

G	Grundlagen	15
1	Konstruktionstechnik	15
2	Maße, Toleranzen und Passungen.....	69
3	Gestaltabweichungen der Oberflächen	83
N	Nichtlösbare Verbindungen	91
4	Schmelzschweißverbindungen.....	91
5	Pressschweißverbindungen.....	122
6	Lötverbindungen	138
7	Klebverbindungen	148
8	Nietverbindungen.....	161
L	Lösbare Verbindungen	177
9	Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	177
10	Befestigungsschrauben	207
11	Bewegungsschrauben	251
12	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	259
13	Stift- und Bolzenverbindungen	275
14	Federn	284
D	Drehbewegungselemente	334
15	Achsen und Wellen.....	334
16	Tribologie: Reibung, Schmierung und Verschleiß	391
17	Gleitlager	409
18	Wälzlager	462
19	Lager- und Wellendichtungen	488
20	Wellenkupplungen und -bremsen	498
Z	Zahnräder	557
21	Grundlagen für Zahnräder und Getriebe	557
22	Abmessungen und Geometrie der Stirn- und Kegelräder	571
23	Gestaltung und Tragfähigkeit der Stirn- und Kegelräder	599
24	Zahnradpaare mit sich kreuzenden Achsen.....	645
H	Hülltriebe.....	667
25	Kettentriebe	667
26	Flachriementriebe	684
27	Keilriementriebe.....	706
28	Synchron- oder Zahnriementriebe	720
F	Führungselemente für Flüssigkeiten und Gase.....	729
29	Rohrleitungen	729
30	Armaturen	754

Inhaltsverzeichnis

G Grundlagen

1 Konstruktionstechnik	15
1.1 Normen und Richtlinien	15
1.2 Methodisches Konstruieren	16
1.3 Datenverarbeitung in der Konstruktion	19
1.4 Festigkeitsberechnung	23
1.5 Betriebsfestigkeit nach der FKM-Richtlinie 183	37
1.6 Einführung in die Finite-Elemente-Analyse	56
1.7 Literatur	67
2 Maße, Toleranzen und Passungen	69
2.1 Normzahlen und Normmaße	69
2.2 Geometrische Produktspezifikation	70
2.3 Maße, Abmaße und Toleranzen	72
2.4 ISO-Toleranzsystem	73
2.5 Passungsarten und Passungssysteme	75
2.6 Passungsauswahl	78
2.7 Tolerierungsgrundsätze	80
2.8 Literatur	81
3 Gestaltabweichungen der Oberflächen	83
3.1 Form- und Lagetoleranzen	84
3.2 Anwendung der Maximum-Material-Bedingung	85
3.3 Hinweise für die Praxis	86
3.4 Rauheit der Oberflächen	87
3.5 Literatur	90
N Nichtlösbare Verbindungen	
4 Schmelzschweißverbindungen	91
4.1 Verfahren	91
4.2 Werkstoffe, Schweißzusätze, Schweißpositionen	94
4.3 Nahtarten und -formen, Gütesicherung	97
4.4 Gestaltung	102
4.5 Berechnung der Spannungen in Schweißnähten	104
4.6 Schweißverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	115
4.7 Literatur	120
5 Pressschweißverbindungen	122
5.1 Verfahren, Werkstoffe	122
5.2 Punktschweißverbindungen	126
5.3 Buckelschweißverbindungen	131
5.4 Abbrann-Stumpfschweißverbindungen	133
5.5 Schweißen von Kunststoffen	134
5.6 Literatur	137
6 Lötverbindungen	138
6.1 Verfahren, Lote	138
6.2 Gestaltung von Lötverbindungen	143
6.3 Berechnung von Lötverbindungen	145
6.4 Literatur	147
7 Klebverbindungen	148
7.1 Wirkmechanismen	148

7.2	Klebstoffe	150
7.3	Gestaltung und Festigkeit der Klebverbindungen	152
7.4	Berechnung von Klebverbindungen	155
7.5	Literatur	159
8	Nietverbindungen	161
8.1	Nietformen, Werkstoffe, Herstellung der Verbindungen	161
8.2	Berechnung von Nietverbindungen	163
8.3	Nietverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	167
8.4	Nietverbindungen im Leichtmetallbau	170
8.5	Stanznieten	174
8.6	Hybridfügen – Stanznietkleben	176
8.7	Literatur	176
L Lösbare Verbindungen		
9	Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	177
9.1	Fügevorgang und Gestaltung	177
9.2	Grundlagen der Berechnung zylindrischer Pressverbände	179
9.3	Berechnung bei rein elastischer Beanspruchung	183
9.4	Berechnung bei elastisch-plastischer Beanspruchung	192
9.5	Einpresskraft und Fügetemperaturen	195
9.6	Spannlementverbindungen	196
9.7	Klemmverbindungen	203
9.8	Literatur	206
10	Befestigungsschrauben	207
10.1	Gewinde	207
10.2	Ausführung von Schrauben und Muttern	209
10.3	Werkstoffe	214
10.4	Korrosionsschutz	217
10.5	Herstellung der Schrauben und Muttern	218
10.6	Sichern von Schraubenverbindungen	218
10.7	Berechnung: Grundlagen und Verbindungsarten	221
10.8	Berechnung: Vordimensionierung und Überschlag	222
10.9	Berechnung: Kraftfluss, Kerbwirkungen, Gestaltung	223
10.10	Anziehverfahren	226
10.11	Berechnung: Schraubenanziehmoment, Schraubenbeanspruchung beim Anziehen, Anziehfaktor	227
10.12	Berechnung: Nachgiebigkeit von Schraube und Bauteilen	231
10.13	Berechnung: Bleibende Verformung durch Setzen	233
10.14	Wirkungen in vorgespannten Schraubenverbindungen durch eine Betriebslängskraft	235
10.15	Berechnung: Haltbarkeit der Schraubenverbindungen	240
10.16	Systematische Berechnung längsbeanspruchter Schraubenverbindungen	242
10.17	Gestaltung und Berechnung querbeanspruchter Schraubenverbindungen	245
10.18	Spezialschrauben	248
10.19	Literatur	249
11	Bewegungsschrauben	251
11.1	Bauformen	251
11.2	Gewinde, Werkstoffe	251
11.3	Kräfte, Reibung, Wirkungsgrad, Selbsthemmung	252
11.4	Berechnung der Haltbarkeit und der Stabilität	255
11.5	Kugelgewindetrieb	256
11.6	Literatur	258
12	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	259
12.1	Längskeilverbindungen	259
12.2	Passfederverbindungen	262
12.3	Keilwellenverbindungen	265
12.4	Zahnwellenverbindungen	267
12.5	Polygonwellenverbindungen	268

12.6	Kegelverbindungen	270
12.7	Stirnahnverbindungen	272
12.8	Literatur	274
13	Stift- und Bolzenverbindungen	275
13.1	Stifte	275
13.2	Bolzen	277
13.3	Festigkeitsberechnung	278
13.4	Literatur	283
14	Federn	284
14.1	Kennlinien, Federarbeit	284
14.2	Schwingverhalten	285
14.3	Zusammenwirken mehrerer Federn	286
14.4	Werkstoffe, Halzeuge	288
14.5	Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drahten oder Stäben	288
14.6	Tellerfedern als Druckfedern	300
14.7	Gewundene Schenkelfedern als Drehfedern	309
14.8	Stabfedern als Drehfedern	315
14.9	Spiralfedern als Drehfedern	318
14.10	Blattfedern als Biegefedor	320
14.11	Ringfedern als Druckfeder	322
14.12	Luftfedern	325
14.13	Weitere Metallfedern	327
14.14	Gummifedern	330
14.15	Literatur	332

D Drehbewegungselemente

15	Achsen und Wellen	334
15.1	Werkstoffe, Gestaltung	335
15.2	Biegemomente, Längskräfte und Torsionsmomente	336
15.3	Überschlagsberechnung auf Torsion und Biegung	340
15.4	Achsen und Wellen gleicher Biegebeanspruchung	341
15.5	Berechnung auf Gestaltfestigkeit (Dauerhaltbarkeit)	342
15.6	Durchbiegung	350
15.7	Verdrehwinkel	374
15.8	Kritische Drehzahlen	375
15.9	Tragfähigkeitsberechnung von Wellen und Achsen nach DIN 743	378
15.10	Literatur	389
16	Tribologie: Reibung, Schmierung und Verschleiß	391
16.1	Reibung	391
16.2	Verschleiß	393
16.3	Schmierstoffe (Übersicht)	395
16.4	Schmieröle	396
16.5	Schmierfette	404
16.6	Schmierpasten	405
16.7	Schmierwachse	405
16.8	Festschmierstoffe	406
16.9	Gleitlacke	406
16.10	Literatur	407
17	Gleitlager	409
17.1	Hydrostatisch und hydrodynamisch geschmierte Gleitlager, Mehrflächenlager, Grenzschichtschmierung	409
17.2	Schmierstoffzufuhr, Schmiersysteme	413
17.3	Abweichungen von der Lagergeometrie	418
17.4	Gleitwerkstoffe	419
17.5	Wärmewirkungen, Kühlung	428
17.6	Gestaltung der Radiallager	429
17.7	Berechnung der hydrodynamisch geschmierten Radiallager	433

17.8	Gestaltung der Axiallager	451
17.9	Berechnung der Axiallager	454
17.10	Wartungsfreie Gleitlager	459
17.11	Literatur	460
18	Wälzlager	462
18.1	Aufbau, Kennzeichen	462
18.2	Belastungsmöglichkeiten, Einbaurichtlinien	466
18.3	Besondere Ausführungen von Wälzlagern	472
18.4	Tragfähigkeit und Lebensdauer	474
18.5	Belastung von Kegelrollen- und Schräkgugellagern	478
18.6	Besondere Belastungsfälle	482
18.7	Grenzdrehzahl	482
18.8	Schmierung der Wälzlager	483
18.9	Literatur	486
19	Lager- und Wellendichtungen	488
19.1	Schleifende Dichtungen	488
19.2	Berührungsreie Dichtungen	494
19.3	Literatur	497
20	Wellenkupplungen und -bremsen	498
20.1	Einteilung der Wellenkupplungen	498
20.2	Starre Kupplungen	498
20.3	Drehsteife Ausgleichskupplungen	499
20.4	Formschlüssig nachgiebige, drehelastische Wellenkupplungen	505
20.5	Kraftschlüssig drehnachgiebige Kupplungen	518
20.6	Formschlüssige Schaltkupplungen	520
20.7	Reibkupplungen als kraftschlüssige Schaltkupplungen	522
20.8	Fliehkraftkupplungen als drehzahlbetätigte Kupplungen	536
20.9	Momentbetätigte Kupplungen als Sicherheitskupplungen	537
20.10	Richtungsbetätigte Kupplungen als Freilaufkupplungen	540
20.11	Bremsen	545
20.12	Mehrmassen-Torsionsschwinger	550
20.13	Literatur	556
Z Zahnräder		
21	Grundlagen für Zahnräder und Getriebe	557
21.1	Rad- und Getriebearten	557
21.2	Verzahnungsgesetz	560
21.3	Zykloidenverzahnung	564
21.4	Evolventenverzahnung	566
21.5	Literatur	570
22	Abmessungen und Geometrie der Stirn- und Kegelräder	571
22.1	Null-Außenverzahnung	571
22.2	Planverzahnung, Bezugprofil	573
22.3	Null-Innenverzahnung	573
22.4	Null-Schrägverzahnung	575
22.5	Profilverschiebung	578
22.6	Geometrische Grenzen	583
22.7	Profilüberdeckung	586
22.8	Geradverzahnte Kegelräder	588
22.9	Schräg- und bogenverzahnte Kegelräder	594
22.10	Literatur	597
23	Gestaltung und Tragfähigkeit der Stirn- und Kegelräder	599
23.1	Zahnkräfte an Stirnrädern	599
23.2	Zahnkräfte an Kegelrädern	601
23.3	Reibung, Wirkungsgrad, Übersetzung	605
23.4	Gestaltung der Räder aus Stahl und aus Gusseisen	607

23.5	Gestaltung der Räder aus Kunststoffen	612
23.6	Verzahnpasssysteme, Verzahnungsqualität	614
23.7	Schmierung, Schmierstoffe	617
23.8	Begriffe der Tragfähigkeit	619
23.9	Allgemeine Einflussfaktoren	621
23.10	Zahnfußtragfähigkeit der Stirnräder	626
23.11	Flanken- bzw. Grübchentragfähigkeit der Stirnräder	628
23.12	Zahnfußtragfähigkeit der Kegelräder	631
23.13	Flanken- bzw. Grübchentragfähigkeit der Kegelräder	633
23.14	Berechnung der Räder aus thermoplastischen Kunststoffen auf Tragfähigkeit und Verformung	635
23.15	Laufgeräusche, Ausführung von Getrieben	640
23.16	Literatur	643
24	Zahnradpaare mit sich kreuzenden Achsen	645
24.1	Eingriffsverhältnisse von Schraub-Stirnradpaaren	645
24.2	Zahnkräfte und Wirkungsgrad an Schraub-Stirnradpaaren	646
24.3	Tragfähigkeit von Schraub-Stirnradpaaren, Schmierung	649
24.4	Hyperboloid- und Hypoid-Schraubradpaare	650
24.5	Geometrie der Schneckenradsätze	651
24.6	Zahnkräfte und Wirkungsgrad an Schneckenradsätzen	657
24.7	Gestaltung der Schnecken und Schneckenräder	659
24.8	Schmierung und Verzahnungsqualität von Schneckenradsätzen	661
24.9	Tragfähigkeit von Schneckenradsätzen	663
24.10	Ausführung von Schneckengetrieben	664
24.11	Literatur	665
H	Hülltriebe	
25	Kettentriebe	667
25.1	Anordnung von Kettentrieben	667
25.2	Kettenarten, Endverbindung	669
25.3	Kettenräder	672
25.4	Spann- und Führungseinrichtungen	675
25.5	Auswahl von Rollenketten und deren Berechnung	677
25.6	Schmierung der Kettentriebe	681
25.7	Literatur	682
26	Flachriementriebe	684
26.1	Theoretische Grundlage für Riementriebe	684
26.2	Vorspannmöglichkeiten, Triebarten	687
26.3	Riemenwerkstoffe, Endverbindung	689
26.4	Riemscheiben	690
26.5	Geometrie der Flachriementriebe	693
26.6	Übersetzung, Riemengeschwindigkeit, Biegefrequenz	695
26.7	Berechnung der Antriebe mit Leder- und Geweberiemen	696
26.8	Berechnung von Antrieben mit Mehrschichtriemen	700
26.9	Spannrollentrieb	704
26.10	Literatur	705
27	Keilriementriebe	706
27.1	Wirkungsweise, Ausführung genormter Keilriemen	706
27.2	Keilriemscheiben	709
27.3	Berechnung der Antriebe mit Keilriemen und Keilrippenriemen	711
27.4	Weitere Ausführungen von Keilriemen und Keilriementrieben	717
27.5	Literatur	718
28	Synchron- oder Zahnriementriebe	720
28.1	Ausführung der Synchron- oder Zahnriemen und -scheiben	721
28.2	Übersetzung und Geometrie der Synchronriementriebe	723
28.3	Berechnung von Antrieben mit Synchron- oder Zahnriemen	724
28.4	Literatur	728

F Führungselemente für Flüssigkeiten und Gase

29 Rohrleitungen	729
29.1 Grundlagen	729
29.2 Rohrarten	731
29.3 Rohrformstücke	733
29.4 Rohrverbindungen	735
29.5 Dehnungsausgleicher	740
29.6 Rohrhalterungen	742
29.7 Darstellung von Rohrleitungen	745
29.8 Berechnung von Rohrleitungen	745
29.9 Literatur	752
30 Armaturen	754
30.1 Allgemeines	754
30.2 Ventile	755
30.3 Schieber	757
30.4 Hähne	759
30.5 Klappen	759
30.6 Armaturenantriebe	760
30.7 Literatur	761
Sachwortverzeichnis	762