
Inhaltsverzeichnis

1	Reibung, Verschleiß und Schmierung	1
	Ludger Deters	
1.1	Einführung	2
1.2	Tribotechnisches System	3
1.2.1	Allgemeines	3
1.2.2	Funktion	4
1.2.3	Struktur	6
1.2.4	Kontaktgeometrie	9
1.2.5	Tribologische Beanspruchungen und Wechselwirkungen	11
1.2.6	Beanspruchungskollektiv (Eingangsgrößen)	13
1.2.7	Ausgangsgrößen (Nutzgrößen)	13
1.2.8	Verlustgrößen	14
1.3	Reibung, Reibungsarten, Reibungszustände	14
1.3.1	Reibung, allgemein	14
1.3.2	Reibungsarten	15
1.3.3	Reibungszustände	16
1.3.4	Reibungsmechanismen	17
1.3.5	Reibungszahlen	19
1.3.6	Reibungsschwingungen (stick-slip-Vorgänge)	19
1.4	Verschleiß	23
1.4.1	Verschleiß, allgemein	23
1.4.2	Verschleißarten und -mechanismen	24
1.4.3	Verschleißverläufe und -messgrößen	27
1.4.4	Bestimmung von Verschleiß und Lebensdauer	29
1.5	Grundlagen der Schmierung	32
1.5.1	Schmierungszustände	33
1.5.2	Vollschmierung	35
1.5.3	Grenzschmierung	42

1.5.4	Teilschmierung.....	44
1.5.5	Schmierung mit Feststoffen und Oberflächenbeschichtungen. . . .	44
1.6	Schmierstoffe.....	45
1.6.1	Schmieröle.....	46
1.6.2	Konsistente Schmierstoffe (Schmierfette).....	56
1.6.3	Festschmierstoffe.....	60
1.6.4	Eigenschaften von Schmierstoffen.....	60
1.6.5	Schmierstoffklassifikation.....	69
	Literatur.....	72
2	Lagerungen, Gleitlager, Wälzlager.....	75
	Gerhard Poll und Ludger Deters	
2.1	Lagerungen.....	76
2.1.1	Funktion von Lagerungen.....	76
2.1.2	Wirkprinzipien von Lagern.....	78
2.1.3	Gestaltung, Bauformen und Anwendung der Lagerungen.....	80
2.2	Gleitlager.....	84
2.2.1	Aufgabe, Einteilung und Anwendungen.....	84
2.2.2	Wirkungsweise.....	85
2.2.3	Bauarten.....	88
2.2.4	Werkstoffe und Herstellung.....	90
2.2.5	Gestaltung von Lagern und Lagerumgebung.....	92
2.2.6	Schmierung und Kühlung.....	93
2.2.7	Berechnung hydrodynamischer Radialgleitlager.....	95
2.2.8	Berechnung hydrodynamischer stationär bel. Axialgleitlager....	109
2.2.9	Fettgeschmierte Gleitlager.....	123
2.2.10	Berechnung hydrostatischer Gleitlager.....	125
2.2.11	Hydrostatische Anfahrhilfe.....	136
2.2.12	Wartungsfreie und wartungsarme Gleitlager.....	136
2.3	Wälzlager.....	137
2.3.1	Funktion und Wirkprinzip der Wälzlager.....	137
2.3.2	Bauarten der Wälzlager.....	139
2.3.3	Wälzlagerkäfige.....	150
2.3.4	Wälzlagerwerkstoffe.....	152
2.3.5	Bezeichnungen für Wälzlager.....	152
2.3.6	Gestaltung und konstruktive Integration von Wälzlagerungen...	153
2.3.7	Wälzlagerschmierung.....	161
2.3.8	Wälzlagerdichtungen.....	171
2.3.9	Wälzlagerberechnung (Belastbarkeit, Lebensdauer, Reibung) ...	173
2.3.10	Schadensfälle.....	190
2.3.11	Hinweise für den Ein- und Ausbau von Wälzlagern.....	195
	Literatur.....	196

3 Dichtungen	203
Gerhard Poll	
3.1 Funktion und Wirkprinzip	204
3.2 Dichtungsbaufornen	209
3.2.1 Berührungsfreie Dichtungen	209
3.2.2 Berührende Dichtungen	211
3.2.3 Kombination berührender/nicht berührender Dichtungen	221
3.3 Gestaltung und Berechnung von Dichtungen	222
3.3.1 Anpresskraft und Überdeckung	223
3.3.2 Reibung und Temperatur	227
3.3.3 Belüftung und Druckausgleich	228
3.3.4 Leckage/Rückförderung	230
3.4 Werkstoffe	237
3.5 Schädigungsmechanismen und Lebensdauer	238
3.6 Einbau	241
Literatur	243
4 Einführung in Antriebssysteme	245
Albert Albers	
4.1 Funktion und Wirkungsweise	246
4.2 Einteilung und Eigenschaften der Getriebe	252
4.2.1 Systematische Einteilung	252
4.2.2 Eigenschaften	252
4.2.3 Auswahl	255
4.3 Mechanische Getriebe	256
4.3.1 Gleichförmig übersetzende Getriebe	256
4.3.2 Ungleichförmig übersetzende Getriebe	260
4.4 Hydraulische Getriebe	262
4.4.1 Hydrostatische Getriebe	263
4.4.2 Hydrodynamische Getriebe	264
4.5 Berechnung	266
4.5.1 Grundlage	266
4.5.2 Modellbildung	268
4.5.3 Anwendungsbeispiele	273
Literatur	276
5 Kupplungen und Bremsen	279
Albert Albers	
5.1 Funktion und Wirkungsweise	280
5.1.1 Funktion	282
5.1.2 Wirkungsweise	283

5.2	Gestalt, Bauarten und Bauformen	284
5.2.1	Klassierende Merkmale	284
5.2.2	Eigenschaften	287
5.2.3	Klassierung	293
5.2.4	Bauformen	294
5.3	Auswahlkriterien und Auswahlprozess	312
5.4	Berechnung	316
5.4.1	Berechnungsgrundlagen	316
5.4.2	Vordimensionierung	327
5.4.3	Auslegungsrechnung	345
5.5	Kupplungswerkstoffe und Friktionswerkstoffe	350
5.5.1	Kupplungswerkstoffe	351
5.5.2	Funktionelle Zwischenelemente	352
5.5.3	Friktionswerkstoffe	353
5.6	Gestaltung	363
5.6.1	Konstruieren von Kupplungen	363
5.6.2	Konstruieren mit Kupplungen (Konstruktion)	365
5.6.3	Betätigungssysteme	367
	Literatur	368
6	Zahnräder und Zahnradgetriebe	371
	Heinz Linke	
6.1	Grundlegendes zu Zahnradgetrieben	376
6.1.1	Entwicklungen, Aufgaben, Einteilung	376
6.1.2	Grundbeziehungen	384
6.2	Stirnradgetriebe	390
6.2.1	Verzahnungsgesetz	390
6.2.2	Zahnprofilformen	396
6.2.3	Geometrie der Geradverzahnung	402
6.2.4	Geometrie der Schrägverzahnung	418
6.2.5	Besonderheiten der Innenverzahnung	428
6.3	Stirnradgetriebe – Tragfähigkeit	429
6.3.1	Schäden	429
6.3.2	Geschwindigkeiten	432
6.3.3	Zahnkräfte	438
6.3.4	Lastverteilung	450
6.3.5	Nachweis der Grübchentragfähigkeit	457
6.3.6	Nachweis der Zahnfußtragfähigkeit	468
6.3.7	Methodisches Vorgehen beim Nachweis der Sicherheit	484
6.3.8	Leistungsverluste, Getriebeschmierung	490
6.3.9	Dimensionierung von Stirnradgetrieben	497
6.3.10	Zeichnungsangaben	509

6.4	Kegelradgetriebe	514
6.4.1	Grundlegende Eigenschaften und Arten	514
6.4.2	Geometrie der Kegelräder/Kegelradgetriebe	517
6.4.3	Kräfte und Beanspruchung der Kegelräder	521
6.5	Schneckengetriebe	525
6.5.1	Grundlegende Eigenschaften und Arten	525
6.5.2	Geometrie der Zylinderschneckengetriebe	528
6.5.3	Kräfte, Wirkungsgrad und Beanspruchung	529
6.6	Planetengetriebe	532
6.6.1	Begriffe und Eigenschaften	532
6.6.2	Drehzahlen	534
6.6.3	Wirkungsgrad einfacher Planetengetriebe	537
6.6.4	Konstruktive Aspekte bei Planetengetrieben	543
6.6.5	Wolfsche Symbole	545
6.6.6	Spezielle und gekoppelte Planetengetriebe	545
6.7	Anhang	556
	Literatur	568
7	Zugmittelgetriebe	571
	Ludger Deters und Wolfgang Mücke	
7.1	Aufbau und Wirkungsweise	572
7.2	Riemengetriebe	576
7.2.1	Eigenschaften, Bauarten, Anwendungen	576
7.2.2	Riemenarten und Riemenwerkstoffe	580
7.2.3	Berechnungsgrundlagen	583
7.2.4	Allgemeine Gestaltungs- und Betriebshinweise	596
7.2.5	Flachriemengetriebe	597
7.2.6	Keilriemengetriebe	603
7.2.7	Zahnriemen	611
7.3	Kettengetriebe	616
7.3.1	Eigenschaften und Anwendungen	616
7.3.2	Kettenarten	617
7.3.3	Berechnungsgrundlagen	619
7.3.4	Schmierung und Wartung	630
7.3.5	Gestaltungshinweise	633
	Literatur	633
8	Reibradgetriebe	635
	Gerhard Poll	
8.1	Funktion und Wirkprinzip	635
8.2	Bauformen und ihre Anwendung	639
8.2.1	Kinematik und Berührgeometrie	639
8.2.2	Erzeugung der Normalkräfte	641

8.2.3	Feste und einstellbare Übersetzung	643
8.2.4	Werkstoffe	648
8.3	Berechnung	649
8.3.1	Berechnungsgrundlagen.....	649
8.3.2	Bohrbewegung	651
8.3.3	Wälz- oder Längsschlupf	652
8.3.4	Übertragbare Leistung und Wirkungsgrad	654
	Literatur	656
9	Sensoren und Aktoren	659
	Jörg Wallaschek	
9.1	Funktion	660
9.2	Aktoren.....	663
9.2.1	Allgemeines zu elektromechanischen Aktoren	663
9.2.2	Piezoelektrische Aktoren	665
9.2.3	Tauchspulen-Aktoren	672
9.2.4	Elektromotoren	676
9.2.5	Hydraulische und pneumatische Aktoren	683
9.2.6	Aktoren auf Basis von Formgedächtnislegierungen	684
9.2.7	Sonstige elektromechanische Aktoren	686
9.3	Sensoren	687
9.3.1	Wandlung von Messsignalen	687
9.3.2	Messbereich, Auflösung und Messgenauigkeit	688
9.3.3	Sensoren zur Messung von Weg- und Winkelgrößen	688
9.3.4	Geschwindigkeits- und Winkelgeschwindigkeitssensoren	691
9.3.5	Beschleunigungs- und Winkelbeschleunigungssensoren	693
9.3.6	Sensoren zur Messung von Druck, Kraft und Drehmoment	694
9.3.7	Sensoren zur Messung von Temperatur und Strömung	695
9.3.8	Sensorsysteme	696
	Literatur	697
	Autorenkurzbiographien	699
	Stichwortverzeichnis	703