

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XI
Einleitung	XV
Literatur	XXI
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, Dauerfestigkeit	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	Dauerfestigkeitskennwerte (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)	118
1.7.1	Erste Verkleinerung durch Größeneinfluss.....	119
1.7.2	Zweite Verkleinerung durch Kerbwirkungszahl und Oberflächenbeiwert	120
1.7.3	Sicherheitsnachweis im Haigh-Diagramm	121
1.8	Vordimensionierung (V).....	122
1.9	Anhang	123
1.9.1	Literatur.....	123
1.9.2	Normen	124
1.10	Aufgaben.....	126
2	Federn	159
2.1	Grundbegriffe (B).....	161
2.1.1	Federsteifigkeit (B)	161
2.1.2	Federungsarbeit (B).....	168
2.1.3	Belastbarkeit von Federn (B)	170
2.1.4	Federreibung (Hysterese) (B)	172
2.2	Die wichtigsten Bauformen metallischer Federn (B)	174
2.2.1	Zugstabfeder	176

2.2.2	Drehstabfeder (B).....	177
2.2.3	Schraubenfeder als Zug-/Druckfeder (B)	180
2.2.4	Biegefeder (B).....	189
2.2.5	Ringfeder (E).....	203
2.2.6	Tellerfeder (E).....	212
2.2.7	Teilplastische Verformung metallischer Federn (V)	214
2.3	Feder und Dämpfer (V)	217
2.4	Feder als Bestandteil eines schwingungsfähigen Systems (V)	221
2.5	Einige Bauformen nicht-metallischer Federn (V)	228
2.5.1	Gasfeder (V)	228
2.5.2	Gummifeder (V).....	233
2.6	Federbauformen und Federwerkstoffe im Vergleich (E)	236
2.6.1	Formnutzzahl (E)	236
2.6.2	Werkstoffeignung (V)	244
2.6.3	Die Feder mit dem maximalen Arbeitsaufnahmevermögen (V)	246
2.7	Anhang	248
2.7.1	Literatur	248
2.7.2	Normen	248
2.8	Aufgaben.....	250
3	Verbindungselemente und Verbindungstechniken	289
3.1	Nieten (B).....	289
3.1.1	Querkraftschub eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets (B)	291
3.1.2	Lochleibungsdruck eines einzelnen kaltgeschlagenen Niets (B).....	293
3.1.3	Zulässige Werkstoffbelastung eines kaltgeschlagenen Niets (B)	294
3.1.4	Lastverteilung auf mehrere Nieten (B)	294
3.2	Das Problem der „festen Einspannung“ (E).....	299
3.3	Löten (E).....	304
3.3.1	Löttemperatur (E).....	305
3.3.2	Lötverfahren (E)	305
3.3.3	Festigkeitsberechnung von Lötverbindungen (E).....	307
3.3.4	Gestaltung von Lötverbindungen (E).....	307

3.4	Kleben (E)	310
3.5	Schweißen (E)	313
3.5.1	Schweißverfahren (E)	314
3.5.2	Schweißbarkeit der Werkstoffe (V)	315
3.5.3	Nahtformen (E)	316
3.5.4	Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen (E)	318
3.5.5	Eigenspannungen (E)	332
3.5.6	Gestaltung von Schweißverbindungen (E)	334
3.6	Anhang	339
3.6.1	Literatur	339
3.6.2	Normen	340
3.7	Aufgaben	342
4	Schrauben	367
4.1	Geometrie der Schraube (B)	368
4.2	Kräfte und Momente an der der Schraube (B)	372
4.2.1	Modellvorstellung reibungsfrei (B)	372
4.2.2	Gewindereibung (B)	373
4.2.3	Kopfreibung (B)	376
4.2.4	Selbsthemmung (B)	377
4.2.5	Hintereinander geschaltete Schraubverbindungen	379
4.3	Festigkeitsnachweis von Schraubverbindungen (B)	381
4.3.1	Tatsächliche Spannungen (B)	381
4.3.2	Zulässige Spannungen (B)	384
4.3.3	Sicherheitsnachweis (B)	385
4.3.4	Flächenpressung im Gewinde (E)	386
4.4	Vorspannen von Schraubverbindungen (E)	389
4.4.1	Vorspannung und Verformung (E)	390
4.4.2	Setzen der Schraube	393
4.4.3	Thermisches Anziehen und andere thermische Einflüsse (V)	395
4.5	Betriebskraftbelastung der Schraube (B)	396
4.5.1	Querkraftbeanspruchte Schraubverbindungen (B)	397

4.5.2	Längskraftbeanspruchte Schraubverbindungen (B).....	399
4.5.3	Zusammenspiel der Steifigkeiten (E).....	404
4.5.4	Schraubverbindungen mit kombinierter Längs- und Querkraftbeanspruchung (V)	414
4.6	Gestaltung von Befestigungsschraubverbindungen (E)	419
4.6.1	Schraubentypen (E)	419
4.6.2	Schraubensicherungen (E).....	420
4.6.3	Unterlegscheiben (E).....	420
4.6.4	Torsionsfreies Anziehen (E)	421
4.7	Besonderheiten der Bewegungsschraube (E).....	423
4.7.1	Schraubenwirkungsgrad (E)	423
4.7.2	Minimierung der Gewindereibung (E).....	427
4.7.3	Schneckentrieb	430
4.8	Anhang	434
4.8.1	Literatur.....	434
4.8.2	Normen	435
4.9	Aufgaben.....	438
Lösungsanhang		493
Index		553