

DIN EN 1998-4:2007-01 (D)

Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen; Deutsche Fassung EN 1998-4:2006

Inhalt	Seite
Vorwort.....	6
Hintergrund des Eurocode-Programms	6
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes.....	7
Nationale Normen, die Eurocode implementieren	8
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)	8
Zusätzliche Informationen zu EN 1998-4	8
Nationaler Anhang zu EN 1998-4.....	9
1 Allgemeines.....	10
1.1 Anwendungsbereich.....	10
1.2 Normative Verweisungen	11
1.2.1 Allgemeine Bezugsnormen.....	11
1.3 Annahmen	11
1.4 Unterschiede zwischen den Richtlinien und Anwendungsregeln	12
1.5 Begriffe.....	12
1.5.1 Allgemeines.....	12
1.5.2 Gemeinsame Begriffe der Eurocodes.....	12
1.5.3 Weitere in EN 1998 verwendete Begriffe	12
1.5.4 Weitere in EN 1998-4 verwendete Begriffe	12
1.6 Symbole	12
1.7 SI-Einheiten	13
2 Allgemeine Prinzipien und Anwendungsregeln	14
2.1 Sicherheitsanforderungen	14
2.1.1 Allgemeines.....	14
2.1.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	14
2.1.3 Schadensbegrenzungszustand.....	15
2.1.4 Zuverlässigkeitsunterscheidung.....	15
2.1.5 Tragwerk- und Bauteilzuverlässigkeit	16
2.1.6 Auslegungsgrundsätze	17
2.2 Seismische Einwirkung.....	17
2.3 Berechnung	18
2.3.1 Berechnungsmethoden.....	18
2.3.2 Wechselwirkung mit dem Baugrund.....	19
2.3.3 Dämpfung	19
2.4 Verhaltensbeiwerte.....	20
2.5 Sicherheitsnachweise	20
2.5.1 Allgemeines.....	20
2.5.2 Kombination der seismischen Einwirkungen mit anderen Einwirkungen.....	20
3 Besondere Prinzipien und Anwendungsregeln für Silos	21
3.1 Einleitung.....	21
3.2 Kombination der Anteile aus Bodenbewegung	22
3.3 Berechnung von Silos	22
3.4 Verhaltensbeiwerte	24
3.5 Nachweise	25
3.5.1 Grenzzustand der Schadensbegrenzung	25
3.5.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	25
4 Besondere Prinzipien und Anwendungsregeln für Behälter.....	26
4.1 Nachweiskriterien	26
4.1.1 Allgemeines.....	26
4.1.2 Grenzzustand der Schadensbegrenzung	26

4.1.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	27
4.2	Kombination der Komponenten der Bodenbewegung	27
4.3	Berechnungsverfahren	27
4.3.1	Allgemeines.....	27
4.3.2	Hydrodynamische Effekte	27
4.4	Verhaltensbeiwerte.....	28
4.5	Nachweise	29
4.5.1	Grenzzustand der Schadensbegrenzung.....	29
4.5.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	29
4.6	Zusätzliche Maßnahmen	30
4.6.1	Auffangvorrichtungen.....	30
4.6.2	Schwappschwingung der Flüssigkeit	31
4.6.3	Interaktion mit Rohrleitungen	31
5	Besondere Prinzipien und Anwendungsregeln für oberirdisch verlegte Rohrleitungen.....	31
5.1	Allgemeines.....	31
5.2	Sicherheitsanforderungen.....	32
5.2.1	Grenzzustand der Schadensbegrenzung.....	32
5.2.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	32
5.3	Seismische Einwirkungen	32
5.3.1	Allgemeines.....	32
5.3.2	Seismische Beanspruchung infolge Trägheitsbewegung	32
5.3.3	Unterschiedliche Verschiebung.....	33
5.4	Berechnungsverfahren	33
5.4.1	Modellbildung	33
5.4.2	Berechnung.....	33
5.5	Verhaltensbeiwerte.....	34
5.6	Nachweise	34
6	Besondere Prinzipien und Anwendungsregeln für eingeeerdete Rohrleitungen.....	34
6.1	Allgemeines.....	34
6.2	Sicherheitsanforderungen.....	35
6.2.1	Grenzzustand der Schadensbegrenzung.....	35
6.2.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	35
6.3	Seismische Einwirkung	35
6.3.1	Allgemeines.....	35
6.3.2	Seismische Einwirkung bei Trägheitsverschiebung	35
6.3.3	Modellierung der seismischen Wellen	35
6.3.4	Bleibende Bodenverschiebungen.....	36
6.4	Berechnungsmethoden (Wellendurchgang).....	36
6.5	Nachweise	36
6.5.1	Allgemeines.....	36
6.5.2	Eingeeerdete Rohrleitungen in stabilem Boden	36
6.5.3	Eingeeerdete Rohrleitungen bei unterschiedlichen Bodenbewegungen (geschweißte Stahlrohrleitungen)	37
6.6	Maßnahmen an Verwerfungen	37
Anhang A (informativ) Seismische Berechnungsverfahren für Tankbauwerke		39
A.1	Einführung und Anwendungsbereich	39
A.2	Vertikale, starre, zylindrische Tanks	39
A.2.1	Horizontale Erdbebeneinwirkung	39
A.2.2	Vertikale Erdbebeneinwirkung	48
A.2.3	Überlagerung der Drücke infolge horizontaler und vertikaler Komponenten der Erdbebeneinwirkung mit den Effekten aus anderen Einwirkungen.....	48
A.3	Verankerte, Flexible vertikal zylindrische Tanks.....	48
A.3.1	Horizontale Erdbebeneinwirkung	48
A.3.2	Überlagerung der Druckanteile infolge horizontaler Komponenten der seismischen Einwirkung	50
A.3.3	Vertikale Komponente der Erdbebeneinwirkung	54

A.3.4	Überlagerung der Drücke infolge horizontaler und vertikaler Komponenten der Erdbebeneinwirkung mit den Effekten aus anderen Einwirkungen	55
A.4	Rechteckige Tanks	55
A.4.1	Verankerte starre rechteckige Tanks am Boden	55
A.4.2	Verankerte flexible rechteckige Tanks am Boden	56
A.4.3	Kombination der Einwirkungseffekte infolge der unterschiedlichen Komponenten und Einwirkungen	58
A.5	Horizontale, zylindrische Tanks [8].....	58
A.6	Hochbehälter	60
A.7	Boden-Bauwerk-Interaktionseffekte	61
A.7.1	Allgemeines	61
A.7.2	Näherungsverfahren	62
A.8	Ablaufdiagramme zur Berechnung der hydrodynamischen Effekte in vertikal zylindrischen Tanks.....	63
A.9	Unverankerte Tanks.....	70
A.9.1	Allgemeines	70
A.9.2	Vertikale Membrandruckkräfte und -spannungen in der Wand infolge des Abhebens	70
A.9.3	Abhebehöhe der Schale und Abhebelänge der Bodenplatte	71
A.9.4	Radiale Membranspannungen in der Bodenplatte [17], [18]	72
A.9.5	Plastische Verdrehung der Bodenplatte	73
A.10	Stabilitätsnachweise für Stahltanks	74
A.10.1	Einleitung.....	74
A.10.2	Nachweis gegen elastisches Beulen	74
A.10.3	Elastisch-plastisches Versagen	75
Anhang B (informativ) Unterirdische Rohrleitungen		76
B.1	Allgemeine Entwurfsgrundlagen.....	76
B.2	Seismische Einwirkungen auf unterirdische Rohrleitungen.....	76
Literaturhinweise zu Anhang A.....		79
Literaturhinweis zu Anhang B.....		80
 Bilder		
Bild A.1 — Verteilung des impulsiven Druckes für drei Werte $\gamma = H/R$		41
Bild A.2 — Verhältnis der Ersatzgrößen m_i/m , h_i/H und \dot{h}_i/H in Abhängigkeit von der Tankschlankheit (siehe auch Tabelle A.2, Spalten 4, 6 und 8)		43
Bild A.3 — a) Verteilung der ersten zwei Modes der Sloshing-Druckverteilung über die Tankhöhe und b) Werte der ersten beiden Eigenfrequenzen in Abhängigkeit von γ		44
Bild A.4 — a) 1. und 2. modale Sloshing-Masse und b) ihre korrespondierenden Höhen h_{c1} und h_{c2} als Funktionen von γ (siehe auch Tabelle A.2, Spalten 5, 7 und 9)		46
Bild A.5 — Normierter impulsiver Druck auf die Wand eines rechteckigen Tanks senkrecht zur horizontalen Einwirkungsrichtung (nach [8]).....		56
Bild A.6 — Maximalwert des normierten impulsiven Druckes auf eine rechteckige Wand senkrecht zur horizontalen Einwirkungsrichtung (nach [8])		57
Bild A.7 — Normierter konvektiver Druck auf die Wand eines rechteckigen Tanks senkrecht zur horizontalen Einwirkungsrichtung (nach [8]).....		57
Bild A.8 — Bezeichnungen für zylindrische Tanks mit horizontaler Achse (nach [8])		58

Bild A.9 — Impulsive Drücke auf einen horizontalen Zylinder mit $H = R$ bei Einwirkung in Querrichtung (nach [8])	59
Bild A.10 — Dimensionslose erste konvektive Eigenfrequenzen für starre Tanks unterschiedlicher Form (nach [8])	60
Bild A.11 — Verhältnis der axialen Membrandruckkraft von verankerten und unverankerten Festdachtanks am Boden in Abhängigkeit vom Umsturzmoment [4].....	71
Bild A.12 — Maximale vertikale Abhebehöhe von unverankerten, zylindrischen Festdachtanks mit Bodenlagerung in Abhängigkeit vom Umsturzmoment M/WH [4].....	72
Bild A.13 — Länge des abhebenden Bereichs in von unverankerten, bodengelagerten zylindrischen Festdachtanks in Abhängigkeit von der Abhebehöhe [4].....	73
Bild A.14 — Plastische Verdrehung der Bodenplatte des abhebenden Tanks [8].....	73
Tabellen	
Tabelle A.1 — Effektiv beteiligte Masse der Tankwand in der ersten Eigenform als Anteil der Gesamtmasse nach dem Vorschlag von Veletsos und Yang	52
Tabelle A.2 — Koeffizienten C_i und C_C für die Grundperiode, Massen m_i und m_C und die Höhen h_i und h_C des Angriffspunktes der Resultierenden der impulsiven und konvektiven Druckkomponenten auf die Tankwand	53