

E DIN EN 14015:2025-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-09-05

Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren Temperaturen; Deutsche und Englische Fassung prEN 14015:2025

Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above; German and English version prEN 14015:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	19
Einleitung	20
1 Anwendungsbereich	22
2 Normative Verweisungen	22
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	25
3.1 Begriffe	25
3.2 Symbole	28
3.3 Abkürzungen	30
4 Festzulegende Angaben und Anforderungen	30
4.1 Vom Besteller festzulegende Angaben	30
4.2 Zwischen Besteller und Tankhersteller zu vereinbarende Angaben	30
4.3 Vom Tankhersteller zu liefernde Angaben	30
4.4 Vom Stahlhersteller zu liefernde Angaben	30
4.5 Zwischen Tankhersteller und Stahlhersteller zu vereinbarende Angaben	30
4.6 Zwischen Besteller und Schwimmdachlieferant zu vereinbarende Angaben	30
4.7 Zwischen Tankhersteller und Schwimmdachlieferant zu vereinbarende Angaben	31
4.8 Vom Schwimmdachlieferanten zu liefernde Angaben	31
4.9 Zwischen Besteller und Lieferant des Aluminium-Kugelsegmentdachs zur Abdeckung eines offenen Stahltanks zu vereinbarende Angaben	31
4.10 Zwischen Tankhersteller und Lieferant des Aluminium-Kugelsegmentdachs zu vereinbarende Angaben	31
4.11 Vom Lieferanten des Aluminium-Kugelsegmentdachs zu liefernde Angaben	31
5 Anforderungen	31
5.1 Auslegungsdruck	31
5.2 Auslegungswandtemperatur	32
5.2.1 Höchste Auslegungswandtemperatur	32
5.2.2 Niedrigste Auslegungswandtemperatur	32
5.3 Auslegungsdichte	33
5.4 Streckgrenze	33
5.5 Kompatibilität der Werkstoffe zwischen Lagergut und Tank	33
6 Werkstoffe	33
6.1 Unlegierte Stähle	33
6.1.1 Bleche	33
6.1.2 Stahlbauprofile	37
6.1.3 Schmiedestücke	38
6.1.4 Rohre	39
6.1.5 Schweißzusätze	39
6.1.6 Anforderungen an die Charpy-V-Kerbschlagarbeit unlegierter Stähle	39
6.1.7 Anbauteile	40
6.1.8 Zulässige Dickenabweichungen	41
6.2 Nichtrostende Stähle	41
6.2.1 Werkstoffauswahl	41
6.2.2 Bleche und gezogene Erzeugnisse	43
6.2.3 Schmiedestücke	43

6.2.4	Rohre	44
6.2.5	Schweißzusätze	44
6.3	Anker und lasttragende Schrauben	44
7	Auslegungslasten	46
7.1	Lasten	46
7.2	Lastwerte	47
7.2.1	Lasten durch das Lagergut	47
7.2.2	Lasten durch Innendruck	47
7.2.3	Lasten aus Temperatureinwirkungen	47
7.2.4	Eigenlasten	47
7.2.5	Lasten aus Dämmungen	47
7.2.6	Verteilte Nutzlasten	47
7.2.7	Einzellasten	47
7.2.8	Schneelasten	47
7.2.9	Regenlasten	48
7.2.10	Wind	48
7.2.11	Seismische Lasten	58
7.2.12	Lasten durch angeschlossene Rohrleitungen und Anbauteile	58
7.2.13	Lasten aus Fundamentsetzungen	59
7.2.14	Sonderlasten	59
7.2.15	Lastkombinationen	59
8	Tankböden	61
8.1	Allgemeines	61
8.2	Werkstoffe	61
8.3	Auslegung	64
8.4	Fertigung	65
9	Mantelauslegung	67
9.1	Auslegungs- und Prüfspannung	67
9.2	Lasten durch Lagergut	69
9.3	Wind- und Unterdrucklasten	71
9.3.1	Versteifungsringe	71
9.3.2	Hauptversteifungsringe	72
9.3.3	Auslegung von Zusatzversteifungsringen (Windverbänden)	76
9.3.4	Axialdruck im Mantel	78
9.4	Auslegung von Tanks für erhöhte Temperaturen	78
9.4.1	Auswirkungen der erhöhten Temperatur auf die festgelegte Mindeststreckgrenze oder die 0,2-%-Dehngrenze von Stählen	78
9.4.2	Auswirkungen der erhöhten Temperatur auf den Elastizitätsmodul von Stählen	79
9.5	Zusätzliche Anwendung des Eurocodes	80
10	Auslegung von Festdächern	80
10.1	Lasten	80
10.2	Dacharten	80
10.3	Dachbleche mit Stützkonstruktion	81
10.3.1	Auslegung der Dachstützkonstruktion	81
10.3.2	Auslegung von Dachblechen	81
10.3.3	Dachblechdicke	82
10.3.4	Werkstoffe für die Konstruktion der Dachbauglieder	82
10.3.5	Schweißen von Dachblechen	82
10.3.6	Schweißnaht	82
10.3.7	Tragkonstruktionen	82
10.4	Dachbleche ohne Stützkonstruktion (Membrandächer)	83
10.5	Druckbeanspruchte Fläche der Mantel-Dach-Verbindung	84
10.6	Interne Schwimmdächer	89
11	Auslegung von Schwimmdächern	89
11.1	Allgemeines	89
11.2	Ausführungsarten von Schwimmdächern	89
11.2.1	Allgemeines	89
11.2.2	Membran-Metallschwimmdach	90
11.2.3	Doppeldeck-Metallschwimmdach	91
11.2.4	Nichtmetall-Schwimmdach in Sandwichflachbauweise	92
11.3	Auslegung	93

11.3.1	Allgemeines	93
11.3.2	Schwimmfähigkeit	94
11.3.3	Konstruktive Auslegung	98
11.3.4	Stabilität des Dachs unter Windlast	99
11.3.5	Pontonmannlöcher	99
11.3.6	Dachmannloch	99
11.3.7	Zentriervorrichtung und Verdrehsicherung	99
11.3.8	Schwimmdachentwässerung	100
11.3.9	Notentwässerungseinrichtungen	102
11.3.10	Ablauföffnungen	103
11.3.11	Automatische Lüfter und Be- und Entlüftungsöffnungen am Rand	103
11.3.12	Dichtungen	104
11.3.13	Stützen	104
11.3.14	Füllstandspeileinrichtung	106
11.3.15	Rolleiter	106
11.3.16	Erdungskabel	107
11.3.17	Schaumwand	107
11.4	Vorfertigung im Werk	107
11.5	Kennzeichnung, Verpackung, Handhabung und Transport	107
11.5.1	Allgemeines	107
11.5.2	Reparatur nach Schäden im Werk	108
11.6	Montage	108
11.7	Schweißen	108
11.7.1	Allgemeines	108
11.7.2	Stützen	108
11.7.3	Schottwände	108
11.8	Inspektion und Prüfung	109
11.8.1	Schweißnähte	109
11.8.2	Pontons	109
11.8.3	Überprüfungen	109
11.8.4	Entwässerungseinrichtungen	109
11.9	Dokumentation	110
12	Tankverankerung	110
12.1	Allgemeines	110
12.1.1	Bedingungen für Tankverankerungen	110
12.1.2	Tankinhalte, die zum Widerstandsgewicht des Tanks beitragen	110
12.1.3	Stabilitätsgleichung	112
12.1.4	Gleitreibung	113
12.1.5	Durch Kippen verursachte Drucklasten im Mantel	113
12.2	Befestigung der Verankerung	114
12.3	Ankerschrauben oder -bänder	114
12.3.1	Zulässige Zugspannung	114
12.3.2	Querschnittsfläche	114
12.3.3	Ankerlast zur Verhinderung des Abhebens	115
13	Anbauteile	116
13.1	Stützen und Mannlöcher	116
13.1.1	Allgemeines	116
13.1.2	Mantelstützen (ausgenommen Mannlöcher)	116
13.1.3	Dachstützen (ausgenommen Mannlöcher)	117
13.1.4	Mannlöcher im Tankmantel und im Dach	119
13.2	Stützenverstärkungen	120
13.3	Blockflanschverbindungen mit Stiftschrauben	129
13.4	Stützenlasten	129
13.5	Bündige Reinigungsöffnungen und Entwässerungssümpfe	129
13.5.1	Allgemeines	129
13.5.2	Bündige Reinigungsöffnungen	129
13.5.3	Entwässerungssümpfe	129
13.5.4	Kombinierter Entwässerungs- und Reinigungssumpf	129
13.6	Einzelheiten zum Schweißen von Stützen	130
13.7	Flansche	130

13.8	Wärmebehandlung von Stutzen nach dem Schweißen	130
13.9	Heiz- und/oder Kühlsysteme	131
13.10	Treppen und Laufstege	133
13.11	Geländer	133
13.12	Leitern	134
13.13	Erdanschlüsse	134
13.14	Permanente Anbauteile	135
13.15	Temporäre Anbauteile	135
13.16	Dämmung	135
14	Anforderungen an das Be- bzw. Entlüftungssystem	135
14.1	Allgemeines	135
14.2	Zweck der Be- und Entlüftung	135
14.3	Be- und Entlüftungskapazität	136
14.3.1	Allgemeines	136
14.3.2	Einstelldruck von Überdruck-/Unterdruckausgleichsventilen relativ zum Auslegungs- und Prüfdruck von Tanks (siehe 5.1 und 9.1.1)	136
14.4	Anforderungen an Auslegung/Einbau von Notsystemen zum Überdruckausgleich	136
14.4.1	Fehlfunktion eines Deckgassystems	136
14.4.2	Andere mögliche Ursachen	137
14.5	Anforderungen an Auslegung/Einbau von Notsystemen zum Unterdruckausgleich	137
15	Fertigung von Tankbauteilen im Werk	137
15.1	Allgemeines	137
15.2	Anlieferung und Identifizierung der Materialien	137
15.3	Handhabung und Lagerung der Materialien	138
15.4	Materialkennzeichnung	138
15.5	Vorbereitung von Blechen und zulässige Maßabweichungen	138
15.6	Vorbereitung von Stutzenbauteilen	139
15.7	Umformen von Blechen und zulässige Maßabweichungen	139
15.8	Öffnungen	139
15.8.1	Stutzen	139
15.8.2	Sichtfenster	140
15.8.3	Stutzen für Rührwerke	140
15.8.4	Reinigungsöffnungen	140
15.8.5	Verstärkungsbleche	140
15.8.6	Einschweißbleche	140
15.9	Schweißen	140
15.10	Oberflächenzustand	141
15.11	Kennzeichnung für die Errichtung	141
15.12	Verpackung, Handhabung und Transport zur Baustelle	141
16	Errichtung am Standort und zulässige Maßabweichungen	142
16.1	Allgemeines	142
16.2	Gründungen	142
16.2.1	Allgemeines	142
16.2.2	Zulässige Abweichungen am Rand	143
16.2.3	Zulässige Abweichungen der Gründungsoberfläche	143
16.2.4	Abweichungen nach der Flüssigkeitsdruckprüfung	143
16.3	Verankerungen	144
16.4	Handhabung und Lagerung	144
16.5	Maßnahmen bei Transport- und Handhabungsschäden	144
16.6	Bodenbleche	144
16.7	Zulässige Maßabweichungen des Mantels	145
16.7.1	Zulässige Abweichungen für die Montage des untersten Mantelschusses an den Tankboden	145
16.7.2	Zulässige Abweichungen von der Mantelgeometrie	146
16.7.3	Zulässige Abweichungen von der Lotrechten	146
16.7.4	Kantenversatz bei Mantelblechen	146
16.7.5	Zulässige Abweichungen der Form von Schweißverbindungen	147

16.7.6	Haupt- und Zusatzversteifungsringe (Windverbände)	147
16.8	Festdächer	147
16.8.1	Allgemeines	147
16.8.2	Gespärre	147
16.8.3	Dachbleche	148
16.8.4	Dachhaut und Gespärre	148
16.8.5	Dächer mit Reißnaht	148
16.9	Stützen	148
16.10	Anbauteile an der Tankaußenseite	148
16.11	Anbauteile im Tankinnern	148
16.12	Temporäre Anbauteile	148
17	Zulassung von Schweißverfahren und Schweißern	149
17.1	Allgemeines	149
17.2	Schweißverfahrensprüfung	149
17.2.1	Allgemeines	149
17.2.2	Schweißen der Prüfstücke	149
17.2.3	Untersuchung und Prüfung der Prüfstücke	149
17.2.4	Messung des Ferrit-Gehalts in austenitisch-ferritischen Stählen	150
17.3	Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)	150
17.3.1	Ausstellung	150
17.3.2	Geltungsbereich	150
17.4	Prüfung von Schweißern und Benutzern von Schweißeinrichtungen	150
17.5	Arbeitsproben für die Produktionskontrolle	151
17.5.1	Horizontale Schweißnähte	151
17.5.2	Vertikale Schweißnähte	151
18	Schweißen	151
18.1	Allgemeines	151
18.2	Reihenfolge der Schweißarbeiten	151
18.3	Schweißen von Tankböden	151
18.3.1	Entfernen von Beschichtungen	151
18.3.2	Bodenrandbleche	152
18.3.3	Bodenbleche	152
18.4	Schweißverbindung zwischen Mantel und Boden	152
18.5	Schweißen des Tankmantels	152
18.6	Schweißen des Tankdachs	152
18.7	Temporäre Schweißnähte	152
18.8	Atmosphärische Bedingungen	152
18.9	Vorwärmen	153
18.10	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	153
18.11	Reparaturschweißen	154
19	Prüfung und Inspektion	154
19.1	Allgemeines	154
19.2	Qualifizierung von ZfP-Personal	155
19.3	Prüfverfahren	155
19.4	Art der Inspektionen und Untersuchungen	155
19.4.1	Inspektion der Werkstoffe	155
19.4.2	Untersuchung der Schweißkanten und der Vorbereitungen für die Montage	155
19.4.3	Sichtprüfung während der Fertigung und Errichtung	156
19.4.4	Art und Umfang von Schweißnahtuntersuchungen und -prüfungen	156
19.4.6	Zusätzliche Untersuchungen an fehlerhaften Schweißnähten	162
19.4.7	Allgemeines	162
19.5	Unterdruckprüfung mit Saugglocke	163
19.6	Eindringprüfung	164
19.7	Magnetpulverprüfung	164
19.8	Nekalprüfung	164
19.8.1	Verstärkungsbleche	164
19.8.2	Schweißnähte an Festdächern, Dachstützen und Dach-Mantel-Verbindungen	164

19.8.3	Mantel-Boden-Verbindungen mit beidseitig geschweißten Kehlnähten	164
19.9	Durchstrahlungsprüfung	165
19.9.1	Allgemeines Verfahren	165
19.9.2	Lagerung der Filme	165
19.10	Ultraschallprüfung	166
19.11	Zulässigkeitskriterien für Unregelmäßigkeiten	166
19.12	Zulässige Unterschreitung der Wanddicke nach dem Schleifen	169
19.13	Überprüfung der Maße	169
19.14	Flüssigkeits- und Gasdruckprüfungen	169
19.14.1	Allgemeines	169
19.14.2	Füllstand für die Flüssigkeitsdruckprüfung	170
19.14.3	Gasdruck während der Prüfung	170
19.14.4	Bedingungen für die Durchführung	170
19.14.5	Untersuchung während des Befüllens	171
19.14.6	Füllen	171
19.14.7	Überprüfung und Gasdruckprüfung des Daches (gültig für alle Arten von Festdachtanks)	173
19.14.8	Prüfung der Tankstabilität bei Unterdruck (Vakuumprüfung)	173
19.14.9	Setzung des Tanks während der Flüssigkeitsdruckprüfung	174
19.15	Überprüfungen bei leerem Tank	178
19.16	Anbauteile	178
19.16.1	Anbauteile an der Tankaußenseite	178
19.16.2	Anbauteile im Tankinnern	179
20	Dokumentation und Fabrikschild	179
20.1	Dokumentation	179
20.2	Fabrikschild	181
Anhang A (normativ) Angaben und Anforderungen, die zu dokumentieren sind		183
A.1	Vom Besteller zu liefernde Angaben	183
A.2	Vereinbarungen zwischen Besteller und Hersteller	185
A.3	Vom Hersteller zu liefernde Angaben	186
A.4	Vom Stahlhersteller zu liefernde Angaben	187
A.5	Zwischen Tankhersteller und Stahlhersteller zu vereinbarende Angaben	187
A.6	Zwischen Besteller und Schwimmdachlieferant zu vereinbarende Angaben	187
A.7	Zwischen Tankhersteller und Schwimmdachlieferant zu vereinbarende Angaben	187
A.8	Vom Schwimmdachlieferanten zu liefernde Angaben	187
A.9	Zwischen Besteller und Lieferant des Aluminium-Kugelsegmentdachs zur Abdeckung eines offenen Stahltanks zu vereinbarende Angaben	188
A.10	Zwischen Tankhersteller und Lieferant des Aluminium-Kugelsegmentdachs zu vereinbarende Angaben	188
A.11	Vom Lieferanten des Aluminium-Kugelsegmentdachs zu liefernde Angaben	189
A.12	Zwischen Tankhersteller und Lieferant der Ringspaltabdichtungen für Schwimmdächer zu vereinbarende Angaben (sofern zutreffend)	189
A.13	Vom Lieferanten der Ringspaltabdichtungen für Schwimmdächer zu liefernde Angaben (sofern zutreffend)	189
Anhang B (informativ) Erwägungen zum Betrieb und zur Sicherheit von Lagertanks		190
B.1	Allgemeines	190
B.2	Tanktyp	190
B.2.1	Lagergut	190
B.2.2	Auswahl des Lagertanktyps anhand des besten Wirkungsgrades in Bezug auf die Minderung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)	190
B.2.3	Klimatische und geologische Bedingungen am Standort	193
B.3	Erwägungen zu Gefahren für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt	193
B.4	Anbauteile an Tanks für Sicherheits- und Feuerlöscheinrichtungen	194
Anhang C (normativ) Anforderungen an interne Schwimmdächer		195
C.1	Allgemeines	195
C.2	Arten von internen Schwimmdächern	196
C.3	Anforderungen an Auslegung und Ausführung	199
C.3.1	Auslegung	199

C.3.2	Werkstoffe	204
C.3.3	Ausrüstungsteile von internen Schwimmdächern	205
C.4	Einbau	209
C.4.1	Untersuchung des Tanks	209
C.4.2	Untersuchung und Einbau des internen Schwimmdachs	209
C.4.3	Prüfungen	209
C.5	Dokumentation	210
Anhang D (informativ) Detaillierte Anforderungen an die Auslegung von Schwimmdächern		211
D.1	Allgemeines	211
D.2	Auslegungsfälle	212
D.2.1	Allgemeines	212
D.2.2	Normalbetrieb	212
D.2.3	Windlasten	213
D.2.4	250 mm Regenwasser	213
D.2.5	Zwei undichte Pontons und eine undichte Mittelmembran	214
D.2.6	Auf seinen Stützen ruhendes Dach	214
D.2.7	Auslegungs Sonderfälle	215
D.3	Lastbedingungen	216
D.3.1	Allgemeines	216
D.3.2	Eigengewicht	216
D.3.3	Eigengewicht der Rollleiter + Schienen der Rollleiter	217
D.3.4	Hydrostatische Lasten	218
D.3.5	Windlasten (siehe auch EN 1991-1-4)	221
D.3.6	Belastung der Membran	224
D.3.7	Beullasten bei Pontons	225
D.3.8	Belastung der Dachstützen	227
D.4	Spannungsüberprüfungen	229
D.5	Maximale Höhe der Flüssigkeit auf der Oberseite der Mittelmembran	230
Anhang E (normativ) Anforderungen an Ringspaltabdichtungen für Schwimmdächer		232
E.1	Allgemeines	232
E.2	Auslegung von Dichtungen und Dichtungswerkstoffe	232
E.3	Werkstoffauswahl	233
E.4	Arten von Dichtungen für Schwimmdächer	234
E.4.1	Allgemeines	234
E.4.2	Funktionen der Ringspaltabdichtungen	234
E.4.3	Arten von Ringspaltabdichtungen	235
E.5	Sekundärdichtungen und Witterungsschutz	242
E.5.1	Sekundärdichtungen	242
E.5.2	Witterungsschutz	244
E.6	Teile eines Schwimmdachs, die mit einer ordnungsgemäßen Dichtungsauslegung verknüpft sind	244
E.6.1	Schaumwand	244
E.6.2	Erdanschlüsse	244
E.6.3	Brandmeldeanlage	245
E.6.4	Maximale Betriebshöhe der Dichtung	245
E.7	Einbau	245
E.8	Inspektion und Prüfung	245
E.9	Dokumentation	246
Anhang F (normativ) Auswahl von unlegierten und nichtrostenden Stahlwerkstoffen nach alternativen Spezifikationen zu denen in 6.1 und 6.2		247
F.1	Alternative Nationale Normen	247
F.2	Unlegierter Stahl	247
F.2.1	Allgemeine Anforderungen	247
F.2.2	Chemische Zusammensetzung	247
F.2.3	Mechanische Eigenschaften	250
F.2.4	Kerbschlagbiegeversuche	251
F.3	Nichtrostender Stahl	253

F.3.1	Allgemeine Anforderungen	253
F.3.2	Chemische Zusammensetzung und Sorten von nichtrostendem Stahl	253
F.3.3	Mechanische Eigenschaften und Kerbschlagzähigkeit	253
F.3.4	Kerbschlagbiegeversuche	254
Anhang G (informativ) Empfehlungen für Vorkehrungen zur Erdbebensicherheit von Lagertanks		255
G.1	Einleitung	255
G.2	Verweisungen	255
G.3	Allgemeines	255
G.3.1	Erdbebeneinwirkungen	255
G.4	Ablaufdiagramme zur Berechnung der hydrodynamischen Effekte in vertikalen zylindrischen Tanks	259
G.5	Vertikale, starre, zylindrische Tanks mit Bodenlagerung, an der Gründung befestigt . . .	267
G.5.1	Horizontale Erdbebeneinwirkung	267
G.5.2	Vertikale Erdbebeneinwirkung	270
G.6	Flexible Wand, impulsive Komponente, horizontale Erdbebeneinwirkung	271
G.7	Wechselwirkungen zwischen Boden und Bauwerk bei Tanks mit Bodenlagerung	273
G.7.1	Allgemeines	273
G.7.2	Näherungsverfahren	273
G.8	Überlagerung der impulsiven und konvektiven Drücke	275
G.9	Überlagerung der Drücke infolge horizontaler und vertikaler Komponenten der Erdbebeneinwirkung — Ringspannungen	275
G.10	Seismische Basischubkraft und Kippmoment	276
G.11	Seismische Antwort	277
G.11.1	Allgemeines	277
G.11.2	Vertikale Membrandruckspannungen	277
G.11.3	Manteldruck bei unverankerten Tanks ($0,785 < AR \leq 1,54$) — Vertikale Membrandruckkräfte und -spannungen in der Wand infolge des Abhebens	278
G.11.4	Abhebehöhe des Mantels und Abhebelänge des Bodenblechs	278
G.11.5	Radiale Membranspannungen im Bodenblech	281
G.11.6	Plastische Rotation des Bodenblechs	281
G.12	Stabilitätsnachweise für Stahltanks	282
G.12.1	Ringspannungen	282
G.12.2	Nachweis der meridionalen (axialen) Druckbeanspruchung bei gleichzeitigem Innendruck	282
G.13	Praktisches Beispiel für die Berechnung der seismischen Auslegung eines unverankerten Lagertanks	285
G.13.1	Allgemeines	285
G.13.2	Seismische Daten	286
G.13.3	SSE-Auslegung	288
G.13.4	Eigenperioden	289
G.13.5	Nachweis der Ringspannungen	291
Anhang H (informativ) Empfehlungen für spezielle Tankbodenausführungsarten		306
H.1	Allgemeines	306
H.2	Nicht vollflächig unterstützte Böden	306
H.3	Doppelböden	308
H.3.1	Allgemeines	308
H.3.2	Begriffe	308
H.3.3	Allgemeine Anforderungen	308
H.3.4	Ausführungsarten	309
H.3.5	Planung	310
H.3.6	Auslegung	311
H.3.7	Werkstoffe	313
H.3.8	Vorbereitung	313
H.3.9	Einbau	313
H.3.10	Annehmbare Abweichungen des oberen Bodens von den festgelegten Maßen	314
H.3.11	Schweißen	314
H.3.12	Inspektion nach Einbau der Leckschutzauskleidung	316

H.3.13	Kennzeichnung	316
H.3.14	Leckanzeigesystem der Klasse 1	317
H.3.15	Weitere Leck-/Leckageanzeigesysteme	321
H.3.16	Berechnungsanforderungen	321
H.4	Hochbehälter oder balkenaufgelagerte Tanks	321
Anhang I (informativ) Empfehlungen für Tankgründungen		322
I.1	Allgemeines	322
I.2	Bodenuntersuchung	322
I.2.1	Allgemeines	322
I.2.2	Grundwasserspiegel	322
I.2.3	Seismische Untersuchungen	322
I.2.4	Zu vermeidende Standorte	323
I.3	Gründungsauslegung	323
I.3.1	Allgemeines	323
I.3.2	Lastbedingungen	323
I.3.3	Für den Boden zulässige Auflagerdrücke	323
I.3.4	Setzungsschätzungen oder -vorhersagen	323
I.3.5	Bodenverbesserung und Pfahlgründung	324
I.3.6	Widerstand gegen Abheben	324
I.4	Ausführungsarten von Gründungen	325
Anhang J (informativ) Beispiele für die Berechnung der Mantelstabilität und von Versteifungsringen		326
J.1	Praktische Beispiele für die Auslegung von zusätzlichen Versteifungsringen (Windverbände)	326
J.2	Beispiel 1	326
J.3	Beispiel 2	330
Anhang K (normativ) Auslegungsregeln für Tanks mit Reißnähten in der Dach-Mantel-Verbindung		337
K.1	Allgemeines	337
K.1.1	Zweck	337
K.1.2	Reißverhalten bei unverankerten Festdachtanks	337
K.1.3	Reißverhalten bei verankerten Festdachtanks	338
K.2	Ausführung	338
K.3	Werkstoffe	339
K.4	Auslegungsregeln	339
Anhang L (informativ) Beurteilung von Einstelldrücken von Druck-/Unterdruckausgleichsventilen in Bezug auf den Auslegungs- und Prüfdruck von Tanks		344
L.1	Allgemeines	344
L.2	Beispiel A: Tank mit hohem Druck	344
L.3	Beispiel B: Tank mit niedrigem Druck	345
Anhang M (informativ) Tankverankerung		348
Anhang N (informativ) Einzelheiten zum Schweißen von Anbauteilen		360
N.1	Eingeschweißte Anbauteile	360
N.2	Aufgeschweißte Anbauteile	362
N.3	Blockflanschverbindungen mit Stiftschrauben	363
N.4	Dachstützen	364
Anhang O (informativ) Bündige Tanktüren und Entwässerungssümpfe		366
O.1	Bündige Tanktüren	366
O.1.1	Allgemeines	366
O.1.2	Bündige Tanktüren mit Einschweißblechverstärkung	366
O.1.3	Bündige Tanktüren mit Verstärkungsblech	369
O.2	Entwässerungssümpfe	372
O.3	Kombinierter Entwässerungs- und Reinigungssumpf	372
Anhang P (informativ) Heiz- und/oder Kühlsysteme		375
P.1	Allgemeines	375
P.2	Wärmeübertragungsmittel	375
P.3	Arten von Heiz- oder Kühleinrichtungen	375

P.4	Einbau	376
Anhang Q (informativ) Empfehlungen für die Auslegung und Anbringung der Dämmung		
Q.1	Allgemeines	378
Q.2	Auslegungserwägungen	379
Q.2.1	Allgemeines	379
Q.2.2	Eigenlast	379
Q.2.3	Windlasten	379
Q.2.4	Wärmeausdehnung	379
Q.2.5	Bewegung durch Flüssigkeitsdruck	380
Q.3	Mechanische Befestigung	380
Q.3.1	Allgemeines	380
Q.3.2	Angeschweißte Halterungen	380
Q.3.3	Angeklebte Halterungen	383
Q.3.4	Außen angebrachte Tragrahmen	384
Q.3.5	Sekundäre Stützglieder	384
Q.3.6	Dachdämmung	384
Q.4	Einzelheiten der Auslegung	384
Q.4.1	Stutzen und Mannlöcher	384
Q.4.2	Verbindungen von Treppen	385
Q.4.3	Halterungen im Bereich von Versteifungsringen (Windverbänden)	385
Q.4.4	Dachüberstand	385
Q.4.5	Versteifungsringe (Windverbände)	386
Q.4.6	Außenliegende Versteifungsringe (Windverbände) und Dämmung zwischen Tankboden und -mantel	386
Q.5	Korrosionsschutz	386
Q.6	Dämmung	386
Q.6.1	Allgemeines	386
Q.6.2	Stutzenverbindungen und Mannlöcher	388
Q.6.3	Versteifungsringe (Windverbände)	389
Q.7	Verkleidung	390
Q.7.1	Allgemeines	390
Q.7.2	Seitenwandverkleidung	391
Q.7.3	Dachverkleidung	391
Q.8	Befestigung der Dämmung	392
Q.8.1	Dämmplatten oder -blöcke mit Metallverkleidung	392
Q.8.2	Einbringen von Schaum hinter die Metallverkleidung am Standort	392
Q.8.3	Sprühschaum	393
Q.8.4	Dächer	393
Q.9	Brandgefahr	393
Anhang R (normativ) Oberflächenbeschaffenheit		
R.1	Mit dem Lagergut in Kontakt stehende interne Oberflächen	394
R.1.1	Allgemeines	394
R.1.2	Tanks aus unlegierten Stählen	394
R.1.3	Tanks aus nichtrostendem Stahl	394
R.2	Äußere Oberflächen	397
R.2.1	Allgemeines	397
R.2.2	Tanks aus unlegierten Stählen	397
R.2.3	Tanks aus nichtrostendem Stahl	397
Anhang S (normativ) Freitragende Aluminiumdächer für Lagertanks		
S.1	Allgemeines	398
S.1.1	Zweck	398
S.1.2	Definition	399
S.1.3	Allgemeine Anwendung	399
S.1.4	Besonderheiten	399
S.2	Werkstoffe	400
S.2.1	Allgemeines	400
S.2.2	Konstruktiver Rahmen	400

S.2.3	Dachplatten	400
S.2.4	Schrauben und Befestigungsmittel	400
S.2.5	Dichtstoffe und Flachdichtungswerkstoffe	400
S.2.6	Scheiben für Oberlichter	401
S.3	Zulässige Spannungen	401
S.3.1	Aluminiumbauglieder	401
S.3.2	Aluminiumplatten (siehe S.2.3)	401
S.3.3	Schrauben und Befestigungsmittel	401
S.4	Auslegung	401
S.4.1	Auslegungsgrundsätze	401
S.4.2	Auslegungslasten	403
S.4.3	Innendruck	403
S.5	Befestigung des Dachs	404
S.5.1	Lastabtragung	404
S.5.2	Dachstützen	404
S.5.3	Trennung zwischen Kohlenstoffstahl und Aluminium	404
S.5.4	Erdung	404
S.6	Physikalische Eigenschaften	404
S.6.1	Größen	404
S.6.2	Kugelsegmentradius	405
S.7	Plattformen, Laufstege und Geländer	405
S.8	Zubehörteile	405
S.8.1	Dachluken	405
S.8.2	Dachstützen und Messluken	405
S.8.3	Oberlichter	405
S.9	Abdichtung am Mantel	405
S.10	Prüfung	406
S.10.1	Dichtheitsprüfung	406
S.11	Fertigung und Errichtung	406
S.11.1	Allgemeines	406
S.11.2	Fertigung	406
S.11.3	Schweißen	406
S.11.4	Untersuchungsberichte	406
S.11.5	Versand und Handhabung	406
S.11.6	Errichtung	407
S.11.7	Ausführungsqualität	407
S.12	Geforderte Informationen und das Verfahren zur Überprüfung der Stabilität des Mantels unter den vom Kugelsegmentdach aufbrachten Lasten	407
S.12.1	Für den INPUT erforderliche Daten	407
S.12.2	Messung des Tankmantels	407
S.12.3	Lasten	408
S.12.4	Überprüfung des Tragwerks	408
Anhang T (informativ) Finite-Elemente-Methode (FEA) — Anforderungen bezüglich der Anwendung der FEA zur Unterstützung einer zur Genehmigung vorgelegten Tankauslegung		
T.1	Allgemeines	410
T.2	Spezialanforderung an die Auslegung	410
T.3	FEA-Auslegungsbericht	410
Anhang U (informativ) Analysengestützte Auslegung — Auf Spannungskategorien beruhende Verfahren		
U.1	Vorwort	413
U.2	Spannungskategorisierung	413
U.3	Vergleichsspannung	415
U.3.1	Allgemeines	415
U.3.2	Globale Störstelle	416
U.3.3	Lokale Störstelle	416
U.3.4	Primärspannung	416

U.3.5	Sekundärspannung	417
U.3.6	Spitzenspannung	417
U.3.7	Spezielle Symbole und Abkürzungen	417
U.4	Anforderungen an die Verfahren zur Spannungsbestimmung	418
U.4.1	Annahme linearer Elastizität	418
U.4.2	Auswahl von Verfahren zur Bestimmung von Spannungen	418
U.5	Klassifizierung der Spannungen	419
U.6	Verfahren der Spannungsanalyse	422
U.7	Beurteilungskriterien	424
U.7.1	Allgemeines	424
U.7.2	Begrenzung von äquivalenten primären Spannungen	425
U.7.3	Begrenzung von äquivalenten Spannungsbereichen, die aus primären und sekundären Spannungen resultieren	426
Anhang V (informativ) Umweltauswirkungen		427
V.1	Umweltverträglichkeitsbewertung	427
V.1.1	Einleitung	427
V.1.2	Anlagenemissionen	427
V.1.3	Emissionsüberwachung	427
V.1.4	Philosophie für Abfackeln/Abblasen	428
V.1.5	Schallschutz	428
V.1.6	Externe Verkehrsinfrastruktur	428
V.1.7	Wasserabförderung	428
V.2	Allgemeine Sicherheitsanforderungen	429
V.2.1	Ansatz für die Sicherheitsphilosophie	429
V.2.2	Die Anlage und ihre Umgebung	429
V.2.3	Standortanalyse	429
V.2.4	Klimatische Gegebenheiten	430
V.2.5	Seismologie	430
V.2.6	Standort	431
V.3	Gefährdungsbeurteilung	432
V.3.1	Allgemeines	432
V.3.2	Beurteilung	432
V.3.3	Verbesserung der Sicherheit	436
V.4	Sicherheitstechnische Auslegung und Konstruktion	437
V.4.1	Einleitung	437
V.4.2	Auslegung	437
V.4.3	Überprüfungen	440
V.5	Sicherheit während des Betriebs	441
V.5.1	Vorbereitungen für den Anlagenbetrieb	441
V.5.2	Sicherheit während des Anlagenbetriebs	441
Anhang W (normativ) In der Auslegung nach Eurocode 3 zu verwendende Teilsicherheitsbeiwerte		442
W.1	Allgemeines	442
W.2	Teilsicherheitsbeiwerte	442
Literaturhinweise		443

Bilder

Bild 1	— Niedrigste Auslegungswandtemperatur, bei der jede Stahlsorte eingesetzt werden kann	37
Bild 2	— Zulässige Dickenabweichungen von Blechen	41
Bild 3	— Windsog über einem Kugelsegmentdach	50
Bild 4	— Kugelsegmentdach	51
Bild 5	— Windsog über Kegeldächern	55
Bild 6	— Bereiche von verschiedenen Soglasten über Kegeldächern	56
Bild 7	— Typische Tankbodenkonstruktionen	64

Bild 8 — Typische Ausführung der Verbindung von Bodenblechen bis zum Rand unter Mantelblechen für Tanks ohne Bodenrandbleche	66
Bild 9 — Typische Ausführung der Verbindung von Bodenrandblechen unter Mantelblechen für Tanks mit Bodenrandblechen	66
Bild 10 — Anordnung von Mantelblechen	69
Bild 11 — Durch einen Versteifungsring geführte Treppe	74
Bild 12 — Typische druckbeanspruchte Flächen an der Mantel-Dach-Verbindung	87
Bild 13 — Typisches Membrandach	91
Bild 14 — Typischer Tank mit Membranschwimmdach	91
Bild 15 — Typisches Doppeldeckdach	92
Bild 16 — Typischer Tank mit Doppeldeckschwimmdach	92
Bild 17 — Typisches Schwimmdach in Sandwichflachbauweise	93
Bild 18 — Schwimmdachkonfiguration, bei der Mittelmembran und zwei benachbarte Pontonzellen vollständig überflutet sind	95
Bild 19 — Schematische Darstellung der Neigung des Dachs	95
Bild 20 — Durchhängen der Membran aufgrund von Wasseransammlung	96
Bild 21 — Schwimmdachkonfiguration, bei der zwei benachbarte Pontonzellen undicht sind	97
Bild 22 — Flexibles Gestell in einem Doppeldeckdach (schraffierte Fläche)	98
Bild 23 — Bewegungen um die Führungsstange	100
Bild 24 — Zu einem Mittelsumpf hin abfallende Membran	101
Bild 25 — Membran, die sich aufgrund von Dampfdruck unterhalb der Mittelmembran nach oben wölbt, mit sekundären Sümpfen	102
Bild 26 — Automatische Lüfter	104
Bild 27 — Dachmanschetten, die von ausreichender Länge sein müssen, um über dem endgültigen Regenwasserspiegel zu stehen	105
Bild 28 — Kippprüfung bei unverankerten Tanks	111
Bild 29 — Dachstützen mit Flansch (siehe Tabelle 27)	116
Bild 30 — Typische Ausführung eines Mannlochs im Tankmantel	118
Bild 31 — Beispiel eines verschraubten Dachmannlochs	119
Bild 32 — Verstärkung von bodennahen Stützen	121
Bild 33 — Manteleinschweißblech als Verstärkung (siehe 13.1.4)	123
Bild 34 — Verstärkung des Mantelstützens	124
Bild 35 — Dickerer Stützen als Mantelverstärkung	125
Bild 36 — Alternativer Rohrstützen als Verstärkung (siehe 13.1.5)	126
Bild 37 — Diagramm zur Ermittlung der Dicke einer Rohrstützenverstärkung (siehe 13.2.2)	128
Bild 38 — Öffnungen für Stützen, die Mantelnähte schneiden	131
Bild 39 — Einzelheiten zum Auftragsschweißen bei Stützen	132
Bild 40 — Typische Details eines Erdanschlusses	134
Bild 41 — Zusätzliche Untersuchungen an fehlerhaften Schweißnähten	163
Bild 42 — Maximale differentielle Umfangssetzung zwischen höchsten und niedrigsten Punkten	175
Bild 43 — Radiale Setzung	176
Bild 44 — Kantensetzung	176
Bild 45 — Wellen im Tankboden	177
Bild 46 — Hohlraum durch nicht aufliegende Bodenbleche	177
Bild 47 — Flächenneigung	178
Bild B.1 — Flussdiagramm für die Auswahl des Lagertanktyps anhand des Parameters „Wahrer Dampfdruck“	192
Bild C.1 — Beispiel für den Einbau eines typischen Schwimmdachs in einem Festdach-Lagertank	197
Bild C.2 — Beispiele für verschiedene Ausführungsarten von Schwimmdächern	199
Bild C.3 — Dachrandlüfter (schaufelförmige Hauben)	203
Bild C.4 — Typische Ausführung von Stütze und Entlüfter	206
Bild D.1 — Schematische Darstellung des Dachs	211
Bild D.2 — Normalbetrieb eines Membrandachs	213
Bild D.3 — Wasseransammlung mit einer Höhe von 250 mm auf einem Membrandach	213
Bild D.4 — Schwimmfähigkeit bei zwei undichten Schwimmzellen und undichter Mittelmembran	214
Bild D.5 — Typische Anordnung der Dachstützen	215

Bild D.6 — Verziehen eines Membrandachs aufgrund einer Kombination aus Dampfansammlung und außermittigem Lastangriff	216
Bild D.7 — Typische Anordnung einer Rollleiter	217
Bild D.8 — Anforderungen bezüglich der Hinzufügung von Verstrebungen in Leiter- und Schienensegmenten zur Verhinderung von deren Biegung und Torsion unter den anwendbaren Lasten	218
Bild D.9 — Schematische Darstellung der durch das Lagergut bedingten auf den Schwimmdachponton wirkenden hydrostatischen Lasten	219
Bild D.10 — Hydrostatischer Druck im Innern von undichten Pontons	220
Bild D.11 — Typische Position des auf der Mittelmembran angesammelten Wassers	221
Bild D.12 — Werte für $C_{p,mean}$, den für Schwimmdächer von offenen Lagertanks geltenden mittleren Unterdruckkoeffizienten bei verschiedenen Höhen (h_r) des Schwimmdachs in Bezug auf die Tankmantelhöhe (H)	223
Bild D.13 — Am Innenrand wirkende Lasten	225
Bild D.14 — Schematische Darstellung der von der Membran auf den Ponton übertragenen Kraft	226
Bild D.15 — Modi des Beulens von Schwimmdächern	226
Bild D.16 — Für den Beulwiderstand zur Verfügung stehendes Material	227
Bild D.17 — Exzentrizität einer Podeststütze (Dachstütze)	229
Bild D.18 — Dachstützenmanschette im Verhältnis zu 250 mm Wasser	231
Bild E.1 — Verschiedene Arten von flüssigkeitsmontierten mechanischen Gleitblechdichtungen	238
Bild E.2 — Verschiedene Arten von im Dampfraum montierten Dichtungen	240
Bild E.3 — Verschiedene Arten von flüssigkeitsmontierten Dichtungen	242
Bild E.4 — Randmontierte Sekundärdichtung	243
Bild E.5 — Gleitblechmontierte Sekundärdichtung	244
Bild F.1 — Anforderungen an die Prüftemperatur zum Nachweis der Mindestwerte der Charpy-V-Kerbschlagarbeit	252
Bild G.1 — Überblick über den Berechnungsablauf	260
Bild G.2 — Starre Wand, impulsive Komponente, horizontale Erdbebeneinwirkung	261
Bild G.3 — Flexible Wand, impulsive Komponente, horizontale Erdbebeneinwirkung	262
Bild G.4 — Horizontale Erdbebeneinwirkung, konvektive Komponente	263
Bild G.5 — Starre Wand, vertikale Erdbebeneinwirkung	264
Bild G.6 — Flexible Wand, horizontale Erdbebeneinwirkung	265
Bild G.7 — Starre Wand — Ringspannungen und Prozess der Auslegung der Tankstabilität	266
Bild G.8 — Erhöhung der vertikalen Membrankraft infolge des Abhebens (N_u)	278
Bild G.9 — Abhebehöhe	279
Bild G.10 — Abhebelänge des Bodenblechs	280
Bild G.11 — Abhebelänge des Bodenblechs	281
Bild G.12 — Rotation des Bodenblechs	282
Bild G.13 — Horizontales impulsives 5-%-Spektrum für SSE	288
Bild G.14 — Horizontales konvektives 0,5-%-Spektrum für SSE	288
Bild G.15 — Vertikales elastisches 5-%-Spektrum für SSE	289
Bild H.1 — Bodenblech auf Linienauflagern aus Beton	307
Bild H.2 — Bodenblech auf Stahlauflagern	307
Bild H.3 — Annehmbare Möglichkeiten für die Verbindung des Zwischenraums mit dem Tankmantel	310
Bild H.4 — Trennverbindung zwischen zwei Überwachungsbereichen mit Riffelblechboden (ähnlich bei Drahtgeflecht und Blechen)	312
Bild H.5 — Alternative Schweißverbindung	312
Bild H.6 — Tankbauwerk mit Schale	318
Bild J.1 — Detailzeichnung für Beispiel 1	330
Bild J.2 — Detailzeichnung für Beispiel 2	335
Bild K.2 — Kegeldach	338
Bild K.3 — Kugelsegmentdach	338
Bild K.4 — Verbindungen zwischen Dach und oberem Mantelschuss: Dach am Dacheckring angeschweißt	341
Bild K.5 — Verbindungen zwischen Dach und oberem Mantelschuss: Dach am oberen Mantelschuss angeschweißt	343

Bild L.1 — Beispielbild zur Ermittlung von Einstelldrücken von Ventilen	344
Bild L.2 — Schematische Darstellung von Beispiel A	345
Bild L.3 — Schematische Darstellung von Beispiel B	347
Bild M.1 — Typische Ausführung eines Ankerbands	349
Bild M.2 — Typische Ausführung einer Ankerschraube mit individueller Ankerstütze	350
Bild M.3 — Notation von Ankerstützen	352
Bild M.4 — Lastverteilung	354
Bild M.5 — Typische Ausführung einer Ankerschraube mit durchgehendem Stützring	355
Bild M.6 — Beispiel einer Ankerstütze	357
Bild N.1 — Einzelheiten zum Schweißen bei eingeschweißten Anbauteilen	362
Bild N.2 — Einzelheiten zum Schweißen bei aufgeschweißten Anbauteilen	363
Bild N.3 — Einzelheiten zum Schweißen bei Blockflanschverbindungen mit Stiftschrauben	364
Bild N.4 — Einzelheiten zum Schweißen bei Dachstützen	365
Bild O.1 — Typische bündige Tür mit Einschweißblechverstärkung für eine 915 mm × 1 230 mm große Öffnung	367
Bild O.2 — Typische bündige Tür mit Einschweißblechverstärkung für eine 300 mm × 1 230 mm große Öffnung	368
Bild O.3 — Typische bündige Tür mit Verstärkungsblech für eine 915 mm × 1 230 mm große Öffnung	370
Bild O.4 — Typische bündige Tür mit Verstärkungsblech für eine 300 mm × 1 230 mm große Öffnung	371
Bild O.5 — Typische Ausführung von Entwässerungssümpfen	372
Bild O.6 — Typische Ausführung eines kombinierten Entwässerungs- und Reinigungssumpfes	374
Bild Q.1 — Halterungsplatten	382
Bild Q.2 — Halterungswinkel und -bleche	383
Bild Q.3 — Typische Ausführung von Stützen oder Mannlöchern mit Flansch	385
Bild Q.4 — Typische Anordnung, die den Abschluss der Dämmung im Bereich des Tankbodens zeigt	387
Bild Q.5 — Typische Ausführung einer ausschließlich am Mantel befestigten Dämmung unter dem Dachüberstand	388
Bild Q.6 — Typische Ausführung von Stützen oder Mannloch mit zusätzlicher Abzweigungsdämmung	389
Bild Q.7 — Typische Ausführung einer örtlichen Dämmung am Versteifungsring (Windverbände)	390
Bild S.1 — Typische Einzelheiten eines geodätischen Aluminium-Kugelsegmentdachs	398
Bild S.2 — Auflagerung des Kugelsegments	408
Bild U.1 — Einzelheit des Bereichs der Schweißnaht, der vom Schweißnahtfaktor betroffen ist	414

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole	28
Tabelle 2 — Abkürzungen	30
Tabelle 3 — Grenzwerte des Auslegungsdrucks für Tanks	31
Tabelle 4 — Niedrigste Auslegungswandtemperatur auf Grundlage der LODMAT	33
Tabelle 5 — Warmgewalzte Erzeugnisse mit einer Streckgrenze $\leq 275 \text{ N/mm}^2$	34
Tabelle 6 — Warmgewalzte Erzeugnisse mit einer Streckgrenze $> 275 \text{ N/mm}^2$ und $\leq 355 \text{ N/mm}^2$	34
Tabelle 7 — Warmgewalzte Erzeugnisse mit einer Streckgrenze $> 355 \text{ N/mm}^2$	35
Tabelle 8 — Warmgewalzte Erzeugnisse zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen ($> 100 \text{ }^\circ\text{C}$)	35
Tabelle 9 — Charpy-V-Kerbschlagarbeit von Typen der Stahlsorten	35
Tabelle 10 — Stahlbauteile	38
Tabelle 11 — Bedingungen für den Verzicht auf den Nachweis der Kerbschlagarbeit	40
Tabelle 12 — Nichtrostende Stähle zur Herstellung von Tanks	42
Tabelle 13 — Zulässige Werkstoffe für Schrauben	44
Tabelle 14 — Charakteristische Werte für die 0,2-%-Dehngrenze für Schrauben nach EN ISO 3506-1	46

Tabelle 15 — Parameter, die zur Berechnung der Windsoglasten über Kugelsegmentdächern benötigt werden	52
Tabelle 16 — $C_{pe,10}$ -Werte für Kegeldächer	56
Tabelle 17 — Parameter, die zur Berechnung der Windsoglasten über Kegeldächern benötigt werden	57
Tabelle 18 — Mindestwerte für die Bodenblech-Nennstärke	62
Tabelle 19 — Kehlnahtstärke für Mantelblechdicken kleiner als Bodenblech- oder Bodenrandblechstärke	67
Tabelle 20 — Festgelegte Mindestnennstärke der Mantelbleche	68
Tabelle 21 — Widerstandsmomente von Versteifungsringen	72
Tabelle 22 — Mindestmaße der Winkel	76
Tabelle 23 — Mindestmaße des Dacheckrings	89
Tabelle 24 — Festlegungen zu Ankerlasten und Spannungen	115
Tabelle 25 — Spezifikation von Schraubenwerkstoffen	115
Tabelle 26 — Mindestwert der Stützenwandstärke	117
Tabelle 27 — Maße von Dachstützen	117
Tabelle 28 — Mindestmaße von Dachmannlöchern	119
Tabelle 29 — Zulässige Abweichungen der Gründungsoberfläche	143
Tabelle 30 — Maximale Abweichungen zwischen Auslegungsprofil und Profil des fertigen Tanks	146
Tabelle 31 — Kantenversatz bei senkrechten Verbindungen	146
Tabelle 32 — Zulässige Abweichungen der Form von Schweißverbindungen	147
Tabelle 33 — Anforderungen an die Wärmebehandlung von Stützen nach dem Schweißen	153
Tabelle 34 — Art und Umfang der Schweißnahtuntersuchungen und -prüfungen für unlegierte Stähle und nichtrostende Stähle	156
Tabelle 35 — Umfang von Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfungen von Schweißnähten an Mantelblechen aus unlegierten Stählen	160
Tabelle 36 — Umfang von Durchstrahlungs- und Eindringprüfungen von Schweißnähten an Mantelblechen aus nichtrostendem Stahl	161
Tabelle 37 — Umfang von Delta-Ferrit-Messungen an austenitisch-ferritischen Stählen	161
Tabelle 38 — Zulässigkeitskriterien für Unregelmäßigkeiten	166
Tabelle 39 — Stadien der Befüllung des Tanks während der anfänglichen Flüssigkeitsdruckprüfung	172
Tabelle 40 — Liste der Unterlagen	179
Tabelle D.1 — Liste von maßgeblichen Variablen bei Schwimmdächern	211
Tabelle D.2 — Spannungsüberprüfungen für detaillierte Spannungsanalyse eines Dachs	230
Tabelle E.1 — Hinweise zu häufig verwendeten Polymerwerkstoffen für bestimmte Lagergüter	234
Tabelle F.1	249
Tabelle F.2 — Bedingungen für den Verzicht auf den Nachweis der Kerbschlagarbeit	251
Tabelle G.1 — Dämpfungsverhältnis	257
Tabelle G.2 — Verhaltenskoeffizient	257
Tabelle G.3 — Verankerung	258
Tabelle G.4 — Zulässige Spannungen	282
Tabelle G.5 — Fertigungsstufe	284
Tabelle G.6 — Zulässige Druckspannungen	285
Tabelle G.7 — Grundlagen für die Auslegung	285
Tabelle G.8 — SSE-Beschleunigungen	286
Tabelle G.9 — OBE-Beschleunigungen	287
Tabelle G.10 — Bodenklasse	287
Tabelle G.11 — Bodenklassen/Auslegungsspektrumsperioden	287
Tabelle G.12 — Vertikale Auslegungsbeschleunigungen	288
Tabelle G.13 — Berechnung der äquivalenten gleichmäßigen Mantelstärke	289
Tabelle G.14 — Impulsiver Modus	290
Tabelle G.15 — Konvektiver Modus	290
Tabelle G.16 — Tabelle zur Ermittlung des Faktors ζ für jeden Mantelschuss	291
Tabelle G.17 — Tabelle zur Ermittlung des Wertes $I'(x_n)$	291
Tabelle G.18 — Tabelle zur Ermittlung des Wertes $C_i(\xi, \zeta)$ für jeden Mantelschuss	292
Tabelle G.19 — Auslegungswerte zur Verwendung in Tabelle G.20	292

Tabelle G.20 — Tabelle zur Berechnung von $p_c(\xi, \zeta, \theta, t)$ für jeden Mantelschuss	293
Tabelle G.21 — Tabelle zur Berechnung von $p_{vf}(\zeta, t)$ für jeden Mantelschuss	294
Tabelle G.22 — Tabelle zur Berechnung der erforderlichen Mantelschussdicke aufgrund eines seismischen SSE-Ereignisses	294
Tabelle G.23 — Massen und Schwerpunkte	295
Tabelle G.24 — Teil des Tankinhalts, der zur Verhinderung des Kippens verwendet werden darf	296
Tabelle G.25 — Verhältnis der Tankverankerung	296
Tabelle G.26 — Abheben des Bodenblechs	297
Tabelle G.27 — Radiale Membranspannung im Bodenblech	297
Tabelle G.28 — Rotation des Bodenblechs	298
Tabelle G.29 — Maximale axiale Druckspannung aufgrund des Kippmoments	299
Tabelle G.30 — Maximale axiale Druckspannung aufgrund des Kippmoments	301
Tabelle G.31 — Nachweis des elastischen Beulens	302
Tabelle G.32 — Nachweis des elastisch-plastischen Beulens	302
Tabelle G.33 — Schlussfolgerung zu den Druckspannungen	303
Tabelle G.34 — Nachweis des Gleitens	304
Tabelle G.35 — Nachweis der Schwapphöhe	304
Tabelle J.1 — Parameter der Mantelschüsse und berechnete Werte von H_e	327
Tabelle J.2 — Parameter der Mantelschüsse und berechnete Werte von H_e	331
Tabelle K.1 — Eigenschaften von Kegel- oder Kugelsegmentdächern	337
Tabelle M.1 — Notation von Ankerstützen	351
Tabelle N.1 — Schweißnahtmaße von eingeschweißten Anbauteilen	360
Tabelle S.1 — Schrauben und Befestigungsmittel (SI)	401
Tabelle U.1 — Bewertung der auftretenden Spannungen und Spannungscombinationen gegenüber den zulässigen	413
Tabelle U.2 — Schweißnahtfaktoren	414
Tabelle U.3 — Für S275-Werkstoffe nach EN 10025 anwendbare Auslegungsspannungen	414
Tabelle U.4 — Für S275-Werkstoffe nach EN 10025 zulässige Spannungen und zulässige Spannungscombinationen	415
Tabelle U.5 — Symbole, Beschreibungen und Einheiten	417
Tabelle U.6 — Klassifizierung von Spannungen für einige typische Fälle	420
Tabelle U.7 — Veranschaulichung der Beurteilungskriterien	425
Tabelle W.1 — Teilsicherheitsbeiwerte für Flüssigkeitslasten nach EN 1993-4-2	442