


Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien		Modulprüfung Regelungstechnik BPO 2011	Name:.....
			Vorname:.....
		SS 2019 20.06.2019	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:

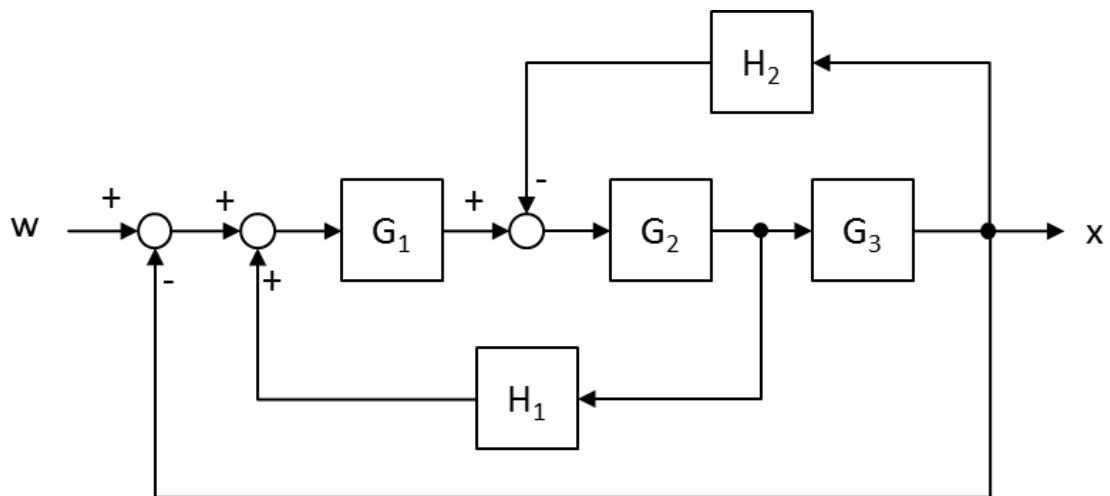
- **Beschriften** Sie die Deckblätter mit **Namen, Matrikel-Nr.** und **Unterschrift**.
- Verwenden Sie nur das **ausgeteilte Papier** für Ihre Rechnungen und Nebenrechnungen. Zusätzliches Papier erhalten Sie von den Aufsichtsführenden. Markieren Sie **deutlich** auf dem Klausurbogen, wenn die Lösung auf einem Zusatzzettel weitergeführt wurde.
Sie sind dafür verantwortlich, dass Zusatzzettel beim Einsammeln an den Klausurbogen angeheftet werden, um einen Verlust zu verhindern.
- 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 Kurzfragenteil	Name:.....
Hilfsmittel: Keine Zeit: 30 Min.		Vorname.....
	SS 2019 20.06.2019	Matr.Nr.:.....

Kurzfrage 1 – (10 Punkte) Wirkungsplanalgebra

Bestimmen Sie für das u.a. Blockschaltbild durch Umformungen die Übertragungsfunktion

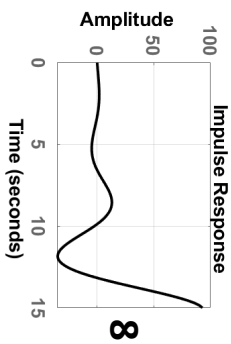
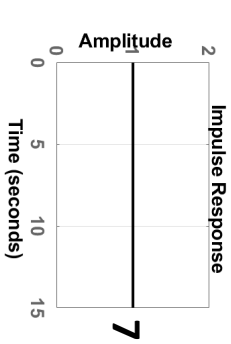
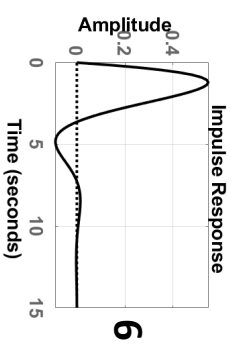
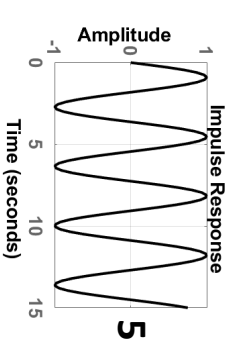
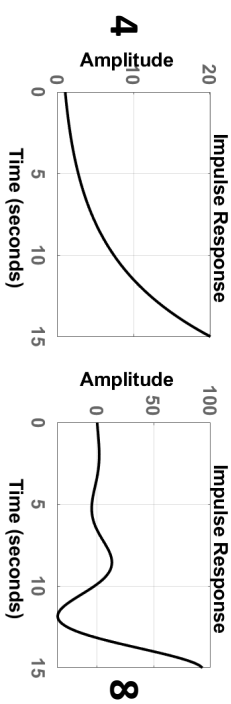
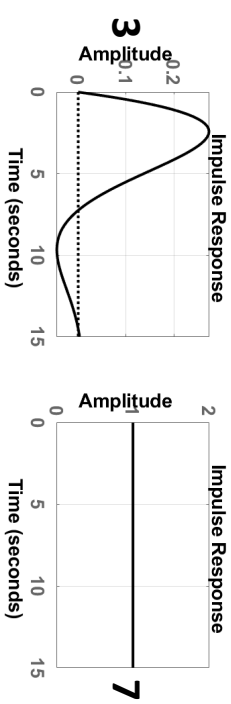
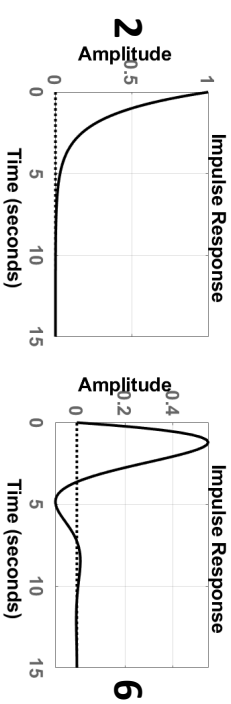
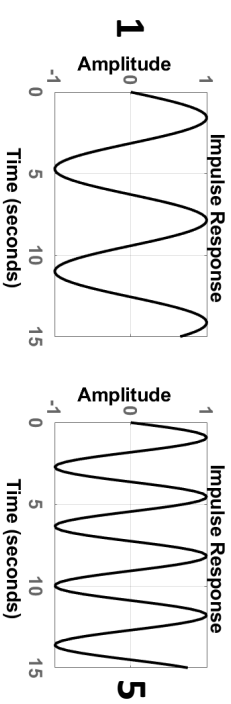
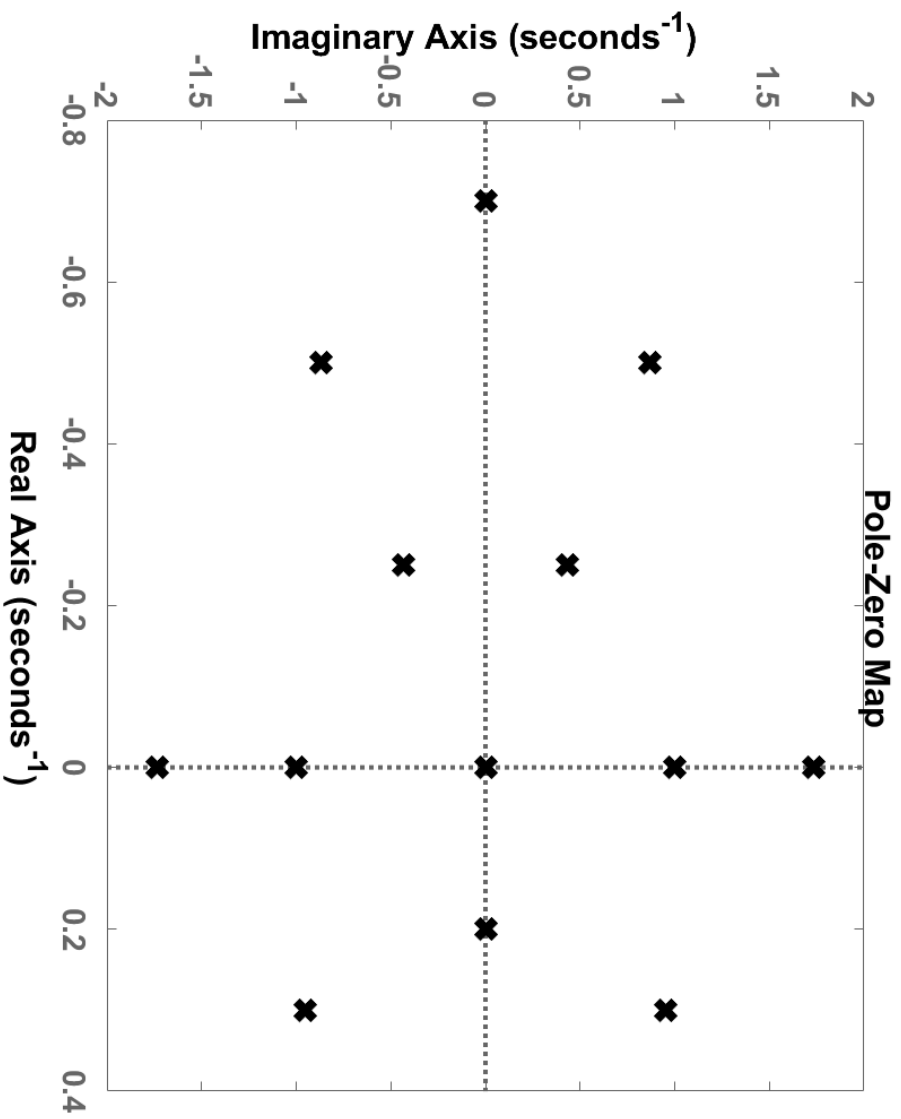
$$G(s) = \frac{x}{w}.$$



Kurzfrage 2 – (8 Punkte)

In nachstehenden Pol-Nullstellen-Diagramm sind eine Reihe von Polen eingetragen.

Treffen Sie eine Zuordnung der danebenstehenden Impulsantworten zu den Polen im Diagramm, indem Sie die Nummer der Impulsantwort an den Polen antragen. Sofern eine Impulsantwort zu einem Polpaar gehört, tragen Sie die Nummer an beiden Polen des Polpaars an.



Kurzfrage 3 – (17 Punkte) Verständnisfragen

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

Aussage	richtig	falsch
Welches Hilfsmittel kann betrachtet werden, um eine Aussage zur Stabilität eines Systems zu machen, wenn die Regelstrecke eine Totzeit besitzt?		
1. Das Routh-Kriterium		
2. Phasen- oder Amplitudenreserve		
3. Das vereinfachte Nyquist-Kriterium		
Ein System mit der Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{1}{1+s}$ wird durch eine Sinusschwingung angeregt. Wie verhalten sich Amplitude und Phase des Ausgangssignals?		
4. Die Frequenz von Ein- und Ausgangssignal sind identisch.		
5. Die Phasen von Ein- und Ausgangssignal sind identisch.		
6. Die Amplituden von Ein- und Ausgangssignal sind identisch.		
7. Für Kreisfrequenzen $\omega \gg 1$ wird die Phase nach „unten“ verschoben.		
8. Für Kreisfrequenzen $\omega \gg 1$ wird die Amplitude abgeschwächt.		
Was versteht man in der Regelungstechnik unter Rückkopplung?		
9. Wirkung der Stellgröße auf die Regelgröße.		
10. Wirkung der Stellgröße auf die Störgröße.		
11. Wirkung der Regelgröße auf die Stellgröße.		
Was entspricht dem Produkt $X(s) = G(s) \cdot Y(s)$ im Zeitbereich?		
12. $x(t) = g(t) + y(t)$.		
13. $x(t) = g(t) \cdot y(t)$.		
14. $x(t) = \int_0^t g(t - \tau) \cdot y(\tau) d\tau$.		
Welche Bezeichnungen sind in der Regelungstechnik ?		
15. Mit $e(t)$ wird im Standard-Regelkreis die Eingangsgröße bezeichnet.		
16. Mit $w(t)$ wird im Standard-Regelkreis die Führungsgröße bezeichnet.		
17. Mit $y(t)$ wird im Standard-Regelkreis die Regeldifferenz bezeichnet.		

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.	Aufgabenteil	Vorname.....
	SS 2019 20.06.2019	Matr.Nr.:.....

Aufgabe 1 – (14 Punkte) Reglerentwurf

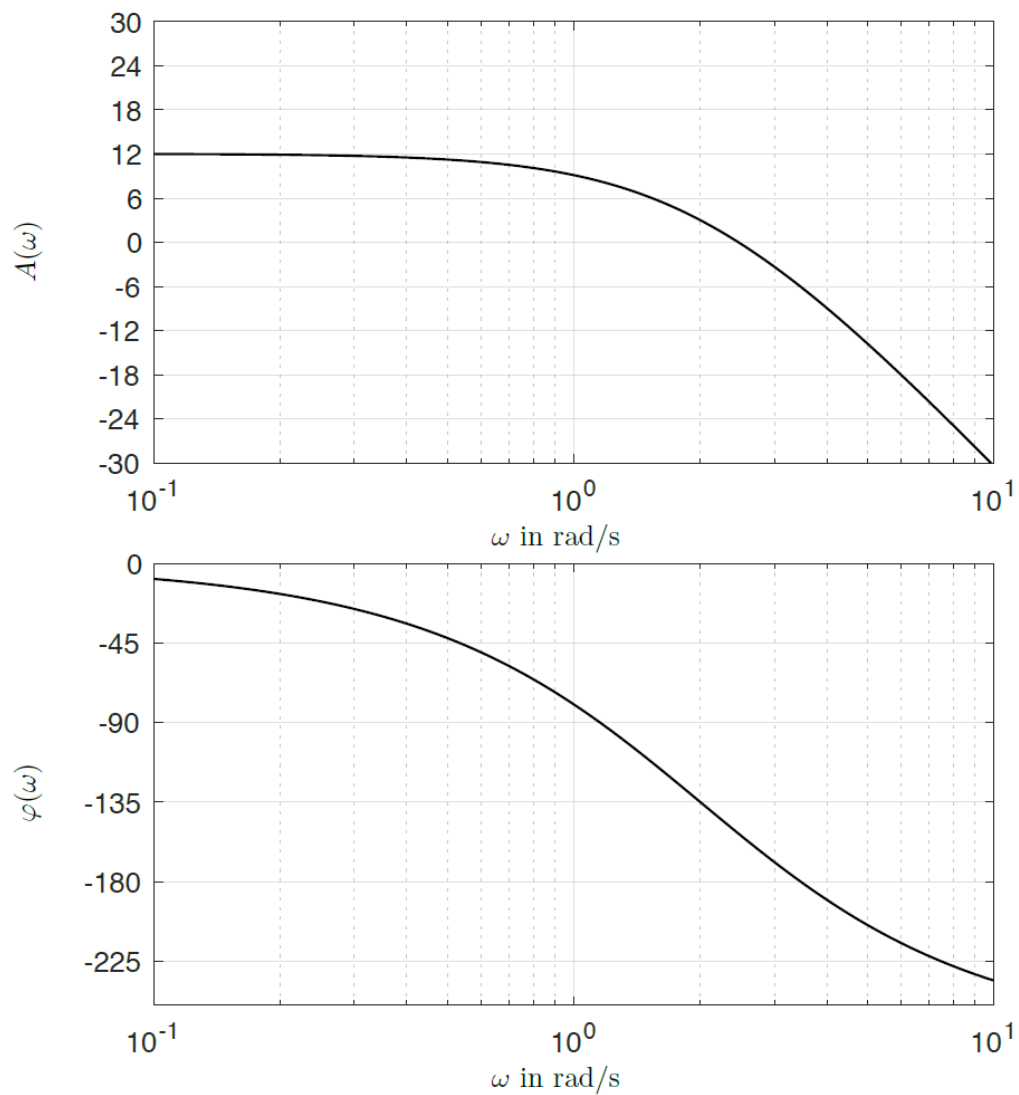
Es liegt ein Standard-Regelkreis vor. Gegeben ist die Übertragungsfunktion der Regelstrecke:

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

Als Regler wird ein P-Regler eingesetzt:

$$G_R(s) = K_R \quad .$$

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Bode-Diagramm des offenen Regelkreises $G_O(s)$ für $K_R = 1$



- a) (4 P) Zeichnen Sie die Amplitudenreserve A_R und die Phasenreserve φ_R für $K_R = 1$ in obiges Diagramm ein und bestimmen Sie beide.
- b) (1 P) Im Folgenden wird $K_R = 4$ gewählt. Wie verändert sich der Phasengang des offenen Regelkreises $G_O(j\omega)$ verglichen mit dem oben dargestellten Phasengang?
- c) (4 P) Skizzieren Sie den Amplitudengang von $G_O(j\omega)$ für $K_R = 4$ in obiges Diagramm.
- d) (5 P) Bestimmen Sie für $K_R = 4$ die Amplitudenreserve A_R und die Phasenreserve φ_R . Ist der geschlossene Regelkreis stabil? Kurze Begründung.

Aufgabe 2 – (14 Punkte) Laplace-Transformation

Gegeben ist die Differentialgleichung:

$$\dot{x}(t) + 3 x(t) = 3 y(t) \quad .$$

- a) (6 P) Transformieren Sie die Differentialgleichung in den Bildbereich und stellen Sie die Übertragungsfunktion auf. Ist das System stabil? Kurze Begründung.
- b) (6 P) Berechnen Sie die bezogene Sprungantwort $h(t)$ des Systems durch Rücktransformation von $H(s)$ mittels Partialbruchzerlegung und Verwendung der Korrespondenztabelle.
- c) (2 P) Skizzieren Sie die in b) ermittelte Sprungantwort.

Tabelle 2.1: Korrespondenztabelle der Laplace-Transformation

Nr.	Bildfunktion $F(s)$	Zeitfunktion $f(t), t \geq 0$ ($f(t) = 0, t < 0$)	Anmerkung
1	1	$\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{für } t = 0 \\ 0 & \text{für } t \neq 0 \end{cases}$	Dirac-Impuls
2	$\frac{1}{s}$	$\sigma(t)$	Einheitssprungfunktion
3	$\frac{1}{s^2}$	$r(t) = t$	Einheitsanstiegsfunktion
4	$\frac{1}{s^n}$	$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}$	$n > 0$, ganzzahlig
5	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}	a konstant
6	$\frac{1}{(s+a)^n}$	$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!} e^{-at}$	a und n wie zuvor
7	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$\cos(\omega t)$	$\omega > 0$ konstant
8	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\sin(\omega t)$	$\omega > 0$ konstant
9	$\frac{1}{s^2 + 2as + b^2}$	$\frac{1}{2w} (e^{s_1 t} - e^{s_2 t})$ $\frac{1}{\omega} e^{-at} \sin(\omega t)$	$D = \frac{a}{b} > 1$ $D < 1$
10	$\frac{s}{s^2 + 2as + b^2}$	$\frac{1}{2w} (s_1 e^{s_1 t} - s_2 e^{s_2 t})$ $e^{-at} \left(\cos(\omega t) - \frac{a}{\omega} \sin(\omega t) \right)$	$D = \frac{a}{b} > 1$ $D < 1$

In den Beziehungen 9 und 10 ist: $w = \sqrt{a^2 - b^2}$; $\omega = \sqrt{b^2 - a^2}$; $s_{1,2} = -a \pm w$

Aufgabe 3 – (21 Punkte) Wurzelortskurve

Gegeben ist ein Standard-Regelkreis. Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke lautet:

$$G_S(s) = \frac{1}{s(s+4)(s^2+4s+20)} \quad .$$

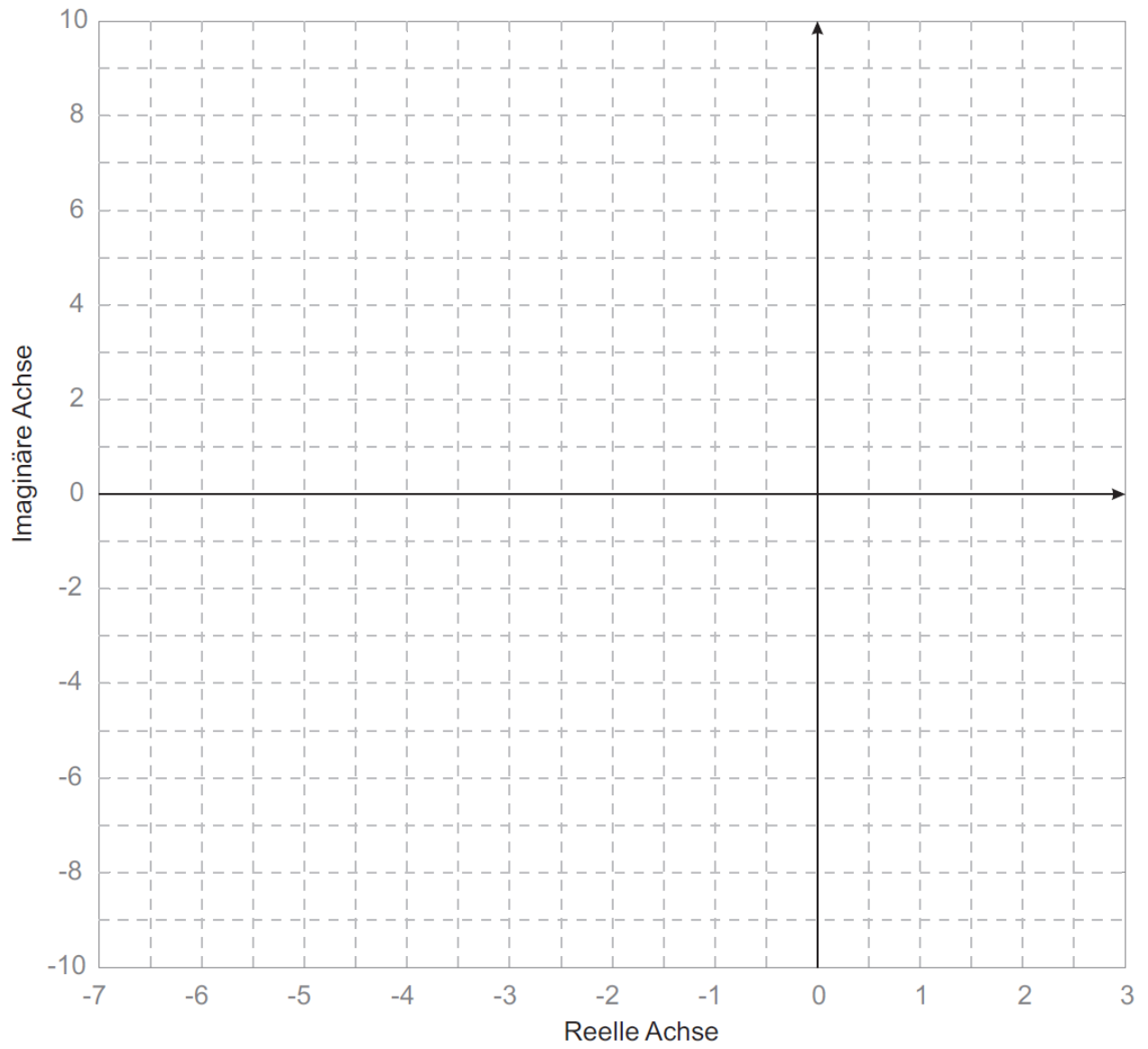
Die Regelstrecke soll mit einem P -Regler

$$G_R(s) = K_R$$

geregelt werden.

- a) (1 P) Regelt der Regelkreis auf sprungförmige Führungsgrößen stationär genau? Kurze Begründung.
- b) (19 P) Geben Sie zunächst die Null- und die Polstellen des offenen Regelkreises an. Skizzieren Sie die 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) (1 P) Kann der geschlossene Regelkreis durch die Wahl einer Verstärkung $K_R > 0$ instabil werden? Kurze Begründung.

Wurzelortskurve



Aufgabe 4 – (16 Punkte) Stabilität, Wirkungsplan

Gegeben ist ein Standardregelkreis. Die Regelstrecke lautet:

$$G_S(s) = \frac{10}{s^3 + 3s^2 + 10} \quad .$$

- a) (1 P) Ist die Regelstrecke stabil? Kurze Begründung.

Die Regelstrecke soll mit folgendem Regler geregelt werden:

$$G_R(s) = K_R(s + 2) \quad .$$

- b) (1 P) Wie nennt man diesen Regler?
- c) (2 P) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises $G_O(s)$.
- d) (12 P) Berechnen sie die Führungsübertragungsfunktion $G_W(s)$. Führen Sie mit dem Routh-Kriterium eine Stabilitätsuntersuchung für den geschlossenen Regelkreis durch.

