Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	5
Vorwort	7
1 Grundlagen der Meßtechnik	15
2 Messen elektrischer Größen	19
2.1 Strommessung	19
2.2 Spannungsmessung	21
2.3 Widerstandsmessung	23
2.3.1 Indirekte Messung	23
2.3.2 Direkte Messung	23
2.4 Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzung	26
3 Messen nichtelektrischer Größen	29
3.1 Temperaturmessung	29
3.1.1 Mechanische Berührungsthermometer	29
3.1.2 Elektrische Berührungsthermometer	33
3.1.3 Berührungslose Temperaturmessung	49
3.1.4 An- und Einbauhinweise für Temperatur-, Raum- und Außenfühler	54
3.2 Druckmessung	59
3.2.1 Flüssigkeitsmanometer	60
3.2.2 Federelastische Manometer	63
3.2.3 Kolbenmanometer	66
3.2.4 Elektrische Druckaufnehmer	67
3.2.5 Hinweise zum Messen von Drücken	74
3.3 Feuchtemessung	76
3.3.1 Haar- oder Kunststoffband-Hygrometer	76
3.3.2 Lithiumchlorid-Taupunktfühler	77
3.3.3 Psychrometer	80
3.3.4 Leitwert-Hygrometer	82
3.3.5 Kapazitive Feuchtefühler	82
3.3.6 Schwingquarz-Hygrometer	84
3.3.7 Tauspiegel-Hygrometer	84
3.3.8 Infrarot-Hygrometer	85
3.3.9 Weitere Absorptionshygrometer	86

3.4	Mengen- und Durchflußmessung	86
3.4.1	Auslaufzähler	87
3.4.2	Verdrängungszähler	88
3.4.3	Volumenzähler mit Meßflügeln (Turbinenzähler)	91
3.4.4	Hinweise zu Wasserzählern	94
3.4.5	Magnetisch-induktive Durchflußmessung	97
3.4.6	Ultraschall-Durchflußmessung	98
3.4.7	Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gas- und Luftströmen	100
3.5	Wärmemengenmessung	103
3.5.1	Heizkostenverteiler	104
3.5.2	Wärmemengenzähler	109
3.6	Schallpegelmessung	119
4	Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	129
4.1	Steuerung	130
4.2	Regelung	131
4.3	Grundbegriffe nach DIN IEC 60 050-351	132
4.4	Analyse- und Beschreibungsmöglichkeiten von Übertragungsgliedern	133
4.4.1	Statische Kennlinie	134
4.4.2	Dynamische Kennlinie	135
5	Regelstrecken	137
5.1	Abgrenzung der Regelstrecke	137
5.2	Arten und Kennwerte von Regelstrecken	138
5.2.1	Strecken mit Ausgleich	139
5.2.2	Strecken ohne Ausgleich	145
5.3	Kennlinien der Strecken und Arbeitspunkt	145
5.4	Regelbarkeit der Strecken	146
6	Regler	149
6.1	Einteilung der Regler	150
6.2	Zweipunktregler	151
6.3	Stetig-ähnliche Regler/Dreipunktregler mit Motorantrieb	155
6.4	Proportionalregler	156
6.5	Integralregler	158
6.6	Proportional-Differential-Regler	159
6.7	Proportional-Integral-Regler	161
6.8	Proportional-Integral-Differential-Regler	162
6.9	Auswahl von geeigneten Reglern – optimale Reglereinstellung	164

7 Stellgeräte	169
7.1 Stellantriebe	170
7.1.1 Elektromotorische Stellantriebe	170
7.1.2 Elektrothermische Stellantriebe	171
7.1.3 Elektromagnetische Stellantriebe	172
7.1.4 Elektrohydraulische Stellantriebe	173
7.1.5 Pneumatische Stellantriebe	174
7.2 Verhalten des Stellgerätes bei Ausfall der Hilfsenergie ...	174
7.3 Wirkungssinn von Stellgeräten	175
7.4 Stellglieder	175
7.4.1 Stellventile	175
Bauformen	175
Kennwerte	178
Hydraulische Grundsaltungen	179
kV-Wert-Berechnung	182
Kennlinien	186
7.4.2 Stellklappen	188
7.4.3 Drehzahlsteller für Pumpen bzw. Ventilatoren ...	189
7.4.4 Stellungsregler/Stellungsrelais	193
8 Thermostat- und Sicherheitsventile	195
8.1 Thermostatventile	195
8.1.1 Aufbau und Wirkungsweise	195
8.1.2 Zusammenhang der Größen	196
8.1.3 Auswahl	198
8.1.4 Einflüsse auf das Verhalten des Thermostatventils	199
8.1.5 Richtiger Einbau /Weiterentwicklungen	202
8.1.6 Hydraulischer Abgleich von Heizungssystemen ..	204
8.2 Sicherheitsventile	208
8.2.1 Einteilung nach der Öffnungscharakteristik ...	208
8.2.2 Einteilung nach Bauarten	209
8.2.3 Kenngrößen	210
8.2.4 Anwendung der verschiedenen Sicherheitsventile	211
8.2.5 Ausführliche Größenbemessung von Sicherheits-	
ventilen	214
Gase und Dämpfe allgemein	215
Technische Gase	215
Wasserdampf	217
Nichtsiedende Flüssigkeiten	218

9 Steuerungs- und regelungstechnische Lösungen aus dem Bereich der Heizungstechnik	219
9.1 Regelungstechnische Anforderungen bei Kesseln	219
9.2 Anforderungen laut Energieeinspar-Verordnung an MSR-Technik und deren Umsetzung	220
9.2.1 Raumweise Temperaturregelung	220
9.2.2 Vorregelungen	221
9.2.3 Brauchwassererwärmung	225
9.3 Betriebsarten und Zusatzfunktionen	227
9.4 Heizkurveneinstellung	229
9.5 Steuerungs- und Regelungseinrichtungen an Gasbrennern	231
9.5.1 Gasfeuerungsautomaten	232
9.5.2 Gasstraße	233
9.5.3 Gasdruckregler	233
9.5.4 Gasdruckwächter	234
9.5.5 Gasventile	234
9.6 Zündeinrichtungen	235
9.7 Zündsicherungen	236
9.7.1 Thermoelektrische Zündsicherung	236
9.7.2 Ionisationszündsicherung	237
9.7.3 UV-Flammenüberwachung	238
9.7.4 Photoelektrische Flammenüberwachung	239
9.8 Kesselfolgeschaltungen	239
9.8.1 Kesselrücklaufenhebung	239
9.8.2 Regelung der Zu- und Abschaltung	241
9.8.3 Führungskesselwahl	246
9.9 Steuerung und Regelung von Solarkreisläufen	247
9.9.1 Thermische Solaranlagen zur Brauchwasser- erwärmung	247
9.9.2 Thermische Solaranlage zur Warmwasserberei- tung und zusätzlichen Heizungsunterstützung über ein Zweispeichersystem	251
9.9.3 Thermische Solaranlage zur Schwimmbad- erwärmung	252
9.9.4 Thermische Solaranlage zur Brauchwasser- und Schwimmbaderwärmung	254
9.9.5 Sicherheitsanforderungen an solarthermische Anlagen	255
9.10 Weitere regelungstechnische Geräte in der Heizungstechnik	256
9.10.1 Druckregler/Druckminderer	256
9.10.2 Differenzdruckregler/Überströmventile	256

10 Steuerungs- und regelungstechnische Lösungen aus dem Bereich der Lüftungs- und Klimatechnik	261
10.1 Einfache raumluftechnische Anlagen mit Klappenverstellung	262
10.1.1 Klappen-Auf-Zu-Steuerung	262
10.1.2 Mischluft-Temperaturregelung	264
10.2 Regelung raumluftechnischer Anlagen mit Lufterhitzer/-kühler	269
10.2.1 Konstante Zuluft-Temperaturregelung	270
10.2.2 Sequenzregelung Heizen-Kühlen	272
10.2.3 Zuluft-Temperaturregelung mit Wärmerück- gewinnungssystem	274
10.3 Gleitende Temperaturregelung	275
10.4 Raumluf-Temperaturregelung/Kaskadenregelungen	276
10.4.1 Zulufttemperatur-Minimalbegrenzung	277
10.4.2 Konstante Raumtemperaturregelung	278
10.4.3 Raumluf-Temperaturregelung mit Sommer-/ Winterbetrieb	279
10.4.4 Sequenzregelung Klappen, Lufterhitzer und Luftkühler	280
10.5 Luftfeuchterege lung bei raumluftechnischen Anlagen	282
10.5.1 Taupunktregelung	282
10.5.2 Direkte Feuchterege lung	284
10.6 Beispiel einer Klimaanlagenregelung	287
10.7 Druckregelung von raumluftechnischen Anlagen	289
10.8 Variable Volumenstromregelung	291
10.9 Frostschutzmaßnahmen bei raumluftechnischen Anlagen	297
10.10Energiemanagementmaßnahmen bei raumluf- technischen Anlagen	299
10.11Gerätetechnik zur Realisierung der Steuerungs- und Regelungsaufgaben	302
Quellenverzeichnis	306
Formelverzeichnis	307
Stichwortverzeichnis	311