

Inhalt

1	Werkstoffe		1
1.1	Werkstofftechnik	$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$	1
1.2	Stahl	Bau-, Vergütungs-, Einsatzstähle...	3
1.3	Gusswerkstoffe	Gusseisen, Temperguss, Stahlguss...	4
1.4	Nichteisenmetalle	Cu-, Al-, Mg-Legierungen...	5
1.5	Kunststoffe	Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere...	6

2	Schraubenverbindungen	Berechnungen	7
2.1	Gewindetabellen und -normen		7
2.2	Montagevorspannkraft und Anziehdrehmoment		9
2.3	Querbelastete Schrauben		13
2.4	Nachgiebigkeit der Schrauben und Bauteile		14

2.5	Einschraubtiefe/Mutterhöhe		15
2.6	Bezeichnungssysteme der Schrauben und Muttern		17
		Praxistipps	19
2.7	Schrauben		19
2.8	Muttern		28
2.9	Scheiben		35
2.10	Losdrehicherung durch Kleben		38
2.11	Hersteller und Lieferanten		39

3	Gewindeeinsätze	Berechnungen	40
3.1	Drahtgewindeeinsatz Helicoil®		40
3.2	Gewindeeinsatzbuchse Ensart® S/ SB		43
3.3	Gewindeeinsatzbuchse Kobsert®		44
3.4	Gewindeeinsatzbuchse Expansionsert® / Spredsert®		45

		Praxistipps	47
3.5	Funktion und Wirkung von Gewindeeinsätzen		47
3.6	Gewindeeinsätze		47
3.7	Hersteller und Lieferanten		51

4	Bewegungsschrauben	Berechnungen	52
4.1	Gewindetabellen und -normen (Trapezgewinde, Sägewinde)		52
4.2	Gewindeauslegung		54
4.3	Festigkeitsnachweis	$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} < \sigma_{v,zul}$	55
4.4	Flächenpressung der Gewindeflanken		57
4.5	Prüfung auf Knicksicherheit		59

5	Nietverbindungen	Berechnungen	60
5.1	Scherspannung im Nietquerschnitt		60
5.2	Zugspannung im Niet		60

5.3	Lochleibungsdruck im Nietschaft		60
5.4	Momentenanschluss		62
		Praxistipps	63
5.5	Nietverbindungen allgemein		63
5.6	Niete		63
5.7	Verschiedene Blindniettypen im Vergleich		66
5.8	Hersteller und Lieferanten		67

6	Klebeverbindungen	Berechnungen	68
6.1	Festigkeitsnachweis		68
		Praxistipps	70
6.2	Kleben allgemein		70
6.3	Klebstoffarten	Epoxidharz-, Schmelzklebstoffe ...	72
6.4	Oberflächenbehandlung		73

6.5	Konstruktive Gestaltung der Klebeverbindung		74
6.6	Hersteller und Lieferanten		74

7	Schweißverbindungen	Berechnungen	75
7.1	Zug-/Druckbeanspruchung		75
7.2	Scherung		75
7.3	Torsion		75
7.4	Biegung		76
7.5	Schubbeanspruchung durch Drehmoment		78
7.6	Überlagerte Beanspruchungen		79
7.7	Zulässige Spannungen in den Schweißnähten	$\sigma_{zul} = \sigma_{zul}^* \cdot K_A$	79
7.8	Punktschweißverbindungen		80

8	Bolzen und Stifte	Berechnungen	82
8.1	Steckstiftverbindung		82
8.2	Querstiftverbindung		83
8.3	Längsstiftverbindung		84
8.4	Bolzen (Gelenkbolzen)		85

9	Sicherungsringe	Berechnungen	87
9.1	Sicherungsringe für Wellen		87
9.2	Sicherungsringe für Bohrungen		89
9.3	Tragfähigkeitsberechnung der Nut		91

10	Federn	Berechnungen	92
10.1	Grundlagen		92
10.2	Zylindrische Druckfedern		94
10.3	Zylindrische Zugfedern		95

10.4	Drehfedern		96
10.5	Spiralfedern		97
10.6	Tellerfedern		98
10.7	Gummifedern		100
10.8	Drahtseilfedern		103

11	Welle-Nabe-Verbindung	Berechnungen	107
11.1	Passfeder (formschlüssig)		107
11.2	Keilwelle (formschlüssig)		108
11.3	Zahnwelle (formschlüssig)		108
11.4	Kegelpressverband (kraftschlüssig)		109
11.5	Kegelspannring (kraftschlüssig)		110
11.6	Sternscheiben (kraftschlüssig)		112
11.7	Druckhülse (kraftschlüssig)		113

11.8	Kegelspannring (kraftschlüssig)		114
11.9	Stirnzahnverbindung		116
11.10	Klemmverbindung (kraftschlüssig)		117
11.11	Zylindrischer Pressverband, Berechnung rein elastischer Beanspruchung		119
11.12	Fügetemperatur		121
11.13	Vorspannkkräfte für kraft- schlüssige Spannelemente		122
		Praxistipps	124
11.14	Funktion und Wirkung von Spannelementen		124
11.15	Spannelemente		126
11.16	Hersteller und Lieferanten		132

12	Achsen und Wellen	Berechnungen	133
12.1	Biegemomenten- und Querkraftverlauf		133
12.2	Durchbiegung		135

12.3	Biegekritische Drehzahl		136
12.4	Verdrehwinkel		137
12.5	Berechnung gefährdeter Wellenquerschnitte		138
12.6	Allgemeine Festigkeitsberechnung	$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot (\alpha_0 \cdot \tau_t)^2}$	145

13	Auswuchttechnik	Berechnungen	146
13.1	Definition		146
13.2	Unwuchtarten		147
13.3	Auswuchtgüte	$G = \omega \cdot e_{zul}$	148
13.4	Zuordnung der Ausgleichsebenen		149
13.5	Auswuchten auf Umschlag		153

14	Wälzlager	Berechnungen	155
14.1	Dynamische äquivalente Belastung		155
14.2	Statische äquivalente Belastung		155

14.3	Berechnungsfaktoren X, Y, X ₀ , Y ₀		156
14.4	Schrägkugel- bzw. Kegelrollenlager		159
14.5	Lebensdauerberechnung	$L = \left(\frac{C \cdot f_T}{P} \right)^3 \cdot 10^6$	161
		Praxistipps	162
14.6	Auswahl der Wälzlager		162
14.7	Wälzlager		163
14.8	Hersteller und Lieferanten		168

15	Gleitlager und -führungen	Berechnungen	169
15.1	Radialgleitlager		169
15.2	Bundbuchse		169
15.3	Axialgleitlager		170
		Praxistipps	172
15.4	Auswahl der Gleitlager		172

15.5	Verschiedene Anwendungen		176
15.6	Hersteller und Lieferanten		177

16	Linearführungen	Berechnungen	178
16.1	Auslegung: Ein Wagen auf einer Schiene		179
16.2	Auslegung: Zwei Wagen auf einer Schiene		180
16.3	Auslegung: Zwei Wagen auf zwei Schienen		181
16.4	Auslegung: Vier Wagen auf zwei Schienen		182
16.5	Bedingung für kombinierte Belastungen	$\Sigma \frac{F}{C} + \Sigma \frac{M}{M_0} \leq 1$	184
16.6	Leistungsauslegung	$P = M \cdot \omega = M \cdot 2\pi n$	184
16.7	Knicksicherheit der Antriebs- spindel		187
16.8	Kritische Drehzahl der An- triebsspindel	n_k	188
16.9	Nominelle Lebensdauer	$L = \left(\frac{C}{F_m} \right)^a \cdot 50000$	188

17	Dichtungstechnik	Praxistipps	191
17.1	Übersicht		191
17.2	Dichtungselemente		192
17.3	Dichtungselemente für Hydraulikzylinder		202
17.4	Dichtungselemente für Pneumatikzylinder		207

18	Kupplungen	Berechnungen	213
18.1	Kupplungsdrehmoment ohne genaue Betriebsdaten		213
18.2	Kupplungsdrehmoment		214
18.3	Verdrehwinkel einer elastischen Kupplung		216
18.4	Periodisches Wechseldrehmoment		217
18.5	Wellengelenke		218
18.6	Trägheitsmomente		219

		Praxistipps	220
18.7	Funktion und Wirkung von schaltbaren Kupplungen		220
18.8	Nicht schaltbare Kupplungen		221
18.9	Hersteller und Lieferanten		235

19	Bremsen	Berechnungen	236
19.1	Allgemeine Berechnungen		236
19.2	Bandbremsen		237
19.3	Außenbackenbremsen		241
19.4	Innenbackenbremsen		243
19.5	Kegelbremsen		244
19.6	Lamellenbremse		246
19.7	Teilscheibenbremsen		246

20	Zahnräder	Berechnungen	247
20.1	Allgemeine Berechnungen		247
20.2	Geradverzahntes Stirnradpaar		248
20.3	Schrägverzahntes Stirnradpaar		249
20.4	Geradverzahntes Kegelradpaar		249
20.5	Schrägverzahntes Kegelradpaar		251
20.6	Schneckenradsatz		252
20.7	Planetengetriebe		253

21	Zahnriementriebe	Berechnungen	256
21.1	Auslegung		256
		Praxistipps	268
21.2	Zahnriementriebe allgemein		268
21.3	Zahnriemenwerkstoffe		269

21.4	Zahnriemenprofile		270
21.5	Zahnriemenspanner		273
21.6	Zahnriemenräder		276
21.7	Auslegung der Zahnriementriebe		277
21.8	Hersteller und Lieferanten		277

22	Kettentriebe	Praxistipps	279
22.1	Kettentriebe allgemein		279
22.2	Rollenketten		280
22.3	Kettenräder		282
22.4	Kettenspanner		283
22.5	Kettenführungen für Rollenketten		284
22.6	Schmierung		285

22.7	Schubketten		286
22.8	Auslegung der Kettentriebe		287
22.9	Hersteller und Lieferanten		288

23	Greif- und Spanmechanismen	Berechnungen	289
23.1	Exzentranspanner		289
23.2	Schubstangenspanner		291
23.3	Greifer		295

24	Pneumatik- und Hydraulikzylinder	Berechnungen	303
24.1	Pneumatikzylinder		303
24.2	Hydraulikzylinder		305
24.3	Gasfeder		307
24.4	Hersteller und Lieferanten		308

25	Scherenhubtische	Berechnungen	310
25.1	Scherenhubtisch, Typ 1		310
25.2	Scherenhubtisch, Typ 2		312
25.3	Scherenhubtisch, Typ 3		315
25.4	Scherenhubtisch, Typ 4		318
25.5	Scherenwagenheber		321
25.6	Antriebsauslegung einer Gewindespindel	$M = F \cdot \tan(\alpha + \rho_G) \cdot \frac{d_2}{2}$	322
25.7	Gelenkbolzenauslegung		324

26	Laufräder	Berechnungen	327
26.1	Laufstadkraft		327
26.2	Fahrwiderstand		329
26.3	Lagerkräfte an einem Laufrad		330
26.4	Antriebsleistung eines Fahrwerkes	$P = M \cdot \omega$	332

27	Antriebsauslegung der Getriebe- und Fördertechnik	Berechnungen	333
27.1	Fördertechnik		335
27.2	Getriebetechnik		400
27.3	Elektrischer Antrieb		423

28	Korrosionsschutz	Praxistipps	442
28.1	Korrosion	$2Fe + \frac{3}{2}O_2 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3$	442
28.2	Korrosionsschutz		444
28.3	Hersteller und Lieferanten		445

29	Reibung	Berechnungen	446
29.1	Gleit- und Haftreibung		446
29.2	Keilreibung		448
29.3	Reibrichtgesperre		449
29.4	Rollreibung		450

29.5	Gewindereibung		452
29.6	Reibwerte	μ, μ_0	453

30	Technische Grundlagen	Berechnungen	454
30.1	Hertzsche Pressung		454
30.2	Knickbeanspruchung		456
30.3	Thermische Ausdehnung		460
30.4	Blechabwicklung		462
30.5	Massenträgheitsmomente		464
30.6	Lineare Interpolation	$y_0 = \frac{y_{+1} - y_{-1}}{x_{+1} - x_{-1}} \cdot (x_0 - x_{-1}) + y_{-1}$	470

31	Excel-Programme		472
1	Kap. 2 Schrauben		474
2	Kap. 3.1 Drahtgewindeeinsatz (Helicoil)		478
3	Kap. 4 Bewegungsschraube		479

4	Kap. 11.1 Passfederverbindung	480
5	Kap. 11.2 Keil- und Zahnwellen- verbindung	481
6	Kap. 11.4 Kegelpressverband	482
7	Kap. 11.8 Spannsatz (Kegelspannring)	483
8	Kap. 11.9 Klemmverbindung	484
9	Kap. 11.10 Zylindrischer Pressverband (rein elastische Betrachtung)	485
10	Kap. 12.1 Wellenauslegung (Biegemomenten- und Quer- kraftverlauf)	487
11	Kap. 12.2 Durchbiegung von Wellen und Achsen	491
12	Kap. 12.3 Biegekritische Drehzahl	492
13	Kap. 16.1 Lineareinheiten (1 Wagen, 1 Schiene)	493
14	Kap. 16.2 Lineareinheiten (2 Wagen, 1 Schiene)	494
15	Kap. 16.3 Lineareinheiten (2 Wagen, 2 Schienen)	495
16	Kap. 16.4 Lineareinheiten (4 Wagen, 2 Schienen)	496

17	Kap. 21 Zahnriementriebxls		497
18	Kap. 23.1 Exzenterspanner		498
19	Kap. 23.2 Schubstangen- spanner Typ 1		499
20	Kap. 23.2 Schubstangen- spanner Typ 2		500
21	Kap. 24.3 Gasfeder		501
22	Kap. 25.1 Scherenhubtisch Typ 1		503
23	Kap. 25.2 Scherenhubtisch Typ 2		504
24	Kap. 25.3 Scherenhubtisch Typ 3		505
25	Kap. 25.4 Scherenhubtisch Typ 4		506
26	Kap. 29.2 Keilreibung		507
27	Kap. 30.2 Knickbeanspruchung		508
28	Kap. 30.4 Blechabwicklung		509
29	29) Passungsrechner	H6/h6	511

30	Kap. 27.1.1 Rollengurtförderer		512
31	Kap. 27.1.2 Gewindespindel- antrieb		513
32	Kap. 27.1.3 Schubkurbelantrieb		514
33	Kap. 27.1.4 Außenmalteser- kreuzgetriebe		515
34	Kap. 27.1.5 Hebewerk		516
35	Kap. 27.1.6 Drehtisch		517
36	Kap. 27.2.1.1a Stirnradgetriebe		518
37	Kap. 27.2.1.1b Koaxial-Stirnrad- getriebe		519
38	Kap. 27.2.2 Planetengetriebe		520
39	Kap. 27.2.3 Zugmittelgetriebe		521
40	Kap. 27.3 Elektrischer Antrieb		522
41	Kap. 27.3 Betriebsarten S3 und S5		523
42	Hersteller- und Lieferanten- verzeichnis		524

32	Anhang		525
	Internet-Adressen ausgewählter Hersteller und Lieferanten		526
	Literaturhinweise		529
	Sachregister		531