

# Inhalt

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Vorwort</b>  | <b>V</b>  |
| <b>1 Spannungen</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Der Spannungszustand in einer beliebig gerichteten Schnittebene .....             | 6         |
| 1.2 Hauptnormalspannungen.....  | 8         |
| 1.3 Hauptschubspannungen.....   | 14        |
| 1.4 Der Spannungsdeviator .....   | 18        |
| 1.5 Der ebene Spannungszustand.....   | 19        |
| 1.5.1 Transformation des ebenen Spannungszustandes hinsichtlich gedrehter Achsen .... | 21        |
| 1.5.2 Hauptspannungen .....   | 24        |
| 1.5.3 Der einachsige Spannungszustand .....   | 32        |
| <b>2 Deformationsgeometrie</b>  | <b>35</b> |
| 2.1 Polarzerlegung des Deformationsgradienten.....                                    | 40        |
| 2.1.1 Der Versor .....  | 45        |
| 2.2 Verzerrungstensoren.....  | 50        |
| 2.2.1 Geometrische Linearisierung.....  | 54        |
| 2.2.2 Kompatibilitätsbedingungen .....  | 58        |
| 2.2.3 Hauptdehnungen und Hauptrichtungen .....  | 61        |
| 2.2.4 Volumendilatation .....   | 62        |
| <b>3 Das Hookesche Werkstoffgesetz</b>  | <b>67</b> |
| 3.1 Orthotropie .....   | 69        |
| 3.2 Transversale Isotropie .....  | 70        |
| 3.3 Isotropie.....  | 71        |
| 3.3.1 Temperaturdehnungen.....  | 73        |
| 3.3.2 Der ebene Spannungszustand .....  | 74        |
| 3.3.3 Der ebene Verzerrungszustand.....   | 75        |
| <b>4 Arbeit und Energie</b>   | <b>77</b> |
| 4.1 Das Potenzial der Gewichtskraft .....   | 80        |
| 4.2 Das Potenzial einer Federkraft .....  | 81        |
| 4.3 Formänderungs- und Ergänzungsenergie .....  | 82        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>5</b> | <b>Der Dehnstab</b>  | <b>87</b>  |
| 5.1      | Der Stab unter Einzelkraft, Linienkraftschüttung und Temperaturbeanspruchung ..                | 90         |
| 5.2      | Das Reduktionsverfahren für den Dehnstab .....   | 93         |
| 5.3      | Pfahlrostberechnung .....  | 101        |
| 5.4      | Fachwerke .....  | 106        |
| 5.4.1    | Hinweise zur programmtechnischen Umsetzung .....   | 118        |
| <b>6</b> | <b>Balkenbiegung</b>   | <b>125</b> |
| 6.1      | Balkenschnittlasten .....  | 125        |
| 6.2      | Das lokale Gleichgewicht .....   | 126        |
| 6.3      | Die Grundgleichungen des Timoshenko-Balkens .....  | 128        |
| 6.3.1    | Formänderungsenergie .....   | 133        |
| 6.3.2    | Die gerade oder einachsige Biegung mit Normalkraft .....                                       | 141        |
| 6.3.3    | Singuläre Lösungen .....   | 149        |
| 6.3.4    | Automatisierte Schnittlasten- und Verformungsberechnung mit Maple .....                        | 156        |
| 6.4      | Die Grundgleichungen des Bernoulli-Balkens .....   | 160        |
| 6.4.1    | Die gerade oder einachsige Biegung mit Normalkraft .....                                       | 165        |
| 6.4.2    | Abschätzung der Schubspannungen .....  | 172        |
| 6.4.3    | Die Normalspannungen .....   | 179        |
| 6.4.4    | Der Kern des Querschnitts .....  | 186        |
| 6.4.5    | Querschnitte mit versagender Zugzone .....   | 192        |
| 6.4.6    | Der Balken mit veränderlichem Querschnitt .....  | 195        |
| 6.4.7    | Temperaturbeanspruchung .....  | 204        |
| 6.4.8    | Biegung von Verbundquerschnitten .....   | 207        |
| <b>7</b> | <b>Der elastisch gebettete Balken</b>  | <b>215</b> |
| 7.1      | Der elastisch gebettete Timoshenko-Balken .....  | 216        |
| 7.2      | Der elastisch gebettete Bernoulli-Balken .....   | 223        |
| <b>8</b> | <b>Querkraftschubspannungen in dünnwandigen Querschnitten</b>                                  | <b>229</b> |
| 8.1      | Dünnwandige offene Profile .....   | 229        |
| 8.1.1    | Der Schubmittelpunkt .....   | 235        |
| 8.2      | Dünnwandige geschlossene Profile .....   | 243        |
| 8.2.1    | Automatisierte Berechnung der Schubspannungen aus Querkraft für dünnwandige Querschnitte ..... | 249        |
| <b>9</b> | <b>Zwängungsfreie Torsion prismatischer Stäbe</b>  | <b>257</b> |
| 9.1      | Die Spannungsfunktion .....  | 264        |
| 9.2      | Einzellige dünnwandige Hohlquerschnitte .....  | 274        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 9.3       | Mehrzellige dünnwandige Hohlquerschnitte.....  | 280        |
| 9.3.1     | Drillruhepunkt und Wölbflächenmomente.....   | 282        |
| 9.3.2     | Automatisierte Berechnung der Schubspannungen aus Torsion für dünnwandige geschlossene Querschnitte..... | 284        |
| 9.4       | Torsion dünnwandiger offener Querschnitte.....   | 288        |
| <b>10</b> | <b>Stabilitätsprobleme der Elastostatik</b>  | <b>293</b> |
| 10.1      | Verzweigungsprobleme.....  | 297        |
| 10.2      | Durchschlagprobleme.....   | 303        |
| 10.3      | Elastisches Knicken gerader Stäbe, Eigenwertprobleme.....  | 306        |
| 10.4      | Die Eulerschen Knickfälle.....   | 310        |
| 10.5      | Die allgemeine Knickgleichung .....  | 314        |
| 10.6      | Berücksichtigung des Eigengewichts .....   | 317        |
| 10.7      | Nummerische Behandlung der Eigenwertprobleme.....  | 321        |
| <b>11</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>325</b> |
| <b>12</b> | <b>Verzeichnis der Maple-Arbeitsblätter</b>  | <b>327</b> |
|           | <b>Sachregister</b>  | <b>331</b> |