

Maschinenelemente

Zweiter Band

Maschinenelemente

Entwerfen, Berechnen und Gestalten
im Maschinenbau

Ein Lehr- und Arbeitsbuch

von

Dr.-Ing. G.Niemann

Professor an der Technischen Hochschule München

Zweiter Band

Getriebe

Mit 338 Abbildungen



Springer-Verlag
Berlin / Göttingen / Heidelberg
1960

ISBN 978-3-662-00133-2 ISBN 978-3-662-00132-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-00132-5

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet,
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
zu vervielfältigen

© by Springer-Verlag OHG., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1960

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw.
in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der An-
nahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetz-
gebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Vorwort

Für die Übersicht und Auswahl der Getriebe bringt das erste Kapitel *Vergleichsangaben für die Eigenschaften, Kosten, Baumaße und Verwendungsbereiche*. Dann folgen die *Grundgleichungen für Bewegungsvorgänge und Massenwirkungen*, die für alle Getriebe und Wellenschalter Geltung haben.

Die weiteren Kapitel behandeln die verschiedenen Getriebe und Wellenschalter *im einzelnen*. Hierbei wurde besonderer Wert darauf gelegt, das Wesentliche der Funktion, der Belastungsgrenzen und der Berechnungsgrundlagen herauszustellen. Außerdem wurde angestrebt, die neuesten Erfahrungen und Forschungsergebnisse möglichst weit für die praktische Berechnung und Konstruktion nutzbar zu machen.

Das Vorhaben dieses Buches wurde zum Anlaß, auch den noch ungelösten Fragen nachzugehen und die Lücken wenigstens zum Teil durch Versuche und Forschungsarbeiten zu schließen. Aus dieser Arbeit erwuchs mir die Erkenntnis, daß viele Fragezeichen schneller verschwinden würden, wenn wir uns weniger oft mit unsicheren Ausgangswerten für unsere Berechnungen und Konstruktionen begnügten. So zeigten mir beispielsweise die in meinem Institut laufenden Versuchsreihen über die Flankentragfähigkeit von Stirnradgetrieben, daß für die Steigerung der Belastungsgrenze noch erstaunliche Möglichkeiten offenstehen. Umgekehrt ergaben sich aber auch bei manchen Zahnrad- und Werkstoffpaarungen viel geringere Tragfähigkeiten als erwartet.

Die Versuche zur Klärung derartiger Fragen benötigten naturgemäß viel Zeit und verzögerten die Herausgabe des vorliegenden Bandes. Hierbei gebührt dem Springer-Verlag meine dankbare Anerkennung, weil er trotz der langen Dauer und der vielen Änderungen und Ergänzungen die Geduld nicht verloren hat.

Besondere Verdienste an dem Abschluß des Buches haben auch meine Assistenten. Von diesen möchte ich an erster Stelle Dr.-Ing. W. RICHTER nennen (Beiträge für die Berechnung der Zahnräder, Vorarbeit für die Ketten- und Riementriebe und kritische Gesamtdurchsicht), ferner Oberingenieur Dr.-Ing. H. RETTIG (Beiträge für gehärtete Zahnräder und für dynamische Zahnkräfte), Dr.-Ing. H. OHLENDORF (Vorarbeit für Kapitel Reibkupplungen und -bremsen), Dipl.-Ing. K. STÖLZLE (Vorarbeit für Kapitel Richtungskupplungen), Dipl.-Ing. FR. JARCHOW (Beitrag für Kapitel Schneckentriebe), Dipl.-Ing. K. LANGENBECK (Beitrag für Kapitel versetzte Kegelräder) und Dr.-Ing. M. UNTERBERGER (Durchsicht mehrerer Kapitel).

Hiermit schließe ich das Buch *Maschinenelemente* ab. Ich gebe der Hoffnung Ausdruck, daß sich der 2. Band ebenso wie der 1. für die Studierenden und die in der Praxis stehenden Ingenieure als Lehr- und Arbeitsbuch bewähren möge.

München, den 9. Februar 1960

Gustav Niemann

Hinweise

Verwendetes Maßsystem: Technisches Maßsystem mit kg als Krafteinheit.

Angeführte DIN-Blätter: Maßgebend bleibt stets die letzte Ausgabe des Deutschen Normenausschusses (Anschrift: Köln, Friesenplatz 5).

Bezugnahme auf Bilder, Tafeln, Gleichungen und Schrifttum: Bild 43/1 = Bild 1 auf S. 43, Tafel 5/2 = Tafel 2 auf S. 5, Gl. (103/2) = Gleichung 2 auf S. 103, [194/205] = Schrifttum 205 auf S. 194.

FZG: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebbau, Technische Hochschule München.

Inhaltsübersicht des ersten Bandes

I. Grundlagen. — II. Verbindungselemente. — III. Lager. — IV. Wellen und Zubehör.

Inhaltsverzeichnis des zweiten Bandes

V. Getriebe

	Seite
20. Verwendung, Vergleiche und Grundgleichungen	1
20.1. <i>Bauarten, Eigenschaften und Verwendungsangaben</i>	1
1. Zahnradgetriebe S. 1 — 2. Kettentriebe S. 3 — 3. Riementriebe S. 4 — 4. Reibrad- getriebe S. 4 — 5. Vergleich der technischen Daten S. 6	
20.2. <i>Leistung, Baugröße, Gewicht und Preis</i>	6
1. Vergleich der Getriebearten S. 6 — 2. Vergleich handelsüblicher Zahnradgetriebe S. 7	
20.3. <i>Überschlägige Bemessung der Getriebe</i>	14
20.4. <i>Bewegungsvorgang, Beschleunigung und Verzögerung</i>	15
1. Drehbewegung und Geradbewegung S. 15 — 2. Bei konstanter Umfangsgeschwindig- keit v S. 15 — 3. Bei konstanter Beschleunigung S. 15 — 4. Bei veränderlicher Beschleu- nigung S. 18 — 5. Bei Verzögerung S. 18 — 6. Umrechnungen S. 18 — 7. Wahl des An- triebsmotors und Massenwirkung S. 19 — 8. Berechnungsbeispiele S. 19	
20.5. <i>Schrifttum</i>	20
21. Zahnräder, Grundlagen	21
21.1. <i>Verzahnungsgeometrie</i>	21
1. Verzahnungsgesetz S. 21 — 2. Übersetzung i S. 21 — 3. Geschwindigkeiten und Ver- zahnungsgesetz S. 22 — 4. Gleitgeschwindigkeit v_G S. 22 — 5. Konstruktion von Eingriffs- linie und Gegenflanke S. 24 — 6. Weitere Eingriffsgrößen und Unterschnitt S. 24 — 7. Verzahnungsmaße und Zahnfehler S. 25 — 8. Form und Verlauf der Verzahnung S. 26	
21.2. <i>Zykloiden- und Triebstockverzahnung</i>	27
1. Eigenschaften und Verwendung S. 27 — 2. Merkmale und Erzeugung der Zykloiden- verzahnung S. 28 — 3. Rollkreisdurchmesser δ S. 28 — 4. Triebstockverzahnung und Be- messung S. 28	
21.3. <i>Evolventenverzahnung</i>	30
1. Verwendung und Eigenschaften S. 30 — 2. Merkmale der Evolventenverzahnung S. 30 — 3. Erzeugung S. 31 — 4. Evolventenbeziehungen und Evolventenfunktion S. 33 — 5. Unterschnitt, Mindest-Zähnezahl und Überdeckungsgrad S. 33 — 6. Profilverschobene Evolventenverzahnung (V -Verzahnung) S. 36	
21.4. <i>Arten der Zahnräder</i>	39
21.5. <i>Zahnschäden und Abhilfen</i>	39
1. Bruchschäden S. 39 — 2. Flankenschäden S. 39	
21.6. <i>Erhöhung der Tragfähigkeit</i>	42

21.7.	<i>Getriebeegeräusch</i>	43
	1. Geräuschart, Frequenzen und Impulse S. 43 — 2. Frequenz und Lautstärke S. 46 — 3. Wirkung verschiedener Einflußgrößen und Maßnahmen auf die Lautstärke S. 47 — 4. Erfahrungen an großen Getrieben S. 51	
21.8.	<i>Wirkungsgrad und Verlustleistung</i>	52
	1. Gleichungen für die Zahnverlustleistung S. 53 — 2. Gleichung für die Plantschverlustleistung S. 57 — 3. Gleichung für die Lagerverlustleistung S. 57	
21.9.	<i>Schmierung und Kühlung</i>	58
	1. Schmierung und Schmierstoff S. 58 — 2. Art der Schmierung S. 58 — 3. Ölwahl S. 58 — 4. Ölzähigkeit und Freßlastgrenze S. 58 — 5. Ölmenge S. 59 — 6. Ölwechsel S. 59 — 7. Magnetfilter S. 59 — 8. Kühlung S. 59	
21.10.	<i>Grundlagen der Zahnradherstellung</i>	60
	1. Abwälzverfahren S. 61 — 2. Profilverfahren S. 61 — 3. Räumliche Formverfahren S. 61	
21.11.	<i>Normen und Schrifttum</i>	62
22.	Stirnräder, Gestaltung und Berechnung	67
22.1.	<i>Gestaltung</i>	67
	1. Wahl der Gesamtanordnung S. 67 — 2. Aufteilung der Getriebestufen S. 70 — 3. Wahl der Verzahnung S. 71 — 4. Wahl der Werkstoffpaarung S. 71 — 5. Gestaltung der Zahnräder S. 73 — 6. Zahnbreite, Wellen und Getriebekasten S. 73 — 7. Bohrungen und Büchsen S. 74 — 8. Verbindung von Rad und Welle S. 74 — 9. Wahl der Lagerart S. 74 — 10. Anforderungen an die Zahnradherstellung S. 74 — 11. Häufige Schadensursachen und Beanstandungen S. 76	
22.2.	<i>Grundlagen zur Berechnung der Stirnräder</i>	76
	1. Arten, Aufbau und Treffsicherheit der Berechnung S. 76 — 2. Hauptabmessungen und Lastwerte B und B_W S. 77 — 3. Dynamische Zusatzkraft und Beiwerte C_D und ϵ_w S. 78 — 4. Lastverteilung längs der Zahnbreite und Beiwert C_T S. 80 — 5. Zahnfußbeanspruchung σ und Bruchsicherheit S_B S. 84 — 6. Flankenpressung k und Grübchensicherheit S_G S. 86 — 7. Freßlast-Flankenpressung k_F und Freßsicherheit S_F S. 89 — 8. Festigkeitswerte der Zahnräder S. 90	
22.3.	<i>Schrägverzahnung</i>	90
	1. Merkmale und Eigenschaften S. 91 — 2. Geometrische Beziehungen S. 92 — 3. Lastverteilung längs der B -Linien und Beiwert C_β S. 93 — 4. Maßgebliche Eingriffspunkte S. 95 — 5. Zahnfußbeanspruchung σ und Bruchsicherheit S_B S. 96 — 6. Flankenpressung k und Grübchensicherheit S_G S. 97	
22.4.	<i>Profilverschiebung, Anwendung und Berechnung</i>	98
	1. Anwendung und Auswahl S. 98 — 2. Berechnung der Profilverschiebung S. 100	
22.5.	<i>Praktische Berechnung der Stirnräder.</i>	103
	1. Festlegung der Hauptabmessungen S. 103 — 2. Maße für die Tragfähigkeitsrechnung S. 103 — 3. Maße für die Fertigung S. 104 — 4. Nachweis der Tragfähigkeit und der Volllast-Lebensdauer S. 105 — 5. Lagerkräfte S. 106	
22.6.	<i>Berechnungsbeispiele</i>	106
22.7.	<i>Tafeln und Diagramme zur Stirnradberechnung</i>	113
	1. Übersicht der Tafeln und Diagramme S. 113 — 2. Bezeichnungen und Dimensionen zu 22 S. 113	
22.8.	<i>Schrifttum</i>	123
23.	Kegelräder und versetzte Kegelräder (Hypoidräder)	131
23.1.	<i>Arten, Eigenschaften und Verwendung</i>	131
23.2.	<i>Geometrie und Maße der Kegelräder</i>	132
	1. Paarung der Kegelräder S. 132 — 2. Ausgezeichnete Kegel und Kegelwinkel S. 133 — 3. Verzahnung am Kegelrad und am Planrad S. 133 — 4. Verlauf der Flankenlinien S. 134 — 5. Zahnprofil am Kegelrad und am Planrad S. 134 — 6. Verzahnung am Rückenkegel und ihre Abwicklung S. 136 — 7. Herstellungsmaße der Kegelradverzahnung S. 136 — 8. Zahnkopf- und Fußbegrenzung S. 137 — 9. Profilverschiebung S. 137 — 10. Fehlerempfindlichkeit der Kegelräder S. 138	

	Seite
23.3. <i>Bemessung und Tragfähigkeit der Kegelräder</i>	139
1. Festlegung der Maße S. 139 — 2. Ersatzstirnräder S. 141 — 3. Tragfähigkeit der Kegelräder S. 141 — 4. Lagerkräfte und Gestaltung S. 142 — 5. Berechnungsbeispiele S. 142	
23.4. <i>Versetzte Kegelräder (Kegelschraub- oder Hypoidgetriebe)</i>	144
1. Ausführungsarten S. 144 — 2. Geometrie und Maße der versetzten Kegelräder S. 145 — 3. Festlegung der Maße S. 148 — 4. Nachweis der Tragfähigkeit S. 148 — 5. Lagerkräfte und Gestaltung S. 149 — 6. Berechnungsbeispiel S. 149	
23.5. <i>Normen und Schrifttum zu Kegelrädern</i>	150
24. Schneckengetriebe	151
24.1. <i>Eigenschaften, Verwendung und Betriebsdaten</i>	
1. Eigenschaften S. 151 — 2. Verwendung S. 152 — 3. Tragfähigkeit, Baugröße und Kosten S. 152	151
24.2. <i>Paarungsarten, Zahnform und Betriebsverhalten</i>	152
1. Zahnform der Zylinderschnecken S. 152 — 2. Verlauf der Berührungslinien und Betriebsverhalten S. 153 — 3. Weitere Paarungsarten S. 154	
24.3. <i>Belastungsgrenzen und Betriebsverhalten</i>	154
24.4. <i>Gestaltung und Lagerung, Schmierung und Montage</i>	157
1. Lage der Schnecke S. 157 — 2. Lagerung der Schneckenwelle S. 157 — 3. Lagerung der Radwelle S. 158 — 4. Schutz der Lager S. 158 — 5. Schnecke S. 159 — 6. Radkranz S. 159 — 7. Gehäuse S. 159 — 8. Schmierung und Ölwahl S. 160 — 9. Montage und Einlauf S. 160	
24.5. <i>Bezeichnungen und geometrische Beziehungen</i>	160
1. Bezeichnungen und Dimensionen S. 160 — 2. Geometrische Beziehungen S. 161	
24.6. <i>Profil-Umrechnungen</i>	162
24.7. <i>Ermittlung der Berührungslinien</i>	164
24.8. <i>Festlegung der Abmessungen</i>	165
1. Wenn a und i gegeben S. 165 — 2. Wenn Schnecke (d_{m1}, z_1, m) und i gegeben S. 167 — 3. Wenn nur Betriebsbedingungen gegeben S. 167 — 4. Festlegung von Schnecken für Getriebeserien S. 167	
24.9. <i>Kontrolle auf Flankensicherheit S_F</i>	167
24.10. <i>Kontrolle auf Temperatursicherheit S_T</i>	168
1. Bei konstanter Belastung und Drehzahl S. 168 — 2. Bei wechselnder Belastung und Drehzahl S. 169 — 3. Bei Kurzzeit-Betrieb S. 169	
24.11. <i>Wirkungsgrad und Verlustleistung</i>	170
1. Gesamtwerte S. 170 — 2. Werte der Zahnpaarung S. 170 — 3. Zahnreibwert μ_z S. 171 — 4. Leerlauf-Leistung N_0 S. 171 — 5. Verlustleistung N_P durch Lagerbelastung S. 172	
24.12. <i>Kontrolle auf Biegesicherheit S_W der Schneckenwelle</i>	172
24.13. <i>Kontrolle auf Zahnbruchsicherheit S_B</i>	172
24.14. <i>Belastung der Wellen und Lager</i>	172
24.15. <i>Berechnungsbeispiele</i>	174
24.16. <i>Tafeln und Diagramme</i>	178
24.17. <i>Normen und Schrifttum</i>	184
25. Zylindrische Schraubenräder	186
25.1. <i>Eigenschaften und Verwendung</i>	186
25.2. <i>Geometrie der Schraubenräder</i>	187
1. Bezeichnungen und Dimensionen S. 187 — 2. Flankenberührung und Verlauf des Zahneingriffs S. 187 — 3. Gleitgeschwindigkeit v_F S. 189 — 4. Zusammenstellung der geometrischen Beziehungen S. 189	
25.3. <i>Kräfte, Verlustleistung und Wirkungsgrad der Verzahnung</i>	190
1. Zahnkräfte im Wälzpunkt S. 190 — 2. Verlustleistung und Wirkungsgrad S. 191	

25.4.	<i>Flankenpressung</i>	193
25.5.	<i>Praktische Bemessung</i>	194
	1. Geometrische Festlegung S. 194 — 2. Festlegung von d_1 nach C -Wert S. 195 — 3. Festlegung von d_1 nach Flankenpressung S. 195 — 4. Freßblastgrenze und Ölwahl S. 195	
25.6.	<i>Berechnungsbeispiel</i>	196
25.7.	<i>Schrifttum</i>	196
26.	Kettentriebe	196
26.1.	<i>Überblick</i>	196
	1. Verwendungsbereich S. 196 — 2. Wirkungsweise S. 198 — 3. Getriebeketten S. 198 — 4. Kettenräder S. 200 — 5. Förder- und Lastketten S. 201	
26.2.	<i>Kraftübertragung und entstehende Kräfte</i>	201
	1. Bezeichnungen und Dimensionen S. 201 — 2. Kraftübertragung S. 202 — 3. Umfangskraft U S. 203 — 4. Vorspannkraft U_v S. 203 — 5. Fliehkraft P_F und Anteil U_F S. 203 — 6. Polygoneffekt und Polygonkraft U_P S. 204 — 7. Aufschlagkraft P_A S. 205	
26.3.	<i>Beanspruchung der Getriebeketten</i>	206
	1. Bei Rollen- und Hülsenketten S. 206 — 2. Bei Zahnketten S. 207 — 3. Werkstoffe und zulässige Spannungen der Getriebeketten S. 207	
26.4.	<i>Gelenkreibung, Lebensdauer und Wirkungsgrad</i>	207
	1. Kettenlänge S. 207 — 2. Grenze der Kettenlänge und Kopfkreisdurchmesser d_k S. 208 — 3. Ansatz für Gelenkverschleiß, Lebensdauer und p_{zul} S. 208 — 4. Gelenkreibung und Wirkungsgrad S. 209	
26.5.	<i>Schwingungen der Kettentriebe</i>	210
	1. Querschwingungen S. 210 — 2. Längsschwingungen S. 210	
26.6.	<i>Praktische Berechnung der Kettentriebe</i>	211
	1. Allgemeine Gleichungen S. 211 — 2. Belastbarkeit der Getriebeketten S. 212 — 3. Belastbarkeit der Förder- und Lastketten S. 213	
26.7.	<i>Tafeln und Diagramme</i>	214
26.8.	<i>Normen und Schrifttum</i>	217
27.	Riementriebe	218
27.1.	<i>Überblick</i>	218
	1. Art der Kraftübertragung S. 218 — 2. Eigenschaften der Riementriebe (gegenüber Zahn- und Kettentriebe) S. 218 — 3. Verschiedene Bauarten der Riementriebe S. 220 — 4. Betriebsdaten und Vergleichswerte S. 221 — 5. Übertragbare Leistung S. 221	
27.2.	<i>Bezeichnungen und Dimensionen</i>	221
27.3.	<i>Allgemeine Gleichungen und Begriffe</i>	222
27.4.	<i>Spannungen im Riemen</i>	223
27.5.	<i>Dehnschlupf und Gleitschlupf</i>	224
27.7.	<i>Bauarten der Flachriementriebe</i>	224
	1. Offener Riementrieb S. 224 — 2. Gekreuzter Riementrieb S. 224 — 3. Halbkreuz- und Winkeltrieb S. 225 — 4. Schaltbare Riemen S. 225 — 5. Gestaltung der Scheiben S. 225	
27.7.	<i>Erzeugung der Vorspannung</i>	226
	1. Bei festem Achsabstand durch Riemenkürzung S. 226 — 2. Bei festem Achsabstand durch Spannrolle im Leertrum S. 227 — 3. Durch Vergrößerung des Achsabstandes S. 228 — 4. Durch Selbstspannung S. 228	
27.8.	<i>Riemenwahl und Riemenverbindung</i>	229
	1. Lederriemen S. 229 — 2. Gummi- und Balata-Riemen S. 230 — 3. Textilriemen S. 230 — 4. Kunststoff-Verbundriemen S. 230 — 5. Stahlband S. 230	
27.9.	<i>Praktische Bemessung der Flachriemen</i>	230
	1. Voraussetzungen S. 230 — 2. Festlegung der Abmessungen S. 230 — 3. Nachprüfung der Beanspruchungen S. 231	

	Seite
27.10. <i>Berechnungsbeispiele für Flachriemen</i>	232
Leistungsdigramm für Lederriemen S. 233 — Leistungsdigramm für Extremultus- Riemen S. 234	
27.11. <i>Tafeln zur Berechnung der Riementriebe</i>	235
27.12. <i>Keilriementriebe</i>	237
1. Anordnung S. 237 — 2. Festigkeitsrechnung S. 237 — 3. Praktische Bemessung S. 238 — 4. Anhaltswerte S. 238 — 5. Beispiel S. 238	
27.13. <i>Schrifttum</i>	239
28. Reibräder	240
28.1. <i>Bauarten und Verwendung</i>	240
1. Bei konstanten Reibrädern S. 240 — 2. Bei Schalt-Reibrädern S. 241 — 3. Bei Regel- Reibrädern S. 241 — 4. Vielfachpaarung S. 242	
28.2. <i>Erzeugung der Anpreßkräfte</i>	242
28.3. <i>Werkstoffpaarung der Reibräder und Betriebserfahrungen</i>	242
28.4. <i>Belastungsgrenzen</i>	243
28.5. <i>Berechnung und Bemessung der Reibradpaarungen</i>	243
1. Bezeichnungen und Dimensionen S. 243 — 2. Gemeinsame Grundpaarung für die Be- rechnung S. 244 — 3. Wälzbewegung, Schlupf und Übersetzung S. 244 — 4. Geometrische Beziehungen S. 245 — 5. Wälzpressung, Kräfte und Leistung S. 245 — 6. Reibleistung aus Zwangsschlupf, Verlustwert und Wirkungsgrad S. 246 — 7. Verschleiß, Lebensdauer und Grenzbeanspruchung S. 247 — 8. Berechnung bei Punktberührung S. 247	
28.6. <i>Berechnungsbeispiele</i>	249
1. Beispiel für konstante Reibräder S. 249 — 2. Beispiel für Regel-Reibräder S. 249	
28.7. <i>Tafeln für die Berechnung</i>	250
28.8. <i>Schrifttum</i>	251

VI. Wellenschalter

29. Reibkupplungen und Reibbremsen	253
29.1. <i>Überblick</i>	253
1. Reibkupplungen S. 253 — 2. Reibbremsen S. 254	
29.2. <i>Reibvorgänge beim Kuppeln und beim Bremsen</i>	254
1. Beschleunigung mit einer Schaltkupplung S. 254 — 2. Beschleunigung mit einer Schalt- kupplung in mehreren Schaltstufen S. 256 — 3. Anfahren mit einer Fliehkraft-Anlauf- kupplung S. 256 — 4. Betrieb mit einer Sicherheits-Rutschkupplung S. 257 — 5. Verzöger- ung mit einer Stoppbremse S. 257 — 6. Bei Haltebremsen S. 257 — 7. Bei Leistungs- bremsen S. 257	
29.3. <i>Auswahl, Bemessung und Berechnung</i>	258
1. Bezeichnungen und Dimensionen S. 258 — 2. Wahl von Bauart, Bedienung und Schalt- zeug S. 258 — 3. Ruhestellungen und Nachstellungen S. 258 — 4. Betriebsdaten S. 259 — 5. Wahl der Hauptabmessungen S. 259 — 6. Belastungswerte S. 259 — 7. Bedienungs- werte S. 260 — 8. Wärmerechnung S. 260 — 9. Berechnung auf Lebensdauer S. 261 — 10. Magnetabmessungen S. 261	
29.4. <i>Berechnungsbeispiele</i>	262
29.5. <i>Erfahrungen und Empfehlungen</i>	267
1. Tafeln S. 267 — 2. Reibverhalten und Reibpaarungen S. 269 — 3. Bauarten und Eigen- schaften S. 271 — 4. Empfehlungen für die Ausführung S. 273 — 5. Variierte Ausfüh- rungen S. 274 — 6. Schaltzeug und Bedienung S. 278	
29.6. <i>Ausgeführte Konstruktionen</i>	279
1. Reibkupplungen S. 279 — 2. Reibbremsen S. 281	
29.7. <i>Schrifttum</i>	284

	XI Seite
30. Richtungskupplungen	288
30.1. <i>Überblick</i>	288
1. Arbeitsweise und Verwendung S. 288 — 2. Bauart und Benennung S. 288	
30.2. <i>Bezeichnungen und Dimensionen</i>	290
30.3. <i>Ausführungen mit Zahnperrung</i>	290
1. Zur Konstruktion S. 290 — 2. Bemessung und Berechnung S. 291 — 3. Erfahrungsangaben S. 292 — 4. Berechnungsbeispiel S. 292 — 5. Ausgeführte Konstruktionen S. 292	
30.4. <i>Ausführungen mit Reibschluß</i>	294
1. Zur Konstruktion S. 294 — 2. Bemessung und Berechnung S. 296 — 3. Erfahrungswerte S. 298 — 4. Berechnungsbeispiele S. 299 — 5. Ausgeführte Konstruktionen mit Reibsperrung S. 300	
30.5. <i>Schrifttum</i>	306
Sachverzeichnis	307

Berichtigungen

S. 105, Beiwert für Freßlastgrenze:

statt $\sqrt{m_{0n}}$ lies $\sqrt{m_n}$

S. 121, Abb. 2, Formel zur Unterschrift:

statt S_B lies S_B^5