DIN EN 13480-3:2017-12 (D)

Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 3: Konstruktion und Berechnung; Deutsche Fassung EN 13480-3:2017

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 ... 15
4.2.1 Allgemeines ... 15
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 ... 30
6.2.1 Allgemeines ... 30
6.2.2 Symbole ... 31
6.2.3 Erforderliche Wanddicke ... 31
6.3 Segmentkrümmer ... 32
6.3.1 Allgemeines ... 32
6.3.2 Symbole ... 32
6.3.3 Effektiver Radius des Segmentkrümmers ... 33
6.3.4 Segmentkrümmer mit mehr als einem Gehrungsschnitt ... 33
6.3.5 Segmentkrümmer mit einem Gehrungsschnitt ... 34
6.3.6 An Segmentkrümmer anschließende gerade Rohrsegmente ... 34
6.4 Reduzierstücke ... 34

6.4.1 Gültigkeitsbedingungen ... 34
6.4.2 Spezielle Begriffe ... 35
6.4.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 35
6.4.4 Kegelschalen ... 36
6.4.5 Verbindungsstellen – Allgemeines ... 37
6.4.6 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder ohne Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende ... 37
6.4.7 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder mit Krempe und einem Kegel an dessen großem Durchmesserende ... 40
6.4.8 Verbindungsstellen zwischen einem Zylinder und einem Kegel an dessen kleinem Durchmesserende ... 41
6.4.9 Reduzierstücke mit Mittellinienversatz ... 43
6.4.10 Geschmiedete Spezialreduzierstücke ... 43
6.5 Flexible Rohrleitungselemente ... 44
6.5.1 Allgemeines ... 44
6.5.2 Kompensatoren ... 44
6.5.3 Wellschlauchleitungen ... 46
6.6 Verschraubte Flanschverbindungen ... 47
6.6.1 Allgemeines ... 47
6.6.2 Symbole ... 47
6.6.3 Genormter Flansch ... 47
6.6.4 Nicht genormter Flansch ... 48

7 Auslegung von Böden unter Innendruck ... 48
7.1 Gewölbte Böden ... 48
7.1.1 Symbole ... 48
7.1.2 Halbkugelförmige Böden ... 49
7.1.3 Torisphärische Böden ... 50
7.1.4 Elliptische Böden ... 51
7.1.5 Berechnung des Beiwerts β ... 52
7.2 Runde ebene Böden ... 56
7.2.1 Allgemeines ... 56
7.2.2 Symbole ... 56
7.2.3 Mit Zylinderschalen oder Rohren verschweißte ebene runde Böden, nicht verankert ... 58
7.2.4 Unverankerte, verschraubte ebene runde Böden ... 65
7.2.5 Verstärkung von Ausschnitten in unverankerten ebenen Böden ... 71

8 Ausschnitte und Abzweige ... 74
8.1 Allgemeines ... 74
8.2 Symbole ... 74
8.3 Einschränkungen ... 75
8.3.1 Wanddickenverhältnis ... 75
8.3.2 Ausschnitte im Bereich von Störstellen ... 77
8.3.3 Verfahren zur Verstärkung ... 79
8.3.4 Berechnungsverfahren ... 80
8.3.5 Elliptische Ausschnitte und schräge Abzweige ... 80
8.3.6 Verstärkungsscheiben ... 82
8.3.7 Unterschiedliche Werkstoffe von Schale und Verstärkung ... 82
8.3.8 Ausgehalste Abzweige ... 82
8.3.9 Geschmiedetes T-Stück ... 82
8.3.10 Abzweige in Rohrbiegungen oder -bögen ... 83
8.3.11 Eingeschraubte Stutzen ... 83
8.4 Einzelausschnitte ... 84
8.4.1 Allgemeines ... 84
8.4.2 Unverstärkte Ausschnitte ... 87

8.4.3 Verstärkte Ausschnitte mit Durchmesserverhältnissen $d_i/D_i < 0{,}8$ ... 87
8.4.4 Verstärkung von Einzelausschnitten mit $0{,}8 < d/D \leq 1{,}0$ ... 93
8.5 Benachbarte Ausschnitte ... 93
8.5.1 Unverstärkte Ausschnitte ... 93
8.5.2 Verstärkte Ausschnitte mit $d/D \leq 0{,}8$ ... 93
8.6 Auslegung besonderer Rohrleitungsbauteile ... 94
8.6.1 Zylindrische Y-Abzweige ... 94
8.6.2 Kugelförmige Y-Abzweige ... 95
8.6.3 Abzweige mit rippenförmiger Verstärkung ... 96

9 Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Außendruck ... 97
9.1 Allgemeines ... 97
9.2 Symbole und Elastizitätsgrenzen ... 99
9.2.1 Symbole ... 99
9.2.2 Elastizitätsgrenzen ... 101
9.3 Zylindrische Rohre, Rohrbiegungen und Rohrbögen ... 101
9.3.1 Ermittlung der Längen ... 101
9.3.2 Versagen zwischen Versteifungen ... 103
9.3.3 Gesamtversagen von versteiften Rohren ... 105
9.3.4 Stabilität von Versteifungen ... 106
9.3.5 Heiz- oder Kühlkanäle ... 109
9.4 Reduzierstücke (kegelförmige Rohre) ... 110
9.5 Gewölbte Böden ... 112
9.5.1 Halbkugelförmige Böden ... 112
9.5.2 Torisphärische Böden ... 113
9.5.3 Elliptische Böden ... 113

10 Auslegung für Wechselbeanspruchung ... 113
10.1 Allgemeines ... 113
10.2 Ausnahmen von einer Ermüdungsanalyse ... 113
10.3 Auslegung für Wechselbeanspruchung durch Druckschwankungen ... 114
10.3.1 Anzahl äquivalenter Volllastspiele ... 114
10.3.2 Vereinfachte Auslegung für Wechselbeanspruchung ... 114
10.4 Auslegung gegen Ermüdung durch Wärmebeanspruchung ... 129
10.4.1 Allgemeines ... 129
10.4.2 Hinweise zur Auslegung ... 129
10.5 Auslegung gegen Ermüdung durch Lastkombinationen ... 130

11 Feste Anbauteile ... 130
11.1 Allgemeines ... 130
11.2 Zulässige Spannungen ... 130
11.3 Symbole ... 131
11.4 Rohrförmige Anbauteile ... 133
11.4.1 Einschränkungen ... 133
11.4.2 Vorausgehende Berechnungen ... 133
11.4.3 Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 135
11.4.4 Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 136
11.5 Rechteckige Anbauteile ... 136
11.5.1 Einschränkungen ... 136
11.5.2 Vorausgehende Berechnungen ... 136
11.5.3 Spannungsberechnung für mit durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 138
11.5.4 Spannungsberechnung für mit Kehlnähten oder teilweise durchgeschweißten Nähten am Rohr angeschweißte Anbauteile ... 139

11.6 Spannungsberechnung des Grundrohrs ... 139
11.7 Berechnung der Schubspannung in Anbauteilen ... 141
11.7.1 Rohrförmige Anbauteile ... 141
11.7.2 Rechteckige Anbauteile ... 141
11.8 Alternative Berechnungsverfahren ... 141

12 Spannungsanalyse und Annahmekriterien ... 141
12.1 Grundlegende Bedingungen ... 141
12.1.1 Allgemeines ... 141
12.1.2 Lastzustände ... 142
12.1.3 Zulässige Spannungen ... 142
12.2 Elastizität von Rohrleitungen ... 144
12.2.1 Allgemeines ... 144
12.2.2 Grundlegende Bedingungen ... 144
12.2.3 Dehnungen durch aufgeprägte Verschiebungen ... 144
12.2.4 Spannungen durch aufgeprägte Verschiebungen ... 145
12.2.5 Spannungsschwingbreite ... 146
12.2.6 Kaltvorspannung ... 146
12.2.7 Parameter für die Elastizitätsanalyse ... 147
12.2.8 Stützzustände ... 147
12.2.9 Kompensatoren ... 149
12.2.10 Elastizitätsanalyse ... 149
12.3 Elastizitätsanalyse ... 151
12.3.1 Allgemeines ... 151
12.3.2 Spannungen aufgrund ständig wirkender Lasten ... 152
12.3.3 Spannungen aufgrund gelegentlich wirkender oder außergewöhnlicher Lasten ... 152
12.3.4 Spannungsschwingbreite aufgrund von Wärmeausdehnung und Wechselbeanspruchung ... 153
12.3.5 Zusätzliche Bedingungen für den Zeitstandbereich ... 154
12.3.6 Spannungen aufgrund einmaliger Verschiebung von Rohrhalterungen ... 154
12.3.7 Bestimmung der resultierenden Momente ... 155
12.3.8 Alternative Methode zur Spannungsberechnung ... 157
12.3.9 Reaktionskräfte ... 157
12.4 Ermüdungsanalyse ... 157
12.5 Schwingungen ... 157

13 Rohrhalterungen ... 158
13.1 Allgemeine Anforderungen ... 158
13.1.1 Allgemeines ... 158
13.1.2 Klassifizierung der Halterungen ... 158
13.1.3 Zusätzliche Definitionen ... 159
13.1.4 Abgrenzung ... 161
13.1.5 An das Rohr geschweißte Rohrhalterungen ... 163
13.2 Auswahl der Rohrhalterungen ... 164
13.2.1 Allgemeines ... 164
13.2.2 Einzelheiten der Auslegung von Rohrhalterungen ... 165
13.2.3 Lage der Halterungen ... 166
13.3 Konstanthänger/ Konstantstützen ... 166
13.3.1 Allgemeines ... 166
13.3.2 Lastabweichung von der Einstelllast ... 166
13.3.3 Verstellung der Einstelllast auf der Baustelle ... 166
13.3.4 Wegreserve ... 166
13.3.5 Blockierung ... 167
13.3.6 Identifikationskennzeichnung/Typenschild ... 167
13.4 Federhänger / Federstützen ... 167
13.4.1 Allgemeines ... 167
13.4.2 Toleranzen der Federrate ... 168

13.4.3 Wegreserve ... 168
13.4.4 Blockierung ... 168
13.4.5 Typenschild ... 168
13.5 Gelenkstreben ... 169
13.6 Stoßbremsen ... 169
13.7 Gleitlager ... 170
13.8 Festpunkte ... 170
13.9 Dokumentation von Rohrhalterungen ... 170
13.10 Kennzeichnung von Rohrhalterungen ... 170
13.11 Herstellung von Rohrhalterungen ... 170
13.11.1 Materialanforderungen ... 170
13.11.2 Auslegungstemperaturen für Halterungsbauteile ... 171
13.11.3 Konstruktionsdetails ... 172
13.11.4 Bestimmung der Bauteilabmessungen ... 172
13.11.5 Geschweißte Verbindungen ... 174
13.11.6 Gewindeverbindungen ... 176
13.11.7 Zusätzliche Anforderungen an Federn ... 177
13.11.8 Auslegungsdetails für Gelenkstreben ... 177
13.11.9 Auslegungsdetails für Stoßbremsen ... 178
13.11.10 Schellen für Stoßbremsen, Gelenkstreben ... 179

Anhang A (informativ) Dynamische Analyse ... 180
A.1 Allgemeines ... 180
A.2 Analyse durch Berechnung ... 180
A.2.1 Seismische Ereignisse ... 180
A.2.2 Schlagartiges Schließen von Ventilen ... 184
A.2.3 Strömungsinduzierte Schwingungen ... 187
A.2.4 Öffnen von Sicherheitsventilen ... 189
A.2.5 Zulässige Spannungen ... 192
A.3 Alternative Nachweisverfahren ... 192
A.3.1 Vergleichende Untersuchungen ... 192
A.3.2 Prüfung am vollmaßstäblichen Modell ... 192
A.3.3 Prüfung am maßstäblich verkleinerten Modell ... 192

Anhang B (normativ) Genauere Berechnung von Rohrbiegungen und Bögen ... 193
B.1 Allgemeines ... 193
B.2 Symbole ... 193
B.3 Geforderte Wanddicke ... 194
B.4 Berechnung ... 195
B.4.1 Berechnung der Wanddicke ... 195
B.4.2 Spannungsberechnung ... 197

Anhang C (informativ) Kompensatoren ... 201
C.1 Einbau von Kompensatoren in Rohrleitungssysteme ... 201
C.1.1 Allgemeines ... 201
C.1.2 Kompensatortypen ... 202
C.1.3 Auslegung von Kompensatoren ... 202
C.1.4 Konstruktion von Rohrleitungen unter Verwendung von Kompensatoren ... 203
C.1.5 Analyse und Berechnung ... 205
C.1.6 Kaltvorspannung ... 206
C.2 Maximale Führungsabstände für gerade Rohrleitungen mit unverspannten Axialkompensatoren ... 206
C.2.1 Allgemeines ... 206
C.2.2 Berechnungsregeln ... 206
C.2.3 Maximale Führungsabstände für festgelegte Bedingungen ... 207
C.3 Angaben zur Auslegung von Kompensatoren ... 209

C.3.1 Allgemeines ... 209
C.3.2 Angaben für den Systemanalytiker ... 209

Anhang D (normativ) Flansche ... 210
D.1 Zweck ... 210
D.2 Spezielle Begriffe ... 210
D.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 211
D.4 Allgemeines ... 212
D.4.1 Einleitung ... 212
D.4.2 Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung ... 212
D.4.3 Verschraubung ... 213
D.4.4 Flanschkonstruktion ... 215
D.4.5 Maschinelle Bearbeitung ... 215
D.4.6 Dichtungen ... 215
D.5 Schmale Flansche mit Dichtung ... 216
D.5.1 Allgemeines ... 216
D.5.2 Schraubenlasten und -flächen ... 219
D.5.3 Flanschmomente ... 220
D.5.4 Flanschspannungen und Spannungsgrenzwerte ... 220
D.5.5 Schmale Flansche unter Außendruck ... 226
D.5.6 Überlappungsstöße ... 226
D.5.7 Geteilter Losflansch ... 229
D.6 Breite Flansche mit ringförmigen Weichstoffdichtungen ... 230
D.6.1 Spezielle Symbole und Abkürzungen ... 231
D.6.2 Schraubenlasten und -flächen ... 231
D.6.3 Flanschauslegung ... 232
D.6.4 Breite Flansche unter Außendruck ... 233
D.7 Dichtgeschweißte Flansche ... 233
D.8 Schmale Gegenflansche ... 234
D.8.1 Innendruck ... 234
D.8.2 Außendruck ... 236
D.9 Gegenflansche mit durchgehender Dichtung ... 236
D.9.1 Allgemeines ... 236
D.9.2 Auslegung nach dem in D.5 angegebenen Verfahren ... 236
D.9.3 Auslegung nach dem in D.6 angegebenen Verfahren ... 238
D.10 Flansche mit Dichtung im Kraft-Nebenschluss ... 240
D.10.1 Allgemeines ... 240
D.10.2 Besondere Symbole und Abkürzung ... 240
D.10.3 Auslegung ... 241

Anhang E (normativ) Auslegung von Abzweiganschlüssen in Rohrleitungsanbauteilen ... 243
E.1 Anwendungsbereich ... 243
E.1.1 Allgemeines ... 243
E.2 Verstärkung ... 245
E.2.1 Winkel und Flächen ... 245
E.2.2 Die nachstehende Beziehung muss erfüllt sein: ... 245
E.3 Elastizitätsanalyse ... 246

Anhang F (informativ) Prüfung während des Betriebs unter Wechselbeanspruchung ... 248
F.1 Prüfung während des Betriebs ... 248
F.2 Maßnahmen bei Erreichen der berechneten Ermüdungslebensdauer ... 248

Anhang G (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stählen ... 250
G.1 Allgemeines ... 250
G.2 Physikalische Eigenschaften ... 250
G.2.1 Dichte ... 250
G.2.2 Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient ... 251

G.2.3 Spezifische Wärmekapazität ... 251
G.2.4 Temperaturleitzahl ... 251
G.2.5 Querkontraktionszahl ... 251
G.3 Physikalische Eigenschaften von Stählen ... 251

Anhang H (normativ) Elastizität, Elastizitäts- und Spannungserhöhungsfaktoren sowie Widerstandsmomente von Rohrleitungsbauteilen und geometrische Diskontinuitäten ... 257

Anhang I (informativ) Fertigungsprüfungen von federnden Halterungen und Stoßbremsen ... 267
I.1 Konstanthänger/-stützen ... 267
I.2 Federhänger/-stützen ... 267
I.3 Stoßbremsen ... 267

Anhang J (normativ) Baumusterprüfung von Rohrhalterungen/Rohrunterstützungen ... 272

Anhang K (informativ) Befestigung von Rohrhalterungen an Tragwerken ... 274
K.1 Befestigung von Rohrhalterungen an Betontragwerken ... 274
K.2 Befestigung an Stahltragwerken ... 275
K.2.1 Standardschrauben ... 275
K.2.2 Hochfest vorgespannte Schrauben (HV-Schrauben) ... 275
K.2.3 Schweißen ... 275

Anhang L (informativ) Knicken von stabförmigen Rohrhalterungen ... 276
L.1 Allgemeines ... 276
L.2 Symbole ... 276
L.3 Grundlegende Gleichungen ... 277
L.4 Zulässige Druckspannung ... 277
L.5 Knicklänge ... 278

Anhang M (informativ) Anleitung für die Auslegung tragender Bauteile ... 280
M.1 Stabförmige Bauteile unter Biegebeanspruchung ... 280
M.1.1 Allgemeines ... 280
M.1.2 Ergänzende Nachweise für stabförmige Rohrhalterungen ... 280
M.2 Stabilität plattenförmiger Rohrhalterungen ... 282
M.3 Ankerplatten und vergleichbare Verankerungsteile ... 282
M.3.1 Allgemeines ... 282
M.3.2 Auslegung einfacher Ankerplatten ... 282
M.3.3 Ankerplatten mit Versteifungen ... 283
M.3.4 Lastberechnungen für in Beton eingelassene Verankerungen ... 283

Anhang N (normativ) Dokumentation von Rohrhalterungen ... 284

Anhang O (normativ) Alternatives Verfahren für die Prüfung von Abzweigverbindungen ... 286
O.1 Anwendungsbereich ... 286
O.2 Symbole ... 286
O.3 Konstruktion und Prüfung der Abzweigverbindung ... 288
O.3.1 Zulässiger Wert für die Belastung ausschließlich durch Druck, für gerade Rohre ohne Ausschnitt ... 288
O.3.2 Ermittlung der Mindestwanddicken bei ausschließlich durch Druck verursachten Beanspruchungen ... 289
O.3.3 Prüfung der für die Kombination aus Druckbelastung und Beanspruchungen durch äußere Lasten gewählten Wanddicken ... 289

Anhang P (informativ) Empfohlene Dichtungen für industrielle Rohrleitungen ... 340

Anhang Q (informativ) Vereinfachte Analyse von Spannungen in Rohrleitungen ... 342
Q.1 Allgemeines ... 342
Q.2 Vereinfachtes Verfahren ... 342
Q.2.1 Allgemeines ... 342
Q.2.2 Festlegung der zulässigen Abstände zwischen Rohrhalterungen ... 342

Q.2.3 Elastizitätskontrolle ... 342
Q.3 Erläuterungen zu Tabelle Q.1 ... 344
Q.4 Symbole ... 346
Q.5 Indizes f_L ... 346
Q.6 Erläuterungen zu Q.2.2 ... 347
Q.6.1 Festlegung der zulässigen Stützweiten ... 347
Q.7 Umrechnung der zulässigen Längen ... 348
Q.7.1 Andere Lagerungsbedingungen ... 348
Q.7.2 Sonstige Parameter ... 348
Q.8 Zusätzliche Einzellasten ... 349
Q.8.1 Allgemeines ... 349
Q.9 Erläuterung zu Bild Q.2 ... 352
Q.9.1 Allgemeines ... 352
Q.9.2 Erforderliche Länge der Rohrstrecke L_1 für f_1 nach Nomogramm ... 354
Q.9.3 Erforderliche Länge der Rohrstrecke L_2 für f_2 nach Nomogramm ... 354

Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13480-3 ... 359
Y.1 Unterschiede zwischen EN 13480-3:2012 und EN 13480-3:2017 ... 359

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU ... 361

Literaturhinweise ... 362