

W. Steinhilper • R. Röper

# Maschinen- und Konstruktionselemente

## Grundlagen der Berechnung und Gestaltung

Fünfte Auflage

Mit 236 Abbildungen und 38 Tabellen



Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Maschinen- und Konstruktionselemente	2
12	Konstruktionswesen	3
1.2.1	Systeme	3
1.2.1.1	Technische Systeme	4
1.2.2	Konstruieren	7
1.2.2.1	Methodisches Konstruieren	8
1.2.2.2	Konstruktionsprozeß	10
1.2.2.3	Rechnergestütztes Konstruieren	11
13	Einteilung der Maschinen-und Konstruktionselemente	12
14	Funktionsgerechte und wirtschaftliche Konstruktion eines Maschinen- und Konstruktionselementes	13
14.1	Beanspruchungsgerechte Konstruktionen	13
14.2	Gestaltungsgerechte Konstruktionen	16
14.3	Werkstoffgerechte Konstruktionen	22
15	Kräfte, Momente, Arbeit und Leistung	43
1.5.1	Kräfte	43
1.5.2	Momente	44
1.5.3	Arbeit (Energie)	45
1.5.4	Leistung	45
16	Wirkungsgrad	46
17	Berechnungsbeispiele	46
18	Schrifttum	50
<b>2</b>	<b>Normen, Toleranzen und Passungen, technische Oberflächen</b>	<b>54</b>
2.1	Normung	54
2.1.1	Einleitung	54
2.1.2	Historischer Überblick über die Entwicklung der Normen	55
2.1.3	Erstellung von Normen	56
2.1.4	Einige Grundnormen	56

2.2	Toleranzen, Passungen und Paßtoleranzfelder . . . . .	64
2.2.1	Allgemeines und Begriffe . . . . .	65
2.2.2	Maßangaben . . . . .	73
2.2.2.1	Maße ohne Toleranzangaben (Allgemeintoleranzen). . . . .	74
2.2.2.2	Maße mit zahlenmäßiger Toleranzangabe. . . . .	74
2.2.2.3	Längenmaße mit Toleranzen nach dem ISO-System für Grenzmaße und Passungen. . . . .	79
2.2.3	Passungen und Passungssysteme. . . . .	87
2.2.3.1	Passungen (Spiel und Übermaß). . . . .	91
2.2.3.2	Passungssysteme im ISO-System. . . . .	92
2.2.3.3	Beispiele für Passungen und Toleranzklassen. . . . .	92
2.3	Technische Oberflächen . . . . .	103
2.3.1	Kennzeichnung von Oberflächen. . . . .	106
2.3.2	Gestaltabweichungen . . . . .	108
2.3.3	Rauheitsmessungen. . . . .	111
2.3.4	Vergleich der Meßschriebe technischer Oberflächen. . . . .	113
2.4	Berechnungsbeispiele. . . . .	117
2.5	Schrifttum. . . . .	124
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Festigkeitsberechnung</b> . . . . .	<b>127</b>
3.1	Grundbeanspruchungsarten . . . . .	127
3.1.1	Zugbeanspruchung. . . . .	127
3.1.2	Druckbeanspruchung und Flächenpressung . . . . .	131
3.1.3	Biegebeanspruchung (gerade Biegung!). . . . .	136
3.1.4	Torsionsbeanspruchung . . . . .	140
3.1.5	Schub- oder Scherbeanspruchung . . . . .	143
3.2	Zusammengesetzte Beanspruchung, Vergleichsspannung und Festigkeits-hypothesen. . . . .	146
3.2.1	Festigkeits-hypothesen. . . . .	146
3.2.1.1	Hypothese der größten Gestaltänderungsenergie (GE-Hypothese) . . . . .	146
3.2.1.2	Hypothese der größten Normalspannung. . . . .	149
3.2.1.3	Hypothese der größten Schubspannung. . . . .	151
3.2.1.4	Hypothese der größten Dehnung oder Kürzung . . . . .	155
3.2.2	Graphische Darstellung der Versagens-hypothesen beim zweiachsigen Hauptspannungszustand. . . . .	158
3.2.3	Graphische Darstellung des mehrachsigen Spannungszustandes . . . . .	163
3.2.4	Berechnungsbeispiele. . . . .	164
3.3	Knickung und Knickbeanspruchung. . . . .	166
3.3.1	Euler-Hyperbel und Tetmajer-Gerade. . . . .	170
3.3.2	Das (»)-Verfahren nach der früheren DIN 4114. . . . .	172
3.4	Hertz'sche Pressung und Stribeck'sche Wälzpressung. . . . .	174
3.4.1	Berührung zweier Kugeln. . . . .	174

3.4.2	Berührung einer Kugel und einer ebenen Platte. . . . .	.176
3.4.3	Berührung zweier Zylinder. . . . .	.177
3.4.4	Berührung eines Zylinders und einer ebenen Platte. . . . .	.180
3.4.5	Stribecksche Wälzpressung. . . . .	.181
3.5	Werkstoffkennwerte. . . . .	.184
3.5.1	Zügige Beanspruchung (stationäre Belastung). . . . .	.184
3.5.1.1	Werkstoffkennwerte bei Raumtemperatur. . . . .	.186
3.5.1.2	Werkstoffkennwerte bei hoher Temperatur. . . . .	.187
3.5.1.3	Näherungswerte für die zulässigen Spannungen bei stationärer Belastung. . . . .	.188
3.5.2	Wechselnde Beanspruchung (dynamische Belastung). . . . .	.188
3.5.2.1	Dauerfestigkeit und Zeitfestigkeit. . . . .	.190
3.5.2.2	Wöhler-Diagramm. . . . .	.192
3.5.2.3	Dauerfestigkeits-Schaubild (DFS). . . . .	.193
3.5.2.4	Einflüsse auf die Dauerfestigkeit $a_D$ und den Spannungsaus- schlag $a_A$ ; Gestaltfestigkeit. . . . .	.200
3.6	Kerbwirkung und Kerbspannungen. . . . .	.206
3.6.1	Statische Beanspruchung. . . . .	.203
3.6.2	Rein schwingende Beanspruchung. . . . .	.215
3.6.3	Allgemeine dynamische Beanspruchung. . . . .	.219
3.6.4	Rechnerische Ermittlung der Kerbwirkungszahl. . . . .	.220
3.6.5	Einfluß der Bauteilgestaltung. . . . .	.226
3.7	Sicherheitsbeiwerte und Festlegung der zulässigen Spannung. . . . .	.226
3.7.1	Sicherheitsfaktoren. . . . .	.226
3.7.2	Zulässige Spannungen. . . . .	.227
3.8	Festigkeitsnachweis. . . . .	.228
3.9	Berechnungsbeispiele. . . . .	.229
3.10	Schrifttum. . . . .	.243
<b>4</b>	<b>Gestaltung von Elementen und Systemen. . . . .</b>	<b>.245</b>
<b>4.1</b>	<b>Eindeutigkeit einer Konstruktion. . . . .</b>	<b>.245</b>
<b>4.2</b>	<b>Einfachheit einer Konstruktion. . . . .</b>	<b>.247</b>
4.3	Sicherheit einer Konstruktion. . . . .	.250
4.3.1	Unmittelbare Sicherheit. . . . .	.251
<b>4.3.2</b>	<b>Mittelbare Sicherheit. . . . .</b>	<b>.253</b>
<b>4.4</b>	<b>Beanspruchungsgerechte Gestaltung von Bauteilquerschnitten. . . . .</b>	<b>.254</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Grundbeanspruchungsarten. . . . .</b>	<b>.255</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Auswahl der untersuchten Querschnittsformen. . . . .</b>	<b>.256</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Unterschiedliche Beanspruchungen. . . . .</b>	<b>.256</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse. . . . .</b>	<b>.270</b>
4.5	Fertigungsgerechte Gestaltung. . . . .	.270

4.5.1	Fertigungsverfahren	271
4.5.2	Herstellungskosten	272
4.5.3	Spanabhebend bearbeitete Konstruktionen	273
4.5.3.1	Drehteile	274
4.5.3.2	Frästeile	274
4.5.3.3	Bohrteile	276
4.5.3.4	Räumteile	278
4.5.3.5	Schleifteile	279
4.5.4	Gußkonstruktionen	281
4.5.4.1	Gießgerechtes Gestalten	284
4.5.5	Schmiedekonstruktionen	293
4.5.5.1	Schmiedegerechtes Gestalten	297
4.5.5.2	Kaltfließpressen	302
4.5.6	Blechkonstruktionen	304
4.5.6.1	Gestaltung von Blechteilen	304
4.5.7	Schweißkonstruktionen	326
4.5.7.1	Schweißstöße	327
4.5.7.2	Schweißverfahren	327
4.5.7.3	Gestaltung von Schweißteilen	328
4.5.7.4	Fugenvorbereitung	336
4.6	Gestaltungsbeispiele	341
4.6.1	Schmiedekonstruktionen	343
4.6.2	Gußkonstruktionen	342
4.7	Schrifttum	343
	Sachverzeichnis	347