

W. Steinhilper · R. Röper

Maschinen- und Konstruktionselemente 1

Grundlagen der Berechnung
und Gestaltung

Vierte, überarbeitete Auflage

Mit 236 Abbildungen und 38 Tabellen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York

London Paris Tokyo

Hong Kong Barcelona

Budapest

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Maschinen- und Konstruktionselemente	2
1.2	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
1.3	Einteilung der Maschinen- und Konstruktionselemente	12
1.4	Funktionsgerechte und wirtschaftliche Konstruktion eines Maschinen- und Konstruktionselementes	13
1.4.1	Beanspruchungsgerechte Konstruktionen	13
1.4.2	Gestaltungsgerechte Konstruktionen	16
1.4.3	Werkstoffgerechte Konstruktionen	22
1.5	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
1.6	Wirkungsgrad	46
1.7	Berechnungsbeispiele	46
1.8	Schrifttum	50
2	Normen, Toleranzen und Passungen, technische Oberflächen	54
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
3	Grundlagen der Festigkeitsberechnung	127
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 Festigkeithypothesen	146
3.2.1	Festigkeithypothesen	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 Versagenshypothesen 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 ω -Verfahren nach der früheren DIN 4114	172
3.4	Hertzsche Pressung und Stribecksche 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	Züüge 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 σ_D und den Spannungsausschlag σ_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
4	Gestaltung von Elementen und Systemen	245
4.1	Eindeutigkeit einer Konstruktion	245
4.2	Einfachheit einer Konstruktion	247
4.3	Sicherheit einer Konstruktion	250
4.3.1	Unmittelbare Sicherheit	251
4.3.2	Mittelbare Sicherheit	253
4.4	Beanspruchungsgerechte Gestaltung von Bauteilquerschnitten	254
4.4.1	Grundbeanspruchungsarten	255
4.4.2	Auswahl der untersuchten Querschnittsformen	256
4.4.3	Unterschiedliche Beanspruchungen	256
4.4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	270
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