

# 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

<b>9</b>	<b>Auslegung von Rohrleitungsbauteilen unter Außendruck</b> .....	<b>91</b>
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
<b>10</b>	<b>Auslegung für Wechselbeanspruchung</b> .....	<b>106</b>
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
<b>11</b>	<b>Feste Anbauteile</b> .....	<b>122</b>
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
<b>12</b>	<b>Spannungsanalyse und Annahmekriterien</b> .....	<b>133</b>
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

<b>Anhang B (normativ) Genauere Berechnung von Rohrbiegungen und Bögen .....</b>	<b>178</b>
<b>B.1 Allgemeines .....</b>	<b>178</b>
<b>B.2 Symbole .....</b>	<b>178</b>
<b>B.3 Geforderte Wanddicke .....</b>	<b>179</b>
<b>B.4 Berechnung .....</b>	<b>180</b>
<b>B.4.1 Berechnung der Wanddicke .....</b>	<b>180</b>
<b>B.4.2 Spannungsberechnung .....</b>	<b>182</b>
<b>Anhang C (informativ) Kompensatoren .....</b>	<b>186</b>
<b>C.1 Einbau von Kompensatoren in Rohrleitungssysteme .....</b>	<b>186</b>
<b>C.1.1 Allgemeines .....</b>	<b>186</b>
<b>C.1.2 Kompensatortypen .....</b>	<b>186</b>
<b>C.1.3 Auslegung von Kompensatoren .....</b>	<b>187</b>
<b>C.1.4 Konstruktion von Rohrleitungen unter Verwendung von Kompensatoren .....</b>	<b>188</b>
<b>C.1.5 Analyse und Berechnung .....</b>	<b>189</b>
<b>C.1.6 Kaltvorspannung .....</b>	<b>190</b>
<b>C.2 Maximale Führungsabstände für gerade Rohrleitungen mit unverspannten Axialkompensatoren .....</b>	<b>190</b>
<b>C.2.1 Allgemeines .....</b>	<b>190</b>
<b>C.2.2 Berechnungsregeln .....</b>	<b>190</b>
<b>C.2.3 Maximale Führungsabstände für festgelegte Bedingungen .....</b>	<b>192</b>
<b>C.3 Angaben zur Auslegung von Kompensatoren .....</b>	<b>193</b>
<b>C.3.1 Allgemeines .....</b>	<b>193</b>
<b>C.3.2 Auslegungskennwerte, Symbole .....</b>	<b>194</b>
<b>C.3.3 Auslegung und Berechnung .....</b>	<b>195</b>
<b>C.3.4 Angaben für den Systemanalytiker .....</b>	<b>197</b>
<b>Anhang D (normativ) Flansche .....</b>	<b>198</b>
<b>D.1 Zweck .....</b>	<b>198</b>
<b>D.2 Spezielle Begriffe .....</b>	<b>198</b>
<b>D.3 Spezielle Symbole und Abkürzungen .....</b>	<b>199</b>
<b>D.4 Allgemeines .....</b>	<b>200</b>
<b>D.4.1 Einleitung .....</b>	<b>200</b>
<b>D.4.2 Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung .....</b>	<b>201</b>
<b>D.4.3 Verschraubung .....</b>	<b>201</b>
<b>D.4.4 Flanschkonstruktion .....</b>	<b>203</b>
<b>D.4.5 Maschinelle Bearbeitung .....</b>	<b>203</b>
<b>D.4.6 Dichtungen .....</b>	<b>203</b>
<b>D.5 Schmale Flansche mit Dichtung .....</b>	<b>204</b>
<b>D.5.1 Allgemeines .....</b>	<b>204</b>
<b>D.5.2 Schraubenlasten und -flächen .....</b>	<b>207</b>
<b>D.5.3 Flanschmomente .....</b>	<b>208</b>
<b>D.5.4 Flanschspannungen und Spannungsgrenzwerte .....</b>	<b>209</b>
<b>D.5.5 Schmale Flansche unter Außendruck .....</b>	<b>215</b>
<b>D.5.6 Überlappungsstöße .....</b>	<b>215</b>
<b>D.5.7 Spaltringflansch .....</b>	<b>218</b>
<b>D.6 Breite Flansche mit ungehärteten ringförmigen Dichtungen .....</b>	<b>219</b>
<b>D.6.1 Spezielle Symbole und Abkürzungen .....</b>	<b>220</b>
<b>D.6.2 Schraubenlasten und -flächen .....</b>	<b>220</b>
<b>D.6.3 Flanschauslegung .....</b>	<b>221</b>
<b>D.6.4 Breite Flansche unter Außendruck .....</b>	<b>222</b>
<b>D.7 Dichtgeschweißte Flansche .....</b>	<b>222</b>
<b>D.8 Schmale Gegenflansche .....</b>	<b>223</b>
<b>D.8.1 Innendruck .....</b>	<b>223</b>
<b>D.8.2 Außendruck .....</b>	<b>225</b>
<b>D.9 Gegenflansche mit durchgehender Dichtung .....</b>	<b>225</b>
<b>D.9.1 Allgemeines .....</b>	<b>225</b>
<b>D.9.2 Auslegung nach dem in D.5 angegebenen Verfahren .....</b>	<b>225</b>
<b>D.9.3 Auslegung nach dem in D.6 angegebenen Verfahren .....</b>	<b>227</b>

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>
F.1	Prüfung während des Betriebs .....	237
F.2	Maßnahmen bei Erreichen der berechneten Ermüdungslebensdauer .....	237
<b>Anhang G (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stählen .....</b>		<b>238</b>
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
<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>
I.1	Konstanthänger/-stützen .....	255
I.2	Federhänger/-stützen .....	255
I.3	Stoßbremsen .....	255
<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>
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
<b>Anhang L (informativ) Knicken von stabförmigen Rohrhalterungen .....</b>		<b>263</b>
L.1	Allgemeines .....	263
L.2	Symbole .....	263
L.3	Grundlegende Gleichungen .....	264
L.4	Zulässige Druckspannung .....	264
L.5	Knicklänge .....	265
<b>Anhang M (informativ) Anleitung für die Auslegung tragender Bauteile .....</b>		<b>267</b>
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