

# E DIN EN 1998-4:2023-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-08-04

**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen, Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche und Englische Fassung prEN 1998-4:2023**

**Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines, towers, masts and chimneys; German and English version prEN 1998-4:2023**

---

## Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	7
<b>0</b> Einleitung.....	<b>8</b>
0.1 Einleitung zu den Eurocodes .....	8
0.2 Einleitung zu EN 1998 (alle Teile) .....	8
0.3 Einleitung zu prEN 1998-4 .....	9
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen.....	10
0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1998-4.....	10
<b>1</b> Anwendungsbereich.....	<b>11</b>
1.1 Anwendungsbereich von prEN 1998-4.....	11
1.2 Voraussetzungen .....	11
<b>2</b> Normative Verweisungen .....	<b>11</b>
<b>3</b> Begriffe und Symbole .....	<b>12</b>
3.1 Begriffe .....	12
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	13
3.2.1 Symbole .....	13
3.2.2 Abkürzungen .....	22
3.3 SI-Einheiten.....	23
<b>4</b> Bemessungsgrundlagen .....	<b>23</b>
4.1 Leistungsanforderungen.....	23
4.2 Versagensfolgeklassen .....	23
4.3 Grenzzustände und zugehörige Erdbebeneinwirkungen.....	24
4.4 Modellbildung und Berechnungsverfahren.....	26
4.5 Kombinationen der Auswirkungen infolge der Komponenten der Erdbebeneinwirkung .....	26
4.6 Werkstoffanforderungen.....	27
4.6.1 Bemessung nach DC1, DC2 und DC3.....	27
4.6.2 Sicherheitsnachweise .....	27
4.7 Nachweis in Grenzzuständen.....	27
4.7.1 Allgemeines.....	27
4.7.2 Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	28
4.7.3 Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	28
4.7.4 Nachweis im Grenzzustand der vollständigen Funktionsfähigkeit (OP).....	28
<b>5</b> Regeln für Silos.....	<b>28</b>
5.1 Anwendungsbereich.....	28
5.2 Bemessungsgrundlagen .....	28
5.2.1 Bemessungskonzept.....	28
5.2.2 Sicherheitsnachweis.....	29
5.3 Modellbildung und statische Berechnung.....	29
5.3.1 Modellbildung .....	29
5.3.2 Statische Berechnung.....	30

5.3.3	Verhaltensbeiwerte.....	31
5.4	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz.....	31
5.4.1	Gesamt-Basisschubkraft, Umsturmmoment und vertikale Reaktionskraft am Siloboden.....	31
5.4.2	Seismische Drücke auf Silowände und Trichter infolge der horizontalen Erdbebeneinwirkungen .....	32
5.5	Nachweis in Grenzzuständen .....	34
5.5.1	Allgemeines.....	34
5.5.2	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	35
5.5.3	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	37
5.5.4	Nachweis im Grenzzustand der vollständigen Funktionsfähigkeit (OP) .....	37
6	Regeln für Tankbauwerke.....	37
6.1	Anwendungsbereich.....	37
6.2	Bemessungsgrundlagen .....	37
6.2.1	Bemessungskonzept.....	37
6.2.2	Sicherheitsnachweis.....	38
6.3	Modellbildung und statische Berechnung.....	38
6.3.1	Modellbildung .....	38
6.3.2	Statische Berechnung.....	41
6.3.3	Verhaltensbeiwerte.....	41
6.4	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz für vertikale zylindrische Tankbauwerke .....	42
6.4.1	Oberirdische verankerte Tankbauwerke .....	42
6.4.2	Oberirdische unverankerte Tankbauwerke .....	50
6.5	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz für vertikale rechteckige Tankbauwerke .....	51
6.5.1	Oberirdische verankerte Tankbauwerke .....	51
6.5.2	Oberirdische unverankerte Tankbauwerke .....	56
6.6	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz für horizontale zylindrische Tankbauwerke.....	57
6.6.1	Voraussetzungen .....	57
6.7	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz für aufgeständerte Tankbauwerke .....	59
6.8	Erdbebenlasten entsprechend dem kraftbasierten Ansatz für kugelförmige Tankbauwerke .....	61
6.8.1	Kugelförmige Tankbauwerke .....	61
6.9	Erdbebenlasten auf eingebundenen Tankbauwerken.....	63
6.10	Überlagerung horizontaler und vertikaler seismischer Drücke .....	64
6.10.1	Überlagerung horizontaler Druckkomponenten infolge unterschiedlicher Antwortschwingungsformen.....	64
6.10.2	Überlagerung horizontaler Druckkomponenten infolge unterschiedlicher Antwortschwingungsformen.....	64
6.10.3	Überlagerung resultierender Drücke in horizontalen und vertikalen Richtungen .....	64
6.11	Überlagerung von Basisschubkraft, Umsturmmoment und vertikaler Reaktionskraft .....	64
6.11.1	Überlagerung der Basisschubkraft.....	64
6.11.2	Überlagerung der Umsturmmente.....	64
6.12	Nachweis in Grenzzuständen .....	64
6.12.1	Allgemeines.....	64
6.12.2	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	65
6.12.3	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	67
7	Regeln für oberirdisch verlegte Rohrleitungen .....	68
7.1	Anwendungsbereich.....	68
7.2	Bemessungsgrundlagen .....	68
7.2.1	Bemessungskonzept.....	68
7.2.2	Sicherheitsnachweis.....	69
7.3	Modellbildung und statische Berechnung.....	69
7.3.1	Modellbildung .....	69
7.3.2	Statische Berechnung.....	70

7.4	<b>Einwirkungen und Kombination von Einwirkungen in der Bemessungssituation mit Erdbeben</b> .....	70
7.5	Verhaltensbeiwerte .....	70
7.5.1	Verhaltensbeiwert für die horizontalen Komponenten der Erdbebeneinwirkung.....	70
7.5.2	Erdbebenlasten .....	71
7.6	Nachweis in Grenzzuständen.....	73
7.6.1	Allgemeines .....	73
7.6.2	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	73
7.6.3	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	74
8	<b>Regeln für erdverlegte Rohrleitungen</b> .....	75
8.1	Anwendungsbereich.....	75
8.2	Bemessungsgrundlagen .....	75
8.2.1	Bemessungskonzept.....	75
8.2.2	Sicherheitsnachweis.....	76
8.3	Modellbildung und statische Berechnung.....	77
8.3.1	Modellbildung .....	77
8.3.2	Statische Berechnung.....	78
8.3.3	Erdbebenlasten .....	78
8.4	<b>Einwirkungen und Kombination von Einwirkungen in der Bemessungssituation mit Erdbeben</b> .....	85
8.5	Nachweis in Grenzzuständen.....	85
8.5.1	Allgemeines .....	85
8.5.2	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	85
8.5.3	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	86
9	<b>Regeln für nichttragende Bauteile in Industrieanlagen</b> .....	87
9.1	Anwendungsbereich.....	87
9.2	Bemessungsgrundlagen .....	87
9.2.1	Bemessungskonzept.....	87
9.2.2	Sicherheitsnachweis.....	87
9.3	Modellbildung und statische Berechnung.....	87
9.3.1	Modellbildung .....	87
9.3.2	Statische Berechnung.....	89
9.3.3	Erdbebenlasten .....	89
9.4	Nachweis in Grenzzuständen.....	92
9.4.1	Allgemeines .....	92
9.4.2	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	93
9.4.3	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	93
9.4.4	Nachweis im Grenzzustand der vollständigen Funktionsfähigkeit (OP).....	93
10	<b>Regeln für Türme, Masten und Schornsteine</b> .....	94
10.1	Anwendungsbereich.....	94
10.2	Bemessungsgrundlagen .....	94
10.3	Modellbildung und statische Berechnung.....	94
10.3.2	Statische Berechnung.....	96
10.3.3	Verhaltensbeiwerte .....	97
10.3.4	Verhaltensbeiwerte für Systeme mit Schwingungsisolierung oder Energiedissipationssystemen .....	97
10.4	Nachweis in Grenzzuständen.....	97
10.4.1	Nachweis im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD) .....	97
10.4.2	Nachweis im Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) .....	100
10.4.3	Nachweis im Grenzzustand der vollständigen Funktionsfähigkeit (OP).....	101
10.5	Besondere Regeln für Stahlbetonschornsteine .....	101
10.5.1	Allgemeines .....	101
10.5.2	Bemessung für dissipatives Verhalten .....	101
10.5.3	Mindestbewehrung (vertikal und horizontal).....	102
10.5.4	Mindestbewehrung um Öffnungen .....	102
10.6	Besondere Regeln für Stahlschornsteine .....	102

10.6.1	Allgemeines.....	102
10.6.2	Bemessung für dissipatives Verhalten.....	103
10.6.3	Werkstoffe.....	103
10.6.4	Verbindungen.....	103
10.7	Besondere Regeln für Stahltürme.....	103
10.7.1	Allgemeines.....	103
10.7.2	Werkstoffe.....	103
10.7.3	Bemessung für dissipatives Verhalten.....	104
10.7.4	Sonstige Bemessungsregeln.....	106
<b>Anhang A (normativ) Tabellen für die Bemessung von Tankbauwerken gegen Erdbeben.....</b>		<b>107</b>
A.1	Anwendung dieses normativen Anhangs.....	107
A.2	Tabellen von Parameterwerten.....	108
<b>Anhang B (informativ) Auswirkungen von Boden/Bauwerk-Interaktion bei Tankbauwerken.....</b>		<b>115</b>
B.1	Anwendung dieses Anhangs.....	115
B.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	115
B.3	Impulsive starre Schwingungsform in horizontaler Richtung.....	115
B.4	Impulsive starre Schwingungsform in vertikaler Richtung.....	116
B.5	Impulsive flexible Schwingungsform in horizontaler Richtung.....	117
B.6	Impulsive flexible Schwingungsform in vertikaler Richtung.....	117
<b>Anhang C (informativ) Allgemeine Betrachtungen zur Bemessung von erdverlegten Rohrleitungen.....</b>		<b>118</b>
C.1	Anwendung dieses Anhangs.....	118
C.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	118
C.3	Allgemeine Betrachtungen zur Bemessung von erdverlegten Rohrleitungen.....	118
<b>Anhang D (informativ) Modellbildung der Boden/Bauwerk-Interaktion von erdverlegten Rohrleitungen.....</b>		<b>121</b>
D.1	Anwendung dieses Anhangs.....	121
D.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	121
D.3	Eigenschaften von Federelementen.....	121
D.4	Rechnerische Zusammenhänge des Federmodells.....	122
D.4.1	Allgemeines.....	122
D.4.2	Federmodell in Längsrichtung.....	122
D.4.3	Federmodell in horizontaler Querrichtung.....	123
D.4.4	Federmodell in vertikaler Querrichtung.....	124
<b>Anhang E (informativ) Bemessungswerte der unterschiedlichen Oberflächenverschiebung an Verwerfungskreuzungen von Rohrleitungen.....</b>		<b>126</b>
E.1	Anwendung dieses Anhangs.....	126
E.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	126
E.3	Unterschiedliche Oberflächenverschiebungen an Verwerfungskreuzungen von Rohrleitungen.....	126
<b>Anhang F (informativ) Anzahl der Freiheitsgrade und Schwingungsformen für die dynamische Berechnung von Türmen, Masten und Schornsteinen.....</b>		<b>136</b>
F.1	Anwendung dieses Anhangs.....	136
F.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	136
F.3	Modellbildung und Berechnung.....	136
<b>Anhang G (informativ) Schornsteine aus Mauerwerk.....</b>		<b>137</b>
G.1	Anwendung dieses Anhangs.....	137
G.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	137
G.3	Modellbildung und Berechnung.....	137
G.4	Bauliche Durchbildung bei der Bemessung.....	137
G.4.1	Fundamente und Gründungen.....	137
G.4.2	Mindest-Vertikalbewehrung.....	137
G.4.3	Mindest-Horizontalbewehrung.....	138
G.4.4	Seismische Mindestverankerung.....	138

<b>G.4.5 Auskragende Schornsteine .....</b>	<b>138</b>
<b>G.4.6 Maßänderungen .....</b>	<b>138</b>
<b>G.4.7 Versatz .....</b>	<b>138</b>
<b>G.4.8 Wanddicke.....</b>	<b>138</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>139</b>