

# 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
<b>Anhang A (normativ) Angaben und Anforderungen, die zu dokumentieren sind . . . . .</b>		<b>183</b>
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
<b>Anhang B (informativ) Erwägungen zum Betrieb und zur Sicherheit von Lagertanks . . . . .</b>		<b>190</b>
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
<b>Anhang C (normativ) Anforderungen an interne Schwimmdächer . . . . .</b>		<b>195</b>
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
<b>Anhang D (informativ) Detaillierte Anforderungen an die Auslegung von Schwimmdächern</b>		<b>211</b>
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
<b>Anhang E (normativ) Anforderungen an Ringspaltabdichtungen für Schwimmdächer</b>		<b>232</b>
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
<b>Anhang F (normativ) Auswahl von unlegierten und nichtrostenden Stahlwerkstoffen nach alternativen Spezifikationen zu denen in 6.1 und 6.2</b>		<b>247</b>
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
<b>Anhang G (informativ) Empfehlungen für Vorkehrungen zur Erdbebensicherheit von Lagertanks</b>		<b>255</b>
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
<b>Anhang H (informativ) Empfehlungen für spezielle Tankbodenausführungsarten</b>		<b>306</b>
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
<b>Anhang Q (informativ) Empfehlungen für die Auslegung und Anbringung der Dämmung</b>		
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
<b>Anhang R (normativ) Oberflächenbeschaffenheit</b>		
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
<b>Anhang S (normativ) Freitragende Aluminiumdächer für Lagertanks</b>		
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
<b>Anhang T (informativ) Finite-Elemente-Methode (FEA) — Anforderungen bezüglich der Anwendung der FEA zur Unterstützung einer zur Genehmigung vorgelegten Tankauslegung</b>		
T.1	Allgemeines	410
T.2	Spezialanforderung an die Auslegung	410
T.3	FEA-Auslegungsbericht	410
<b>Anhang U (informativ) Analysengestützte Auslegung — Auf Spannungskategorien beruhende Verfahren</b>		
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
<b>Anhang V (informativ) Umweltauswirkungen . . . . .</b>		<b>427</b>
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
<b>Anhang W (normativ) In der Auslegung nach Eurocode 3 zu verwendende Teilsicherheitsbeiwerte</b>		<b>442</b>
W.1	Allgemeines . . . . .	442
W.2	Teilsicherheitsbeiwerte . . . . .	442
<b>Literaturhinweise . . . . .</b>		<b>443</b>

## 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

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