DIN EN 13480-3:2024-12 (D)

Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 3: Konstruktion und Berechnung; Deutsche Fassung EN 13480-3:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 10

1 Anwendungsbereich 12

2 Normative Verweisungen 12

3 Begriffe, Symbole und Einheiten 13
3.1 Begriffe 13
3.2 Symbole und Einheiten 13

4 Grundlegende Auslegungskriterien 15
4.1 Allgemeines 15
4.2 Belastungen 16
4.2.1 Allgemeines 16
4.2.2 Kombination von Lasten 16
4.2.3 Bei der Dimensionierung zu berücksichtigende Lasten 16
4.2.4 Weitere zu berücksichtigende Belastungen 18
4.2.5 Auslegungsbedingungen 19
4.3 Wanddicke 22
4.4 Toleranzen 25
4.5 Schweißnahtfaktor 25
4.6 Dimensionierung von druckbeaufschlagten Rohrleitungsbauteilen 26

5 Zulässige Spannungen 26
5.1 Allgemeines 26
5.2 Zeitunabhängige zulässige Spannung 27
5.2.1 Nichtaustenitische Stähle 27
5.2.2 Austenitische Stähle 27
5.2.3 Nickel-, Chromnickel- und Chromstähle 28
5.2.4 Stahlguss 28
5.2.5 Zusätzliche Anforderungen an Stähle ohne besondere Qualitätsüberwachung 28
5.3 Zeitabhängige zulässige Spannung 29
5.3.1 Allgemeines 29
5.3.2 Stähle 29
5.3.3 Nickel-, Chromnickel- und Chromstähle 30

6 Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Innendruck 30
6.1 Gerade Rohre 30
6.2 Rohrbiegungen und Rohrbögen 31
6.2.1 Allgemeines 31
6.2.2 Symbole 31
6.2.3 Erforderliche Wanddicke 31
6.3 Segmentkrümmer 32
6.3.1 Allgemeines 32
6.3.2 Symbole 33
6.3.3 Effektiver Radius des Segmentkrümmers 34
6.3.4 Segmentkrümmer mit mehr als einem Gehrungsschnitt 34
6.3.5 Segmentkrümmer mit einem Gehrungsschnitt 35
6.3.6 An Segmentkrümmer anschließende gerade Rohrsegmente 35
6.4 Reduzierstücke 35

6.4.1 Gültigkeitsbedingungen ... 35
6.4.2 Spezielle Begriffe ... 36
6.4.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 37
6.4.4 Kegelschalen ... 38
6.4.5 Verbindungsstellen – Allgemeines ... 39
6.4.6 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder ohne Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende ... 39
6.4.7 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder mit Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende ... 41
6.4.8 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder und einem Kegel an dessen kleinem Durchmesserende ... 43
6.4.9 Reduzierstücke mit Mittellinienversatz ... 45
6.4.10 Geschmiedete Spezialreduzierstücke ... 45
6.5 Flexible Rohrleitungselemente ... 46
6.5.1 Allgemeines ... 46
6.5.2 Kompensatoren ... 47
6.5.3 Wellschlauchleitungen ... 48
6.6 Verschraubte Flanschverbindungen ... 49
6.6.1 Allgemeines ... 49
6.6.2 Symbole ... 49
6.6.3 Genormter Flansch ... 49
6.6.4 Nicht genormter Flansch ... 50

7 Auslegung von Böden unter Innendruck ... 50
7.1 Gewölbte Böden ... 50
7.1.1 Symbole ... 50
7.1.2 Halbkugelförmige Böden ... 51
7.1.3 Torisphärische Böden ... 52
7.1.4 Elliptische Böden ... 53
7.1.5 Berechnung des Beiwerts β ... 54
7.2 Runde ebene Böden ... 58
7.2.1 Allgemeines ... 58
7.2.2 Symbole ... 58
7.2.3 Mit Zylinderschalen oder Rohren verschweißte ebene runde Böden, nicht verankert ... 60
7.2.4 Unverankerte, verschraubte ebene runde Böden ... 67
7.2.5 Verstärkung von Ausschnitten in unverankerten ebenen Böden ... 73

8 Ausschnitte und Abzweige ... 76
8.1 Allgemeines ... 76
8.2 Symbole ... 76
8.3 Einschränkungen ... 77
8.3.1 Wanddickenverhältnis ... 77
8.3.2 Ausschnitte im Bereich von Störstellen ... 79
8.3.3 Verfahren zur Verstärkung ... 81
8.3.4 Berechnungsverfahren ... 82
8.3.5 Elliptische Ausschnitte und schräge Abzweige ... 82
8.3.6 Verstärkungsscheiben ... 84
8.3.7 Unterschiedliche Werkstoffe von Schale und Verstärkung ... 84
8.3.8 Ausgehalste Abzweige ... 84
8.3.9 Geschmiedetes T-Stück ... 84
8.3.10 Abzweige in Rohrbiegungen oder -bögen ... 85
8.3.11 Eingeschraubte Stutzen ... 85
8.4 Einzelausschnitte ... 86
8.4.1 Allgemeines ... 86
8.4.2 Unverstärkte Ausschnitte ... 89

8.4.3 Verstärkte Ausschnitte mit Durchmesserverhältnissen $d_i/D_i < 0{,}8$ ... 89
8.4.4 Verstärkung von Einzelausschnitten mit $0{,}8 < d_i/D_i \leq 1{,}0$ ... 95
8.5 Benachbarte Ausschnitte ... 95
8.5.1 Unverstärkte Ausschnitte ... 95
8.5.2 Verstärkte Ausschnitte mit $d_i/D_i \leq 0{,}8$ ... 95
8.6 Auslegung besonderer Rohrleitungsbauteile ... 96
8.6.1 Zylindrische Y-Abzweige ... 96
8.6.2 Kugelförmige Y-Abzweige ... 97
8.6.3 Abzweige mit rippenförmiger Verstärkung ... 98

9 Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Außendruck ... 99
9.1 Allgemeines ... 99
9.1.1 Berechnung des Außendrucks ... 99
9.1.2 Ausnahme von der Überprüfung gegen Außendruck ... 100
9.1.3 Allgemeine Annahmekriterien ... 100
9.2 Symbole und Elastizitätsgrenzen ... 101
9.2.1 Symbole ... 101
9.2.2 Elastizitätsgrenzen ... 103
9.3 Zylindrische Rohre, Rohrbiegungen und Rohrbögen ... 104
9.3.1 Ermittlung der Längen ... 104
9.3.2 Versagen zwischen Versteifungen ... 106
9.3.3 Gesamtversagen von versteiften Rohren ... 107
9.3.4 Stabilität von Versteifungen ... 108
9.3.5 Heiz- oder Kühlkanäle ... 111
9.4 Reduzierstücke (kegelförmige Rohre) ... 112
9.5 Gewölbte Böden ... 114
9.5.1 Halbkugelförmige Böden ... 114
9.5.2 Torisphärische Böden ... 115
9.5.3 Elliptische Böden ... 115

10 Auslegung für Wechselbeanspruchung ... 115
10.1 Allgemeines ... 115
10.2 Ausnahmen von einer Ermüdungsanalyse ... 115
10.3 Auslegung für Wechselbeanspruchung durch Druckschwankungen ... 116
10.3.1 Anzahl äquivalenter Volllastspiele ... 116
10.3.2 Vereinfachte Auslegung für Wechselbeanspruchung ... 116
10.4 Auslegung gegen Ermüdung durch Wärmebeanspruchung ... 131
10.4.1 Allgemeines ... 131
10.4.2 Hinweise zur Auslegung ... 131
10.5 Auslegung gegen Ermüdung durch Lastkombinationen ... 132

11 Feste Anbauteile ... 132
11.1 Allgemeines ... 132
11.2 Zulässige Spannungen ... 132
11.3 Symbole ... 133
11.4 Rohrförmige Anbauteile ... 135
11.4.1 Einschränkungen ... 135
11.4.2 Vorausgehende Berechnungen ... 135
11.4.3 Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 137
11.4.4 Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 138
11.5 Rechteckige Anbauteile ... 138
11.5.1 Einschränkungen ... 138
11.5.2 Vorausgehende Berechnungen ... 138

11.5.3 Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 140
11.5.4 Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 141
11.6 Spannungsberechnung des Grundrohrs ... 141
11.7 Berechnung der Schubspannung in Anbauteilen ... 143
11.7.1 Rohrförmige Anbauteile ... 143
11.7.2 Rechteckige Anbauteile ... 143
11.8 Alternative Berechnungsverfahren ... 143

12 Spannungsanalyse und Annahmekriterien ... 144
12.1 Grundlegende Bedingungen ... 144
12.1.1 Allgemeines ... 144
12.1.2 Lastzustände ... 144
12.1.3 Zulässige Spannungen ... 144
12.2 Elastizität von Rohrleitungen ... 146
12.2.1 Allgemeines ... 146
12.2.2 Grundlegende Bedingungen ... 146
12.2.3 Dehnungen durch aufgeprägte Verschiebungen ... 146
12.2.4 Spannungen durch aufgeprägte Verschiebungen ... 147
12.2.5 Spannungsschwingbreite ... 148
12.2.6 Kaltvorspannung ... 148
12.2.7 Parameter für die Elastizitätsanalyse ... 149
12.2.8 Stützzustände ... 149
12.2.9 Kompensatoren ... 151
12.2.10 Elastizitätsanalyse ... 151
12.3 Elastizitätsanalyse ... 153
12.3.1 Allgemeines ... 153
12.3.2 Spannungen aufgrund ständig wirkender Lasten ... 154
12.3.3 Spannungen aufgrund gelegentlich wirkender oder außergewöhnlicher Lasten ... 155
12.3.4 Spannungsschwingbreite aufgrund von Wärmeausdehnung und Wechselbeanspruchung ... 157
12.3.5 Zusätzliche Bedingungen für den Zeitstandbereich ... 159
12.3.6 Spannungen aufgrund einmaliger Verschiebung von Rohrhalterungen ... 160
12.3.7 Bestimmung der resultierenden Momente ... 161
12.3.8 Reaktionskräfte ... 162
12.4 Ermüdungsanalyse ... 162
12.5 Schwingungen ... 162

13 Rohrhalterungen ... 163
13.1 Allgemeine Anforderungen ... 163
13.1.1 Allgemeines ... 163
13.1.2 Klassifizierung der Halterungen ... 164
13.1.3 Zusätzliche Definitionen ... 164
13.1.4 Abgrenzung ... 166
13.1.5 An das Rohr geschweißte Rohrhalterungen ... 168
13.2 Auswahl der Rohrhalterungen ... 169
13.2.1 Allgemeines ... 169
13.2.2 Einzelheiten der Auslegung von Rohrhalterungen ... 170
13.2.3 Lage der Halterungen ... 171
13.3 Konstanthänger/ Konstantstützen ... 171
13.3.1 Allgemeines ... 171
13.3.2 Lastabweichung von der Einstelllast ... 171
13.3.3 Verstellung der Einstelllast auf der Baustelle ... 171
13.3.4 Wegreserve ... 171
13.3.5 Blockierung ... 172
13.3.6 Identifikationskennzeichnung/Typenschild ... 172

13.4 Federhänger / Federstützen ... **172**
13.4.1 Allgemeines ... **172**
13.4.2 Toleranzen der Federrate ... **173**
13.4.3 Wegreserve ... **173**
13.4.4 Blockierung ... **173**
13.4.5 Typenschild ... **173**
13.5 Gelenkstreben ... **174**
13.6 Stoßbremsen ... **174**
13.7 Gleitlager ... **175**
13.8 Festpunkte ... **175**
13.9 Dokumentation von Rohrhalterungen ... **175**
13.10 Kennzeichnung von Rohrhalterungen ... **175**
13.11 Konstruktion und Herstellung von Rohrhalterungen ... **175**
13.11.1 Materialanforderungen ... **175**
13.11.2 Auslegungstemperaturen für Halterungsbauteile ... **176**
13.11.3 Konstruktionsdetails ... **177**
13.11.4 Bestimmung der Bauteilabmessungen ... **177**
13.11.5 Geschweißte Verbindungen ... **179**
13.11.6 Schraubverbindungen ... **181**
13.11.7 Zusätzliche Anforderungen an Federn ... **183**
13.11.8 Auslegungsdetails für Gelenkstreben ... **183**
13.11.9 Auslegungsdetails für Stoßbremsen ... **184**
13.11.10 Schellen für Stoßbremsen, Gelenkstreben ... **185**
13.11.11 Alternative Regeln für die Konstruktion und Herstellung von Rohrhalterungen ... **185**

Anhang A (informativ) **Dynamischer Effekt** ... **187**
A.1 Allgemeines ... **187**
A.1.1 Einleitung ... **187**
A.1.2 Konstruktionsleitlinie bezüglich Schwingungen ... **187**
A.2 Analyse durch Berechnung ... **193**
A.2.1 Allgemeines ... **193**
A.2.2 Seismische Ereignisse ... **194**
A.2.3 Schlagartiges Schließen von Ventilen ... **199**
A.2.4 Strömungsinduzierte Schwingungen ... **202**
A.2.5 Öffnen von Sicherheitsventilen ... **205**
A.2.6 Zulässige Spannungen ... **208**
A.2.7 Strukturbedingte Schwingungseigenschaften ... **208**
A.3 Alternative Nachweisverfahren ... **210**
A.3.1 Vergleichende Untersuchungen ... **210**
A.3.2 Prüfung am vollmaßstäblichen Modell ... **210**
A.3.3 Prüfung am maßstäblich verkleinerten Modell ... **211**
A.4 Validierung (Messung) ... **211**

Anhang B (normativ) **Genauere Berechnung von Rohrbiegungen und Bögen** ... **212**
B.1 Allgemeines ... **212**
B.2 Symbole ... **212**
B.3 Geforderte Wanddicke ... **213**
B.4 Berechnung ... **214**
B.4.1 Berechnung der Wanddicke ... **214**
B.4.2 Spannungsberechnung ... **216**

Anhang C (informativ) **Kompensatoren** ... **220**
C.1 Einbau von Kompensatoren in Rohrleitungssysteme ... **220**
C.1.1 Allgemeines ... **220**
C.1.2 Kompensatortypen ... **221**
C.1.3 Auslegung von Kompensatoren ... **221**

C.1.4 Konstruktion von Rohrleitungen unter Verwendung von Kompensatoren ... 222
C.1.5 Analyse und Berechnung ... 224
C.1.6 Kaltvorspannung ... 225
C.2 Maximale Führungsabstände für gerade Rohrleitungen mit unverspannten Axialkompensatoren ... 225
C.2.1 Allgemeines ... 225
C.2.2 Berechnungsregeln ... 225
C.2.3 Maximale Führungsabstände für festgelegte Bedingungen ... 226
C.3 Angaben zur Auslegung von Kompensatoren ... 228
C.3.1 Allgemeines ... 228
C.3.2 Angaben für den Systemanalytiker ... 228

Anhang D (normativ) **Flansche ... 229**
D.1 Zweck ... 229
D.2 Spezielle Begriffe ... 229
D.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 230
D.4 Allgemeines ... 231
D.4.1 Einleitung ... 231
D.4.2 Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung ... 231
D.4.3 Verschraubung ... 232
D.4.4 Flanschkonstruktion ... 234
D.4.5 Maschinelle Bearbeitung ... 234
D.4.6 Dichtungen ... 234
D.5 Schmale Flansche mit Dichtung ... 235
D.5.1 Allgemeines ... 235
D.5.2 Schraubenlasten und -flächen ... 238
D.5.3 Flanschmomente ... 239
D.5.4 Flanschspannungen und Spannungsgrenzwerte ... 239
D.5.5 Schmale Flansche unter Außendruck ... 245
D.5.6 Überlappungsstöße ... 245
D.5.7 Geteilter Losflansch ... 248
D.6 Breite Flansche mit ringförmigen Weichstoffdichtungen ... 249
D.6.1 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 250
D.6.2 Schraubenlasten und -flächen ... 250
D.6.3 Flanschauslegung ... 251
D.6.4 Breite Flansche unter Außendruck ... 252
D.7 Dichtgeschweißte Flansche ... 252
D.8 Schmale Gegenflansche ... 253
D.8.1 Innendruck ... 253
D.8.2 Außendruck ... 255
D.9 Gegenflansche mit durchgehender Dichtung ... 255
D.9.1 Allgemeines ... 255
D.9.2 Auslegung nach dem in D.5 angegebenen Verfahren ... 255
D.9.3 Auslegung nach dem in D.6 angegebenen Verfahren ... 257
D.10 Flansche mit Dichtung im Kraft-Nebenschluss ... 259
D.10.1 Allgemeines ... 259
D.10.2 Besondere Symbole und Abkürzung ... 259
D.10.3 Auslegung ... 260

Anhang E (normativ) **Auslegung von Abzweiganschlüssen in Rohrleitungsanbauteilen ... 262**
E.1 Anwendungsbereich ... 262
E.1.1 Allgemeines ... 262
E.2 Verstärkung ... 264
E.2.1 Winkel und Flächen ... 264
E.2.2 Die nachstehende Beziehung muss erfüllt sein: ... 264
E.3 Elastizitätsanalyse ... 265

Anhang F (informativ) **Prüfung während des Betriebs unter Wechselbeanspruchung** ... **267**
F.1 Prüfung während des Betriebs ... **267**
F.2 Maßnahmen bei Erreichen der berechneten Ermüdungslebensdauer ... **267**

Anhang G (informativ) **Physikalische Eigenschaften von Stählen** ... **269**
G.1 Allgemeines ... **269**
G.2 Physikalische Eigenschaften ... **269**
G.2.1 Dichte ... **269**
G.2.2 Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient ... **270**
G.2.3 Spezifische Wärmekapazität ... **270**
G.2.4 Temperaturleitzahl ... **270**
G.2.5 Querkontraktionszahl ... **270**
G.3 Physikalische Eigenschaften von Stählen ... **270**
G.4 Werkstoffeigenschaften von Kohlenstoffstahl (Baustahl) bei hohen Temperaturen ... **276**

Anhang H (normativ) **Elastizität, Elastizitäts- und Spannungserhöhungsfaktoren sowie Widerstandsmomente von Rohrleitungsbauteilen und geometrische Diskontinuitäten** ... **277**

Anhang I (informativ) **Fertigungsprüfungen von federnden Halterungen und Stoßbremsen** ... **287**
I.1 Konstanthänger/-stützen ... **287**
I.2 Federhänger/-stützen ... **287**
I.3 Stoßbremsen ... **287**

Anhang J (normativ) **Baumusterprüfung von Rohrhalterungen/Rohrunterstützungen** ... **292**

Anhang K (informativ) **Befestigung von Rohrhalterungen an Tragwerken** ... **294**
K.1 Befestigung von Rohrhalterungen an Betontragwerken ... **294**
K.2 Befestigung an Stahltragwerken ... **295**
K.2.1 Standardschrauben ... **295**
K.2.2 Hochfest vorgespannte Schrauben (HV-Schrauben) ... **295**
K.2.3 Schweißen ... **295**

Anhang L (informativ) **Knicken von stabförmigen Rohrhalterungen** ... **296**
L.1 Allgemeines ... **296**
L.2 Symbole ... **296**
L.3 Grundlegende Gleichungen ... **296**
L.4 Zulässige Druckspannung ... **297**
L.5 Knicklänge ... **298**

Anhang M (informativ) **Anleitung für die Auslegung tragender Bauteile** ... **300**
M.1 Stabförmige Bauteile unter Biegebeanspruchung ... **300**
M.1.1 Allgemeines ... **300**
M.1.2 Ergänzende Nachweise für stabförmige Rohrhalterungen ... **300**
M.2 Stabilität plattenförmiger Rohrhalterungen ... **302**
M.3 Ankerplatten und vergleichbare Verankerungsteile ... **302**
M.3.1 Allgemeines ... **302**
M.3.2 Auslegung einfacher Ankerplatten ... **302**
M.3.3 Ankerplatten mit Versteifungen ... **303**
M.3.4 Lastberechnungen für in Beton eingelassene Verankerungen ... **303**

Anhang N (normativ) **Dokumentation von Rohrhalterungen** ... **304**

Anhang O (normativ) **Alternatives Verfahren für die Prüfung von Abzweigverbindungen** ... **307**
O.1 Anwendungsbereich ... **307**
O.2 Symbole ... **307**
O.3 Konstruktion und Prüfung der Abzweigverbindung ... **309**
O.3.1 Zulässiger Wert für die Belastung ausschließlich durch Druck, für gerade Rohre ohne Ausschnitt ... **309**

O.3.2 Ermittlung der Mindestwanddicken bei ausschließlich durch Druck verursachten Beanspruchungen ... **310**
O.3.3 Prüfung der für die Kombination aus Druckbelastung und Beanspruchungen durch äußere Lasten gewählten Wanddicken ... **310**

Anhang P (informativ) **Empfohlene Dichtungen für industrielle Rohrleitungen** ... **361**

Anhang Q (informativ) **Vereinfachte Analyse von Spannungen in Rohrleitungen** ... **363**
Q.1 Allgemeines ... **363**
Q.2 Vereinfachtes Verfahren ... **363**
Q.2.1 Allgemeines ... **363**
Q.2.2 Festlegung der zulässigen Abstände zwischen Rohrhalterungen ... **363**
Q.2.3 Elastizitätskontrolle ... **363**
Q.3 Erläuterungen zu Tabelle Q.1 ... **365**
Q.4 Symbole ... **367**
Q.5 Indizes f_L ... **367**
Q.6 Erläuterungen zu Q.2.2 ... **368**
Q.6.1 Festlegung der zulässigen Stützweiten ... **368**
Q.7 Umrechnung der zulässigen Längen ... **369**
Q.7.1 Andere Lagerungsbedingungen ... **369**
Q.7.2 Sonstige Parameter ... **369**
Q.8 Zusätzliche Einzellasten ... **370**
Q.8.1 Allgemeines ... **370**
Q.9 Erläuterung zu Bild Q.2 ... **373**
Q.9.1 Allgemeines ... **373**
Q.9.2 Erforderliche Länge der Rohrstrecke L_1 für f_1 nach Nomogramm ... **375**
Q.9.3 Erforderliche Länge der Rohrstrecke L_2 für f_2 nach Nomogramm ... **375**

Anhang R (informativ) **Überwachung von Bauteilen, die im Zeitstandbereich betrieben werden** ... **380**
R.1 Allgemeines ... **380**
R.2 Aufzeichnung von Betriebsdaten ... **380**
R.3 Berechnung der Zeitstanderschöpfung oder der theoretischen Restlebensdauer ... **380**
R.4 Bewertung der aufsummierten Zeitstanddehnung ... **381**
R.5 Überprüfung und Reparatur von Rissen ... **382**
R.6 Kriechen und Ermüdung ... **382**
R.7 Maßnahmen bei Erreichen bestimmter Erschöpfungsgrade ... **382**

Anhang Y (informativ) **Entwicklung der EN 13480-3** ... **383**
Y.1 Unterschiede zwischen EN 13480-3:2017 und EN 13480-3:2024 ... **383**

Anhang ZA (informativ) **Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU** ... **386**

Literaturhinweise ... **387**