

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Regelung und Steuerung	1
1.2	Wirkungsplan	3
1.3	Beispiele für Regelungen	6
1.3.1	Raumtemperaturregelung	6
1.3.2	Aussentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung	11
1.3.3	Kesseltemperaturregelung	12
1.3.4	Wasserstandsregelung mit Schwimmerregler	12
1.3.5	Druckregelung mit einem Druckminderventil	13
1.3.6	Kraftregelung eines Hydropuls-Systems	14
1.4	Die Steuerung von Größen	15
1.5	Übungsaufgaben	21
2	Übertragungsverhalten	27
2.1	Allgemeines	27
2.2	Beharrungsverhalten von Übertragungsgliedern	29
2.3	Dynamisches Verhalten von linearen Übertragungsgliedern	34
2.3.1	Proportionalglied oder P-Glied	35
2.3.2	Verzögerungsglied erster Ordnung oder P-T ₁ -Glied	38
2.3.3	Integrierendes Glied oder I-Glied	43
2.3.4	Differenzierendes Glied oder D-Glied und D-T ₁ -Glied	46
2.3.5	Totzeitglied oder T _t -Glied	50
2.3.6	Verzögerungsglied 2. Ordnung oder P-T ₂ -Glied	52
2.4	Frequenzgang	56
2.5	Frequenzgänge wichtiger linearer Übertragungsglieder	61
2.5.1	P-Glied	61
2.5.2	I-Glied	62
2.5.3	D-Glied	62
2.5.4	PI-Glied	62

2.5.5	PD-Glied	63
2.5.6	PID-Glied	63
2.5.7	P-T ₁ -Glied	64
2.5.8	P-T ₂ -Glied	64
2.5.9	T ₁ -Glied	64
2.6	Experimentelle Bestimmung des Frequenzganges	65
2.7	Frequenzgang zusammenschalteter Übertragungsglieder	67
2.8	Darstellung von Frequenzgängen in Ortskurven	71
2.9	Darstellung von Frequenzgängen im Bode-Diagramm	73
2.10	Ortskurven und Bode-Diagramme wichtiger Übertragungsglieder	75
2.10.1	P-Glied	75
2.10.2	I-Glied	76
2.10.3	D-Glied	79
2.10.4	PI-Glied	81
2.10.5	PD-Glied	84
2.10.6	PID-Glied	87
2.10.7	P-T ₁ -Glied	91
2.10.8	P-T ₂ -Glied	94
2.10.9	T ₁ -Glied	101
2.10.10	D-T ₁ -Glied	103
2.10.11	Zusammenfassung	104
2.11	Übungsaufgaben	109
3	Regelstrecken	143
3.1	Allgemeines	143
3.2	Statisches Verhalten von Strecken mit Ausgleich	144
3.3	Dynamisches Verhalten von Strecken mit Ausgleich	145
3.3.1	Allgemeines	145
3.3.2	P-T ₀ -Strecke	146
3.3.3	P-T ₁ -Strecke	146
3.3.4	P-T ₂ -Strecke	148
3.3.5	T ₁ -Strecke	148
3.3.6	P-T ₁ T ₁ -Strecke	149
3.3.7	Dynamisches Verhalten nichtschwingungsfähiger P-T _k -Strecken	150
3.4	Dynamisches Verhalten von Strecken ohne Ausgleich	153
3.4.1	Allgemeines	153
3.4.2	Die I-T ₀ -Strecke	153
3.4.3	Die I-T ₁ -Strecke	154
3.4.4	Die I-T ₂ -Strecke	155
3.4.5	Dynamisches Verhalten nichtschwingungsfähiger I-T _k -Strecken	156
3.5	Übungsaufgaben	158

4	Stetige Regeleinrichtungen	169
4.1	Allgemeines	169
4.2	Die P-Regeleinrichtung	170
4.3	Die I-Regeleinrichtung	176
4.4	Die PI-Regeleinrichtung	180
4.5	Die PD-Regeleinrichtung	183
4.6	Die PID-Regeleinrichtung	186
4.7	Übungsaufgaben	189
5	Modellbildung	203
5.1	Allgemeines	203
5.2	Antriebswelle mit Reibung	204
5.3	Elastisch gekoppelte Massen	206
5.4	Lage geregelter Gleichstromservoantrieb	209
5.5	Drehzahlregelung eines Dieselmotors	210
5.6	Übungsaufgaben	214
6	Reglereinstellung	217
6.1	Allgemeines	217
6.2	Führungs- und Störverhalten von Regelkreisen	217
6.2.1	Allgemeines	217
6.2.2	Das Übertragungsverhalten realer und idealer Regelkreise	219
6.2.3	Statisches Übertragungsverhalten von Regelkreisen	220
6.2.3.1	Regelkreis mit P-Regler und Strecke mit Ausgleich	220
6.2.3.2	Regelkreis mit P-Regler und Strecke ohne Ausgleich	223
6.2.4	Dynamisches Verhalten von Regelkreisen mit Totzeitstrecken	224
6.2.4.1	P-Regler mit P-T _I -Strecke	224
6.2.4.2	I-Regler und P-T _I -Strecke	229
6.2.4.3	P-Regler und P-T _I T _I -Strecke	231
6.3	Einstellregeln	233
6.3.1	Allgemeines	233
6.3.2	Kenngößen des Regelkreises	234
6.3.3	Reglereinstellung nach den Kenngößen der Streckensprungantwort	236
6.3.4	Reglereinstellung nach einem Schwingversuch	245
6.4	Übungsaufgaben	247
7	Stabilität	255
7.1	Definition der Stabilität	255
7.2	Algebraische Stabilitätskriterien	256

7.3	Nyquist-Kriterium	264
7.4	Amplituden- und Phasenreserve	273
7.5	Übungsaufgaben	277