


Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  Fakultät Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. B. Lichte Institut für Fahrzeugsystem- und Servicetechnologien	Modulprüfung Regelungstechnik BPO 2011 SS 2018 19.06.2018	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

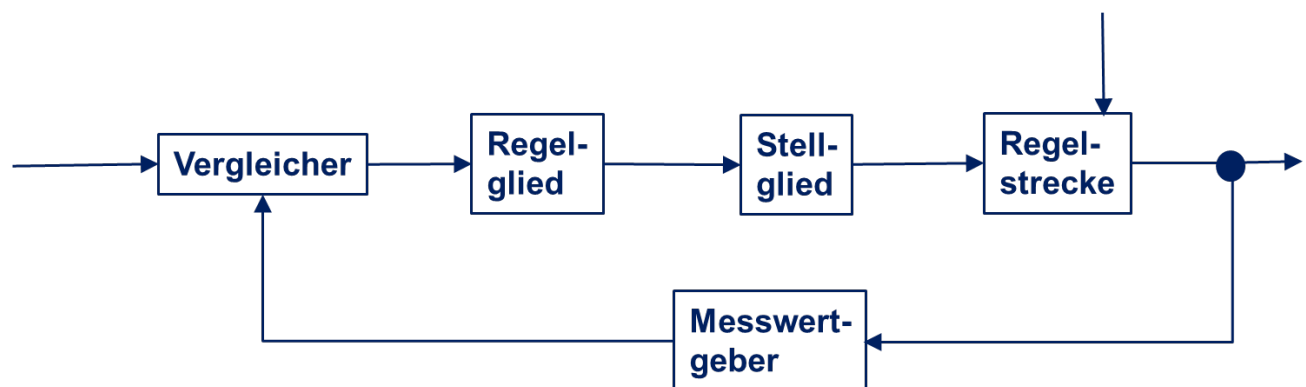
Bearbeitungshinweise:

- 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:.....
	Kurzfragenteil	Vorname.....
Hilfsmittel: Keine Zeit: 30 Min.	SS 2018 19.06.2018	Matr.Nr.:.....

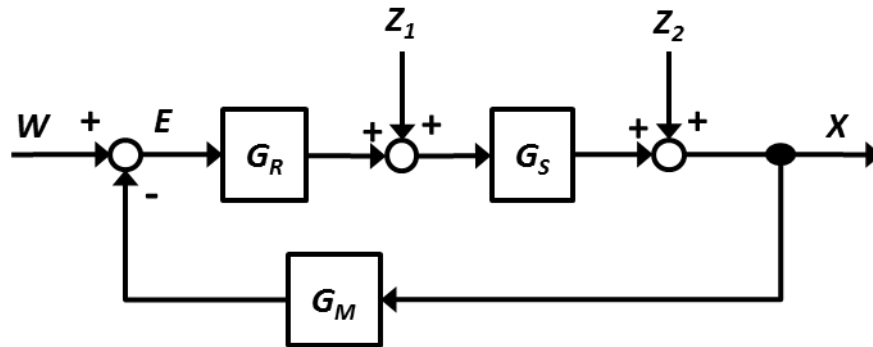
Kurzfrage 1 – (7 Punkte) Regelkreis

Tragen Sie in das nachstehende Blockschaltbild die korrekten Bezeichnungen und Symbole ein.



Kurzfrage 2 – (10 Punkte) Übertragungsverhalten/Wirkungsplan

Gegeben ist der folgende lineare einschleifige Regelkreis.



Berechnen Sie:

a) das Führungsübertragungsverhalten $G_W = \frac{X}{W}$:

b) das Störübertragungsverhalten $G_{Z1} = \frac{X}{Z_1}$:

c) das Störübertragungsverhalten $G_{Z2} = \frac{X}{Z_2}$:

d) das Übertragungsverhalten $G_{EW} = \frac{E}{W}$:

e) das Übertragungsverhalten $G_{EZ1} = \frac{E}{Z_1}$:

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
Was gilt für die Anwendung des vereinfachten Nyquist-Kriteriums?		
1. Man benötigt den Frequenzgang des geschlossenen Regelkreises.		
2. Das Kriterium kann auch bei instabilen Systemen angewendet werden.		
3. Der Standardregelkreis ist stabil, wenn der kritischen Punkt der Nyquist-Ebene bei einer stetigen Veränderung der Kreisfrequenz von $\omega = 0$ bis $\omega = \infty$ immer links von der Nyquist-Ortskurve liegt.		
Wie kann die folgende Differentialgleichung im Bildbereich dargestellt werden? $4\ddot{x}(t) + 8\dot{x}(t) + 2x(t) = 2\ddot{y}(t) + 4y(t)$		
4. $G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{2s^2+4}{4s^2+8s+2}$		
5. $G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{s^2+2}{2s^2+4s+1}$		
6. $G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{4s^2+8s+2}{2s^2+4}$		
Wie beeinflusst die Pollage eines Systems das dynamische Verhalten?		
7. Konjugiert komplexe Pole auf der imaginären Achse führen zu Dauerschwingungen.		
8. Reelle Doppelpole führen zu schwingendem Verhalten.		
9. Instabile Systeme haben mindestens einen Pol mit positivem Realteil.		
Bei einer Reihenschaltung von Übertragungsfunktionen ...		
10. ... werden die Übertragungsfunktionen multipliziert.		
11. ... werden die Übertragungsfunktionen addiert.		
12. ... ist die Reihenfolge egal.		
Welche Aussagen gelten für Systeme mit Totzeit?		
13. Zur Stabilitätsbestimmung kann das Routh-Kriterium genutzt werden.		
14. Sie sind nichtlinear.		
15. Sie erhöhen die Neigung des Regelkreises zur Instabilität.		

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.:.....
	SS 2018 19.06.2018	

Aufgabe 1 – (18 Punkte) Bode-Diagramm

Gegeben sind die beiden Übertragungsfunktionen:

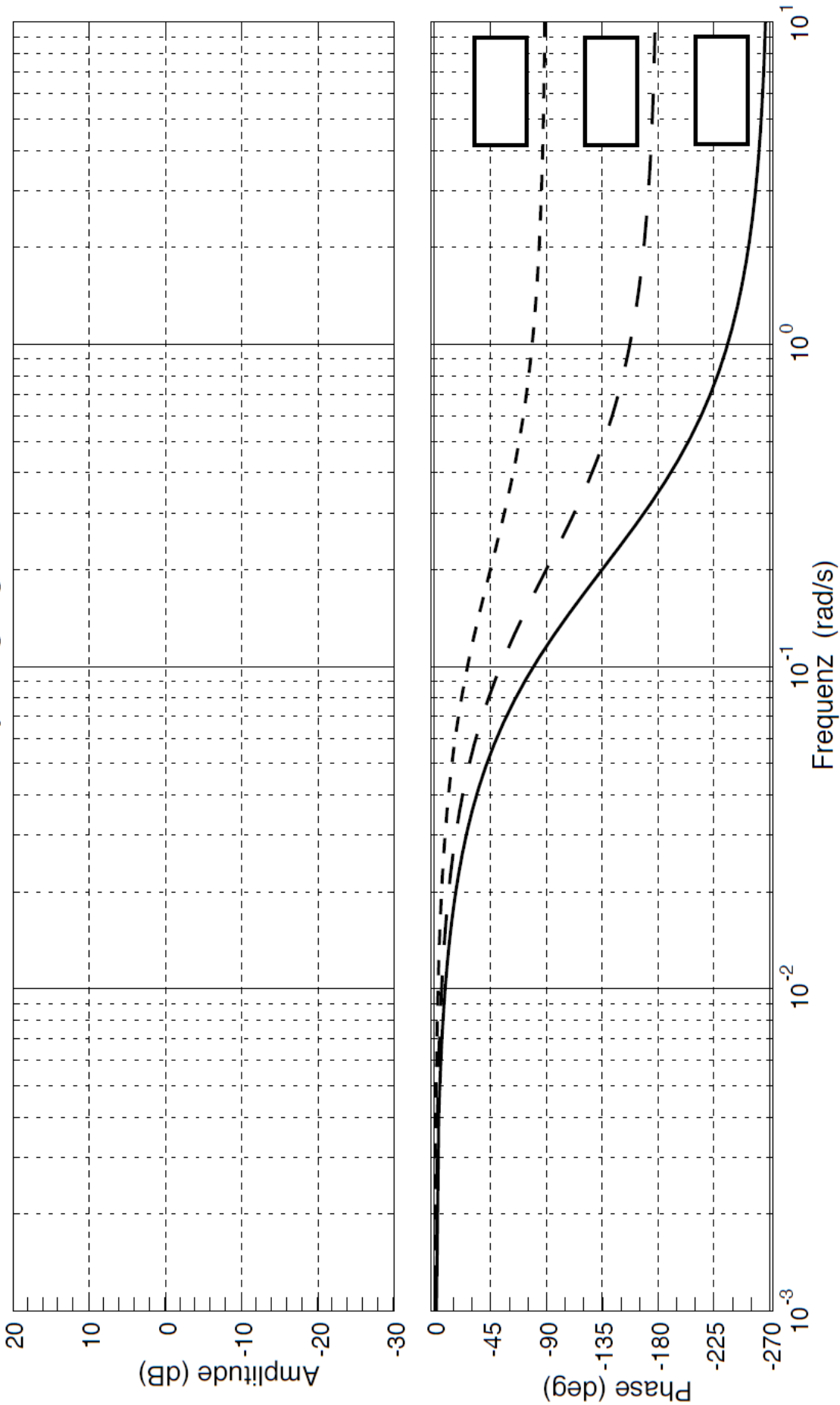
$$G_1(s) = \frac{4}{1 + 5s} \quad \text{und} \quad G_2(s) = \frac{1 - 5s}{1 + 5s}.$$

- a) (7 P) Ermitteln Sie für beide Übertragungsfunktionen die Amplitudengänge $|G_i(j\omega)|_{dB}$ und die Phasengänge $\varphi_i(\omega)$.

Tipp: $\arctan\left(\frac{-y}{x}\right) = -\arctan\left(\frac{y}{x}\right)$

- b) (4 P) Zeichnen Sie die asymptotischen Amplitudengänge von G_1 , G_2 und $G_1 \cdot G_2$ in das nachstehende Diagramm ein. Eine explizite Berechnung ist nicht erforderlich.
- c) (3 P) Identifizieren Sie für G_1 , G_2 und $G_1 \cdot G_2$ die zugehörigen Phasengänge und kennzeichnen Sie diese im nachstehenden Diagramm (kurze Begründung).
- d) (4 P) Bestimmen Sie die Phasenreserven für G_1 und $G_1 \cdot G_2$. Was lässt sich bezüglich der Stabilität sagen?

Frequenzgang



Aufgabe 2 – (15 Punkte) Laplace-Transformation

Gegeben ist die Übertragungsfunktion $G(s)$ eines dynamischen Systems:

$$G(s) = \frac{8(s+2)}{(s-4)^2} \quad .$$

- a) (11 P) Berechnen Sie die bezogene Sprungantwort $h(t)$ des Systems durch Rücktransformation von $H(s)$ mittels Partialbruchzerlegung und Verwendung der Korrespondenztabelle.
- b) (4 P) Berechnen Sie den Endwert der Sprungantwort $h(t \rightarrow \infty)$ sowohl mit Hilfe des Endwertsatzes der Laplace-Transformation aus $H(s)$ als auch direkt aus der Lösung $h(t)$ im Zeitbereich.

Es ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse. Was ist der Grund dafür? Welche Lösung ist richtig?

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 – (19 Punkte) Wurzelortskurve

Gegeben ist ein Standard-Regelkreis. Die Regelstrecke

$$G_S(s) = \frac{2}{\left(1 + \frac{s}{6}\right) \left(1 + \frac{s}{4}\right) \left(1 + \frac{s}{3}\right) (1 + s)}$$

soll mit einem P-Regler

$$G_R(s) = K_R$$

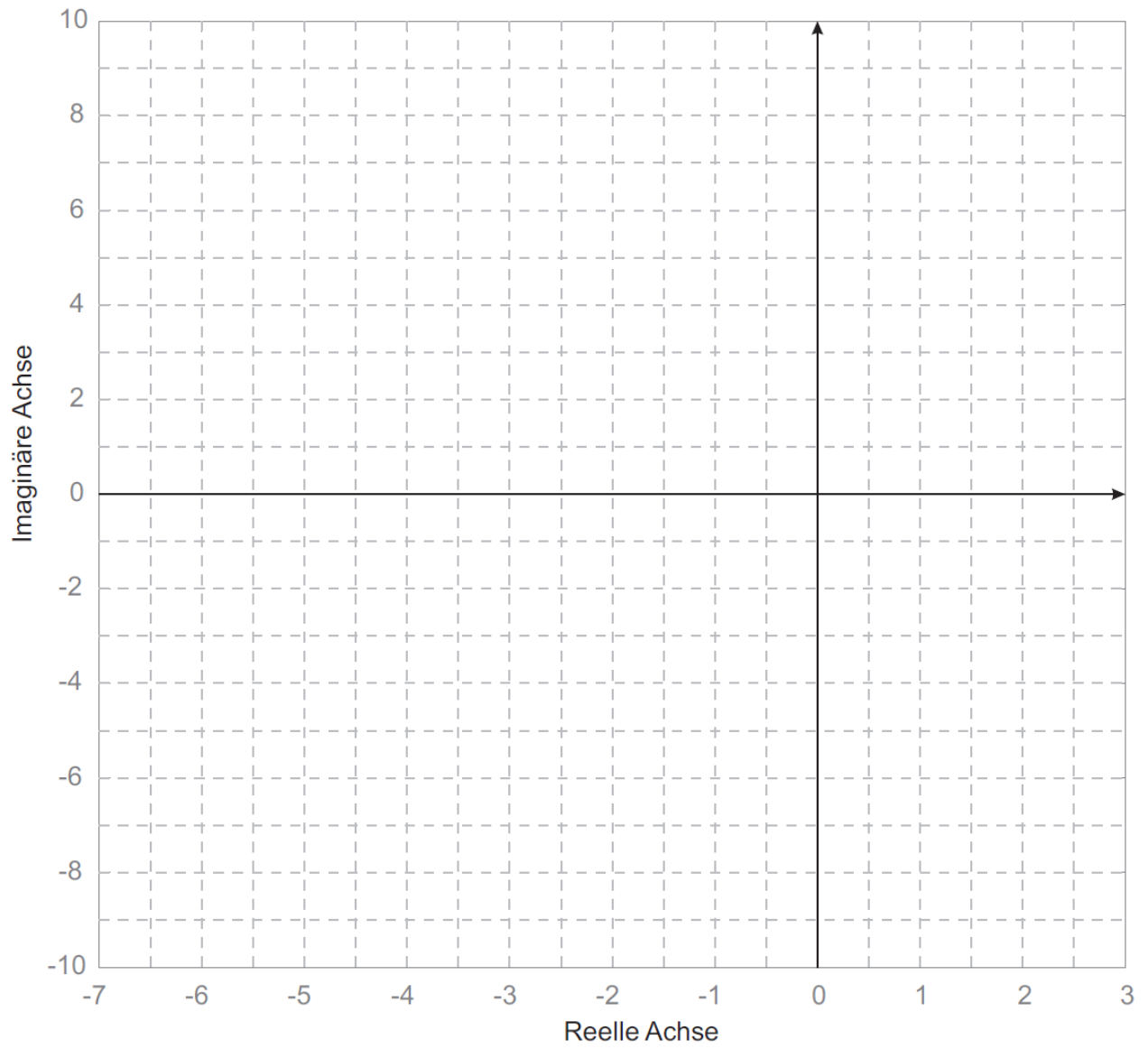
geregelt werden.

- a) (16 P) Benötigen Sie für die Wurzelortskurve (WOK) die Pole und Nullstellen des offenen Regelkreises oder des geschlossenen Regelkreises?

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.

- b) (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_{krit} in der Skizze der WOK.

Wurzelortskurve



Aufgabe 4 – (16 Punkte) Routh-Kriterium

Gegeben ist ein Standardregelkreis mit:

$$G_R(s) = K_R(1 + s T_V) \quad \text{und} \quad G_S(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 - 16}.$$

K_R und T_V sind positiv.

- a) (1 P) Ist die Regelstrecke $G_S(s)$ stabil?
- b) (2 P) Wie nennt man den Regler $G_R(s)$? Ist der Regler realisierbar?
- c) (4 P) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des offenen Kreises $G_O(s)$ und die Führungsübertragungsfunktion $G_W(s)$.
- d) (9 P) Bestimmen Sie mit dem Routh-Kriterium die Stabilitätsbedingungen für die beiden Regler-Parameter K_R und T_V . Brauchen Sie für die Anwendung des Routh-Kriteriums die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises oder die Führungsübertragungsfunktion?

