

# 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        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
|           | Spannelementverbindungen .....   | 52        |
|           | Klemmverbindungen .....  | 53        |
| <b>10</b> | <b>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<br>vorgespannte Schraubenverbindungen ..... | 59        |
|           | Haltbarkeit der Schraubenverbindungen .....  | 60        |
|           | Standardisierte Vorgehensweise .....   | 61        |
|           | Berechnung querbeanspruchter Schraubenverbindungen .....   | 63        |
| <b>11</b> | <b>Bewegungsschrauben .....</b>  | <b>64</b> |
|           | Gewinde, Wirkungsgrad .....  | 64        |
|           | Berechnung der Haltbarkeit und der Stabilität .....  | 65        |
| <b>12</b> | <b>Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen .....</b>  | <b>67</b> |
|           | Längskeilverbindungen .....  | 67        |
|           | Passfederverbindungen .....  | 67        |
|           | Keilwellenverbindungen .....   | 67        |
|           | Zahnwellenverbindungen .....   | 68        |
|           | Polygonwellenverbindungen .....  | 68        |
|           | Kegelverbindungen .....  | 68        |
|           | Stirnzahnverbindungen .....  | 69        |
| <b>13</b> | <b>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</b> | <b>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 Biegefedern .....  | 89        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
|           | Ringfedern als Druckfedern .....                                  | 91         |
|           | Luftfedern .....  | 91         |
|           | Gummifedern .....   | 93         |
| <b>15</b> | <b>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</b> | <b>Tribologie: Reibung, Schmierung und Verschleiß .....</b>       | <b>109</b> |
|           | Schmieröle .....  | 109        |
| <b>17</b> | <b>Gleitlager .....</b>   | <b>111</b> |
|           | Berechnung der Radiallager .....                                  | 111        |
|           | Berechnung der Axiallager .....                                   | 119        |
| <b>18</b> | <b>Wälzlager .....</b>  | <b>122</b> |
|           | Tragfähigkeit und Lebensdauer .....                               | 122        |
|           | Berechnung von Kegelrollen- und Schrägkugellagern .....           | 123        |
|           | Besondere Belastungsfälle .....                                   | 124        |
|           | Grenzdrehzahl .....   | 125        |
|           | Schmierung der Wälzlager .....                                    | 125        |
| <b>19</b> | <b>Lager- und Wellendichtungen .....</b>                          | <b>126</b> |
| <b>20</b> | <b>Wellenkupplungen und -bremsen .....</b>                        | <b>127</b> |
|           | Kupplungsmomente bei Ausgleichkupplungen .....                    | 127        |
|           | Reibungskupplungen .....  | 132        |
| <b>21</b> | <b>Grundlagen für Zahnräder und Getriebe .....</b>                | <b>137</b> |
|           | Übersetzung .....   | 137        |
|           | Evolventenverzahnung .....  | 137        |
|           | Planetengetriebe .....  | 139        |
| <b>22</b> | <b>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</b> | <b>Gestaltung und Tragfähigkeit der Stirn- und Kegelräder .....</b>                               | <b>158</b> |
|           | Zahnkräfte an Stirnrädern .....   | 158        |
|           | Zahnkräfte an Kegelrädern .....   | 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</b> | <b>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</b> | <b>Kettentriebe .....</b>   | <b>182</b> |
|           | Kettenräder .....   | 182        |
|           | Schmierung der Kettentriebe .....   | 184        |
| <b>26</b> | <b>Flachriementriebe .....</b>  | <b>185</b> |
|           | Theoretische Grundlagen für Riementriebe .....  | 185        |
|           | Riemenscheiben .....  | 185        |
|           | Geometrie der Flachriementriebe .....   | 186        |
|           | Übersetzung, Riemengeschwindigkeit, Biegefrequenz .....   | 188        |
|           | Berechnung der Antriebe mit Leder- und Geweberiemen .....   | 188        |
|           | Berechnung von Antrieben mit Mehrschichtriemen .....  | 189        |
|           | Spannrollentrieb .....  | 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        |