

# Inhalt

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>  | <b>xI</b> |
| <b>1 Konstruktionstechnik .....</b>                         | <b>1</b>  |
| Maße, Abmaße und Toleranzen .....                           | 1         |
| ISO-Toleranzsystem .....                                    | 1         |
| Passungen .....   | 1         |
| Rauheit der Oberflächen .....                               | 2         |
| <b>3 Festigkeitsberechnungen .....</b>                      | <b>3</b>  |
| Kräfte .....  | 3         |
| Momente .....   | 3         |
| Allgemeine Festigkeitsberechnung .....                      | 3         |
| Beanspruchungen .....                                       | 4         |
| Knickung .....  | 6         |
| Hertz'sche Pressung .....                                   | 8         |
| Beanspruchbarkeit .....                                     | 9         |
| Kerbwirkung .....   | 11        |
| Betriebsfestigkeit nach der FKM-Richtlinie .....            | 13        |
| <b>4 Schmelzschweißverbindungen .....</b>                   | <b>31</b> |
| Berechnung der Spannungen in Schweißnähten .....            | 31        |
| Schweißverbindungen im Maschinen- und Gerätebau .....       | 35        |
| <b>5 Pressschweißverbindungen .....</b>                     | <b>36</b> |
| Punktschweißverbindungen .....                              | 36        |
| Buckelschweißverbindungen .....                             | 37        |
| <b>6 Lötverbindungen .....</b>                              | <b>38</b> |
| Berechnung von Lötverbindungen .....                        | 38        |
| <b>7 Klebverbindungen .....</b>                             | <b>39</b> |
| Berechnung von Klebverbindungen .....                       | 39        |
| <b>8 Nietverbindungen .....</b>                             | <b>41</b> |
| Berechnung von Nietverbindungen .....                       | 41        |
| <b>9 Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen .....</b>       | <b>44</b> |
| Grundlagen der Berechnung zylindrischer Pressverbände ..... | 44        |
| Berechnung bei rein elastischer Beanspruchung .....         | 45        |
| Berechnung bei elastisch-plastischer Beanspruchung .....    | 50        |
| Einpresskraft und Fügetemperaturen .....                    | 51        |

|   |           |
|---|-----------|
| Spannlementverbindungen .....   | 52        |
| Klemmverbindungen .....   | 53        |
| <b>10 Befestigungsschrauben .....</b>   | <b>55</b> |
| Gewinde .....   | 55        |
| Berechnung: Vordimensionierung und Überschlag .....   | 55        |
| Schraubenanziehmoment, Anziehfaktor .....   | 56        |
| Berechnung: Nachgiebigkeit von Schraube und Bauteilen .....   | 57        |
| Berechnung: Bleibende Verformung durch Setzen .....   | 59        |
| Berechnung: Betriebskräfte Zug, Druck und Schwingungen auf vorgespannte Schraubenverbindungen ..... | 59        |
| Haltbarkeit der Schraubenverbindungen .....   | 60        |
| Standardisierte Vorgehensweise .....  | 61        |
| Berechnung querbeanspruchter Schraubenverbindungen .....  | 63        |
| <b>11 Bewegungsschrauben .....</b>  | <b>64</b> |
| Gewinde, Wirkungsgrad .....   | 64        |
| Berechnung der Haltbarkeit und der Stabilität .....   | 65        |
| <b>12 Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen .....</b>  | <b>67</b> |
| Längskeilverbindungen .....   | 67        |
| Passfederverbindungen .....   | 67        |
| Keilwellenverbindungen .....  | 67        |
| Zahnwellenverbindungen .....  | 68        |
| Polygonwellenverbindungen .....   | 68        |
| Kegelverbindungen .....   | 68        |
| Stirnzahnverbindungen .....   | 69        |
| <b>13 Stift- und Bolzenverbindungen .....</b>   | <b>70</b> |
| Gelenkstifte oder Bolzen .....  | 70        |
| Steckstifte unter Biegekraft .....  | 71        |
| Querstifte unter Drehmoment .....   | 71        |
| Längsstifte unter Drehmoment .....  | 72        |
| <b>14 Federn .....</b>  | <b>73</b> |
| Federsteifigkeit, Federarbeit, Schwingverhalten .....   | 73        |
| Zusammenwirken mehrerer Federn .....  | 74        |
| Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten oder Stäben .....                                   | 75        |
| Tellerfedern als Druckfedern .....  | 81        |
| Spannungen in den Punkten OM, I bis IV .....  | 82        |
| Gewundene Schenkelfedern als Drehfedern .....   | 84        |
| Stabfedern als Drehfedern .....   | 87        |
| Spiralfedern als Drehfedern .....   | 88        |
| Blattfedern als Biegefedorne .....  | 89        |

|   |            |
|---|------------|
| Ringfedern als Druckfedern .....                                    | 91         |
| Luftfedern .....  | 91         |
| Gummifedern .....   | 93         |
| <b>15 Achsen und Wellen .....</b>                                   | <b>94</b>  |
| Biegemomente, Längskräfte und Torsionsmomente .....                 | 94         |
| Überschlagrechnung auf Torsion und Biegung .....                    | 94         |
| Achsen und Wellen gleicher Biegebeanspruchung .....                 | 95         |
| Berechnung auf Gestaltfestigkeit (Dauerhaltbarkeit) .....           | 95         |
| Durchbiegung .....  | 99         |
| Verdrehwinkel .....   | 103        |
| Kritische Drehzahl .....  | 103        |
| Tragfähigkeitsberechnung von Wellen und Achsen nach DIN 743 .....   | 104        |
| <b>16 Tribologie: Reibung, Schmierung und Verschleiß .....</b>      | <b>109</b> |
| Schmieröle .....  | 109        |
| <b>17 Gleitlager .....</b>  | <b>111</b> |
| Berechnung der Radiallager .....                                    | 111        |
| Berechnung der Axiallager .....                                     | 119        |
| <b>18 Wälzlager .....</b>   | <b>122</b> |
| Tragfähigkeit und Lebensdauer .....                                 | 122        |
| Berechnung von Kegelrollen- und Schräkgugellagern .....             | 123        |
| Besondere Belastungsfälle .....                                     | 124        |
| Grenzdrehzahl .....   | 125        |
| Schmierung der Wälzlager .....                                      | 125        |
| <b>19 Lager- und Wellendichtungen .....</b>                         | <b>126</b> |
| <b>20 Wellenkupplungen und -bremsen .....</b>                       | <b>127</b> |
| Kupplungsmomente bei Ausgleichskupplungen .....                     | 127        |
| Reibungskupplungen .....  | 132        |
| <b>21 Grundlagen für Zahnräder und Getriebe .....</b>               | <b>137</b> |
| Übersetzung .....   | 137        |
| Evolventenverzahnung .....  | 137        |
| Planetengetriebe .....  | 139        |
| <b>22 Abmessungen und Geometrie der Stirn- und Kegelräder .....</b> | <b>147</b> |
| Null-Außenverzahnung .....  | 147        |
| Null-Innenverzahnung .....  | 148        |
| Null-Schrägverzahnung .....   | 148        |
| Profilverschiebung .....  | 150        |
| Geometrische Grenzen .....  | 152        |

|   |            |
|---|------------|
| Profilüberdeckung .....   | 153        |
| Geradverzahnte Kegelräder .....   | 153        |
| Schräg- und bogenverzahnte Kegelräder .....   | 155        |
| <b>23 Gestaltung und Tragfähigkeit der Stirn- und Kegelräder .....</b>                            | <b>158</b> |
| Zahnkräfte an Stirnrädern .....   | 158        |
| Zahnkräfte an Kegelräden .....  | 159        |
| Wirkungsgrad und Gesamtübersetzung .....  | 160        |
| Gestaltung der Räder aus Stahl und aus Gusseisen .....  | 162        |
| Gestaltung der Räder aus Kunststoffen .....   | 164        |
| Schmierung, Schmierstoffe .....   | 164        |
| Allgemeine Einflussfaktoren für die Tragfähigkeit .....   | 166        |
| Zahnfußtragfähigkeit der Stirnräder .....   | 168        |
| Grübchentragfähigkeit der Stirnräder .....  | 169        |
| Zahnfußtragfähigkeit der Kegelräder .....   | 170        |
| Grübchentragfähigkeit der Kegelräder .....  | 171        |
| Berechnung der Räder aus thermoplastischen Kunststoffen auf<br>Tragfähigkeit und Verformung ..... | 173        |
| <b>24 Zahnradpaare mit sich kreuzenden Achsen .....</b>   | <b>175</b> |
| Eingriffsverhältnisse von Schraub-Stirnradpaaren .....  | 175        |
| Wirkungsgrad und Zahnkräfte an Schraub-Stirnradpaaren .....                                       | 175        |
| Tragfähigkeit von Schraub-Stirnradpaaren, Schmierung .....  | 176        |
| Geometrie der Schneckenradsätze .....   | 177        |
| Wirkungsgrad und Zahnkräfte an Schneckenradsätzen .....   | 179        |
| Gestaltung der Schnecken und Schneckenräder .....   | 180        |
| Schmierung von Schneckenradsätzen .....   | 180        |
| Tragfähigkeit von Schneckenradsätzen .....  | 181        |
| <b>25 Kettentriebe .....</b>  | <b>182</b> |
| Kettenräder .....   | 182        |
| Schmierung der Kettentriebe .....   | 184        |
| <b>26 Flachriementriebe .....</b>   | <b>185</b> |
| Theoretische Grundlagen für Riementriebe .....  | 185        |
| Riemscheiben .....  | 185        |
| Geometrie der Flachriementriebe .....   | 186        |
| Übersetzung, Riemengeschwindigkeit, Biegefrequenz .....   | 188        |
| Berechnung der Antriebe mit Leder- und Geweberiemen .....   | 188        |
| Berechnung von Antrieben mit Mehrschichtriemen .....  | 189        |
| Spannrollentreib .....  | 190        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>27</b> | <b>Keilriementriebe</b>                                     | <b>192</b> |
|           | Berechnung der Antriebe mit Keilriemen und Keilrippenriemen | 192        |
| <b>28</b> | <b>Synchron- oder Zahnriementriebe</b>                      | <b>194</b> |
|           | Übersetzung und Geometrie der Synchronriementriebe          | 194        |
|           | Berechnung von Antrieben mit Synchron- oder Zahnriemen      | 196        |
| <b>29</b> | <b>Rohrleitungen</b>  | <b>198</b> |
|           | Temperaturbedingte Längenänderung                           | 198        |
|           | Berechnung von Rohrleitungen                                | 198        |