



Maschinenelemente 1

Festigkeit, Wellen, Verbindungen,
Federn, Kupplungen

2., aktualisierte Auflage

Berthold Schlecht

EXTRAS
ONLINE

ALWAYS LEARNING

PEARSON

Maschinenelemente 1

Maschinenelemente 1

Inhaltsverzeichnis

Maschinenelemente 1

Impressum

Inhaltsverzeichnis

Zum Geleit 15

Vorwort zur 2. aktualisierten Auflage 17

Kapitel 1

Kapitel 1 - Maschinenelemente und Konstruktion 19

1.1 Einführung Formulierung der konstruktiven Aufgabe 20

1.2 Ausgewählte Beispiele technischer Systeme 22

1.3 Versagensursachen von Maschinenelementen 26

1.4 Berechnung von Beanspruchung und Beanspruchbarkeit 30

1.4.1 Lastannahmen bei dynamischer Beanspruchung (Schwingbeanspruchung) 33

1.4.2 Lastannahmen bei statischer Beanspruchung (Maximalbeanspruchung) 42

1.5 Wirtschaftliche Bedeutung der Konstruktion und Methodisches
Konstruieren 44

1.6 Literatur 48

Kapitel 2 - Normen, Toleranzen, Passungen und Oberflächen
53

2.1 Einführung 54

2.2 Normen, Richtlinien und Standards 55

2.3 Normzahlen 56

2.4 Toleranzen und Abweichungen 57

2.4.1 Maßtoleranzen 58

2.4.2 Form- und Lagetoleranzen 62

2.4.3 Allgemeintoleranzen 65

2.4.4 Tolerierungsgrundsätze 67

2.5 Passungen 69

Inhaltsverzeichnis

2.5.1 System Einheitsbohrung (EB)	70
2.5.2 System Einheitswelle (EW)	71
2.5.3 Beispiele zur Passungsauswahl	71
2.6 Oberflächen technischer Körper	73
2.7 Literatur	82
Kapitel 3 - Grundlagen der Festigkeitslehre	85
3.1 Einführung	86
3.2 Gang und Schema einer Festigkeitsberechnung	89
3.3 Ermittlung von Lasten und Beanspruchungen	92
3.3.1 Linear-elastisches Werkstoffverhalten	94
3.3.2 Normalspannungen in Bauteilen Zug, Druck und Biegung	100
3.3.3 Normalspannungen zwischen Flächen Flächenpressung	107
3.3.4 Hertzsche Pressung	108
3.3.5 Schubspannungen aus Querkraften Scheren und Schub	114
3.3.6 Schubspannungen aus Drehmomenten Torsion	116
3.3.7 Knickspannungen	119
3.3.8 Wärmespannungen	123
3.3.9 Eigenspannungen	126
3.4 Behandlung zusammengesetzter Beanspruchungen	130
3.4.1 Der lineare oder einachsige Spannungszustand	131
3.4.2 Der ebene oder zweiachsige Spannungszustand	134
3.4.3 Der räumliche oder dreiachsige Spannungszustand	136
3.4.4 Festigkeitshypothesen bei zusammengesetzter Beanspruchung	137
3.5 Ermittlung der Beanspruchbarkeit	144
3.5.1 Beanspruchbarkeit bei statischer Belastung	144
3.5.2 Beanspruchbarkeit bei dynamischer Belastung	151
3.6 Festigkeitsmindernde Einflüsse Kerbwirkung, Oberflächen- und Größeneinfluss	165
3.6.1 Die Kerbformzahlen k_s und k_t	166
3.6.2 Die Kerbwirkungszahlen k_{bs} und k_{bt}	176
3.6.3 Oberflächen- und Größeneinfluss	184
3.6.4 Weitere schwingfestigkeitsmindernde Einflüsse	187
3.7 Festigkeitsberechnung Vergleich von Beanspruchung und Beanspruchbarkeit	188

Inhaltsverzeichnis

- 3.7.1 Statischer Festigkeitsnachweis 191
- 3.7.2 Dauerfestigkeitsnachweis 191
- 3.7.3 Kritische Anmerkungen zur Sicherheitszahl 195
- 3.7.4 Betriebsfestigkeitsnachweis 197
- 3.7.5 Zulässige Flächenpressung und Hertzsche Pressung 209

3.8 Festigkeitsnachweis nach FKM-Richtlinie 213

- 3.8.1 Statischer Festigkeitsnachweis 223
- 3.8.2 Ermüdungsfestigkeitsnachweis 264
- 3.8.3 Kerbformzahlen und Kerbwirkungszahlen 324
- 3.8.4 Werkstofftabellen 337
- 3.8.5 FAT-Bauteilklassen 364

3.9 Festigkeitsnachweise in Normen und Richtlinien 379

3.10 Literatur 383

Kapitel 4 - Kleben 395

4.1 Einführung 396

4.2 Funktion und Wirkung Adhäsion und Kohäsion 398

4.3 Herstellen von Klebverbindungen 399

- 4.3.1 Einteilung der Klebstoffe 400
- 4.3.2 Klebtechnik und Oberflächenvorbehandlung 402

4.4 Gestaltung von Klebverbindungen 403

4.5 Festigkeit von Klebverbindungen 405

- 4.5.1 Berechnung der Beanspruchung in einer einschnittigen Verbindung 407
- 4.5.2 Berechnung der Beanspruchung in Rundverbindungen und Welle-Nabe-Verbindungen 413
- 4.5.3 Beanspruchbarkeit einer Klebverbindung 414
- 4.5.4 Einflüsse auf die Festigkeit 417

4.6 Literatur 419

Kapitel 5 - Lötten 421

5.1 Einführung 422

5.2 Funktion und Wirkung 424

5.3 Herstellen und Prüfen von Lötverbindungen 424

- 5.3.1 Lötverfahren 426
- 5.3.2 Lotarten und Flussmittel 427

Inhaltsverzeichnis

5.4 Gestaltung von Lötverbindungen 429

5.5 Festigkeit von Lötverbindungen 432

5.5.1 Berechnung der Beanspruchung in einer Lötverbindung 433

5.5.2 Beanspruchbarkeit einer Lötverbindung 434

5.6 Literatur 437

Kapitel 6 - Nieten 439

6.1 Einführung 440

6.2 Funktion und Wirkung 441

6.2.1 Nietformen und Werkstoffe 442

6.2.2 Herstellung einer Nietverbindung 443

6.2.3 Verbindungsarten und Schnittigkeit 446

6.3 Gestaltung von Nietverbindungen 447

6.3.1 Maschinen- und Gerätebau 449

6.3.2 Stahl- und Kranbau 450

6.3.3 Leichtbau, Fahrzeug- und Flugzeugbau 451

6.3.4 Korrosionsschutz 452

6.4 Festigkeit von Nietverbindungen 452

6.4.1 Kräfte in Nietverbindungen 454

6.4.2 Berechnung der Beanspruchungen in Nietverbindungen 457

6.4.3 Beanspruchbarkeit einer Nietverbindung 458

6.5 Literatur 462

Kapitel 7 - Schweißen 465

7.1 Einführung 466

7.2 Funktion und Wirkung 468

7.3 Herstellen und Prüfen von Schweißverbindungen 469

7.3.1 Schweißverfahren 470

7.3.2 Schweißbeignung der Werkstoffe 476

7.3.3 Schweißpositionen 479

7.3.4 Stoß- und Nahtarten sowie Nahtformen beim Schmelzschweißen 479

7.3.5 Stoß- und Nahtarten sowie Nahtformen beim Pressschweißen 485

7.3.6 Gütesicherung von Schweißnähten 487

7.4 Gestaltung von Schweißverbindungen 489

7.4.1 Allgemeine Gestaltungsregeln 490

Inhaltsverzeichnis

7.4.2 Gestaltungsregeln im Stahlhoch-, Kran- und Brückenbau	499
7.4.3 Gestaltungsregeln im Kessel- und Druckbehälterbau	502
7.4.4 Gestaltungsregeln für Pressschweißverbindungen	503
7.5 Festigkeit von Schweißverbindungen	504
7.5.1 Festigkeitsnachweis im allgemeinen Maschinenbau	507
7.5.2 Festigkeitsnachweis nach der alten DIN 15018	520
7.5.3 Festigkeitsnachweis von Pressschweißverbindungen	529
7.6 Literatur	533
Kapitel 8 - Schrauben und Schraubenverbindungen	539
8.1 Einführung	540
8.2 Funktion und Wirkung	541
8.2.1 Gewindearten und Gewindebezeichnungen	542
8.2.2 Schrauben- und Mutterwerkstoffe sowie Herstellung	546
8.2.3 Grundformen von Schrauben, Muttern und Sicherungen	550
8.3 Kräfte und Momente im Gewinde	557
8.4 Gestaltung und Beanspruchung von Schraubenverbindungen	561
8.4.1 Gestaltung der Gewindeteile	562
8.4.2 Gestaltung der Schraubenverbindungen	564
8.4.3 Grundlagen zur Berechnung von Schraubenverbindungen	570
8.4.4 Kräfte und Verformungen bei statischer Betriebskraft als Längskraft	574
8.4.5 Kräfte und Verformungen bei dynamischer Betriebskraft als Längskraft	576
8.4.6 Einfluss der Krafteinleitung in die Verbindung	577
8.4.7 Kräfte und Verformungen bei Verwendung von Dehnschrauben	580
8.4.8 Setzen der Verbindung	580
8.4.9 Kräfte und Verformungen bei statischer oder dynamischer Querkraft	582
8.4.10 Sichern von Schraubenverbindungen	588
8.5 Montage von Schraubenverbindungen	590
8.5.1 Streuung der Montagevorspannkraft beim Anziehen	590
8.5.2 Kräfte und Momente beim Anziehen und Lösen	593
8.6 Festigkeit von Schraubenverbindungen	595
8.6.1 Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Berechnung	596
8.6.2 Überschlägige Schraubenberechnung nach VDI 2230	597
8.6.3 Schraubenauswahl und Beanspruchbarkeit im Maschinenbau	597
8.6.4 Einhaltung der maximal zulässigen Schraubenkraft	602

Inhaltsverzeichnis

8.6.5 Einhaltung der maximal zulässigen Dauerschwingbeanspruchung 602

8.6.6 Einhaltung der Flächenpressung an der Schraubenkopf- und Mutterauflagefläche sowie im Gewinde 605

8.6.7 Beanspruchbarkeit von Schrauben im Kran- und Stahlbau 607

8.6.8 Konstruktive Maßnahmen zur Steigerung der Dauerfestigkeit 609

8.7 Bewegungsschrauben und Spindeln 611

8.7.1 Kinematik der Bewegungsschraube 613

8.7.2 Auslegung und Berechnung von Spindel und Mutter 614

8.8 Literatur 617

Kapitel 9 - Stift-, Bolzenverbindungen und Sicherungselemente 623

9.1 Einführung 624

9.2 Funktion und Wirkung 624

9.2.1 Stifte Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele 624

9.2.2 Bolzen Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele 630

9.2.3 Sicherungselemente Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele 631

9.3 Beanspruchung von Stift-, Bolzenverbindungen sowie Sicherungselementen 634

9.3.1 Stiftverbindungen 634

9.3.2 Bolzenverbindungen 637

9.3.3 Sicherungselemente 642

9.4 Festigkeit von Stift-, Bolzenverbindungen sowie Sicherungselementen 643

9.4.1 Beanspruchbarkeit von Stift- und Bolzenverbindungen 643

9.4.2 Beanspruchbarkeit von Sicherungselementen 646

9.5 Literatur 646

Kapitel 10 - Federn 649

10.1 Einführung 650

10.2 Funktion und Wirkung von Federn 653

10.2.1 Federkennlinie und Federrate 655

10.2.2 Arbeitsvermögen und Wirkungsgrad 656

10.2.3 Nutzungsgrad 657

Inhaltsverzeichnis

10.2.4 Dämpfungsvermögen	659
10.2.5 Zusammenschaltung von Federn	660
10.2.6 Metallische Werkstoffe für Federn	662
10.2.7 Nichtmetallische Werkstoffe für Federn	663
10.3 Gestaltung und Beanspruchung von Federn	665
10.3.1 Zug-Druckfedern	666
10.3.2 Biegefedern	673
10.3.3 Torsions-(Dehnungs-)federn	687
10.3.4 Gummifedern	700
10.4 Festigkeit von Federn	707
10.4.1 Beanspruchbarkeit von Metallfedern	708
10.4.2 Beanspruchbarkeit von Gummifedern	715
10.5 Literatur	716
Kapitel 11 - Wellen und Achsen	719
11.1 Einführung	720
11.2 Funktion und Wirkung	721
11.2.1 Bauformen von Wellen und Achsen	723
11.2.2 Werkstoffe, Halbzeuge und Herstellung	728
11.3 Gestaltung und Berechnung von Wellen und Achsen	729
11.3.1 Beanspruchungs- und verformungsgerechte Gestaltung	731
11.3.2 Angreifende Kräfte und Momente	737
11.3.3 Entwurfsberechnung Überschlägiger Wellendurchmesser	742
11.4 Festigkeit von Wellen und Achsen	744
11.4.1 Nachweis der Sicherheit gegen Überschreiten der Dauerfestigkeit	746
11.4.2 Nachweis der Sicherheit im Zeitfestigkeitsbereich unter Verwendung von Lastkollektiven	760
11.4.3 Nachweis der Sicherheit gegen Überschreiten der Fließgrenze und Gewaltbruch	764
11.4.4 Nachweis der Einhaltung der zulässigen Flächenpressung und Scherspannung	771
11.4.5 Nachweis der Einhaltung der zulässigen Verformung	771
11.5 Dynamisches Verhalten von Wellen und Achsen	776
11.5.1 Biegeschwingungen	776
11.5.2 Torsionsschwingungen	780

Inhaltsverzeichnis

11.5.3 Auswuchten 784

11.6 Literatur 787

Kapitel 12 - Welle-Nabe-Verbindungen 793

12.1 Einleitung, Funktion und Wirkung 794

12.2 Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen 798

12.2.1 Passfedern und Scheibenfedern 798

12.2.2 Keilwellen- und Zahnwellenverbindungen 801

12.2.3 Polygonwellenverbindungen 804

12.2.4 Stirnzahnverbindung 807

12.3 Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen 808

12.3.1 Zylindrische Pressverbindungen 811

12.3.2 Konische Pressverbindungen (Kegelpressverbindungen) 822

12.3.3 Gestaltung von Pressverbindungen 826

12.3.4 Klemmverbindungen 828

12.4 Vorgespannte Formschlussverbindungen 831

12.4.1 Längskeilverbindungen 832

12.4.2 Weitere Keilverbindungen 834

12.5 Spannelementverbindungen 834

12.5.1 Ringkegel-Spannelemente, Spannsätze und Schrumpfscheiben 835

12.5.2 Sternscheiben, Druckhülsen und Toleranzringe 839

12.5.3 Hydraulische Spannbuchsen 840

12.6 Festigkeitsabfall in Welle-Nabe-Verbindungen 841

12.7 Literatur 842

Kapitel 13 - Kupplungen und Bremsen 847

13.1 Einführung 848

13.2 Funktion und Wirkung 848

13.3 Berechnungsgrundlagen zur Auslegung von Kupplungen und Bremsen
854

13.3.1 Betriebsverhalten von Antriebsmaschine, Kupplung und Arbeitsmaschine 854

13.3.2 Auslegung von nicht schaltbaren Kupplungen 857

13.3.3 Auslegung von schaltbaren Kupplungen 863

13.3.4 Auslegung von mechanischen Bremsen 867

13.4 Bauarten von nichtschaltbaren Kupplungen 870

Inhaltsverzeichnis

13.4.1 Starre Kupplungen 870

13.4.2 Nachgiebige Wellenkupplungen 872

13.5 Bauarten von schaltbaren Kupplungen 892

13.5.1 Fremdbetätigte Kupplungen 892

13.5.2 Selbsttätig schaltende Kupplungen 895

13.6 Bauarten von Bremsen 899

13.6.1 Trommelbremsen (Backenbremsen) 899

13.6.2 Scheibenbremsen und Kegelbremsen 902

13.7 Literatur 905

Register 909

Zum Geleit

Vorwort zur 2. aktualisierten Auflage

Kapitel 1 - Maschinenelemente und Konstruktion

1.1 Einführung Formulierung der konstruktiven Aufgabe

1.2 Ausgewählte Beispiele technischer Systeme

1.3 Versagensursachen von Maschinenelementen

1.4 Berechnung von Beanspruchung und Beanspruchbarkeit

1.4.1 Lastannahmen bei dynamischer Beanspruchung
(Schwingbeanspruchung)

1.4.2 Lastannahmen bei statischer Beanspruchung
(Maximalbeanspruchung)

1.5 Wirtschaftliche Bedeutung der Konstruktion und
Methodisches Konstruieren

1.6 Literatur

Kapitel 2 - Normen, Toleranzen, Passungen und
Oberflächen

2.1 Einführung

2.2 Normen, Richtlinien und Standards

2.3 Normzahlen

2.4 Toleranzen und Abweichungen

Inhaltsverzeichnis

2.4.1 Maßtoleranzen

2.4.2 Form- und Lagetoleranzen

2.4.3 Allgemeintoleranzen

2.4.4 Tolerierungsgrundsätze

2.5 Passungen

2.5.1 System Einheitsbohrung (EB)

2.5.2 System Einheitswelle (EW)

2.5.3 Beispiele zur Passungsauswahl

2.6 Oberflächen technischer Körper

2.7 Literatur

Kapitel 3 - Grundlagen der Festigkeitslehre

3.1 Einführung

3.2 Gang und Schema einer Festigkeitsberechnung

3.3 Ermittlung von Lasten und Beanspruchungen

3.3.1 Linear-elastisches Werkstoffverhalten

3.3.2 Normalspannungen in Bauteilen Zug, Druck und Biegung

3.3.3 Normalspannungen zwischen Flächen Flächenpressung

3.3.4 Hertzsche Pressung

3.3.5 Schubspannungen aus Querkraften Scheren und Schub

3.3.6 Schubspannungen aus Drehmomenten Torsion

3.3.7 Knickspannungen

3.3.8 Wärmespannungen

3.3.9 Eigenspannungen

3.4 Behandlung zusammengesetzter Beanspruchungen

3.4.1 Der lineare oder einachsige Spannungszustand

3.4.2 Der ebene oder zweiachsige Spannungszustand

3.4.3 Der räumliche oder dreiachsige Spannungszustand

3.4.4 Festigkeitshypothesen bei zusammengesetzter Beanspruchung

3.5 Ermittlung der Beanspruchbarkeit

3.5.1 Beanspruchbarkeit bei statischer Belastung

Inhaltsverzeichnis

3.5.2 Beanspruchbarkeit bei dynamischer Belastung

3.6 Festigkeitsmindernde Einflüsse Kerbwirkung, Oberflächen- und Größeneinfluss

3.6.1 Die Kerbformzahlen a_s und a_t

3.6.2 Die Kerbwirkungszahlen b_s und b_t

3.6.3 Oberflächen- und Größeneinfluss

3.6.4 Weitere schwingfestigkeitsmindernde Einflüsse

3.7 Festigkeitsberechnung Vergleich von Beanspruchung und Beanspruchbarkeit

3.7.1 Statischer Festigkeitsnachweis

3.7.2 Dauerfestigkeitsnachweis

3.7.3 Kritische Anmerkungen zur Sicherheitszahl

3.7.4 Betriebsfestigkeitsnachweis

3.7.5 Zulässige Flächenpressung und Hertzsche Pressung

3.8 Festigkeitsnachweis nach FKM-Richtlinie

3.8.1 Statischer Festigkeitsnachweis

3.8.2 Ermüdungsfestigkeitsnachweis

3.8.3 Kerbformzahlen und Kerbwirkungszahlen

3.8.4 Werkstofftabellen

3.8.5 FAT-Bauteilklassen

3.9 Festigkeitsnachweise in Normen und Richtlinien

3.10 Literatur

Kapitel 4 - Kleben

4.1 Einführung

4.2 Funktion und Wirkung Adhäsion und Kohäsion

4.3 Herstellen von Klebverbindungen

4.3.1 Einteilung der Klebstoffe

4.3.2 Klebtechnik und Oberflächenvorbehandlung

4.4 Gestaltung von Klebverbindungen

4.5 Festigkeit von Klebverbindungen

Inhaltsverzeichnis

4.5.1 Berechnung der Beanspruchung in einer einschnittigen Verbindung

4.5.2 Berechnung der Beanspruchung in Rundverbindungen und
Welle-Nabe-Verbindungen

4.5.3 Beanspruchbarkeit einer Klebverbindung

4.5.4 Einflüsse auf die Festigkeit

4.6 Literatur

Kapitel 5 - Lötén

5.1 Einführung

5.2 Funktion und Wirkung

5.3 Herstellen und Prüfen von Lötverbindungen

5.3.1 Lötverfahren

5.3.2 Lotarten und Flussmittel

5.4 Gestaltung von Lötverbindungen

5.5 Festigkeit von Lötverbindungen

5.5.1 Berechnung der Beanspruchung in einer Lötverbindung

5.5.2 Beanspruchbarkeit einer Lötverbindung

5.6 Literatur

Kapitel 6 - Nieten

6.1 Einführung

6.2 Funktion und Wirkung

6.2.1 Nietformen und Werkstoffe

6.2.2 Herstellung einer Nietverbindung

6.2.3 Verbindungsarten und Schnittigkeit

6.3 Gestaltung von Nietverbindungen

6.3.1 Maschinen- und Gerätebau

6.3.2 Stahl- und Kranbau

6.3.3 Leichtbau, Fahrzeug- und Flugzeugbau

6.3.4 Korrosionsschutz

6.4 Festigkeit von Nietverbindungen

Inhaltsverzeichnis

6.4.1 Kräfte in Nietverbindungen

6.4.2 Berechnung der Beanspruchungen in Nietverbindungen

6.4.3 Beanspruchbarkeit einer Nietverbindung

6.5 Literatur

Kapitel 7 - Schweißen

7.1 Einführung

7.2 Funktion und Wirkung

7.3 Herstellen und Prüfen von Schweißverbindungen

7.3.1 Schweißverfahren

7.3.2 Schweißbeignung der Werkstoffe

7.3.3 Schweißpositionen

7.3.4 Stoß- und Nahtarten sowie Nahtformen beim Schmelzschweißen

7.3.5 Stoß- und Nahtarten sowie Nahtformen beim Pressschweißen

7.3.6 Gütesicherung von Schweißnähten

7.4 Gestaltung von Schweißverbindungen

7.4.1 Allgemeine Gestaltungsregeln

7.4.2 Gestaltungsregeln im Stahlhoch-, Kran- und Brückenbau

7.4.3 Gestaltungsregeln im Kessel- und Druckbehälterbau

7.4.4 Gestaltungsregeln für Pressschweißverbindungen

7.5 Festigkeit von Schweißverbindungen

7.5.1 Festigkeitsnachweis im allgemeinen Maschinenbau

7.5.2 Festigkeitsnachweis nach der alten DIN 15018

7.5.3 Festigkeitsnachweis von Pressschweißverbindungen

7.6 Literatur

Kapitel 8 - Schrauben und Schraubenverbindungen

8.1 Einführung

8.2 Funktion und Wirkung

8.2.1 Gewindearten und Gewindebezeichnungen

8.2.2 Schrauben- und Mutternwerkstoffe sowie Herstellung

8.2.3 Grundformen von Schrauben, Muttern und Sicherungen

Inhaltsverzeichnis

8.3 Kräfte und Momente im Gewinde

8.4 Gestaltung und Beanspruchung von Schraubenverbindungen

8.4.1 Gestaltung der Gewindeteile

8.4.2 Gestaltung der Schraubenverbindungen

8.4.3 Grundlagen zur Berechnung von Schraubenverbindungen

8.4.4 Kräfte und Verformungen bei statischer Betriebskraft als Längskraft

8.4.5 Kräfte und Verformungen bei dynamischer Betriebskraft als Längskraft

8.4.6 Einfluss der Krafteinleitung in die Verbindung

8.4.7 Kräfte und Verformungen bei Verwendung von Dehnschrauben

8.4.8 Setzen der Verbindung

8.4.9 Kräfte und Verformungen bei statischer oder dynamischer Querkraft

8.4.10 Sichern von Schraubenverbindungen

8.5 Montage von Schraubenverbindungen

8.5.1 Streuung der Montagevorspannkraft beim Anziehen

8.5.2 Kräfte und Momente beim Anziehen und Lösen

8.6 Festigkeit von Schraubenverbindungen

8.6.1 Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Berechnung

8.6.2 Überschlägige Schraubenberechnung nach VDI 2230

8.6.3 Schraubenauswahl und Beanspruchbarkeit im Maschinenbau

8.6.4 Einhaltung der maximal zulässigen Schraubenkraft

8.6.5 Einhaltung der maximal zulässigen Dauerschwingbeanspruchung

8.6.6 Einhaltung der Flächenpressung an der Schraubenkopf- und Mutterauflagefläche sowie im Gewinde

8.6.7 Beanspruchbarkeit von Schrauben im Kran- und Stahlbau

8.6.8 Konstruktive Maßnahmen zur Steigerung der Dauerfestigkeit

8.7 Bewegungsschrauben und Spindeln

8.7.1 Kinematik der Bewegungsschraube

8.7.2 Auslegung und Berechnung von Spindel und Mutter

8.8 Literatur

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 9 - Stift-, Bolzenverbindungen und Sicherungselemente

9.1 Einführung

9.2 Funktion und Wirkung

9.2.1 Stifte Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele

9.2.2 Bolzen Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele

9.2.3 Sicherungselemente Bauformen, Werkstoffe, Normen und Einsatzbeispiele

9.3 Beanspruchung von Stift-, Bolzenverbindungen sowie Sicherungselementen

9.3.1 Stiftverbindungen

9.3.2 Bolzenverbindungen

9.3.3 Sicherungselemente

9.4 Festigkeit von Stift-, Bolzenverbindungen sowie Sicherungselementen

9.4.1 Beanspruchbarkeit von Stift- und Bolzenverbindungen

9.4.2 Beanspruchbarkeit von Sicherungselementen

9.5 Literatur

Kapitel 10 - Federn

10.1 Einführung

10.2 Funktion und Wirkung von Federn

10.2.1 Federkennlinie und Federrate

10.2.2 Arbeitsvermögen und Wirkungsgrad

10.2.3 Nutzungsgrad

10.2.4 Dämpfungsvermögen

10.2.5 Zusammenschaltung von Federn

10.2.6 Metallische Werkstoffe für Federn

10.2.7 Nichtmetallische Werkstoffe für Federn

10.3 Gestaltung und Beanspruchung von Federn

10.3.1 Zug-Druckfedern

Inhaltsverzeichnis

10.3.2 Biegefedern

10.3.3 Torsions-(Dehnungs-)federn

10.3.4 Gummifedern

10.4 Festigkeit von Federn

10.4.1 Beanspruchbarkeit von Metallfedern

10.4.2 Beanspruchbarkeit von Gummifedern

10.5 Literatur

Kapitel 11 - Wellen und Achsen

11.1 Einführung

11.2 Funktion und Wirkung

11.2.1 Bauformen von Wellen und Achsen

11.2.2 Werkstoffe, Halbzeuge und Herstellung

11.3 Gestaltung und Berechnung von Wellen und Achsen

11.3.1 Beanspruchungs- und verformungsgerechte Gestaltung

11.3.2 Angreifende Kräfte und Momente

11.3.3 Entwurfsberechnung Überschlägiger Wellendurchmesser

11.4 Festigkeit von Wellen und Achsen

11.4.1 Nachweis der Sicherheit gegen Überschreiten der
Dauerfestigkeit

11.4.2 Nachweis der Sicherheit im Zeitfestigkeitsbereich unter
Verwendung von Lastkollektiven

11.4.3 Nachweis der Sicherheit gegen Überschreiten der Fließgrenze
und Gewaltbruch

11.4.4 Nachweis der Einhaltung der zulässigen Flächenpressung und
Scherspannung

11.4.5 Nachweis der Einhaltung der zulässigen Verformung

11.5 Dynamisches Verhalten von Wellen und Achsen

11.5.1 Biegeschwingungen

11.5.2 Torsionsschwingungen

11.5.3 Auswuchten

Inhaltsverzeichnis

11.6 Literatur

Kapitel 12 - Welle-Nabe-Verbindungen

12.1 Einleitung, Funktion und Wirkung

12.2 Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen

12.2.1 Passfedern und Scheibenfedern

12.2.2 Keilwellen- und Zahnwellenverbindungen

12.2.3 Polygonwellenverbindungen

12.2.4 Stirnzahnverbindung

12.3 Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen

12.3.1 Zylindrische Pressverbindungen

12.3.2 Konische Pressverbindungen (Kegelpressverbindungen)

12.3.3 Gestaltung von Pressverbindungen

12.3.4 Klemmverbindungen

12.4 Vorgespannte Formschlussverbindungen

12.4.1 Längskeilverbindungen

12.4.2 Weitere Keilverbindungen

12.5 Spannelementverbindungen

12.5.1 Ringkegel-Spannelemente, Spannsätze und Schrumpfscheiben

12.5.2 Sternscheiben, Druckhülsen und Toleranzringe

12.5.3 Hydraulische Spannbuchsen

12.6 Festigkeitsabfall in Welle-Nabe-Verbindungen

12.7 Literatur

Kapitel 13 - Kupplungen und Bremsen

13.1 Einführung

13.2 Funktion und Wirkung

13.3 Berechnungsgrundlagen zur Auslegung von Kupplungen und Bremsen

13.3.1 Betriebsverhalten von Antriebsmaschine, Kupplung und Arbeitsmaschine

Inhaltsverzeichnis

13.3.2 Auslegung von nicht schaltbaren Kupplungen

13.3.3 Auslegung von schaltbaren Kupplungen

13.3.4 Auslegung von mechanischen Bremsen

13.4 Bauarten von nichtschaltbaren Kupplungen

13.4.1 Starre Kupplungen

13.4.2 Nachgiebige Wellenkupplungen

13.5 Bauarten von schaltbaren Kupplungen

13.5.1 Fremdbetätigte Kupplungen

13.5.2 Selbsttätig schaltende Kupplungen

13.6 Bauarten von Bremsen

13.6.1 Trommelbremsen (Backenbremsen)

13.6.2 Scheibenbremsen und Kegelbremsen

13.7 Literatur

Register

A

Achse

Achshalter 631

Anforderungsliste 45

Anisotropiefaktor 232, 236

Anregung 217

Anriss 27

Anstrengungsverhältnis 142

Antriebsmaschine 854

Antriebsstrang

Anwendungsfaktor 39, 43

Arbeitsmaschine 854

Arbeitsweise

Ausfallhäufigkeit 195

Ausfallwahrscheinlichkeit 159, 197, 207

Auslastungsgrad 214, 231, 259, 263, 319, 321, 324

Inhaltsverzeichnis

Auslegung

Ausschlagdauerfestigkeit 193

Auswuchten 784

B

Bach, Carl von (1847/1931) 142

Bauteil 144

Bauteilauslegung

Bauteilbeanspruchung

Bauteilfestigkeit 214, 252, 291

Bauteilgestalt 27, 275

Bauteilklasse (FAT) 275

Bauteilversagen 27, 144, 312

Beanspruchbarkeit 27, 31, 86, 144, 231, 271

Beanspruchung 31, 86, 144

Beanspruchungskollektiv 199

Beanspruchungs-Zeit-Funktion 33, 153, 201

Beanspruchungszustand

Belastung

Belastungsart

Belastungsfall 154, 299

Belastungshäufigkeit 152

Belastungsspektrum 197

Belastungszustand

Berührfläche 107

Betriebsfestigkeit 38, 304

Betriebsfestigkeitsnachweis 190, 194, 197, 214, 264, 304

Betriebsmessung 32, 215

Bewegungsschrauben 611

Biegedehngrenze 147

Biegefestigkeit 147

Biegefließgrenze 147

Inhaltsverzeichnis

Biegemoment
Biegemomentenverlauf 738, 742
Biegung
Blattfedern 673
Bolzenverbindungen
Bremsen
Bruch
Bruchdehnung 146, 223, 246
Bruchlastwechselzahl 155
Bruchmechanik 208
Brücke

D

Dauerbruch 144, 152
Dauerfestigkeit 156, 176
Dauerfestigkeitsbereich 157
Dauerfestigkeitsnachweis 191, 194, 264, 304
Dauerfestigkeitsschaubild 32
Dauerschwellfestigkeit 156, 339
Dauerschwingbruch 152, 192
Dauerwechselfestigkeit 161, 339
De Saint Venant (1797/1886) 98
Dehngrenze 147, 338
Dehnschraube 580
Dehnung 93, 94
Dehnungsbehinderung 128
Dichte 96
Diesellokomotive 22
Dimensionierung 92
Drehmoment 116, 299
Drehstabfedern 687
Drehzahl

Inhaltsverzeichnis

Drillung 117

Druckfestigkeit 147, 221

Durchbiegung 773

E

Eigenfrequenz 24, 652, 721

Eigenspannung 287, 295

Eingriffsstörung 29

Ein-Stufen-Kollektiv 38

Eisenbahnachse 155

Elastizitätsgrenze 144

Elastizitätsmodul 96, 244, 246

Elastizitätstheorie 90

Entwurfsrechnung 31

Ermüdung 152

Ermüdungsbeanspruchung 27, 44, 214, 216

Ermüdungsfestigkeitsnachweis 215, 264

Euler, Leonhard (1707/1783) 120

Expansion 97

Extremwertverteilung 201

F

Faser, neutrale 100, 102

FAT-Bauteilklasse 275, 289, 293, 309, 364

Federn 649

Federstecker 631

Feindehnungsdiagramm 146

Festigkeit

Festigkeitsbedingung 92, 190

Festigkeitsberechnung 86, 188, 217

Festigkeitsgrenze 137

Festigkeitshypothese 131, 138, 222, 229, 259, 260, 320

Festigkeitsmindernde Einflüsse 165, 289, 364

Inhaltsverzeichnis

Festigkeitsnachweis 86, 188, 392
Finite-Elemente-Methode 87, 217, 220, 225, 229, 267, 282, 285
FKM-Richtlinie 213
Flächenkennwert 93
Flächenpressung 107
Flächenschwerpunkt 101
Flächenträgheitsmoment 101, 103
Fliehkraft 27
Fließen 144, 256
Fließgrenze 231, 232, 236, 241, 242, 245, 248, 338
Formzahldiagramm 169, 170, 327, 328, 329, 330, 331
Freilauf
Fügeverfahren 396
Funktionsanalyse 45

G

Gasfeder 671
Gefährdungspotential 87, 90
Gelenkwelle 877
Gestaltänderungsenergie 140
Gestaltänderungsenergiehypothese 138, 140, 225, 229, 320, 322
Gestaltfestigkeit 178
Gestaltung
Getriebe
Gewaltbruch 144
Gleichgewicht 92
Gleitbrüche 138
Gleitmodul 98
Gleitung 93, 98, 100
Glockenkurve 195
Goodman-Gerade 163
Grenzlast

Inhaltsverzeichnis

Grenzlastwechselzahl 155, 156
Grenzspannungsausschlag 156
Größeneinfluss 144, 165, 184, 186, 272, 279, 334, 337
Größeneinflussfaktor 749
Größenfaktor 186
Grübchenbildung 28, 29
Grundbelastungsfälle 94
Gummifedern 700

H

Haigh-Diagramm 161, 298, 306
Hauptspannung 135, 136, 221, 225, 266
Herstellkosten 44
Hertz, Heinrich Rudolf (1857-1894) 108
Hertzsche Beiwerte 109
Hertzsche Pressung 28, 108
Hertzsche Theorie 108
Hooke, Robert (1635-1693) 95
Hookesches Gesetz 95
Hydraulikbagger 23
Hysteresen, geschlossene 199

K

Kegelstumpffedern 700
Keilwellenverbindung 801
Kennfunktion
Kennwert der Beanspruchbarkeit
Kerbempfindlichkeit 178, 179, 185, 752
Kerben
Kerbfall 170
Kerbform 167
Kerbformzahl 157, 166, 218, 276, 324, 747, 770
Kerbgeometrie 169

Inhaltsverzeichnis

Kerbgrund 165
Kerbgrundspannungskonzept 188, 218
Kerbschärfe 151
Kerbschlagbiegeversuch 151
Kerbschlagzähigkeit 151
Kerbspannung 170, 220, 229, 251, 254, 263, 267, 289, 365, 366
Kerbunempfindlichkeit 177
Kerbwirkung 165, 218, 275, 285
Kerbwirkungszahl 166, 176, 266, 275, 276, 277, 324, 332, 753, 755
Klassendurchgangsverfahren 198
Klassengrenze 199
Klassengrenzenüberschreitungsanzahlverfahren 198
Klassierung 38
Klassiervorgang 198
Klebeverbindungen 397
Klemmverbindung 828
Knicken
Kollektiv
Kollektivhöchstwert 38
Konische Pressverbindung
Konstruktion
Konstruktionskennwerte 214, 241, 275, 289
Konstruktionsmethodik 20, 44
Konstruktive Aufgabe 20
Kontaktellipse 108
Kontraktion 97
Korrosion 26, 30
Korrosionszeitfestigkeit 187
Kraft
Kran
Kriechermüdung 187

Inhaltsverzeichnis

Kriechkurve 148
Kristallerholung 148
Kristallerholungstemperatur 148
Kupplung 848
Kurzzeitfestigkeit 157

L

Lagerung
Längenänderung 94
Längsdehnung 97
Längspressverband
Last
Lastannahme 32, 215, 255, 317
Lastbegrenzung 92, 216
Lastkollektiv 38, 39, 197, 292, 304
Lastspannung 123
Lastspiel 33
Lastwechsel 27, 153, 264, 323
Lastwechselzahl 32, 155, 268, 272, 304
Laufbahn 108
Lebensdauer 207
Lebensdauerabschätzung 38, 190, 198, 205
Lebensdauerberechnung 198
Lebensdauerlinie 205, 312
Lochleibungsdruck 209
Lokomotive 22
Lötverbindungen

M

Materialabtrag 30
Materialermüdung 111
Maximalbeanspruchung 42, 43, 44, 223, 283
Mehrkörper-Simulation 215

Inhaltsverzeichnis

Mehrkörper-Simulationsmodell 36
Mindestsicherheit 31
Mises, Richard von (1883/1953) 140, 225
Mittelspannungseinfluss 159
Mittelspannungsempfindlichkeit 163, 295, 298, 338, 756
Mittelspannungsfaktor 269, 294, 300
Mohr, Christian Otto (1835/1918) 133
Mohrscher Spannungskreis 133
Moment

N

Nachweis
Nennbetrieb 40
Nennmoment
Nennspannung 218
Nennspannungskonzept 188, 218, 747
Nietverbindung 440
Normalspannung 93, 97, 100
Normalspannungshypothese 138, 225, 320, 322
Normalverteilung, logarithmische 201, 216
Normung
Normzahlen 56
Nulllinie 107
Nutzungsdauer 194
Nutzungszeit 201

O

Oberflächen
Oberflächeneinfluss 165, 184
Oberflächenfaktor 185
Oberflächenrauheit 749
Örtliche Spannung 219
Örtliches Konzept 189, 219, 747

Inhaltsverzeichnis

P

Passfederverbindung 798
Passschraube 584
Passungen 69
Phasen der Konstruktionsarbeit 46
Pittingbildung 28
Plankerbverzahnung 807
Plastifizierung, örtliche 127, 241, 246, 248
Plastizitätstheorie 90
Poisson (17811840) 97
Poissonsches Gesetz 97
Poissonzahl 97
Polygonwellenverbindung 804
Pressverband
Produktentwicklung 44
Proportionalitätsgrenze 144

Q

Querdehnung 97
Querdehnzahl 97
Querkontraktionsbehinderung 167
Querkontraktionszahl 96, 97
Querkraftverlauf 738
Querpressverband
Querschnitt, kritischer 188, 214
Quetschgrenze 147

R

Rain-Flow-Matrix 200, 270
Rain-Flow-Zählverfahren 199, 267
Randentkohlung 187
Randfaserabstand 104
Rankine, William (18201872) 138

Inhaltsverzeichnis

Rastlinie 27, 193

Reaktion

Reibkorrosion 187

Reibwerkstoffe 853

Reißfestigkeit 144

Rekristallisation 148

Residuum 200

Restbruchfläche 193

Restfestigkeit 208

Restlebensdauer 197

Restquerschnitt 27

Ringfeder 667

Risikofaktor 207

Rissfortschritt 27

Rissfortschrittskurve 208

R_{max} 82

Rollfedern 677

S

Satz von Steiner 104

Schadensakkumulation 206, 310

Schadensakkumulationshypothese 198, 264

Schadenshäufigkeit 195

Schadenssumme 206, 311

Schadenswahrscheinlichkeit 195

Schädigungsanteil 204

Schädigungsinhalt 200

Schädigungsrechnung 38, 190, 197, 205

Scheibenfederverbindung 798

Scherfestigkeit 147

Scherfließgrenze 147

Schiebung 98, 100

Inhaltsverzeichnis

Schließringbolzen 446
Schnittfindung 92
Schrauben
Schraubendrehfedern 677
Schraubenfedern
Schraubenverbindung
Schubmodul 98, 99
Schubspannung 114, 116, 118
Schubspannungsbruch 138
Schubspannungshypothese 138, 139
Schweißbeignung 476
Schweißkonstruktion 220
Schweißverbindung
Schweißverfahren 470
Schwingbeanspruchung 33, 151, 197
Schwingbruch 198
Schwingbruchfläche 193
Schwinger
Schwingfestigkeit
Schwingfestigkeitsmindernde Einflüsse 187
Schwingspiel 153, 198
Schwingungen
Schwingungssimulationsberechnung 87
Schwingungsverhalten 197, 217
Sicherheit 86
Sicherheitsanalyse 92
Sicherheitsfaktor 214, 233, 255, 256, 258, 316, 317, 318
Sicherheitszahl
Sicherungselemente
Sicherungsringe 631
Silentbuchse 701

Inhaltsverzeichnis

Simulation 36, 217
Smith-Diagramm 159, 292, 306
Sonderereignis 201, 216
Spannelementverbindung 834
Spannung 93
Spannungsarmglühen 129
Spannungs-Dehnungs-Diagramm 144, 146
Spannungsgefälle 179, 244, 276, 751
Spannungsgradient 180, 281
Spannungskennwerte 214, 223, 264, 291
Spannungskollektiv 222, 264, 267, 294, 305
Spannungskonzentration 138, 165, 220
Spannungsüberhöhung 167
Spannungsverhältnis 154, 265, 269, 290, 294, 297, 299, 301
Spannungsverteilung 101, 219, 242, 245
Spannungszustand 219, 266
Spindeln 611
Spiralfedern 677
Splint 631
Sprödbbruch 150
Stabfeder 666
Stabilitätsproblem
Stauchgrenze 147
Steifigkeit
Steiner, Jacob (1796/1863) 104
Stellringe 631
Stifte
Stiftverbindungen
Stirnzahnverbindung 807
Stoßfaktor 43
Streckgrenze 144, 146, 231, 236, 239, 241, 338

Inhaltsverzeichnis

Streumaß 207

Streuung 206, 207, 308

Stützwirkung 166, 170, 242, 248, 279, 285, 366, 765

Stützzahl 280, 281, 284, 336, 338, 751

Stützziffer

Summenhäufigkeitskurve 199

T

Teilbeanspruchbarkeit 191

Tellerfedern 680

Temperaturbelastung 93

Temperaturdifferenz 123

Temperaturfaktor 150, 237, 273

Tetmajer, Ludwig (1850/1905) 122

Toleranzen 57

Tolerierungsgrundsätze 67

Torsionsdehngrenze 147

Torsionsfestigkeit 147

Torsionsmoment 116, 224, 228, 333, 334

Tragfähigkeit 27

Tragfähigkeitsnachweis 31, 213, 273, 308

Trägheitsmoment 105

Trennbruch 138

Tresca, Henri (1814/1884) 139

U

Überdimensionierung 195, 197

Überschreitungshäufigkeit 201

Umlaufbiegung 36, 155, 723

V

Verdrehwinkel 116, 774

Verformung 95

Verformungszustand 98

Inhaltsverzeichnis

Vergleichsausschlagsspannung 143
Vergleichsmittelspannung 143, 297
Vergleichsnormalspannung 137
Vergleichsspannung 89, 137
Versagenskriterium
Verschleiß 26, 30
Vorgespannte Formschlussverbindung 831

W

Wälzkörper 108
Wälzlager 108
Warmdehngrenze 237, 256
Wärmeausdehnungskoeffizient 123, 775
Wärmespannung 123
Warmfestigkeit 237, 256
Warmstreckgrenze 128, 148
Warmzugfestigkeit 148
Welle
Welle-Nabe-Verbindung
Wellendurchmesser
Werkstoffauswahl 92, 338
Werkstoffkennwert 147, 231, 271, 338
Werkstoffprobe 144, 231, 269, 339
Werkstoffschädigung 152
Werkstoffverhalten
Werkstoffversagen 139
Werkstoffwechselfestigkeit 339
Wertanalyse 45
Widerstandsmoment 103, 105
Wiederkehrperiode 201
Windenergieanlage
Wirkprinzip

Inhaltsverzeichnis

Wöhler, August (1819|1914) 32, 154

Wöhlerlinie 38, 155, 264, 269, 292, 308, 313

Wöhlerlinienschar 290

Y

Young (1773|1829) 95

Z

Zählverfahren

Zahnflankenbruch 28

Zahnfußbruch 28

Zahnwellenverbindung 802

Zeitdehngrenze 148, 237, 239, 240, 256

Zeitfestigkeit 156, 311, 318

Zeitfestigkeitsbereich 157, 198, 304

Zeitfestigkeitsgerade 157, 308, 310, 311, 761

Zeitstandfestigkeit 148, 237, 239, 240, 256

Zeitstandverhalten 148

Zugfestigkeit 144, 146, 231, 232, 239, 241, 256, 271, 272, 281, 286

Zugversuch 144

Zylindrische Pressverbindung

Copyright

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.

Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: info@pearson.de

Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

<http://ebooks.pearson.de>