

1	Konstruktive Grundlagen, Normzahlen	3
1.1	Arten und Einteilung der Maschinenelemente	3
1.2	Grundlagen des Normenwesens	3
1.2.1	Nationale und internationale Normen, Technische Regelwerke	4
1.2.2	Werdegang einer DIN-Norm	4
1.3	Normzahlen (Vorzugszahlen und -maße)	9
1.3.1	Bedeutung der Normzahlen	9
1.3.2	Aufbau der Normzahlreihen	9
1.3.3	Anwendung der Normzahlen	10
1.3.4	Berechnungsbeispiele	13
1.4	Allgemeine konstruktive Grundlagen	14
1.4.1	Konstruktionsmethodik	15
1.4.2	Grundlagen des Gestaltens	20
1.4.3	Rechnereinsatz im Konstruktions- und Entwicklungsprozess	25
2	Toleranzen, Passungen, Oberflächenbeschaffenheit	27
2.1	Toleranzen	27
2.1.1	Maßtoleranzen	27
2.1.2	Formtoleranzen	30
2.1.3	Lagetoleranzen	31
2.1.4	Toleranzangaben in Zeichnungen	31
2.2	Passungen	33
2.2.1	Grundbegriffe	33
2.2.2	ISO-Passsysteme	34
2.2.3	Passungsauswahl	35
2.2.4	Tolerierungsgrundsätze	36
2.2.5	Toleranzketten	37
2.3	Oberflächenbeschaffenheit	37
2.3.1	Gestaltabweichung	37
2.3.2	Oberflächenangaben in Zeichnungen	40
2.4	Berechnungsbeispiele	41
3	Festigkeitsberechnung	45
3.1	Allgemeines	45
3.2	Beanspruchungs- und Belastungsarten	46
3.3	Werkstoffverhalten, Festigkeitskenngrößen	50
3.3.1	Statische Festigkeitswerte (Werkstoffkennwerte)	50
3.3.2	Dynamische Festigkeitswerte (Werkstoffkennwerte)	53
3.4	Statische Bauteilfestigkeit	57

3.5	Gestaltfestigkeit (dynamische Bauteilfestigkeit)	59
3.5.1	Konstruktionskennwerte	59
3.5.2	Ermittlung der Gestaltfestigkeit (Bauteilfestigkeit)	64
3.6	Sicherheiten	68
3.7	Praktische Festigkeitsberechnung	69
3.7.1	Überschlägige Berechnung	69
3.7.2	Statischer Festigkeitsnachweis	71
3.7.3	Dynamischer Festigkeitsnachweis (Ermüdungsfestigkeitsnachweis)	72
3.7.4	Dynamischer Festigkeitsnachweis – Einzelbelastungen, Lastkollektive, Zeitfestigkeit, Dauerfestigkeit	73
3.7.5	Tragfähigkeitsnachweis im Stahlbau	77
3.8	Berechnungsbeispiele	79
4	Tribologie	87
4.1	Funktion und Wirkung	87
4.2	Reibung, Reibungsarten	88
4.3	Reibungszustände (Schmierungszustände)	89
4.4	Beanspruchung im Bauteilkontakt, Hertz'sche Pressung	92
4.5	Schmierstoffe	94
4.5.1	Schmieröle	94
4.5.2	Schmierfette	97
4.5.3	Sonstige Schmierstoffe	97
4.6	Schmierstoffzufuhr	98
4.7	Schäden an Maschinenelementen	99
4.7.1	Verschleiß	99
4.7.2	Korrosion	100
4.7.3	Schadensbilder	101
5	Kleb- und Lötverbindungen	103
5.1	Klebverbindungen	103
5.1.1	Funktion und Wirkung	103
5.1.2	Herstellen der Klebverbindungen	106
5.1.3	Gestalten und Entwerfen	107
5.1.4	Berechnungsgrundlagen	111
5.1.5	Berechnungsbeispiele	113
5.2	Lötverbindungen	114
5.2.1	Funktion und Wirkung	114
5.2.2	Herstellen der Lötverbindungen	118
5.2.3	Gestalten und Entwerfen	118
5.2.4	Berechnungsgrundlagen	121
5.2.5	Berechnungsbeispiel	124
6	Schweißverbindungen	127
6.1	Funktion und Wirkung	127
6.1.1	Wirkprinzip und Anwendung	127
6.1.2	Schweißverfahren	128
6.1.3	Auswirkungen des Schweißvorganges	131
6.2	Gestalten und Entwerfen	134
6.2.1	Schweißbarkeit der Bauteile	134
6.2.2	Stoß- und Nahtarten	139
6.2.3	Gütesicherung	144

6.2.4	Zeichnerische Darstellung von Schweißverbindungen nach DIN EN ISO 2553	145
6.2.5	Schweißgerechtes Gestalten	151
6.3	Berechnung von Schweißkonstruktionen	163
6.3.1	Schweißverbindungen im Stahlbau	163
6.3.2	Berechnung der Schweißverbindungen im Maschinenbau	181
6.3.3	Berechnung geschweißter Druckbehälter nach AD 2000-Regelwerk	186
6.4	Berechnungsbeispiele	192
7	Nietverbindungen	203
7.1	Funktion und Wirkung	203
7.2	Die Niete	204
7.2.1	Nietformen	204
7.2.2	Nietwerkstoffe	209
7.2.3	Bezeichnung der Niete	209
7.3	Herstellung der Nietverbindungen	210
7.3.1	Allgemeine Hinweise	210
7.3.2	Warmnietung	211
7.3.3	Kaltnietung	211
7.4	Verbindungsarten, Schnittigkeit	211
7.5	Nietverbindungen im Stahlbau	212
7.5.1	Allgemeine Richtlinien	212
7.5.2	Berechnung der Bauteile	212
7.5.3	Berechnung der Niete und Nietverbindungen	215
7.5.4	Gestaltung der Nietverbindungen	220
7.6	Nietverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	221
7.6.1	Anwendungsbeispiele	221
7.6.2	Maßnahmen zur Erhöhung der Dauerfestigkeit	221
7.6.3	Festigkeitsnachweise	222
7.7	Stanzniet- und Clinchverbindungen	223
7.7.1	Stanznieten	223
7.7.2	Clinchen	225
7.8	Berechnungsbeispiele	227
8	Schraubenverbindungen	231
8.1	Funktion und Wirkung	231
8.1.1	Aufgaben und Wirkprinzip	231
8.1.2	Gewinde	232
8.1.3	Schrauben- und Mutternarten	234
8.1.4	Scheiben und Schraubensicherungen	238
8.1.5	Herstellung, Werkstoffe und Festigkeiten der Schrauben und Muttern	241
8.2	Gestalten und Entwerfen	242
8.2.1	Gestaltung der Gewindeteile	242
8.2.2	Gestaltung der Schraubenverbindungen	242
8.2.3	Vorauslegung der Schraubenverbindung	248
8.3	Berechnung von Befestigungsschrauben	250
8.3.1	Kraft- und Verformungsverhältnisse bei vorgespannten Schraubenverbindungen	250
8.3.2	Setzverhalten der Schraubenverbindungen	257
8.3.3	Dauerhaltbarkeit der Schraubenverbindungen, dynamische Sicherheit	258
8.3.4	Anziehen der Verbindung, Anziehdrehmoment	260
8.3.5	Montagevorspannkraft, Anziehungsfaktor und -verfahren	263
8.3.6	Beanspruchung der Schraube beim Anziehen	265

8.3.7	Einhaltung der maximal zulässigen Schraubenkraft, Berechnung der statischen Sicherheit	266
8.3.8	Flächenpressung an den Auflageflächen	267
8.3.9	Praktische Berechnung der Befestigungsschrauben im Maschinenbau	268
8.3.10	Lösen der Schraubenverbindung, Sicherungsmaßnahmen	269
8.4	Schraubenverbindungen im Stahlbau	271
8.4.1	Anwendung	271
8.4.2	Schraubenarten	271
8.4.3	Geschraubte Anschlüsse	272
8.4.4	Moment(schub)belastete Anschlüsse	276
8.4.5	Konsolanschlüsse	278
8.5	Bewegungsschrauben	279
8.5.1	Entwurf	279
8.5.2	Nachprüfung auf Festigkeit	280
8.5.3	Nachprüfung auf Knickung	282
8.5.4	Nachprüfung des Muttergewindes (Führungsgewinde)	283
8.5.5	Wirkungsgrad der Bewegungsschrauben, Selbsthemmung	284
8.6	Berechnungsbeispiele	284
9	Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente	295
9.1	Funktion und Wirkung	295
9.2	Bolzen	295
9.2.1	Formen und Verwendung	295
9.2.2	Gestalten und Entwerfen der Bolzenverbindungen im Maschinenbau	296
9.2.3	Berechnen der Bolzenverbindungen im Maschinenbau	298
9.2.4	Gestalten und Entwerfen von Bolzenverbindungen im Stahlbau	300
9.2.5	Bemessung für massive Rundbolzen nach DIN EN 1993-1-8	302
9.3	Stifte und Spannbuchsen	304
9.3.1	Formen und Verwendung	304
9.3.2	Berechnung der Stiftverbindungen	307
9.4	Sicherungselemente	310
9.4.1	Sicherungsringe (Halteringe)	310
9.4.2	Splinte und Federstecker	314
9.4.3	Achshalter	315
9.5	Gestaltungs- und Anwendungsbeispiele	316
9.6	Berechnungsbeispiele	319
10	Elastische Federn	327
10.1	Funktion und Wirkung	327
10.1.1	Federrate, Federkennlinie	328
10.1.2	Federungsarbeit	329
10.1.3	Schwingungsverhalten und Dämpfung	331
10.1.4	Federarten	332
10.1.5	Federwerkstoffe	333
10.1.6	Auswahl und Optimierung von Federn	333
10.2	Zug- und druckbeanspruchte Federn	334
10.2.1	Zugstäbe	334
10.2.2	Ringfedern	334
10.3	Biegebeanspruchte Federn	335
10.3.1	Einfache Blattfedern	335
10.3.2	Geschichtete Blattfedern	337
10.3.3	Drehfedern	338