

Regelungstechnik WS 10/11
 Prof. Dr. W. Kröber

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

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

Note : _____

K U R Z F R A G E N :

1. In einem Regelkreis muss die Anzahl der Vorzeichenumkehrungen stets eine . . . Zahl sein. Wie lautet das fehlende Wort? (2P)

ungerade

2. Bei Veränderung der Stellgröße wächst die Regelgröße stetig an. Wie lautet die Bezeichnung für das Verhalten dieser Regelstrecke? (2P)

Regelstrecke ohne Ausgleich

3. Der Frequenzgang eines Streckenelementes lautet: $G_s = \frac{K_I}{j\omega \cdot (1 + j\omega T)}$

Wie groß ist die Phasenverschiebung für $\omega = 1/T$? (2P)

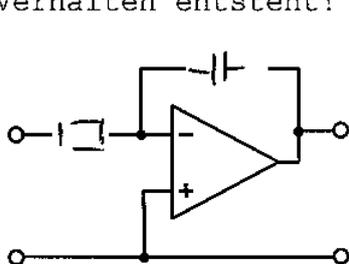
-135°

4. Der Einschwingvorgang bei einem Regelkreis wird durch die angegebene homogene Differentialgleichung beschrieben. Welche Ordnung hat das System? (2P)

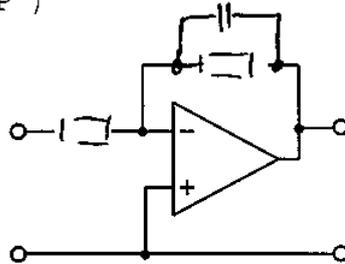
$x(t) = C_1 \cdot e^{-2t} + e^{2t} \cdot [C_2 \cdot \sin(2t) + C_3 \cdot \cos(2t)]$

3. Ordnung

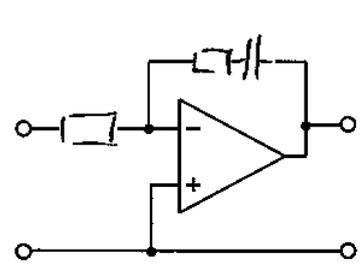
5. Ergänzen Sie die abgebildeten Schaltungen so, dass das angegebene Verhalten entsteht! (6P)



I-Verhalten



PT₁-Verhalten



PI-Verhalten

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	<i>Lösungen</i>
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	

FH Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 29.11.2010

6. Unter welcher Bedingung lässt sich eine Regelstrecke 2. Ordnung durch eine Hintereinanderschaltung von zwei Elementen 1. Ordnung darstellen? (2P)

$\delta/\omega_0 \geq 1$

7. Wie viele Messumformer werden bei einer Kaskadenregelung benötigt? (1P)

2

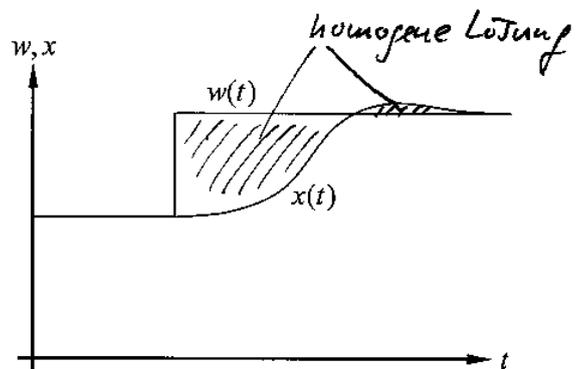
8. Wie viele Regler werden bei einer Kaskadenregelung benötigt? (1P)

2

9. Wie viele Stellgeräte werden bei einer Kaskadenregelung benötigt? (1P)

1

10. Die Abbildung zeigt den Verlauf der Führungsgröße und der Regelgröße bei einem Sollwertsprung. Kennzeichnen Sie den Anteil, der durch die homogene Differentialgleichung beschrieben wird! (2P)



11. Wie würden Sie beim Verhalten der Regelgröße aus Fragestellung 10. den Wert für K_p verändern, damit das Überschwingen reduziert wird? (2P)

$K_p \downarrow$

12. Wie würden Sie beim Verhalten der Regelgröße aus Fragestellung 10. den Wert für T_N verändern, damit das Überschwingen reduziert wird? (2P)

$T_N \uparrow$

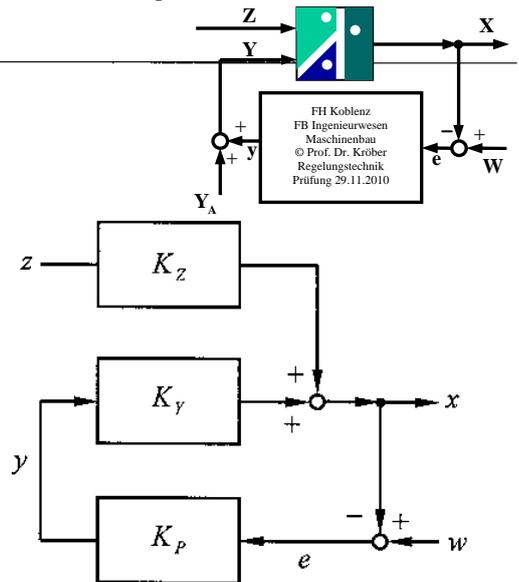
RECHENTEIL :

Aufgabe 1 (12P)

Von einem Regelkreis sind als Parameter folgende Werte gegeben:

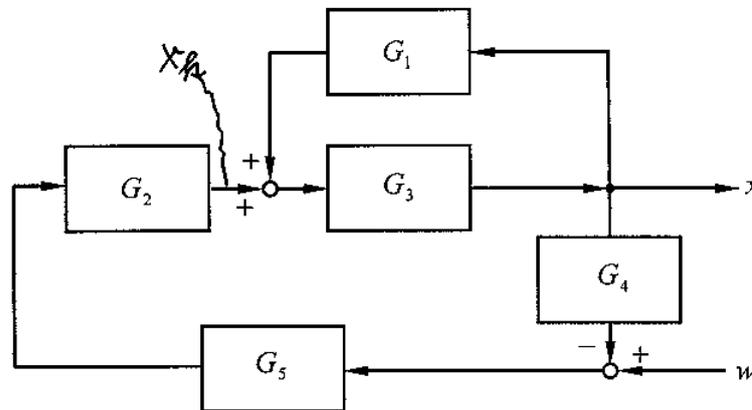
$\frac{\partial X}{\partial Y} = 1,6$ $\frac{\partial X}{\partial Z} = 0,42$ $K_p = 2$

Welcher Wert ergibt sich für die Regelgröße x , falls die Störgröße den Wert $z=3$ besitzt und die Führungsgröße gleich Null ist?



Aufgabe 2 (12P)

Bestimmen Sie für das angegebene System den Frequenzgang $G_w = \frac{x}{w}$!



Aufgabe 3 (18P)

Ein PD-Regler wird durch folgende Rekursionsgleichung beschrieben:

$$y_i = K_p \cdot e_i + K_D \cdot \frac{e_i - e_{i-1}}{\Delta t} = K_p \cdot \left(e_i + \frac{K_D}{K_p} \cdot \frac{e_i - e_{i-1}}{\Delta t} \right) = K_p \cdot \left(e_i + T_V \cdot \frac{e_i - e_{i-1}}{\Delta t} \right)$$

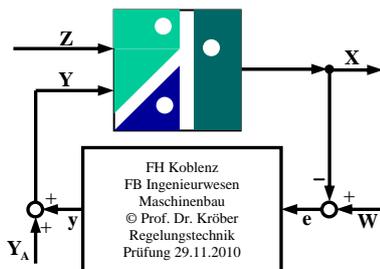
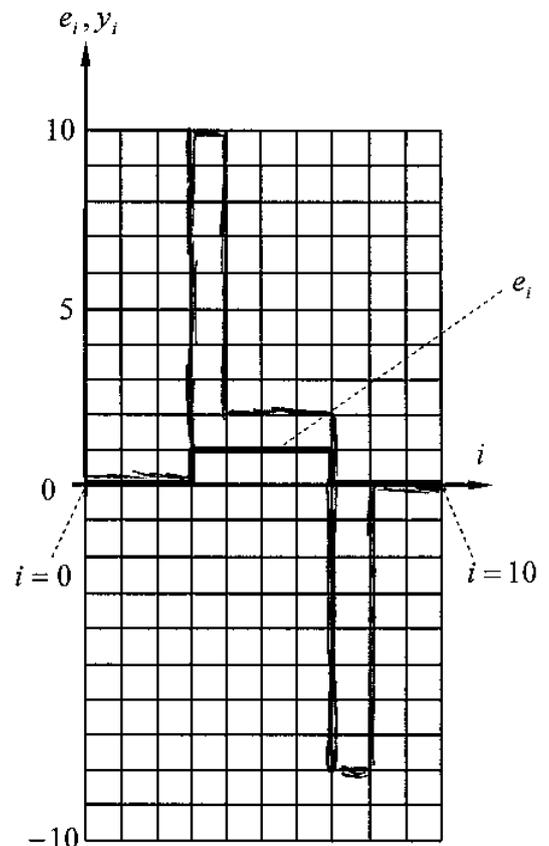
Zahlenwerte:

$$K_p = 2; T_V = 0,4s; \Delta t = 0,1s$$

- a. Bringen Sie die Rekursionsgleichung (Zahlenwertgleichung) vor der dann folgenden numerischen Anwendung auf die folgende Form:

$$y_i = 4 \cdot e_i - 2 \cdot e_{i-1} \quad \leftarrow \text{Dies ist nicht die richtige Lösung, es ist nur ein Beispiel.}$$

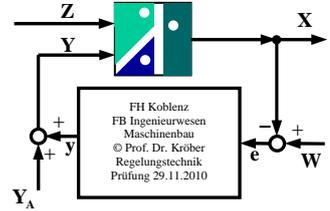
- b. Bestimmen Sie für den vorgegebenen Verlauf der Regeldifferenz die dazugehörige Stellgröße und tragen Sie die Stellgröße in das Diagramm ein (Lösung gesucht bis $i=10$) !



Aufgabe 4 (18P)

Eine Regelstrecke mit Ausgleich wird mit einem P-Regler geregelt. Bei welcher Kreisverstärkung $K_p \cdot K_s$ liegt die Stabilitätsgrenze?

Regelstrecke:
$$G_s = \frac{K_s}{(1 + j\omega \cdot T) \cdot (1 + j\omega \cdot 2 \cdot T) \cdot (1 + j\omega \cdot 3 \cdot T)}$$



Hinweis zum Hurwitz-Verfahren: $a_1 \cdot a_2 > a_0 \cdot a_3$

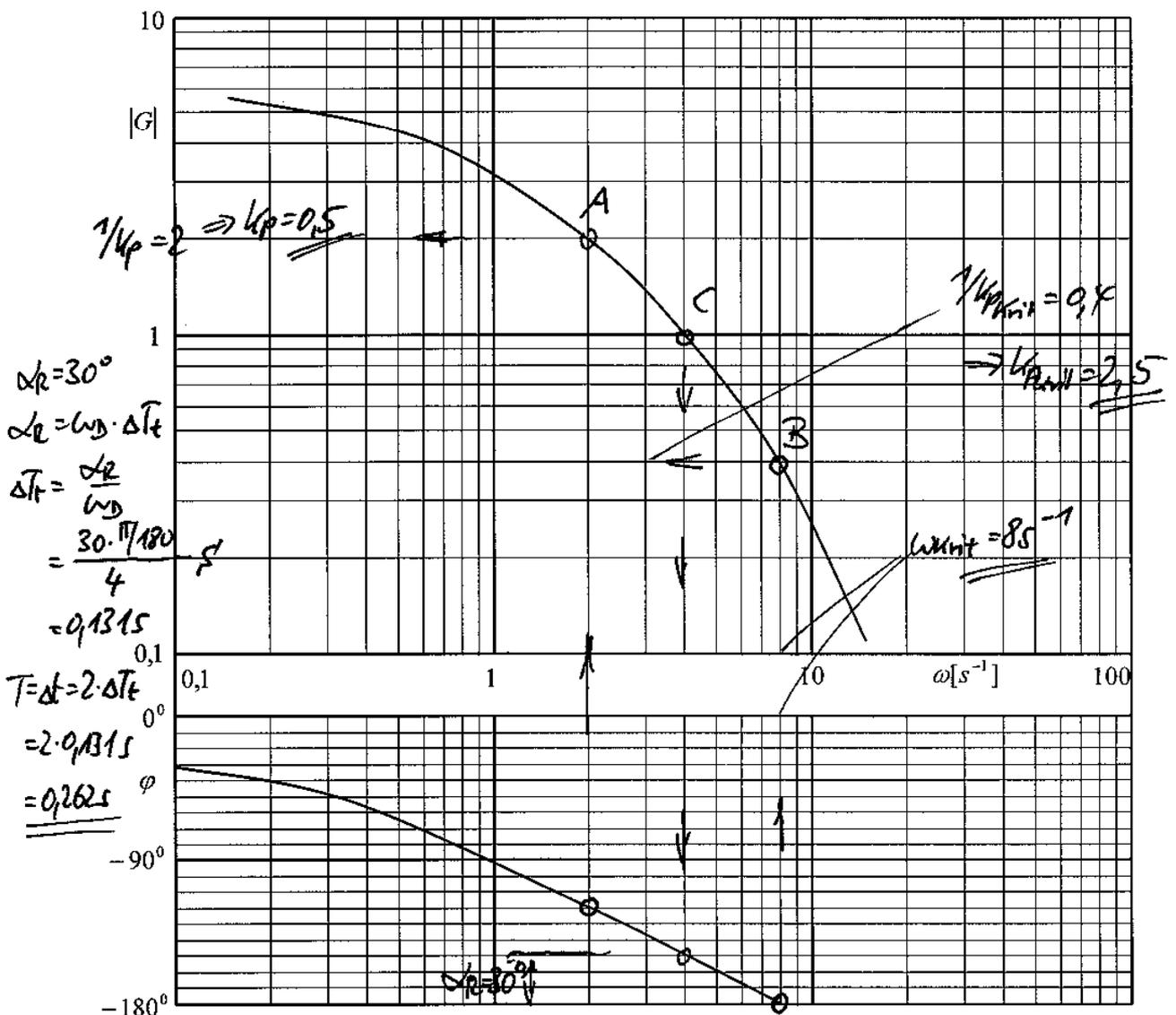
Aufgabe 5 (18P)

Im Bode-Diagramm ist der experimentell ermittelte Frequenzgang einer Regelstrecke eingetragen. Nun sind drei voneinander unabhängige Problemstellungen zu bearbeiten.

Problem A: Wie groß muss K_p sein, damit eine Phasenreserve von 60 Grad vorhanden ist (P-Regler)?

Problem B: Wie groß sind die Parameter $K_{p \text{ krit}}$ und ω_{krit} ?

Problem C: Die Regelstrecke wird mit einem P-Regler geregelt. Dabei sei $K_p=1$. Durch den Austausch eines analogen Reglers durch einen digitalen Regler muss ein Abtast-/Halteglied berücksichtigt werden. Bei welcher Abtast-/Haltezeit arbeitet der Regelkreis an der Stabilitätsgrenze?



Aufgabe 6 (22P)

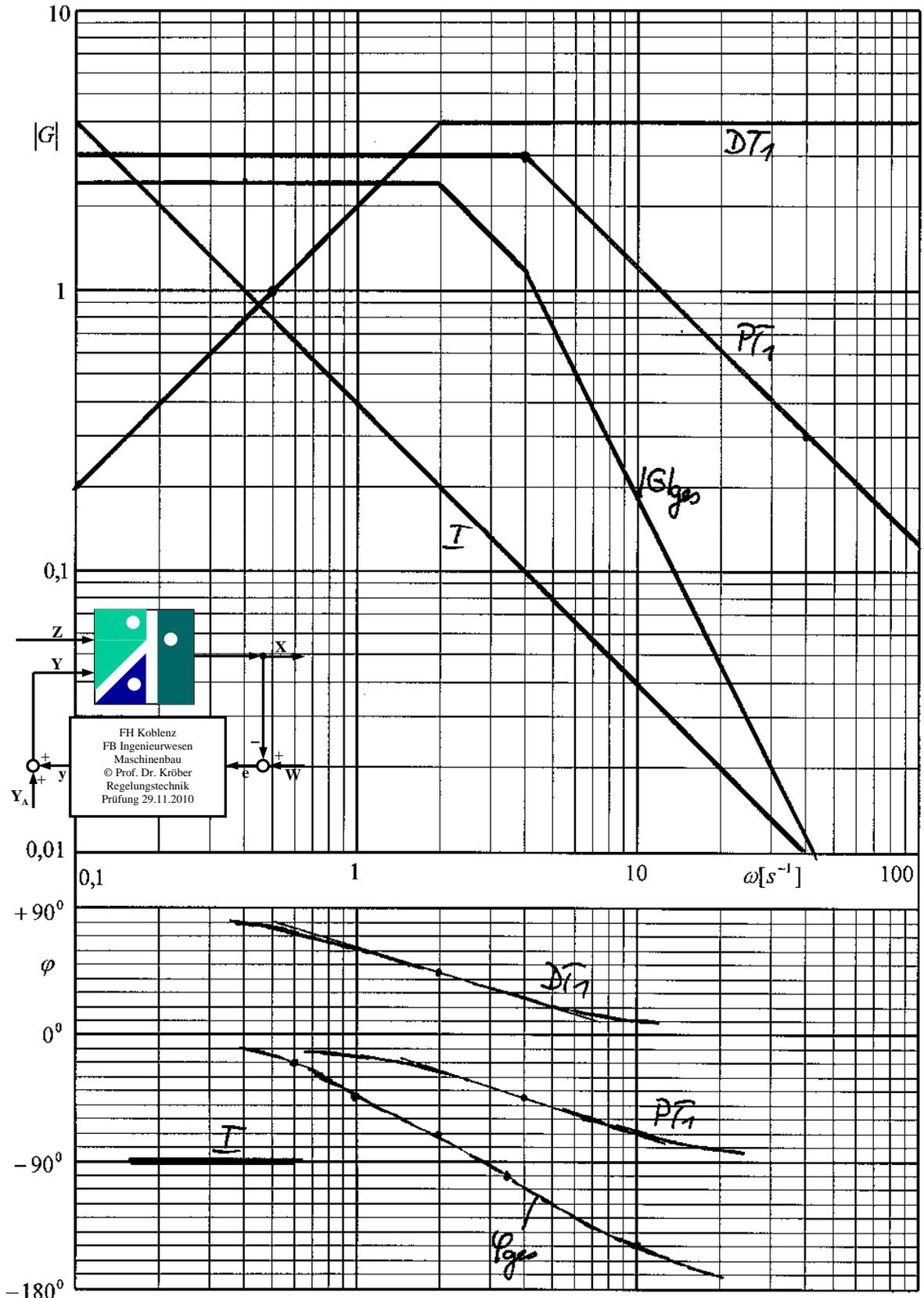
Ein System besteht aus einer Reihenschaltung von einem DT_1 -Glieder, einem PT_1 -Glieder und einem I-Glieder. Gesucht ist der Gesamtfrequenzgang.

Zahlenwerte:

DT_1 : $K_D=2s$; $T=0,5s$

PT_1 : $K=3$; $T=0,25s$

I: $K_I=0,4s^{-1}$

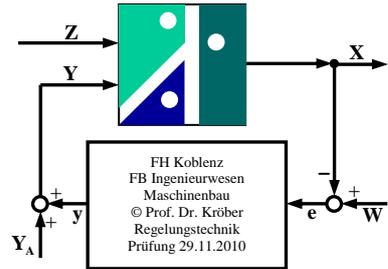


Prüfung Regelungstechnik 29.11.10 / Blatt 1

$$zu 1) \quad K_y = \frac{\partial x}{\partial y} = 1,6 \quad ; \quad K_z = \frac{\partial x}{\partial z} = 0,42$$

$$x = \frac{K_z}{1 + K_p \cdot K_y} \cdot z + \frac{K_p \cdot K_y}{1 + K_p \cdot K_y} \cdot w \rightarrow 0$$

$$= \frac{0,42}{1 + 2 \cdot 1,6} \cdot 3 = \underline{\underline{0,3}}$$



$$zu 2) \quad \underline{x}_a = G_2 \cdot G_5 (\underline{w} - G_4 \cdot \underline{x})$$

$$\underline{x} = G_3 (\underline{x}_a + G_1 \cdot \underline{x})$$

eingesetzt:

$$\underline{x} = G_3 (G_2 \cdot G_5 (\underline{w} - G_4 \cdot \underline{x}) + G_1 \cdot \underline{x})$$

$$\underline{x} (1 + G_3 G_2 G_5 G_4 - G_1 G_3) = G_3 G_2 G_5 \underline{w}$$

$$\underline{G_w} = \frac{\underline{x}}{\underline{w}} = \frac{G_2 \cdot G_3 \cdot G_5}{1 + G_2 G_3 G_4 G_5 - G_1 G_3}$$

$$zu 3) \quad y_i = K_p (e_i + T_v \frac{e_i - e_{i-1}}{\Delta t})$$

$$= 2 (e_i + 0,45 \frac{e_i - e_{i-1}}{0,15})$$

$$\underline{y_i} = 2 (e_i + 4 (e_i - e_{i-1})) = \underline{\underline{10 e_i - 8 e_{i-1}}}$$

zunächst $y_i = 0$ ($i=1,2$) Bem.: $i=0 \rightarrow 0$

$$i=3: \quad y_3 = 10 \cdot e_3 - 8 \cdot e_2 = 10 \cdot 1 - 8 \cdot 0 = 10$$

$$y_4 = 10 \cdot e_4 - 8 \cdot e_3 = 10 \cdot 1 - 8 \cdot 1 = 2 = y_5 = y_6$$

$$y_7 = 10 \cdot e_7 - 8 \cdot e_6 = 10 \cdot 0 - 8 \cdot 1 = -8$$

$$y_8 = 10 \cdot e_8 - 8 \cdot e_7 = 10 \cdot 0 - 8 \cdot 0 = 0 = y_9 = y_{10}$$

Eintragung \rightarrow siehe Graphik

Prüfung Regelungstechnik 29.11.10 / Blatt 2

$$\begin{aligned}
 u4) \quad G_w &= \frac{G_s \cdot G_r}{1 + G_s \cdot G_r} \\
 &= \frac{k_s}{(1+j\omega T)(1+2j\omega T)(1+3j\omega T)} \cdot k_p \cdot \frac{(1+j\omega T)(1+2j\omega T)(1+3j\omega T)}{(1+j\omega T)(1+2j\omega T)(1+3j\omega T)} \\
 &= \frac{k_s \cdot k_p}{(1+j\omega T)(1+2j\omega T)(1+3j\omega T) + k_s k_p} \\
 &= \frac{k_s k_p}{(1+3j\omega T + (j\omega)^2 2T^2)(1+3j\omega T) + k_s k_p} \\
 &= \frac{k_s k_p}{1+3j\omega T + 3j\omega T + 9(j\omega)^2 T^2 + (j\omega)^2 2T^2 + 6(j\omega)^3 T^3 + k_s k_p} \\
 &= \frac{k_s k_p}{1 + k_s k_p + (j\omega) 6T + (j\omega)^2 11 T^2 + (j\omega)^3 6T^3}
 \end{aligned}$$

$$a_0 = 1 + k_s \cdot k_p$$

$$a_1 = 6T$$

$$a_2 = 11T^2$$

$$a_3 = 6T^3$$

1. Bed.: $a_i > 0 \Rightarrow$ erfüllt

2. Bed.:

$$a_1 a_2 > a_0 a_3$$

$$6T \cdot 11T^2 > (1 + k_s k_p) 6T^3$$

$$11 > 1 + k_s k_p$$

$$\underline{\underline{k_s k_p < 10}}$$

Bem.: Stab.-grenze bei $k_p \cdot k_s = 10$

