

1	Grundlagen	7
1.1	Grundrechenarten	7
1.2	Rechnen mit Brüchen	9
1.3	Rechnen mit Gleichungen	10
1.4	Dreisatz	11
1.5	Prozentrechnen	12
1.6	Grafische Darstellung von Funktionen	13
1.7	Winkelfunktionen	15
1.8	Winkelmaße	17
1.9	Satz des Pythagoras	18
1.9.1	Berechnung rechtwinkliger Dreiecke	18
1.9.2	Berechnung beliebiger Dreiecke	19
1.10	Rechnen mit Potenzen und Wurzeln	20
1.11	Rechnen mit Logarithmen	21
1.12	Einheitenvorsätze	22
1.13	Runden auf praktikable Werte	23
1.14	Kreisumfang	24
1.15	Flächenberechnung	25
1.16	Volumenberechnung	27
1.17	Masse und Dichte	29
1.18	Gleichförmige geradlinige Bewegung	31
1.19	Kreisförmige Bewegung	32
1.20	Rechnen mit Kräften	33
1.21	Rechnen mit Drehmomenten	34
1.22	Mechanische Arbeit und Leistung	35
1.23	Temperaturmaßstäbe	36
2	Elektrotechnische Grundlagen	37
2.1	Ladung, Spannung, Stromstärke	37
2.1.1	Ladung	37
2.1.2	Spannung	38
2.1.3	Stromstärke	39
2.2	Stromdichte	40
2.3	Elektrischer Widerstand	41
2.3.1	Widerstand und Leitwert	41
2.3.2	Kennzeichnung von Widerständen	41
2.4	Ohmsches Gesetz	43
2.5	Leiterwiderstand	45
2.6	Temperaturabhängigkeit von Widerständen	47
2.7	Nichtlineare Widerstände	48
2.8	Reihenschaltung von Widerständen	51
2.8.1	Rechnerische Lösung	51
2.8.2	Grafische Lösung	53
2.9	Parallelschaltung von Widerständen	55
2.9.1	Rechnerische Lösung	55
2.9.2	Grafische Lösung	57

2.10	Gemischte Schaltungen	58
2.11	Spannungsteiler	62
2.12	Brückenschaltungen	64
2.13	Elektrische Leistung	66
2.14	Elektrische Arbeit und Energie	68
2.15	Wirkungsgrad	70
2.16	Wärmemenge	72

3	Spannungs- und Stromquellen	73
3.1	Innenwiderstand und Kennlinien	73
3.1.1	Innenwiderstand	73
3.1.2	Kennlinien	75
3.2	Reihen- und Parallelschaltung	76
3.2.1	Reihenschaltung	76
3.2.2	Parallelschaltung	77
3.3	Anpassung	78
3.4	Photovoltaik	79
3.4.1	Solarzelle und Solarmodul	79
3.4.2	Photovoltaikanlagen	81

4	Elektrisches und magnetisches Feld	82
4.1	Elektrische Feldstärke	82
4.2	Ladung und Kapazität von Kondensatoren	83
4.3	Schaltung von Kondensatoren	85
4.4	Schaltvorgänge bei Kondensatoren	88
4.5	Magnetische Feldgrößen	90
4.6	Kraftwirkung im Magnetfeld	92
4.7	Magnetische Induktion	94
4.8	Induktivität	95
4.9	Schaltungen von Induktivitäten	96
4.10	Schaltvorgänge bei Induktivitäten	97

5	Informationstechnik	99
5.1	Zahlensysteme	99
5.1.1	Aufbau von Zahlen	99
5.1.2	Umwandlung von Zahlen	100
5.1.3	Rechnen mit Dualzahlen	101
5.2	Logikschaltungen	102
5.2.1	Logische Grundfunktionen	102
5.2.2	Normalformen	104
5.2.3	KV-Diagramm	106
5.2.4	Rechenregeln	108
5.2.5	NAND- und NOR-Funktionen	109
5.3	Speicherkapazitäten	110

6	Grundlagen der Wechselstromtechnik	111
6.1	Kennwerte sinusförmiger Wechselgrößen	111
6.2	Kreisfrequenz und Momentanwert sinusförmiger Wechselgrößen	112
6.3	Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Frequenz	113
6.4	Analyse nichtsinusförmiger Wechselgrößen	115
6.5	Ideale Wechselstromwiderstände	116
6.5.1	Ohmscher Widerstand	116
6.5.2	Kapazitiver Blindwiderstand	117
6.5.3	Induktiver Blindwiderstand	118
6.6	Reihenschaltung ungleichartiger Lasten	119
6.6.1	Induktiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Reihe (reale Spule)	119
6.6.2	Kapazitiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Reihe	121
6.6.3	Wirkwiderstand, kapazitiver und induktiver Blindwiderstand in Reihe	123
6.6.4	Wirkwiderstand, kapazitiver und induktiver Blindwiderstand in Parallelschaltung	125
6.6.5	Kapazitiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Parallelschaltung	127
6.7	Leistungen im Wechselstromkreis	129
6.8	Drehstrom	131
6.8.1	Sternschaltung	131
6.8.1.1	Symmetrische Belastung	131
6.8.1.2	Unsymmetrische Belastung	133
6.8.2	Dreieckschaltung	134
6.8.2.1	Symmetrische Belastung	134
6.8.2.2	Unsymmetrische Belastung	136
6.8.3	Leistungen im Fehlerfall	137
6.9	Blindleistungskompensation	138
6.9.1	Kompensation im Einphasenwechselstromnetz	138
6.9.2	Kompensation im Drehstromnetz	139
7	Elektrische Messtechnik	140
7.1	Fehler bei der Analogmessung	140
7.2	Fehler bei der Digitalmessung	141
7.3	Messen mit dem Oszilloskop	142
7.4	Messbereichserweiterung	144
7.4.1	Spannungsmessgerät	144
7.4.2	Strommessgerät	145
7.5	Messen von Leistung und Arbeit	146
7.6	Messen über Messwandler	147
8	Elektronik	148
8.1	Diode im Gleichstromkreis	148
8.2	Gleichrichter	150
8.3	Glättung	152
8.4	Spannungsstabilisierung	153
8.4.1	Z-Diode	153
8.4.2	Spannungsregler	155
8.5	Bipolarer Transistor	156
8.5.1	Kennwerte	156
8.5.2	Kennlinien	157
8.5.3	Transistor als Schalter	158
8.5.4	Arbeitspunkteinstellung	159
8.5.4.1	Basisvorwiderstand	159
8.5.4.2	Basisspannungsteiler	161
8.5.5	Arbeitspunktstabilisierung	163
8.6	Feldeffekttransistoren	165
8.7	IGBT	167
8.8	Operationsverstärker	168
8.8.1	Invertierender Operationsverstärker	168
8.8.2	Nichtinvertierender Operationsverstärker	170
8.8.3	Summiervverstärker	172
8.8.4	Differenzverstärker	174
8.8.5	Integrierer	176
8.8.6	Differenzierer	177
8.9	Leistungsventile	178
8.9.1	Wechselstromsteller	178
8.9.1.1	Phasenanschnittsteuerung	178
8.9.1.2	Schwingungspaketsteuerungen	179
8.9.2	Gleichstromstellung	180
9	Automatisierungstechnik	181
9.1	Sensoren	181
9.1.1	Binäre Näherungsschalter	181
9.1.2	Analoge Sensoren	182
9.2	Regelstrecken	183
9.2.1	Regelstrecken mit Ausgleich	183
9.2.2	Regelstrecken ohne Ausgleich	185
9.3	Stetige Regler	186
9.3.1	Proportional-Regler	186
9.3.2	Integralregler	187
9.3.3	PID-Regler (Universalregler)	188
9.4	Analog-Digital-Umsetzer	189

**10 Anlagen- und Gebäude-
technik 190**

10.1 Leitungsberechnung 190

10.1.1 Strombelastbarkeit von Leitungen 190

10.1.2 Spannungsfall auf Leitungen 192

10.1.2.1 Gleichstrom- und Wechselstrom-
leitungen 192

10.1.2.2 Unverzweigte Drehstromleitungen 194

10.1.2.3 Verzweigte Leitungen 196

10.1.2.4 Ringleitungen 198

10.1.2.5 Leitungsdimensionierung und
Gleichzeitigkeitsfaktoren 200

10.2 Selektivität in elektrischen Anlagen 201

10.3 Schutzmaßnahmen 202

10.3.1 Schutzmaßnahmen im TN-System 202

10.3.2 Schutzmaßnahmen im TT-System 204

10.4 Beleuchtungstechnik 206

10.4.1 Lichtstrom und Lichtausbeute 206

10.4.2 Beleuchtungsstärke und Leuchten-
Betriebswirkungsgrad 207

10.4.3 Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung ... 208

10.4.4 Leuchtdichte und Reflexionsgrad 209

10.4.5 Bestimmung der Leuchtenzahl nach
dem Wirkungsgradverfahren 210

10.4.6 Direkte Blendung (UGR-Verfahren) 212

10.5 Blitzschutzanlagen 213

10.6 Antennentechnik 215

10.6.1 Dämpfungs- und Verstärkungs-
faktoren 215

10.6.2 Dämpfungs- und Verstärkungsmaße 216

10.6.3 Spannungspegel 217

10.6.4 Biegemoment einer Antennenanlage 218

11 Elektrische Maschinen 219

11.1 Transformatoren 219

11.1.1 Übersetzungsverhältnisse 219

11.1.2 Transformatorenhauptgleichung 222

11.1.3 Wirkungsgrad von Transformatoren 223

11.1.4 Kurzschlussspannung und
Kurzschlussstrom 224

11.1.5 Spartransformator 225

11.1.6 Drehstromtransformator 226

11.2 Antriebstechnik 227

11.2.1 Drehmoment und Leistung 227

11.2.2 Riementrieb 229

11.2.3 Zahnradtrieb, Schneckenrieb 230

11.3 Drehstrommaschinen 231

11.3.1 Drehstromasynchronmotor 231

11.3.2 Synchronmotor 234

11.3.3 Synchrongenerator 235

11.4 Gleichstrommaschinen 236

11.4.1 Fremderregter Gleichstrommotor 236

11.4.2 Gleichstrom-Reihenschlussmotor
(Universalmotor) 237

11.4.3 Gleichstrom-Nebenschlussmotor 238

11.4.4 Gleichstromgenerator 239

11.5 Weitere Maschinenarten 240

11.5.1 Schrittmotor 240

11.5.2 Linearmotor 241

11.5.3 Wechselstrommotoren 242

11.6 Frequenzumrichter 245

12 Betriebliches Umfeld 246

12.1 Instandhaltung 246

12.2 Qualitätssicherung 247

12.3 Kalkulation 249

12.3.1 Stundenverrechnungssatz und
Materialverkaufspreis 249

12.3.2 Rechnungsstellung 250

12.3.3 Angebotserstellung 251

12.4 Lagerhaltung 253

12.4.1 Lagerkennziffern 253

12.4.2 Optimale Bestellmenge 254

13 Komplexe Aufgaben 255

13.1 Einsparungen durch Kompensation 255

13.2 Installation einer Pumpanlage 256

13.3 Installation eines Büros 257

13.4 Steuerung Reaktionsbehälter 259

13.5 Wandlaufkran 260

Anhang 261

Sachwortverzeichnis 273

Bildquellenverzeichnis 287