

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>5. Maschinenbau</b> .....                                                                           | 13 |
| 5.1. Einführung .....                                                                                  | 13 |
| 5.2. Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Maschinenbau .....                         | 14 |
| 5.2.1. Allgemeine Grundlagen (Anforderungen, Funktion, Beanspruchung) .....                            | 14 |
| 5.2.2. Allgemeine Gestaltungsgrundsätze .....                                                          | 16 |
| 5.2.2.1. Übersichten .....                                                                             | 16 |
| 5.2.2.1.1. Thesen zu allgemeinen Grundsätzen der Gestaltung .....                                      | 16 |
| 5.2.2.1.2. Übersicht der Bauweisen im Maschinenbau .....                                               | 19 |
| 5.2.2.2. Beanspruchung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus<br>Stählen .....             | 22 |
| 5.2.2.2.1. Einfluß des Tragfähigkeitsverhaltens auf die Gestaltung .....                               | 22 |
| 5.2.2.2.2. Einfluß des Steifigkeits-, Schwingungs- und Dämpfungsverhaltens auf die<br>Gestaltung ..... | 25 |
| 5.2.2.3. Herstellung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus Stäh-<br>len .....             | 26 |
| 5.2.2.3.1. Herstellungsgrundsätze .....                                                                | 26 |
| 5.2.2.3.2. Schweißverfahren und Gestaltung .....                                                       | 28 |
| 5.2.2.4. Gestaltung von geschweißten Guß-Stahl-Verbundkonstruktionen .....                             | 42 |
| 5.2.2.4.1. Arten der Schweißverbundkonstruktionen .....                                                | 42 |
| 5.2.2.4.2. Gründe für die Anwendung der Verbundkonstruktion .....                                      | 43 |
| 5.2.2.4.3. Voraussetzungen zur Schweißverbundkonstruktion .....                                        | 44 |
| 5.2.2.4.4. Konstruktionsregeln .....                                                                   | 45 |
| 5.2.3. Übersicht zur Gütesicherung von Schweißverbindungen im Maschinenbau .....                       | 45 |
| 5.2.3.1. Zusammenhang zwischen Tragfähigkeit, Herstellung und Prüfung (Aus-<br>führungsklassen) .....  | 45 |
| 5.2.3.2. Kurzübersicht über Ausführungsklassen für Schmelzschweißverbindun-<br>gen nach [5.26] .....   | 46 |
| 5.2.3.3. Wahl der Ausführungsklassen für Schmelzschweißverbindungen im<br>Maschinenbau .....           | 48 |
| 5.2.3.4. Kurzübersicht: Ausführungsklassen für Reibschweißverbindungen .....                           | 49 |
| 5.2.4. Werkstoffwahl für Schweißkonstruktionen im Maschinenbau .....                                   | 51 |
| 5.2.4.1. Walzstähle .....                                                                              | 51 |
| 5.2.4.1.1. Übersicht .....                                                                             | 51 |
| 5.2.4.1.2. Stahlauswahl nach Anforderungen des Festigkeitsverhaltens .....                             | 52 |
| 5.2.4.1.3. Stahlauswahl nach Anforderungen des Verschleißverhaltens .....                              | 54 |
| 5.2.4.1.4. Stahlauswahl nach den Kriterien der Schweißbarkeit .....                                    | 54 |
| 5.2.4.2. Gußwerkstoffe .....                                                                           | 55 |
| 5.2.4.2.1. Ausgewählte Eisengußwerkstoffe für Gestellteile im Maschinenbau ...                         | 55 |
| 5.2.4.2.2. Eigenschaften .....                                                                         | 56 |
| 5.2.4.2.3. Anwendung .....                                                                             | 56 |
| 5.2.4.2.4. Schweißbarkeit .....                                                                        | 57 |
| 5.2.4.2.5. Gestaltung .....                                                                            | 58 |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3. Geschweißte Maschinenelemente .....                                                             | 58  |
| 5.3.1. Übersicht .....                                                                               | 58  |
| 5.3.2. Bewegte Maschinenelemente .....                                                               | 61  |
| 5.3.2.1. Wellen .....                                                                                | 61  |
| 5.3.2.2. Scheiben und Räder .....                                                                    | 61  |
| 5.3.2.3. Trommeln und Walzen .....                                                                   | 74  |
| 5.3.2.4. Zahnräder .....                                                                             | 74  |
| 5.3.2.5. Hebel, Kurbeln und Stangen .....                                                            | 75  |
| 5.3.3. Unbewegte Maschinenelemente .....                                                             | 78  |
| 5.3.3.1. Aussteifungen bei Schweißkonstruktionen .....                                               | 78  |
| 5.3.3.2. Träger .....                                                                                | 92  |
| 5.3.3.3. Kästen und Behälter .....                                                                   | 93  |
| 5.3.3.4. Deckel .....                                                                                | 97  |
| 5.3.3.5. Ständer, Grundplatten .....                                                                 | 97  |
| 5.3.3.6. Schraubenansätze und Füße .....                                                             | 109 |
| 5.4. Geschweißte Baugruppen im Maschinenbau .....                                                    | 109 |
| 5.4.1. Geschweißte Baugruppen im Werkzeug- und Verarbeitungsmaschinenbau .....                       | 109 |
| 5.4.1.1. Werkstoffsubstitution, Vor- und Nachteile gegossener und geschweißter<br>Gestellteile ..... | 109 |
| 5.4.1.2. Bauweisen für geschweißte Gestellteile .....                                                | 110 |
| 5.4.1.2.1. Profilbauweise .....                                                                      | 111 |
| 5.4.1.2.2. Skelettbauweise .....                                                                     | 111 |
| 5.4.1.2.3. Rohrbauweise .....                                                                        | 112 |
| 5.4.1.2.4. Plattenbauweise .....                                                                     | 113 |
| 5.4.1.2.5. Zellenbauweise .....                                                                      | 115 |
| 5.4.1.2.6. Verbundbauweise .....                                                                     | 116 |
| 5.4.1.2.7. Faltbauweise .....                                                                        | 116 |
| 5.4.1.3. Abgrenzung für Gestellteile in Schweißkonstruktionen .....                                  | 117 |
| 5.4.1.4. Steifigkeitsgerechte geschweißte Gestelle .....                                             | 119 |
| 5.4.1.5. Dämpfungsgerechte geschweißte Gestelle .....                                                | 120 |
| 5.4.1.6. Hinweise für das Herstellen von Schweißkonstruktionen .....                                 | 123 |
| 5.4.1.6.1. Spanende Werkzeugmaschinen .....                                                          | 123 |
| 5.4.1.6.2. Umformende Werkzeugmaschinen .....                                                        | 125 |
| 5.4.1.6.3. Verarbeitungsmaschinen .....                                                              | 130 |
| 5.4.2. Geschweißte Baugruppen im Schwermaschinenbau .....                                            | 132 |
| 5.4.2.1. Übersicht .....                                                                             | 132 |
| 5.4.2.2. Walzwerksanlagen .....                                                                      | 134 |
| 5.4.2.2.1. Rollgänge .....                                                                           | 134 |
| 5.4.2.2.2. Geschweißte Unterbauten .....                                                             | 137 |
| 5.4.2.2.3. Gegenschlaghammer .....                                                                   | 139 |
| 5.4.2.2.4. Konstruktionselement Schraubenaufnahme .....                                              | 141 |
| 5.4.2.2.5. Zusammenfassung .....                                                                     | 142 |
| 5.4.2.3. Zementanlagen .....                                                                         | 142 |
| 5.4.2.3.1. Allgemeine Erläuterungen .....                                                            | 142 |
| 5.4.2.3.2. Drehofen .....                                                                            | 143 |
| 5.4.2.3.3. Zementmühle .....                                                                         | 145 |
| 5.4.2.3.4. Mühlenzylinder .....                                                                      | 145 |
| 5.4.2.3.5. Austragrohr .....                                                                         | 147 |
| 5.4.2.3.6. Austragwand .....                                                                         | 147 |
| 5.4.2.3.7. Zusammenfassung .....                                                                     | 147 |

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4.3. Geschweißte Baugruppen im Arbeits- und Kraftmaschinenbau .....                                                      | 147 |
| 5.4.4. Geschweißte Baugruppen im Elektromaschinenbau .....                                                                 | 194 |
| 5.4.4.1. Übersicht .....                                                                                                   | 194 |
| 5.4.4.2. Läufer .....                                                                                                      | 194 |
| 5.4.4.3. Gehäuse, Gestelle und Ständer .....                                                                               | 195 |
| 5.4.5. Geschweißte Baugruppen im Haushaltgerätebau .....                                                                   | 204 |
| 5.4.5.1. Übersicht .....                                                                                                   | 204 |
| 5.4.5.2. Geschweißte Dünnschleibkonstruktionen von Haushaltgeräten .....                                                   | 205 |
| 5.5. Berechnungsgrundlagen für Schweißverbindungen im Maschinenbau .....                                                   | 226 |
| 5.5.1. Einführung .....                                                                                                    | 226 |
| 5.5.1.1. Übersicht der Festigkeitsberechnung von Maschinenbauteilen .....                                                  | 226 |
| 5.5.1.2. Belastungsannahmen im Maschinenbau .....                                                                          | 227 |
| 5.5.1.2.1. Kraftwirkung .....                                                                                              | 227 |
| 5.5.1.2.2. Stöße .....                                                                                                     | 227 |
| 5.5.1.2.3. Belastungsbild .....                                                                                            | 228 |
| 5.5.1.3. Berechnungsansätze für unterschiedliche Beanspruchungsfälle .....                                                 | 228 |
| 5.5.2. Berechnung von Maschinenbauteilen (Nachweis gegen Überschreiten der Fließgrenze und Dauerfestigkeitsnachweis) ..... | 232 |
| 5.5.3. Berechnung von Schweißverbindungen (Schmelzschweißen) .....                                                         | 232 |
| 5.5.3.1. Übersicht .....                                                                                                   | 232 |
| 5.5.3.2. Nachzuweisende Querschnitte der Schweißverbindungen .....                                                         | 233 |
| 5.5.3.3. Ermittlung der Nennspannungen bei Schweißverbindungen .....                                                       | 236 |
| 5.5.3.4. Festigkeitsnachweis für Schweißverbindungen .....                                                                 | 236 |
| 5.5.3.5. Erforderliche Sicherheiten .....                                                                                  | 239 |
| 5.5.3.6. Überschlagswerte von zulässigen Spannungen für Vorausberechnungen .....                                           | 239 |
| 5.5.4. Berechnung von Schweißverbindungen (Reibschweißen) .....                                                            | 240 |
| 5.5.4.1. Übersicht .....                                                                                                   | 240 |
| 5.5.4.2. Querschnittswerte der Reibschweißverbindungen .....                                                               | 241 |
| 5.5.4.3. Ermittlung der Nennspannungen .....                                                                               | 241 |
| 5.5.4.4. Ermittlung der ertragbaren Spannungen und Sicherheitsnachweise für Reibschweißverbindungen .....                  | 241 |
| 5.5.5. Berechnung von Schweißverbindungen (Widerstandspunktschweißen) .....                                                | 246 |
| 5.5.5.1. Übersicht .....                                                                                                   | 246 |
| 5.5.5.2. Sicherheitsnachweis .....                                                                                         | 246 |
| 5.6. Berechnungsbeispiele .....                                                                                            | 253 |
| 5.6.1. Berechnungsbeispiele für Schweißverbindungen (Schmelzschweißen) .....                                               | 253 |
| 5.6.1.1. Beispiele mit Methodenhinweisen .....                                                                             | 254 |
| 5.6.1.1.1. Beispiel A: Geschweißter Biegeträger .....                                                                      | 254 |
| 5.6.1.1.2. Beispiel B: Stumpfnahse einer Hohlwelle .....                                                                   | 257 |
| 5.6.1.2. Einzelbeispiele .....                                                                                             | 259 |
| 5.6.1.2.1. Stumpfstoß an einer Zugstange .....                                                                             | 259 |
| 5.6.1.2.2. Stumpfstoß an einem Stangenauge .....                                                                           | 260 |
| 5.6.1.2.3. Ausschluß einer Öse .....                                                                                       | 261 |
| 5.6.1.2.4. Laschenanschluß, aufgeschweißtes Knotenblech .....                                                              | 262 |
| 5.6.1.2.5. Anschluß einer Öse .....                                                                                        | 264 |
| 5.6.1.2.6. Geschweißter Lagerbock .....                                                                                    | 265 |
| 5.6.1.2.7. Geschweißtes Zahnrad .....                                                                                      | 268 |
| 5.6.1.2.8. Gurttrommel .....                                                                                               | 269 |

|             |                                                                                                             |            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.6.1.2.9.  | Geschweißte Maschinenkurbel .....                                                                           | 272        |
| 5.6.1.2.10. | Halsnähte eines Biegeträgers .....                                                                          | 275        |
| 5.6.1.2.11. | Pressengestell (C-Gestell) .....                                                                            | 277        |
| 5.6.1.2.12. | Getriebekasten .....                                                                                        | 282        |
| 5.6.2.      | Berechnungsbeispiele für Reibschweißverbindungen .....                                                      | 284        |
| 5.6.2.1.    | Berechnungsbeispiel einer statisch beanspruchten Reibschweißverbindung .....                                | 285        |
| 5.6.2.2.    | Berechnungsbeispiele für Reibschweißverbindungen auf Dauerschwingfestigkeit .....                           | 285        |
| 5.6.3.      | Berechnungsbeispiele für Widerstandspunktschweißverbindungen (nach Abschnitt 5.5.5. und Anhang A1.3.) ..... | 287        |
| <b>6.</b>   | <b>Landmaschinenbau .....</b>                                                                               | <b>291</b> |
| 6.1.        | Einleitung .....                                                                                            | 291        |
| 6.2.        | Konstruktiver Entwicklungsprozeß einer Landmaschine .....                                                   | 293        |
| 6.3.        | Belastungen der Landmaschinen .....                                                                         | 296        |
| 6.3.1.      | Gliederung der Belastungen .....                                                                            | 296        |
| 6.3.2.      | Belastungsermittlung .....                                                                                  | 297        |
| 6.3.3.      | Normkollektive und Festigkeitsnachweise .....                                                               | 298        |
| 6.4.        | Gestaltung von Landmaschinen .....                                                                          | 299        |
| 6.4.1.      | Definition .....                                                                                            | 299        |
| 6.4.2.      | Gestaltung der Tragwerke .....                                                                              | 300        |
| 6.4.3.      | Gestaltung von Tragwerkselementen .....                                                                     | 303        |
| 6.4.3.1.    | Gestaltungsrichtlinien .....                                                                                | 303        |
| 6.4.3.2.    | Gestaltungskataloge .....                                                                                   | 309        |
| 6.4.3.2.1.  | Atlas der Spannungsfelder in technischen Bauteilen [6.21] .....                                             | 309        |
| 6.4.3.2.2.  | Gestaltungsspeicher für Schweißkonstruktionen .....                                                         | 309        |
| 6.4.4.      | Gestaltungsbeispiele .....                                                                                  | 316        |
| 6.4.4.1.    | Profilesortiment .....                                                                                      | 316        |
| 6.4.4.2.    | Landmaschinenrahmen .....                                                                                   | 319        |
| 6.4.4.3.    | Achsen .....                                                                                                | 327        |
| 6.4.4.4.    | Werkzeughalter .....                                                                                        | 328        |
| 6.4.4.5.    | Wellenförmige Bauteile .....                                                                                | 329        |
| 6.4.4.6.    | Verbundkonstruktion .....                                                                                   | 332        |
| 6.5.        | Berechnung von Schweißverbindungen .....                                                                    | 333        |
| 6.5.1.      | Nachweisarten .....                                                                                         | 333        |
| 6.5.2.      | Richtlinien zur Berechnung auf Betriebsfestigkeit [6.23] .....                                              | 334        |
| 6.5.2.1.    | Gültigkeitsbereich .....                                                                                    | 334        |
| 6.5.2.2.    | Struktur des Betriebsfestigkeitsnachweises .....                                                            | 334        |
| 6.5.2.3.    | Durchführung des Betriebsfestigkeitsnachweises .....                                                        | 335        |
| 6.5.2.3.1.  | Festlegung nachzuweisender Konstruktionsquerschnitte .....                                                  | 335        |
| 6.5.2.3.2.  | Ermittlung der Nennspannungskollektive .....                                                                | 336        |
| 6.5.2.3.3.  | Zuordnung der Nennspannungskollektive zu den Normkollektiven ...                                            | 337        |
| 6.5.2.3.4.  | Ermittlung der Klassen der ertragbaren Spannungen .....                                                     | 341        |
| 6.5.2.3.5.  | Ermittlung der ertragbaren Festigkeitswerte bzw. der ertragbaren Lebensdauerwerte .....                     | 344        |
| 6.5.2.3.6.  | Sicherheitsnachweis .....                                                                                   | 350        |

|             |                                                                                                             |            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.6.1.2.9.  | Geschweißte Maschinenkurbel .....                                                                           | 272        |
| 5.6.1.2.10. | Halsnähte eines Biegeträgers .....                                                                          | 275        |
| 5.6.1.2.11. | Pressengestell (C-Gestell) .....                                                                            | 277        |
| 5.6.1.2.12. | Getriebekasten .....                                                                                        | 282        |
| 5.6.2.      | Berechnungsbeispiele für Reibschweißverbindungen .....                                                      | 284        |
| 5.6.2.1.    | Berechnungsbeispiel einer statisch beanspruchten Reibschweißverbindung .....                                | 285        |
| 5.6.2.2.    | Berechnungsbeispiele für Reibschweißverbindungen auf Dauerschwingfestigkeit .....                           | 285        |
| 5.6.3.      | Berechnungsbeispiele für Widerstandspunktschweißverbindungen (nach Abschnitt 5.5.5. und Anhang A1.3.) ..... | 287        |
| <b>6.</b>   | <b>Landmaschinenbau .....</b>                                                                               | <b>291</b> |
| 6.1.        | Einleitung .....                                                                                            | 291        |
| 6.2.        | Konstruktiver Entwicklungsprozeß einer Landmaschine .....                                                   | 293        |
| 6.3.        | Belastungen der Landmaschinen .....                                                                         | 296        |
| 6.3.1.      | Gliederung der Belastungen .....                                                                            | 296        |
| 6.3.2.      | Belastungsermittlung .....                                                                                  | 297        |
| 6.3.3.      | Normkollektive und Festigkeitsnachweise .....                                                               | 298        |
| 6.4.        | Gestaltung von Landmaschinen .....                                                                          | 299        |
| 6.4.1.      | Definition .....                                                                                            | 299        |
| 6.4.2.      | Gestaltung der Tragwerke .....                                                                              | 300        |
| 6.4.3.      | Gestaltung von Tragwerkselementen .....                                                                     | 303        |
| 6.4.3.1.    | Gestaltungsrichtlinien .....                                                                                | 303        |
| 6.4.3.2.    | Gestaltungskataloge .....                                                                                   | 309        |
| 6.4.3.2.1.  | Atlas der Spannungsfelder in technischen Bauteilen [6.21] .....                                             | 309        |
| 6.4.3.2.2.  | Gestaltungsspeicher für Schweißkonstruktionen .....                                                         | 309        |
| 6.4.4.      | Gestaltungsbeispiele .....                                                                                  | 316        |
| 6.4.4.1.    | Profilesortiment .....                                                                                      | 316        |
| 6.4.4.2.    | Landmaschinenrahmen .....                                                                                   | 319        |
| 6.4.4.3.    | Achsen .....                                                                                                | 327        |
| 6.4.4.4.    | Werkzeughalter .....                                                                                        | 328        |
| 6.4.4.5.    | Wellenförmige Bauteile .....                                                                                | 329        |
| 6.4.4.6.    | Verbundkonstruktion .....                                                                                   | 332        |
| 6.5.        | Berechnung von Schweißverbindungen .....                                                                    | 333        |
| 6.5.1.      | Nachweisarten .....                                                                                         | 333        |
| 6.5.2.      | Richtlinien zur Berechnung auf Betriebsfestigkeit [6.23] .....                                              | 334        |
| 6.5.2.1.    | Gültigkeitsbereich .....                                                                                    | 334        |
| 6.5.2.2.    | Struktur des Betriebsfestigkeitsnachweises .....                                                            | 334        |
| 6.5.2.3.    | Durchführung des Betriebsfestigkeitsnachweises .....                                                        | 335        |
| 6.5.2.3.1.  | Festlegung nachzuweisender Konstruktionsquerschnitte .....                                                  | 335        |
| 6.5.2.3.2.  | Ermittlung der Nennspannungskollektive .....                                                                | 336        |
| 6.5.2.3.3.  | Zuordnung der Nennspannungskollektive zu den Normkollektiven ..                                             | 337        |
| 6.5.2.3.4.  | Ermittlung der Klassen der ertragbaren Spannungen .....                                                     | 341        |
| 6.5.2.3.5.  | Ermittlung der ertragbaren Festigkeitswerte bzw. der ertragbaren Lebensdauerwerte .....                     | 344        |
| 6.5.2.3.6.  | Sicherheitsnachweis .....                                                                                   | 350        |

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.5.3. Berechnungsbeispiele .....                                                  | 350        |
| 6.5.3.1. Ziele der Berechnung .....                                                | 350        |
| 6.5.3.2. Betriebsfestigkeitsnachweis für eine Stumpfnahht .....                    | 351        |
| 6.5.3.3. Betriebsfestigkeitsnachweis für den Stumpfstoß zweier Kastenträger ...    | 354        |
| 6.5.3.4. Betriebsfestigkeitsnachweis und belastungsgerechte Gestaltung .....       | 357        |
| <b>7. Straßenfahrzeugbau .....</b>                                                 | <b>361</b> |
| 7.1. Einführung .....                                                              | 361        |
| 7.2. Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Straßenfahrzeugbau ... | 361        |
| 7.2.1. Allgemeine Grundlagen .....                                                 | 361        |
| 7.2.2. Beanspruchung, Berechnung, Bemessung .....                                  | 364        |
| 7.2.3. Werkstoffwahl .....                                                         | 366        |
| 7.2.4. Herstellungsbedingungen und Gütesicherung .....                             | 369        |
| 7.3. Geschweißte Baugruppen des Straßenfahrzeugbaus .....                          | 371        |
| 7.3.1. Grundsätzliches .....                                                       | 371        |
| 7.3.2. Nutzkraftwagen (NKW, LKW) .....                                             | 371        |
| 7.3.3. Kraftomnibus (KOM) .....                                                    | 376        |
| 7.3.4. Anhängfahrzeuge .....                                                       | 376        |
| 7.3.5. Spezialfahrzeuge .....                                                      | 379        |
| 7.3.6. Traktoren .....                                                             | 379        |
| 7.3.7. Kleintransporter .....                                                      | 380        |
| 7.3.8. Personenkraftwagen (PKW) .....                                              | 382        |
| 7.3.9. Zweiräder .....                                                             | 385        |
| 7.4. Schweißtechnische Instandsetzung von Straßenfahrzeugen .....                  | 386        |
| 7.4.1. Konstruktive und technologische Maßnahmen der schweißtechnischen Instand-   |            |
| setzung .....                                                                      | 386        |
| 7.4.2. Schweißtechnische Instandsetzung von Einzelteilen und Baugruppen .....      | 388        |
| 7.4.3. Instandsetzungsverfahren .....                                              | 394        |
| 7.5. Berechnung von Schweißverbindungen im Straßenfahrzeugbau .....                | 397        |
| 7.5.1. Grundsätzliches .....                                                       | 397        |
| 7.5.2. Belastungsannahmen .....                                                    | 397        |
| <b>8. Schienenfahrzeugbau .....</b>                                                | <b>402</b> |
| 8.1. Einführung .....                                                              | 402        |
| 8.2. Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Schienenfahrzeugbau .. | 408        |
| 8.2.1. Wiederkehrende Schweißverbindungen .....                                    | 410        |
| 8.2.1.1. Träger .....                                                              | 410        |
| 8.2.1.2. Eckverbindungen, Seitenbleche und Trägeranschlüsse .....                  | 410        |
| 8.2.1.3. Punktschweißverbindungen .....                                            | 411        |
| 8.2.2. Hauptsächliche Schweißverfahren .....                                       | 412        |
| 8.3. Geschweißte Baugruppen des Schienenfahrzeugbaus .....                         | 414        |
| 8.3.1. Hauptbaugruppen .....                                                       | 415        |
| 8.3.1.1. Drehgestelle, Drehzapfenträger .....                                      | 415        |
| 8.3.1.2. Untergestellrahmen .....                                                  | 415        |
| 8.3.1.3. Wand- und Dachkonstruktionen (Wagenkästen) .....                          | 418        |

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.3.2. Großsektionen .....                                                                                      | 421 |
| 8.3.3. Sonderkonstruktionen .....                                                                               | 422 |
| 8.4. Berechnungsgrundlagen für Schweißverbindungen im Schienenfahrzeugbau .....                                 | 423 |
| 8.4.1. Einsatzbedingungen von Schienenfahrzeugen .....                                                          | 423 |
| 8.4.2. Lastannahmen .....                                                                                       | 424 |
| 8.4.3. Grundsätze des Festigkeitsnachweises .....                                                               | 429 |
| 8.4.4. Einsatz der Rechentechnik zur Nachweisführung .....                                                      | 430 |
| 8.5. Berechnungsbeispiele .....                                                                                 | 431 |
| 8.5.1. Allgemeine Bemerkungen .....                                                                             | 431 |
| 8.5.2. Berechnung einer Schweißverbindung an einem Querträger eines Güterwagenuntergestells .....               | 431 |
| 8.5.3. Berechnung eines Reisezugwagenkastens .....                                                              | 435 |
| 8.5.4. Berechnung eines Drehgestellrahmens .....                                                                | 441 |
| <b>Anhang</b> .....                                                                                             | 445 |
| A 1. Ausführungsklassen für Schweißverbindungen .....                                                           | 445 |
| A 1.1. Ausführungsklassen für Schweißverbindungen; Schmelzschweißen von Stahl .....                             | 445 |
| A 1.2. Ausführungsklassen für Reibschweißverbindungen .....                                                     | 453 |
| A 1.3. Ausführungsklassen für Schweißverbindungen; Widerstandspunktschweißen von unlegierten Stahlblechen ..... | 457 |
| A 2. Berechnung der Maschinenbauteile .....                                                                     | 462 |
| A 2.1. Ermüdungsfestigkeit – Dauerfestigkeit der Maschinenbauteile (Berechnung) .....                           | 462 |
| A 2.2. Ermüdungsfestigkeit – Dauerfestigkeit der Maschinenbauteile (Werkstofffestigkeitskennwerte) .....        | 480 |
| A 3. Berechnung von Schweißverbindungen im Maschinenbau .....                                                   | 496 |
| A 3.1. Festigkeitsberechnung von geschweißten Bauteilen; Schmelzschweißverbindungen an Baustählen .....         | 496 |
| A 3.2. Festigkeitsnachweis geschweißter Bauteile; Schmelzschweißverbindungen an Baustählen .....                | 512 |
| A 4. Berechnung von Schweißverbindungen im Schienenfahrzeugbau der DDR .....                                    | 524 |
| A 4.1. Lastannahmen .....                                                                                       | 524 |
| A 4.2. Festigkeitsberechnung von geschweißten Bauteilen .....                                                   | 524 |
| A 4.3. Einsatz der Rechentechnik für Schienenfahrzeuge .....                                                    | 525 |
| <b>Stahlschlüsselung</b> .....                                                                                  | 528 |
| <b>Literaturverzeichnis</b> .....                                                                               | 531 |
| <b>Sachwörterverzeichnis</b> .....                                                                              | 542 |