

# Auf einen Blick

---

<b>Über den Autor</b> .....	<b>7</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>19</b>
<b>Teil I: Was Maschinenelemente können</b> .....	<b>23</b>
<b>Kapitel 1:</b> Maschinen und Maschinenelemente .....	25
<b>Kapitel 2:</b> Aufgabenteilung macht stark: Die funktionale Sichtweise .....	31
<b>Teil II: Maschinenelemente zum Verbinden</b> .....	<b>39</b>
<b>Kapitel 3:</b> Arten von Verbindungen – ein erster Überblick .....	41
<b>Kapitel 4:</b> Reibschlüssige Verbindungen .....	47
<b>Kapitel 5:</b> Formschlüssige Verbindungen .....	71
<b>Kapitel 6:</b> Stoffschlüssige Verbindungen .....	85
<b>Kapitel 7:</b> Elastische Verbindungen: Federn .....	101
<b>Teil III: Maschinenelemente zum Abstützen von Bewegungen</b> .....	<b>115</b>
<b>Kapitel 8:</b> Arten von Lagern und Führungen – ein Überblick .....	117
<b>Kapitel 9:</b> Gleitlager und Gleitführungen .....	123
<b>Kapitel 10:</b> Wälzlager und Wälzführungen .....	149
<b>Kapitel 11:</b> Reibung, Schmierung und Verschleiß .....	177
<b>Kapitel 12:</b> Noch ganz dicht? Maschinenelemente zum Abdichten .....	197
<b>Teil IV: Maschinenelemente zum Umwandeln von Bewegungsformen</b> .....	<b>207</b>
<b>Kapitel 13:</b> Arten von Getrieben im Überblick .....	209
<b>Kapitel 14:</b> Rädergetriebe .....	217
<b>Kapitel 15:</b> Zugmittelgetriebe .....	239
<b>Kapitel 16:</b> Hubgetriebe .....	251
<b>Kapitel 17:</b> Kupplungen und Bremsen .....	261
<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>271</b>
<b>Kapitel 18:</b> Zehn interessante Daten zur wirtschaftlichen Bedeutung des Maschinenbaus .....	273
<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b> .....	<b>279</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>287</b>



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Über den Autor</b> .....	<b>7</b>
Über den Fachkorrektor .....	7
<b>Einleitung</b> .....	<b>19</b>
Über dieses Buch .....	19
Konventionen in diesem Buch .....	19
Was Sie nicht lesen müssen .....	20
Törichte Annahmen über die Leser .....	20
Wie dieses Buch aufgebaut ist .....	20
Teil I – Was Maschinenelemente können .....	20
Teil II – Maschinenelemente zum Verbinden .....	20
Teil III – Maschinenelemente zum Abstützen von Bewegungen .....	21
Teil IV – Maschinenelemente zum Umwandeln von Bewegungsformen .....	21
Teil V – Der Top-Ten-Teil .....	21
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	21
Jetzt geht es los .....	22
<b>TEIL I</b>	
<b>WAS MASCHINENELEMENTE KÖNNEN</b> .....	<b>23</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Maschinen und Maschinenelemente</b> .....	<b>25</b>
Die kleinsten Teilchen im Maschinenbau .....	25
Das ist ja alles so schön gleich hier .....	28
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Aufgabenteilung macht stark: Die funktionale Sichtweise</b> ..	<b>31</b>
Der Funktionsbegriff .....	31
Die klassischen Maschinenelemente .....	33
Die Gestaltung technischer Systeme mithilfe von Funktionen .....	33
1. Betrachtungsebene .....	33
2. Betrachtungsebene .....	34
3. / 4. ... / X. Betrachtungsebene .....	35
Eine funktionsorientierte Ordnungsstruktur der Maschinenelemente .....	36

<b>TEIL II</b>	
<b>MASCHINENELEMENTE ZUM VERBINDEN</b> .....	<b>39</b>
<b>Kapitel 3</b>	
<b>Arten von Verbindungen – ein erster Überblick</b> .....	<b>41</b>
Warum die Einheiten von Maschinen oft nicht aus einem Teil bestehen .....	42
Alles verbindet, aber wie? Verbindungsarten .....	43
Starr oder nur als starr getarnt? .....	45
Klassifizierung von Verbindungen .....	45
<b>Kapitel 4</b>	
<b>Reibschlüssige Verbindungen</b> .....	<b>47</b>
Schraubenverbindungen .....	47
Der Einfluss des Steigungswinkels .....	48
Der Einfluss des Flankenwinkels .....	50
Gewindeprofile .....	51
Grundgleichungen eines Schraubengewindes .....	52
Hält die das aus? Belastung und Beanspruchung von Schraubenverbindungen .....	54
Fazit zur Berechnung von Schraubenverbindungen .....	61
Festigkeitsklassen für Befestigungsschrauben .....	61
Grobdimensionierung von Schraubenverbindungen .....	63
Pressverbindungen .....	65
Funktionsprinzip einer Pressverbindung .....	65
Montage einer Pressverbindung .....	66
Arten von Pressverbindungen .....	67
Dimensionierung einer Pressverbindung .....	68
Stärken und Schwächen von Pressverbindungen .....	69
<b>Kapitel 5</b>	
<b>Formschlüssige Verbindungen</b> .....	<b>71</b>
Stiftverbindungen .....	72
Formen von Stiften .....	72
Ausführungen von Stiftverbindungen .....	74
Berechnung von Stiftverbindungen .....	74
Nut-Feder-Verbindungen .....	79
Allgemeine Nut-Feder-Verbindung mit Nutenstein .....	79
Nut-Feder-Verbindungen zwischen Welle und Nabe .....	80
Berechnung von Nut-Feder-Verbindungen .....	80
Profilverbindungen .....	81
Nietverbindungen .....	83
Anwendungsbereiche für Nietverbindungen .....	83
Kalt- und Warmnieten .....	84
<b>Kapitel 6</b>	
<b>Stoffschlüssige Verbindungen</b> .....	<b>85</b>
Schweißverbindungen .....	87

Einteilung der Schweißverfahren. ....	88
Schmelzschweißverfahren für Metalle . . . . .	89
Pressschweißverfahren für Metalle. ....	91
Pressschweißverfahren für Kunststoffe . . . . .	93
Schweißnahtformen . . . . .	94
Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen . . . . .	94
Lötverbindungen . . . . .	96
Lote. ....	97
Flussmittel. ....	98
Klebeverbindungen . . . . .	98

**Kapitel 7**

**Elastische Verbindungen: Federn . . . . . 101**

Federkennlinie . . . . .	102
Federarbeit. ....	103
Zusammengesetzte Systeme aus mehreren Federn . . . . .	105
Fall a: Parallelschaltung von Federn . . . . .	105
Fall b: Reihenschaltung von Federn. ....	106
Fall c: Mischschaltung von Federn. ....	106
Schwingungsverhalten . . . . .	107
Bauarten von Federn . . . . .	108
Metallfedern für geradlinige Bewegungen. ....	110
Nichtmetallfedern für geradlinige Bewegungen . . . . .	113
Metallfedern für Drehbewegungen. ....	113
Nichtmetallfedern für Drehbewegungen. ....	114

**TEIL III**

**MASCHINENELEMENTE ZUM ABSTÜTZEN**

**VON BEWEGUNGEN. .... 115**

**Kapitel 8**

**Arten von Lagern und Führungen – ein Überblick . . . . . 117**

Gelagert oder geführt – Unterscheidung nach der Bewegungsform. ....	118
Anforderungen an Lager und Führungen in Maschinen . . . . .	121
Einteilung von Lagern und Führungen nach der Kontaktart. ....	121

**Kapitel 9**

**Gleitlager und Gleitführungen. .... 123**

Hydrodynamische Lager und Führungen . . . . .	123
Das Funktionsprinzip Hydrodynamik . . . . .	123
Das Stribeck-Diagramm . . . . .	125
Der rotierende hydrodynamische Kontakt: Lager. ....	126
Der lineare hydrodynamische Kontakt: Führung . . . . .	127
Anwendungsbeispiele Hydrodynamik . . . . .	127
Werkstoffe für hydrodynamische Gleitkontakte . . . . .	130
Tragfähigkeitsberechnung von hydrodynamischen Gleitkontakten . . . . .	132
Hydrostatische Lager und Führungen . . . . .	133
Das Funktionsprinzip Hydrostatik . . . . .	133

Druckverlauf an einer Hydrostatik-Tasche . . . . .	135
Druckversorgung bei mehreren Hydrostatik-Taschen . . . . .	137
Anwendungsbeispiele für hydrostatische Kontakte . . . . .	138
Aerostatische Lager und Führungen . . . . .	140
Das Funktionsprinzip Aerostatik . . . . .	140
Vergleich aerodynamischer/aerostatischer Kontakt. . . . .	141
Bereitstellung der Druckluft . . . . .	141
Gestaltung aerostatischer Lager und Führungen . . . . .	142
Anwendungen der Aerostatik. . . . .	143
Feststoffgeschmierte Lager und Führungen . . . . .	144
Elektromagnetische Lager und Führungen . . . . .	145
Das Funktionsprinzip der elektromagnetischen Abstützung. . . . .	145
Magnetkräfte . . . . .	145
Abstandsregelung . . . . .	146
Adaptierbare Steifigkeit und Dämpfung. . . . .	146
Anwendungsbeispiele für elektromagnetische Lager und Führungen. . . . .	148

**Kapitel 10**  
**Wälzlager und Wälzführungen . . . . . 149**

Mögliche Bewegungsformen zwischen zwei Körpern . . . . .	149
Gleiten . . . . .	150
Rollen . . . . .	150
Wälzen . . . . .	150
Bohren . . . . .	151
Die geometrischen Formen von Wälzkörpern. . . . .	151
Herstellkosten verschiedener Wälzkörper-Geometrien. . . . .	152
Das Berechnungsmodell Hertz'scher Kontakt. . . . .	152
Die Schmiegun . . . . .	153
Bauarten von Wälzlagern . . . . .	153
Viel hilft viel: Anordnung von mehreren Wälzlagern . . . . .	154
Fest-Los-Lagerung . . . . .	154
Schwimmende Lagerung. . . . .	157
Angestellte Lagerung. . . . .	158
Bauarten von Wälzführungen . . . . .	159
Ohne interne Vorspannung . . . . .	159
Mit interner Vorspannung . . . . .	160
Ohne Wälzkörperückführung. . . . .	160
Mit Wälzkörperückführung . . . . .	161
Profilschienen-Wälzführungen . . . . .	162
Die Lebensdauer von Wälzkontakten berechnen. . . . .	163
Die Lebensdauer Gleichung für Wälzlager. . . . .	164
Berücksichtigung veränderlicher Drehzahlen und Belastungen . . . . .	168
Die modifizierte Lebensdauer Gleichung für Wälzlager. . . . .	169
Die Lebensdauer Gleichung für Wälzführungen. . . . .	170
Zulässige Belastung von Wälzlagern im Stillstand . . . . .	172
Nur nicht nachgeben: Die Steifigkeit von Wälzkontakten . . . . .	173

Werkstoffe für Wälzlager und Wälzfürungen . . . . .	174
Stahl . . . . .	175
Keramik . . . . .	176

**Kapitel 11**  
**Reibung, Schmierung und Verschleiß . . . . . 177**

Das läuft ja wie geschmiert: Schmierstoffe . . . . .	178
Schmieröle . . . . .	178
Schmierfette . . . . .	181
Festschmierstoffe. . . . .	182
Das Funktionsprinzip von Festschmierstoffen. . . . .	184
Zäh und schleimig: Die Viskosität . . . . .	186
Viskosimeter . . . . .	187
Viskositätsänderung mit der Temperatur . . . . .	188
Unbeliebt, aber unvermeidbar: Der Verschleiß . . . . .	190
Die Verschleißmechanismen . . . . .	190
Maßnahmen zur Verschleißreduktion . . . . .	194
Verschleißerkennung aus der Bauteiloberfläche . . . . .	194

**Kapitel 12**  
**Noch ganz dicht? Maschinenelemente zum Abdichten . . . . . 197**

Was Dichtungen können . . . . .	197
Hermetisch dicht oder technisch dicht. . . . .	198
Arten von Dichtungen. . . . .	198
Statische berührende Dichtungen. . . . .	199
Statische berührungslose Dichtungen . . . . .	201
Dynamische berührende Dichtungen. . . . .	201
Dynamische berührungslose Dichtungen . . . . .	204

**TEIL IV**  
**MASCHINENELEMENTE ZUM UMWANDELN VON**  
**BEWEGUNGSFORMEN . . . . . 207**

**Kapitel 13**  
**Arten von Getrieben im Überblick . . . . . 209**

Wo Getriebe gebraucht werden . . . . .	210
Klassifizierung von Getrieben . . . . .	211

**Kapitel 14**  
**Rädergetriebe. . . . . 217**

Zahnradgetriebe: Formschlüssige Räder. . . . .	219
Bauformen von Zahnrädern. . . . .	219
Richtung der Verzahnung . . . . .	222
Profilform der Zähne. . . . .	224
Kenngrößen von Stirnradgetrieben mit parallelen Achsen . . . . .	225

Reibradgetriebe .....	236
Reibradgetriebe mit konstanter Übersetzung .....	236
Reibradgetriebe mit stufenlos veränderlicher Übersetzung .....	236

<b>Kapitel 15</b>	
<b>Zugmittelgetriebe .....</b>	<b>239</b>
Auswahl des Zugmittels .....	240
Formschlüssige Zugmittelgetriebe .....	242
Kettengetriebe .....	242
Zahnriemengetriebe .....	244
Reibschlüssige Zugmittelgetriebe .....	246
Flachriemengetriebe .....	246
Keilriemengetriebe .....	248

<b>Kapitel 16</b>	
<b>Hubgetriebe .....</b>	<b>251</b>
Spindel-Hubgetriebe .....	252
Gleitgewindetrieb .....	253
Kugelgewindetrieb .....	254
Hydrostatischer Gewindetrieb .....	255
Zahnstangen-Hubgetriebe .....	256
Zugmittel-Hubgetriebe .....	258
Schubketten-Hubgetriebe .....	259

<b>Kapitel 17</b>	
<b>Kupplungen und Bremsen .....</b>	<b>261</b>
Einteilung von Kupplungen .....	261
Nichtschaltpbare starre Kupplungen .....	264
Nichtschaltpbare nachgiebige Kupplungen .....	265
Schaltbare fremdbetätigte Kupplungen .....	266
Schaltbare momentbetätigte Kupplungen .....	267
Schaltbare drehzahlbetätigte Kupplungen .....	268
Schaltbare richtungsbetätigte Kupplungen .....	269
Bremsen .....	270

<b>TEIL V</b>	
<b>DER TOP-TEN-TEIL .....</b>	<b>271</b>

<b>Kapitel 18</b>	
<b>Zehn interessante Daten zur wirtschaftlichen Bedeutung des Maschinenbaus .....</b>	<b>273</b>
Die größten Industriezweige .....	273
Bilanz des deutschen Maschinenaußenhandels .....	274
Deutsche Maschinenexporte nach Regionen .....	274
Deutsche Maschinenexporte nach einzelnen Abnehmerländern .....	275
Deutsche Maschinenimporte nach Regionen .....	275
Deutsche Maschinenimporte nach einzelnen Lieferländern .....	276



Deutscher Maschinenaußenhandel nach Fachzweigen.....	276
Welthandelsanteile .....	277
Maschinenexporteure nach Maschinengruppen .....	277
Weltproduktion von Werkzeugmaschinen.....	278
<b>Lösungen der Übungsaufgaben.....</b>	<b>279</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>287</b>

