
INHALTSVERZEICHNIS

Größen und Einheiten

1.	Physikalische Größen	15
2.	Gleichungen	15
3.	Internationales Einheitensystem (SI)	16
3.1.	Allgemeines	16
3.2.	Gesetzliche Einheiten	18
3.3.	Umrechnungen von Einheiten	18
3.4.	Verwendung SI-fremder Einheiten	19
3.5.	Tafel der wichtigsten Einheiten	19

Mathematik

1.	Mathematische Zahlentafeln und Konstanten	20
2.	Arithmetik und lineare Algebra	34
2.1.	Mengen, Zahlenbereiche	34
2.1.1.	Mengen	34
2.1.2.	Zahlenbereiche	35
2.2.	Binomische Formeln	36
2.3.	Potenzen	36
2.4.	Wurzeln	37
2.5.	Logarithmen	37
2.6.	Komplexe Zahlen	38
2.7.	Reihen	39
2.7.1.	Arithmetische Reihen	39
2.7.2.	Geometrische Reihen	39
2.8.	Determinanten	40
2.9.	Matrizen	41
2.10.	Vektoren	43
3.	Funktionen und Gleichungen	45
3.1.	Algebraische Funktionen	45
3.2.	Transzendente Funktionen	46
3.3.	Lösen von Gleichungen	47
4.	Geometrie	48
4.1.	Planimetrie	48
4.1.1.	Flächen	48
4.1.2.	Winkel	51
4.1.3.	Strahlensätze, Ähnlichkeit	51
4.2.	Stereometrie (Volumen und Oberflächen von Körpern)	52
4.3.	Trigonometrie	56
4.3.1.	Trigonometrische Funktionen im rechtwinkligen Dreieck	56

4.3.2.	Rückführen auf Winkel im 1. Quadranten	67
4.3.3.	Trigonometrische Funktionen im allgemeinen Dreieck	58
4.3.4.	Sinusfunktion $y = A \sin(\omega t + \varphi)$	59
4.3.5.	Additionstheoreme	59
4.3.6.	Arcusfunktionen	60
5.	Analytische Geometrie	60
5.1.	Strecke, Gerade	60
5.2.	Dreieck	61
5.3.	Kreis	61
5.4.	Parabel	62
5.5.	Ellipse, Hyperbel	62
5.6.	Allgemeine Gleichung der parallel verschobenen Kegelschnitte	63
6.	Differentialrechnung	64
6.1.	Grenzwerte	64
6.2.	Differenzenquotient	64
6.3.	Differentialquotient (Ableitung)	64
6.4.	Ableitungsregeln	65
6.5.	Ableitungen elementarer Funktionen	65
6.6.	Untersuchung von Kurven	66
6.7.	Partielle Ableitungen	67
6.8.	Fehlerrechnung	67
7.	Integralrechnung	68
7.1.	Unbestimmtes Integral	68
7.2.	Partikuläres Integral	68
7.3.	Bestimmtes Integral	69
7.4.	Integrationsregeln	70
7.5.	Grundintegrale	71
7.6.	Integrationsverfahren	72
7.7.	Spezielle Integrale	73
7.8.	Integration durch Näherung (Numerische Integration)	75
7.9.	Anwendungen der Integralrechnung	76
8.	Unendliche Reihen	77
8.1.	Potenzreihen	77
8.2.	Fourier-Reihen	79
9.	Differentialgleichungen	82
9.1.	Differentialgleichungen 1. Ordnung	82
9.2.	Lineare Differentialgleichungen 1. und 2. Ordnung	82
10.	Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik	84
10.1.	Wahrscheinlichkeit	84
10.2.	Zufallsgrößen, Verteilungsfunktionen	85
10.3.	Statistik	87

Informationsverarbeitung

1.	Schaltalgebra	88
1.1.	Begriffe, Definitionen	88
1.2.	Regeln, Gesetze	89

2.	Darstellung von Zahlen, Codes	92
2.1.	Festkommazahlen	93
2.2.	Gleitkommazahlen	93
2.3.	Information	93
2.4.	Redundanz von Binärcodes	95
3.	Darstellung von Programmabläufen	95

Physik

1.	Kinematik	98
1.1.	Fortschreitende Bewegung (Translation)	98
1.2.	Fall und Wurf	98
1.3.	Drehbewegung (Rotation)	100
2.	Grundgesetze der Dynamik	102
2.1.	Fortschreitende Bewegung (Translation)	102
2.2.	Drehbewegung (Rotation)	103
3.	Schwingungen und Wellen	105
3.1.	Harmonische Schwingung (freie, ungedämpfte Schwingung) .	105
3.2.	Elastische Schwingung	106
3.3.	Pendelschwingung	106
3.4.	Gedämpfte, harmonische Schwingung	107
3.5.	Wellen	107
4.	Mechanik der Flüssigkeiten (Hydromechanik)	107
4.1.	Ruhende Flüssigkeiten	107
4.2.	Strömende Flüssigkeiten	108
5.	Wärme bei festen und flüssigen Körpern	110
5.1.	Ausdehnung von Körpern	110
5.2.	Wärmeenergie	111
6.	Akustik	114
6.1.	Schallgeschwindigkeit	114
6.2.	Doppler-Effekt	115
6.3.	Schallfeldgrößen	115
7.	Optik	117
7.1.	Spiegel und Linsen	117
7.2.	Optische Instrumente	118
7.3.	Photometrie	119
8.	Atomphysik	120
8.1.	Wichtige Elementarteilchen	121
8.2.	Atombau	121
8.2.1.	Größe und Masse des Atoms	121
8.2.2.	Masse und Energie	122
8.3.	Radioaktivität	122
8.4.	Dosimetrie	124
9.	Physikalische Konstanten (Auswahl)	124

Technische Mechanik

1.	Statik fester Körper	125
1.1.	Kräfte im ebenen zentralen Kräftesystem	125
1.1.1.	Zusammenwirken zweier Kräfte	125
1.1.2.	Zusammensetzung mehrerer Kräfte	126
1.2.	Zusammensetzen von Kräften im allgemeinen ebenen Kräfte- system	126
1.2.1.	Moment einer Kraft, bezogen auf den Punkt O	126
1.2.2.	Moment mehrerer Kräfte	127
1.2.3.	Zusammensetzung beliebiger Kräfte in der Ebene	127
1.2.4.	Zerlegen einer Kraft nach drei vorgegebenen Richtungen ...	128
1.3.	Gleichgewicht bei Kräften	128
1.3.1.	Gleichgewicht ebener Kräfte	128
1.3.2.	Gleichgewicht räumlicher Kräfte	129
1.4.	Schwerpunktbestimmung	130
1.4.1.	Schwerpunkt von homogenen Linien	130
1.4.2.	Schwerpunkt von Flächen	131
1.5.	Lagerreaktionen	132
1.5.1.	Lagerreaktionen bei statisch bestimmten Tragwerken	132
1.5.2.	Lagerreaktionen bei statisch unbestimmten Tragwerken ...	133
1.6.	Schnittreaktionen beim Träger	134
1.7.	Bestimmung der Stabkräfte bei ebenen Fachwerken	136
1.7.1.	Mit Kräfteplan (<i>Cremona-Plan</i>)	136
1.7.2.	Schnittverfahren nach <i>Ritter</i>	137
1.7.3.	Knotenpunktverfahren (Rundschnitt)	138
1.8.	Reibung	138
1.9.	Rollen und Rollenzüge	141
2.	Dynamik	142
2.1.	Translation — <i>d'Alembertsches</i> Prinzip	142
2.2.	Drehbewegung um eine feste Achse	145
2.3.	Massenträgheitsmomente	145
2.4.	Allgemeine Bewegung — Translation und Rotation	147
2.5.	Antriebsmoment und kinetische Energie in Triebwerken ...	148
3.	Festigkeitslehre	149
3.1.	Grundbegriffe	149
3.1.1.	Charakteristische Spannungsgrenzen	149
3.1.2.	Spannungen und Formänderungen bei Zug- bzw. Druck- beanspruchungen	149
3.1.3.	Spannungen und Formänderungen bei Schubbeanspruchung .	150
3.1.4.	Zulässige Spannungen	151
3.1.5.	Sicherheiten	151
3.1.6.	Dauerfestigkeit	151
3.2.	Einachsige Zug- und Druckbeanspruchung	152
3.3.	Flächenpressung	153
3.4.	Scherfestigkeit	153
3.5.	Biegung	154
3.5.1.	Biegung gerader Träger	154
3.5.2.	Zweiachsige Biegung — Schiefe Biegung	158
3.5.3.	Träger gleicher Biegebeanspruchung	161
3.5.4.	Formänderungen des Biegeträgers	162

3.5.5.	Momente und Durchbiegung für Träger mit gleichbleibendem Querschnitt	163
3.5.6.	Schubspannungen bei Biegung	163
3.6.	Torsionsbeanspruchung prismatischer Stäbe	170
3.6.1.	Torsionsstäbe mit Kreisquerschnitt	170
3.6.2.	Torsionsstäbe mit nichtkreisförmigen Querschnitt	171
3.7.	Knickung	174
3.7.1.	Elastische Knickung nach <i>Euler</i>	175
3.7.2.	Unelastische Knickung nach <i>Tetmajer</i>	175
3.7.3.	Das Omega-Verfahren	176
3.8.	Zusammengesetzte Beanspruchung	176
3.8.1.	Gleichartige Spannungen	176
3.8.2.	Ungleichartige Spannungen — Normal- und Tangentialspannungen	177

Technische Wärmelehre

1.	Grundbegriffe	179
1.1.	Thermische Zustandsgrößen und Einheiten	179
1.2.	Wärme und spezifische Wärmekapazität	181
1.3.	Thermische Zustandsgleichung idealer Gase	183
1.4.	Volumenänderungsarbeit, technische Arbeit, innere Energie, Enthalpie, Entropie und Exergie	184
2.	Gasgemische	186
2.1.	Gasgemische bei konstantem Gasvolumen	187
2.2.	Vermischung von Gasströmungen	188
3.	I. Hauptsatz der Thermodynamik	189
4.	Zustandsänderungen der idealen Gase	189
4.1.	Isochore, $V = \text{konst.}$	189
4.2.	Isobare, $p = \text{konst.}$	189
4.3.	Isotherme, $t = \text{konst.}$	190
4.4.	Isentrope $Q_{12} = 0$ und $S = \text{konst.}$	190
4.5.	Polytrope	191
5.	II. Hauptsatz der Thermodynamik	192
6.	Kreisprozesse	192
6.1.	<i>Carnotscher</i> Kreisprozeß	193
6.2.	Idealer Kreisprozeß des Ottomotors	194
6.3.	Idealer Kreisprozeß des Dieselmotors	194
6.4.	Idealer Kreisprozeß der Gasturbine (<i>Ackeret-Keil-Prozeß</i>) ..	195
6.5.	Idealer Kreisprozeß der Heißluftmaschine (<i>Joule-Prozeß</i>) ..	195
6.6.	Kreisprozeß der Kältemaschine	196
6.7.	Kreisprozeß der Wärmepumpe	196
6.8.	Prozeß des Verdichters	197
7.	Wasserdampf	197
8.	Feuchte Luft	200
9.	Wärmeübertragung	202
9.1.	Wärmeleitung	202

9.2.	Wärmeübergang	204
9.3.	Wärmestrahlung	204
9.4.	Wärmeübertragung durch Strahlung und Konvektion	205
9.5.	Wärmedurchgang	205
9.6.	Wärmeübertrager	200

Elektrotechnik

1.	Allgemeine Gleichstromtechnik	208
1.1.	Ohmsches Gesetz	208
1.2.	<i>Kirchhoffsche</i> Gesetze	209
1.2.1.	Knotenpunktsatz	209
1.2.2.	Maschensatz	209
1.3.	Schaltung von Widerständen und Spannungsquellen	210
1.3.1.	Reihenschaltung	210
1.3.2.	Parallelschaltung	210
1.3.3.	Spannungsteiler, Spannungsteilerformel	210
1.4.	Netzmaschen	211
1.4.1.	Berechnung mit Hilfe der <i>Kirchhoffschen</i> Gesetze	211
1.4.2.	Netzumwandlung	211
1.4.3.	Überlagerungssatz (Superpositionssatz)	212
1.4.4.	Rechnung mit einer Ersatzspannungsquelle (Zweipoltheorie)	212
1.5.	Gleichstrommessungen	213
1.6.	Widerstandsmessungen	213
1.6.1.	Strom- und Spannungsmessung	213
1.6.2.	<i>Kirchhoffsche</i> Meßbrücke	214
1.6.3.	<i>Wheatstonesche</i> Brücke	214
1.6.4.	<i>Thomsonsche</i> Brücke	214
1.7.	Messung der Leistung durch Strom- und Spannungsmessung	214
2.	Magnetisches Feld	215
2.1.	Elektromagnetische Regeln	216
2.2.	Wirkungen des magnetischen Feldes	216
2.3.	Selbstinduktion	217
2.4.	Schaltvorgänge	218
2.5.	Gegenseitige Induktion	218
2.6.	Eisen im Magnetkreis	219
2.7.	Spulenberechnung	219
2.8.	Energie des Magnetfeldes	220
2.8.1.	Hubkraft eines Elektromagneten	220
2.8.2.	Permanentmagnet — Dauermagnet	220
3.	Elektrisches Feld	221
4.	Hochspannungstechnik	223
5.	Wechselstromtechnik	224
5.1.	Reihenschaltung von $R-L-C$	224
5.2.	Parallelschaltung von $R-L-C$	226
5.3.	Frequenzabhängigkeit	227
6.	Elektronik	228
6.1.	Elektron im homogenen elektrischen Feld	228

6.2.	Vakuumverstärkerröhren	229
6.3.	Transistoren	229
7.	Leistungen	232
7.1.	Elektrische Leistungen	232
7.2.	Leistungsmessungen bei Wechselstrom und Drehstrom	232
7.2.1.	Wechselstrom	232
7.2.2.	Drehstrom	233
8.	Leitungen	234
8.1.	Gleichstrom und Wechselstrom	234
8.2.	Drehstrom	234
9.	Elektrische Maschinen	235
9.1.	Gleichstrommotor	235
9.1.1.	Nebenschlußmotor	235
9.1.2.	Reihenschlußmotor	236
9.2.	Drehfeldmaschinen	237
9.3.	Transformator	237
10.	Elektromotorische Antriebe	239
10.1.	Energieinhalt und Trägheitsmomente des Antriebssystems ..	239
10.2.	Nichtstationärer Betrieb	240
10.2.1.	Konstantes Beschleunigungsmoment	240
10.2.2.	Linear abnehmendes Beschleunigungsmoment	240
10.2.3.	Beliebiger Verlauf des Beschleunigungsmomentes	241
10.3.	Betriebsarten (Auswahl)	242
10.3.1.	Dauerbetrieb — S 1	242
10.3.2.	Kurzzeitbetrieb — S 2	243
10.3.3.	Aussetzbetrieb ohne Einfluß des Anlaufs auf Erwärmung — S 3	243
10.3.4.	Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung — S 6	244
11.	Meßfehler und Fehlerfortpflanzung bei elektrischen Betriebs- messungen	244
11.1.	Meßfehler	244
11.2.	Fehlerfortpflanzung	244
11.2.1.	Bei Summation	244
11.2.2.	Bei Subtraktion	245
11.2.3.	Bei Multiplikation	245
11.2.4.	Bei Division	245
11.3.	Streuung	245

Regelungstechnik

1.	Beschreibungsverfahren	246
1.1.	Kennwerte von Übertragungsgliedern	247
1.2.	Kennwerte von Übertragungsgliedern bei Hintereinander- schaltung	248
2.	Verbindungen von Übertragungsgliedern	249
3.	Einstellregeln	249
4.	Stabilitätskriterien nach <i>Hurwitz</i>	250

5.	Stetig lineare Regler	250
5.1.	P-Regler	250
5.2.	I-Regler	251
5.3.	PI-Regler	251
5.4.	PD-Regler	252
6.	Unstetige Regler	252
6.1.	Zweipunktregler an Strecken mit Ausgleich	252
6.2.	Zweipunktregler an Strecken ohne Ausgleich	252
6.3.	Zweilaufregler	253
7.	Rückführung	254
8.	Einschleifiger stetiger linearer Regelkreis	254
9.	<i>Laplace</i> -Transformation	255
9.1.	Rechenregeln	255
9.2.	Korrespondenzen der <i>Laplace</i> -Transformation	256

Maschinenteile

0.	Einführung	258
1.	Befestigungsschrauben	266
1.1.	Kräfte am Gewinde	266
1.2.	Längsbeanspruchte Schrauben ohne Vorspannung	267
1.3.	Längsbeanspruchte Schrauben mit Vorspannung	268
1.4.	Querbeanspruchte Schrauben	269
2.	Bewegungsschrauben	269
3.	Bolzen- und Stiftverbindungen	270
3.1.	Bolzenverbindungen	270
3.2.	Stiftverbindungen	270
4.	Formschlüssige Verbindungen von Welle und Nabe	272
4.1.	Paßfedern	272
4.2.	Profilwellen und -nabeu	272
5.	Preßverbindungen	273
6.	Nietverbindungen	275
7.	Federn	276
7.1.	Biegebeanspruchte Federn	277
7.2.	Torsionsbeanspruchte Federn	277
8.	Schweißverbindungen im Maschinenbau	279
8.1.	Querschnittswerte	279
8.2.	Nennspannungen	279
8.3.	Sicherheitsnachweis	281
9.	Achsen und Wellen	282
9.1.	Aktions- und Reaktionskräfte (Auflagerkräfte)	282
9.2.	Biege- und Torsionsmomente	283
9.3.	Spannungen	284
9.4.	Dauer- und Gestaltfestigkeit	284

9.5.	Formänderungen	285
9.6.	Schwingungen	287
10.	Gleitlager	287
10.1.	Gleitlager mit Mischreibung (Verschleißlager)	287
10.2.	Hydrodynamische Lager	288
10.3.	Berechnung von Radialgleitlagern mit Nomogramm von <i>Fleischer</i> und <i>Gnilke</i>	290
11.	Wälzlager	290
12.	Keilriemengetriebe	292
13.	Zahnräder	293
13.1.	Verzahnungsgeometrie und -kinematik	293
13.2.	Kräfte an Zahnrädern	297
13.3.	Tragfähigkeit	299
13.4.	Zahnradgetriebe	302
14.	Schubkurbelgetriebe	303
14.1.	Bewegungsverhältnisse	303
14.2.	Kräfte am Schubkurbelgetriebe	304
15.	Bauelemente der Hydraulik	305
15.1.	Grundgleichungen	305
15.2.	Pumpen	306
15.3.	Motoren	308

Kraft- und Arbeitsmaschinen

1.	Verbrennungsrechnung	310
1.1.	Verbrennungswärme und Heizwerte	310
1.2.	Verbrennungsrechnung für feste und flüssige Brennstoffe ...	311
1.3.	Verbrennungsrechnung für gasförmige Brennstoffe	312
1.4.	Bestimmung der Luftverhältniszahl	313
1.5.	Theoretische Verbrennungstemperatur t_{th} in °C	313
2.	Dampferzeuger	313
2.1.	Spezielle Begriffe und Bezeichnungen	314
2.2.	Wärmeleistungen	315
2.3.	Wirkungsgrade und Wärmeverluste	315
3.	Kolbendampfmaschinen	316
3.1.	Leistungen und Wirkungsgrade	316
3.2.	Indizierte Leistung aus dem Indikatordiagramm	317
4.	Dampfturbinen	318
4.1.	Leistungen und Wirkungsgrade	319
4.2.	Energieumsatz in den Düsen bzw. Leitschaufeln und Lauf- schaufeln	321
4.3.	Berechnung der Durchströmquerschnitte	323
4.4.	Arbeit am Randumfang Δh_{ut} und Wirkungsgrad am Um- fang η_u	323
5.	Brennkraftmaschinen	325
5.1.	Ideale Kreisprozesse der Brennkraftmaschinen	325

5.2.	Prozesse der vollkommenen Motoren	325
5.3.	Abmessungen, Wirkungsgrade und Leistungen	326
6.	Kolbenpumpen und Kreiselpumpen	328
6.1.	Kolbenpumpen	329
6.2.	Kreiselpumpen — Kreiselerdichter	331
6.3.	Leistungen und Wirkungsgrade bei Kreiselpumpen	332
6.4.	Verhalten der Kreiselpumpen und Kreiselerdichter	332
6.5.	Lüfter	334
6.6.	Kreiselerdichter	334
7.	Kolbenverdichter	335

Fertigungstechnik

1.	Umformen und Schneiden	338
1.1.	Umformen	338
1.1.1.	Allgemeines	338
1.1.2.	Werkstoff- und Umformbedingungen	339
1.1.3.	Einflußgrößen auf die Umformfestigkeit	340
1.2.	Umformen, Kraft- und Arbeitsbedarf	343
1.2.1.	Stauchen	343
1.2.2.	Fließpressen	345
1.2.3.	Draht- und Stangenzug	347
1.2.4.	Tiefziehen mit Formstempel	348
1.2.5.	Biegen	350
1.3.	Schneiden	352
2.	Trennen (Spanen)	353
2.1.	Grundformeln für das Spanen	353
2.2.	Berechnung der Schnittkräfte, der Schnitt- und Antriebsleistungen für das Trennen (Spanen)	358
2.2.1.	Drehen	358
2.2.2.	Hobeln und Stoßen	358
2.2.3.	Bohren	360
2.2.4.	Senken	361
2.2.5.	Reiben	362
2.2.6.	Räumen	362
2.2.7.	Fräsen	363
2.2.8.	Schleifen	367
2.3.	Berechnung der Maschinengrundzeit t_{Gm} in min (Hauptzeit)	367
2.3.1.	Drehen	367
2.3.2.	Hobeln und Stoßen	369
2.3.3.	Bohren und Senken	370
2.3.4.	Räumen	370
2.3.5.	Fräsen	371
2.3.6.	Schleifen	372

Literatur- und Quellenverzeichnis	375
--	------------

Sachwortverzeichnis	378
----------------------------------	------------