


Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik BPO 2011 WS 2017/2018 11.01.2018	Name:.....
		Vorname.....
		Matr.Nr.:.....
		Unterschrift.....

Zugelassene Hilfsmittel: Kurzfragen: Keine
Aufgaben: Eigene Formelsammlung DIN A4 doppelseitig
Taschenrechner der Serie CASIO FX-991

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

Punkte:

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

Bearbeitungshinweise:

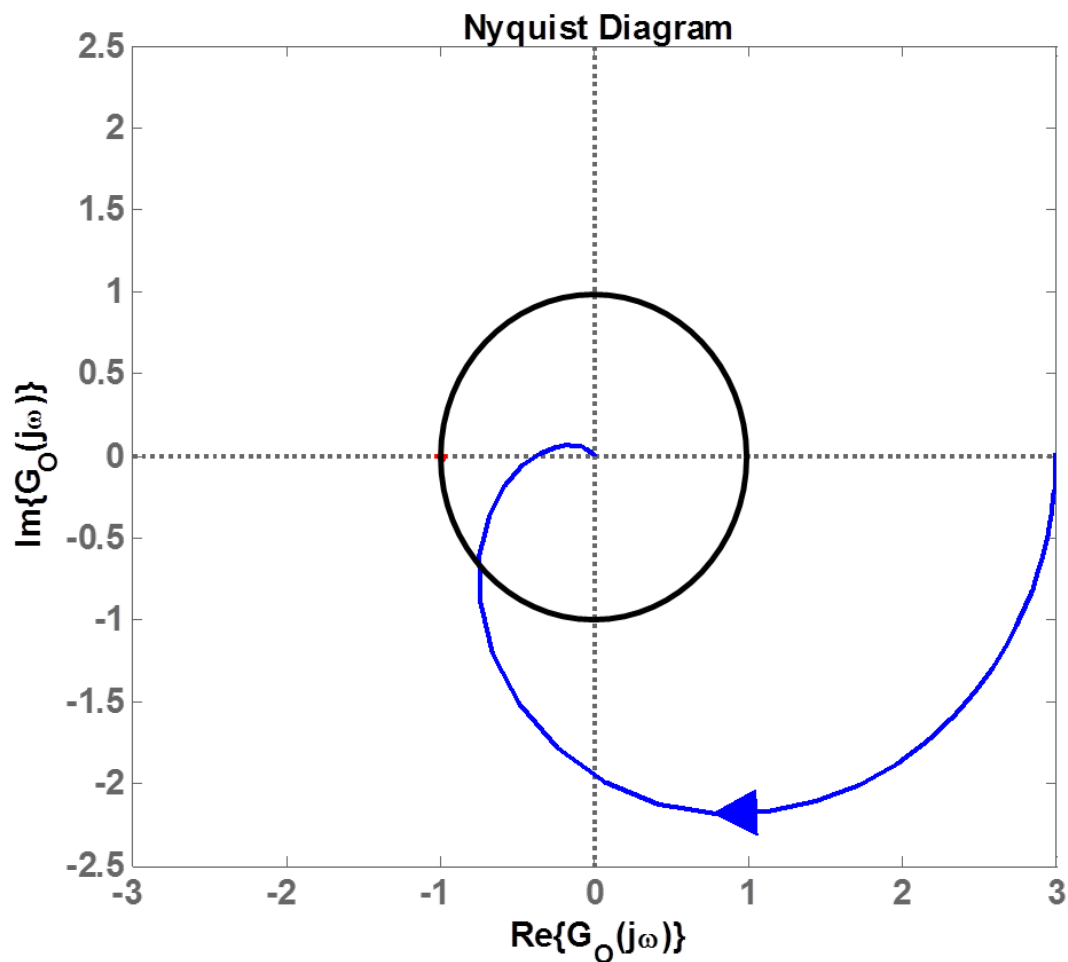
- Verwenden Sie nur das **ausgeteilte Papier** für Ihre Rechnungen und Nebenrechnungen. Zusätzliches Papier erhalten Sie von den Aufsichtsführenden. Beschriften Sie die Deckblätter mit Namen, Matrikel-Nr. und Unterschrift.
- Existiert für eine Teilaufgabe mehr als ein Lösungsvorschlag, so wird diese 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	Modulprüfung Regelungstechnik	Name:.....
Hilfsmittel: Keine Zeit: 30 Min.	Kurzfragenteil	Vorname.....
	WS 2017/2018 11.01.2018	Matr.Nr.:.....

Kurzfrage 1 – (9 Punkte) Amplituden- und Phasenreserve

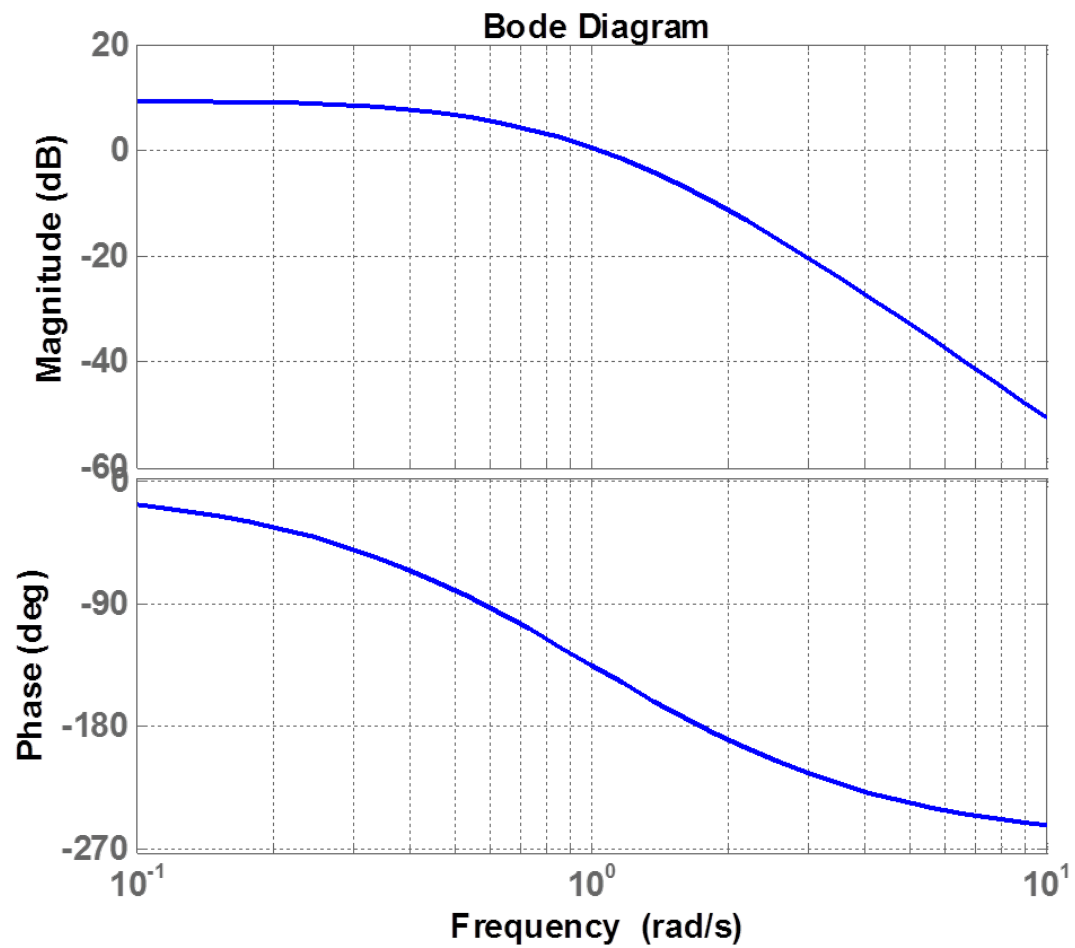
(4 P) Tragen Sie in das nachstehende Nyquist-Diagramm folgende Größen ein:

- Durchtrittskreisfrequenz ω_D
- Phasenreserve (Phasenrand) φ_R
- Amplitudenreserve (Amplitudenrand) A_R
- ω_π



(5 P) Tragen Sie in das nachstehende Bode-Diagramm folgende Größen ein:

- a) Durchtrittskreisfrequenz ω_D
- b) Phasenreserve (Phasenrand) φ_R
- c) Amplitudenreserve (Amplitudenrand) A_R
- d) ω_π
- e) Ist der Regelkreis stabil (kurze Begründung)?



Kurzfrage 2 – (10 Punkte) Übertragungsglieder

Eine Regelstrecke wird durch die folgende Differentialgleichung beschrieben:

$$T_1 \ddot{x}(t) + \dot{x}(t) = T_D \dot{y}(t) .$$

(3 P) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion der Regelstrecke.

(6 P) Zeichnen Sie den Wirkungsplan der Regelstrecke.

(1 P) Wie nennt man dieses Übertragungsglied?

Kurzfrage 3 – (14 Punkte) Verständnisfragen

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

Aussage	richtig	falsch
Wie sieht die Übertragungsfunktion eines idealen PID-Reglers aus?		
1. $G_R(s) = K_P + K_I \frac{1}{s} + K_D s$.		
2. $G_R(s) = K_{PP} \frac{(1+T_N s)(1+T_V s)}{T_N s}$.		
3. $G_R(s) = K_{PP} \frac{(1+T_N s)(1+T_V s)}{T_N s (1+T_1 s)}$.		
Welche Aussagen über Steuerungen und Regelungen sind richtig?		
4. Für eine Steuerung wird kein Messwertgeber (Sensor) benötigt.		
5. Auch bei stabiler Strecke und stabiler Steuerung kann es zur Instabilität kommen, wenn die Parameter der Steuerung ungünstig gewählt werden.		
6. Zur Steuerung verwendet man üblicherweise die (näherungsweise) Inverse des Streckenmodells.		
7. Die Regelgröße muss gemessen werden.		
8. Eine Regelung reagiert üblicherweise robust auf kleine Änderungen der Regelstrecke.		
Die Sprungantwort eines Systems ist $x(t) = 2(1 - e^{-t})$. Wie lautet die Impulsantwort des gleichen Systems?		
9. $x(t) = -2 e^{-t}$.		
10. $x(t) = 2 e^{-t}$.		
11. $x(t) = 2(1 - e^{-t})(-1)$.		
Welches Hilfsmittel kann genutzt werden, um eine Aussage zur Stabilität eines Systems zu machen, wenn die Regelstrecke eine Totzeit besitzt?		
12. Das Routh-Kriterium		
13. Amplituden- und Phasenreserve.		
14. Das vereinfachte Nyquist-Kriterium.		

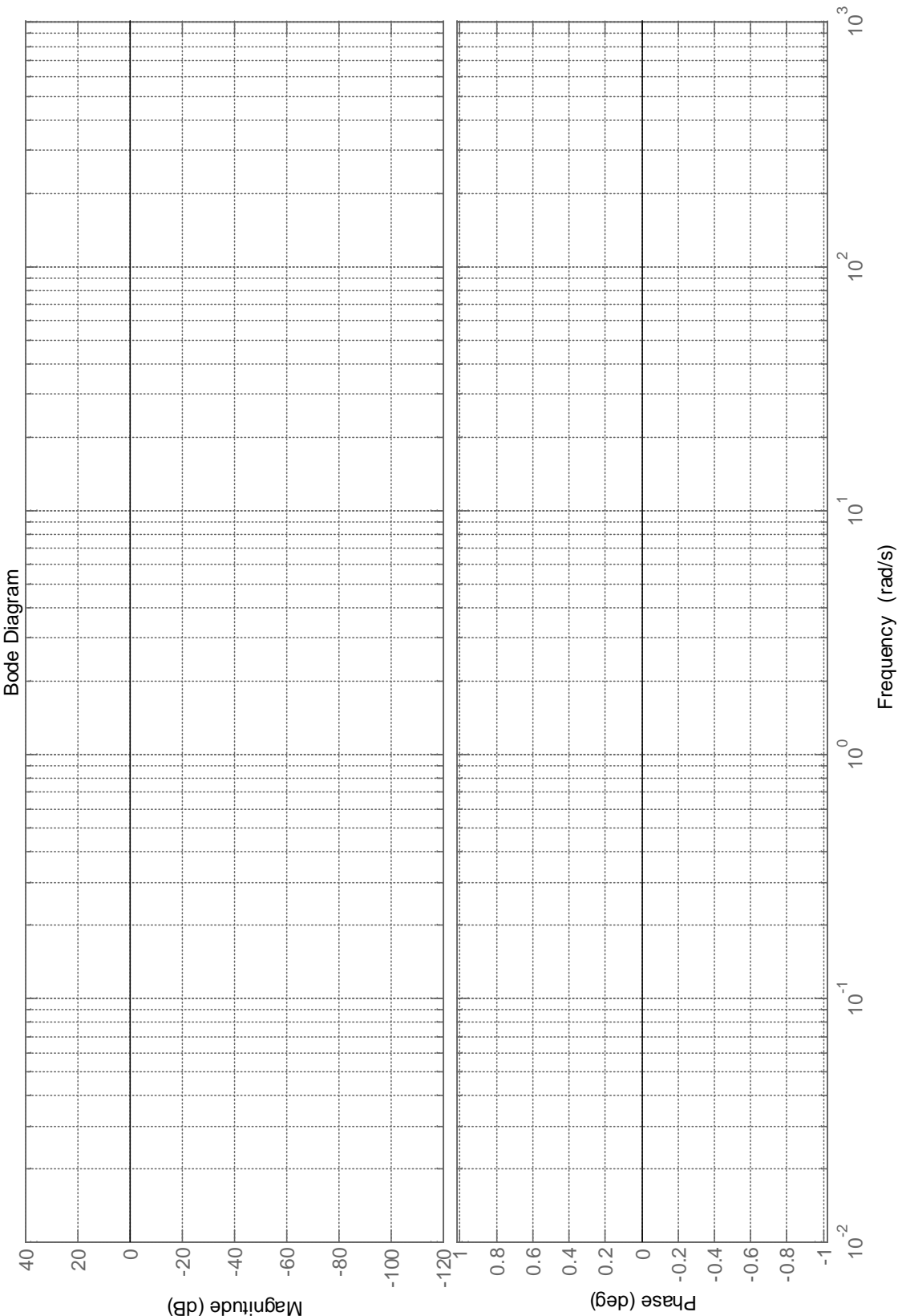
Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik	Name:.....
Hilfsmittel: Eigene Formelsammlung DIN A4 doppelseitig Taschenrechner der Serie CASIO FX-991 Zeit: 60 Min.		Vorname.....
	Aufgabenteil	Matr.Nr.:.....
	WS 2017/2018 11.01.2018	

Aufgabe 1 – (18 Punkte) Bode-Diagramm

Gegeben ist die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises:

$$G_o(s) = \frac{10 \left(1 + \frac{1}{8}s\right)}{\left(1 + \frac{5}{2}s\right) \left(1 + \frac{1}{100}s\right)}$$

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

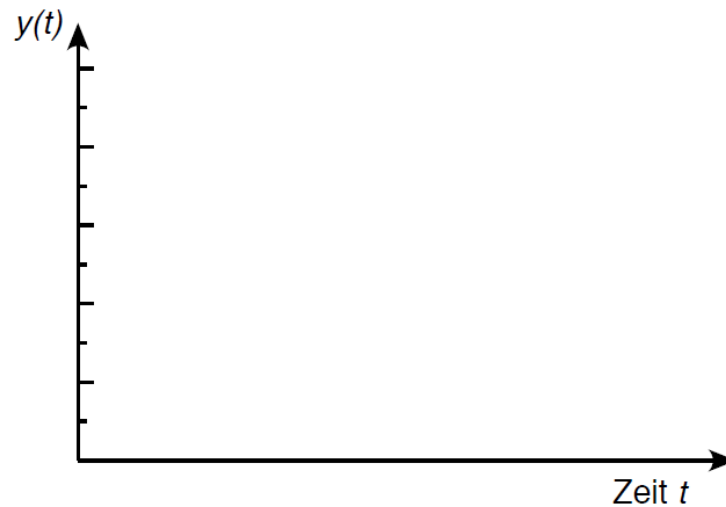


Aufgabe 2 – (17 Punkte) Laplace-Transformation

Gegeben ist die folgende Übertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{5s}{s+2}$$

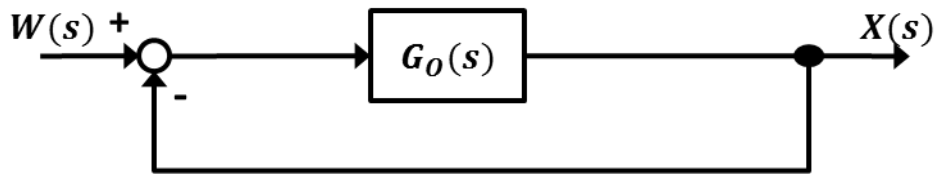
- a) (1 P) Wie heißt diese Übertragungsfunktion?
- b) (4 P) Berechnen Sie die bezogene Sprungantwort $h(t)$. Geben Sie explizit den Anfangs- und Endwert an.
- c) (9 P) Berechnen Sie die bezogene Anstiegsantwort durch Anwendung der Partialbruchzerlegung. Geben Sie explizit den Anfangs- und Endwert an.
- d) (3 P) Skizzieren Sie die Antworten aus b) und c) in dem nachstehenden Diagramm



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 – (18 Punkte) Wurzelortskurve

Gegeben ist ein Standard-Regelkreis:

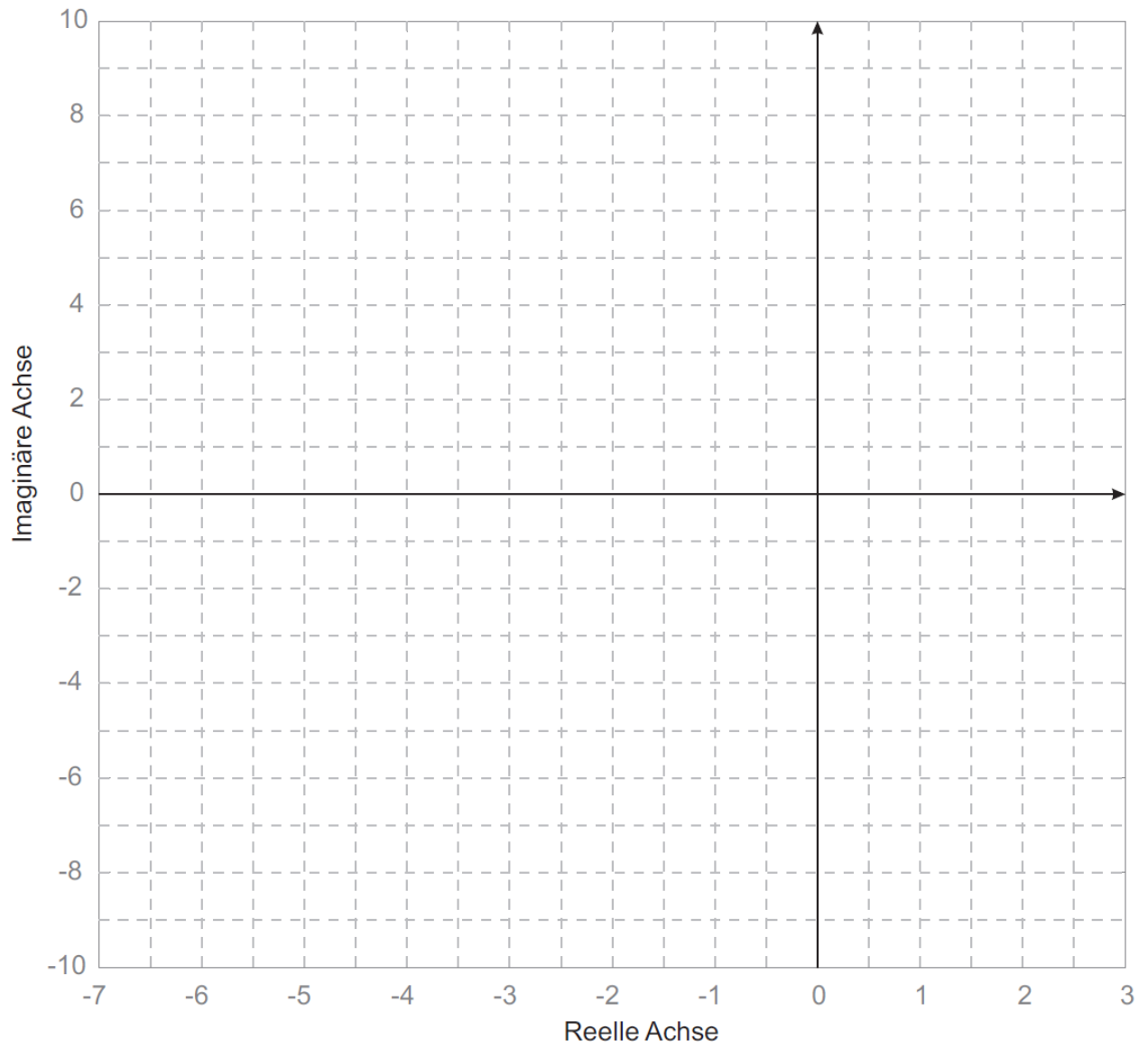


Die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises lautet:

$$G_O(s) = K_R \frac{s + 5}{(s + 2)(s^2 + 2s + 2)} \quad .$$

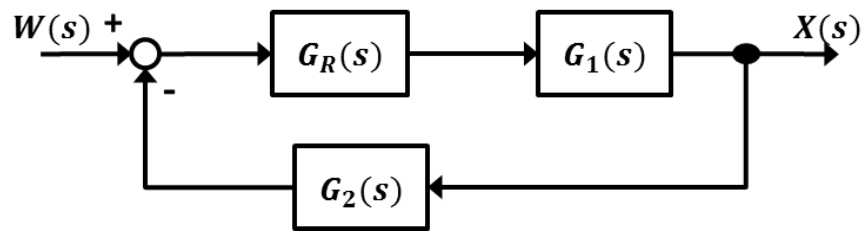
- a) (3 P) Geben Sie die Pole und die Nullstellen von $G_O(s)$ an. Ist der **offene** Regelkreis stabil (kurze Begründung)?
- b) (11 P) Skizzieren Sie die Wurzelortskurve (WOK). Tragen Sie die Lage der Pol- und Nullstellen ein und skizzieren sie qualitativ den Verlauf der WOK für positive Verstärkungen K_R . Markieren Sie die Richtung der Äste eindeutig. Benutzen Sie das **vorbereitete** Diagramm. Eine Berechnung von Verzweigungspunkten ist nicht notwendig.
- c) (3 P) Kann der geschlossene Regelkreis durch die Wahl einer Verstärkung $K_R > 0$ instabil werden (kurze Begründung)? Markieren Sie gegebenenfalls diese kritische Verstärkung $K_{R,krit}$ in der Skizze der WOK.
- d) (1 P) Was ändert sich, wenn die Strecke zusätzlich eine Totzeit enthält?

Wurzelortskurve



Aufgabe 4 – (22 Punkte) Routh-Kriterium, Wirkungsplanalgebra, Reglerentwurf

Gegeben ist folgender Regelkreis (**kein** Standardregelkreis):



Die Übertragungsfunktionen lauten:

$$G_R(s) = K_R \quad G_1(s) = \frac{s+4}{(1+s)^2} \quad G_2(s) = \frac{1}{1+2s}.$$

- (6 P) Ermitteln Sie die Führungsübertragungsfunktion $G_W(s) = \frac{X(s)}{W(s)}$ in Abhängigkeit der Reglerverstärkung K_R .
- (10 P) Bestimmen Sie mit Hilfe des Routh-Kriteriums den Bereich zulässiger Reglerverstärkungen K_R , in dem der geschlossene Regelkreis stabil bleibt.
- (6 P) Berechnen Sie den stationären Endwert des geschlossenen Regelkreises, wenn der Regelkreis mit einem Einheitssprung angeregt wird. Setzen sie dazu die zulässige Reglerverstärkung ein, die zu der geringsten bleibenden Regelabweichung führt. Welche Reglerstruktur muss gewählt werden, damit in diesem Fall stationäre Genauigkeit erzielt wird?

