

Inhaltsverzeichnis

1	Mathematik	1
1.1	Mathematische Zeichen (nach DIN 1302)	1
1.2	Griechisches Alphabet	2
1.3	Häufig gebrauchte Konstanten	2
1.4	Multiplikation, Division, Klammern, Binomische Formeln, Mittelwerte	3
1.5	Potenzrechnung (Potenzieren)	4
1.6	Wurzelrechnung (Radizieren)	5
1.7	Logarithmen	6
1.8	Komplexe Zahlen	7
1.9	Quadratische Gleichungen	8
1.10	Wurzel-, Exponential-, Logarithmische und Goniometrische Gleichungen in Beispielen	9
1.11	Graphische Darstellung der wichtigsten Relationen (schematisch)	10
1.12	Flächen	12
1.13	Flächen einiger regelmäßiger Vielecke	13
1.14	Körper	14
1.15	Rechtwinkliges Dreieck	16
1.16	Schiefwinkliges Dreieck	17
1.17	Einheiten des ebenen Winkels	19
1.18	Trigonometrische Funktionen (Graphen in 1.11)	20
1.19	Beziehungen zwischen den trigonometrischen Funktionen	21
1.20	Arcusfunktionen	23
1.21	Hyperbelfunktionen	25
1.22	Areaufunktionen	26
1.23	Analytische Geometrie: Punkte in der Ebene	26
1.24	Analytische Geometrie: Gerade	27
1.25	Analytische Geometrie: Lage einer Geraden im rechtwinkligen Achsenkreuz	28
1.26	Analytische Geometrie: Kreis	29
1.27	Analytische Geometrie: Parabel	30
1.28	Analytische Geometrie: Ellipse und Hyperbel	30
1.29	Reihen	32
1.30	Potenzreihen	33
1.31	Differentialrechnung: Grundregeln	35
1.32	Differentialrechnung: Ableitungen elementarer Funktionen	36
1.33	Integrationsregeln	36
1.34	Grundintegrale	38
1.35	Lösungen häufig vorkommender Integrale	38
1.36	Uneigentliche Integrale (Beispiele)	42
1.37	Anwendungen der Differential- und Integralrechnung	42
1.38	Geometrische Grundkonstruktionen	49
2	Physik	55
2.1	Physikalische Größen, Definitionsgleichungen und Einheiten	55
2.1.1	Mechanik	55
2.1.2	Thermodynamik	57

2.1.3	Elektrotechnik	58
2.1.4	Optik	59
2.1.5	Akustik	61
2.1.6	Lautstärke, Schalldruck und Schallstärke (absoluter Schallpegel)	62
2.1.7	Lautstärke von Geräuschen	62
2.2	Allgemeine und atomare Konstanten	63
2.3	Umrechnungstabelle für metrische Längeneinheiten	63
2.4	Vorsatzzeichen zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Grundeinheiten oder hergeleiteten Einheiten mit selbstständigem Namen	64
2.5	Umrechnungstabelle für Leistungseinheiten	64
2.6	Schallgeschwindigkeit, Dichte und Elastizitätsmodul einiger fester Stoffe	64
2.7	Schallgeschwindigkeit und Dichte einiger Flüssigkeiten	65
2.8	Schallgeschwindigkeit, Verhältnis κ einiger Gase	65
2.9	Schalldämmung von Trennwänden	65
2.10	Elektromagnetisches Spektrum	66
2.11	Brechzahlen für den Übergang des Lichts aus dem Vakuum in optische Mittel	66
3	Chemie	67
3.1	Atombau und Atommasse	67
3.2	Periodensystem der Elemente (PSE)	68
3.3	Metalle	72
3.4	Chemische Bindung	73
3.5	Gewerbliche Bezeichnung von Chemikalien	76
3.6	Konzentrationsangaben für Lösungen und Gemische	77
3.7	Säuren und Basen	78
3.8	Stöchiometrie	83
3.9	Thermochemie	85
3.10	Chemisches Gleichgewicht	86
3.11	Fällungsreaktionen	88
3.12	Elektrochemie	89
3.13	Organische Chemie	93
3.14	Gefahrstoffe: GHS-System	95
4	Werkstofftechnik	99
4.1	Werkstoffprüfung	100
4.2	Eisen-Kohlenstoff-Diagramm	103
4.3	Bezeichnung der Stähle	104
4.4	Baustähle	106
4.5	Schweißgeeignete Feinkornbaustähle	107
4.6	Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen, thermomechanisch gewalzte Stähle	107
4.7	Vergütungsstähle	107
4.8	Einsatzstähle	108
4.9	Nitrierstähle	108
4.10	Stahlguss	108
4.11	Bezeichnung der Gusseisensorten	108
4.12	Gusseisen mit Lamellengraphit	109
4.13	Gusseisen mit Kugelgraphit	110
4.14	Temperguss	110

4.15	Bainitisches Gusseisen mit Kugelgraphit	111
4.16	Gusseisen mit Vermiculargraphit	111
4.17	Bezeichnung von Aluminium und Aluminiumlegierungen	111
4.18	Aluminiumknetlegierungen, Auswahl	112
4.19	Aluminiumgusslegierungen, Auswahl	113
4.20	Bezeichnung von Kupfer und Kupferlegierungen	113
4.21	Zustandsbezeichnungen	113
4.22	Kupferknetlegierungen, Auswahl	114
4.23	Kupfergusslegierungen, Auswahl	114
4.24	Anorganisch nichtmetallische Werkstoffe	115
4.25	Bezeichnung von Siliciumcarbid und Siliciumnitrid nach der Herstellungsart	115
4.26	Druckgusswerkstoffe	116
4.27	Lagermetalle und Gleitwerkstoffe, Übersicht über die Legierungssysteme	117
4.28	Lagermetalle auf Cu-Basis	118
4.29	Kurzzeichen für Kunststoffe und Verfahren, Auswahl	119
4.30	Thermoplastische Kunststoffe, Plastomere, Auswahl	120
5	Elektrotechnik	123
5.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik	123
5.1.1	Elektrischer Widerstand	123
5.1.2	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	124
5.1.3	Elektrische Energie	125
5.1.4	Elektrowärme	126
5.2	Gleichstromtechnik	126
5.2.1	Ohm'sches Gesetz, nicht verzweigter Stromkreis	126
5.2.2	Kirchhoff'sche Sätze	127
5.2.3	Ersatzschaltungen des Generators	127
5.2.4	Schaltungen von Widerständen und Quellen	128
5.2.5	Messschaltungen	131
5.2.6	Spannungsteiler	132
5.2.7	Brückenschaltung	132
5.3	Elektrisches Feld und Kapazität	133
5.3.1	Größen des homogenen elektrostatischen Feldes	133
5.3.2	Kapazität von Leitern und Kondensatoren	134
5.3.3	Schaltungen von Kondensatoren	135
5.4	Magnetisches Feld und Induktivität	136
5.4.1	Größen des homogenen magnetischen Feldes	136
5.4.2	Spannungserzeugung	138
5.4.3	Kraftwirkung	140
5.4.4	Richtungsregeln	141
5.4.5	Induktivität von parallelen Leitern und Luftspulen	143
5.4.6	Induktivität von Spulen mit Eisenkern	144
5.4.7	Drosselspule	145
5.4.8	Schaltungen von Induktivitäten	146
5.4.9	Einphasiger Transformator	146
5.5	Wechselstromtechnik	147
5.5.1	Kennwerte von Wechselgrößen	147
5.5.2	Passive Wechselstrom-Zweipole an sinusförmiger Wechselspannung	149

5.5.3	Umwandlung passiver Wechselstrom-Zweipole in gleichwertige Schaltungen	154
5.5.4	Blindleistungskompensation	155
5.6	Drehstromtechnik	156
5.6.1	Drehstromnetz	156
5.6.2	Stern- und Dreieckschaltung	156
5.6.3	Stern-Dreieck-Umwandlung	158
5.7	Elementare Bauteile der Elektronik	159
5.7.1	Halbleiterdioden	159
5.7.2	Transistoren	163
5.7.3	Thyristoren	165
6	Thermodynamik	169
6.1	Grundbegriffe	169
6.2	Wärmeausdehnung	170
6.3	Wärmeübertragung	171
6.4	Gasmechanik	174
6.5	Gleichungen für Zustandsänderungen und Carnot'scher Kreisprozess	175
6.6	Gleichungen für Gasgemische	179
6.7	Temperatur-Umrechnungen	180
6.8	Temperatur-Fixpunkte	180
6.9	Spezifisches Normvolumen und Dichte	180
6.10	Mittlere spezifische Wärmekapazität fester und flüssiger Stoffe	181
6.11	Mittlere spezifische Wärmekapazität nach Justi und Lüder	181
6.12	Schmelzenthalpie fester Stoffe	181
6.13	Verdampfungs- und Kondensationsenthalpie	182
6.14	Schmelzpunkt fester Stoffe	182
6.15	Siede- und Kondensationspunkt einiger Stoffe	182
6.16	Längenausdehnungskoeffizient fester Stoffe	182
6.17	Volumenausdehnungskoeffizient von Flüssigkeiten	182
6.18	Wärmeleitzahlen fester Stoffe	183
6.19	Wärmeleitzahlen von Flüssigkeiten	183
6.20	Wärmeleitzahlen von Gasen in Abhängigkeit von der Temperatur	183
6.21	Wärmeübergangszahlen für Dampferzeuger bei normalen Betriebsbedingungen (Mittelwerte)	183
6.22	Wärmedurchgangszahlen bei normalem Kesselbetrieb (Mittelwerte)	184
6.23	Emissionsverhältnis und Strahlungszahl	184
6.24	Spezifische Gaskonstante, Dichte und Verhältnis κ einiger Gase	184
7	Mechanik fester Körper	185
7.1	Freimachen der Bauteile	185
7.2	Zeichnerische Bestimmung der Resultierenden	186
7.3	Rechnerische Bestimmung der Resultierenden	186
7.4	Zeichnerische Bestimmung unbekannter Kräfte	188
7.5	Rechnerische Bestimmung unbekannter Kräfte	190
7.6	Fachwerke	190
7.7	Schwerpunkt	191
7.8	Guldin'sche Regeln	193
7.9	Reibung	194
7.10	Reibung in Maschinenelementen	195

7.11	Bremsen	197
7.12	Gleitreibungszahl und Haftreibungszahl	199
7.13	Wirkungsgrad des Rollenzugs in Abhängigkeit von der Anzahl der tragenden Seilstränge	199
7.14	Geradlinige gleichmäßig beschleunigte (verzögerte) Bewegung	199
7.15	Wurfgleichungen	201
7.15.1	Horizontaler Wurf (ohne Luftwiderstand)	201
7.15.2	Wurf schräg nach oben (ohne Luftwiderstand)	201
7.16	Gleichförmige Drehbewegung	201
7.17	Gleichmäßig beschleunigte (verzögerte) Kreisbewegung	202
7.18	Mechanische Schwingungen und Wellen	203
7.18.1	Harmonische Schwingung	203
7.18.2	Harmonische Welle	205
7.19	Pendelgleichungen	207
7.20	Schubkurbelgetriebe	208
7.21	Gerader zentrischer Stoß	209
7.22	Mechanische Arbeit	210
7.23	Leistung, Übersetzung und Wirkungsgrad	211
7.24	Dynamik der Verschiebabweitung (Translation)	212
7.25	Dynamik der Drehung (Rotation)	213
7.26	Gleichungen für Trägheitsmomente (Massenmomente 2. Grades)	214
7.27	Gegenüberstellung einander entsprechender Größen und Definitionsgleichungen für Schiebung und Drehung	215
8	Fluidmechanik	217
8.1	Statik der Flüssigkeiten	217
8.2	Strömungsgleichungen	219
8.3	Ausflussgleichungen	221
8.4	Widerstände in Rohrleitungen	222
8.5	Dynamische Zähigkeit, kinematische Zähigkeit und Dichte von Wasser	223
8.6	Staudruck und Geschwindigkeit für Luft und Wasser	223
8.7	Absolute Wandrauigkeit	224
8.8	Widerstandszahlen für plötzliche Rohrverengung	224
8.9	Widerstandszahlen für Ventile	224
8.10	Widerstandszahlen von Leitungsteilen	225
9	Festigkeitslehre	227
9.1	Grundlagen	227
9.2	Zug- und Druckbeanspruchung	229
9.3	Biegebeanspruchung	230
9.4	Flächenmomente 2. Grades, Widerstandsmomente, Trägheitsradien	231
9.5	Elastizitätsmodul und Schubmodul verschiedener Werkstoffe	232
9.6	Träger gleicher Biegebeanspruchung	233
9.7	Stützkräfte, Biegemomente und Durchbiegungen bei Biegeträgern mit gleichbleibendem Querschnitt	234
9.8	Axiale Flächenmomente 2. Grades, Widerstandsmomente, Flächeninhalte und Trägheitsradien verschieden gestalteter Querschnitte für Biegung und Knickung	237
9.9	Warmgewalzter rundkantiger U-Stahl	240
9.10	Warmgewalzter gleichschenklicher rundkantiger Winkelstahl	241
9.11	Warmgewalzter ungleichschenklicher rundkantiger Winkelstahl	242

9.12	Warmgewalzte schmale I-Träger (Auszug)	243
9.13	Warmgewalzte I-Träger, IPE-Reihe	244
9.14	Warmgewalzte T-Träger (Auswahl)	245
9.15	Knickung	245
9.15.1	Knickung im Maschinenbau	245
9.15.2	Knickung im Stahlbau	247
9.16	Abscheren und Torsion	249
9.17	Widerstandsmoment und Flächenmoment (Drillungswiderstand)	251
9.18	Festigkeitswerte für Walzstahl (Bau- und Feinkornbaustahl)	252
9.19	Festigkeitswerte für verschiedene Stahlsorten	252
9.20	Festigkeitswerte für verschiedene Gusseisen-Sorten	252
9.21	Zusammengesetzte Beanspruchung bei gleichartigen Spannungen	253
9.22	Zusammengesetzte Beanspruchung bei ungleichartigen Spannungen	254
9.23	Beanspruchung durch Fliehkraft	255
9.24	Flächenpressung, Lochleibungsdruck, Hertz'sche Pressung	256
9.25	Hohlzylinder unter Druck	258
10	Maschinenelemente	259
10.1	Toleranzen und Passungen	259
10.1.1	Normzahlen	260
10.1.2	Grundbegriffe zu Toleranzen und Passungen	260
10.1.3	Eintragung von Toleranzen in Zeichnungen	263
10.1.4	Grundtoleranzen der Nennmaßbereiche	263
10.1.5	Allgemeintoleranzen für Längenmaße	264
10.1.6	Allgemeintoleranzen für Winkelmaße	264
10.1.7	Allgemeintoleranzen für Fasen und Rundungshalbmesser	264
10.1.8	Allgemeintoleranzen für Form und Lage	264
10.1.9	Symbole für Form- und Lagetoleranzen	265
10.1.10	Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit	266
10.1.11	Mittenrauhheitswerte	266
10.1.12	Verwendungsbeispiele für Passungen	267
10.1.13	Ausgewählte Passtoleranzfelder und Grenzabmaße für das System Einheitsbohrung	268
10.1.14	Passungsauswahl, empfohlene Passtoleranzen, Spiel-, Übergangs- und Übermaßtoleranzfelder	270
10.2	Schraubenverbindungen	272
10.2.1	Berechnung axial belasteter Schrauben ohne Vorspannung	273
10.2.2	Berechnung unter Last angezogener Schrauben	273
10.2.3	Berechnung einer vorgespannten Schraubenverbindung bei axial wirkender Betriebskraft	274
10.2.4	Kräfte und Verformungen in zentrisch vorgespannten Schraubenverbindungen	275
10.2.5	Berechnung vorgespannter Schraubenverbindungen bei Aufnahme einer Querkraft	280
10.2.6	Berechnung von Bewegungsschrauben	281
10.2.7	Richtwerte für die zulässige Flächenpressung bei Bewegungsschrauben	282
10.2.8	Reibungszahlen und Reibungswinkel für Trapezgewinde	282
10.2.9	$R_{p0,2}$, 0,2-Dehngrenze der Schraube	282
10.2.10	Geometrische Größen an Sechskantschrauben	283
10.2.11	Maße an Senkschrauben mit Schlitz und an Senkungen für Durchgangsbohrungen	283

10.2.12 Einschraublänge für Grundbohrungsgewinde	284
10.2.13 Metrisches ISO-Gewinde	284
10.2.14 Metrisches ISO-Trapezgewinde	285
10.3 Federn	286
10.3.1 Federkennlinie, Federrate, Federarbeit, Eigenfrequenz	286
10.3.2 Metallfedern	288
10.3.3 Gummifedern	300
10.4 Achsen, Wellen und Zapfen	301
10.4.1 Achsen	302
10.4.2 Wellen	303
10.4.3 Stützkräfte und Biegemomente an Getriebewellen	304
10.4.4 Berechnung der Tragfähigkeit	306
10.5 Nabenverbindungen	311
10.5.1 Kraftschlüssige (reibungsschlüssige) Nabenverbindungen (Beispiele)	312
10.5.2 Formschlüssige Nabenverbindungen (Beispiele)	313
10.5.3 Zylindrische Pressverbände	314
10.5.4 Keglige Pressverbände (Kegelsitzverbindungen)	320
10.5.5 Maße für keglige Wellenenden mit Außengewinde	322
10.5.6 Richtwerte für Nababmessungen	322
10.5.7 Klemmsitzverbindungen	323
10.5.8 Keilsitzverbindungen	324
10.5.9 Ringfederspannverbindungen, Maße, Kräfte und Drehmomente	325
10.5.10 Ermittlung der Anzahl der Spannelemente und der axialen Spannkraft	326
10.5.11 Stiftverbindungen	327
10.5.12 Passfederverbindungen	328
10.5.13 Keilwellenverbindung	330
10.6 Zahnradgetriebe	331
10.6.1 Kräfte am Zahnrad	332
10.6.2 Einzelrad- und Paarungsgleichungen für Gerad- und Schrägstirnräder	334
10.6.3 Einzelrad- und Paarungsgleichungen für Kegelräder	337
10.6.4 Einzelrad- und Paarungsgleichungen für Schneckengetriebe	339
10.6.5 Wirkungsgrad, Kühlöldurchsatz und Schmierarten der Getriebe	342
11 Fertigungstechnik	343
11.1 Drehen und Grundbegriffe der Zerspanetechnik	343
11.1.1 Bewegungen, Kräfte, Schnittgrößen und Spanungsgrößen	343
11.1.2 Richtwerte für die Schnittgeschwindigkeit beim Drehen	347
11.1.3 Werkzeugwinkel	348
11.1.4 Zerspankräfte	350
11.1.5 Richtwerte für den Hauptwert der spezifischen Schnittkraft beim Drehen	352
11.1.6 Leistungsbedarf	353
11.1.7 Standverhalten	354
11.1.8 Hauptnutzungszeit	355
11.2 Fräsen	359
11.2.1 Schnittgrößen und Spanungsgrößen	359
11.2.2 Geschwindigkeiten	361
11.2.3 Werkzeugwinkel	362
11.2.4 Zerspankräfte	364

11.2.5 Leistungsbedarf	366
11.2.6 Hauptnutzungszeit	366
11.3 Bohren	369
11.3.1 Schnittgrößen und Spanungsgrößen	369
11.3.2 Geschwindigkeiten	370
11.3.3 Richtwerte für die Schnittgeschwindigkeit und den Vorschub beim Bohren	372
11.3.4 Richtwerte für den Hauptwert der spezifischen Schnittkraft beim Bohren	373
11.3.5 Werkzeugwinkel	374
11.3.6 Zerspankräfte	376
11.3.7 Leistungsbedarf	377
11.3.8 Hauptnutzungszeit	378
11.4 Schleifen	379
11.4.1 Schnittgrößen	379
11.4.2 Geschwindigkeiten	381
11.4.3 Werkzeugwinkel	382
11.4.4 Zerspankräfte	383
11.4.5 Leistungsbedarf	384
11.4.6 Hauptnutzungszeit	384
11.5 Biegen	387
11.5.1 Zuschnittlänge	387
11.5.2 Rückfederung	388
11.5.3 Berechnung der Biegekraft	389
11.6 Schneiden	390
11.6.1 Abschneiden	390
11.6.2 Ausschneiden, Lochen	391
11.6.3 Stahlblech – Verarbeitung	392
Sachwortverzeichnis	393