

Inhalt

Vorwort	V
Einleitung	XIII
Literatur	XV
0 Grundlagen der Mechanik	1
0.1 Grundlagen der Statik	1
0.1.1 Kraft und Gleichgewicht der Kräfte.....	1
0.1.2 Moment und Gleichgewicht der Momente	5
0.2 Grundlagen der Festigkeitslehre	11
0.2.1 Normalspannung.....	12
0.2.1.1 Zug- und Druckspannung	12
0.2.1.2 Biegespannung.....	21
0.2.2 Tangentialspannung	30
0.2.2.1 Querkraftschub.....	31
0.2.2.2 Torsionsschub	33
0.3 Arbeit, Energie und Leistung.....	37
0.4 Anhang.....	39
0.4.1 Literatur	39
0.4.2 Normen	40
0.5 Aufgaben: Grundlagen der Mechanik.....	41
1 Achsen, Wellen, Betriebsfestigkeit	55
1.1 Überlagerung von Spannungszuständen	55
1.2 Zeitlich veränderliche Belastung	57
1.3 Belastung von Achsen und Wellen	60
1.3.1 Lagerung von Achsen	60
1.3.2 Lagerung von Wellen.....	62
1.3.3 Lagerung mit einem einzigen Lager	67
1.3.4 Fest-Los-Lagerung.....	67
1.3.5 Umlaufbiegung	68
1.4 Werkstoffkundlich zulässige Belastung bei zeitlich veränderlicher Beanspruchung.....	70
1.4.1 Betriebsfestigkeit	70
1.4.2 Dauerfestigkeitskennwerte.....	71

1.5	Anhang	73
1.5.1	Literatur	73
1.5.2	Normen	74
1.6	Aufgaben: Achsen, Wellen, Betriebsfestigkeit	76
2	Federn und weitere elastische Bauteilverformungen	85
2.1	Grundbegriffe	87
2.1.1	Federsteifigkeit	87
2.1.1.1	Steifigkeit einer Modellfeder	88
2.1.1.2	Federkennlinie	90
2.1.1.3	Zusammenschalten mehrerer Federn	90
2.1.2	Federungsarbeit	94
2.1.3	Belastbarkeit von Federn	95
2.1.4	Federreibung (Hysterese)	96
2.2	Einige Bauformen metallischer Federn	98
2.2.1	Zugstabfeder	100
2.2.2	Drehstabfeder	101
2.2.3	Schraubenfeder als Zug-/Druckfeder	104
2.2.3.1	Belastbarkeit	104
2.2.3.2	Steifigkeit	106
2.2.3.3	Zusammenspiel von Belastbarkeit und Steifigkeit	107
2.3	Anhang	109
2.3.1	Literatur	109
2.3.2	Normen	109
2.4	Aufgaben: Federn und weitere elastische Bauteilverformungen	111
3	Verbindungselemente und Verbindungstechniken	123
3.1	Nieten	123
3.1.1	Querkraftschub eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets	125
3.1.2	Lochleibungsdruck eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets	125
3.1.3	Zulässige Werkstoffbelastung eines kaltgeschlagenen Niets	127
3.1.4	Lastverteilung auf mehrere Nieten	127
3.1.4.1	Querkraftbelastete Nietverbindung	128
3.1.4.2	Momentenbelastete Nietverbindung	129
3.1.4.3	Überlagerung von Querkraft- und Momentenbelastung	130
3.2	Löten	132
3.2.1	Löttemperatur	132
3.2.2	Lötverfahren	133
3.2.3	Festigkeitsberechnung von Lötverbindungen	134
3.2.4	Gestaltung von Lötverbindungen	135
3.3	Kleben	137
3.4	Anhang	141
3.4.1	Literatur	141

3.4.2	Normen	142
3.5	Aufgaben: Verbindungselemente und Verbindungstechniken.....	144
4	Schrauben	153
4.1	Geometrie der Schraube.....	154
4.2	Kräfte und Momente beim Anziehen und Lösen der Schraube	158
4.2.1	Modellvorstellung reibungsfrei.....	158
4.2.2	Gewindereibung.....	159
4.2.3	Kopfreibung	163
4.2.4	Selbsthemmung.....	164
4.3	Festigkeitsnachweis von Schraubverbindungen	164
4.4	Vorspannen von Schraubverbindungen	167
4.4.1	Vorspannung und Verformung	167
4.4.2	Setzen der Schraube.....	171
4.4.3	Thermisches Anziehen und weitere thermische Einflüsse	173
4.5	Betriebskraftbelastung der Schraube	174
4.5.1	Querkraftbeanspruchte Schraubverbindungen	174
4.5.2	Längskraftbeanspruchte Schraubverbindungen	176
4.6	Gestaltung von Befestigungsschraubverbindungen	180
4.6.1	Schraubentypen.....	180
4.6.2	Schraubensicherungen	180
4.6.3	Unterlegscheiben	182
4.6.4	Torsionsfreies Anziehen	182
4.7	Anhang.....	184
4.7.1	Literatur	184
4.7.2	Normen	186
4.8	Aufgaben: Schrauben.....	188
5	Lagerungen	197
5.1	Lager mit Festkörperreibung (Bolzen).....	199
5.2	Wälzlager.....	202
5.2.1	Lageranordnungen	203
5.2.1.1	Fest-Los-Lagerung	203
5.2.1.2	Schwimmende Lagerung	204
5.2.1.3	Angestellte Lagerung	207
5.2.2	Lagerbauformen.....	208
5.2.2.1	Kugellager.....	209
5.2.2.2	Rollenlager.....	210
5.2.3	Dimensionierung eines einzelnen Lagers	215
5.2.3.1	Belastung im Wälzkontakt.....	216
5.2.3.2	Lastverteilung auf die einzelnen Wälzelemente	217
5.2.3.3	Dimensionierung nach Tragzahlen	219

X	Inhalt
5.2.4	Gestaltung von Wälzlagerungen.....227
5.2.4.1	Axiale Festlegung des Lagers.....227
5.2.4.2	Schmierung.....228
5.2.4.3	Abdichtung von Wälzlagerungen229
5.2.4.4	Konstruktionsbeispiele232
5.2.4.5	Lagerauswahl.....234
5.3	Anhang236
5.3.1	Literatur236
5.3.2	Normen238
5.4	Aufgaben: Lagerungen241
6	Welle-Nabe-Verbindungen249
6.1	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen.....250
6.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen253
6.2.1	Keilwellenverbindungen.....253
6.2.2	Passfederverbindungen.....256
6.3	Kraft- bzw. reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen257
6.3.1	Klemmverbindungen259
6.3.1.1	Axialklemmverbindungen259
6.3.1.2	Radialklemmverbindungen.....263
6.3.2	Zylinderpressverband269
6.4	Anhang271
6.4.1	Literatur271
6.4.2	Normen.....272
6.5	Aufgaben: Welle-Nabe-Verbindungen274
7	Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe283
7.1	Anforderungen und Aufgaben283
7.1.1	Momentenwandlung284
7.1.2	Drehzahlwandlung.....286
7.1.3	Formschluss und Reibschluss287
7.1.4	Getriebe als Wandler mechanischer Leistung.....289
7.1.5	Anwendungsfaktor.....292
7.2	Reibradgetriebe (Wälzgetriebe).....295
7.2.1	Geschwindigkeiten im Wälzkontakt.....295
7.2.2	Belastungen im Wälzkontakt.....296
7.2.3	Stufenlose Übersetzungsmöglichkeiten.....300
7.3	Riemengetriebe.....301
7.3.1	Seilreibung.....302
7.3.2	Treibscheiben306
7.3.3	Momentenübertragung und Vorspannung307
7.4	Zahnradgetriebe314
7.4.1	Konstruktion der Evolvente.....316

7.4.2	Einzeleingriff zweier Evolventen.....	317
7.4.3	Kopfkreis – Fußkreis	318
7.4.4	Mehrfacheingriff.....	319
7.4.5	Eingriffsstrecke – Überdeckungsgrad	321
7.4.6	Kopfspiel – Fußausrundung	323
7.4.7	Zahnradherstellung	325
7.4.8	Das Problem der minimalen Zähnezahl	326
7.4.9	Ermittlung der Zahnkräfte.....	327
7.4.10	Festigkeit der Evolventenverzahnung.....	328
7.4.10.1	Beanspruchung am Zahnfuß	329
7.4.10.2	Pressung an den Zahnflanken	330
7.4.10.3	Fressen der Zahnflanken	332
7.5	Anhang.....	332
7.5.1	Literatur	332
7.5.2	Normen	333
7.6	Aufgaben: Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe	338
Stichwortverzeichnis		357