

# Maschinenelemente

Entwerfen, Berechnen und Gestalten  
im Maschinenbau

Ein Lehr- und Arbeitsbuch

Von

**Dr.-Ing. G. Niemann**

Professor an der Technischen Hochschule München

Erster Band

Grundlagen, Verbindungen, Lager  
Wellen und Zubehör

Mit 795 Abbildungen

4. berichtigter Neudruck



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1960

ISBN 978-3-662-23316-0 ISBN 978-3-662-25356-4 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-25356-4

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.

© 1950 Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1950  
Softcover reprint of the hardcover 4th edition 1950

## Vorwort zum vierten Neudruck.

Bei dem 4. Neudruck wurde eine Reihe von Fehlern berichtigt. Hinsichtlich der Normen ist zu beachten, daß immer die jeweils neueste Ausgabe der DIN-Blätter maßgebend ist.

München, im September 1959.

G. Niemann.

## Vorwort zur ersten Auflage.

Beim Aufbau des vorliegenden Buches folge ich meinen Erfahrungen als Konstrukteur und Hochschullehrer und stelle voran

*die Arbeitsmethoden und Handwerksregeln,*

wie man im Maschinenbau als Konstrukteur überlegend, gestaltend und berechnend vorgeht. Dann bringe ich als weitere Grundlagen

*angewandte Festigkeitsrechnung, Leichtbau und Werkstoffe*

ebenfalls ausgerichtet auf den Bedarf des Konstrukteurs. Hierauf fußend, werden dann *die eigentlichen Maschinenelemente*

einzelnen behandelt, und zwar im 1. Band die Verbindungsmittel, Federn, Wälzpaarungen, Wälz- und Gleitlager, Achsen und Wellen, Wellenverbindungen und Kupplungen, denen im 2. Band die Zahntriebe, Reibtriebe, Riemen- und Seiltriebe, Reibkupplungen, Bremsen und Gesperre folgen werden.

Bei der Darstellung der einzelnen Maschinenelemente kam es mir darauf an, daß einerseits der *Überblick* und das *Verständnis* für die kritische Auswahl und Verwendung der Elemente und ebenso die *Vorstellung* von den auftretenden Beanspruchungen und Einflußgrößen nicht zu kurz kamen und andererseits der schaffende Konstrukteur ausreichende *Erfahrungsangaben* und *Zahlenunterlagen, Berechnungsbeispiele* u. *Schrifttum* griffbereit vorfindet. Denn, je mehr wir den Konstrukteur entlasten können, um so mehr Zeit gewinnt er für seine eigentliche Aufgabe: Gestalten, kritisch abwägen, auswählen und berechnen.

Wenn ich hierbei bestimmte Gebiete ausführlicher behandelt und für den Konstrukteur stärker ausgewertet habe, so mußte ich dafür an andern Stellen den Text etwas verdichten, wofür ich um Verständnis bitte.

Zum Schluß danke ich allen, die zum Gelingen dieses Buches beitrugen: Professor CONSTANTIN WEBER besonders für Abschnitt 3.1 (Ermittlung der Nennspannung), Professor O. KIENZLE für die Vergleichskalkulationen der Nabensitze S. 287 und für die

Durchsicht der Kapitel 6 (Normzahlen, Passungen) und 18 (Preßsitze),  
Dr.-Ing. HANS WAHL für die Überlassung von Unterlagen und für die Durchsicht von  
Abschnitt 2.12 (Verschleißabwehr),  
Dipl.-Ing. W. APPELT für den Entwurf der Bilder und Tafeln und für die sorgfältige  
Überwachung und Korrektur des Manuskriptes und der Druckfahnen,  
Dipl.-Ing. K. BÖTZ für zahlreiche Anregungen und erste Durchsicht mehrerer Kapitel,  
Dr.-Ing. H. GLAUBITZ für Bild 5/3 und 5/4,  
Dr.-Ing. K. TALKE, Dr.-Ing. W. THOMAS, Dr.-Ing. W. THUSS, Dr.-Ing. E. RUBO und  
Dipl.-Ing. W. HAGEN für die erste kritische Durchsicht mehrerer Kapitel, und allen  
*Firmen*, die Material beisteuerten.

Nicht zuletzt gilt mein Dank meiner Gattin, deren hilfreiche Energie und ermunternder Glaube an die Wichtigkeit dieses Buches mir in der jahrelangen Arbeit ein gern empfundener Ansporn gewesen sind.

Dem Springer-Verlag danke ich für die gute Zusammenarbeit.

*Braunschweig*, den 21. April 1950.

**Gustav Niemann.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>I. Grundlagen . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>1. Gesichtspunkte und Arbeitsmethoden . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Lehren aus der konstruktiven Entwicklung . . . . .</i>	1
1.2. <i>Überprüfung der Voraussetzungen und Präzisierung der Aufgabe . . . . .</i>	2
1.3. <i>Lösung der Aufgabe . . . . .</i>	3
1.4. <i>Der Weg zu neuen Lösungen . . . . .</i>	4
1.5. <i>Kritik und Auswahl der Lösungen . . . . .</i>	6
1.6. <i>Ablauf der konstruktiven Arbeit . . . . .</i>	8
1.7. <i>Berechnungen . . . . .</i>	9
1.8. <i>Modelle und Versuche . . . . .</i>	10
1.9. <i>Behandlung von Anständen . . . . .</i>	11
1.10. <i>Schrifttum zu 1 . . . . .</i>	11
<b>2. Gestaltungsregeln . . . . .</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Einfluß von Funktion und Wirtschaftlichkeit . . . . .</i>	12
2.2. <i>Einfluß von Beanspruchung und Funktion . . . . .</i>	13
2.3. <i>Einfluß von Bedienung und Wartung . . . . .</i>	14
2.4. <i>Einfluß des Werkstoffs und der Art der Fertigung . . . . .</i>	15
2.5. <i>Gußteile. . . . .</i>	15
2.6. <i>Schweißteile . . . . .</i>	19
2.7. <i>Schmiede- und Preßteile . . . . .</i>	19
2.8. <i>Blechteile und Rohre . . . . .</i>	19
2.9. <i>Bearbeitete Teile . . . . .</i>	20
Arbeitsflächen S. 21, Oberflächengüte und Passungen S. 21, Bohrungen und Durchbrüche S. 22, Gewinde und Zentrierungen S. 24, Verbindungen S. 24.	
2.10. <i>Für den Zusammenbau . . . . .</i>	25
2.11. <i>Für den Versand . . . . .</i>	25
2.12. <i>Verschleißabwehr . . . . .</i>	25
Bedeutung S. 25, Verschleißanalysen S. 26, Günstige Maßnahmen S. 27, bei Gleitverschleiß S. 28, bei Wälzverschleiß S. 31, bei Mineral- und Strahlverschleiß S. 31, bei Sogverschleiß S. 32.	
2.13. <i>Korrosionsschutz . . . . .</i>	32
Korrosionsarten und -Erscheinungen S. 32, Verhalten der Metalle S. 32, Schutzmaßnahmen S. 33.	
2.14. <i>Schrifttum zu 2 . . . . .</i>	34
<b>3. Festigkeitsrechnung . . . . .</b>	<b>36</b>
3.1. <i>Ermittlung der Nennspannung . . . . .</i>	37
1. <i>Kraftgrößen im Querschnitt. . . . .</i>	37
2. <i>Normalspannung aus Längskraft. . . . .</i>	38
3. <i>Normalspannung zwischen zwei Flächen . . . . .</i>	38
4. <i>Normalspannung aus Biegemomenten. . . . .</i>	39
5. <i>Resultierende Normalspannung . . . . .</i>	41
6. <i>Schubspannung aus Querkräften. . . . .</i>	42
7. <i>Schubspannung aus Drehmomenten . . . . .</i>	43
8. <i>Resultierende Schubspannung . . . . .</i>	46
9. <i>Vergleichspannung . . . . .</i>	46
10. <i>Knick- und Beulspannung. . . . .</i>	47
11. <i>Spannungen beim Stoß. . . . .</i>	49
12. <i>Nennspannung und wirkliche Spannung . . . . .</i>	49
3.2. <i>Statische Festigkeitswerte . . . . .</i>	49
Beim Zugversuch S. 50, Bei anderen Belastungsarten S. 50, Härtewerte S. 51, Erfahrungswerte zu 3.2 S. 51.	
3.3. <i>Schwingungsfestigkeit . . . . .</i>	52
Grundlagen S. 52, Minderung der Dauerfestigkeit S. 55, Erhöhung der Dauerfestigkeit S. 57, Dauerfestigkeit eines Bauteils S. 57.	

	Seite
3.4. <i>Schlagfestigkeit</i> . . . . .	58
Kerbschlagfestigkeit S. 58, Dauerschlagfestigkeit S. 58, Dauerschlagzahl S. 58.	
3.5. <i>Zulässige Spannung</i> . . . . .	58
Ansatz S. 58, Bestimmung der Nutzfestigkeit S. 59, Bestimmung des Lastfehlers S. 59, Ansatz der Nutzsicherheit S. 59, Beispiel für den Ansatz S. 59.	
3.6. <i>Schrifttum zu 3</i> . . . . .	60
<b>4. Leichtbau</b> . . . . .	<b>61</b>
4.1. <i>Überblick</i> . . . . .	61
4.2. <i>Werkstoffvergleich mittels Kenngrößen</i> . . . . .	62
4.3. <i>Werkstoffsparende Gestaltung</i> . . . . .	67
1. Einige Grundsätze S. 68, 2. Günstige Querschnittswahl S. 68, 3. Sonstige Maßnahmen.	71
4.4. <i>Stahl-Leichtbau</i> . . . . .	73
1. Erreichbare Gewichtsverminderung S. 74, 2. Bauweise S. 75, 3. Steife und Schwingungs- verhalten . . . . .	75
4.5. <i>Leichtmetall-Leichtbau</i> . . . . .	76
1. Erreichbare Gewichts- und Kostenminderung S. 76, 2. Bauweise . . . . .	77
4.6. <i>Schrifttum zu 4</i> . . . . .	77
<b>5. Werkstoffe, Profil- und Maßtafeln</b> . . . . .	<b>79</b>
5.1. <i>Werkstoffwahl</i> . . . . .	79
5.2. <i>Gießbares Eisen</i> . . . . .	80
Grauguß S. 80, Temperguß S. 81, Stahlguß S. 82.	
5.3. <i>Flußstahl (Walzstahl, Schmiedestahl, Baustahl)</i> . . . . .	83
1. Einfluß der Legierungszusätze . . . . .	83
2. Wärme- und Härtebehandlung . . . . .	84
3. DIN-Blätter . . . . .	86
4. Stahlbleche . . . . .	86
5. Profilstähle . . . . .	87
6. Maschinenbaustähle . . . . .	87
7. Einsatz- und Nitrierstähle . . . . .	87
8. Vergütungsstähle . . . . .	90
9. Gezogene und Automatenstähle . . . . .	91
10. Federstähle . . . . .	91
11. Warmfeste und zunderbeständige Stähle . . . . .	91
12. Rost- und säurebeständige Stähle . . . . .	92
13. Werkzeugstähle und Schneidmetalle . . . . .	93
5.4. <i>Nichteisenmetalle</i> . . . . .	93
1. Aluminium und Aluminium-Legierungen . . . . .	93
2. Magnesium und Magnesium-Legierungen . . . . .	96
3. Zink und Zink-Legierungen . . . . .	98
4. Kupfer und Kupfer-Legierungen . . . . .	98
5.5. <i>Nichtmetalle</i> . . . . .	100
1. Holz . . . . .	100
2. Plastische Kunststoffe . . . . .	101
3. Keramische Stoffe . . . . .	103
5.6. <i>Sonderstoffe</i> . . . . .	103
1. Metallkeramische Stoffe . . . . .	103
2. Verbundstoffe . . . . .	103
3. Gleitwerkstoffe s. Kap. 15.7.	
4. Lote s. Kap. 8.	
5. Reibstoffe s. Band II.	
6. Austauschstoffe s. S. 100 bis 104 und Kap. 15.7.	
7. Gummi s. Kap. 12.8.	

	Seite
5.7. <i>Schrifttum zu 5</i> . . . . .	104
5.8. <i>Profil- und Maßtafeln</i> . . . . .	107
Rundquerschnitte S. 107, Stahlrohre S. 108, Leichtprofile S. 109, L-Stahl S. 110, C-Stahl S. 116, I-Stahl S. 117, Sicherungsringe S. 120, Stellringe S. 121, Dichtungs- ringe S. 122.	
<b>6. Normen, Normzahlen und Passungen</b> . . . . .	123
6.1. <i>Normen</i> . . . . .	123
6.2. <i>Normzahlen</i> . . . . .	123
6.3. <i>Passungen</i> . . . . .	123
6.4. <i>Schrifttum zu 6</i> . . . . .	127
<b>II. Verbindungselemente</b> . . . . .	128
<b>7. Schweißverbindung</b> . . . . .	128
7.1. <i>Anwendung</i> . . . . .	128
7.2. <i>Herstellung</i> . . . . .	128
1. Schweißverfahren . . . . .	129
2. Schweißbarkeit . . . . .	129
3. Besondere Maßnahmen . . . . .	129
7.3. <i>Gestaltung</i> . . . . .	130
7.4. <i>Stoß- und Nahtformen</i> . . . . .	130
7.5. <i>Zeichnungsangaben</i> . . . . .	132
7.6. <i>Festigkeitsrechnung</i> . . . . .	133
7.7. <i>Schweißen im Stahlbau</i> . . . . .	134
7.8. <i>Schweißen im Kesselbau</i> . . . . .	135
7.9. <i>Schweißen im Maschinenbau</i> . . . . .	136
7.10. <i>Schrifttum zu 7</i> . . . . .	136
<b>8. Lötverbindung</b> . . . . .	136
8.1. <i>Überblick</i> . . . . .	140
8.2. <i>Lötverfahren</i> . . . . .	141
8.3. <i> Bemessung der Lötverbindung</i> . . . . .	142
8.4. <i>Schrifttum zu 8</i> . . . . .	142
<b>9. Nietverbindung</b> . . . . .	143
9.1. <i>Anwendung und Herstellung</i> . . . . .	143
9.2. <i>Beanspruchung und Bemessung</i> . . . . .	143
Verwendete Bezeichnungen S. 143, Einschnittige Nietverbindung S. 144, Mehrschnittige Nietverbindungen S. 145.	
9.3. <i>Erfahrungsangaben</i> . . . . .	145
9.4. <i>Im Stahlbau</i> . . . . .	147
Gestaltung S. 147, Berechnung S. 147, Beispiele S. 148.	
9.5. <i>Im Leichtmetallbau</i> . . . . .	151
9.6. <i>Im Kesselbau</i> . . . . .	152
Gestaltung S. 152, Berechnung S. 153, Beispiele S. 153, Nahtformen S. 154.	
9.7. <i>Im Behälterbau</i> . . . . .	156
9.8. <i>Schrifttum zu 9</i> . . . . .	156
<b>10. Schraubenverbindung</b> . . . . .	157
10.1. <i>Verwendung und Herstellung</i> . . . . .	157
10.2. <i>Gestaltung und Bedienung</i> . . . . .	158
10.3. <i>Bezeichnungen</i> . . . . .	160
10.4. <i>Gewinde</i> . . . . .	161
10.5. <i>Kraftübersetzung und Wirkungsgrad</i> . . . . .	161
10.6. <i>Gefahrenquellen</i> . . . . .	162
10.7. <i>Beanspruchung und Berechnung</i> . . . . .	166
Ohne Vorspannung S. 166, Unter Last drehend angezogen S. 167, Vorgespannt und längsbelastet S. 167, Stoßhaft längsbelastet S. 169, Querbelastet S. 169, Bewegungs- schrauben S. 170, Beispiele S. 170.	
10.8. <i>Erfahrungswerte und Schraubentafel</i> . . . . .	171
10.9. <i>Normen</i> . . . . .	175
10.10. <i>Schrifttum zu 10</i> . . . . .	175
<b>11. Bolzen und Stiftverbindungen</b> . . . . .	176
11.1. <i>Verwendung</i> . . . . .	176
11.2. <i>Ausführung</i> . . . . .	176
11.3. <i>Beanspruchung und Bemessung</i> . . . . .	179

	Seite
11.4. <i>Schrifttum zu 11.</i> . . . . .	181
<i>Klemm- und Preßverbindungen</i> s. Kap. 18.2.	
<i>Keilverbindungen</i> s. Kap. 18.4.	
<i>Gelenke</i> s. Kap. 17.4 und 19.3.	
<b>12. Elastische Federn</b> . . . . .	181
12.1. <i>Verwendung</i> . . . . .	181
12.2. <i>Federarten, Auswahl, besondere Eigenschaften</i> . . . . .	182
12.3. <i>Bezeichnungen, Kennlinien, Kennwerte.</i> . . . . .	183
12.4. <i>Festigkeit und zulässige Beanspruchung</i> . . . . .	185
12.5. <i>Zug- oder druckbeanspruchte Federn</i> . . . . .	186
Zugfeder aus Stahldraht S. 186, Ringfeder S. 187.	
12.6. <i>Biegebeanspruchte Federn</i> . . . . .	188
Einseitige Biege-Staffeder mit konstantem Querschnitt S. 188, Mit abnehmendem Querschnitt S. 189, Geschichtete Blattfeder S. 190, Doppelseitige Biegefeder S. 191, Eingespannte Lenkerfeder S. 191, Gewundene Biegefeder S. 191, Ebene Spiralfeder S. 192, Tellerfeder S. 192.	
12.7. <i>Drehbeanspruchte Federn</i> . . . . .	193
Drehstabfeder S. 193, Zylindrische Schraubenfeder S. 194, Litzen-Schraubenfeder S. 196, Kegelfeder S. 196, Pufferfeder S. 197.	
12.8. <i>Gummifedern</i> . . . . .	197
12.9. <i>Stoßvorgang</i> . . . . .	200
12.10. <i>Eigenschwingungen</i> . . . . .	200
12.11. <i>Schrifttum zu 12.</i> . . . . .	201
<b>13. Wälzpaarungen</b> . . . . .	203
13.1. <i>Überblick</i> . . . . .	203
13.2. <i>Bezeichnungen</i> . . . . .	204
13.3. <i>Beanspruchung.</i> . . . . .	204
bei Linienberührung S. 205, bei Punktberührung S. 205, Maximale Schubspannung S. 206.	
13.4. <i>Zulässige Belastung.</i> . . . . .	207
Statisch S. 207, Dynamisch S. 209, Einfluß von Durchmesser und Schmiegun g S. 211, Erfahrungswerte für $K$ S. 211, Einfluß der Berührungsart S. 212.	
13.5. <i>Rollreibung</i> . . . . .	212
13.6. <i>Berechnungsbeispiele</i> . . . . .	213
13.7. <i>Schrifttum zu 13.</i> . . . . .	214
<b>III. Lager</b> . . . . .	215
<b>14. Wälzlager</b> . . . . .	215
14.1. <i>Überblick</i> . . . . .	215
Eigenschaften S. 215, Verwendungsgrenzen S. 215, Bauweise S. 216, Innere Bau- maße S. 217, Werkstoff S. 217, Auswahl S. 217, Einbau S. 218, Toleranzen S. 218, DIN- Blätter S. 219, Anstände S. 219.	
14.2. <i>Tragkraft</i> . . . . .	219
Bezeichnungen S. 219, Dynamische Tragfähigkeit S. 220, Spezifische Belastung S. 220, Belastung und Lebensdauer S. 221, Besondere Belastungsfälle S. 222, Sonstige Einflüsse S. 223.	
14.3. <i>Reibung, Schmierung und Lagertemperatur</i> . . . . .	224
14.4. <i>Schrifttum zu 14</i> . . . . .	226
Maßtafeln 14/5 bis 14/15 S. 227 bis 238. Für Ringlager S. 228 bis 231, Ringkegellager S. 232/33, Nadellager S. 234, Walzen- kränze S. 234, Scheibenlager S. 236 bis 238.	
<b>15. Gleitlager</b> . . . . .	239
15.1. <i>Überblick</i> . . . . .	239
Eigenschaften und Verwendung S. 239, Neuere Tendenzen S. 239, Einteilung S. 240.	
15.2. <i>Laufverhalten, Schmiertheorie</i> . . . . .	240
Bezeichnungen S. 240, Reibung und Schmierdruck S. 240, Erwärmung S. 243.	
15.3. <i>Auslegung der Querlager</i> . . . . .	245
Erfahrungswerte S. 245, Beispiele S. 246.	
15.4. <i>Gestaltung der Querlager.</i> . . . . .	247
Erfahrungangaben S. 247, DIN-Blätter S. 250, Maße der Kurzgleitlager S. 250.	
15.5. <i>Schmierung der Querlager</i> . . . . .	251
Art der Schmierung S. 251, Anordnung und Schmierplan S. 251, Fettschmierung	



	Seite
S. 251, Frischölschmierung S. 251, Tauschschmierung S. 252, Hubschmierung S. 252, Umlauf-Spülschmierung S. 252.	
15.6. <i>Längslager</i> . . . . .	252
Überblick S. 252, Ebene Spurplatte S. 253, Segment-Spurlager S. 253, Gestaltung S. 254.	
15.7. <i>Gleit-Werkstoffe</i> . . . . .	255
15.8. <i>Schrifttum zu 15</i> . . . . .	258
<b>16. Schmierstoffe</b> . . . . .	<b>261</b>
16.1. <i>Übersicht</i> . . . . .	261
16.2. <i>Eigenschaften und Prüfung der Schmierstoffe</i> . . . . .	263
16.3. <i>Zähigkeit der Schmieröle</i> . . . . .	265
16.4. <i>Schrifttum zu 16</i> . . . . .	268
<b>IV. Wellen und Zubehör</b> . . . . .	<b>268</b>
<b>17. Achsen und Wellen</b> . . . . .	<b>268</b>
17.1. <i>Überblick</i> . . . . .	268
Arten und Herstellung S. 268, DIN-Blätter S. 269, Wellendurchmesser S. 269, Genormte Drehzahlen S. 269, Wellenenden S. 270, Gestaltung S. 270, Sicherung S. 270.	
17.2. <i>Bemessung der Achsen und Wellen</i> . . . . .	270
Bezeichnungen S. 270, Erfahrungsangaben S. 271.	
17.3. <i>Berechnungsbeispiele</i> . . . . .	273
17.4. <i>Gelenkwellen und biegsame Wellen</i> . . . . .	276
17.5. <i>Schrifttum zu 17</i> . . . . .	277
<b>18. Verbindung von Welle und Nabe</b> . . . . .	<b>278</b>
18.1. <i>Überblick</i> . . . . .	278
Auswahl S. 278, Festigkeit S. 278, Nebenmaße S. 279, DIN-Blätter S. 279, Bezeichnungen S. 280.	
18.2. <i>Reibschluß-Verbindungen</i> . . . . .	281
Kräfte beim Klemmsitz S. 281, beim Preßsitz S. 282, Querpreßsitz S. 283, Längspreßsitz S. 285, Kegelsitz S. 286.	
18.3. <i>Formschluß-Verbindungen</i> . . . . .	287
Längs- und Querstift S. 287, Paßfeder S. 287, Vielnut S. 287, Kerbverzahnung S. 288, K-Profil S. 288.	
18.4. <i>Vorgespannte Formschluß-Verbindungen</i> . . . . .	288
Scheibenkeil S. 289, Flachkeil S. 289, Nutenkeil S. 289, Tangentkeil S. 289.	
18.5. <i>Schrifttum zu 18</i> . . . . .	293
<b>19. Verbindung von Welle und Welle (Kupplungen)</b> . . . . .	<b>294</b>
19.1. <i>Überblick</i> . . . . .	294
19.2. <i>Feste Kupplungen</i> . . . . .	295
Plan-Kerbverzahnung S. 295, Scheibenkupplung S. 296, Schalenkupplung S. 297, Stieber-Rollkupplung S. 297.	
19.3. <i>Ausgleich-Kupplungen</i> . . . . .	298
Ausgleich-Größen S. 298, Bauarten und Bemessung S. 398, Baumaße S. 299, Kugelenke S. 300.	
19.4. <i>Schalkkupplungen (Wellenschalter)</i> . . . . .	300
Bauarten S. 300, Kräfte und Schalterleichterungen S. 303, Stoßkraft S. 304.	
19.5. <i>Schrifttum zu 19</i> . . . . .	304
Reibkupplungen s. Band II.	
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>305</b>