

# Anhang

## Formelzeichen der Regelungstechnik

### Regelgrößen

$x$	Regelgröße allgemein
$x_a$	Ausgangsgröße
$x_e$	Eingangsgröße
$x_w$	Regelabweichung
$x_d$	Regeldifferenz
$x_{sd}$	Schaltdifferenz
$y$	Stellgröße
$w$	Führungsgröße
$z$	Störgröße
$R_f$	Rückführungsgröße

### Geschwindigkeiten

$v_x$	Änderungsgeschwindigkeit der Regelgröße
$v_y$	Änderungsgeschwindigkeit der Stellgröße

### Bereiche

$X_h$	Regelbereich
$X_p$	Proportionalbereich
$W_h$	Führungsbereich
$Y_h$	Stellbereich

### Zeiten

$T_s$	Zeitkonstante
$T_t$	Totzeit
$T_u$	Verzugszeit
$T_g$	Ausgleichzeit
$T_y$	Stellzeit
$T_n$	Nachstellzeit
$T_v$	Vorhaltzeit

### Beiwerte und Verhältniswerte

$K_s$	Beiwert der Regelstrecke mit Ausgleich
$K_{I_s}$	Beiwert der Regelstrecke ohne Ausgleich
$K_R$	Beiwert des Proportionalreglers
$K_{IR}$	Beiwert des Integralreglers
$R$	Regelfaktor
$V_o$	Kreisverstärkung

### Vorsatzzeichen

$\Delta$	Differenz
$d$	Differential $\hat{=}$ unendlich kleine Differenz
$\Sigma$	Summe aller Teile
$\int$	Integral $\hat{=}$ Summe aller unendlich kleinen Teile

## Literaturverzeichnis

### Literaturverzeichnis

- G. Kriechbaum, Pneumatische Steuerungen, Vieweg Verlag, Braunschweig  
Mann/Schiffelgen, Einführung in die Regelungstechnik, Carl Hanser Verlag, München  
L. Merz, Grundkurs der Meßtechnik, R. Oldenbourg, München  
M. Reuter, Regelungstechnik für Ingenieure, Vieweg Verlag, Braunschweig  
E. Samal, Grundriß der praktischen Regelungstechnik, R. Oldenbourg, München  
H. Schink, Fibel der Verfahrensregelungstechnik, R. Oldenbourg, München

Für die Unterstützung der im folgenden genannten Firmen danken die Autoren:

- AEG, Frankfurt a. Main  
W. Bälz & Sohn KG, Heilbronn  
Bopp & Reuther GmbH, Mannheim-Waldhof  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
Crouzet, Düsseldorf–Erkrath  
I. C. Eckardt AG, Stuttgart  
Festo-Maschinenfabrik G. Stoll, Esslingen/Neckar  
K. Fischer Meß- und Regeltechnik, Bad Salzuflen  
GEC Elliot Automation GmbH, Solingen  
Hartmann & Braun AG, Frankfurt a. Main  
W. H. Joens & Co GmbH, Düsseldorf  
De Limon Fluhme & Co, Düsseldorf  
Martonair, Alpen/Ndrh.  
P.I.V. Antriebe Werner Reimers KG, Bad Homburg  
Rota Apparatebau und Maschinenbau Dr. Henning KG, Wehr/Baden  
Samson Apparatebau AG, Frankfurt a. Main  
Schoppe & Faeser GmbH, Minden/Westfalen  
Siemens AG, Berlin – München

# Sachwortverzeichnis

## A

Ablaufsteuerung 56 f.  
Amplitudenverhältnis 312  
Analoganzeige 3  
Analog-Digital-Umsetzer 48  
analoge Drehzahlmessung 29 ff.  
– Registrierung 41 ff.  
Ansprechzeit des Thermofühlers 11, 241  
Anstiegsantwort 225  
Antivalenz 68, 112  
Anzeige 3  
Anzeigebereich 4  
Äquivalenz 70, 112  
Arbeitsglieder 186  
astabile Kippstufe 123, 131, 140, 157  
Auflösungsvermögen der Kurvenzüge 47  
Ausgleichleitungen 13, 15  
Ausgleichzeit 243, 245, 247, 287 f.  
Ausregelzeit 308  
Auswertung des Registrierstreifens 42 f., 49  
automatische Regelung 205

## B

Balgfeder 35  
Bartonzelle 35  
Berührungsfühler 176  
Bewegungsdiagramme 57  
Binärzähler 128, 131  
Bi-Selektor-System 159  
bleibende Abweichung 286, 290, 297, 302, 304 f.,  
327, 333  
Blockschaltbild 219  
Blocksinnbild 217 f.  
Brückenschaltung 24 f.

## D

Dehnungsmeßstreifen 23 ff.  
Differential-Verhalten 325  
Digitalanzeige 3  
digitale Drehzahlmessung 31, 33  
– Kurzzeitmessung 32 f.  
– Steuerelemente 109  
– Steuerung 51  
Digital-Registrierung 48  
Disjunktion 76  
Distributives Gesetz 77  
Drehpulmeßwerk 44, 46

Drehzahlmessung mit Impulszählung 30 f.  
– mit Stroboskop 29 f.  
– mit Tachogenerator 30  
Dreieck-Stern-Aus-Regler 276 f.  
Dreipunktregler 273 ff.  
Drosselglieder 234  
Dualzähler 103 f.  
Düse-Prallplatte-System 330  
dynamische Fluidiks 125

## E

Eichteilung 41  
Einbaugrundsätze für Thermometer 11 f.  
Einheitsdruck 39  
Einheitsstrom 39, 46  
Einzelmessung 2  
Elektromagnetventil 185  
elektromechanische Bauteile 111  
elektronische Bauteile 116  
Elemente der Signaleingabe 171  
Exklusiv-ODER 68 f., 112

## F

Fehlertoleranz 4 f.  
Flip-Flop 113, 119, 127, 130, 135, 138, 152  
– -Element 32  
Flüssigkeits-Ausdehnungsfühler 21  
Fluidik-Elemente 125, 164  
Folgesteuerung 56 f.  
fotoelektronische Abtastung 272  
Führungsgröße 206, 211  
Führungssteuerung 54  
Funktionsdiagramme 59

## G

Gegenkopplung 278  
Grundlastregelung 265 f.  
Grundsaltungen des Thermoelementes 16  
Grundwertreihe der Thermospannungen 14, 19

## H

Halbwertszeit 10 f.  
Haltegliedsteuerung 54  
Hebeltaster 175  
Heißleiter 7 f.  
hydraulische Kraftmeßdosen 28 f.  
Hysterese 254

## Sachwortverzeichnis

### I

I-Regler 307 ff.  
Impulsantwort 225  
Impulserzeuger 115, 131, 157  
Impulsformer 140  
Impulsgatter 101 f.  
Impulsgenerator 140, 164  
Impulsverkürzung 129  
Impulsverlängerung 130  
Impulswandler 115, 128, 130, 156  
induktive Abtastung 271  
– Durchflußmessung 37  
Inhibitions-Element 103  
Integralverhalten 228 ff., 307  
Integrierte Schaltungen 124  
Invarstahl 22  
Inversionsgesetze 76 f., 90  
Istwert 210

### K

Kapillarrohr-Temperaturregler 261  
Kapselfeder 35  
Karnaugh-Diagramme 83 ff.  
Konjunktion 76  
Konstantan 8, 13 ff.  
Kopiersteuerung 55  
Kraftmeßdosen 28 f.  
Kreisblattschreiber 47  
Kreisverstärkung 332, 334

### L

Leistungsüberschuß 286 ff.  
Lichtschreiber 45  
Linienschreiber 44 f., 47  
Lochkartenprogrammschalter 180  
Lochstreifenleser 180  
Logische Schaltungen 61

### M

Manganin 8  
manuelle Regelung 205  
Mehrfach-Meßschreiber 44 f., 47  
Mehrtaktschalter 172  
Meßbereich 4 f., 7, 15  
Meßgrößen 2  
Meßfehler 5 f.  
Meßreihe 2  
Meßumformer 46, 208  
Meßverstärker 208  
Meßvorgang 1

Meßwerkregler 269 ff.  
Meßwert 3, 208  
Meßwertgeber für Durchfluß 36 ff.  
– – Durchhang 40  
– – Regelgröße Niveau 38  
Meßwertgeber für pH-Wert 40  
– Regelgröße Druck 35  
Meßwiderstände 7 ff.  
Monoflop 115, 140, 156  
monostabile Kippstufe 121

### N

nachgebende Rückführung 323 f., 329  
Nachstellzeit 316 ff., 324  
NAND-Funktion 62 ff., 71, 112, 119, 127, 152  
NICHT-Funktion 61, 70 f., 99, 111, 118, 134,  
137, 151  
Nockenschalter 172  
NOR 65 f., 70, 99, 111, 118, 126, 134  
Normalverteilung der Häufigkeit 6  
Nullpunktunterdrückung 4

### O

ODER 65, 67, 70 f., 75, 99, 111, 118, 126, 134,  
137, 151  
Ordnungszahl der Regelstrecken mit Ausgleich  
237, 247

### P

Papiervorschub 44, 47  
PD-Verhalten 327, 331  
periphere Geräte 170  
permanente Messung 2  
PID-Regler 327, 329  
PI-Regler 315 ff., 324  
Plattenfeder 35  
pneumatische Elemente 149  
– Kaskadenschaltung 157 ff.  
– Schalter 173  
– Zählstufe 154  
pneumatischer Einheitsregler 330  
Pneumistor 133  
P-Regler 298, 300 ff.  
Programmgeber 178  
Programmschalter 179  
Programmspeicher 55  
Programmsteuerung 54, 105, 161  
Proportional-Bereich 299, 303 ff., 318  
Punktfolge 44 f., 47  
Punktschreiber 44 f., 47

**Q**

quasistetige Regelung 291  
 Quecksilber-Schaltröhre 263, 270

**R**

R-C-Glied 128 f.  
 Regelabweichung 213 ff., 301, 309  
 Regelabweichungsanzeiger 214  
 Regeldifferenz 213 f., 301, 309  
 Regeleinrichtung 252  
 Regelfaktor 333 f.  
 Regelgröße 205, 207  
 Regelgüte 336  
 Regelkreis 205 f., 219 f., 222, 281 f., 332  
 Regelstrecke 207, 209, 227, 252  
 – höherer Ordnung 246  
 – mit Ausgleich 1. Ordnung 233 f., 282  
 – mit Ausgleich 2. Ordnung 243 f.  
 – mit Totzeit 240  
 – ohne Ausgleich 228 ff., 281  
 Regelung 205  
 registrierende Messung 2, 41  
 Relaischalter 172  
 relativer Fehler 5  
 Ringwaage 46  
 Rohrfeder 35, 46  
 Rückführung 278, 291, 323, 328 ff.

**S**

Schaltalgebra 75  
 Schaltdifferenz 253, 255, 283  
 Schaltfrequenz 279 f., 283 f.  
 Schaltvoreilung 280  
 Schiebespeicher 132  
 schleichende Kontaktgabe 259  
 Schrittschaltungen 105, 106  
 Schrittspeicher 132, 161  
 Schutzrohr 9 f., 13, 15 f.  
 Schwebekörperverfahren 38  
 Signalanzeigergeräte 186  
 Signalfühler 177  
 Signallaufzeit 240 f.  
 Signalumformer 183  
 Skalenendwert 4  
 Skalenteilung 3  
 Sollwert 210 f.  
 Speicher 97, 127, 135, 170  
 Speicherglieder 233 ff., 244  
 Spencer-Scheibe 259

Sprungantwort 225 f., 245, 248, 300, 309  
 Sprungschaltverhalten 259  
 Stabausdehnungsregler 260  
 starre Rückführung 323  
 statische Fluidiks 125, 136  
 – Speicher 98, 152 f.  
 Staudruckschalter 177  
 Staudüsen 175  
 Stellantrieb 53, 210  
 Stellbereich 210, 299, 304  
 Stellgeschwindigkeit 308 ff., 317 f., 324  
 Stellglieder 186, 209  
 Stellgröße 52, 210  
 Stellverhalten 226  
 stetige Regler 297 ff.  
 Steuerdiagramme 59  
 Steuerkette 52 f.  
 Steuerstrecke 52 f.  
 Steuerungstechnik 51 ff.  
 Störbereich 212  
 Störgrößen 52 f., 206, 212  
 Störverhalten 226  
 stroboskopische Drehzahlmessung 29 f.  
 Stromstoßschalter 173  
 Synchronantrieb 44  
 Systemfehler 6

**T**

Tachogenerator 30  
 Taktfrequenz 33  
 Taktgeber 123  
 Taktstufensteuerung 161  
 Tastschalter 171  
 Temperatur-Koeffizient 7 f.  
 – -Kompensation der DMS 24 f.  
 – -Messung mit Thermoelementen 12 ff.  
 – -Messung mit Widerstandsthermometer 7 ff.  
 thermische Rückführung 279 f.  
 Thermobegrenzer 256  
 Thermo-Bi-Metalle 22, 256, 259  
 thermoelektrischer Effekt 12  
 Thermolemente für Spezialaufgaben 17  
 thermomechanischer Effekt 22, 256  
 Thermopaare 13 ff.  
 Thermospannung 12 ff.  
 Thermostate 256, 259 f., 279 f.  
 Thermostatisieren der Ausgleichstelle 13, 16  
 Totzeit 217, 240 f., 255  
 Transistor 116 ff., 181  
 Turbulenzverstärker 133, 164

## Sachwortverzeichnis

### U

Übergangsfunktion 226  
Übergangsverhalten 226, 230  
Überschwingweite 215  
Übertragungsbeiwert 230, 232, 239, 300, 310,  
317 f., 332, 335  
Umkehrspanne 5  
Umkehrung des Wirkungssinnes 216, 300  
UND-Funktion 62, 64, 70 f., 75, 99, 112, 119,  
127, 135 f., 152  
Unstetige Regler 251 ff.  
Ursachen der Schwankungsbreite 285

### V

Venturidüse 37  
Verknüpfungsglieder 170  
Verknüpfungsregeln 80  
Verringerung der Schwankungsbreite 266, 279,  
283, 291  
Verstärkerelement 116, 181 ff., 185  
Verstärkung 69, 208, 219, 269  
verzögerte Rückführung 323, 328 f.  
verzögerungsarme Regelstrecken 231  
Verzögerungsschalter 114, 139, 155  
Verzugszeit 243, 245, 247, 285, 287 f., 291  
Vollbrückenschaltung 25, 27  
Vorhalt 325 f., 328  
Vorhaltezeit 326

### W

Wandstrahlelemente 126, 131  
Wegplansteuerung 55, 57, 165  
Wegschritttdiagramm 106  
Wirkdruckgeber 36 f.  
Wirkdruckverfahren 36 f.

### Z

Zählimpuls 102  
Zählspeicher 101 ff., 121, 154  
Zeitkonstante 20 f., 236 f., 239, 241, 284  
Zeitplan 211  
Zeitplansteuerung 54, 57  
Zeitschalter 113, 121, 155  
Zeitteilung 41  
Zeitverhalten der Regelkreisglieder 224  
Ziffernschritt 3, 4  
Zufallsfehler 6  
Zweigruppen-Regler 275  
Zweipunktregler 253 ff., 264

# Viewegs Fachbücher der Technik

---

<b>Mathematik</b>	Aufgabensammlung der höheren Mathematik, Minorski Mathematik-Aufgaben für Ingenieure, Birnbaum/Denkman
<b>Physik</b>	Physik – Grundlagen/Versuche/Aufgaben/Lösungen, Böge Physik für Ingenieure, Lindner Physikalische Aufgaben, Lindner Elementarphysik griffbereit Technische Wärmelehre, Hohmann Übungsaufgaben aus der Wärmelehre, Berties
<b>Elektrotechnik</b>	Grundlagen der Elektrotechnik, Reth/Kruschwitz/Müllenborn Aufgabensammlung Elektrotechnik, Kruschwitz/Müllenborn Allgemeine Elektrotechnik, Band I + II, v. Weiss Elektroaufgaben, Band I + II, Lindner Elektrotechnik, Zastrow
<b>Datenverarbeitung</b>	Digitale Datenverarbeitung für das technische Studium, Schumny Arbeitsbuch Digitale Datenverarbeitung, Schumny FORTRAN – Einführung für Techniker, Schneider Schaltalgebra für Fachschulen Technik, Gschwendtner
<b>Meß- Steuerungs- und Regelungstechnik</b>	Messen – Steuern – Regeln für Maschinenbauer, Kaspers/Küfner Pneumatische Steuerungen, Kriebbaum Regelungstechnik für Ingenieure, Reuter
<b>Mechanik und Festigkeitslehre</b>	Mechanik und Festigkeitslehre, Böge Aufgabensammlung zur Mechanik und Festigkeitslehre, Böge/Schlemmer Lösungen zur Aufgabensammlung, Böge/Schlemmer Formeln und Tabellen zur Mechanik und Festigkeitslehre, Böge
<b>Maschinenelemente</b>	Maschinenelemente, Roloff/Matek Aufgabensammlung Maschinenelemente, Roloff/Matek/Muhs/Wittel Arbeitstransparente Maschinenelemente
<b>Fördertechnik</b>	Grundlagen der Fördertechnik, Pfeifer
<b>Fertigungstechnik</b>	Umformtechnik, Grüning Galvanische Schichten und ihre Prüfung, Müller Oberflächenschutzschichten und Oberflächenvorbehandlung, Müller Meß- und Prüftechnik, Naumann Zerspantechnik, Preger Schweißtechnik, Puhner Stanztechnik, Semlinger
<b>Werkstoffkunde</b>	Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Weißbach
<b>Das moderne Industrieunternehmen</b>	Arbeitsrecht, Götz Wirtschafts-, Rechts- und Sozialkunde, Ott/Wendlandt Grundzüge des Wirtschaftsrechts, Ott/Wendlandt Arbeitsvorbereitung und Kalkulation, Band I + II, Sonnenberg Bilanzen lesen und verstehen, Zimmermann Erfolgs- und Kostenrechnung, Zimmermann Planungsrechnung und Entscheidungstechnik, Zimmermann
<b>Handbücher</b>	Arbeitshilfen und Formeln für das technische Studium, Böge Das Techniker Handbuch, Böge Taschenrechner Handbuch, Schumny