



norelem

DAS VOLLE PROGRAMM

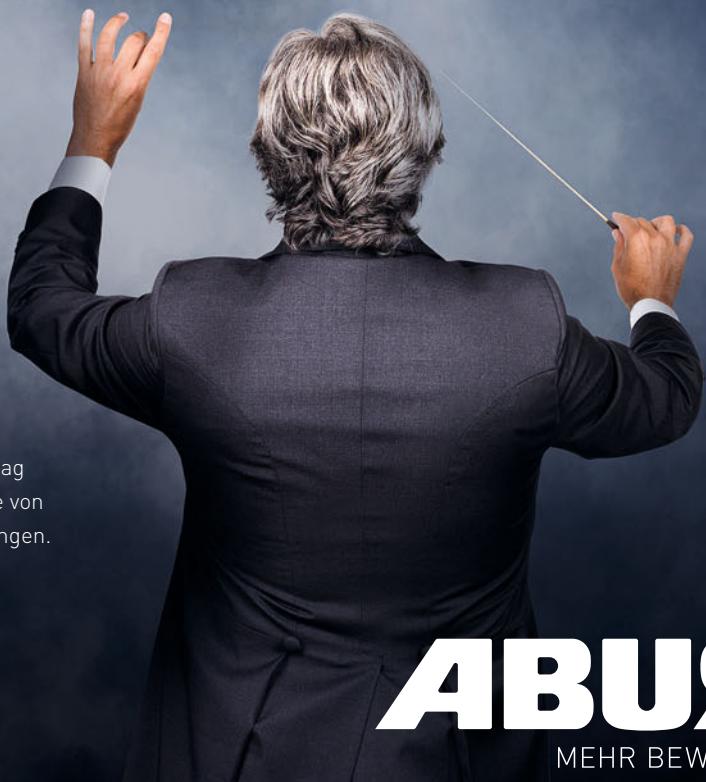


THE BIG GREEN BOOK EDITION 2022

- Sichern Sie sich **THE BIG GREEN BOOK** ganz einfach online.
 - Über **70.000 Norm- und Bedienteile** aus einer Hand: einfach bestellt – sofort geliefert.
 - Schnelles Konstruieren ohne Konfiguration dank kostenfreier CAD-Daten.

1 Konstruktive Grundlagen, Normzahlen	1–22
2 Toleranzen, Passungen, Oberflächenbeschaffenheit	23–40
3 Festigkeitsberechnung	41–82
4 Tribologie	83–99
5 Kleb- und Lötverbindungen	101–123
6 Schweißverbindungen	125–200
7 Nietverbindungen	201–228
8 Schraubenverbindungen	229–298
9 Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente	299–330
10 Elastische Federn	331–377
11 Achsen, Wellen und Zapfen	379–413
12 Elemente zum Verbinden von Wellen und Nabben	415–460
13 Kupplungen und Bremsen	461–537
14 Wälzlager	539–598
15 Gleitlager	599–656
16 Riemengetriebe	657–689
17 Kettengetriebe	691–711
18 Elemente zur Führung von Fluiden (Rohrleitungen)	713–740
19 Dichtungen	741–763
20 Zahnräder und Zahnradgetriebe (Grundlagen)	765–791
21 Stirnräder mit Evolventenverzahnung	793–847
22 Kegelräder und Kegelradgetriebe	849–872
23 Schraubrad- und Schneckengetriebe	873–899
24 Umlaufgetriebe	901–924

DIE KUNST DES HEBENS



Schwere Motoren zum Schweben
bringen und präzise auf den Punkt
an ihren Einbauort dirigieren:
Kein Kunststück, sondern Arbeitsalltag
unserer Kunden. Profitieren auch Sie von
richtungsweisenden ABUS Kranlösungen.

verkauf@abus-kransysteme.de

02261 37 - 148

www.abus-kransysteme.de



ABUS
MEHR BEWEGEN.

Zykloidgetriebe – Garanten für Präzision, Dynamik und Effizienz

Mit über 11 Millionen Präzisionsgetrieben im Einsatz steht Nabtesco wie kein anderer für extreme Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit.



Von unserem Stammsitz in Düsseldorf beliefern wir Kunden aus ganz Europa mit unseren hochleistungsfähigen Zykloidgetrieben. Von der Robotik über den Werkzeugmaschinenbau bis hin zur Medizintechnik verlassen sich weltweit führende Hersteller unterschiedlichster Branchen auf die Kompetenz von Nabtesco. Mit einem Marktanteil von über 60 % ist Nabtesco in der Robotik weltweit sogar die Nummer Eins! Kein Wunder: In den hochwertigen Getrieben steckt die geballte Engineering-Kompetenz von mehr als drei Jahrzehnten. Neben unseren bewährten Getriebeserien liegt unsere besondere Stärke in den Engineering Services mit kundenindividuellen Sonderanfertigungen und Veredelungen.

Christian Spura · Bernhard Fleischer ·
Herbert Wittel · Dieter Jannasch

Roloff/Matek Maschinenelemente Band 1

Normung, Berechnung, Gestaltung

26. Auflage

Mit 731 Abbildungen, 79 vollständig durch gerechneten
Beispielen und einem Tabellenbuch mit 296 Tabellen

Christian Spura
Hochschule Hamm-Lippstadt
Hamm, Deutschland

Bernhard Fleischer
Berufskolleg Platz der Republik für Technik und
Medien
Mönchengladbach, Deutschland

Herbert Wittel
Reutlingen, Deutschland

Dieter Jannasch
Wertingen, Deutschland

ISBN 978-3-658-40913-5
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-40914-2>

ISBN 978-3-658-40914-2 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 1994, 2000, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung und Lektorat: Eric Blaschke

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Im Jahr 1963 haben Hermann Roloff von der damaligen Fachschule Technik Braunschweig und Wilhelm Matek von der damaligen Fachschule Technik Nürnberg den „*Roloff/Matek Maschinenelemente*“ erstmals verfasst. 60 Jahre und 26 Auflagen später ist der *Roloff/Matek* noch das Standardwerk in Ausbildung, Studium und Beruf im Bereich der Maschinenelemente. Kennzeichnend für dieses Werk ist nach wie vor die Normenaktualität, die leichte Verständlichkeit der Inhalte und die direkt anwendbaren Auslegungs- und Berechnungsgleichungen mit vorgerechneten Beispielen aus der Praxis.

In der vorliegenden 26. Auflage, welche zeitgleich mit der zugehörigen Aufgaben- (21. Auflage) und Formelsammlung (17. Auflage) erscheint, wurden die Kapitel Festigkeitsberechnung, Kleb- und Lötverbindungen sowie Nietverbindungen überarbeitet.

Die im Lehr- und Tabellenbuch vorgenommenen Änderungen zu Bildern, Tabellen und Gleichungen sowie die damit verbundenen Verweise in der zugehörigen Aufgaben- (21. Auflage) und Formelsammlung (17. Auflage) sowie im Titel „Entwickeln, Konstruieren, Berechnen“ (8. Auflage) wurden entsprechend angepasst. Im YouTube-Kanal [Roloff-Matek](#) werden Maschinenelemente besprochen und Aufgaben mit Lösungshinweisen vorgerechnet. Damit kann das Lehrsystem *Roloff/Matek* in seiner Gesamtheit genutzt werden.

Für das Arbeiten in der Konstruktionspraxis mit dem vorliegenden Buch weisen wir darauf hin, dass es zwingend erforderlich ist, die jeweils *aktuellen* und vor allem *vollständigen* Ausgaben der entsprechenden Normen und der anderen maßgebenden Regelwerke zur Berechnung von Bauteilen zugrunde zu legen. Für die praktische Auslegung von Kaufteilen, wie z. B. *Spannlemente*, *Kupplungen* und *Bremsen*, *Wälz- und Gleitlager*, *Ketten- und Riemenge triebe* usw., sind jeweils die aktuellen Leistungsdaten und Berechnungsunterlagen der entsprechenden Herstellerfirmen maßgebend, die von den Angaben im Lehrbuch abweichen können. Gleiches gilt auch für Artikel der Zulieferindustrie, die keine Maschinenelemente im eigentlichen Sinne sind, wie z. B. *Schmierstoffe*, *Klebstoffe* und *Lote*. Trotz sorgfältigster Recherchen kann bei Bezugnahme auf Regelwerke, Richtlinien, Firmenschriften u. a. keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden.

Weiterhin war eine Reihe von kleineren Aktualisierungen erforderlich, um die Normenaktualität sicherzustellen. Für die Berechnung von Maschinenelementen möchten wir auf zwei Berechnungsprogramme hinweisen, welche sich für das Studium wie auch die Praxis eignen: *KISSsoft* (www.kisssoft.com) und *MDesign* (www.mdesign.de). Beides sind professionelle Berechnungsprogramme zur Auslegung, Optimierung und Nachrechnung von Maschinenelementen und Getrieben. Zudem besteht für KISSsoft eine Erweiterung, um die Auslegung ganzer Getriebe und die Analyse für alle Zahnräder, Wellen sowie Lager gleichzeitig durchzuführen.

Abschließend möchten wir den Firmen danken, die uns durch zahlreiche Informationen wie Zeichnungen, Fotos, Funktions- und Verwendungsbeschreibungen, Richt-, Einbau- und Tabellenwerte nun schon Jahrzehntelang kontinuierlich und zuverlässig unterstützt haben. Mit diesen und anderen Unterlagen sowie durch wertvolle Hinweise und Anregungen haben sie unsere Arbeit wesentlich erleichtert, auch wenn nicht alle Informationen infolge Umfangsbeschränkungen verwendet werden konnten. Bedanken möchten sich die Autoren ebenso bei den Lesern für die vielen konstruktiven Zuschriften, die Veränderungen in nachfolgenden Auflagen bewirkten. Natürlich hoffen wir, dass sie weiterhin durch konstruktive Kritik zur Verbesserung des Buches beitragen werden. Dem Springer Vieweg Verlag, insbesondere Frau Ellen Kläbunde und Herrn Eric Blaschke vom Lektorat Maschinenbau danken die Autoren für die Anregungen zur weiteren Abstimmung des Lehrsystems auf die Bedürfnisse der Leser sowie die Bereitschaft zur kontinuierlichen Weiterentwicklung und die professionelle und reibungslose Abwicklung.

Hamm, Mönchengladbach im Juni 2023

Christian Spura
Bernhard Fleischer

Inhaltsverzeichnis

1	Konstruktive Grundlagen, Normzahlen	1
1.1	Arten und Einteilung der Maschinenelemente	1
1.2	Grundlagen des Normenwesens	1
1.2.1	Nationale und internationale Normen, Technische Regelwerke	2
1.2.2	Werdegang einer DIN-Norm	2
1.3	Normzahlen (Vorzugszahlen und -maße)	5
1.3.1	Bedeutung der Normzahlen	5
1.3.2	Aufbau der Normzahlreihen	5
1.3.3	Anwendung der Normzahlen	6
1.3.4	Berechnungsbeispiele	9
1.4	Allgemeine konstruktive Grundlagen	10
1.4.1	Konstruktionsmethodik	11
1.4.2	Grundlagen des Gestaltens	16
1.4.3	Rechnereinsatz im Konstruktions- und Entwicklungsprozess	21
2	Toleranzen, Passungen, Oberflächenbeschaffenheit	23
2.1	Toleranzen	23
2.1.1	Maßtoleranzen	23
2.1.2	Formtoleranzen	26
2.1.3	Lagetoleranzen	27
2.1.4	Toleranzangaben in Zeichnungen	27
2.2	Passungen	29
2.2.1	Grundbegriffe	29
2.2.2	ISO-Passsysteme	30
2.2.3	Passungsauswahl	31
2.2.4	Tolerierungsgrundsätze	32
2.2.5	Toleranzketten	33
2.3	Oberflächenbeschaffenheit	33
2.3.1	Gestaltabweichung	33
2.3.2	Oberflächenangaben in Zeichnungen	36
2.4	Berechnungsbeispiele	37
3	Festigkeitsberechnung	41
3.1	Allgemeines	41
3.2	Beanspruchungs- und Belastungarten	42
3.3	Werkstoffverhalten, Festigkeitskenngrößen, Festigkeitsnachweiskonzepte	46
3.3.1	Statische Festigkeitswerte (Werkstoffkennwerte)	46
3.3.2	Dynamische Festigkeitswerte (Werkstoffkennwerte)	49
3.3.3	Festigkeitsnachweiskonzepte	53
3.4	Statische Bauteilfestigkeit	54

3.5	Dynamische Bauteilfestigkeit (Gestaltfestigkeit)	56
3.5.1	Konstruktionskennwerte	56
3.5.2	Ermittlung der Gestaltfestigkeit (Bauteilfestigkeit)	61
3.6	Sicherheiten	65
3.7	Praktische Festigkeitsberechnung	66
3.7.1	Überschlägige Berechnung	66
3.7.2	Statischer Festigkeitsnachweis	68
3.7.3	Dynamischer Festigkeitsnachweis (Ermüdungsfestigkeitsnachweis)	69
3.7.4	Dynamischer Festigkeitsnachweis – Einzelbelastungen, Lastkollektive, Zeitfestigkeit, Dauerfestigkeit	70
3.7.5	Tragfähigkeitsnachweis im Stahlbau	74
3.8	Berechnungsbeispiele	76
4	Tribologie	83
4.1	Funktion und Wirkung	83
4.2	Reibung, Reibungsarten	84
4.3	Reibungszustände (Schmierungszustände)	85
4.4	Beanspruchung im Bauteilkontakt, Hertz'sche Pressung	88
4.5	Schmierstoffe	90
4.5.1	Schmieröle	90
4.5.2	Schmierfette	93
4.5.3	Sonstige Schmierstoffe	93
4.6	Schmierstoffzufuhr	94
4.7	Schäden an Maschinenelementen	96
4.7.1	Verschleiß	96
4.7.2	Korrosion	97
4.7.3	Schadensbilder	98
5	Kleb- und Lötverbindungen	101
5.1	Klebverbindungen	101
5.1.1	Funktion und Wirkung	101
5.1.2	Herstellen der Klebverbindungen	104
5.1.3	Gestalten und Entwerfen	105
5.1.4	Berechnunggrundlagen	109
5.1.5	Berechnungsbeispiele	111
5.2	Lötverbindungen	112
5.2.1	Funktion und Wirkung	112
5.2.2	Herstellen der Lötverbindungen	116
5.2.3	Gestalten und Entwerfen	116
5.2.4	Berechnunggrundlagen	119
5.2.5	Berechnungsbeispiel	122
6	Schweißverbindungen	125
6.1	Funktion und Wirkung	125
6.1.1	Wirkprinzip und Anwendung	125
6.1.2	Schweißverfahren	126
6.1.3	Auswirkungen des Schweißvorganges	129
6.2	Gestalten und Entwerfen	132
6.2.1	Schweißbarkeit der Bauteile	132
6.2.2	Stoß- und Nahtarten	137
6.2.3	Gütesicherung	142

6.2.4	Zeichnerische Darstellung von Schweißverbindungen nach DIN EN ISO 2553	143
6.2.5	Schweißgerechtes Gestalten	149
6.3	Berechnung von Schweißkonstruktionen	161
6.3.1	Schweißverbindungen im Stahlbau	161
6.3.2	Berechnung der Schweißverbindungen im Maschinenbau	179
6.3.3	Berechnung geschweißter Druckbehälter nach AD 2000-Regelwerk	184
6.4	Berechnungsbeispiele	190
7	Nietverbindungen	201
7.1	Funktion und Wirkung	201
7.2	Die Niete	202
7.2.1	Nietformen	202
7.2.2	Nietwerkstoffe	207
7.2.3	Bezeichnung der Niete	207
7.3	Herstellung der Nietverbindungen	208
7.3.1	Allgemeine Hinweise	208
7.3.2	Warmnietung	209
7.3.3	Kaltnietung	209
7.4	Verbindungsarten, Schnittigkeit	209
7.5	Nietverbindungen im Stahlbau	210
7.5.1	Allgemeine Richtlinien	210
7.5.2	Berechnung der Bauteile	210
7.5.3	Berechnung der Niete und Nietverbindungen	213
7.5.4	Gestaltung der Nietverbindungen	218
7.6	Nietverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	219
7.6.1	Anwendungsbeispiele	219
7.6.2	Maßnahmen zur Erhöhung der Dauerfestigkeit	219
7.6.3	Festigkeitsnachweise	220
7.7	Stanzniet- und Clinchverbindungen	221
7.7.1	Stanznieten	221
7.7.2	Clinchen	223
7.8	Berechnungsbeispiele	225
8	Schraubenverbindungen	229
8.1	Funktion und Wirkung	229
8.1.1	Aufgaben und Wirkprinzip	229
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	240
8.2	Gestalten und Entwerfen	241
8.2.1	Gestaltung der Gewindeteile	241
8.2.2	Gestaltung der Schraubenverbindungen	241
8.2.3	Vorauslegung der Schraubenverbindung	247
8.3	Berechnung von Befestigungsschrauben	249
8.3.1	Kraft- und Verformungsverhältnisse bei vorgespannten Schraubenverbindungen	249
8.3.2	Setzverhalten der Schraubenverbindungen	256
8.3.3	Dauerhaltbarkeit der Schraubenverbindungen, dynamische Sicherheit	257
8.3.4	Anziehen der Verbindung, Anziehdrehmoment	259
8.3.5	Montagevorspannkraft, Anziehfaktor und -verfahren	262
8.3.6	Beanspruchung der Schraube beim Anziehen	264

8.3.7	Einhaltung der maximal zulässigen Schraubenkraft, Berechnung der statischen Sicherheit	265
8.3.8	Flächenpressung an den Auflageflächen	266
8.3.9	Praktische Berechnung der Befestigungsschrauben im Maschinenbau	267
8.3.10	Lösen der Schraubenverbindung, Sicherungsmaßnahmen	268
8.4	Beanspruchung durch hohe und tiefe Temperaturen	270
8.4.1	Schraubenverbindungen bei hohen Temperaturen	271
8.4.2	Schraubenverbindungen bei tiefen Temperaturen	272
8.4.3	Relaxation von Schraubenverbindungen	272
8.4.4	Werkstoffauswahl	273
8.5	Schraubenverbindungen im Stahlbau	274
8.5.1	Anwendung	274
8.5.2	Schraubenarten	275
8.5.3	Geschraubte Anschlüsse	275
8.5.4	Moment(schub)belastete Anschlüsse	279
8.5.5	Konsolanschlüsse	281
8.6	Bewegungsschrauben	282
8.6.1	Entwurf	282
8.6.2	Nachprüfung auf Festigkeit	283
8.6.3	Nachprüfung auf Knickung	285
8.6.4	Nachprüfung des Muttergewindes (Führungs Gewinde)	286
8.6.5	Wirkungsgrad der Bewegungsschrauben, Selbsthemmung	287
8.7	Berechnungsbeispiele	287
9	Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente	299
9.1	Funktion und Wirkung	299
9.2	Bolzen	299
9.2.1	Formen und Verwendung	299
9.2.2	Gestalten und Entwerfen der Bolzenverbindungen im Maschinenbau	300
9.2.3	Berechnen der Bolzenverbindungen im Maschinenbau	302
9.2.4	Gestalten und Entwerfen von Bolzenverbindungen im Stahlbau	304
9.2.5	Bemessung für massive Rundbolzen nach DIN EN 1993-1-8	306
9.3	Stifte und Spannbuchsen	308
9.3.1	Formen und Verwendung	308
9.3.2	Berechnung der Stiftverbindungen	311
9.4	Sicherungselemente	314
9.4.1	Sicherungsringe (Halteringe)	314
9.4.2	Splinte und Federstecker	318
9.4.3	Achshalter	319
9.5	Gestaltungs- und Anwendungsbeispiele	320
9.6	Berechnungsbeispiele	323
10	Elastische Federn	331
10.1	Funktion und Wirkung	331
10.1.1	Federrate, Federkennlinie	332
10.1.2	Federungsarbeit	333
10.1.3	Schwingungsverhalten und Dämpfung	335
10.1.4	Federarten	336
10.1.5	Federwerkstoffe	337
10.1.6	Auswahl und Optimierung von Federn	337
10.2	Zug- und druckbeanspruchte Federn	338
10.2.1	Zugstäbe	338
10.2.2	Ringfedern	338



SICHER. ZUVERLÄSSIG. INNOVATIV. SEIT 1897.

Über 125 Jahre Erfolgsgeschichte!



mayr® Antriebstechnik ist heute mit acht Vertriebsbüros in Deutschland, Niederlassungen in Europa, Asien, USA und über 40 weiteren Ländervertretungen auf der ganzen Welt vor Ort präsent.

Wir bieten führende Technologie bei Sicherheitsbremsen, Sicherheitskupplungen und Wellenkupplungen. Unsere Komponenten decken ein breites Spektrum an Dreh- und Bremsmomenten zwischen 0,1 und 1.000.000 Nm ab. Anwender haben die Wahl aus einem umfangreichen Standard-Portfolio, wir erstellen aber auch kundenspezifische Sonderlösungen. Unsere Produkte kommen in zahlreichen Branchen zum Einsatz, von der Medizintechnik bis zu Aufzügen und Fahrtreppen, Werkzeugmaschinen, Robotik und Automation, Extrudern, Windkraftanlagen, Stahlindustrie, Tunnel und Bergbau und vielen mehr.

Eine Vielzahl renommierter Maschinenhersteller vertraut auf die Zuverlässigkeit dieser Antriebskomponenten. Qualität und innovative, wirtschaftliche Lösungen sind weltweit gefragt.

Hochqualifizierte Ingenieure und Facharbeiter entwickeln und fertigen bei *mayr*® branchenoptimierte Antriebslösungen, die das Unternehmen weltweit bekannt gemacht haben und heute der Garant sind für rund 1350 sichere und attraktive Arbeitsplätze.

10.3	Biegebeanspruchte Federn	339
10.3.1	Einfache Blattfedern	339
10.3.2	Geschichtete Blattfedern	341
10.3.3	Drehfedern	342
10.3.4	Spiralfedern	344
10.3.5	Tellerfedern	347
10.4	Torsionsbeanspruchte Federn aus Metall	355
10.4.1	Drehstabfedern	355
10.4.2	Zylindrische Schraubenfedern mit Kreisquerschnitt	357
10.4.3	Zylindrische Schraubenfedern mit Rechteckquerschnitt	365
10.4.4	Kegelige Schraubendruckfedern	366
10.5	Federn aus Gummi	367
10.5.1	Eigenschaften von Gummi	367
10.5.2	Ausführung, Anwendung	367
10.6	Berechnungsbeispiele	370
11	Achsen, Wellen und Zapfen	379
11.1	Funktion und Wirkung	379
11.2	Gestalten und Entwerfen	380
11.2.1	Gestaltungsgrundsätze	380
11.2.2	Entwurfsberechnung	383
11.3	Kontrollberechnungen	396
11.3.1	Festigkeitsnachweis	396
11.3.2	Elastisches Verhalten	398
11.3.3	Kritische Drehzahl	401
11.4	Berechnungsbeispiele	405
12	Elemente zum Verbinden von Wellen und Nabben	415
12.1	Funktion und Wirkung	415
12.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	415
12.2.1	Pass- und Scheibenfederverbindungen	415
12.2.2	Keil- und Zahnwellenverbindungen	420
12.2.3	Polygonverbindungen	422
12.2.4	Stirnzahnverbindungen	424
12.2.5	Stiftverbindungen	424
12.3	Kraftschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	425
12.3.1	Zylindrische Pressverbände	425
12.3.2	Kegelpressverbände	434
12.3.3	Spannlement-Verbindungen	438
12.3.4	Klemmverbindung	444
12.3.5	Keilverbindungen	449
12.4	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	451
12.5	Berechnungsbeispiele	452
13	Kupplungen und Bremsen	461
13.1	Funktion und Wirkung von Kupplungen	461
13.2	Berechnungsgrundlagen zur Kupplungsauswahl	466
13.2.1	Anlaufdrehmoment, zu übertragendes Kupplungsmoment	466
13.2.2	Beschleunigungsdrhmoment, Trägheitsmoment	467
13.2.3	Betriebsverhalten von Antriebs- und Arbeitsmaschinen	469
13.2.4	Kupplungsdrehmoment	470
13.2.5	Auslegung nachgiebiger Wellenkupplungen	473
13.2.6	Auslegung von schaltbaren Reibkupplungen	477

13.3	Nicht schaltbare Kupplungen	480
13.3.1	Starre Kupplungen	480
13.3.2	Nachgiebige Kupplungen (Ausgleichskupplungen)	481
13.4	Schaltbare Kupplungen	494
13.4.1	Fremdbetätigte Kupplungen (Schaltkupplungen)	497
13.4.2	Momentbetätigte Kupplungen (Sicherheitskupplungen)	507
13.4.3	Drehzahlbetätigte Kupplungen (Fliehkräftekupplungen)	509
13.4.4	Richtungsbetätigte Kupplungen (Freilaufkupplungen)	510
13.4.5	Induktionskupplungen	512
13.4.6	Hydrodynamische Kupplungen	515
13.5	Hinweise für Einsatz und Auswahl von Kupplungen	517
13.6	Bremsen	520
13.6.1	Funktion und Wirkung	520
13.6.2	Berechnung	520
13.6.3	Bauformen	521
13.7	Berechnungsbeispiele	525
14	Wälzlager	539
14.1	Funktion und Wirkung	539
14.1.1	Aufgaben und Wirkprinzip	539
14.1.2	Einteilung der Lager	540
14.1.3	Richtlinien zur Anwendung von Wälzlagern	543
14.1.4	Ordnung der Wälzlager	543
14.2	Gestalten und Entwerfen von Wälzlagerungen	556
14.2.1	Lageranordnung	556
14.2.2	Lagerauswahl	559
14.2.3	Gestaltung der Lagerungen	559
14.2.4	Schmierung der Wälzlager	563
14.2.5	Lagerabdichtungen	567
14.2.6	Vorauswahl der Lagergröße	567
14.3	Berechnung der Wälzlager	568
14.3.1	Statische Tragfähigkeit	568
14.3.2	Dynamische Tragfähigkeit	569
14.3.3	Minderung der Lagertragzahlen C und C_0	574
14.3.4	Erreichbare Lebensdauer – modifizierte Lebensdauerberechnung	574
14.3.5	Gebrauchsduauer	576
14.3.6	Höchstdrehzahlen	576
14.4	Gestaltungsbeispiele für Wälzlagerungen	577
14.5	Wälzgelagerte Bauelemente	580
14.6	Lineare Wälzführungen	585
14.6.1	Funktion und Eigenschaften	585
14.6.2	Auswahl von Führungen, Linearsysteme	587
14.7	Berechnungsbeispiele	589
15	Gleitlager	599
15.1	Funktion und Wirkung	599
15.1.1	Wirkprinzip	599
15.1.2	Anordnung der Gleitflächen	599
15.1.3	Reibung und Schmierstoffeinflüsse	600
15.1.4	Hydrodynamische Schmierung	603
15.2	Anwendung	606



Online Tools 2.0

Mit unseren Engineering Tools sind Sie ganz schnell in der Auslegung Ihres mechanischen Antriebsstranges. Durch die intuitive Bedienung sparen Sie Zeit und Nerven. Kontinuierlich pflegen, verbessern und erweitern wir die Palette unserer Online Tools. Rund um die Uhr für Sie da um Ihren Arbeitsalltag einfacher zu gestalten.

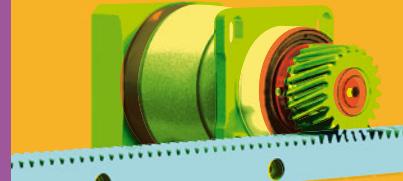
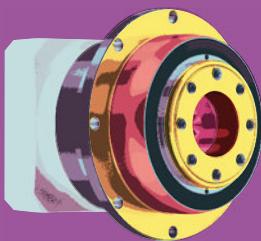
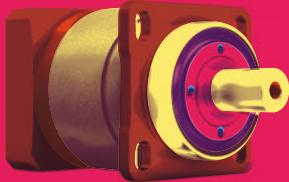
<https://tools.lenze-selection.com>



Lenze
SELECTION

15.3	Gestalten und Entwerfen	607
15.3.1	Gleitlagerwerkstoffe	607
15.3.2	Gestaltungs- und Betriebseinflüsse	611
15.3.3	Schmierstoffversorgung der Gleitlager	615
15.3.4	Gestaltung der Radial-Gleitlager	618
15.3.5	Gestaltung der Axial-Gleitlager	626
15.3.6	Lagerdichtungen	628
15.4	Berechnungsgrundlagen	630
15.4.1	Berechnung der Radialgleitlager	630
15.4.2	Berechnung der Axialgleitlager	641
15.5	Berechnungsbeispiele	647
16	Riemengetriebe	657
16.1	Funktion und Wirkung	657
16.1.1	Aufgaben und Wirkprinzip	657
16.1.2	Riemenaufbau und Riemenwerkstoffe	657
16.2	Gestalten und Entwerfen	661
16.2.1	Bauarten und Verwendung	661
16.2.2	Ausführung der Riemengetriebe	665
16.3	Auslegung der Riemengetriebe	668
16.3.1	Theoretische Grundlagen zur Berechnung der Riemengetriebe	668
16.3.2	Praktische Berechnung der Riemengetriebe	674
16.4	Berechnungsbeispiele	683
17	Kettengetriebe	691
17.1	Funktion und Wirkung	691
17.1.1	Aufgaben und Einsatz	691
17.1.2	Kettenarten, Ausführung und Anwendung	691
17.1.3	Kettenräder	695
17.1.4	Verbindungsglieder für Rollenketten	696
17.1.5	Mechanik der Kettengetriebe	696
17.2	Gestalten und Entwerfen von Rollenkettengetrieben	697
17.2.1	Verzahnungsangaben	698
17.2.2	Festlegen der Zähnezahlen für die Kettenräder	699
17.2.3	Gestalten der Kettenräder	700
17.2.4	Kettenauswahl	701
17.2.5	Gliederzahl, Achsabstand	702
17.2.6	Anordnung der Kettengetriebe	703
17.2.7	Durchhang des Kettentrumms	704
17.2.8	Hilfseinrichtungen	704
17.2.9	Schmierung und Wartung der Kettengetriebe	704
17.3	Berechnung der Kräfte am Kettengetriebe	706
17.4	Berechnungsbeispiel	708
18	Elemente zur Führung von Fluiden (Rohrleitungen)	713
18.1	Funktionen, Wirkungen und Einsatz	713
18.2	Bauformen	713
18.2.1	Rohre	713
18.2.2	Schläuche	715
18.2.3	Formstücke	716
18.2.4	Armaturen	716

18.3	Gestalten und Entwerfen	720
18.3.1	Vorschriften, Begriffe und Definitionen	720
18.3.2	Rohrverbindungen	722
18.3.3	Dehnungsausgleicher	726
18.3.4	Rohrhalterungen	727
18.3.5	Gestaltungsrichtlinien für Rohrleitungsanlagen	729
18.3.6	Darstellung der Rohrleitungen	729
18.4	Berechnungsgrundlagen	730
18.4.1	Rohrquerschnitt und Druckverlust in Flüssigkeitsströmungen	730
18.4.2	Berechnung der Wanddicke gegen Innendruck	732
18.5	Berechnungsbeispiele	738
19	Dichtungen	741
19.1	Funktion und Wirkung	741
19.2	Berührungs dichtungen zwischen ruhenden Bauteilen (Statische Dichtungen)	743
19.2.1	Unlösbar Berührungs dichtungen	743
19.2.2	Lösbar Dichtungen	744
19.3	Berührungs dichtungen zwischen relativ bewegten Bauteilen (Dynamische Dichtungen)	751
19.3.1	Dichtungen für Drehbewegungen	751
19.3.2	Dichtungen für Längsbewegung ohne oder mit Drehbewegung	758
19.4	Berührungs freie Dichtungen zwischen relativ bewegten Bauteilen	761
20	Zahnräder und Zahnradgetriebe (Grundlagen)	765
20.1	Funktion und Wirkung	765
20.1.1	Zahnräder und Getriebearten	765
20.1.2	Verzahnungsgesetz und Eingriffsverhalten	772
20.1.3	Flankenprofile und Verzahnungsarten	774
20.1.4	Bezugsprofil der Evolventenverzahnung	778
20.2	Herstellung	779
20.3	Zahnradwerkstoffe	780
20.4	Schmierung	781
20.5	Getriebewirkungsgrad	784
20.6	Konstruktionshinweise für Zahnräder und Getriebegehäuse	785
20.6.1	Gestaltungsvorschläge	785
20.6.2	Darstellung, Maßeintragung	790
21	Stirnräder mit Evolvenverzahnung	793
21.1	Geometrie der Gera stirnräder	793
21.1.1	Begriffe und Bestimmungsgrößen	793
21.1.2	Verzahnungsmaße der Nullräder	795
21.1.3	Eingriffsstrecke, Profilüberdeckung	797
21.1.4	Profilverschiebung (Geradverzahnung)	798
21.1.5	Evolventenfunktion und ihre Anwendung bei V-Getrieben	805
21.1.6	Berechnungsbeispiele (Geometrie der Geradverzahnung)	808
21.2	Geometrie der Schrägstirnräder	811
21.2.1	Grundformen, Schrägungswinkel	811
21.2.2	Verzahnungsmaße	812
21.2.3	Eingriffsverhältnisse, Gesamtüberdeckung	814
21.2.4	Profilverschiebung (Schrägverzahnung)	815
21.2.5	Berechnungsbeispiele (Geometrie der Schrägverzahnung)	818



Individuelle Talente alpha Value Line

Effizienz in allen Achsen

Die Getriebebaureihe alpha Value Line ist universell einsetzbar und bietet für jede Anforderung die beste wirtschaftliche Lösung.

Erfahren Sie mehr:

www.wittenstein-alpha.de/alpha-value-line



WITTENSTEIN

alpha

WITTENSTEIN alpha – intelligente Antriebssysteme

www.wittenstein-alpha.de

21.3	Toleranzen, Verzahnungsqualität	820
21.3.1	Flankenspiele und Zahndickenabmaße	820
21.3.2	Prüfmaße für die Zahndicke	821
21.3.3	Berechnungsbeispiele (Toleranzen, Verzahnungsqualität)	823
21.4	Entwurfsberechnung (Außenverzahnung)	825
21.4.1	Vorwahl der Hauptabmessungen	825
21.4.2	Vorgehensweise zur Ermittlung der Verzahnungsgeometrie	828
21.5	Tragfähigkeitsnachweis für Außenradpaare	830
21.5.1	Schadensmöglichkeiten an Zahnrädern	830
21.5.2	Kraftverhältnisse	831
21.5.3	Belastungseinflussfaktoren	833
21.5.4	Nachweis der Zahnußtragfähigkeit	837
21.5.5	Nachweis der Grübchentragfähigkeit	840
21.5.6	Berechnungsbeispiele (Tragfähigkeitsnachweis)	843
22	Kegelräder und Kegelradgetriebe	849
22.1	Grundformen, Funktion und Verwendung	849
22.2	Geometrie der Kegelräder	850
22.2.1	Geradverzahnte Kegelräder	850
22.2.2	Schrägverzahnte Kegelräder	855
22.3	Entwurfsberechnung	858
22.4	Tragfähigkeitsnachweis	861
22.4.1	Kraftverhältnisse	861
22.4.2	Nachweis der Zahnußtragfähigkeit	863
22.4.3	Nachweis der Grübchentragfähigkeit	864
22.5	Berechnungsbeispiele für Kegelradgetriebe	865
23	Schraubrad- und Schneckengetriebe	873
23.1	Schraubradgetriebe	873
23.1.1	Funktion und Wirkung	873
23.1.2	Geometrische Beziehungen	873
23.1.3	Eingriffsverhältnisse	875
23.1.4	Kraftverhältnisse (Null-Verzahnung)	875
23.1.5	Berechnung der Getriebeabmessungen (Null-Verzahnung)	877
23.2	Schneckengetriebe	878
23.2.1	Funktion und Wirkung	878
23.2.2	Geometrische Beziehungen bei Zylinderschneckengetrieben mit $\Sigma = 90^\circ$ Achsenwinkel	882
23.2.3	Eingriffsverhältnisse	885
23.2.4	Kraftverhältnisse	886
23.2.5	Entwurfsberechnung für Schneckengetriebe	887
23.2.6	Tragfähigkeitsnachweis	889
23.2.7	Berechnungsbeispiele	894
24	Umlaufgetriebe	901
24.1	Funktion und Wirkung	901
24.1.1	Vergleich von Stand- und Umlaufgetrieben	903
24.1.2	Das Umlaufgetriebeprinzip	903
24.1.3	Symbolische Darstellung der Umlaufgetriebe nach WOLF	904
24.2	Berechnung von Umlaufgetrieben	905
24.2.1	Standübersetzung und Standwirkungsgrad	905
24.2.2	Grafischer Drehzahlplan nach KUTZBACH	906

24.2.3 Drehzahlen und Umlaufübersetzungen	907
24.2.4 Drehmomente	909
24.2.5 Leistungen	911
24.2.6 Leistungsflüsse	912
24.2.7 Umlaufwirkungsgrade	914
24.2.8 Selbsthemmung und Selbstbremsung	915
24.3 Gestalten und Entwerfen	916
24.3.1 Belastungsausgleich, Lastverteilung und Zentrierung	916
24.3.2 Einbaubedingungen (Einfach-, Doppel- und Stufenplanet)	917
24.3.3 Zusammengesetzte Umlaufgetriebe	918
24.3.4 Prinzipielle Vorgehensweise bei der Getriebekonstruktion	920
24.4 Berechnungsbeispiele	921
Literatur	1271
Sachwortverzeichnis	1281

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine und konstruktive Grundlagen	925
TB 1-1 Stahlauswahl für den allgemeinen Maschinenbau	926
TB 1-2 Eisenkohlenstoff-Gusswerkstoffe	934
TB 1-3 Nichteisenmetalle	941
TB 1-4 Kunststoffe	953
TB 1-5 Warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl für allgemeine Verwendung nach DIN EN 10 058	957
TB 1-6 Rundstäbe	957
TB 1-7 Flacherzeugnisse aus Stahl (Auszug)	958
TB 1-8 Warmgewalzte gleichschenklige Winkel aus Stahl nach EN 10056-1	960
TB 1-9 Warmgewalzte ungleichschenklige Winkel aus Stahl nach EN 10056-1	962
TB 1-10 Warmgewalzter U-Profilstahl mit geneigten Flanschflächen nach DIN 1026-1	964
TB 1-11 Warmgewalzte I-Träger nach DIN 1025 (Auszug)	966
TB 1-12 Warmgewalzter gleichschenkliger T-Stahl mit gerundeten Kanten und Übergängen nach DIN EN 10055	968
TB 1-13 Hohlprofile, Rohre	969
TB 1-14 Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente	975
TB 1-15 Maßstäbe in Abhängigkeit vom Längenmaßstab, Stufensprünge und Reihen zur Typung	977
TB 1-16 Normzahlen nach DIN 323	978
2 Toleranzen, Passungen, Oberflächenbeschaffenheit	979
TB 2-1 Grundtoleranzen IT in Anlehnung an DIN EN ISO 286-1	979
TB 2-2 Zahlenwerte der Grundabmaße von Außenflächen (Wellen) in μm nach DIN EN ISO 286-1 (Auszug)	980
TB 2-3 Zahlenwerte der Grundabmaße von Innenpassflächen (Bohrungen) in μm nach DIN EN ISO 286-1 (Auszug)	981
TB 2-4 Passungen für das System Einheitsbohrung nach DIN EN ISO 286-2 (Auszug) Abmaße in μm	983
TB 2-5 Passungen für das System Einheitswelle nach DIN EN ISO 286-2 (Auszug) Grenzabmaße in μm	985
TB 2-6 Allgemeintoleranzen	987
TB 2-7 Formtoleranzen nach DIN EN ISO 1101 (Auszug)	988
TB 2-8 Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 1101 (Auszug)	989
TB 2-9 Anwendungsbeispiele für Passungen	990
TB 2-10 Zuordnung der Rauheitswerte R_z und R_a in μm für spanende gefertigte Oberflächen zu ISO-Toleranzgraden IT (Richtwerte nach Industrieangaben bzw. DIN 5425) ..	991
TB 2-11 Empfehlung für gemittelte Rautiefe R_z in Abhängigkeit von Nennmaß, Toleranzklasse und Flächenfunktion (nach Rochusch)	991
TB 2-12 Rauheit von Oberflächen in Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren (Auszug aus zurückgezogener DIN 4766-1)	992
3 Festigkeitsberechnung	993
TB 3-1 Dauerfestigkeitsschaubilder	993
TB 3-2 Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der Werkstoff-Festigkeitswerte (nach FKM-Richtlinie)	996

TB 3-3	Plastische Formzahlen α_{pl} für den statischen Festigkeitsnachweis	996
TB 3-4	Anhaltswerte für Anwendungs- bzw. Betriebsfaktor K_A	997
TB 3-5	Kerbformzahlen α_k	999
TB 3-6	Stützzahl	1001
TB 3-7	Kerbwirkungszahlen (Anhaltswerte)	1003
TB 3-8	Kerbwirkungszahlen	1003
TB 3-9	Einflussfaktor der Oberflächenrauheit K_O nach DIN 743	1005
TB 3-10	Faktoren K für den Größeneinfluss	1005
TB 3-11	Einflussfaktor der Oberflächenverfestigung K_V ; Richtwerte für Stahl nach FKM-Richtlinie	1007
TB 3-12	Faktoren zur Berechnung der Mittelspannungsempfindlichkeit nach FKM-Richtlinie	1007
TB 3-13	Sicherheiten, Mindestwerte	1008
4 Tribologie	.....	1009
TB 4-1	Reibungszahlen	1009
TB 4-2	Effektive dynamische Viskosität η_{eff} in Abhängigkeit von der effektiven Schmierfilmtemperatur ϑ_{eff} für Normöle (Dichte $\varrho = 900 \text{ kg/m}^3$)	1010
TB 4-3	Druckviskositätskoeffizient α für verschiedene Schmieröle	1011
TB 4-4	Spezifische Wärmekapazität c von Mineralölen (Mittelwerte) in Abhängigkeit von Temperatur und Dichte	1011
TB 4-5	Eigenschaften und Anwendungen wichtiger synthetischer Schmieröle	1011
TB 4-6	Klassifikation für Kfz-Getriebeöle nach API (American Petroleum Institute)	1013
TB 4-7	Eigenschaften von Lager-Schmierstoffen (Auswahl). Schmieröle	1013
TB 4-8	Eigenschaften der Schmierfette	1014
TB 4-9	Klassifikation für Schmierfette nach NLGI (National Lubricating Grease Institut)	1016
TB 4-10	Kriterien für die Auswahl von Zentralschmieranlagen	1016
TB 4-11	Elektrochemische Spannungsreihe (Elektrodenpotential in Volt von Metallen in wässriger Lösung gegen Wasserstoffelektrode)	1016
5 Kleb- und Lötverbindungen	.....	1017
TB 5-1	Oberflächenbehandlungsverfahren für Klebverbindungen	1017
TB 5-2	Richtwerte für die Anwendung von Klebstoffen (Auswahl)	1018
TB 5-3	Festigkeitswerte für kaltaushärtende Zweikomponentenklebstoffe (nach Herstellerangaben)	1019
TB 5-4	Hartlote nach DIN EN ISO 17672 und ihre Anwendung (Auswahl)	1020
TB 5-5	Weichlote nach DIN EN ISO 9453 und ihre Anwendung (Auswahl)	1022
TB 5-6	Richtwerte für Lötspaltbreiten	1023
TB 5-7	Zug- und Scherfestigkeit von Hartlötverbindungen (nach BrazeTec – Umicore, ehem. Degussa)	1023

6 Schweißverbindungen	1025
TB 6-1 Symbolische Darstellung von Schweiß- und Lötnähten nach DIN EN ISO 2553	1025
TB 6-2 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten für Schweißverbindungen aus Stahl nach DIN EN ISO 5817 (Auswahl)	1028
TB 6-3 Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen nach DIN EN ISO 13 920	1030
TB 6-4 Zulässige Abstände von Schweißpunkten im Stahlbau (DIN EN 1993-1-3)	1030
TB 6-5 Nennwerte der Streckgrenze R_e und der Zugfestigkeit R_m für warmgewalzten Baustahl nach DIN EN 1993-1-1	1031
TB 6-6 Nennwerte der Streckgrenze R_e und der Zugfestigkeit R_m für Gusswerkstoffe nach DIN EN 1993-1-8/NA.B.3	1032
TB 6-7 Korrelationsbeiwert β_w für Kehlnähte nach DIN EN 1993-1-8	1032
TB 6-8 Maximales c/t-Verhältnis von ein- und beidseitig gelagerten Plattenstreifen für volles Mittragen unter Druckspannungen nach DIN EN 1993-1-1 (Auszug) ..	1033
TB 6-9 Zuordnung der Druckstabquerschnitte zu den Knicklinien nach TB 6-10 (DIN EN 1993-1-1)	1034
TB 6-10 Knicklinien	1035
TB 6-11 Bauformenkatalog für die Ausführung und Dauerfestigkeitsbewertung von Schweißverbindungen an Stählen im Maschinenbau nach DVS-Richtlinie 1612 (Auszug) ..	1035
TB 6-12 Zulässige Dauerfestigkeitswerte (Oberspannungen) für Schweißverbindungen im Maschinenbau nach Richtlinie DVS 1612 (Gültig für Bauteildicke $2 \text{ mm} \leq t \leq 10 \text{ mm}$, $> 2 \cdot 10^6$ Lastwechsel, $S_D = 1,5$)	1040
TB 6-13 Dickenbeiwert für geschweißte Bauteile im Maschinenbau nach DVS 1612	1041
TB 6-14 Festigkeitskennwerte K im Druckbehälterbau bei erhöhten Temperaturen	1042
TB 6-15 Berechnungstemperatur für Druckbehälter nach AD 2000-Merkblatt B0	1046
TB 6-16 Sicherheitsbeiwerte für Druckbehälter nach AD 2000-Merkblatt B0 (Auszug) ..	1046
TB 6-17 Berechnungsbeiwerte C für ebene Platten und Böden nach AD 2000-Merkblatt B5 (Auszug)	1047
7 Nietverbindungen	1049
TB 7-1 Vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen für den Zusammenbau nach DIN ISO 5845-1	1049
TB 7-2 Grenzwerte für Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete an Stahlbauten nach EC 3 (Bezeichnungen nach Bild 7.16)	1050
TB 7-3 Genormte Blindniete mit Sollbruchdorn (Übersicht)	1050
TB 7-4 Nietverbindungen im Stahlbau mit Halbrundnieten nach DIN 124, s. Maßbild 7.12 Lehrbuch (Auszug)	1051
TB 7-5 Nietverbindungen im Metallbau mit Halbrundniet nach DIN 660, s. Maßbild 7.12 Lehrbuch (Auszug)	1052
TB 7-6 Zulässige Wechselspannungen $\sigma_W \text{ zul}$ in N/mm^2 für gelochte Bauteile aus S235 (S355) nach DIN 15018-1	1053
TB 7-7 Zulässige Spannungen in N/mm^2 für Nietverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen (nach Erhard/Strickle)	1053
TB 7-8 Statische Scherbruch- und Zugbruchkräfte von genormten Blindnieten in N je Nietquerschnitt	1054
TB 7-9 Anhaltswerte für die Gestaltung geclinchter Verbindungen aus Stahlblech. Bezeichnung s. Bild 7.21	1054
TB 7-10 Von runden Clinchverbindungen max. übertragbare Scherzugkräfte je Punkt (Anhaltswerte nach Merkblatt DVS/EFB 3420) Scherzugprobe: St- und Al-Bleche 1 mm dick, Punktdurchmesser 8 mm	1055

8 Schraubenverbindungen	1057
TB 8-1 Metrisches ISO-Gewinde (Regelgewinde) nach DIN 13-1 (Auszug)	1057
TB 8-2 Metrisches ISO-Feingewinde nach DIN 13-5...10 (Auszug)	1058
TB 8-3 Metrisches ISO-Trapezgewinde nach DIN 103 (Auszug)	1059
TB 8-4 Festigkeitsklassen, Werkzeuge und mechanische Eigenschaften von Schrauben nach DIN EN ISO 898-1 (Auszug)	1060
TB 8-5 Genormte Schrauben (Auswahl). Einteilung nach DIN ISO 1891 (zu den Bildern sind die Nummern der betreffenden DIN-Normen gesetzt)	1060
TB 8-6 Genormte Muttern (Auswahl). Einteilung nach DIN ISO 1891 (zu den Bildern sind die Nummern der betreffenden DIN-Normen gesetzt)	1062
TB 8-7 Mitverspannte Zubehörteile für Schraubenverbindungen nach DIN (Auswahl). Einteilung nach DIN ISO 1891 (zu den Bildern sind die Nummern der betreffenden DIN-Normen gesetzt)	1063
TB 8-8 Konstruktionsmaße für Verbindungen mit Sechskantschrauben (Auswahl aus DIN-Normen) Gewindemaße s. TB 8-1	1064
TB 8-9 Konstruktionsmaße für Verbindungen mit Zylinder- und Senkschrauben (Auswahl aus DIN-Normen) Gewindemaße s. TB 8-1	1066
TB 8-10 Richtwerte für Setzbetrag und Grenzflächenpressung (nach VDI 2230)	1068
TB 8-11 Richtwerte für den Anziehfaktor k_A (Auswahl nach VDI 2230)	1069
TB 8-12 Reibungszahlen für Schraubenverbindungen bei verschiedenen Oberflächen- und Schmierzuständen	1070
TB 8-13 Richtwerte zur Vorwahl der Schrauben	1072
TB 8-14 Spannkräfte F_{sp} und Spannmomente M_{sp} für Schaft- und Dehnschrauben bei verschiedenen Gesamtreibungszahlen μ_{ges}	1073
TB 8-15 Einschraublängen l_e für Grundlochgewinde – Anhaltswerte nach Schraubenvademecum	1074
TB 8-16 Funktion/Wirksamkeit von Schraubensicherungen bei hochfesten Schrauben (nach VDI 2230)	1077
TB 8-17 Beiwerte α_b und k_1 zur Ermittlung der Lochleibungstragfähigkeit im Stahl- und Aluminiumbau (EC3 und EC9)	1078
TB 8-18 Richtwerte für die zulässige Flächenpressung p_{zul} bei Bewegungsschrauben	1078
9 Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente	1079
TB 9-1 Richtwerte für die zulässige mittlere Flächenpressung (Lagerdruck) p_{zul} bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten (z. B. Gelenke, Drehpunkte, Auszug verschiedener Herstellerangaben)	1079
TB 9-2 Bolzen nach DIN EN 22340 (ISO 2340), DIN EN 22341 (ISO 2341) und DIN 1445, Lehrbuch Bild 9.2 (Auswahl)	1080
TB 9-3 Abmessungen in mm von ungehärteten Zylinderstiften DIN EN ISO 2338 (Auswahl). Lehrbuch Bild 9.7a	1083
TB 9-4 Mindest-Abscherkraft in kN für zweischnittige Stiftverbindungen (Scherversuch nach DIN EN 28749, Höchstbelastung bis zum Bruch)	1083
TB 9-5 Pass- und Stützscheiben DIN 988 (Auswahl)	1084
TB 9-6 Achshalter nach DIN 15058 (Auswahl), Maßbild 9-16 (Lehrbuch). Maße in mm ..	1084
TB 9-7 Sicherungsringe für Wellen und Bohrungen (Auswahl)	1084
TB 9-8 Sicherungsscheiben für Wellen	1086

10 Elastische Federn	1089
TB 10-1 Festigkeitswerte von Federwerkstoffen in N/mm ² (Auswahl)	1089
TB 10-2 Runder Federstahldraht	1090
TB 10-3 Zugfestigkeitswerte für Federstahldraht nach DIN EN 10270-1 bis DIN EN 10270-3 bei statischer Beanspruchung	1091
TB 10-4 Kaltgewalzte Stahlbänder aus Federstählen nach DIN EN 10132-4 und nach DIN EN 10151 (Auszug)	1092
TB 10-5 Warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn nach DIN EN 10089 (Auszug)	1093
TB 10-6 Drähte aus Kupferlegierungen nach DIN EN 12 166 (Auszug)	1093
TB 10-7 Spannungsbeiwert q für Drehfedern	1094
TB 10-9 Tellerfedern nach DIN EN 16983 (Auszug)	1094
TB 10-8 Dauerfestigkeitsschaubild für zylindrische Drehfedern aus Federdraht DH (Grenzlastspielzahl $N \geq 10^7$)	1094
TB 10-10 Empfohlenes Spiel zwischen Bolzen bzw. Hülse und Tellerfeder nach DIN EN 16983	1096
TB 10-11 Tellerfedern; Kennwerte und Bezugswerte	1097
TB 10-12 Dauer – und Zeitfestigkeitsschaubilder für nicht kugelgestrahlte Tellerfedern nach DIN EN 16983	1098
TB 10-13 Reibungsfaktor w_M (w_R) zur Abschätzung der Paketfederkräfte (Randreibung) in $1 \cdot 10^{-3}$	1098
TB 10-14 Drehstabfedern mit Kreisquerschnitt	1099
TB 10-15 Druckfedern	1099
TB 10-16 Dauerfestigkeitsschaubilder nach DIN EN 13906-1 für kaltgeformte Schraubendruckfedern aus patentiert-gezogenem Federstahldraht der Sorten DH oder SH; Grenzlastspielzahl $N = 10^7$	1094
TB 10-17 Dauerfestigkeitsschaubilder nach DIN EN 13906-1 für kaltgeformte Schraubendruckfedern aus vergütetem Federstahldraht der Sorten FD oder TD; Grenzlastspielzahl $N = 10^7$	1100
TB 10-18 Dauerfestigkeitsschaubilder nach DIN EN 13906-1 für kaltgeformte Schraubendruckfedern aus vergütetem Federstahldraht der Sorte VD; Grenzlastspielzahl $N = 10^7$	1101
TB 10-19 Dauerfestigkeitsschaubilder nach DIN EN 13906-1 für kalt- bzw. warmgeformte Schraubendruckfedern	1101
TB 10-20 Theoretische Knicklänge von Schraubendruckfedern nach DIN EN 13906-1	1102
TB 10-21 Korrekturfaktoren zur Ermittlung der inneren Schubspannung bei Zugfedern nach DIN EN 13906-2 bei statischer Beanspruchung	1102
11 Achsen, Wellen und Zapfen	1103
TB 11-1 Zylindrische Wellenenden nach DIN 748-1 (Auszug)	1103
TB 11-2 Kegelige Wellenenden mit Außengewinde nach DIN 1448-1 (Auszug)	1104
TB 11-3 Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente für häufig vorkommende Wellenquerschnitte (ca.-Werte)	1105
TB 11-4 Freistiche nach DIN 509 (Auszug)	1106
TB 11-5 Richtwerte für zulässige Verformungen	1107
TB 11-6 Stützkräfte und Durchbiegung bei Achsen und Wellen von gleichbleibendem Querschnitt	1108
TB 11-7 Kenngrößen für die Verformungsberechnung für Achsen und Wellen mit Querschnittsveränderung bei Belastungen links (a) bzw. rechts (b) von der Lagerstelle	1110

12 Elemente zum Verbinden von Wellen und Naben	1111
TB 12-1 Welle-Nabe-Verbindungen (Richtwerte für den Entwurf)	1111
TB 12-2 Angaben für Passfederverbindungen	1112
TB 12-3 Keilwellen-Verbindungen	1114
TB 12-4 Zahnwellenverbindingen	1115
TB 12-5 Abmessungen der Polygonprofile in mm	1116
TB 12-6 Haftbeiwert, Querdehnzahl und Längenausdehnungskoeffizient, max. Fügetemperatur .	1117
TB 12-7 Bestimmung der Hilfsgröße K für Vollwellen aus Stahl	1118
TB 12-8 Kegel (in Anlehnung an DIN EN ISO 1119)	1118
TB 12-9 Kegel-Spannsysteme (Auszüge aus Werksnormen)	1119
13 Kupplungen und Bremsen	1121
TB 13-1 Scheibenkupplungen nach DIN 116, Lehrbuch Bild 13.9, Formen A, B und C . . .	1121
TB 13-2 Biegenachgiebige Ganzmetallkupplung, Lehrbuch Bild 13.14b (Thomas-Kupplung, Bauform 923, nach Werknorm)	1122
TB 13-3 Elastische Klauenkupplung, Lehrbuch Bild 13.26 (N-Eupex-Kupplung, Bauform B, nach Werknorm)	1123
TB 13-4 Elastische Klauenkupplung, Lehrbuch Bild 13.27 (Hadeflex-Kupplung, Bauform XW1, nach Werknorm)	1124
TB 13-5 Hochelastische Wulstkupplung, Lehrbuch Bild 13.29 (Radaflex-Kupplung, Bauform 300, nach Werknorm)	1125
TB 13-6 Mechanisch betätigte BSD-Lamellenkupplungen, Lehrbuch Bild 13.37a und b (Bauformen 493 und 491, nach Werknorm)	1126
TB 13-7 Elektromagnetisch betätigte BSD-Lamellenkupplung, Lehrbuch Bild 13.41 (Bauform 100, nach Werknorm)	1127
TB 13-8 Faktoren zur Auslegung drehnachgiebiger Kupplungen nach DIN 740-2	1128
TB 13-9 Positionierbremse ROBA-stopp, Lehrbuch Bild 13.64b (nach Werknorm)	1129
14 Wälzlager	1131
TB 14-1 Maßpläne für Wälzlager	1131
TB 14-2 Dynamische Tragzahlen C , statische Tragzahlen C_0 und Ermüdungsgrenzbelastung C_u in kN (nach FAG-Angaben Ausg. 2006)	1135
TB 14-3 Richtwerte für Radial- und Axialfaktoren X , Y bzw. X_0 , Y_0	1142
TB 14-4 Drehzahlfaktor f_n für Wälzlager	1144
TB 14-5 Lebensdauerfaktor f_L für Wälzlager	1144
TB 14-6 Härteeinflussfaktor f_H	1144
TB 14-7 Richtwerte für anzustrebende nominelle Lebensdauerwerte L_{10h} für Wälzlagerungen (nach Schaeffler-AG)	1145
TB 14-8 Toleranzklassen für Wellen und Gehäuse bei Wälzlagerungen – allgemeine Richtlinien n. DIN 5425 (Auszug)	1146
TB 14-9 Wälzlager-Anschlussmaße, Auszug aus DIN 5418	1148
TB 14-10 Viskositätsverhältnis $\kappa = \nu/\nu_1$	1150
TB 14-11 Verunreinigungsbeiwert e_c	1151
TB 14-12 Lebensdauerbeiwert a_{ISO}	1152
TB 14-13 Richtwerte für Belastungsverhältnisse bei Führungen (nach Rexroth)	1152

15 Gleitlager	1153
TB 15-1 Genormte Radial-Gleitlager (Auszüge)	1153
TB 15-2 Buchsen für Gleitlager (Auszüge)	1156
TB 15-3 Lagerschalen DIN 7473, 7474, mit Schmiertaschen DIN 7477 (Auszug)	1159
TB 15-4 Abmessungen für lose Schmierringe in mm nach DIN 322 (Auszug)	1160
TB 15-5 Schmierlöcher, Schmiernuten, Schmiertaschen nach DIN ISO 12 128 (Auszug)	1160
TB 15-6 Lagerwerkstoffe (Auswahl)	1162
TB 15-7 Höchstzulässige spezifische Lagerbelastung nach DIN 31652-3 (Norm zurückgezogen) (Erfahrungsrichtwerte)	1164
TB 15-8 Relative Lagerspiele ψ_E bzw. ψ_B in %	1165
TB 15-9 Passungen für Gleitlager nach DIN 31698 (Auswahl)	1166
TB 15-10 Streuungen von Toleranzklassen für ISO-Passungen bei relativen Einbau-Lagerspielen ψ_E in % abhängig von d_L (nach VDI 2201)	1167
TB 15-11 Sommerfeld-Zahl $So = f(\epsilon, b/d_L)$ bei reiner Drehung	1168
TB 15-12 Reibungskennzahl $\mu/\psi_B = f(\epsilon, b/d_L)$ bei reiner Drehung	1169
TB 15-13 Verlagerungswinkel $\beta = f(\epsilon, b/d_L)$ bei reiner Drehung	1170
TB 15-14 Erfahrungswerte für die zulässige kleinste Spalthöhe $h_0 \text{ zul}$ nach DIN 31652-3 (Norm zurückgezogen), wenn Wellen- $Rz_W \leq 4 \mu\text{m}$ und Lagergleitflächen- $Rz_L \leq 1 \mu\text{m}$..	1171
TB 15-15 Grenzrichtwerte für die maximal zulässige Lagertemperatur $\vartheta_L \text{ zul}$ nach DIN 31652-3 (Norm zurückgezogen)	1171
TB 15-16 Bezogener bzw. relativer Schmierstoffdurchsatz	1171
TB 15-17 Belastungs- und Reibungskennzahlen für den Schmierkeil ohne Rastfläche bei Einscheiben- und Segment-Spurlagern	1173
16 Riemengetriebe	1175
TB 16-1 Mechanische und physikalische Kennwerte von Flachriemen-Werkstoffen (Auswahl) ..	1175
TB 16-2 Keilriemen, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele	1176
TB 16-3 Synchronriemen, Eigenschaften und Anwendungen	1177
TB 16-4 Trumkraftverhältnis m ; Ausbeute κ (bei Keil- und Keilrippenriemen gilt $\mu = \mu'$) ..	1177
TB 16-5 Faktor k zur Ermittlung der Wellenbelastung für Flachriemengetriebe Gilt näherungsweise auch für Keil- und Keilrippenriemen (μ entspricht dann μ') ..	1177
TB 16-6 Ausführungen und Eigenschaften der Mehrschichtflachriemen Extremultus (Bauart 80/85, nach Werknorm)	1178
TB 16-7 Ermittlung des kleinsten Scheibendurchmesser (nach Fa. Siegling, Hannover) ..	1179
TB 16-8 Diagramme zur Ermittlung F_b , ϵ_1 , Riementyp für Extremultus-Riemen (nach Fa. Siegling, Hannover)	1179
TB 16-9 Flachriemenscheiben, Hauptmaße, nach DIN 111 (Auszug)	1180
TB 16-10 Fliehkraft-Dehnung ϵ_2 in % für Extremultus-Mehrschichtriemen (nach Fa. Siegling, Hannover)	1181
TB 16-11 Wahl des Profils der Keil- und Keilrippenriemen	1182
TB 16-12 Keilriemenabmessungen (in Anlehnung an DIN 2215, ISO 4184, DIN 7753 sowie Werksangaben; Auszug)	1183
TB 16-13 Abmessungen der Keilriemenscheiben (nach DIN 2211; Auszug)	1184
TB 16-14 Keilrippenriemen und Keilrippenscheiben nach DIN 7867	1185
TB 16-15 Nennleistung der Keil- und Keilrippenriemen	1186
TB 16-16 Leistungs-Übersetzungszuschlag \tilde{U}_z in kW (bei $i < 1$ wird $\tilde{U}_z = 1$)	1189
TB 16-17 Korrekturfaktoren zur Berechnung der Keil- und Keilrippenriemen	1190

TB 16-18	Wahl des Profils von Synchronriemen	1191
TB 16-19	Daten von Synchroflex-Zahnriemen nach Werknorm	1192
TB 16-20	Zahntragfähigkeit – spezifische Riemenzahnbelastbarkeit von Synchroflex-Zahnriemen (nach Werknorm)	1193
TB 16-21	Oberflächengekühlte Drehstromasynchronmotoren mit Käfigläufer nach DIN EN 50347	1194
17 Kettengetriebe	.....	1197
TB 17-1	Rollenketten nach DIN 8187 (Auszug)	1197
TB 17-2	Haupt-Profilabmessungen der Kettenräder nach DIN 8196 (Auszug)	1199
TB 17-3	Leistungsdiagramm nach DIN ISO 10823 für die Auswahl von Einfach-Rollenketten Typ B nach DIN 8187-1	1200
TB 17-4	Spezifischer Stützzug	1201
TB 17-5	Faktor f_1 zur Berücksichtigung der Zähnezahl des kleinen Rades nach DIN ISO 10823	1201
TB 17-6	Achsabstandsfaktor f_2	1201
TB 17-7	Umweltfaktor f_6 (nach Niemann)	1201
TB 17-8	Schmierbereiche nach DIN ISO 10823	1202
18 Elemente zur Führung von Fluiden (Rohrleitungen)	.....	1203
TB 18-1	Rohrarten – Übersicht	1203
TB 18-2	Anschlussmaße für runde Flansche PN 6, PN 40 und PN 63 nach DIN EN 1092-2	1206
TB 18-3	Auswahl von PN nach DIN EN 1333 (bisher „Nenndrucksstufen“)	1206
TB 18-4	Bevorzugte DN-Stufen (Nennweiten) nach DIN EN ISO 6708	1207
TB 18-5	Wirtschaftliche Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen für verschiedene Medien (Richtwerte) bezogen auf den Zustand in der Leitung	1207
TB 18-6	Mittlere Rauigkeitshöhe k von Rohren (Anhaltswerte)	1208
TB 18-7	Widerstandszahl ζ von Rohrleitungselementen (Richtwerte)	1209
TB 18-8	Rohreibungszahl λ	1210
TB 18-9	Dichte und kinematische Viskosität verschiedener Flüssigkeiten (bei ca. 1 bar)	1211
TB 18-10	Festigkeitskennwerte zur Wanddickenberechnung von Stahlrohren (Auswahl)	1212
TB 18-11	Rohrleitungen und Rohrverschraubungen für hydraulische Anlagen	1213
TB 18-12	Zulässige Stützweiten für Stahlrohre nach AD2000-Merkblatt HP100R (Ausgabe 2006 bearbeitet) Rohr als Träger auf 2 Stützen mit Streckenlast. Grenzdurchbiegung für $DN \leq 50: f = 3 \text{ mm}$ und für $DN > 50: f = 5 \text{ mm}$	1214
TB 18-13	Zeitstandfestigkeit von Rohren aus Polypropylen (PP, Typ1) nach DIN 8078	1214
19 Dichtungen	.....	1215
TB 19-1	Dichtungskennwerte für vorgeformte Feststoffdichtungen	1215
TB 19-2	O-Ringe nach DIN ISO 3601 (Auswahl) und Ringnutabmessungen	1216
TB 19-3	Maximales Spaltmaß g für O-Ringe (Erfahrungswerte)	1217
TB 19-4	Radial-Wellendichtringe nach DIN 3760 (Auszug)	1218
TB 19-5	Filzringe und Ringnuten nach DIN 5419 (Auszug)	1219
TB 19-6	V-Ringdichtung (Auszug aus Werksnorm)	1220
TB 19-7	Nilos-Ringe (Auszug aus Werksnorm)	1221
TB 19-8	Stopfbuchsen	1222
TB 19-9	Dichtungswerkstoff (Auswahl)	1222
TB 19-10	Konstruktionsrichtlinien für Lagerdichtungen (nach Halliger)	1223

20 Zahnräder und Zahnradgetriebe (Grundlagen)	1227
TB 20-1 Zahnflankendauerfestigkeit $\sigma_{H\lim}$ und Zahnfußdauerfestigkeit $\sigma_{F\lim}$ in N/mm^2 der üblichen Zahnradwerkstoffe für die Werkstoff-Qualitätsanforderungen <i>ME</i> (obere Werte) und <i>ML</i> (untere Werte); Einzelheiten siehe DIN 3990-5 und ISO 6336-5	1227
TB 20-2 Übersicht zur Dauerfestigkeit für Zahnfußbeanspruchung der Prüfräder nach DIN 3990-5	1229
TB 20-3 Werkstoffauswahl für Schneckengetriebe	1230
TB 20-4 Festigkeitswerte für Schneckenradwerkstoffe (in Anlehnung an Niemann u. DIN 3996)	1231
TB 20-5 Schmierölauswahl für Zahnradgetriebe (nach DIN 51509)	1231
TB 20-6 Richtwerte für den Einsatz von Schmierstoffarten und Art der Schmierung, abhängig von der Umfangsgeschwindigkeit bei Wälz- und Schraubwälzgetrieben	1232
TB 20-7 Viskositätsauswahl von Getriebeölen (DIN 51509) gültig für eine Umgebungstemperatur von etwa 20°C	1232
TB 20-8 Reibungswerte bei Schneckenradsätzen (Schnecke aus St, Radkranz aus Bronze, gefräst)	1233
TB 20-9 Wirkungsgrade für Schneckengetriebe, Richtwerte für Überschlagsrechnungen	1233
TB 20-10 Zeichnungsangaben für Stirnräder nach DIN 3966-1	1234
TB 20-11 Zeichnungsangaben für Kegelräder nach DIN 3966-2	1235
TB 20-12 Zeichnungsangaben für Schnecken nach DIN 3966-3	1236
TB 20-13 Zeichnungsangaben für Schneckenräder nach DIN 3966-3	1237
21 Außenverzahnte Stirnräder	1239
TB 21-1 Modulreihe für Zahnräder nach DIN 780 (Auszug)	1239
TB 21-2a Profilüberdeckung ε_a bei Null- und V-Null-Getrieben (überschlägige Ermittlung)	1239
TB 21-2b Profilüberdeckung ε_a bei V-Getrieben (überschlägige Ermittlung)	1239
TB 21-3 Bereich der ausführbaren Evolventenverzahnungen mit Bezugsprofil nach DIN 867 für Außen- und Innenräder nach DIN 3960	1240
TB 21-4 Wahl der Summe der Profilverschiebungsfaktoren $\Sigma x = (x_1 + x_2)$ nach DIN 3992	1240
TB 21-5 Betriebseingriffswinkel α_w (überschlägige Ermittlung)	1241
TB 21-6 Aufteilung von $\Sigma x = (x_1 + x_2)$ nach 3992 mit Ablesebeispiel	1241
TB 21-7 Verzahnungsqualität (Anhaltswerte)	1242
TB 21-8 Zahndickenabmaße, Zahndickentoleranzen	1242
TB 21-9 Achsabstandsabmaße A_{ae}, A_{ai} in μm von Gehäusen für Stirnradgetriebe nach DIN 3964 (Auszug)	1244
TB 21-10 Messzähnezahl k für Stirnräder	1245
TB 21-11 Empfehlungen zur Aufteilung von i für zwei- und dreistufige Stirnradgetriebe	1245
TB 21-12 Ritzelzähnezahl z_1 (Richtwerte)	1245
TB 21-13 Ritzelbreite, Verhältniszahlen (Richtwerte)	1246
TB 21-14 Berechnungsfaktoren	1246
TB 21-15 Breitenfaktor $K_{H\beta}, K_{F\beta}$, Anhaltswerte (nach DIN 3990-1)	1247
TB 21-16 Flankenlinienabweichung	1248
TB 21-17 Einlaufbeträge für Flankenlinien y_β in μm (nach DIN 3990-1)	1249
TB 21-18 Stirnfaktoren K_{Fa}, K_{Ha}	1250
TB 21-19 Korrekturfaktoren zur Ermittlung der Zahnfußspannung für Außenverzahnung (nach DIN 3990-3)	1252

TB 21-20	Korrekturfaktoren zur Ermittlung der zulässigen Zahnußspannung für Außenverzahnung (nach DIN 3990-3)	1253
TB 21-21	Korrekturfaktoren zur Ermittlung der Flankenpressung für Außenverzahnung (nach DIN 3990-2)	1254
TB 21-22	Korrekturfaktoren zur Ermittlung der zulässigen Flankenpressung für Außenverzahnung (nach DIN 3990-2); gerasterter Bereich = Streubereich	1256
22	Kegelräder und Kegelradgetriebe	1259
TB 22-1	Richtwerte zur Vorwahl der Abmessungen (Kegelräder)	1259
TB 22-2	Werte zur Ermittlung des Dynamikfaktors K_v für Kegelräder (nach DIN 3991-1) ..	1259
TB 22-3	Überdeckungsfaktor (Zahnuß) Y_e für $\alpha_n = 20^\circ$ (nach DIN 3991-3)	1259
23	Schraubrad- und Schneckengetriebe	1261
TB 23-1	Richtwerte zur Bemessung von Schraubradgetrieben	1261
TB 23-2	Belastungskennwerte für Schraubradgetriebe	1261
TB 23-3	Richtwerte für die Zähnezahl der Schnecke	1261
TB 23-4	Modulen für Zylinderschneckengetriebe nach DIN 780-2 (Auszug)	1261
TB 23-5	Festigkeitskennwerte der Schneckenradwerkstoffe nach DIN 3996	1261
TB 23-6	Schmierstofffaktor Z_{oil} , Druckviskositätskoeffizient c_a und max. Ölsumpftemperatur $\vartheta_{S\lim}$	1261
TB 23-7	Lebensdauerfaktor Y_{NL}	1262
TB 23-8	Beiwerte c_0, c_1, c_2 zur Bestimmung der Ölsumpftemperatur	1262
TB 23-9	Grenzwerte des Flankenabtrags im Normalschnitt $\delta_{W\lim n}$	1262
TB 23-10	Bezugsverschleißintensität J_{0T}	1263
TB 23-11	Grenzwerte des Flankenabtrags im Normalschnitt $\delta_{W\lim n}$	1265
TB 23-12	Schmierstoff-Strukturfaktor W_S	1265
TB 23-13	Pressungsfaktor W_H	1265
24	Umlaufgetriebe	1267
TB 24-1	Gegenseitige Zuordnung der Übersetzungen i_{xy} als Funktion $f(\dots)$ der möglichen anderen Übersetzungen bei Zweiwellengetrieben	1267
TB 24-2	Umlaufwirkungsgrade für Zweiwellengetriebe in Abhängigkeit der Standübersetzung i_{12} und des Leistungsflusses	1268
TB 24-3	Zusammenstellung der Berechnungsgleichungen für Zweiwellengetriebe	1269
25	Sachwortverzeichnis	1305