



Maschinenelemente 1

Festigkeit, Wellen, Verbindungen,
Federn, Kupplungen

2., aktualisierte Auflage

Berthold Schlecht

EXTRAS
ONLINE

ALWAYS LEARNING

PEARSON

Maschinenelemente 1

**Festigkeit, Wellen, Verbindungen,
Federn, Kupplungen**

2., aktualisierte Auflage

Berthold Schlecht

Maschinenelemente 1 - PDF

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

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 Querkräften – Scheren und Schub 114

3.3.6 Schubspannungen aus Drehmomenten – Torsion 116

Inhaltsverzeichnis

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 a_s und a_t	166
3.6.2 Die Kerbwirkungszahlen b_s und b_t	176
3.6.3 Oberflächen- und Größeneinfluss	184
3.6.4 Weitere schwingfestigkeitsmindernde Einflüsse	187
3.7 Festigkeitsberechnung – Vergleich von Beanspruchung und Beanspruchbarkeit	188
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

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 5 - Löten 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
- 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 Schweißseignung 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
 - 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

Inhaltsverzeichnis

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

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

Inhaltsverzeichnis

11.5.2 Torsionsschwingungen 780

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

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 Kegelscheibenbremsen 902

13.7 Literatur 905

Register 909

Zum Geleit

Inhaltsverzeichnis

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
 - 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

Inhaltsverzeichnis

- 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
- 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

- 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

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 5 - Löten

- 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
 - 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 Schweißeignung 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

Inhaltsverzeichnis

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 Mutterwerkstoffe sowie Herstellung

8.2.3 Grundformen von Schrauben, Muttern und Sicherungen

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

Inhaltsverzeichnis

8.7.2 Auslegung und Berechnung von Spindel und Mutter

8.8 Literatur

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

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 Kegembremsen

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

Auslegung

Ausschlagdauerfestigkeit 193

Auswuchten 784

B

Bach, Carl von (1847–1931) 142

Bauteil 144

Bauteilauslegung

Inhaltsverzeichnis

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
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

Inhaltsverzeichnis

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
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

Inhaltsverzeichnis

Festigkeitshypothese 131, 138, 222, 229, 259, 260, 320
Festigkeitsmindernde Einflüsse 165, 289, 364
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
Formzahlldiagramm 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
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

Inhaltsverzeichnis

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
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
Klassengrenzenüberschreitungszählverfahren 198
Klassierung 38
Klassiervorgang 198
Klebeverbindungen 397
Klemmverbindung 828
Knicken
Kollektiv
Kollektivhöchstwert 38
Konische Pressverbindung

Inhaltsverzeichnis

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

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

P

Passfederverbindung 798
Passschraube 584
Passungen 69
Phasen der Konstruktionsarbeit 46
Pittingbildung 28
Plankerbverzahnung 807
Plastifizierung, örtliche 127, 241, 246, 248
Plastizitätstheorie 90
Poisson (1781–1840) 97

Inhaltsverzeichnis

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 (1820–1872) 138
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

Inhaltsverzeichnis

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
Schließringbolzen 446
Schnittfindung 92
Schrauben
Schraubendrehfedern 677
Schraubenfedern
Schraubenverbindung
Schubmodul 98, 99
Schubspannung 114, 116, 118
Schubspannungsbruch 138
Schubspannungshypothese 138, 139
Schweißeignung 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
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

Inhaltsverzeichnis

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
Vergleichsausschlagspannung 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

Inhaltsverzeichnis

Werkstoffprobe 144, 231, 269, 339
Werkstoffschädigung 152
Werkstoffverhalten
Werkstoffversagen 139
Werkstoffwechselfestigkeit 339
Wertanalyse 45
Widerstandsmoment 103, 105
Wiederkehrperiode 201
Windenergieanlage
Wirkprinzip
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>