

# Band 2: Lager, Kupplungen, Getriebe

von  
Prof. Dr.-Ing. Hermann Freund,  
Fachhochschule Darmstadt



Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich

# INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort.....	5
10	Wälzlager.....	11
10.1	Allgemeines.....	11
10.2	Kraftverteilung.....	12
10.3	Baumaße, Bezeichnungen.....	13
10.4	Bauformen.....	14
10.4.1	Standardbauformen.....	14
10.4.1.1	Radialkugellager.....	14
10.4.1.2	Radialrollenlager.....	16
10.4.1.3	Axiallager.....	18
10.4.1.4	Linearführungen.....	20
10.4.2	Sonderbauformen.....	21
10.5	Tragfähigkeitsnachweis.....	22
10.5.1	Statische Tragfähigkeit.....	22
10.5.2	Dynamische Tragfähigkeit.....	23
10.5.2.1	Konstante Belastung.....	23
10.5.2.2	Veränderliche Belastung.....	26
10.5.3	Tragfähigkeit bei angestellten Lagern.....	29
10.6	Gestaltung der Lagerstellen.....	29
10.6.1	Lageranordnung.....	29
10.6.2	Passungswahl.....	33
10.6.3	Axiale Festlegung.....	33
10.6.4	Montage / Demontage von Wälzlagern.....	34
10.7	Schmierung.....	37
10.7.1	Fettschmierung.....	37
10.7.2	Ölschmierung.....	40
10.8	Abdichtung von Lagern.....	41
10.8.1	Berührungsfreie Dichtungen.....	42
10.8.2	Berührende Dichtungen.....	42
11	Gleitlager.....	45
11.1	Allgemeines.....	45
11.2	Hydrodynamische Lager.....	50
11.2.1	Funktionsweise.....	50
11.2.2	Radiallager.....	54
11.2.2.1	Bauformen.....	54
11.2.2.2	Berechnung zylindrischer Lager.....	56
11.2.3	Axiallager.....	59
11.2.3.1	Bauformen.....	59
11.2.3.2	Berechnung von Axialsegmentlagern.....	60

## Inhaltsverzeichnis

11.2.3.3	Berechnung von Kippsegmentlagern.....	62
11.3	Hydrostatische Lager.....	63
11.3.1	Radiallager.....	63
11.3.2	Axiallager.....	65
12	Kupplungen.....	69
12.1	Allgemeines.....	69
122	Nichtschaltbare Kupplungen.....	70
12.2.1	Drehstarre Kupplungen.....	70
12.2.2	Drehstarre Ausgleichskupplungen.....	72
12.2.2.1	Bauarten.....	73
12.2.2.2	Kinematik der Kreuzgelenke.....	76
12.2.3	Drehelastische Ausgleichskupplungen.....	80
12.2.3.1	Bauformen.....	81
12.2.3.2	Betriebsverhalten.....	83
12.2.3.3	Auslegung von Ausgleichskupplungen.....	87
12.3	Fremdgeschaltete Kupplungen.....	89
12.3.1	Formschlüssige Schaltkupplungen.....	89
12.3.2	Kraftschlüssige Schaltkupplungen.....	91
12.3.3	Schaltvorgang.....	95
12.3.4	Auslegung fremdgeschalteter Kupplungen.....	99
12.4	Selbsttätig schaltende Kupplungen.....	100
12.4.1	Drehmomentgeschaltete Kupplungen.....	100
12.4.2	Drehzahlgeschaltete Kupplungen.....	102
12.4.3	Richtunggeschaltete Kupplungen.....	103
13	Grundlagen der Zahnradgetriebe.....	107
13.1	Allgemeines.....	107
13.2	Verzahnungsgesetz.....	110
13.3	Verzahnungsarten.....	113
13.3.1	Zykloidenverzahnung.....	113
13.3.2	Evolventenverzahnung.....	115
13.4	Zahnradherstellung.....	119
13.5	Schmierung von Getrieben.....	120
13.5.1	Schmierarten.....	123
14	Stirnradgetriebe.....	127
14.1	Außenverzahnung.....	127
14.1.1	Geradverzahnung.....	128
14.1.1.1	Bestimmungsgrößen am Zahnrad.....	128
14.1.1.2	Geometrische Grenzen der Verzahnung.....	130
14.1.1.3	Bestimmungsgrößen am Radpaar.....	136
14.1.2	Schrägverzahnung.....	143
14.2	Innenverzahnung.....	147
14.2.1	Geometrische Grenzen der Verzahnung.....	150
14.2.2	Eingriffsstörungen.....	153
14.3	Grundlagen der Tragfähigkeitsberechnung.....	155
14.3.1	Zahnkräfte.....	155
14.3.2	Aufteilung der Getriebeübersetzung.....	157
14.3.3	Auslegungskriterien.....	158

## Inhaltsverzeichnis

14.3.4	Vordimensionierung.....	163
14.4	Tragfähigkeitsnachweis nach DIN 3990.....	165
14.4.1	Krafftaktoren.....	166
14.4.2	Berechnung der Flankentragfähigkeit.....	168
14.4.3	Berechnung der Fußtragfähigkeit.....	169
14.4.4	Berechnung der Freßtragfähigkeit.....	170
14.5	Gestaltungshinweise.....	171
15	Kegelradgetriebe.....	175
15.1	Verzahnungsgrundlagen.....	176
15.2	Bestimmungsgrößen am Kegelrad.....	179
15.3	Geometrische Grenzen, Eingriffsverhältnisse.....	180
15.4	Verzahnungskräfte.....	183
15.5	Vordimensionierung.....	184
15.6	Tragfähigkeitsnachweis nach DIN 3991.....	185
15.6.1	Einflußfaktoren.....	185
15.6.2	Berechnung der Flankentragfähigkeit.....	185
15.6.3	Berechnung der Fußtragfähigkeit.....	186
16	Schraubwälzgetriebe.....	187
16.1	Schraubradgetriebe.....	188
16.1.1	Bestimmungsgrößen.....	188
16.1.2	Eingriffsverhältnisse.....	189
16.1.3	Verzahnungskräfte und Wirkungsgrad.....	191
16.1.4	Tragfähigkeitsberechnung.....	192
16.2	Schneckengetriebe.....	193
16.2.1	Flankenformen.....	194
16.2.2	Bestimmungsgrößen am Radsatz.....	196
16.2.3	Verzahnungskräfte und Wirkungsgrad.....	199
16.2.4	Vordimensionierung.....	201
16.2.5	Tragfähigkeitsberechnung.....	202
16.2.5.1	Zahnfußtragfähigkeit.....	202
16.2.5.2	Flankentragfähigkeit.....	202
16.2.5.3	Schneckenwellendurchbiegung.....	203
16.2.6	Gestaltungshinweise.....	204
17	Zugmittelgetriebe.....	207
17.1	Kettengetriebe.....	208
17.1.1	Bauformen.....	208
17.1.2	Kettenradgeometrie.....	209
17.1.3	Kinematik, Kräfte.....	210
17.1.4	Auslegung von Kettentrieben.....	212
17.1.5	Gestaltung.....	215
17.2	Riemengetriebe.....	216
17.2.1	Riementypen.....	217
17.2.2	Geometrische Bestimmungsgrößen.....	218
17.2.3	Kräfte im Riementrieb.....	224
17.2.4	Vorauswahl eines Riemens.....	227
17.2.5	Nachrechnung des Antriebes.....	227
17.2.6	Gestaltungshinweise.....	230

18	<b>Dichtungen</b> .....	233
18.1	Allgemeines.....	233
182	Berührungsdichtungen ohne Relativbewegung.....	234
182.1	Unlösbare Dichtungen.....	234
1822	Lösbare Berührungsdichtungen.....	234
18.3	Berührende Dichtungen mit Relativbewegung.....	241
18.3.1	Packungen.....	241
18.3.2	Nutringe.....	243
18.3.3	Ringdichtungen.....	245
18.3.4	Radial - Wellendichtring.....	247
18.3.5	Axiale Dichtscheiben.....	248
18.3.6	Axiale Gleitringdichtungen.....	249
18.4	Berührungslose Dichtungen.....	251
18.4.1	Drosseldichtungen.....	251
18.42	Schutzdichtungen.....	252
Anhang.....		255
Literaturverzeichnis.....		297
Stichwortverzeichnis.....		303