

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| 1. Allgemeines über Regelung und Steuerung. Von <i>W. Peinke</i> | 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 <i>W. Peinke</i> | 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 <i>H. Storck</i> | 96 |
| 2.4.4. Regler ohne Hilfsenergie. Von <i>W. Peinke</i> | 141 |
| 3. Stellglieder. Von <i>H. Becks</i> | 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 Stellgliederauslegung und Stellgliederauswahl | 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 Stellgliederkonstruktionen | 177 |
| 3.7. Stellgliederkonstruktionen 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 <i>W. Peinke</i> | 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 <i>W. Peinke</i> | 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 |

| | |
|--|------------|
| 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. Grundsaltungen 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 |