

Inhalt

Vorwort	XIII
Hinweise zur Benutzung des Buches	XV
Teil 1: Grundlagen	1
1 Konstruktionstechnik	2
1.1 Normen und Richtlinien	2
1.2 Maße, Toleranzen und Passungen	4
1.3 Gestaltabweichungen der Oberflächen	19
1.4 Methodisches Konstruieren	27
1.5 Datenverarbeitung in der Konstruktion	42
1.6 Verständnisfragen	46
2 Werkstoffe	50
2.1 Einteilung der Werkstoffe	51
2.2 Werkstoffauswahl	54
2.3 Werkstoffe im Maschinenbau	55
2.4 Berechnung von Maschinenelementen	66
2.5 Welche Werkstoffkennwerte wofür verwenden?	71
2.6 Verständnisfragen	73
3 Festigkeitsberechnungen	74
3.1 Einführung	74
3.2 Betriebsfestigkeit nach der FKM-Richtlinie	116
3.3 Einführung in die Finite-Elemente-Analyse	151
3.4 Verständnisfragen	165
Teil 2: Nichtlösbare Verbindungen	167
4 Schmelzschweißverbindungen	168
4.1 Verfahren	169
4.2 Schweißbare Werkstoffe	180
4.3 Schweißpositionen, Stoß- und Nahtarten, Zertifizierung im Metallbau	181

4.4	Gestaltung	190
4.5	Berechnung der Spannungen in Schweißnähten	192
4.6	Schweißverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	207
4.7	Verständnisfragen	213
5	Pressschweißverbindungen	215
5.1	Verfahren, Werkstoffe	215
5.2	Punktschweißverbindungen	220
5.3	Buckelschweißverbindungen	225
5.4	Abbrenn-Stumpfschweißverbindungen	228
5.5	Schweißen von Kunststoffen	229
5.6	Verständnisfragen	232
6	Lötverbindungen	233
6.1	Verfahren, Lote	233
6.2	Gestaltung von Lötverbindungen	239
6.3	Berechnung von Lötverbindungen	241
6.4	Verständnisfragen	244
7	Klebverbindungen	245
7.1	Wirkmechanismen	245
7.2	Klebstoffe	248
7.3	Gestaltung und Festigkeit der Klebverbindungen	249
7.4	Berechnung von Klebverbindungen	253
7.5	Verständnisfragen	258
8	Nietverbindungen	260
8.1	Nietformen, Werkstoffe, Herstellung der Verbindungen	260
8.2	Berechnung von Nietverbindungen	263
8.3	Nietverbindungen im Maschinen- und Gerätebau	268
8.4	Nietverbindungen im Leichtmetallbau	271
8.5	Stanznieten	276
8.6	Hybridfügen – Stanznietkleben	278
8.7	Verständnisfragen	278
Teil 3: Lösbare Verbindungen		281
9	Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	282
9.1	Zylindrische Pressverbände	282
9.1.1	Fügevorgang und Gestaltung	282
9.1.2	Grundlagen der Berechnung zylindrischer Pressverbände	285
9.1.3	Berechnung bei rein elastischer Beanspruchung	289
9.1.4	Berechnung bei elastisch-plastischer Beanspruchung	301
9.1.5	Einpresskraft und Fügetemperaturen	305
9.2	Spannelementverbindungen	306

9.2.1	Kegelspannsysteme	306
9.2.2	Systeme mit federnden Zwischenelementen	312
9.3	Klemmverbindungen	315
9.4	Verständnisfragen	317
10	Befestigungsschrauben	319
10.1	Gewinde	319
10.2	Ausführung von Schrauben und Muttern	322
10.3	Werkstoffe	327
10.4	Korrosionsschutz	330
10.5	Herstellung der Schrauben und Muttern	331
10.6	Sichern von Schraubenverbindungen	332
10.7	Berechnung: Grundlagen und Verbindungsarten	335
10.8	Berechnung: Vordimensionierung und Überschlag	336
10.9	Berechnung: Kraftfluss, Kerbwirkungen, Gestaltung	338
10.10	Anziehverfahren	340
10.11	Berechnung: Schraubenanziehmoment, Schraubenbeanspruchung beim Anziehen, Anziehfaktor	342
10.12	Berechnung: Nachgiebigkeit von Schraube und Bauteilen	347
10.13	Berechnung: Bleibende Verformung durch Setzen	350
10.14	Berechnung: Betriebskräfte Zug, Druck und Schwingungen auf vorgespannte Schraubenverbindungen	352
10.15	Berechnung: Haltbarkeit der Schraubenverbindungen	359
10.16	Systematische Berechnung längsbeanspruchter Schraubenverbindungen	361
10.17	Gestaltung und Berechnung querbeanspruchter Schraubenverbindungen	365
10.18	Spezialschrauben	369
10.19	Verständnisfragen	371
11	Bewegungsschrauben	374
11.1	Bauformen	374
11.2	Gewinde, Werkstoffe	375
11.3	Kräfte, Reibung, Wirkungsgrad, Selbsthemmung	376
11.4	Berechnung der Haltbarkeit und der Stabilität	379
11.5	Kugelgewindetrieb	381
11.6	Verständnisfragen	384
12	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	385
12.1	Längskeilverbindungen	385
12.2	Passfederverbindungen	388
12.3	Keilwellenverbindungen	392
12.4	Zahnwellenverbindungen	394
12.5	Polygonwellenverbindungen	395

12.6	Kegelverbindungen	397
12.7	Stirnzahnverbindungen	401
12.8	Verständnisfragen	402
13	Stift- und Bolzenverbindungen	404
13.1	Stifte	404
13.2	Bolzen	407
13.3	Festigkeitsberechnung	409
13.4	Verständnisfragen	415
14	Federn	416
14.1	Kennlinien, Federarbeit	416
14.2	Schwingverhalten	418
14.3	Zusammenwirken mehrerer Federn	419
14.4	Werkstoffe, Halbzeuge	421
14.5	Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten oder Stäben	421
14.6	Tellerfedern als Druckfedern	436
14.7	Gewundene Schenkelfedern als Drehfedern	447
14.8	Stabfedern als Drehfedern	453
14.9	Spiralfedern als Drehfedern	456
14.10	Blattfedern als Biegefedern	459
14.11	Ringfedern als Druckfedern	461
14.12	Luftfedern	464
14.13	Weitere Metallfedern	466
14.14	Gummifedern	469
14.15	Verständnisfragen	472
Teil 4: Drehbewegungselemente		475
15	Achsen und Wellen	476
15.1	Werkstoffe, Gestaltung	477
15.2	Biegemomente, Längskräfte und Torsionsmomente	479
15.3	Überschlagsberechnung auf Torsion und Biegung	484
15.4	Achsen und Wellen gleicher Biegebeanspruchung	486
15.5	Berechnung auf Gestaltfestigkeit (Dauerhaltbarkeit)	488
15.6	Durchbiegung	497
15.7	Verdrehwinkel	528
15.8	Kritische Drehzahlen	529
15.9	Tragfähigkeitsberechnung von Wellen und Achsen nach DIN 743	533
15.10	Verständnisfragen	546
16	Tribologie: Reibung, Schmierung und Verschleiß	548
16.1	Reibung	548
16.2	Verschleiß	551

16.3	Schmierstoffe (Übersicht)	553
16.4	Schmieröle	554
16.5	Schmierfette	562
16.6	Schmierpasten	564
16.7	Schmierwachse	564
16.8	Festschmierstoffe	565
16.9	Gleitlacke	565
16.10	Verständnisfragen	566
17	Gleitlager	569
17.1	Hydrostatisch und hydrodynamisch geschmierte Gleitlager, Mehrfächenlager, Grenzschichtschmierung	569
17.2	Schmierstoffzufuhr, Schmiersysteme	573
17.3	Abweichungen von der Lagergeometrie	579
17.4	Gleitwerkstoffe	581
17.5	Wärmewirkungen, Kühlung	590
17.6	Gestaltung der Radiallager	591
17.7	Berechnung der hydrodynamisch geschmierten Radiallager	597
17.8	Gestaltung der Axiallager	618
17.9	Berechnung der Axiallager	621
17.10	Wartungsfreie Gleitlager	627
17.11	Verständnisfragen	628
18	Wälzlager	631
18.1	Aufbau, Kennzeichen	631
18.2	Belastungsmöglichkeiten, Einbaurichtlinien	635
18.3	Besondere Ausführungen von Wälzlagern	643
18.4	Tragfähigkeit und Lebensdauer	645
18.5	Belastung von Kegelrollen- und Schrägkugellagern	651
18.6	Besondere Belastungsfälle	654
18.7	Grenzdrehzahl	655
18.8	Schmierung der Wälzlager	656
18.9	Verständnisfragen	659
19	Lager- und Wellendichtungen	662
19.1	Schleifende Dichtungen	662
19.2	Berührungsfreie Dichtungen	669
19.3	Verständnisfragen	672
20	Wellenkupplungen und -bremsen	673
20.1	Einteilung der Wellenkupplungen	673
20.2	Starre Kupplungen	674
20.3	Drehsteife Ausgleichkupplungen	675
20.4	Formschlüssig nachgiebige, drehelastische Wellenkupplungen	681

20.5	Kraftschlüssig drehnachgiebige Kupplungen	697
20.6	Formschlüssige Schaltkupplungen	699
20.7	Reibkupplungen als kraftschlüssige Schaltkupplungen	702
20.8	Fliehkraftkupplungen als drehzahlbetätigte Kupplungen	717
20.9	Momentbetätigte Kupplungen als Sicherheitskupplungen	718
20.10	Richtungsbetätigte Kupplungen als Freilaufkupplungen	721
20.11	Bremsen	726
20.12	Mehrmassen-Torsionsschwinger	732
20.13	Verständnisfragen	738
Teil 5:	Zahnräder	741
21	Grundlagen für Zahnräder und Getriebe	742
21.1	Rad- und Getriebearten	742
21.2	Verzahnungsgesetz	746
21.3	Zykloidenverzahnung	750
21.4	Evolventenverzahnung	752
21.5	Berechnung von Planetengetrieben	757
21.6	Verständnisfragen	777
22	Abmessungen und Geometrie der Stirn- und Kegelräder	778
22.1	Null-Außenverzahnung	778
22.2	Planverzahnung, Bezugsprofil	780
22.3	Null-Innenverzahnung	781
22.4	Null-Schrägverzahnung	782
22.5	Profilverschiebung	787
22.6	Geometrische Grenzen	792
22.7	Profilüberdeckung	795
22.8	Geradverzahnte Kegelräder	798
22.9	Schräg- und bogenverzahnte Kegelräder	805
22.10	Verständnisfragen	809
23	Gestaltung und Tragfähigkeit der Stirn- und Kegelräder	811
23.1	Zahnkräfte an Stirnrädern	811
23.2	Zahnkräfte an Kegelrädern	814
23.3	Reibung, Wirkungsgrad, Übersetzung	818
23.4	Gestaltung der Räder aus Stahl und aus Gusseisen	822
23.5	Gestaltung der Räder aus Kunststoffen	827
23.6	Verzahnpasssysteme, Verzahnungsqualität	830
23.7	Schmierung, Schmierstoffe	833
23.8	Begriffe der Tragfähigkeit	836
23.9	Allgemeine Einflussfaktoren	839
23.10	Zahnfußtragfähigkeit der Stirnräder	844
23.11	Flanken- bzw. Grübchentragfähigkeit der Stirnräder	847

23.12	Zahnfußtragfähigkeit der Kegelräder	850
23.13	Flanken- bzw. Grübchentragfähigkeit der Kegelräder	853
23.14	Berechnung der Räder aus thermoplastischen Kunststoffen auf Tragfähigkeit und Verformung	855
23.15	Laufgeräusche, Ausführung von Getrieben	861
23.16	Verständnisfragen	865
24	Zahnradpaare mit sich kreuzenden Achsen	867
24.1	Eingriffsverhältnisse von Schraub-Stirnradpaaren	867
24.2	Zahnkräfte und Wirkungsgrad an Schraub-Stirnradpaaren	869
24.3	Tragfähigkeit von Schraub-Stirnradpaaren, Schmierung	872
24.4	Hyperboloid- und Hypoid-Schraubradpaare	874
24.5	Geometrie der Schneckenradsätze	875
24.6	Zahnkräfte und Wirkungsgrad an Schneckenradsätzen	881
24.7	Gestaltung der Schnecken und Schneckenräder	884
24.8	Schmierung und Verzahnungsqualität von Schneckenradsätzen	887
24.9	Tragfähigkeit von Schneckenradsätzen	889
24.10	Ausführung von Schneckengetrieben	890
24.11	Verständnisfragen	892
Teil 6:	Hülltriebe	893
25	Kettentriebe	894
25.1	Anordnung von Kettentrieben	894
25.2	Kettenarten, Endverbindung	896
25.3	Kettenräder	900
25.4	Spann- und Führungseinrichtungen	904
25.5	Auswahl von Rollenketten und deren Berechnung	906
25.6	Schmierung der Kettentriebe	910
25.7	Verständnisfragen	912
26	Flachriementriebe	913
26.1	Theoretische Grundlage für Riementriebe	913
26.2	Vorspannmöglichkeiten, Triebarten	916
26.3	Riemenwerkstoffe, Endverbindung	919
26.4	Riemenscheiben	920
26.5	Geometrie der Flachriementriebe	924
26.6	Übersetzung, Riemengeschwindigkeit, Biegefrequenz	926
26.7	Berechnung der Antriebe mit Leder- und Geweberiemen	927
26.8	Berechnung von Antrieben mit Mehrschichtriemen	932
26.9	Spannrollentrieb	937
26.10	Verständnisfragen	939

27	Keilriementriebe	940
27.1	Wirkungsweise, Ausführung genormter Keilriemen	940
27.2	Keilriemenscheiben	944
27.3	Berechnung der Antriebe mit Keilriemen und Keilrippenriemen	946
27.4	Weitere Ausführungen von Keilriemen und Keilriementrieben	954
27.5	Verständnisfragen	955
28	Synchron- oder Zahnriementriebe	957
28.1	Ausführung der Synchron- oder Zahnriemen und -scheiben	957
28.2	Übersetzung und Geometrie der Synchronriementriebe	961
28.3	Berechnung von Antrieben mit Synchron- oder Zahnriemen	962
28.4	Verständnisfragen	967
Teil 7: Führungselemente für Flüssigkeiten und Gase		969
29	Rohrleitungen	970
29.1	Grundlagen	970
29.2	Rohrarten	972
29.3	Rohrformstücke	974
29.4	Rohrverbindungen	976
29.5	Dehnungsausgleicher	982
29.6	Rohrhalterungen	985
29.7	Darstellung von Rohrleitungen	987
29.8	Berechnung von Rohrleitungen	988
29.9	Verständnisfragen	996
30	Armaturen	998
30.1	Allgemeines	998
30.2	Ventile	1000
30.3	Schieber	1002
30.4	Hähne	1004
30.5	Klappen	1005
30.6	Armaturenantriebe	1006
30.7	Verständnisfragen	1006
Index		1008