

Inhaltsverzeichnis

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
0.2.2 Tangentialspannung	28
0.3 Arbeit, Energie und Leistung	35
0.4 Anhang	36
0.4.1 Literatur	36
0.4.2 Normen	37
0.5 Aufgaben: Grundlagen der Mechanik	38
1 Achsen, Wellen, Betriebsfestigkeit	55
1.1 Überlagerung von Spannungszuständen	55
1.2 Zeitlich veränderliche Belastung	58
1.3 Darstellung des Belastungszustandes im Smith-Diagramm	60
1.4 Belastung von Achsen und Wellen	61
1.4.1 Lagerung von Achsen	61
1.4.2 Lagerung von Wellen	63

1.4.3	Lagerung mit einem einzigen Lager	68
1.4.4	Fest-Los-Lagerung	68
1.4.5	Umlaufbiegung	69
1.5	Werkstoffkundlich zulässige Belastung bei zeitlich veränderlicher Beanspruchung	70
1.5.1	Betriebsfestigkeit	71
1.5.2	Dauerfestigkeitskennwerte	72
1.5.3	Darstellung der zulässigen Bauteilbelastung im Smith-Diagramm	75
1.6	Dauerfestigkeitsnachweis im Smith-Diagramm	85
1.7	Anhang	89
1.7.1	Literatur	89
1.7.2	Normen	90
1.8	Aufgaben: Achsen, Wellen, Betriebsfestigkeit	92
2	Federn	109
2.1	Grundbegriffe	111
2.1.1	Federsteifigkeit	111
2.1.2	Federungsarbeit	118
2.1.3	Belastbarkeit von Federn	119
2.1.4	Federreibung (Hysterese)	121
2.2	Einige Bauformen metallischer Federn	123
2.2.1	Zugstabfeder	123
2.2.2	Drehstabfeder	126
2.2.3	Schraubenfeder als Zug-/Druckfeder	128
2.2.4	Biegefeder	133
2.3	Anhang	134
2.3.1	Literatur	134
2.3.2	Normen	134
2.4	Aufgaben: Federn	136

3	Verbindungselemente und Verbindungstechniken	151
3.1	Nieten	151
3.1.1	Querkraftschub eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets	153
3.1.2	Lochleibungsdruck eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets	154
3.1.3	Zulässige Werkstoffbelastung eines kaltgeschlagenen Niets	155
3.1.4	Lastverteilung auf mehrere Niete	156
3.2	Löten	160
3.2.1	Löttemperatur	160
3.2.2	Lötverfahren	161
3.2.3	Festigkeitsberechnung von Lötverbindungen	162
3.2.4	Gestaltung von Lötverbindungen	163
3.3	Kleben	165
3.4	Anhang	169
3.4.1	Literatur	169
3.4.2	Normen	170
3.5	Aufgaben: Verbindungselemente und Verbindungstechniken	172
4	Schrauben	181
4.1	Geometrie der Schraube	182
4.2	Kräfte und Momente beim Anziehen und Lösen der Schraube	186
4.2.1	Modellvorstellung reibungsfrei	186
4.2.2	Gewindereibung	187
4.2.3	Kopfreibung	191
4.2.4	Selbsthemmung	192
4.3	Festigkeitsnachweis von Schraubverbindungen	192
4.4	Vorspannen von Schraubverbindungen	194
4.4.1	Vorspannung und Verformung	194
4.4.2	Setzen der Schraube	198
4.4.3	Thermisches Anziehen und weitere thermische Einflüsse	200

4.5	Betriebskraftbelastung der Schraube	200
4.5.1	Querkraftbeanspruchte Schraubverbindungen	201
4.5.2	Längskraftbeanspruchte Schraubverbindungen	203
4.5.3	Zusammenspiel der Steifigkeiten	209
4.6	Gestaltung von Befestigungsschraubverbindungen	219
4.6.1	Schraubentypen	220
4.6.2	Schraubensicherungen	220
4.6.3	Unterlegscheiben	222
4.6.4	Torsionsfreies Anziehen	222
4.7	Anhang	223
4.7.1	Literatur	223
4.7.2	Normen	225
4.8	Aufgaben: Schrauben	228
5	Lagerungen	243
5.1	Lager mit Festkörperreibung (Bolzen)	245
5.2	Wälzlager	248
5.2.1	Lageranordnungen	249
5.2.2	Lagerbauformen	254
5.2.3	Dimensionierung eines einzelnen Lagers	261
5.2.4	Gestaltung von Wälzlagerungen	273
5.3	Anhang	283
5.3.1	Literatur	283
5.3.2	Normen	285
5.4	Aufgaben: Lagerungen	288
6	Welle-Nabe-Verbindungen	301
6.1	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	302
6.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	305
6.2.1	Keilwellenverbindungen	305
6.2.2	Passfederverbindungen	308

6.3	Kraft- bzw. reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	309
6.3.1	Klemmverbindungen	311
6.3.2	Zylinderpressverband	321
6.3.3	Kegelpressverband	322
6.4	Anhang	328
6.4.1	Literatur	328
6.4.2	Normen	329
6.5	Aufgaben: Welle-Nabe-Verbindungen	331
7	Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe	343
7.1	Anforderungen und Aufgaben	343
7.1.1	Momentenwandlung	344
7.1.2	Drehzahlwandlung	346
7.1.3	Formschluss und Reibschluss	347
7.1.4	Getriebe als Wandler mechanischer Leistung	349
7.1.5	Anwendungsfaktor	354
7.2	Reibradgetriebe (Wälzgetriebe)	356
7.2.1	Geschwindigkeiten im Wälzkontakt	356
7.2.2	Belastungen im Wälzkontakt	357
7.2.3	Vorspannen von Wälzgetrieben	361
7.2.4	Stufenlose Übersetzungsmöglichkeiten	364
7.3	Riemengetriebe	365
7.3.1	Seilreibung	365
7.3.2	Treibscheiben	369
7.3.3	Momentenübertragung von Scheibe zu Scheibe	370
7.3.4	Vorspannung von Riementrieben	374
7.4	Zahnradgetriebe	380
7.4.1	Konstruktion der Evolvente	381
7.4.2	Einzeleingriff zweier Evolventen	383
7.4.3	Kopfkreis und Fußkreis	384
7.4.4	Mehrfaceingriff	385

7.4.5	Eingriffsstrecke und Überdeckungsgrad	387
7.4.6	Kopfspiel und Fußausrundung	389
7.4.7	Zahnradherstellung	390
7.4.8	Das Problem der minimalen Zähnezahl	392
7.4.9	Ermittlung der Zahnkräfte	393
7.4.10	Festigkeit der Evolventenverzahnung	394
7.5	Anhang	398
7.5.1	Literatur	398
7.5.2	Normen	399
7.6	Aufgaben: Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe	404
Lösungsanhang		429
Index		473