

# DIN EN 13480-3:2012-11 (D)

## Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 3: Konstruktion und Berechnung; Deutsche Fassung EN 13480-3:2012

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Vorwort .....  | 9     |
| 1 Anwendungsbereich .....  | 11    |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 11    |
| 3 Begriffe, Symbole und Einheiten .....  | 12    |
| 3.1 Begriffe .....   | 12    |
| 3.2 Symbole und Einheiten.....   | 12    |
| 4 Grundlegende Auslegungskriterien .....   | 14    |
| 4.1 Allgemeines .....  | 14    |
| 4.2 Belastungen .....  | 14    |
| 4.2.1 Allgemeines .....  | 14    |
| 4.2.2 Kombination von Lasten.....  | 15    |
| 4.2.3 Bei der Dimensionierung zu berücksichtigende Lasten .....                    | 15    |
| 4.2.4 Weitere zu berücksichtigende Belastungen .....                               | 16    |
| 4.2.5 Auslegungsbedingungen .....  | 18    |
| 4.3 Wanddicke.....   | 20    |
| 4.4 Toleranzen.....  | 22    |
| 4.5 Schweißnahtfaktor .....  | 22    |
| 4.6 Dimensionierung von druckbeaufschlagten Rohrleitungsbauteilen .....            | 22    |
| 5 Zulässige Spannungen .....   | 23    |
| 5.1 Allgemeines .....  | 23    |
| 5.2 Zeitunabhängige zulässige Spannung.....  | 23    |
| 5.2.1 Nichtaustenitische Stähle.....   | 23    |
| 5.2.2 Austenitische Stähle .....   | 23    |
| 5.2.3 Nickel-, Chromnickel- und Chromstähle .....                                  | 24    |
| 5.2.4 Stahlguss .....  | 24    |
| 5.2.5 Zusätzliche Anforderungen an Stähle ohne besondere Qualitätsüberwachung..... | 24    |
| 5.3 Zeitabhängige zulässige Spannung .....   | 25    |
| 5.3.1 Allgemeines .....  | 25    |
| 5.3.2 Stähle .....   | 25    |
| 5.3.3 Nickel-, Chromnickel- und Chromstähle .....                                  | 26    |
| 6 Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Innendruck.....                        | 26    |
| 6.1 Gerade Rohre .....   | 26    |
| 6.2 Rohrbiegungen und Rohrbögen .....  | 27    |
| 6.2.1 Allgemeines .....  | 27    |
| 6.2.2 Symbole.....   | 27    |
| 6.2.3 Erforderliche Wanddicke .....  | 27    |
| 6.3 Segmentkrümmer .....   | 29    |
| 6.3.1 Allgemeines .....  | 29    |
| 6.3.2 Symbole.....   | 29    |
| 6.3.3 Effektiver Radius des Segmentkrümmers .....                                  | 30    |
| 6.3.4 Segmentkrümmer mit mehr als einem Gehrungsschnitt .....                      | 31    |
| 6.3.5 Segmentkrümmer mit einem Gehrungsschnitt .....                               | 31    |
| 6.3.6 An Segmentkrümmer anschließende gerade Rohrsegmente.....                     | 31    |
| 6.4 Reduzierstücke .....   | 31    |
| 6.4.1 Gültigkeitsbedingungen .....   | 31    |
| 6.4.2 Spezielle Begriffe.....  | 32    |
| 6.4.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen .....                                      | 32    |
| 6.4.4 Kegelschalen .....   | 33    |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 6.4.5  | Verbindungsstellen – Allgemeines .....  | 34 |
| 6.4.6  | Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder ohne Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende ..... | 34 |
| 6.4.7  | Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder mit Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende .....  | 37 |
| 6.4.8  | Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder und einem Kegel an dessen kleinem Durchmesserende.....             | 38 |
| 6.4.9  | Reduzierstücke mit Mittellinienversatz .....  | 40 |
| 6.4.10 | Geschmiedete Spezialreduzierstücke .....  | 40 |
| 6.5    | Flexible Rohrleitungselemente.....  | 41 |
| 6.5.1  | Allgemeines .....   | 41 |
| 6.5.2  | Kompensatoren.....  | 41 |
| 6.5.3  | Wellschlauchleitungen .....   | 42 |
| 6.6    | Verschraubte Flanschverbindungen .....  | 44 |
| 6.6.1  | Allgemeines .....   | 44 |
| 6.6.2  | Symbole .....   | 44 |
| 6.6.3  | Genormter Flansch .....   | 44 |
| 6.6.4  | Nicht genormter Flansch .....   | 45 |
| 7      | Auslegung von Böden unter Innendruck .....  | 45 |
| 7.1    | Gewölbte Böden.....   | 45 |
| 7.1.1  | Symbole .....   | 45 |
| 7.1.2  | Halbkugelförmige Böden .....  | 46 |
| 7.1.3  | Torisphärische Böden .....  | 46 |
| 7.1.4  | Elliptische Böden .....   | 48 |
| 7.1.5  | Berechnung des Beiwerts $\beta$ .....   | 49 |
| 7.2    | Runde ebene Böden .....   | 52 |
| 7.2.1  | Allgemeines .....   | 52 |
| 7.2.2  | Symbole .....   | 52 |
| 7.2.3  | Mit Zylinderschalen oder -rohren verschweißte ebene runde Böden, nicht verankert .....                        | 54 |
| 7.2.4  | Unverankerte, verschraubte ebene runde Böden .....  | 61 |
| 7.2.5  | Verstärkung von Ausschnitten in unverankerten ebenen Böden .....  | 67 |
| 8      | Ausschnitte und Abzweige .....  | 69 |
| 8.1    | Allgemeines .....   | 69 |
| 8.2    | Symbole .....   | 70 |
| 8.3    | Einschränkungen.....  | 71 |
| 8.3.1  | Wanddickenverhältnis.....   | 71 |
| 8.3.2  | Ausschnitte im Bereich von Störstellen.....   | 72 |
| 8.3.3  | Verfahren zur Verstärkung.....  | 74 |
| 8.3.4  | Berechnungsverfahren .....  | 75 |
| 8.3.5  | Elliptische Ausschnitte und schräge Abzweige .....  | 75 |
| 8.3.6  | Verstärkungsscheiben .....  | 77 |
| 8.3.7  | Unterschiedliche Werkstoffe von Schale und Verstärkung .....  | 77 |
| 8.3.8  | Ausgehalste Abzweige.....   | 77 |
| 8.3.9  | Abzweige in Rohrbiegungen oder -bögen .....   | 77 |
| 8.3.10 | Eingeschraubte Stützen.....   | 77 |
| 8.4    | Einzel Ausschnitte.....   | 78 |
| 8.4.1  | Allgemeines .....   | 78 |
| 8.4.2  | Unverstärkte Ausschnitte .....  | 81 |
| 8.4.3  | Verstärkte Ausschnitte mit Durchmesserhältnissen $d_i/D_i < 0,8$ .....  | 81 |
| 8.4.4  | Verstärkung von Einzelausschnitten mit $0,8 < d/D \leq 1,0$ .....   | 87 |
| 8.5    | Benachbarte Ausschnitte .....   | 87 |
| 8.5.1  | Unverstärkte Ausschnitte .....  | 87 |
| 8.5.2  | Verstärkte Ausschnitte mit $d/D \leq 0,8$ .....   | 87 |
| 8.6    | Auslegung besonderer Rohrleitungsbauteile.....  | 88 |
| 8.6.1  | Zylindrische Y-Abzweige .....   | 88 |
| 8.6.2  | Kugelförmige Y-Abzweige .....   | 89 |
| 8.6.3  | Abzweige mit rippenförmiger Verstärkung .....   | 90 |
| 9      | Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Außendruck .....  | 91 |
| 9.1    | Allgemeines .....   | 91 |
| 9.2    | Symbole und Elastizitätsgrenzen.....  | 93 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 9.2.1  | Symbole.....   | 93  |
| 9.2.2  | Elastizitätsgrenzen .....  | 94  |
| 9.3    | Zylindrische Rohre, Rohrbiegungen und Rohrbögen .....  | 94  |
| 9.3.1  | Ermittlung der Längen .....  | 94  |
| 9.3.2  | Versagen zwischen Versteifungen .....  | 96  |
| 9.3.3  | Gesamtversagen von versteiften Rohren .....  | 98  |
| 9.3.4  | Stabilität von Versteifungen .....   | 99  |
| 9.3.5  | Heiz- oder Kühlkanäle .....  | 102 |
| 9.4    | Reduzierstücke (kegelförmige Rohre).....   | 103 |
| 9.5    | Gewölbte Böden .....   | 104 |
| 9.5.1  | Halbkugelförmige Böden .....   | 104 |
| 9.5.2  | Torisphärische Böden.....  | 105 |
| 9.5.3  | Elliptische Böden .....  | 105 |
| 10     | Auslegung für Wechselbeanspruchung .....   | 106 |
| 10.1   | Allgemeines .....  | 106 |
| 10.2   | Ausnahmen von einer Ermüdungsanalyse .....   | 106 |
| 10.3   | Auslegung für Wechselbeanspruchung durch Druckschwankungen.....  | 107 |
| 10.3.1 | Anzahl äquivalenter Volllastspiele .....   | 107 |
| 10.3.2 | Vereinfachte Auslegung für Wechselbeanspruchung.....   | 107 |
| 10.4   | Auslegung gegen Ermüdung durch Wärmebeanspruchung .....  | 121 |
| 10.4.1 | Allgemeines .....  | 121 |
| 10.4.2 | Hinweise zur Auslegung .....   | 121 |
| 10.5   | Auslegung gegen Ermüdung durch Lastkombinationen .....   | 121 |
| 11     | Feste Anbauteile.....  | 122 |
| 11.1   | Allgemeines .....  | 122 |
| 11.2   | Zulässige Spannungen .....   | 122 |
| 11.3   | Symbole.....   | 123 |
| 11.4   | Rohrförmige Anbauteile.....  | 125 |
| 11.4.1 | Einschränkungen .....  | 125 |
| 11.4.2 | Vorausgehende Berechnungen .....   | 125 |
| 11.4.3 | Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile .....                          | 127 |
| 11.4.4 | Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile..... | 128 |
| 11.5   | Rechteckige Anbauteile .....   | 128 |
| 11.5.1 | Einschränkungen .....  | 128 |
| 11.5.2 | Vorausgehende Berechnungen .....   | 128 |
| 11.5.3 | Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile .....                          | 130 |
| 11.5.4 | Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile..... | 130 |
| 11.6   | Spannungsberechnung des Grundrohrs .....   | 131 |
| 11.7   | Berechnung der Schubspannung in Anbauteilen.....   | 132 |
| 11.7.1 | Rohrförmige Anbauteile.....  | 132 |
| 11.7.2 | Rechteckige Anbauteile .....   | 133 |
| 11.8   | Alternative Berechnungsverfahren .....   | 133 |
| 12     | Spannungsanalyse und Annahmekriterien .....  | 133 |
| 12.1   | Grundlegende Bedingungen .....   | 133 |
| 12.1.1 | Allgemeines .....  | 133 |
| 12.1.2 | Lastzustände.....  | 133 |
| 12.1.3 | Zulässige Spannungen .....   | 133 |
| 12.2   | Elastizität von Rohrleitungen .....  | 135 |
| 12.2.1 | Allgemeines .....  | 135 |
| 12.2.2 | Grundlegende Bedingungen .....   | 135 |
| 12.2.3 | Dehnungen durch aufgeprägte Verschiebungen .....   | 136 |
| 12.2.4 | Spannungen durch aufgeprägte Verschiebungen.....   | 137 |
| 12.2.5 | Spannungsschwingbreite.....  | 137 |
| 12.2.6 | Kaltvorspannung .....  | 138 |
| 12.2.7 | Parameter für die Elastizitätsanalyse.....   | 138 |
| 12.2.8 | Stützzustände .....  | 139 |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| 12.2.9  | Kompensatoren.....   | 140        |
| 12.2.10   | Elastizitätsanalyse .....  | 140        |
| 12.3  | Elastizitätsanalyse .....  | 142        |
| 12.3.1  | Allgemeines .....  | 142        |
| 12.3.2  | Spannungen aufgrund ständig wirkender Lasten.....                                  | 142        |
| 12.3.3  | Spannungen aufgrund gelegentlich wirkender oder außergewöhnlicher Lasten .....     | 143        |
| 12.3.4  | Spannungsschwingbreite aufgrund von Wärmeausdehnung und Wechselbeanspruchung... .. | 144        |
| 12.3.5  | Zusätzliche Bedingungen für den Zeitstandbereich .....                             | 145        |
| 12.3.6  | Spannungen aufgrund einmaliger Verschiebung von Rohrhalterungen .....              | 145        |
| 12.3.7  | Bestimmung der resultierenden Momente.....   | 145        |
| 12.3.8  | Reaktionskräfte .....  | 148        |
| 12.4  | Ermüdungsanalyse.....  | 148        |
| 12.5  | Schwingungen .....   | 148        |
| 13  | Rohrhalterungen .....  | 148        |
| 13.1  | Allgemeine Anforderungen.....  | 148        |
| 13.1.1  | Allgemeines .....  | 148        |
| 13.1.2  | Klassifizierung von Rohrhalterungen.....   | 149        |
| 13.1.3  | Zusätzliche Begriffe.....  | 149        |
| 13.1.4  | Abgrenzung .....   | 150        |
| 13.1.5  | Geschweißte Rohrhalterungen.....   | 152        |
| 13.2  | Anforderungen an den Werkstoff.....  | 154        |
| 13.3  | Auslegung .....  | 154        |
| 13.3.1  | Allgemeines .....  | 154        |
| 13.3.2  | Auslegungstemperaturen für Rohrhalterungsbauteile.....                             | 155        |
| 13.3.3  | Einzelheiten der Auslegung.....  | 157        |
| 13.3.4  | Beulen .....   | 158        |
| 13.3.5  | Anordnung von Rohrhalterungen .....  | 158        |
| 13.3.6  | Bestimmung der Bauteilabmessungen .....  | 158        |
| 13.4  | Verbindungen.....  | 159        |
| 13.4.1  | Schweißverbindungen .....  | 159        |
| 13.4.2  | Schraubverbindungen.....   | 160        |
| 13.5  | Anforderungen an die Auslegung von besonderen Bauteilen .....                      | 160        |
| 13.5.1  | Konstanthänger und -stützen.....   | 160        |
| 13.5.2  | Federhänger und -stützen.....  | 161        |
| 13.5.3  | Gelenkstreben .....  | 162        |
| 13.5.4  | Stoßbremsen .....  | 163        |
| 13.5.5  | Gleitlager .....   | 164        |
| 13.5.6  | Festpunkte.....  | 164        |
| 13.6  | Dokumentation zu Rohrhalterungen.....  | 164        |
| 13.7  | Kennzeichnung von Rohrhalterungen.....   | 164        |
| <b>Anhang A (informativ) Dynamische Analyse.....</b>                            |  | <b>165</b> |
| A.1   | Allgemeines .....  | 165        |
| A.2   | Analyse durch Berechnung .....   | 165        |
| A.2.1   | Seismische Ereignisse .....  | 165        |
| A.2.2   | Schlagartiges Schließen von Ventilen.....  | 169        |
| A.2.3   | Strömungsinduzierte Schwingungen .....   | 172        |
| A.2.4   | Öffnen von Sicherheitsventilen.....  | 174        |
| A.2.5   | Zulässige Spannungen .....   | 176        |
| A.3   | Alternative Nachweisverfahren .....  | 176        |
| A.3.1   | Vergleichende Untersuchungen.....  | 176        |
| A.3.2   | Prüfung am vollmaßstäblichen Modell.....   | 177        |
| A.3.3   | Prüfung am maßstäblich verkleinerten Modell.....                                   | 177        |
| <b>Anhang B (normativ) Genauere Berechnung von Rohrbiegungen und Bögen.....</b> |  | <b>178</b> |
| B.1   | Allgemeines .....  | 178        |
| B.2   | Symbole .....  | 178        |
| B.3   | Geforderte Wanddicke .....   | 179        |
| B.4   | Berechnung .....   | 180        |
| B.4.1   | Berechnung der Wanddicke .....   | 180        |
| B.4.2   | Spannungsberechnung.....   | 182        |
| <b>Anhang C (informativ) Kompensatoren .....</b>                                |  | <b>186</b> |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| C.1  | Einbau von Kompensatoren in Rohrleitungssysteme.....  | 186        |
| C.1.1  | Allgemeines .....   | 186        |
| C.1.2  | Kompensatortypen.....   | 186        |
| C.1.3  | Auslegung von Kompensatoren .....   | 187        |
| C.1.4  | Konstruktion von Rohrleitungen unter Verwendung von Kompensatoren .....                       | 188        |
| C.1.5  | Analyse und Berechnung .....  | 189        |
| C.1.6  | Kaltvorspannung .....   | 190        |
| C.2  | Maximale Führungsabstände für gerade Rohrleitungen mit unverspannten Axialkompensatoren ..... | 190        |
| C.2.1  | Allgemeines .....   | 190        |
| C.2.2  | Berechnungsregeln.....  | 190        |
| C.2.3  | Maximale Führungsabstände für festgelegte Bedingungen.....                                    | 192        |
| C.3  | Angaben zur Auslegung von Kompensatoren .....   | 193        |
| C.3.1  | Allgemeines .....   | 193        |
| C.3.2  | Auslegungskennwerte, Symbole .....  | 194        |
| C.3.3  | Auslegung und Berechnung .....  | 195        |
| C.3.4  | Angaben für den Systemanalytiker .....  | 197        |
| <b>Anhang D (normativ) Flansche.....</b>   |   | <b>198</b> |
| D.1  | Zweck.....  | 198        |
| D.2  | Spezielle Begriffe.....   | 198        |
| D.3  | Spezielle Symbole und Abkürzungen .....   | 199        |
| D.4  | Allgemeines .....   | 200        |
| D.4.1  | Einleitung .....  | 200        |
| D.4.2  | Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung .....                                      | 201        |
| D.4.3  | Verschraubung .....   | 201        |
| D.4.4  | Flanschkonstruktion .....   | 203        |
| D.4.5  | Maschinelle Bearbeitung .....   | 203        |
| D.4.6  | Dichtungen .....  | 203        |
| D.5  | Schmale Flansche mit Dichtung .....   | 204        |
| D.5.1  | Allgemeines .....   | 204        |
| D.5.2  | Schraubenlasten und -flächen .....  | 207        |
| D.5.3  | Flanschmomente .....  | 208        |
| D.5.4  | Flanschspannungen und Spannungsgrenzwerte .....   | 209        |
| D.5.5  | Schmale Flansche unter Außendruck.....  | 215        |
| D.5.6  | Überlappungsstöße.....  | 215        |
| D.5.7  | Spaltringflansch .....  | 218        |
| D.6  | Breite Flansche mit ungehärteten ringförmigen Dichtungen .....                                | 219        |
| D.6.1  | Spezielle Symbole und Abkürzungen .....   | 220        |
| D.6.2  | Schraubenlasten und -flächen .....  | 220        |
| D.6.3  | Flanschauslegung .....  | 221        |
| D.6.4  | Breite Flansche unter Außendruck.....   | 222        |
| D.7  | Dichtgeschweißte Flansche .....   | 222        |
| D.8  | Schmale Gegenflansche .....   | 223        |
| D.8.1  | Innendruck .....  | 223        |
| D.8.2  | Außendruck.....   | 225        |
| D.9  | Gegenflansche mit durchgehender Dichtung .....  | 225        |
| D.9.1  | Allgemeines .....   | 225        |
| D.9.2  | Auslegung nach dem in D.5 angegebenen Verfahren .....   | 225        |
| D.9.3  | Auslegung nach dem in D.6 angegebenen Verfahren .....   | 227        |
| D.10   | Flansche mit Dichtung im Kraft-Nebenschluss .....   | 229        |
| D.10.1   | Allgemeines .....   | 229        |
| D.10.2   | Besondere Symbole und Abkürzung .....   | 229        |
| D.10.3   | Auslegung .....   | 230        |
| <b>Anhang E (normativ) Auslegung von Abzweiganschlüssen in Rohrleitungsanbauteilen .....</b> |   | <b>232</b> |
| E.1  | Anwendungsbereich .....   | 232        |
| E.1.1  | Allgemeines .....   | 232        |
| E.2  | Verstärkung.....  | 234        |
| E.2.1  | Winkel und Flächen.....   | 234        |
| E.2.2  | Die nachstehende Beziehung muss erfüllt sein: .....   | 234        |
| E.3  | Elastizitätsanalyse.....  | 236        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Anhang F (informativ) Prüfung während des Betriebs unter Wechselbeanspruchung</b> .....  | <b>237</b> |
| <b>F.1 Prüfung während des Betriebs</b> .....   | <b>237</b> |
| <b>F.2 Maßnahmen bei Erreichen der berechneten Ermüdungslbensdauer</b> .....  | <b>237</b> |
| <b>Anhang G (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stählen</b> .....  | <b>238</b> |
| <b>G.1 Allgemeines</b> .....  | <b>238</b> |
| <b>G.2 Physikalische Eigenschaften</b> .....  | <b>238</b> |
| <b>G.2.1 Dichte</b> .....   | <b>238</b> |
| <b>G.2.2 Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient</b> .....   | <b>239</b> |
| <b>G.2.3 Spezifische Wärmekapazität</b> .....   | <b>239</b> |
| <b>G.2.4 Temperaturleitzahl</b> .....   | <b>239</b> |
| <b>G.2.5 Querkontraktionszahl</b> .....   | <b>239</b> |
| <b>G.3 Physikalische Eigenschaften von Stählen</b> .....  | <b>239</b> |
| <b>Anhang H (normativ) Elastizität, Elastizitäts- und Spannungserhöhungsfaktoren sowie Widerstandsmomente von Rohrleitungsbauteilen und geometrische Diskontinuitäten</b> ..... | <b>245</b> |
| <b>Anhang I (informativ) Fertigungsprüfungen von federnden Halterungen und Stoßbremsen</b> .....  | <b>255</b> |
| <b>I.1 Konstanthänger/-stützen</b> .....  | <b>255</b> |
| <b>I.2 Federhänger/-stützen</b> .....   | <b>255</b> |
| <b>I.3 Stoßbremsen</b> .....  | <b>255</b> |
| <b>Anhang J (normativ) Baumusterprüfung von Rohrhalterungen/Rohrunterstützungen</b> .....   | <b>260</b> |
| <b>Anhang K (informativ) Befestigung von Rohrhalterungen an Tragwerken</b> .....  | <b>261</b> |
| <b>K.1 Befestigung von Rohrhalterungen an Betontragwerken</b> .....   | <b>261</b> |
| <b>K.2 Befestigung an Stahltragwerken</b> .....   | <b>262</b> |
| <b>K.2.1 Standardschrauben</b> .....  | <b>262</b> |
| <b>K.2.2 Hochfest vorgespannte Schrauben (HV-Schrauben)</b> .....   | <b>262</b> |
| <b>K.2.3 Schweißen</b> .....  | <b>262</b> |
| <b>Anhang L (informativ) Knicken von stabförmigen Rohrhalterungen</b> .....   | <b>263</b> |
| <b>L.1 Allgemeines</b> .....  | <b>263</b> |
| <b>L.2 Symbole</b> .....  | <b>263</b> |
| <b>L.3 Grundlegende Gleichungen</b> .....   | <b>264</b> |
| <b>L.4 Zulässige Druckspannung</b> .....  | <b>264</b> |
| <b>L.5 Knicklänge</b> .....   | <b>265</b> |
| <b>Anhang M (informativ) Anleitung für die Auslegung tragender Bauteile</b> .....   | <b>267</b> |
| <b>M.1 Stabförmige Bauteile unter Biegebeanspruchung</b> .....  | <b>267</b> |
| <b>M.1.1 Allgemeines</b> .....  | <b>267</b> |
| <b>M.1.2 Ergänzende Nachweise für stabförmige Rohrhalterungen</b> .....   | <b>267</b> |
| <b>M.2 Stabilität plattenförmiger Rohrhalterungen</b> .....   | <b>269</b> |
| <b>M.3 Ankerplatten und vergleichbare Verankerungsteile</b> .....   | <b>269</b> |
| <b>M.3.1 Allgemeines</b> .....  | <b>269</b> |
| <b>M.3.2 Auslegung einfacher Ankerplatten</b> .....   | <b>269</b> |
| <b>M.3.3 Ankerplatten mit Versteifungen</b> .....   | <b>270</b> |
| <b>M.3.4 Lastberechnungen für in Beton eingelassene Verankerungen</b> .....   | <b>270</b> |
| <b>Anhang N (normativ) Dokumentation von Rohrhalterungen</b> .....  | <b>271</b> |
| <b>Anhang O (normativ) Alternatives Verfahren für die Prüfung von Abzweigverbindungen</b> .....   | <b>273</b> |
| <b>O.1 Anwendungsbereich</b> .....  | <b>273</b> |
| <b>O.2 Symbole</b> .....  | <b>273</b> |
| <b>O.3 Konstruktion und Prüfung der Abzweigverbindung</b> .....   | <b>275</b> |
| <b>O.3.1 Zulässiger Wert für die Belastung durch Druck, nur für gerade Rohre ohne Ausschnitt</b> .....  | <b>275</b> |
| <b>O.3.2 Ermittlung der Mindestwanddicken bei ausschließlich durch Druck verursachten Beanspruchungen</b> .....   | <b>276</b> |
| <b>O.3.3 Prüfung der für die Kombination aus Druckbelastung und Beanspruchungen durch äußere Lasten gewählten Wanddicken</b> .....  | <b>276</b> |
| <b>Anhang P (informativ) Verschraubte Flanschverbindungen — Anwendung der EN 1591</b> .....   | <b>327</b> |
| <b>P.1 Einleitung</b> .....   | <b>327</b> |
| <b>P.2 Anwendungsbereich</b> .....  | <b>328</b> |
| <b>P.2.1 Allgemeines</b> .....  | <b>328</b> |
| <b>P.2.2 Werkstoffe</b> .....   | <b>328</b> |
| <b>P.2.3 Belastungen</b> .....  | <b>328</b> |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| P.2.4   | Annahmen .....  | 328        |
| P.3   | Anwendung der EN 1591 .....   | 329        |
| P.3.1   | Berechnungen .....  | 329        |
| P.3.2   | Dichtungsbeiwerte .....   | 329        |
| P.3.3   | Anziehen der Schrauben .....  | 330        |
| <b>Anhang Q (informativ) Vereinfachte Analyse von Spannungen in Rohrleitungen.....</b>  |   | <b>389</b> |
| Q.1   | Allgemeines .....   | 389        |
| Q.2   | Vereinfachtes Verfahren .....   | 389        |
| Q.2.1   | Allgemeines .....   | 389        |
| Q.2.2   | Festlegung der zulässigen Abstände zwischen Rohrhalterungen .....       | 389        |
| Q.2.3   | Elastizitätskontrolle.....  | 389        |
| Q.3   | Erläuterungen zu Tabelle Q.1 .....                                      | 391        |
| Q.4   | Symbole.....  | 393        |
| Q.5   | Indizes $f_L$ .....   | 393        |
| Q.6   | Erläuterungen zu Q.2.2 .....  | 394        |
| Q.6.1   | Festlegung der zulässigen Stützweiten .....                             | 394        |
| Q.7   | Umrechnung der zulässigen Längen .....                                  | 395        |
| Q.7.1   | Andere Lagerungsbedingungen .....                                       | 395        |
| Q.7.2   | Sonstige Parameter.....   | 395        |
| Q.8   | Zusätzliche Einzellasten .....  | 396        |
| Q.8.1   | Allgemeines .....   | 396        |
| Q.9   | Erläuterung zu Bild Q.2.....  | 399        |
| Q.9.1   | Allgemeines .....   | 399        |
| Q.9.2   | Erforderliche Länge der Rohrstrecke $L_1$ für $f_1$ nach Nomogramm..... | 401        |
| Q.9.3   | Erforderliche Länge der Rohrstrecke $L_2$ für $f_2$ nach Nomogramm..... | 401        |
| <b>Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13480-3 .....</b>   |   | <b>406</b> |
| Y.1   | Unterschiede zwischen EN 13480-3:2002 und EN 13480-3:2012 .....         | 406        |
| <b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br/>grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG .....</b> |   | <b>407</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>  |   | <b>408</b> |