

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	IX
Einleitung	XI
Literatur	XVII
0 Grundlagen der Festigkeitslehre	1
0.1 Normalspannung (B)	2
0.1.1 Zug und Druck (B)	2
0.1.2 Biegung (B)	12
0.2 Tangentialspannung (B)	31
0.2.1 Querkraftschub (B)	32
0.2.2 Werkstoffverhalten bei Schub (B)	33
0.2.3 Torsion (B)	34
0.3 Knickung (V)	40
0.3.1 Elastische Knickung (V)	40
0.3.2 Plastische Knickung (V)	46
0.3.3 Einspannbedingungen (V)	48
0.4 Anhang	49
0.4.1 Literatur	49
0.4.2 Normen	50
0.5 Aufgaben	51
1 Achsen, Wellen, Betriebsfestigkeit	81
1.1 Überlagerung von Spannungszuständen (B)	81
1.2 Zeitlich veränderliche Belastung (B)	84
1.3 Darstellung des Belastungszustandes im Smith-Diagramm (B)	87
1.4 Belastung von Achsen und Wellen (B)	88
1.4.1 Lagerung von Achsen (B)	88
1.4.2 Lagerung von Wellen (B)	90
1.4.3 Lagerung mit einem einzigen Lager (B)	94
1.4.4 Fest-Los-Lagerung (B)	95
1.4.5 Umlaufbiegung (B)	96
1.4.6 Achsen und Wellen gleicher Biegefestigkeit (E)	97

1.5	Werkstoffkundlich zulässige Belastung bei zeitlich veränderlicher Beanspruchung (E)	99
1.5.1	Betriebsfestigkeit (E)	100
1.5.2	Betriebsfestigkeitskennwerte (E)	101
1.5.3	Darstellung der zulässigen Bauteilbelastung im Smith-Diagramm (E)	104
1.6	Festigkeitsnachweis im Smith-Diagramm (E)	115
1.7	Festigkeitsnachweis im Haigh-Diagramm (V)	119
1.7.1	Erste Verkleinerung durch Größeneinfluss	120
1.7.2	Zweite Verkleinerung durch Kerbwirkungszahl und Oberflächenbeiwert	121
1.7.3	Sicherheitsnachweis im Haigh-Diagramm	121
1.8	Vordimensionierung (V)	123
1.9	Anhang	125
1.9.1	Literatur	125
1.9.2	Normen	126
1.10	Aufgaben	128
2	Federn	161
2.1	Grundbegriffe (B)	163
2.1.1	Federsteifigkeit (B)	163
2.1.2	Federungsarbeit (B)	170
2.1.3	Belastbarkeit von Federn (B)	172
2.1.4	Federreibung (Hysteresis) (B)	174
2.2	Die wichtigsten Bauformen metallischer Federn (B)	176
2.2.1	Zugstabfeder	178
2.2.2	Drehstabfeder (B)	179
2.2.3	Schraubenfeder als Zug-/Druckfeder (B)	182
2.2.4	Biegefeder (B)	191
2.2.5	Ringfeder (E)	204
2.2.6	Tellerfeder (E)	214
2.2.7	Teilplastische Verformung metallischer Federn (V)	216
2.3	Feder und Dämpfer (V)	220
2.4	Feder als Bestandteil eines schwingungsfähigen Systems (V)	223
2.5	Einige Bauformen nicht-metallischer Federn (V)	230
2.5.1	Gasfeder (V)	230
2.5.2	Gummifeder (V)	235
2.6	Federbauformen und Federwerkstoffe im Vergleich (E)	238
2.6.1	Formnutzzahl (E)	238
2.6.2	Werkstoffeignung (V)	246
2.6.3	Die Feder mit dem maximalen Arbeitsaufnahmevermögen (V)	248
2.7	Anhang	250
2.7.1	Literatur	250
2.7.2	Normen	250
2.8	Aufgaben	252

3	Verbindungselemente und Verbindungstechniken	295
3.1	Nieten (B)	295
3.1.1	Querkraftschub eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets (B)	297
3.1.2	Lochleibungsdruck eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets (B)	299
3.1.3	Zulässige Werkstoffbelastung eines kaltgeschlagenen Niets (B)	300
3.1.4	Lastverteilung auf mehrere Nieten (B)	300
3.2	Das Problem der „festen Einspannung“ (E)	305
3.3	Löten (E)	310
3.3.1	Löttemperatur (E)	311
3.3.2	Lötverfahren (E)	311
3.3.3	Festigkeitsberechnung von Lötverbindungen (E)	313
3.3.4	Gestaltung von Lötverbindungen (E)	313
3.4	Kleben (E)	316
3.5	Schweißen (E)	319
3.5.1	Schweißverfahren (E)	320
3.5.2	Schweißbarkeit der Werkstoffe (V)	321
3.5.3	Nahtformen (E)	322
3.5.4	Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen (E)	324
3.5.5	Eigenspannungen (E)	338
3.5.6	Gestaltung von Schweißverbindungen (E)	340
3.6	Anhang	345
3.6.1	Literatur	345
3.6.2	Normen	346
3.7	Aufgaben	348
4	Schrauben	373
4.1	Geometrie der Schraube (B)	374
4.2	Kräfte und Momente an der der Schraube (B)	378
4.2.1	Modellvorstellung reibungsfrei (B)	378
4.2.2	Gewindereibung (B)	379
4.2.3	Kopfreibung (B)	383
4.2.4	Selbsthemmung (B)	384
4.2.5	Hintereinander geschaltete Schraubverbindungen	386
4.3	Festigkeitsnachweis von Schraubverbindungen (B)	388
4.3.1	Tatsächliche Spannungen (B)	388
4.3.2	Zulässige Spannungen (B)	391
4.3.3	Sicherheitsnachweis (B)	392
4.3.4	Flächenpressung im Gewinde (E)	393
4.4	Vorspannen von Schraubverbindungen (E)	397
4.4.1	Vorspannung und Verformung (E)	397
4.4.2	Setzen der Schraube	401
4.4.3	Thermisches Anziehen und andere thermische Einflüsse (V)	403
4.5	Betriebskraftbelastung der Schraube (B)	403
4.5.1	Querkraftbeanspruchte Schraubverbindungen (B)	404
4.5.2	Längskraftbeanspruchte Schraubverbindungen (B)	406

4.5.3 Zusammenspiel der Steifigkeiten (E) 412

4.5.4 Lastverteilung längskraftbelastete Schraubverbindung (V) 421

4.5.5 Schraubverbindungen mit kombinierter Längs- und Querkraftbean-
spruchung (V) 426

4.6 Gestaltung von Befestigungsschraubverbindungen (E) 430

4.6.1 Schraubentypen (E) 430

4.6.2 Schraubensicherungen (E)..... 430

4.6.3 Unterlegscheiben (E)..... 432

4.6.4 Torsionsfreies Anziehen (E) 433

4.7 Besonderheiten der Bewegungsschraube (E)..... 434

4.7.1 Schraubenwirkungsgrad (E) 435

4.7.2 Minimierung der Gewindereibung (E)..... 439

4.7.3 Schneckentrieb 442

4.8 Anhang 446

4.8.1 Literatur..... 446

4.8.2 Normen 447

4.9 Aufgaben..... 450

Lösungsanhang **509**

Index **575**