

DIN EN 13480-3:2013-11 (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	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 1,0	87
8.5	Benachbarte Ausschnitte	87
8.5.1	Unverstärkte Ausschnitte	87
8.5.2	Verstärkte Ausschnitte mit d/D 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
Anhang A (informativ) Dynamische Analyse		165
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

Anhang B (normativ) Genauere Berechnung von Rohrbiegungen und Bögen	178
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
Anhang C (informativ) Kompensatoren	186
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
Anhang D (normativ) Flansche	198
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
Anhang E (normativ) Auslegung von Abzweiganschlüssen in Rohrleitungsanbauteilen		232
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
Anhang F (informativ) Prüfung während des Betriebs unter Wechselbeanspruchung		237
F.1	Prüfung während des Betriebs	237
F.2	Maßnahmen bei Erreichen der berechneten Ermüdungslebensdauer	237
Anhang G (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stählen		238
G.1	Allgemeines	238
G.2	Physikalische Eigenschaften	238
G.2.1	Dichte	238
G.2.2	Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	239
G.2.3	Spezifische Wärmekapazität	239
G.2.4	Temperaturleitzahl	239
G.2.5	Querkontraktionszahl	239
G.3	Physikalische Eigenschaften von Stählen	239
Anhang H (normativ) Elastizität, Elastizitäts- und Spannungserhöhungsfaktoren sowie Widerstandsmomente von Rohrleitungsbauteilen und geometrische Diskontinuitäten ...		245
Anhang I (informativ) Fertigungsprüfungen von federnden Halterungen und Stoßbremsen		255
I.1	Konstanthänger/-stützen	255
I.2	Federhänger/-stützen	255
I.3	Stoßbremsen	255
Anhang J (normativ) Baumusterprüfung von Rohrhalterungen/Rohrunterstützungen		260
Anhang K (informativ) Befestigung von Rohrhalterungen an Tragwerken		261
K.1	Befestigung von Rohrhalterungen an Betontragwerken	261
K.2	Befestigung an Stahltragwerken	262
K.2.1	Standardschrauben	262
K.2.2	Hochfest vorgespannte Schrauben (HV-Schrauben)	262
K.2.3	Schweißen	262
Anhang L (informativ) Knicken von stabförmigen Rohrhalterungen		263
L.1	Allgemeines	263
L.2	Symbole	263
L.3	Grundlegende Gleichungen	264
L.4	Zulässige Druckspannung	264
L.5	Knicklänge	265
Anhang M (informativ) Anleitung für die Auslegung tragender Bauteile		267
M.1	Stabförmige Bauteile unter Biegebeanspruchung	267
M.1.1	Allgemeines	267
M.1.2	Ergänzende Nachweise für stabförmige Rohrhalterungen	267

M.2	Stabilität plattenförmiger Rohrhalterungen	269
M.3	Ankerplatten und vergleichbare Verankerungsteile	269
M.3.1	Allgemeines	269
M.3.2	Auslegung einfacher Ankerplatten	269
M.3.3	Ankerplatten mit Versteifungen	270
M.3.4	Lastberechnungen für in Beton eingelassene Verankerungen	270
Anhang N (normativ) Dokumentation von Rohrhalterungen		271
Anhang O (normativ) Alternatives Verfahren für die Prüfung von Abzweigverbindungen		273
O.1	Anwendungsbereich	273
O.2	Symbole	273
O.3	Konstruktion und Prüfung der Abzweigverbindung	275
O.3.1	Zulässiger Wert für die Belastung durch Druck, nur für gerade Rohre ohne Ausschnitt ..	275
O.3.2	Ermittlung der Mindestwanddicken bei ausschließlich durch Druck verursachten Beanspruchungen	276
O.3.3	Prüfung der für die Kombination aus Druckbelastung und Beanspruchungen durch äußere Lasten gewählten Wanddicken	276
Anhang P (informativ) Verschraubte Flanschverbindungen -- Anwendung der EN 1591		327
P.1	Einleitung	327
P.2	Anwendungsbereich	328
P.2.1	Allgemeines	328
P.2.2	Werkstoffe	328
P.2.3	Belastungen	328
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
Anhang Q (informativ) Vereinfachte Analyse von Spannungen in Rohrleitungen		389
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
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG		407
Literaturhinweise		408