

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines über Regelung und Steuerung. Von W. Peinke	1
1.1. Grundbegriffe	1
1.1.1. Die Regelung	1
1.1.2. Die Steuerung	3
1.2. Verhalten von Steuerungs- und Regelkreisgliedern	4
1.2.1. Verhalten eines einfachen Verzögerungsgliedes	5
1.2.2. Regelkreisglieder 2. Ordnung	15
1.2.3. Totzeitglieder	21
1.2.4. Regelkreisglieder höherer Ordnung	22
1.3. Signalflußpläne	24
1.4. Verbindung von Regelkreisgliedern	25
2. Die Regeleinrichtung. Von W. Peinke	29
2.1. Allgemeines über die Regeleinrichtung	29
2.2. Einteilung der Regler	29
2.3. Kenngrößen von Reglern	31
2.3.1. Der P-Regler	31
2.3.2. Der I-Regler	33
2.3.3. Die D-Regeleinrichtung	35
2.3.4. Der verzögerte P-Regler, P-T ₁ -Regler	37
2.3.5. Der PI-Regler	38
2.3.6. Der PD-Regler	40
2.3.7. Der PID-Regler	41
2.3.8. Zwei- und Mehrpunktregler	43
2.4. Bauformen von Reglern	44
2.4.1. Die Rückführung	45
2.4.2. Regler mit pneumatischer Hilfsenergie	48
2.4.3. Regler mit elektrischer Hilfsenergie. Von H. Storck	96
2.4.4. Regler ohne Hilfsenergie. Von W. Peinke	141
3. Stellglieder. Von H. Becks	149
3.1. Einleitung	149
3.2. Strömungstechnische Grundlagen	149
3.2.1. Ähnlichkeitsgesetze; Reynoldszahl	150
3.2.2. Kontinuitäts- und Bernoulli-Gleichung	151
3.2.3. Drosselvorgang in Stellgliedern	152
3.3. Gleichungen zur Stellgliedberechnung	152
3.3.1. Genäherte Gebrauchsgleichungen	153
3.3.2. IEC-Gleichungen	153
3.4. Definition und Abschätzung der in den IEC-Gleichungen enthaltenen Korrekturfaktoren	156
3.4.1. Rohrgeometriefaktor F _P	156

3.4.2. Druckrückgewinnfaktor bei Flüssigkeiten $F_L(F_{LP})$	
Kritischer Druckverhältnisfaktor bei Flüssigkeiten F_F	158
3.4.3. Reynoldszahl-Faktor F_R	162
3.4.4. Expansionsfaktor Y	162
3.4.5. Realgasfaktor Z	164
3.5. Zusätzliche Probleme der Stellgliedauslegung und Stellgliedauswahl	164
3.5.1. K_v – Wert-Berechnung bei Zweiphasenmischung im Einlauf des Stellgliedes	164
3.5.2. Erosion und Abrasion	166
3.5.3. Kavitation	167
3.5.4. Geräuschentwicklung	168
3.6. Kennlinien von Stellgliedern	171
3.6.1. Lineare und gleichprozentige Grundkennlinie; Toleranzen, Leckraten	172
3.6.2. Betriebsdurchflußkennlinien	173
3.6.3. Verstärkungsverhalten eines Stellgliedes	175
3.6.4. Charakteristische Kennlinienformen verschiedener Stellgliedkonstruktionen	177
3.7. Stellgliedkonstruktionen und Anwendungsbereiche	178
3.7.1. Stellventile	179
3.7.2. Stellklappen	184
3.7.3. Stellhähne	185
3.8. Stellkräfte und Stellantriebe	187
3.8.1. Stellkräfte bei Durchgangsventilen	187
3.8.2. Stellkräfte bei Klappen und Hähnen	189
3.8.3. Stellantriebe	189
3.9. Zusätzliche Bauglieder für Stellgeräte	192
4. Die Regelstrecke. Von W. Peinke	195
4.1. Allgemeine Betrachtungen	195
4.2. Einteilung der Regelstrecken	196
4.3. Druckregelstrecken	196
4.4. Durchflußregelstrecken	199
4.5. Füllstandsregelstrecken	201
4.6. Temperaturregelstrecken	205
4.7. Regelstrecken mit Transporterscheinungen, Analysenstrecken	208
4.8. Stellgeräte als Regelstrecken	210
5. Der Regelkreis. Von W. Peinke	213
5.1. Die Gleichungen des Regelkreises	214
5.2. Die Stabilität des Regelkreises	216
5.2.1. Stabilitätsprüfung an Hand der Differentialgleichung	216
5.2.2. Stabilitätsprüfung mit Hilfe der Frequenzgangdarstellung	219
5.2.3. Stabilitätsprüfung an Hand der Übergangsfunktion des aufgeschnittenen Regelkreises	221
5.2.4. Grundsätzlich stabile und grundsätzlich instabile Regelkreise	221
5.2.5. Ausreichende Stabilität	223
5.3. Das Verhalten des Regelkreises bei Führung und Störung	225
5.4. Die Güte der Regelung	230
5.5. Die günstigste Einstellung des Reglers	234
5.6. Regelkreise mit nichtstetigen Reglern	238

XII Inhaltsverzeichnis

6. Mehrgrößenregelung. Von <i>Th. Ankel</i>	245
6.1. Übersicht	245
6.2. Einfachregelung mit Aufschaltungen	250
6.2.1. Störgrößenaufschaltung	250
6.2.2. Aufschaltung einer Hilfsregelgröße	254
6.2.3. Kaskadenregelung	257
6.3. Zweigrößenregelung	260
6.3.1. Der Zweifachregelkreis	260
6.3.2. Entkopplungsmaßnahmen	266
6.4. Regelung mit Zustandsrückführung	273
6.4.1. Darstellung im Zustandsraum	274
6.4.2. Regelung im Zustandsraum	276
7. Regelung von Anlagen	281
7.1. Großmaschinen. Von <i>R. Hofmann</i>	281
7.1.1. Einleitung	281
7.1.2. Das Förderverhalten von Kreiselpumpen und Turboverdichtern	284
7.1.3. Das „Pumpen“ von Strömungsmaschinen und regelungstechnische Maßnahmen zu seiner Verhütung	302
7.1.4. Praktische Beispiele der Regelung von Großmaschinen	318
7.2. Produktverteilungsnetze. Von <i>K. Eppler</i>	322
7.2.1. Werksnetz für Äthylen	322
7.2.2. Werksnetze für Restgas und Fackelgas	330
7.2.3. Werksnetz für verflüssigte Gase, z. B. Propylen	336
7.3. Wärmeaustauscher. Von <i>E. Willems</i>	340
7.3.1. Apparate und Begriffe	340
7.3.2. Modelle des dynamischen Verhaltens	344
7.3.3. Regelschaltungen	351
7.4. Destillationskolonnen. Von <i>M. Heckle</i>	357
7.4.1. Flüssigkeitsniveauregelung	358
7.4.2. Druckregelung	361
7.4.3. Konzentrationsregelung	364
7.4.4. Zusammenfassung	375
7.5. Regelung von Reaktoren. Von <i>Th. Ankel</i>	375
7.5.1. Übersicht	375
7.5.2. Rührkesselreaktoren	378
7.5.3. Rohrreaktoren	388
8. Steuerungen. Von <i>H. Nottebohm, R. Hahn</i>	397
Einleitung	397
8.1 Grundlagen der Steuerungen	398
8.1.1. Begriffe	398
8.1.2. Funktionen	401
8.1.3. Arten	409
8.1.4. Darstellung	419
8.1.5. Anforderungen	424
8.1.6. Gliederung	436
8.2. Technik der Steuerungen	439
8.2.1. Grundschatungen von Baugliedern	440
8.2.2. Aufbau	464
8.2.3. Systeme	472
8.3. Meldesysteme	476
8.3.1. Begriffe und Funktionen	476
8.3.2. Gliederung	481
8.3.3. Geräte und Baugruppen	482
Sachverzeichnis	487