


<b>Ostfalia</b> Hochschule für angewandte Wissenschaften   Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik BPO 2011   SS 2017 20.06.2017	Name:.....
		Vorname.....
		Matr.Nr.:.....
		Unterschrift.....

Zugelassene Hilfsmittel:      Kurzfragen:    Keine  
Aufgaben:                        Eigene Formelsammlung DIN A4 doppelseitig  
Nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Zeit:                                Kurzfragen:    30 Min.  
Aufgaben:                        60 Min.

**Punkte:**

K1	K2	K3	A1	A2	A3	A4	Summe (max. 90)	Prozente	Note

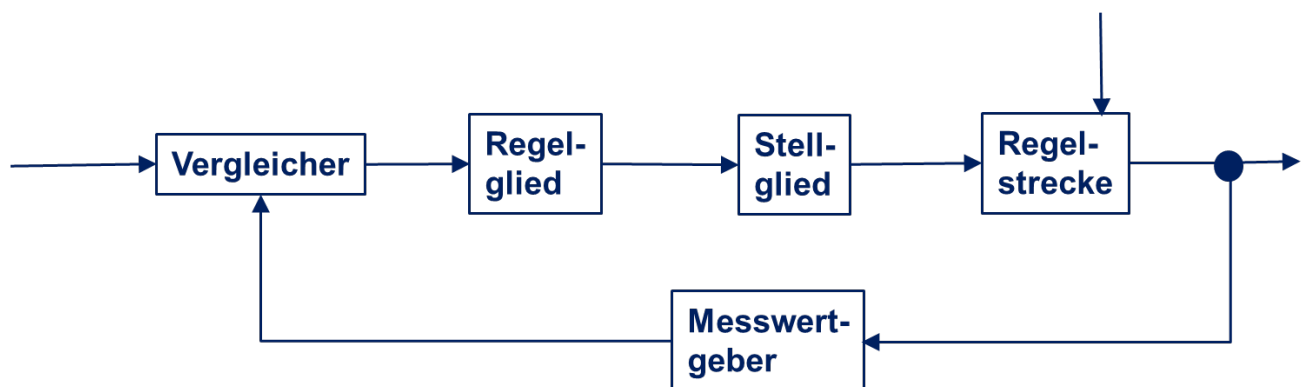
**Bearbeitungshinweise:**

- Verwenden Sie nur das **ausgeteilte Papier** für Ihre Rechnungen und Nebenrechnungen. Zusätzliches Papier erhalten Sie von den Aufsichtsführenden. Beschriften Sie die Deckblätter mit Namen, Matrikel-Nr. und Unterschrift.
- Existiert für eine Teilaufgabe mehr als ein Lösungsvorschlag, so wird diese Teilaufgabe mit 0 Punkten bewertet. Verworfenen Lösungsansätze sind durch deutliches Durchstreichen kenntlich zu machen. Schreiben Sie **keine Lösungen in roter Farbe**.
- Ihre Lösung muss Schritt für Schritt nachvollziehbar sein. Geben Sie zu allen Lösungen, wenn möglich auch das zugehörige **Formelergebnis** ohne Zahlenwerte an (Punkte). Die schlichte Angabe des Zahlenergebnisses reicht i. allg. für die volle Punktzahl nicht aus.
- Lösen Sie die Heftklammern nicht.

Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	<b>Modulprüfung Regelungstechnik</b>  <b>Kurzfragenteil</b>  SS 2017 20.06.2017	Name:.....
Hilfsmittel: Keine Zeit: 30 Min.		Vorname.....
		Matr.Nr.:.....

### Kurzfrage 1 – (10 Punkte) Regelkreis

(6 P) Tragen Sie in das nachstehende Blockschaltbild die korrekten Bezeichnungen und Symbole ein.



(4 P) Zeichnen Sie das Blockschaltbild des Standardregelkreises inklusive der korrekten Bezeichnungen und Symbole.

## Kurzfrage 2 – (11 Punkte) Wirkungsplan

Gegeben ist die folgende Übertragungsfunktion einer Regelstrecke:

$$G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{1}{T_I s(1 + T_1 s)} .$$

(3 P) Wie nennt man dieses Übertragungsglied? Geben Sie die zugehörige lineare Differentialgleichung an.

(8 P) Zeichnen Sie aus den elementaren Übertragungsgliedern (P-, I-, D- und T<sub>t</sub>-Glieder) einen zugehörigen Wirkungsplan. Geben Sie die benötigten Gleichungen an.



### Kurzfrage 3 – (15 Punkte) Verständnisfragen

Kreuzen Sie an, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind. **Falsche** Antworten führen zu einem **Punktabzug**.

Aussage	richtig	falsch
<b>Wie kann ein Flüssigkeitsbehälter mit der Ausgangsgröße <math>X(s)</math> (Füllstandshöhe in <math>m</math>) und der Eingangsgröße <math>Y(s)</math> (Volumenstrom in <math>\frac{m^3}{sec}</math>) als Übertragungsfunktion prinzipiell beschrieben werden?</b>		
1. $G_S(s) = \frac{1}{s T_1}$ .		
2. $G_S(s) = s T_1$ .		
3. $G_S(s) = \frac{K_S}{1+s T_1}$ .		
<b>Welche Aussagen gelten für die Wurzelortskurve?</b>		
4. Sie ist immer symmetrisch zur reellen Achse.		
5. Sie wird benutzt, um die Stabilität mit dem Nyquist-Kriterium zu bestimmen.		
6. Die WOK stellt den Zusammenhang zwischen den Nullstellen und Polen des offenen Kreises und den Polen des geschlossenen Kreises dar.		
<b>Was sind die Merkmale einer Regelung?</b>		
7. Kennzeichen einer Regelung ist ein offener Wirkungsablauf.		
8. Entscheidend für die Wirkungsweise einer Regelung ist die Vorzeichenumkehr im Vergleichsglied.		
9. Zumindest für die Regelgröße wird eine Messeinrichtung benötigt.		
<b>Welche Aussagen über bleibende Regeldifferenzen sind richtig?</b>		
10. Bei Reglern ohne I-Anteil kommt es immer zu bleibenden Regelabweichungen.		
11. Um einen bleibenden Regelfehler bei rampenförmiger Führungsgröße zu vermeiden, muss der offene Regelkreis 2 Integratoren enthalten.		
12. Eine bleibende Regelabweichung kann durch Erhöhen der Verstärkung des offenen Regelkreises reduziert werden (Stabilität vorausgesetzt).		
<b>Was ist bezüglich des D-Anteils im PID-Regler zu beachten?</b>		
13. Der D-Anteil verstärkt das Messrauschen. Je nach Stärke des Messrauschens ist daher eine geeignete Filterung des Messsignales notwendig, um eine verrauschte Stellgröße zu vermeiden.		
14. Der D-Anteil in einem PID-Regler wirkt sich stets destabilisierend auf die Regelung aus.		
15. Besitzt die Regelstrecke bereits 2 Integratoren, so ist der D-Anteil zur Stabilisierung des Regelkreises notwendig.		

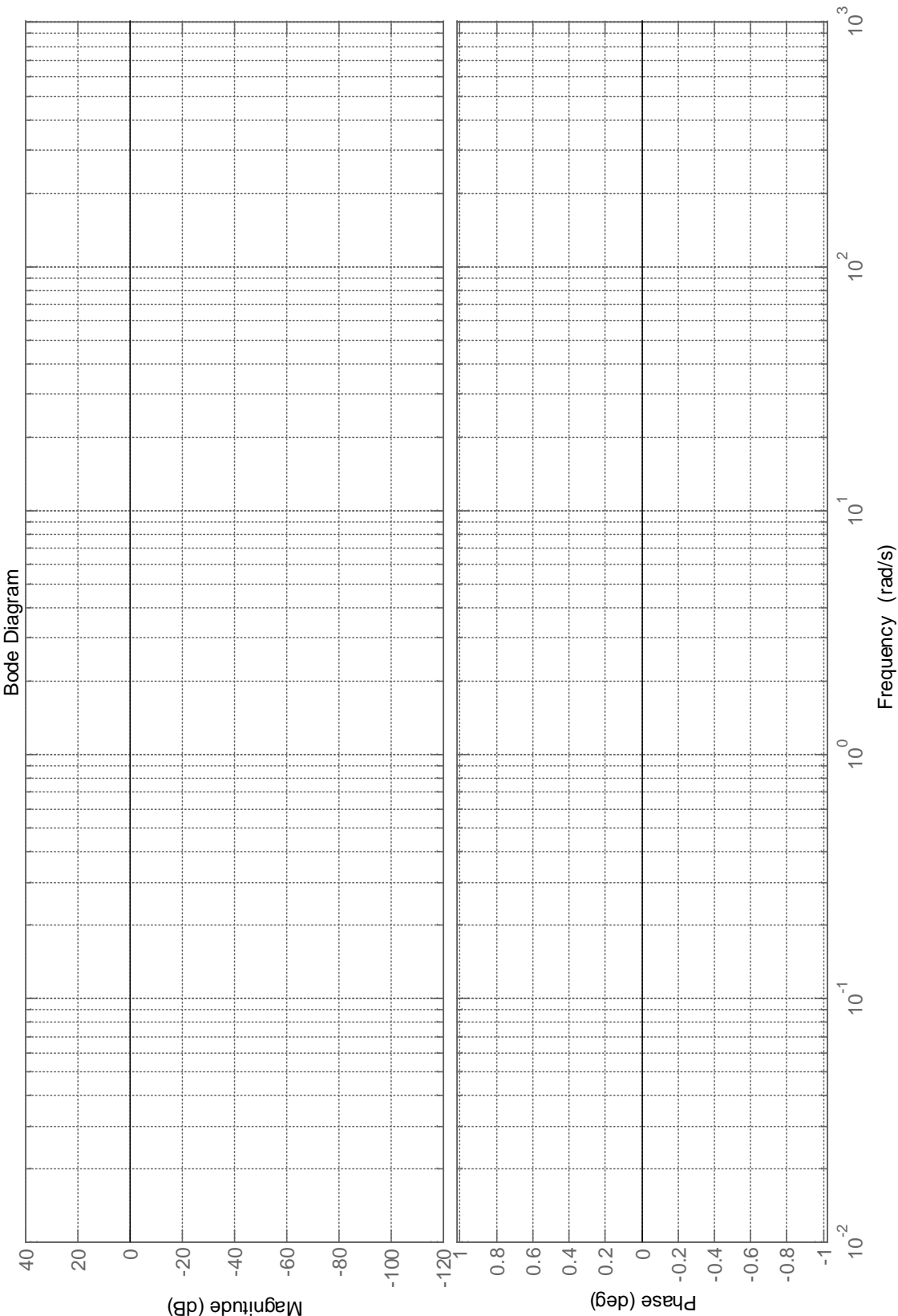
Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	<b>Modulprüfung Regelungstechnik</b>	Name:.....
Hilfsmittel: Schriftl. Unterlagen Taschenrechner (n. program.) kein PC/Mobiltelefon	<b>Aufgabenteil</b>	Vorname.....
Zeit: 60 Min.	SS 2017 20.06.2017	Matr.Nr.:.....

### Aufgabe 1 – (15 Punkte) Bode-Diagramm

Gegeben ist die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises:

$$G_O(s) = \frac{0.1(1 + 5s)}{s \left(1 + \frac{1}{80}s\right)^2}$$

(15 P) Zeichnen Sie die asymptotischen Amplitudengänge in das unten abgebildete Diagramm. Kennzeichnen Sie die Eckfrequenzen und geben Sie die Asymptoten-Steigungen an.







## Aufgabe 2 – (16 Punkte) Laplace-Transformation

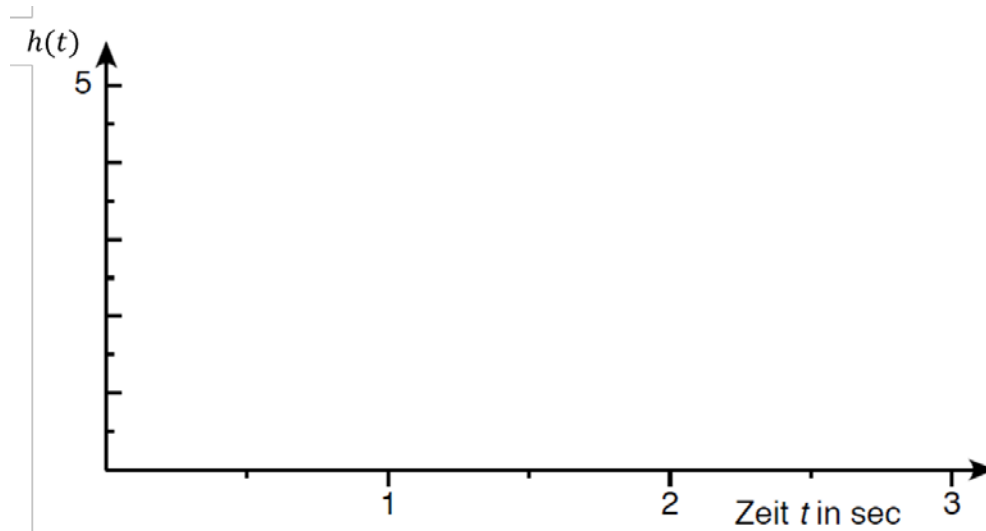
Gegeben ist die folgende Übertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{4}{s+2} e^{-\frac{1}{2}s}$$

- a) (1 P) Wie heißt dieses System?
- b) (11 P) Berechnen Sie die bezogene Sprungantwort  $h(t)$  des Systems.

**Hinweis:** Zeitverschiebungssatz:  $f(t - T) \leftrightarrow F(s)e^{-sT}$

Skizzieren Sie die bezogene Sprungantwort  $h(t)$  im nachstehenden Diagramm:



- c) (4 P) Berechnen Sie Anfangs- und Endwert der Sprungantwort sowohl mit Hilfe des Endwertsatzes der Laplace-Transformation als auch direkt aus der Lösung im Zeitbereich.

Nr.	Zeitfunktion $f(t), t \geq 0$	Bildfunktion $F(s), (s = \sigma + j\omega)$	Anmerkung
1	$\delta(t)$	1	Dirac-Impuls
2	$\sigma(t)$	$\frac{1}{s}$	Einheitssprungfunktion
3	$r(t)=t$	$\frac{1}{s^2}$	Einheitsanstiegsfunktion
4	$p(t) = \frac{1}{2}t^2$	$\frac{1}{s^3}$	Einheitsparabelfunktion
5	$\frac{1}{k!} t^k$	$\frac{1}{s^{k+1}}$	$k > 0$ , ganzzahlig
6	$e^{at}$	$\frac{1}{s-a}$	a konstant
7	$te^{at}$	$\frac{1}{(s-a)^2}$	a konstant
8	$\frac{1}{k!} t^k e^{at}$	$\frac{1}{(s-a)^{k+1}}$	a konstant
9	$\sin(bt)$	$\frac{b}{s^2 + b^2}$	$b > 0$ , konstant
10	$\cos(bt)$	$\frac{s}{s^2 + b^2}$	$b > 0$ , konstant
11	$e^{at} \sin(bt)$	$\frac{b}{(s-a)^2 + b^2}$	$b > 0$ , konstant a konstant
12	$e^{at} \cos(bt)$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + b^2}$	$b > 0$ , konstant a konstant



### Aufgabe 3 – (29 Punkte) Wurzelortskurve

Gegeben ist ein Standard-Regelkreis. Die Regelstrecke lautet:

$$G_S(s) = \frac{1}{(s+5)(s+4)(s+3)} .$$

Es stehen die folgenden beiden Regler zur Verfügung:

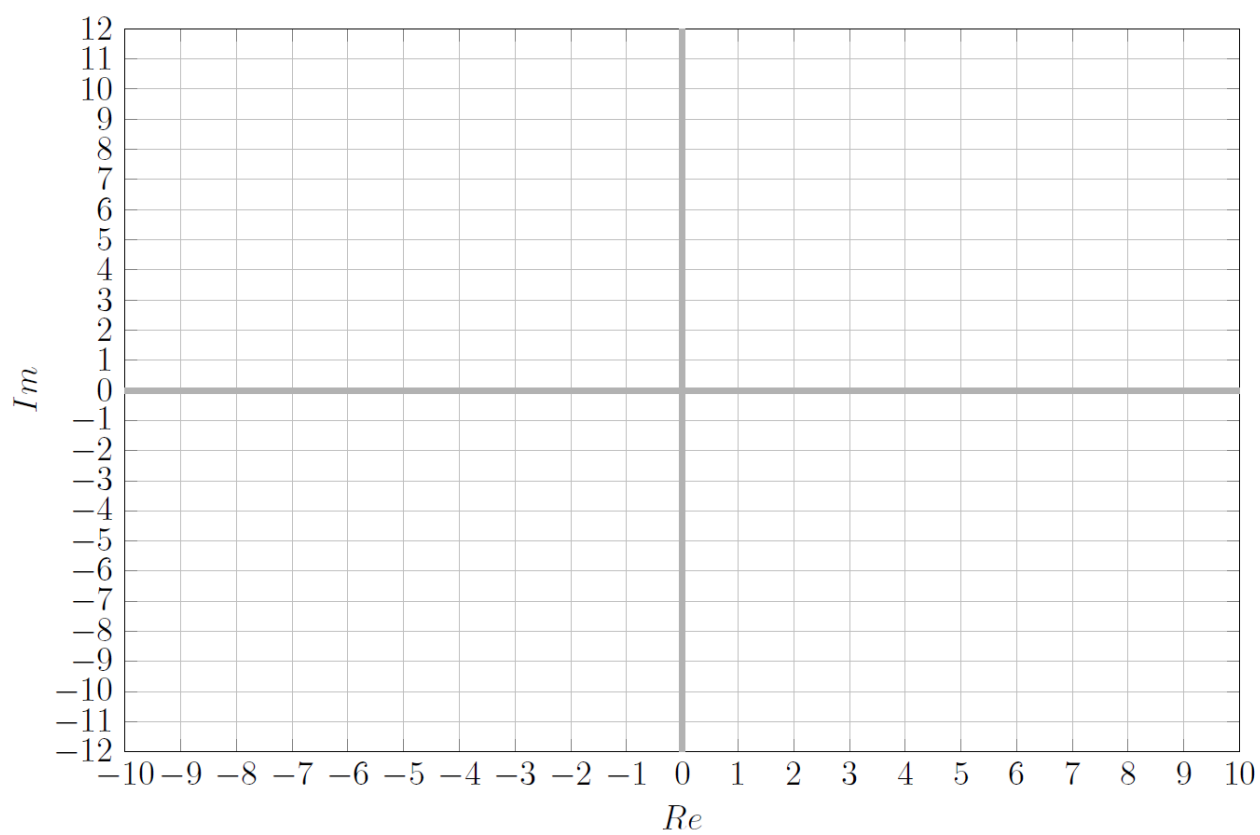
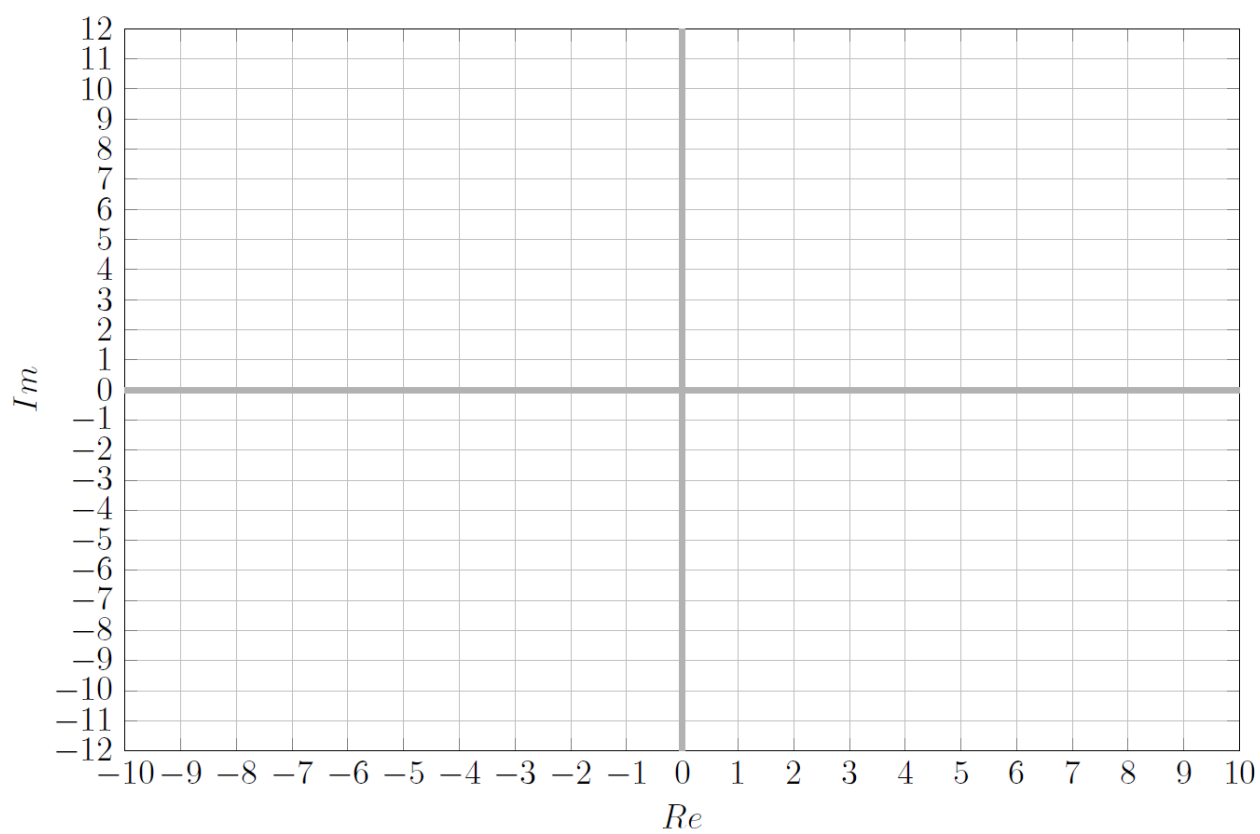
$$G_{R_1}(s) = K_R(1 + s T_D)$$

und

$$G_{R_2}(s) = K_R \frac{(1 + s T_D)}{1 + s T_1} .$$

Dabei gilt für die Regler-Parameter:  $K_R = 1$  ,  $T_D = 1$  und  $T_1 = \frac{1}{5}$ .

- a) (1 P) Wie nennt man diese Regler?
- b) (2 P) Berechnen Sie die Übertragungsfunktionen  $G_{O1}(s)$  und  $G_{O2}(s)$  der offenen Regelkreise.
- c) (25 P) Skizzieren Sie die zugehörigen Wurzelortskurven (WOK). Tragen Sie die Lage der Pol- und Nullstellen ein und skizzieren sie jeweils qualitativ den Verlauf der WOK für positive Verstärkungen. Markieren Sie die Richtung der Äste eindeutig. Benutzen Sie dazu die **vorbereiteten** Diagramme. Eine Berechnung von Verzweigungspunkten ist nicht notwendig.
- d) (1 P) Wie lässt sich für diese beiden Regelkreise bezüglich der stationären Genauigkeit sagen?





#### Aufgabe 4 – (17 Punkte) DGL und Routh-Kriterium

Gegeben sind folgende Differentialgleichungen der Strecke:

$$\dot{x}_1(t) = -\frac{1}{2}x_1(t) + \frac{1}{2}y(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = -\frac{1}{2}x_2(t) + \frac{1}{2}x_1(t)$$

Dabei ist  $y(t)$  die Stellgröße und  $x(t) = x_2(t)$  die Regelgröße.

Die Regelstrecke soll mit einem PI-Regler geregelt werden:

$$G_R(s) = K_P + K_I \frac{1}{s}$$

- (7 P) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $G_S(s)$  der Regelstrecke (Transformieren Sie dazu die obigen Differentialgleichungen in den Laplace-Bereich).
- (4 P) Es liegt ein Standard-Regelkreis vor. Die Regelstrecke soll mit dem angegebenen PI-Regler geregelt werden (keine Kompensation). Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises und die Führungsübertragungsfunktion.
- (6 P) Berechnen Sie mit Hilfe des Routh-Kriteriums den Stabilitätsbereich für die Regler-Parameter  $K_P$  und  $K_I$ . Zeichnen Sie das Stabilitätsgebiet in das nachstehende Bild ein.

