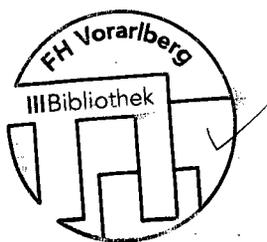


Konstruktionselemente

Band 1: Grundlagen, Verbindungselemente,
Federn, Achsen und Wellen

von
Prof. Dr.-Ing. Hermann Freund,
Fachhochschule Darmstadt



Wissenschaftsverlag
Mannheim/ Wien /Zürich

INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort.....	5
1	Normung.....	11
1.1	Allgemeines.....	11
1.2	Normzahlen.....	12
1.3	Toleranzen und Passungen.....	14
1.3.1	Grundbegriffe.....	14
1.3.2	ISO Toleranzsystem.....	15
1.3.3	Passungen.....	17
1.4	Technische Oberflächen.....	20
1.5	Form-Lagetoleranzen.....	23
1.6	Werkstückkanten.....	26
2	Gestaltungshinweise.....	29
2.1	Formgestaltung von Bauteilen.....	30
2.2	Gestaltung von Gußteilen.....	36
2.3	Gestaltung von Schmiedeteilen.....	41
2.4	Gestaltung von Blechteilen.....	44
2.5	Gestaltung bei spanender Bearbeitung.....	45
2.6	Gestaltung von Schweißteilen.....	48
2.7	Montagegerechte Gestaltung.....	51
2.8	Werkstoffgerechtes Gestalten.....	53
2.8.1	Stähle.....	54
2.8.2	Gußwerkstoffe.....	55
2.8.3	Nichteisenmetalle.....	57
3	Grundlagen der Bauteilberechnung.....	59
3.1	Allgemeines.....	59
3.2	Beanspruchungsarten.....	60
3.3	Betriebsbedingungen.....	63
3.4	Werkstoffkennwerte.....	66
3.4.1	Ruhende Belastung.....	66
3.4.1.1	Kennwerte bei erhöhten Betriebstemperaturen.....	67
3.4.2	Dynamische Belastung.....	68
3.4.2.1	Dauerfestigkeitsschaubilder.....	69
3.4.2.2	Einflußfaktoren auf die Dauerfestigkeit.....	71
3.5	Kerbwirkung.....	73
3.5.1	Formzahl.....	73
3.5.2	Kerbwirkungszahl.....	75
3.6	Sollsicherheitsbeiwerte.....	78
3.6.1	Ruhende Belastung.....	78
3.6.2	Dynamische Belastung.....	79
3.7	Festigkeitsnachweis.....	79
3.7.1	Statische Belastung.....	79
3.7.2	Dynamische Belastung.....	80
3.8	Kontaktprobleme.....	81

Inhaltsverzeichnis

3.8.1	Flächenpressung.....	82
3.8.2	Hertzsche Flächenpressung.....	82
3.9	Knickung.....	84
3.10	Vordimensionierung von Bauteilen.....	87
4	Stoffschlüssige Verbindungen.....	89
4.1	Schweißverbindungen.....	89
4.1.1	Schweißverfahren.....	90
4.1.2	Schweißbarkeit.....	91
4.1.3	Nahtarten.....	93
4.1.3.1	Stumpfnähte.....	93
4.1.3.2	Kehlnähte.....	94
4.1.4	Nahtdarstellung.....	95
4.1.5	Berechnung von Schweißnähten.....	97
4.1.5.1	Ermittlung von Nennspannungen.....	97
4.1.5.2	Ermittlung von zulässigen Spannungen.....	99
4.1.5.3	Festigkeitsnachweis.....	103
4.1.6	Punktschweißverbindungen.....	104
4.1.6.1	Gestaltungshinweise.....	105
4.1.6.2	Berechnung.....	106
4.2	Löten.....	107
4.2.1	Löte.....	107
4.2.2	Lötverfahren.....	108
4.2.3	Gestaltungshinweise.....	109
4.2.4	Berechnung von Lötverbindungen.....	110
4.3	Kleben.....	111
4.3.1	Allgemeines.....	111
4.3.2	Haftmechanismus beim Kleben.....	112
4.3.3	Klebstoffe.....	113
4.3.4	Gestaltungshinweise.....	114
4.3.5	Berechnung von Klebeverbindungen.....	115
5	Formschlüssige Verbindungen.....	119
5.1	Stifte- und Bolzenverbindungen.....	119
5.1.1	Bauformen.....	119
5.1.2	Berechnung von Bolzenverbindungen.....	120
5.1.3	Berechnung von Stiftverbindungen.....	123
5.2	Paßfederverbindungen.....	124
5.2.1	Berechnung.....	126
5.3	Profilwellenverbindungen.....	127
5.3.1	Keilwellenverbindungen.....	127
5.3.2	Zahnwellenverbindungen.....	128
5.3.3	Polygonverbindungen.....	130
5.3.4	Berechnung von Profilwellenverbindungen.....	131
5.4	Axiale Sicherungselemente.....	131
5.4.1	Sicherungsringe.....	132
5.5	Vorgespannte Formschlußverbindungen.....	133
6	Reibschlüssige Verbindungen.....	135
6.1	Klemmverbindungen.....	136

Inhaltsverzeichnis

6.1.1	Verbindung mit geteilter Nabe.....	136
6.1.2	Verbindung mit geschlitzter Nabe.....	138
6.2	Kegelverbindungen.....	138
6.2.1	Berechnung.....	140
6.3	Verbindungen mit elastischen Zwischenelementen.....	142
6.3.1	Bauformen.....	142
6.3.2	Berechnung von Spannelementen.....	143
6.4	Preßverbindungen.....	147
6.4.1	Beanspruchung der Bauteile.....	148
6.4.2	Zulässige Flächenpressung.....	149
6.4.3	Erforderliche Flächenpressung.....	150
6.4.4	Erforderliches Übermaß, Passungswahl.....	151
6.4.5	Fügen der Verbindung.....	154
6.4.5.1	Fügen von Längspreßverbindungen.....	154
6.4.5.2	Thermisches Fügen von Querspreßverbindungen.....	154
6.4.6	Gestaltungshinweise.....	155
7	Schraubenverbindungen.....	157
7.1	Allgemeines.....	157
7.1.1	Gewinde.....	157
7.1.2	Kräfte am Gewinde.....	161
7.1.2.1	Kräfte am Flachgewinde.....	161
7.1.2.2	Kräfte am Spitzgewinde.....	162
7.1.2.3	Wirkungsgrad.....	163
7.2	Befestigungsschrauben.....	164
7.2.1	Schraubenwerkstoffe und Herstellung.....	165
7.2.2	Berechnung von Schraubenverbindungen.....	166
7.2.2.1	Verspannungszustand einer Einschraubenverbindung.....	168
7.2.2.1.1	Elastische Schraubennachgiebigkeit.....	169
7.2.2.1.2	Elastische Nachgiebigkeit der verspannten Teile.....	170
7.2.2.2	Betriebszustand bei statischer Belastung.....	171
7.2.2.3	Dynamische Betriebskräfte.....	174
7.2.2.4	Querbelastete Schraubenverbindungen.....	175
7.2.2.5	Vorspannkraftverlust durch Setzen.....	176
7.2.2.6	Montage.....	177
7.2.2.7	Tragfähigkeitsnachweis.....	179
7.2.2.8	Konstruktive Maßnahmen.....	180
7.2.2.9	Setzen von Schraubenverbindungen.....	182
7.3	Bewegungsschrauben.....	185
7.3.1	Allgemeines.....	185
7.3.2	Berechnung.....	186
8	Federn.....	189
8.1	Allgemeines.....	189
8.2	Federkennlinie, Arbeitsvermögen.....	190
8.3	Federkombinationen.....	192
8.3.1	Reihenschaltung.....	192
8.3.2	Parallelschaltung.....	193
8.3.3	Mischschaltung.....	193
8.4	Federwerkstoffe.....	194
8.5	Metallfedern.....	194

10 Inhaltsverzeichnis

8.5.1 Zug- / Druckbeanspruchte Federn.....194

8.5.1.1 Zug- / Druckstäbe.....195

8.5.1.2 Ringfedern.....195

8.5.2 Torsionsbeanspruchte Federn.....196

8.5.2.1 Drehstabfedern.....196

8.5.2.2 Zylindrische Schraubenfedern.....198

8.5.2.2.1 Zylindrische Druckfedern.....199

8.5.2.2.2 Zylindrische Zugfedern.....204

8.5.3 Biegebeanspruchte Federn.....207

8.5.3.1 Schenkelfedern.....207

8.5.3.2 Einfache Blattfedern.....210

8.5.3.3 Tellerfedern.....212

8.5.3.3.1 Kombination von Tellerfedern.....215

8.5.3.3.2 Berechnungsgleichungen der Einzelfeder.....218

8.5.3.3.3 Festigkeitsnachweis.....219

8.6 Gummifedern.....219

9 Achsen und Wellen.....223

9.1 Allgemeines.....223

9.2 - Bemessung nach Spannungen.....225

9.2.1 Achsen auf Biegung.....226

9.2.1.1 Angeformte Achsen.....226

9.2.2 Welle auf Biegung und Torsion.....228

9.2.3 Vordimensionierung.....228

9.3 Bemessung auf Verformung.....230

9.3.1 Drehverformung.....230

9.3.2 Biegeverformung.....231

9.3.2.1 Wellen mit konstantem Querschnitt.....232

9.3.2.2 Wellen mit veränderlichem Querschnitt.....233

9.4 Gestaltungshinweise.....236

9.5 Dynamische Auslegung von Wellen.....237

9.5.1 Allgemeines.....237

9.5.2 Torsionseigenschwingungen.....238

9.5.3 Biegeeigenschwingungen.....239

9.5.4 Unwuchtschwingungen.....240

Anhang.....243

Literaturverzeichnis.....291

Stichwortverzeichnis.....299