

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung, Grundbegriffe .....</b>	<b>1</b>
1.1	Struktur	2
1.1.1	Signal, Blockstelle, Vergleichler, Verzweigung	3
1.1.2	Blockschaltbild	4
1.2	Regelkreis	6
1.3	Regler	9
1.3.1	Geräte-Regler	9
1.3.2	Software-Regler	9
<b>2</b>	<b>Stationäres Verhalten .....</b>	<b>10</b>
2.1	Erzeuger-Verbraucher-System ohne Regler	10
2.1.1	Statische Kennlinien	11
2.1.2	Gleichgewicht, Selbstregelungseigenschaft	12
2.2	Erzeuger-Verbraucher-System mit Regler	15
2.2.1	Beispiel mit Volumenstromregler	15
2.2.1.1	Statische Kennlinien	18
2.2.1.2	Gleichgewicht, Arbeits- und Regelpunkt	22
2.3	Einfache Regelkreise	25
2.3.1	Beschreibung um den Arbeitspunkt	25
2.3.2	Linearisierung der Kennlinien	27
2.3.3	Bleibende Regelabweichung	30
<b>3</b>	<b>Zeitverhalten .....</b>	<b>32</b>
3.1	Regelstrecken	33
3.1.1	Regelstrecken mit Ausgleich	36
3.1.1.1	P-Strecken ohne Verzögerung	36
3.1.1.2	P-Strecken mit Verzögerung 1. Ordnung	37
3.1.1.3	P-Strecken mit Verzögerung höherer Ordnung	42
3.1.1.4	P-Strecken mit Verzögerung und Vorhalt	49
3.1.2	Regelstrecken ohne Ausgleich	53
3.1.2.1	I-Strecken ohne Verzögerung	54
3.1.2.2	I-Strecken mit Verzögerung 1. Ordnung	55
3.1.3	Regelstrecken mit Totzeit	57
3.1.4	Beispiele	59
3.1.4.1	Systeme mit Ausgleich	59
3.1.4.2	Systeme ohne Ausgleich	71

3.2	Geräte-Regler und Regelkreis	74
3.2.1	P-Regler	74
3.2.2	PI-Regler	75
3.2.3	PID-Regler	80
3.3	Einfluss des Störorts	89
3.4	Signalflussbild	93
<b>4</b>	<b>Stabilität</b> .....	<b>97</b>
4.1	Frequenzgang	98
4.2	Ortskurve	100
4.3	Übertragungsfunktion	104
4.3.1	Reihenschaltung	105
4.3.2	Parallelschaltung	105
4.3.3	Kreisstruktur	106
4.3.4	Totzeit	106
4.4	Nyquist – Kriterium	108
4.5	Anwendung des Nyquist-Kriteriums, Stabilitätskarten	113
4.5.1	Regelstrecken mit Verzögerung	114
4.5.2	Regelstrecken mit Totzeit	118
4.5.3	Regelstrecken mit Verzögerung und Totzeit	120
4.5.4	Frequenz- und Zeitbereich	125
<b>5</b>	<b>Auswahl und Einstellung des Reglers</b> .....	<b>126</b>
5.1	Identifikation der Strecke	127
5.2	Reglereinstellung	128
<b>6</b>	<b>Numerische Simulation</b> .....	<b>133</b>
6.1	Regelstrecken	133
6.2	Regelkreise	142
<b>7</b>	<b>Software-Regler</b> .....	<b>146</b>
7.1	Einfache zeitdiskrete Regler	146
7.2	Fuzzy-Regler	149
<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>161</b>
<b>9</b>	<b>Übungsaufgaben und Lösungen</b> .....	<b>163</b>
9.1	Aufgaben	163
9.1.1	Stationäres Verhalten	163

9.1.2	Zeitverhalten	165
9.1.3	Stabilität	168
9.1.4	Anwendungen	170
9.1.4.1	Sicherheitstechnik	170
9.1.4.2	Materialverhalten	170
9.1.4.3	Messtechnik	172
9.1.4.4	Verkehrstechnik	172
9.1.4.5	Robotertechnik	173
9.1.4.6	Umwelttechnik	173
9.1.4.7	Fiskus, Steuererklärung	174
9.1.4.8	Wirtschaftssysteme, Ökonomie	174
9.1.4.9	Wirtschaftlichkeit und Sicherheit/Ökonomie und Technik	176
9.2	Lösungen	177
9.2.1	Stationäres Verhalten	177
9.2.2	Zeitverhalten	180
9.2.3	Stabilität	193
9.2.4	Anwendungen	203
9.2.4.1	Sicherheitstechnik	203
9.2.4.2	Materialverhalten	205
9.2.4.3	Messtechnik	209
9.2.4.4	Verkehrstechnik	212
9.2.4.5	Robotertechnik	214
9.2.4.6	Umwelttechnik	217
9.2.4.7	Fiskus, Steuererklärung	218
9.2.4.8	Wirtschaftssysteme, Ökonomie	220
9.2.4.9	Wirtschaftlichkeit und Sicherheit/Ökonomie und Technik	228
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>230</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>		<b>232</b>