bestimmt: $K_s = 1,2$; $T_u = 1,2$ s ; $T_g = 12$ s. Dann wird die Verstärkung des Messumformers (Rückführung) verdoppelt. Welche Änderungen ergeben sich daraus für drei oben angegebenen Parameter? (3P)

$K_s = 2,4$; T_u und T_g unverändert

4. Die Skizze zeigt das statische Verhalten einer Regelstrecke mit dem momentan vorhandenen Arbeitspunkt (P-Regler). Skizzieren/Ergänzen Sie, wie sich eine Veränderung des Sollwertes auswirkt! (4P)



5. Nennen Sie zwei Aussagen, die durch den Störungsfrequenzgang angegeben werden können! (3P)

Nenner: Stabilitätsaussage

allgemein: beschreibt Wirkung von Störungen auf Regelgröße

6. Nennen Sie drei Beispiele für Regelstrecken mit I-Verhalten! (3P)

hydr. Positionsregelung mit Regelventil; Temp.-regelung eines adiabaten Behälters; Füllstandsregelung

7. Eine Regelstrecke mit I-Verhalten wird mit einem I-Regler geregelt. Welches Betriebsverhalten stellt sich ein? (1P)

PT₂ (zugesdämpft)

8. Welches Übertragungsverhalten haben Hochpassfilter und Tiefpassfilter (hier stets 1. Ordnung) im Sinne der Regelungstechnik? (2P)

Hochpass: DT₁ Tiefpass: PT₁

9. Bei einer Fuzzy-Regelung sind zwei Regeln mit gleicher Gewichtung "aktiv". Die erste Regel sagt: Stellgröße = +100%; die zweite Regel sagt: Stellgröße = +50%. Wie geht die Fuzzy-Logik mit diesen doch unterschiedlichen Aussagen um, d.h. wie groß wird die ausgegebene Stellgröße sein? (2P)

Stellgröße +75% (gemittelt)

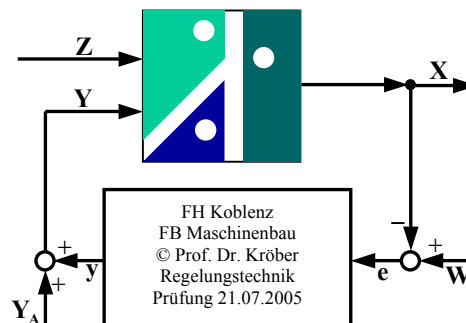
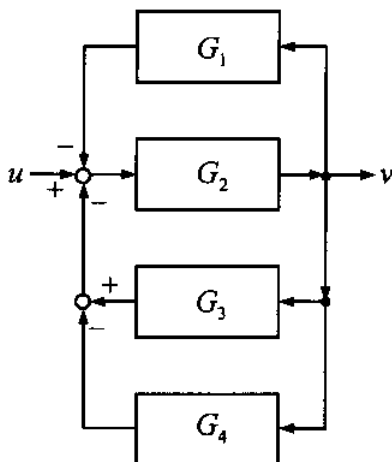
RECHENTEIL :

Aufgabe 1 (16P)

Bestimmen Sie für den abgebildeten Wirkungsplan eine Gleichung für den Gesamtfrequenzgang!

$$G_{ges} = \frac{v}{u} = f(G_1, G_2, G_3, G_4)$$

Zusatzfrage: Markieren Sie im Wirkungsplan das Vorzeichen, welches "problematisch" erscheint (Begründung!)



FH Koblenz
 FB Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 21.07.2005

Aufgabe 2 (20P)

Eine Regelstrecke besteht aus einer Hintereinanderschaltung von 2 Elementen 1. Ordnung. Diese Regelstrecke wird mit einem PI-Regler geregelt.

$$G_{S1} = \frac{K_1}{1+j\omega T_1} \quad G_{S2} = \frac{K_2}{1+j\omega T_2} \quad G_R = K_p \left(1 + \frac{1}{j\omega T_n}\right)$$

- a. Bestimmen Sie den Führungsfrequenzgang!
- b. Bestimmen Sie T_n an der Stabilitätsgrenze (formelmäßige und numerische Lösung)

Zahlenwerte für b:

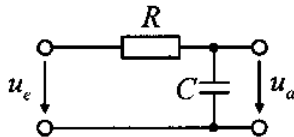
$$K_1 = 2 ; T_1 = 0,5 \text{ s} ; K_2 = 2 ; T_2 = 4 \text{ s} ; K_p = 1,5$$

Hilfestellung für b:

$$a_1 \cdot a_2 > a_0 \cdot a_3$$

Aufgabe 3 (10P)

Auf das abgebildete RC-Glied wirkt eine Sprungfunktion. Bei der Sprungantwort wird eine Zeitkonstante von 0,5s gemessen. Anstatt der Sprungfunktion wird nun eine sinusförmige Eingangsgröße eingespeist. Bei welcher Frequenz [in Hz] beträgt die Phasenverschiebung -30 Grad? Wie groß ist dann der Betrag des Frequenzganges?



Hilfestellungen:

$$G = \frac{K}{1+j\omega RC} \quad |G| = \frac{K}{\sqrt{1+(\omega RC)^2}} \quad \tan \varphi = -\omega RC$$

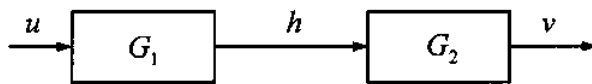
Aufgabe 4 (16P)

Die Hintereinanderschaltung der folgenden beiden Übertragungselemente wird mit einer Simulationsrechnung untersucht.

Gegeben: $\Delta t = 0,1s$

Hilfestellung:

$$\frac{dx}{dt} \approx \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t}$$



$$G_1 = \frac{h}{u} = \frac{K}{1+j\omega T}$$

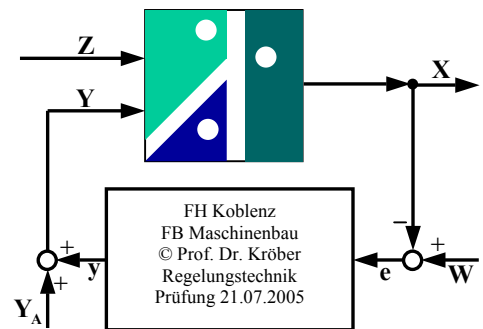
$$G_2 = \frac{v}{h} = \frac{K_I}{j\omega}$$

$$h + T \cdot \frac{dh}{dt} = K \cdot u$$

$$\frac{dv}{dt} = K_I \cdot h$$

$$h_{i+1} = 0,95 \cdot h_i + 0,1 \cdot u_i$$

$$v_{i+1} = v_i + 0,04 \cdot h_i$$



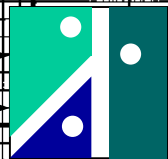
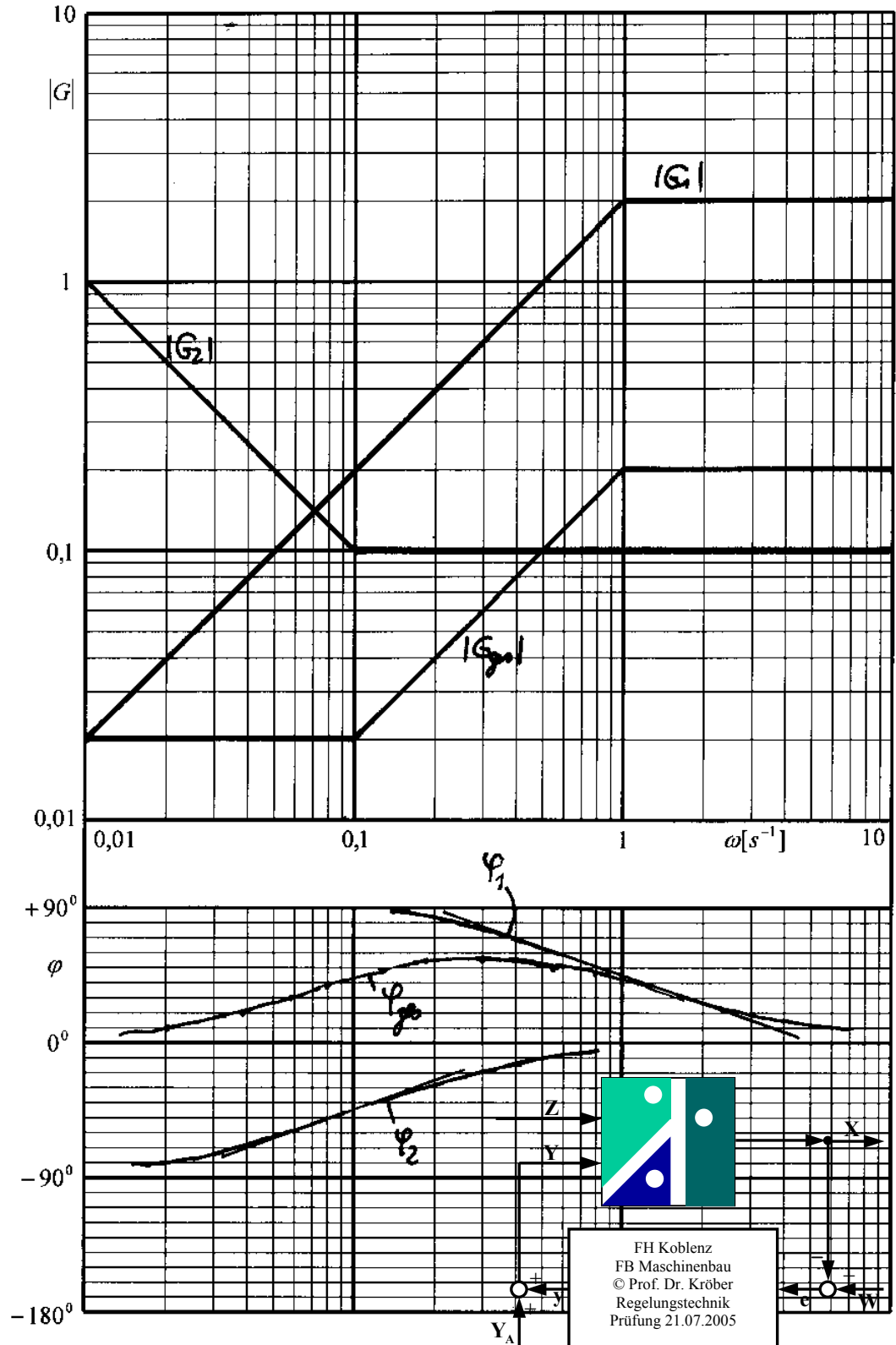
Bestimmen Sie K, T und K_I (Zahlenwerte sind gesucht)!

Aufgabe 5 (14P)

Die folgenden Frequenzgänge sollen graphisch überlagert werden.

$$G_1 = K_1 \frac{j\omega T_1}{1+j\omega T_1} \cong DT_1 \quad (K_D = K_1 \cdot T_1) \quad G_2 = K_2 \left(1 + \frac{1}{j\omega T_2}\right) \cong PT$$

Zahlenwerte: $K_1 = 2$; $T_1 = 1$ s; $K_2 = 0,1$; $T_2 = 10$ s;



FH Koblenz
 FB Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 21.07.2005

Aufgabe 6 (20P)

In dem Bode-Diagramm ist der Frequenzgang einer Regelstrecke eingetragen. Ermitteln Sie die Reglereinstellung nach Ziegler/Nichols für einen PID-Regler. Tragen Sie den Regler in das Bode-Diagramm ein und bestimmen Sie die Amplituden- und Phasenreserve!

Ziegler/Nichols:

$$K_p = 0,6 \cdot K_{pkrit}$$

$$T_n = 0,5 \cdot T_{krit}$$

$$T_v = 0,12 \cdot T_{krit}$$

$$\frac{1}{A_{20}} = 0,65$$

$$\Rightarrow \underline{A_{20} = 1,5}$$

$$\frac{1}{K_{pkrit}} = 0,4$$

$$K_{pkrit} = 2,5$$

$$K_p = 0,6 \cdot K_{pkrit} = 0,6 \cdot 2,5$$

$$= \underline{1,5}$$

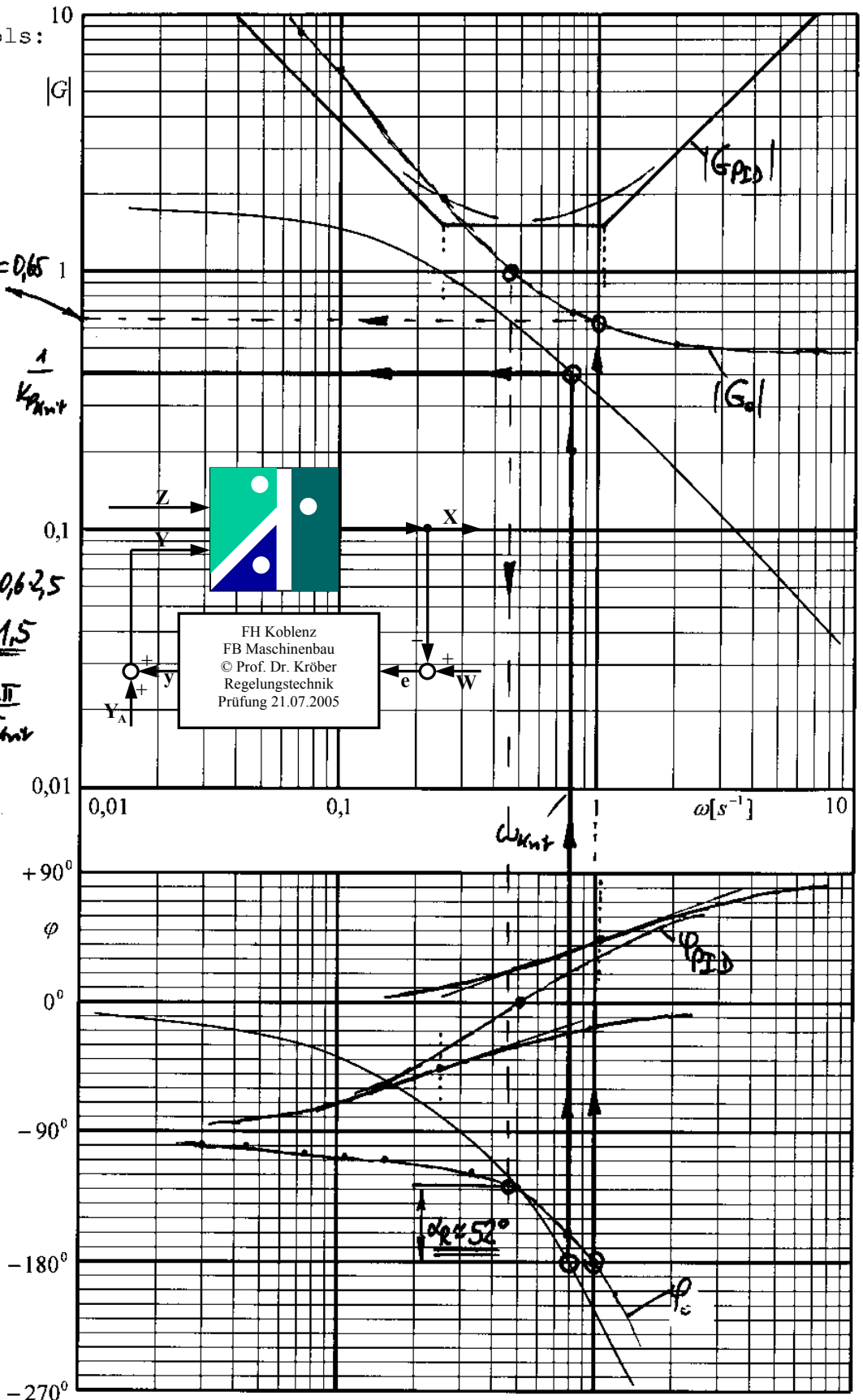
$$\omega_{krit} = 0,85 \cdot \frac{2\pi}{T_{krit}}$$

$$\Rightarrow T_{krit} = \dots = \underline{7,86s}$$

$$T_n = 0,5 \cdot 7,86s$$

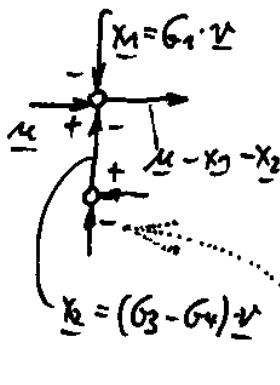
$$= \underline{3,93s}$$

$$T_v = \dots = \underline{0,94s}$$



Lösungen Prüfung Regelungstechnik vom 21.07.2005

zu 1)



$$(u - x_1 - x_2) G_2 = v$$

einiges:

$$(u - G_1 v - (G_3 - G_4) v) G_2 = v$$

ordnen und umformen ergibt:

$$G_{\text{sp}} = \frac{v}{u} = \frac{G_2}{1 + G_2 (G_1 + G_3 - G_4)}$$

Vorzeichen (Minuszeichen) nach G_4 ist „problematisch“.

zu 2)

$$G_w = \frac{G_R \cdot G_{T1} \cdot G_{T2}}{1 + G_R \cdot G_{T1} \cdot G_{T2}} = \frac{K_p (1 + \frac{1}{j\omega T_n}) \frac{K_1}{1 + j\omega T_1} \cdot \frac{K_2}{1 + j\omega T_2}}{1 + K_p (1 + \frac{1}{j\omega T_n}) \frac{K_1}{1 + j\omega T_1} \cdot \frac{K_2}{1 + j\omega T_2}}$$

$$= \dots = \frac{K_p (1 + T_n j\omega) K_1 K_2}{(1 + j\omega T_1)(1 + j\omega T_2) T_n j\omega + K_p (1 + T_n j\omega) K_1 K_2}$$

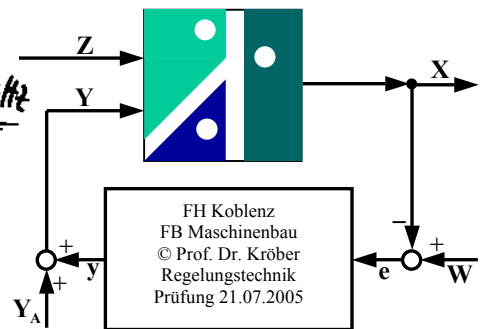
Nenner: ...: $a_0 = K_p K_1 K_2$; $a_1 = T_n (1 + K_p K_1 K_2)$; $a_2 = T_n (T_1 + T_2)$; $a_3 = T_1 T_2 T_n$
 $a_1 a_2 > a_0 a_3$

$$T_n (1 + K_p K_1 K_2) T_n (T_1 + T_2) > K_p K_1 K_2 \cdot T_1 T_2 T_n \Rightarrow T_n > \frac{K_p K_1 K_2 T_1 T_2}{(1 + K_p K_1 K_2) (T_1 + T_2)} = \dots = \underline{\underline{0,3815}}$$

zu 3) $\tan \varphi = -\omega RC$; $T = RC$; $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

$$\tan \varphi = -2\pi f \cdot T \Rightarrow f = \frac{-\tan \varphi}{2 \cdot \pi \cdot T} = \frac{-\tan 30^\circ}{2 \cdot \pi \cdot 0,55} = \underline{\underline{0,184 \text{ Hz}}}$$

$$|G| = \frac{K}{\sqrt{1 + (2\pi f T)^2}} = \frac{1 - \text{hier } K=1}{\sqrt{1 + (2\pi \cdot 0,184 \cdot 0,5)^2}} = \underline{\underline{0,866}}$$



zu 4) $l_i + T \frac{d l_i - l_i}{dt} = K \cdot u_i$

$$l_{i+1} = l_i \underbrace{\left(1 - \frac{\Delta t}{T}\right)}_{0,95} + u_i \cdot K \underbrace{\frac{\Delta t}{T}}_{0,1} \Rightarrow T = \dots = \underline{\underline{20 \text{ s}}}; K = \dots = \underline{\underline{20}}$$

$$\frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = K_I \cdot l_i$$

$$v_{i+1} = v_i + \underbrace{K_I \cdot \Delta t}_{0,04} \cdot l_i \Rightarrow \underline{\underline{K_I = \dots = 0,45^{-1}}}$$