

Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 1 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

Name	Matrikelnummer	Datum	Unterschrift
[REDACTED]	[REDACTED]	23.03.2021	[REDACTED]
Note:			

Aufgabe	Erreichte Punktzahl
1	/ 20
2	/ 25
3	/ 15
Summe	/ 60

**Lesen Sie zuerst diese Hinweise, bevor Sie mit der Klausur anfangen:**

- Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, schriftliche Unterlagen außer alten Klausuren.
- Bearbeitungszeit: 120 Minuten
- Beschriften Sie alle abgegebenen Blätter mit Ihrem Namen und Matrikelnummer
- Sie müssen bei jeder Aufgabe ebenfalls den mathematischen Weg Schritt für Schritt zur Lösung, d.h. Formeln, Gleichungen, usw. aufschreiben: Die numerische Lösung allein reicht hier nicht!
- Wenn es steht, dass Sie etwas herleiten müssen, dann müssen Sie die ganze Mathematik dazu schreiben und den Weg bis zur Herleitung zeigen!
- Laden Sie alle eingescannte die Klausur als ein pdf-Dokument über Moodle hoch: Beschriften Sie die pdf-Datei wie folgt „RT\_NachnameVorame“ (wenn Sie z.B. Angela Merkel heißen, so müssen Sie die Datei „RT\_MerkelAngela“ benennen).

**Erklärung**

„Ich versichere, dass ich diese Klausur selbstständig gelöst habe und keine andere Person mir dabei geholfen hat.“

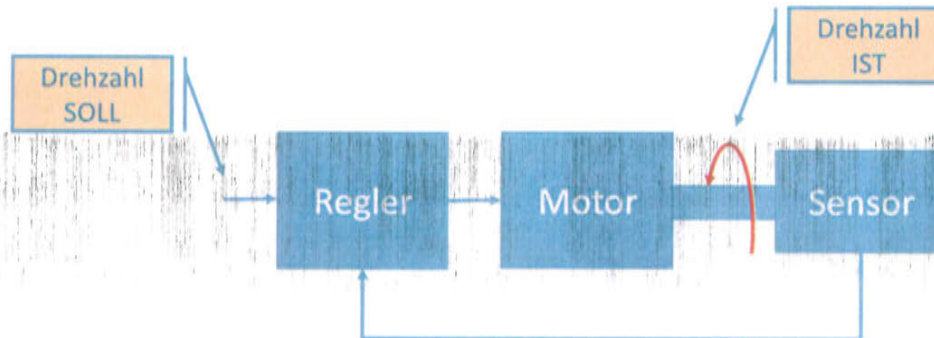
[REDACTED]

Ort, Datum und Unterschrift



### 1. Aufgabe

Die Winkelgeschwindigkeit des Elektromotors des Ventilators eines Mikrorechners soll geregelt werden.



Aus der Analyse vom System ergibt sich die folgende Übertragungsfunktion aus der Zusammensetzung vom Motor und Sensor:

$$G_s(s) = \frac{10^9}{(s + 50) \cdot (s + 200)}$$

Als Vorgaben der geschlossenen Strecke haben wir die folgenden Spezifikationen bekommen:

1. Keine Regelabweichungen dürfen verbleiben.  $\rightarrow T_s$
2. Die Endgeschwindigkeit soll innerhalb 14,4 ms erreicht werden.
3. Das System soll eine maximale Überschwungung von 10 % vorweisen.  $\rightarrow M_p$

Die Übertragungsfunktion des Messgliedes wird mit  $G_M(s) = 1$  angenommen.

Führen Sie die folgenden Teilaufgaben durch und tragen Sie Ihre Antworten in das entsprechende Kästchen ein:

Aufgabe	Ihre Antwort
Begründen Sie (ohne Rechnung), welche Regler in Frage kommen	Da keine Regelabweichungen verbleiben dürfen, muss es ein Regler mit Integrator sein, also ein PI oder PID Regler
Ist das System stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!	Das System ist stabil, da alle Polstellen in der linken s-Halbebene

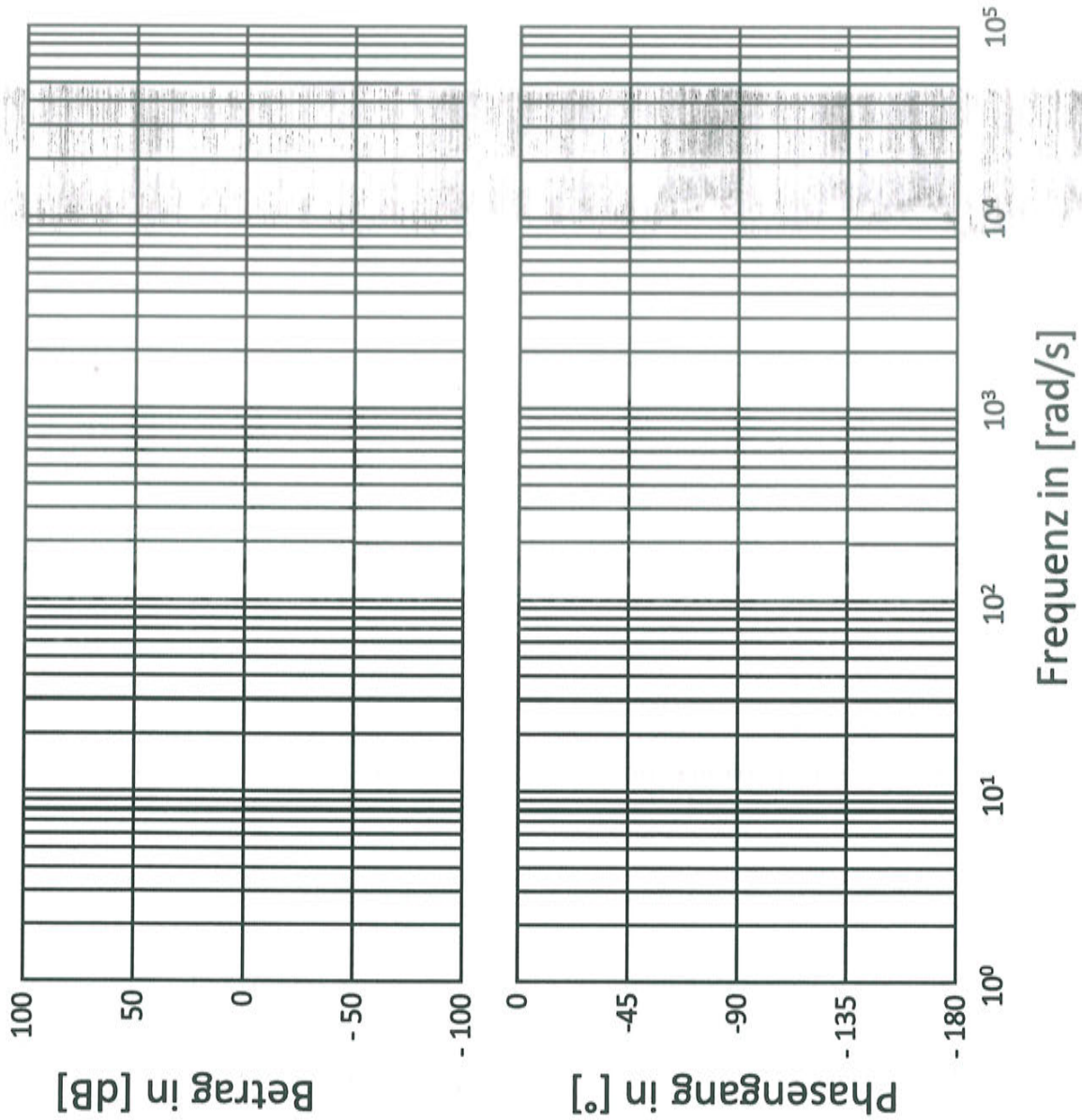


Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 3 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

Bestimmen Sie die zur Erreichung des geforderten Verhaltens im Zeitbereich notwendigen Werte im Frequenzbereich für den Phasenrand $\Phi_R$	$d = \frac{\sqrt{4\zeta^2 + 1}}{\omega_n} = \dots -0,59$ $\Phi_R = \arctan\left(\frac{2d}{\omega_n^2 - 1}\right)$ $\dots$ $69^\circ - 106^\circ = \underline{\underline{-37^\circ}}$
Bestimmen Sie die zur Erreichung des geforderten Verhaltens im Zeitbereich notwendigen Werte im Frequenzbereich für die Durchtrittsfrequenz $\omega_c$	$\omega_c = \omega_0 \sqrt{-2d^2 + \sqrt{4d^4 + 1}}$ $\omega_0 = 4,5 \text{ rad/s}$ $\omega_c = \underline{\underline{3,107}}$ rad / s
Zeichnen Sie im Bode-Diagramm den asymptotischen Betrags- und Phasengang der gegebenen Strecke	Bitte auf der nächsten Seite!
Treffen und begründen Sie unter Berücksichtigung der Vorauswahl aus Ihrer ersten Antwort nun eine abschließende Reglerauswahl	
Dimensionieren Sie die Zeitkonstante(n) des ausgewählten Reglers	
Ergänzen Sie im Betragsgang des Bode-Diagramms den Betragsgang für den ausgewählten Regler für $V=1$	Bitte auf der nächsten Seite!
Bestimmen Sie die notwendige Reglerverstärkung $V_R$	



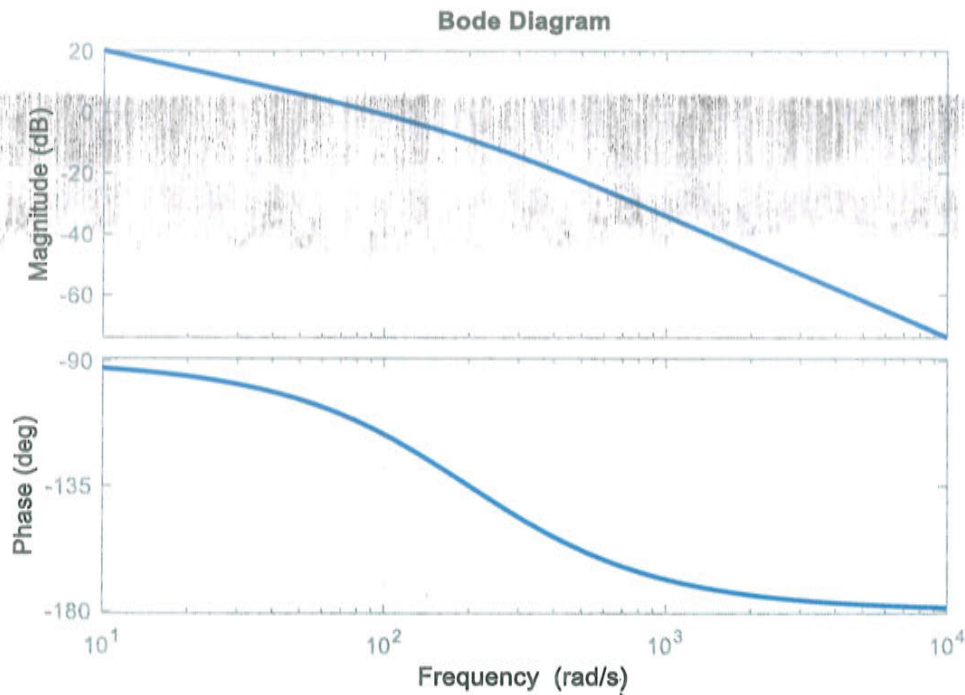
Das logarithmische Diagramm zu **Aufgabe 1**:





## 2. Aufgabe

Leider sind die Datenblätter von einem noch funktionierenden System verloren gegangen und es existieren nur noch ein Bode-Diagramm



und die Tabelle mit den folgenden Werten:

Frequenz in rad/s	Betrag in dB	Winkel in Grad
150,0	-5,46	-126,87

Nun soll ein Regler entworfen werden, und dabei wurden die folgenden Vorgaben für die geschlossene Strecke ausgewählt:

1. Die geschlossene Strecke darf keine Regelabweichungen haben.
2. Der Endwert soll innerhalb 1,44 ms erreicht werden.
3. Das System soll eine maximale Überschwingung von 30 % vorweisen.
4. Die Übertragungsfunktion des Messgliedes wird mit  $G_M(s) = 1$  angenommen.



Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 6 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

Führen Sie die folgenden Teilaufgaben durch und tragen Sie Ihre Antworten in das entsprechende Kästchen ein:

Aufgabe	Ihre Antwort
Beschreiben Sie das System mit Wörtern aus der Beobachtung vom Bode-Diagramm.	
Leiten Sie die Übertragungsfunktion der Strecke her:	
Ist das System stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!	
Bestimmen Sie die zur Erreichung des geforderten Verhaltens im Zeitbereich notwendigen Werte im Frequenzbereich für den Phasenrand $\Phi_R$	
Bestimmen Sie die zur Erreichung des geforderten Verhaltens im Zeitbereich notwendigen Werte im Frequenzbereich für die Durchtrittsfrequenz $\omega_c$	rad / s



Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 7 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

<p>Welcher Regler kommt in Frage, um die Vorgaben zu erfüllen? Begründen Sie Ihre Antwort!</p>	
<p>Dimensionieren Sie die Zeitkonstante / die Zeitkonstanten des ausgewählten Reglers und geben Sie diese hier an</p>	
<p>Bestimmen Sie die notwendige Reglerverstärkung <math>V_R</math></p>	



Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 8 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

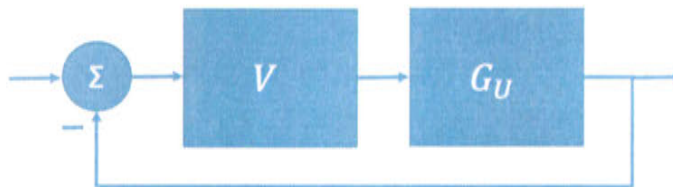
### 3. Aufgabe

Ein instabiles System soll zunächst analysiert werden:

$$G_U = \frac{5}{s - 40}$$

<p>Zeichnen Sie im Bode-Diagramm den asymptotischen Betrags- und Phasengang der gegebenen Strecke</p>	<p>Bitte auf der nächsten Seite!</p>
---	--------------------------------------

Das System soll zuerst mit Hilfe eines P-Reglers folgendermaßen stabilisiert werden:



<p>Geben Sie das Intervall für <math>V</math> an, für das das System stabil wird</p>	
<p>Finden Sie den Wert für <math>V</math>, damit die geschlossene Strecke eine neue Eckfrequenz bei <math>\omega_k = 20 \text{ rad/s}</math> hat</p>	

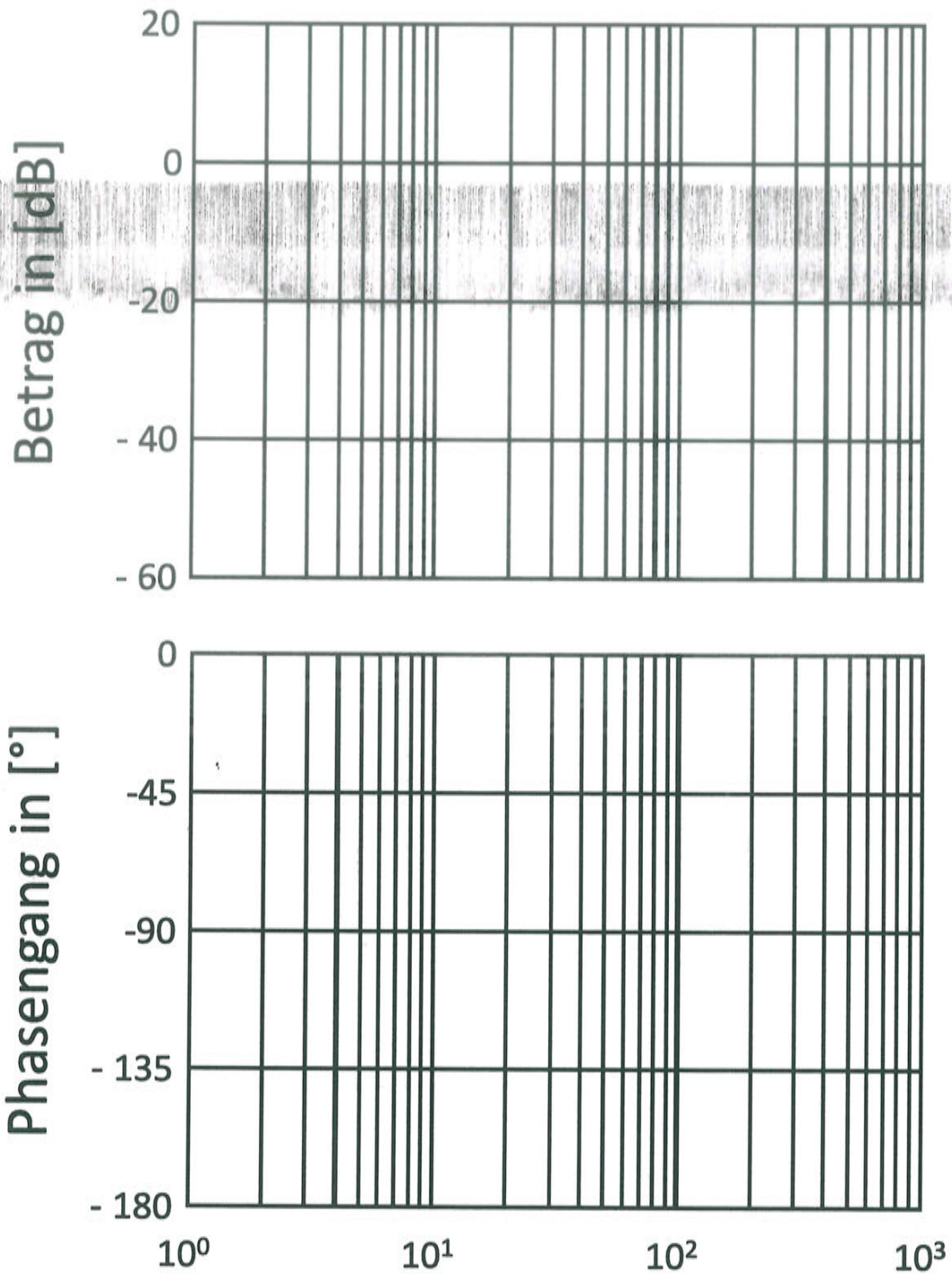


<b>Regelungstechnik</b>	<b>Sommersemester 2021</b>	<b>Seite 9 / 13</b>
<b>Schriftliche Klausur</b>	<b>2. Termin</b>	<b>Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano</b>

<p>Tragen Sie nun die Übertragungsfunktion der geschlossenen Strecke ein</p>	
<p>Zeichnen Sie im Bode-Diagramm den asymptotischen Betrags- und Phasengang der geschlossenen Strecke</p>	<p>Bitte auf der nächsten Seite!</p>
<p>Der Eingang wird mit einem Sprungsignal (Höhe = 1) getrieben. Leiten Sie die Antwort des Systems im Zeitbereich her und geben Sie hier die Gleichung an</p>	



Bode-Diagramm zu **Aufgabe 3**:





<b>Regelungstechnik</b>	<b>Sommersemester 2021</b>	<b>Seite 11 / 13</b>
<b>Schriftliche Klausur</b>	<b>2. Termin</b>	<b>Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano</b>

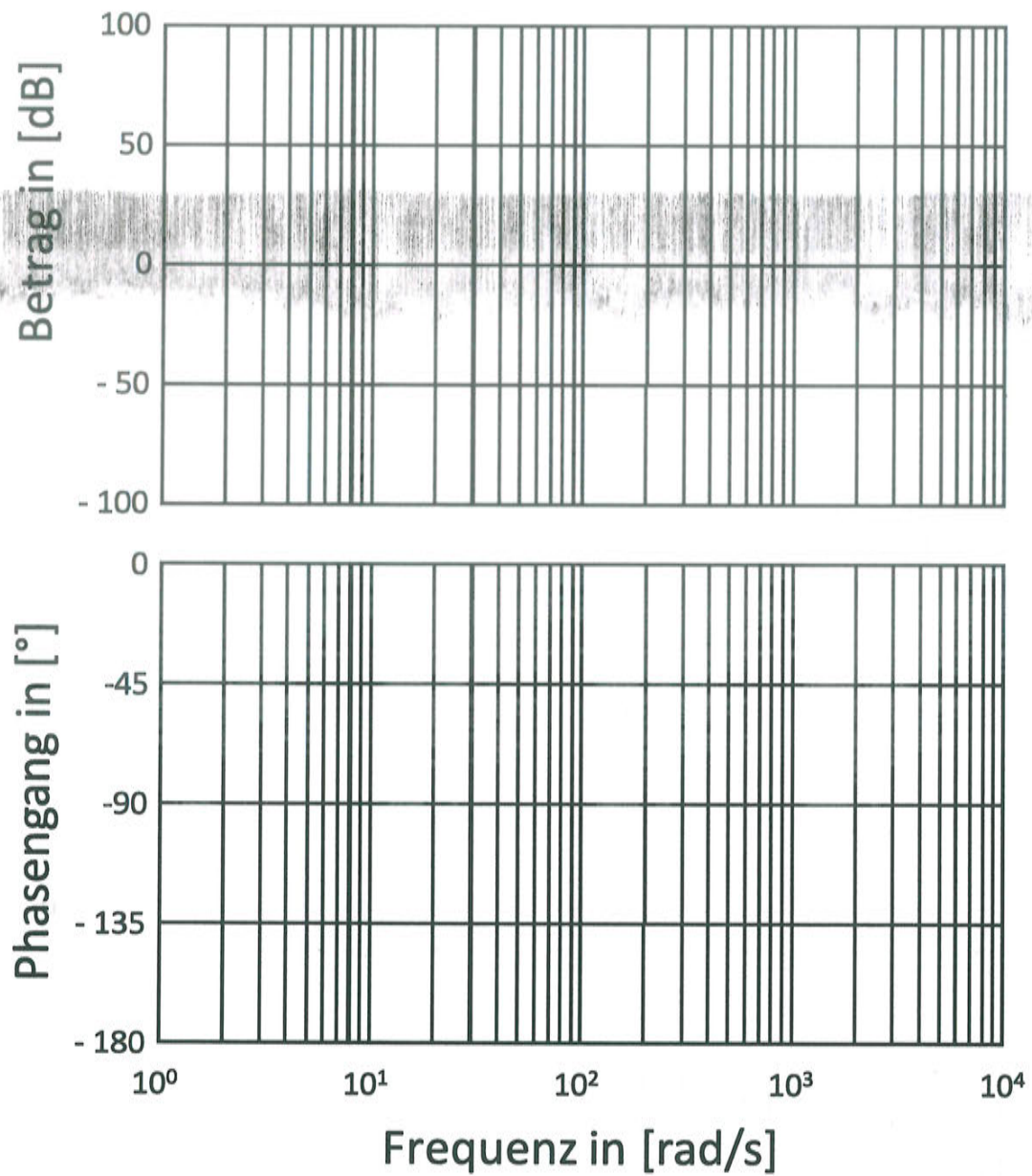
;

**Zusätzliche logarithmische Diagramme, falls Sie sie brauchen:  
Bitte geben Sie stets an, welche die Endgültigen sind!**



Regelungstechnik	Sommersemester 2021	Seite 12 / 13
Schriftliche Klausur	2. Termin	Prof. Dr.-Ing. FJ Morales Serrano

Falls Sie es nochmal brauchen sollten - Bode-Diagramm zu **Aufgabe 1**:





Falls Sie es nochmal brauchen sollten - Bode-Diagramm zu **Aufgabe 3**:

