

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung, Grundbegriffe</b>	<b>9</b>
1.1	Struktur	11
1.1.1	Signal, Blockstelle, Vergleicher	11
1.1.2	Blockschaltbild	12
1.2	Regelkreis	15
<b>2</b>	<b>Stationäres Verhalten</b>	<b>18</b>
2.1	Erzeuger-Verbraucher-System ohne Regler	18
2.1.1	Statische Kennlinien	19
2.1.2	Gleichgewicht, Selbstregelungseigenschaft	21
2.2	Erzeuger-Verbraucher-System mit Regler	25
2.2.1	Beispiel mit Volumenstrom-Regler	25
2.2.1.1	Blockschaltbild	28
2.2.1.2	Statische Modell-Kennlinien	30
2.2.1.3	Gleichgewicht, Arbeits- und Regelpunkt	39
2.2.1.4	Wirkungsumkehr	42
2.2.2	Einfache Regelkreise	44
2.2.2.1	Beschreibung um Arbeitspunkt	45
2.2.2.2	Linearisierung der Kennlinien	47
2.2.2.3	Bleibende Regelabweichung	50
<b>3</b>	<b>Zeitverhalten</b>	<b>53</b>
3.1	Regelstrecken	54
3.1.1	Regelstrecken mit Ausgleich	58
3.1.1.1	P-Strecken ohne Verzögerung	58
3.1.1.2	P-Strecken mit Verzögerung 1.Ordnung	59
3.1.1.3	P-Strecken mit Verzögerung höherer Ordnung	64
3.1.1.4	P-Strecken mit Verzögerung und Vorhalt	74
3.1.2	Regelstrecken ohne Ausgleich	80
3.1.2.1	I-Strecken ohne Verzögerung	80
3.1.2.2	I-Strecken mit Verzögerung 1.Ordnung	82

3.1.3	Regelstrecken mit Totzeit .....	84
3.1.4	Beispiele .....	86
3.1.4.1	Systeme mit Ausgleich .....	87
3.1.4.2	Systeme ohne Ausgleich .....	102
3.2	Regler und Regelkreis .....	106
3.2.1	P-Regler .....	106
3.2.2	PI-Regler .....	108
3.2.3	PID-Regler .....	113
3.3	Einfluß des Störorts .....	125
3.4	Signalflußbild .....	129
3.5	Numerische Simulation .....	136
3.5.1	Regelstrecken .....	137
3.5.2	Regelkreise .....	145
<b>4</b>	<b>Stabilität .....</b>	<b>148</b>
4.1	Frequenzgang .....	148
4.2	Nyquist-Kriterium .....	159
4.3	Übertragungsfunktion .....	165
4.3.1	Signalflußalgebra .....	167
4.3.1.1	Reihenschaltung .....	168
4.3.1.2	Parallelschaltung .....	168
4.3.1.3	Kreisstruktur .....	169
4.3.1.4	Verschieben einer Additionsstelle .....	170
4.3.1.5	Verschieben einer Verzweigungsstelle .....	170
4.3.2	Zusammenhang zwischen der Übertragungsfunktion des offenen und des geschlossenen Regelkreises .....	171
4.4	Anwendung des Nyquist-Kriteriums, Stabilitätskarten .....	172
4.4.1	Regelstrecken mit Verzögerung .....	173
4.4.2	Regelstrecken mit Totzeit .....	179
<b>5</b>	<b>Reglerwahl, Streckenidentifikation, Reglereinstellung .....</b>	<b>186</b>

<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>193</b>
<b>7</b>	<b>Übungsaufgaben und Lösungen</b>	<b>195</b>
7.1	Aufgaben	195
7.1.1	Stationäres Verhalten	195
7.1.2	Zeitverhalten, Frequenzgang	198
7.1.3	Stabilität	203
7.1.4	Anwendungen	205
7.2	Lösungen	211
7.2.1	Stationäres Verhalten	211
7.2.1	Zeitverhalten, Frequenzgang	217
7.2.3	Stabilität	239
7.2.4	Anwendungen	246
	<b>Ergänzende und weiterführende Literatur</b>	<b>265</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>266</b>