DIN EN 14015:2005-02 (D)

Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren Temperaturen; Deutsche Fassung EN 14015:2004

Inhalt

Seite

Vorwort ... 11

1 Anwendungsbereich ... 12

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen ... 15
3.1 Begriffe ... 15
3.2 Symbole ... 19
3.3 Abkürzungen ... 21

4 Zu belegende Angaben und Anforderungen ... 21
4.1 Vom Besteller festzulegende Angaben ... 21
4.2 Zwischen Besteller und Tankhersteller zu vereinbarende Angaben ... 21
4.3 Vom Tankhersteller zu liefernde Angaben ... 21
4.4 Vom Stahlhersteller zu liefernde Angaben ... 21
4.5 Zwischen Tankhersteller und Stahlhersteller zu vereinbarende Angaben ... 21
4.6 Zwischen Besteller und Schwimmdeckenlieferant zu vereinbarende Angaben ... 21
4.7 Zwischen Tankhersteller und Schwimmdeckenlieferant zu vereinbarende Angaben ... 21
4.8 Vom Schwimmdeckenlieferant zu liefernde Angaben ... 22

5 Anforderungen ... 22
5.1 Auslegungsdruck ... 22
5.2 Auslegungswandtemperatur ... 23
5.2.1 Höchste Auslegungswandtemperatur ... 23
5.2.2 Niedrigste Auslegungswandtemperatur ... 23
5.3 Auslegungsdichte ... 23
5.4 Streckgrenze ... 23

6 Werkstoffe ... 24
6.1 Unlegierte Stähle ... 24
6.1.1 Bleche ... 24
6.1.2 Stahlbauprofile ... 29
6.1.3 Schmiedestücke ... 29
6.1.4 Rohre ... 30
6.1.5 Schweißzusätze ... 30
6.1.6 Anforderungen an die Kerbschlagzähigkeit unlegierter Stähle ... 30
6.1.7 Anbauteile ... 32
6.1.8 Zulässige Dickenabweichungen ... 32
6.2 Nichtrostende Stähle ... 33
6.2.1 Allgemeines ... 33
6.2.2 Bleche ... 35
6.2.3 Stahlbauprofile ... 35
6.2.4 Schmiedestücke ... 35
6.2.5 Rohre ... 35
6.2.6 Schweißzusätze ... 36

7 Lastannahmen ... 36
7.1 Lasten ... 36
7.2 Lastwerte ... 37
7.2.1 Lasten durch Lagergut ... 37
7.2.2 Lasten durch Innendruck ... 37
7.2.3 Lasten aus Temperatureinwirkungen ... 37
7.2.4 Eigenlasten ... 37
7.2.5 Lasten aus Dämmungen ... 37
7.2.6 Nutzlasten ... 37
7.2.7 Einzellasten ... 37
7.2.8 Schneelasten ... 37

7.2.9 Regenlasten ... 38
7.2.10 Windlasten ... 38
7.2.11 Seismische Lasten ... 38
7.2.12 Lasten durch angeschlossene Rohrleitungen und Anbauteile ... 38
7.2.13 Lasten durch Setzung ... 38
7.2.14 Sonderlasten ... 38
7.3 Lastkombinationen ... 38

8 Tankböden ... 39
8.1 Allgemeines ... 39
8.2 Werkstoffe ... 39
8.3 Auslegung ... 41
8.4 Herstellung ... 42

9 Auslegung von Tankmänteln ... 44
9.1 Auslegungs- und Prüfspannung ... 44
9.2 Last durch Lagergut ... 46
9.3 Wind- und Unterdrucklasten ... 47
9.3.1 Versteifungsringe ... 47
9.3.2 Auslegung des Hauptversteifungsrings (Windverband) ... 49
9.3.3 Auslegung von Zusatzversteifungsringen (Windverbänden) ... 50
9.4 Anordnung der Mantelbleche ... 52
9.5 Mantelverbindungen ... 52

10 Auslegung von Festdächern ... 52
10.1 Lasten ... 52
10.2 Dacharten ... 52
10.3 Dachbleche mit Tragkonstruktion ... 53
10.4 Dachbleche ohne Tragkonstruktion (Membrandächer) ... 54
10.5 Druckbeanspruchte Fläche der Mantel-Dach-Verbindung ... 54
10.6 Anforderungen an das Ent- bzw. Belüftungssystem ... 56
10.6.1 Allgemeines ... 56
10.6.2 Zweck der Ent- und Belüftung ... 56
10.6.3 Ent- und Belüftungskapazität ... 57
10.6.4 Akkumulation bei Über- und Unterdruck ... 57
10.7 Schwimmdecken ... 57

11 Auslegung von Schwimmdächern ... 57

12 Tankverankerung ... 57
12.1 Allgemeines ... 57
12.2 Befestigung der Verankerung ... 58
12.3 Ankerschrauben oder -bänder ... 58
12.3.1 Zulässige Zugspannung ... 58
12.3.2 Querschnittsfläche ... 58
12.4 Widerstand gegen Abheben unter Prüfbedingungen ... 58

13 Anbauteile ... 58
13.1 Mantelstutzen mit Außendurchmessern von 80 mm und darüber ... 58
13.2 Mantelstutzen mit Außendurchmessern unter 80 mm ... 69
13.3 Dachstutzen ... 69
13.4 Blockflansche mit Stiftschrauben ... 71
13.5 Stutzenlasten ... 71
13.6 Bündige Reinigungsöffnungen und Tanksümpfe ... 71
13.6.1 Allgemeines ... 71
13.6.2 Bündige Reinigungsöffnungen ... 72
13.6.3 Tanksümpfe ... 72
13.6.4 Kombinierter Entwässerungs- und Reinigungssumpf ... 72
13.7 Angaben zum Schweißen von Stutzen ... 72
13.8 Flanschanschlüsse ... 73

13.9 Wärmebehandlung von Stutzen nach dem Schweißen ... 73
13.10 Heiz- und Kühlsysteme ... 73
13.11 Treppen und Laufstege ... 76
13.12 Geländer ... 76
13.13 Leitern ... 77
13.14 Erdung ... 77
13.15 Permanente Anbauteile ... 77
13.16 Temporäre Anbauteile ... 77

14 Dämmung ... 77

15 Fertigung von Tankbauteilen im Werk ... 77
15.1 Allgemeines ... 77
15.2 Anlieferung und Identifizierung der Materialien ... 77
15.3 Handhabung und Lagerung der Materialien ... 78
15.4 Materialkennzeichnung ... 78
15.5 Vorbereitung von Blechen und zulässige Maßabweichungen ... 78
15.6 Vorbereitung von Stutzenbauteilen ... 79
15.7 Umformen von Blechen und zulässige Maßabweichungen ... 79
15.8 Öffnungen ... 79
15.8.1 Stutzen ... 79
15.8.2 Besichtigungsöffnung ... 80
15.8.3 Stutzen für Rührwerke ... 80
15.8.4 Reinigungsöffnung ... 80
15.8.5 Verstärkungsbleche ... 80
15.8.6 Einsetzbleche ... 80
15.9 Schweißen ... 80
15.10 Oberflächenzustand ... 81
15.11 Kennzeichnung für die Errichtung ... 81
15.12 Verpackung, Handhabung und Transport zur Baustelle ... 81

16 Errichtung am Standort und zulässige Maßabweichungen ... 82
16.1 Allgemeines ... 82
16.2 Gründungen ... 82
16.2.1 Allgemeines ... 82
16.2.2 Zulässige Abweichungen am Rand ... 83
16.2.3 Zulässige Abweichungen der Gründungsoberfläche ... 83
16.3 Verankerungen ... 83
16.4 Handhabung und Lagerung ... 84
16.5 Maßnahmen bei Transport- und Handhabungsschäden ... 84
16.6 Bodenbleche ... 84
16.7 Mantel-Boden-Verbindung und Mantel ... 85
16.7.1 Zulässige Abweichungen für die Montage des untersten Mantelschusses an den Tankboden ... 85
16.7.2 Zulässige Abweichungen von der Mantelgeometrie ... 85
16.7.3 Zulässige Abweichungen von der Lotrechten ... 86
16.7.4 Kantenversatz bei Mantelblechen ... 86
16.7.5 Zulässige Abweichungen der Konturen im Bereich der Schweißverbindung ... 87
16.7.6 Haupt- und Zusatzversteifungsringe (Windverbände) ... 87
16.8 Festdächer ... 87
16.8.1 Allgemeines ... 87
16.8.2 Fachwerkgespärre ... 87
16.8.3 Dachbleche ... 88
16.8.4 Dachhaut und Gespärre ... 88
16.8.5 Dächer mit Reißnaht ... 88
16.9 Stutzen ... 88
16.10 Anbauteile an der Tankaußenseite ... 88
16.11 Anbauteile im Tankinnern ... 88
16.12 Temporäre Anbauteile ... 89

Seite

17 Zulassung von Schweißverfahren und Schweißern ... 89
17.1 Allgemeines ... 89
17.2 Schweißverfahrensprüfung ... 89
17.2.1 Allgemeines ... 89
17.2.2 Schweißen der Prüfstücke ... 90
17.2.3 Prüfung der Prüfstücke ... 90
17.3 Bericht über die Anerkennung der Schweißverfahren (WPAR) ... 90
17.3.1 Ausstellung ... 90
17.3.2 Geltungsbereich ... 90
17.4 Prüfung von Schweißern und Benutzern von Schweißeinrichtungen ... 90
17.5 Arbeitsproben ... 91
17.5.1 Horizontale Schweißnähte ... 91
17.5.2 Vertikale Schweißnähte ... 91

18 Schweißen ... 91
18.1 Allgemeines ... 91
18.2 Reihenfolge der Schweißarbeiten ... 91
18.3 Schweißen von Tankböden ... 91
18.3.1 Entfernen von Beschichtungen ... 91
18.3.2 Bodenrandbleche ... 92
18.3.3 Bodenbleche ... 92
18.4 Schweißverbindung zwischen Mantel und Boden ... 92
18.5 Schweißen des Tankmantels ... 92
18.6 Schweißen des Tankdachs ... 92
18.7 Temporäre Schweißnähte ... 92
18.8 Witterungsbedingungen ... 92
18.9 Vorwärmen ... 93
18.10 Wärmebehandlung nach dem Schweißen ... 93
18.11 Reparaturschweißen ... 94

19 Prüfung und Inspektion ... 94
19.1 Allgemeines ... 94
19.2 Qualifizierung von ZfP-Personal ... 94
19.3 Prüfverfahren ... 95
19.4 Art der Inspektionen und Prüfungen ... 95
19.4.1 Überprüfung der Werkstoffe ... 95
19.4.2 Prüfungen der Schweißkanten und der Vorbereitungen für die Montage ... 95
19.4.3 Sichtprüfung ... 95
19.4.4 Art und Umfang von Schweißnahtprüfungen ... 96
19.4.5 Zusätzliche Prüfungen an fehlerhaften Schweißnähten ... 100
19.5 Unterdruckprüfung mit Saugglocke ... 101
19.6 Eindringprüfung ... 102
19.7 Magnetpulverprüfung ... 102
19.8 Nekalprüfung mit Innendruck ... 102
19.8.1 Verstärkungsbleche ... 102
19.8.2 Schweißnähte an Festdächern und Dach-Mantel-Verbindungen ... 102
19.8.3 Mantel-Boden-Verbindungen mit beidseitig geschweißten Kehlnähten ... 102
19.9 Durchstrahlungsprüfung ... 103
19.9.1 Allgemeines ... 103
19.9.2 Lagerung der Filme ... 103
19.10 Ultraschallprüfung ... 103
19.11 Zulässigkeitskriterien ... 103
19.11.1 Zulässigkeitskriterien für Unregelmäßigkeiten ... 103
19.11.2 Zulässige Unterschreitung der Wanddicke nach dem Schleifen ... 107
19.12 Prüfung der Abmessungen ... 107
19.13 Flüssigkeits- und Gasdruckprüfungen ... 108
19.13.1 Allgemeines ... 108
19.13.2 Füllstand für die Flüssigkeitsdruckprüfung ... 108
19.13.3 Gasdruckprüfung ... 108

19.13.4 Bedingungen für die Durchführung ... **108**
19.13.5 Prüfung während der Befüllung ... **109**
19.13.6 Füllen ... **109**
19.13.7 Prüfung des Dachs (Überdruck) ... **110**
19.13.8 Prüfung der Tankstabilität bei Unterdruck ... **110**
19.14 Prüfungen bei leerem Tank ... **110**
19.15 Anbauteile ... **111**
19.15.1 Anbauteile an der Tankaußenseite ... **111**
19.15.2 Anbauteile im Tankinnern ... **111**

20 Dokumentation und Fabrikschild ... **111**
20.1 Dokumentation ... **111**
20.2 Fabrikschild ... **113**

Anhang A (normativ) **Angaben und Anforderungen, die zu dokumentieren sind** ... **115**
A.1 Angaben des Bestellers ... **115**
A.2 Vereinbarungen zwischen Besteller und Auftragnehmer ... **117**
A.3 Angaben des Tankherstellers ... **118**
A.4 Angaben des Stahlherstellers ... **119**
A.5 Vereinbarungen zwischen Stahlhersteller und Tankhersteller ... **119**
A.6 Vereinbarung zwischen Besteller und Schwimmdeckenlieferant ... **119**
A.7 Vereinbarungen zwischen Tankhersteller und Schwimmdeckenlieferant ... **119**
A.8 Angaben des Schwimmdeckenlieferanten ... **119**

Anhang B (informativ) **Überlegungen zu Betrieb und Sicherheit von Lagertanks und Lagereinrichtungen** ... **120**
B.1 Allgemeines ... **120**
B.2 Tanktyp ... **120**
B.2.1 Lagergut ... **120**
B.2.2 Klimatische und geologische Bedingungen am Standort ... **120**
B.3 Gefahren für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt ... **120**
B.3.1 Auffangvorrichtungen ... **120**
B.3.2 Brandschutz ... **121**
B.4 Anbauteile an Tanks für die Befestigung von Sicherheits- und Feuerlöscheinrichtungen ... **121**

Anhang C (normativ) **Anforderungen an Schwimmdecken** ... **122**
C.1 Allgemeines ... **122**
C.2 Ausführungsarten von Schwimmdecken ... **123**
C.3 Konstruktionsanforderungen und Werkstoffe ... **125**
C.3.1 Konstruktive Gestaltung ... **125**
C.3.2 Werkstoffe ... **128**
C.3.3 Ausrüstungsteile der Decke ... **131**
C.3.4 Ausrüstungsteile des Tanks ... **135**
C.4 Einbau ... **137**
C.4.1 Prüfung des Tanks ... **137**
C.4.2 Prüfung und Einbau der Schwimmdecke ... **137**
C.4.3 Prüfungen ... **138**
C.5 Dokumentation ... **138**

Anhang D (normativ) **Anforderungen an Schwimmdächer** ... **139**
D.1 Allgemeines ... **139**
D.2 Ausführungsarten von Schwimmdächern ... **139**
D.3 Konstruktive Gestaltung ... **139**
D.3.1 Allgemeine Anforderungen ... **139**
D.3.2 Schwimmfähigkeit ... **140**
D.3.3 Tragfähigkeit ... **141**
D.3.4 Stabilität des Daches unter Windlast ... **142**
D.3.5 Mannlöcher in Pontons ... **142**
D.3.6 Schwimmdach-Mannlöcher ... **142**
D.3.7 Zentrier- und Verdrehsicherung ... **142**

D.3.8 Schwimmdachentwässerung ... 142
D.3.9 Notentwässerungseinrichtungen ... 143
D.3.10 Ablauföffnung ... 143
D.3.11 Ent- und Belüftungseinrichtungen ... 143
D.3.12 Dichtungen ... 143
D.3.13 Dachstützen ... 144
D.3.14 Füllstandspeileinrichtung ... 144
D.3.15 Rollleiter ... 144
D.3.16 Erdungskabel ... 145
D.3.17 Schaumsüllblech (Schaumwand) ... 145
D.4 Vorfertigung im Werk ... 145
D.5 Kennzeichnung, Verpackung, Verladung und Transport ... 145
D.5.1 Allgemeines ... 145
D.5.2 Reparatur nach Schäden im Werk ... 145
D.6 Montage ... 145
D.7 Schweißen ... 146
D.7.1 Allgemeines ... 146
D.7.2 Dachstützen ... 146
D.7.3 Schottbleche ... 146
D.8 Inspektion und Prüfung ... 146
D.8.1 Schweißnähte ... 146
D.8.2 Pontons ... 146
D.8.3 Prüfungen ... 146
D.8.4 Entwässerungseinrichtungen ... 147
D.9 Dokumentation ... 147

Anhang E (normativ) **Anforderungen an Ringspaltabdichtungen für Schwimmdächer** ... 148
E.1 Allgemeines ... 148
E.2 Auslegung ... 148
E.3 Dichtungsausführungen ... 148
E.4 Wetterschutz ... 149
E.5 Anwendung und technische Einzelheiten von Ringspaltabdichtungen ... 149
E.5.1 Gleitblechdichtungen ... 149
E.5.2 Federwirksame Primärdichtungen ... 149
E.5.3 Flüssigkeitsgefüllte Primärdichtungen ... 149
E.5.4 Schaumstoffgefüllte Primärdichtungen ... 150
E.5.5 Federwirksame Sekundärdichtungen ... 150
E.5.6 „Compression-Plate"-Sekundärdichtungen ... 150
E.5.7 Lippendichtungen (Wiper) ... 151
E.5.8 Kombinierte Primär- und Sekundärdichtungen ... 151
E.6 Einbau ... 151

Anhang F (normativ) **Auswahl unlegierter Stähle nach anderen Lieferbedingungen als in 6.1 festgelegt** ... 154
F.1 Alternative nationale Normen ... 154
F.2 Allgemeines ... 154
F.3 Chemische Zusammensetzung ... 154
F.4 Mechanische Eigenschaften ... 156
F.5 Kerbschlagbiegeversuche ... 156
F.5.1 Allgemeines ... 156
F.5.2 Kerbschlagarbeit ... 157

Anhang G (informativ) **Empfehlungen für Vorkehrungen zur Erdbebensicherheit von Lagertanks** ... 159
G.1 Allgemeines ... 159
G.2 Lastannahmen ... 159
G.2.1 Kippmoment ... 159
G.2.2 Effektive Masse des Tankinhalts ... 160
G.2.3 Seitenkraftbeiwerte ... 161

G.3 Widerstand gegen Kippen ... **163**
G.3.1 Tankinhalt ... **163**
G.3.2 Bodenblech ... **163**
G.4 Druckbelastung des Mantels ... **163**
G.4.1 Unverankerte Tanks ... **163**
G.4.2 Verankerte Tanks ... **164**
G.4.3 Zulässige Druckbelastung des Mantels ... **165**
G.4.4 Obere Mantelschüsse ... **166**
G.5 Tankverankerung ... **166**
G.5.1 Erforderliche Mindestverankerung ... **166**
G.5.2 Auslegung der Verankerung ... **166**
G.6 Rohrleitungen ... **166**
G.7 Schwallhöhe ... **166**

Anhang H (informativ) **Empfehlungen für andere Tankbodenausführungen (Doppelböden, streifenunterstützte Böden usw.)** ... **167**
H.1 Nicht vollflächig unterstützte Böden ... **167**
H.2 Doppelböden ... **168**
H.2.1 Allgemeines ... **168**
H.2.2 Auslegung ... **168**
H.2.3 Leckageüberwachung ... **171**
H.3 Tanks auf Trägerkonstruktionen ... **171**
H.4 Dichtheitsprüfung ... **171**

Anhang I (informativ) **Empfehlungen für Tankgründungen** ... **172**
I.1 Allgemeines ... **172**
I.2 Untersuchung des Bodens ... **172**
I.2.1 Allgemeines ... **172**
I.2.2 Grundwasserspiegel ... **172**
I.2.3 Seismische Untersuchungen ... **173**
I.2.4 Zu vermeidende Standorte ... **173**
I.3 Gründungsauslegung ... **173**
I.3.1 Allgemeines ... **173**
I.3.2 Lastzustände ... **173**
I.3.3 Zulässige Bodenbelastung ... **173**
I.3.4 Setzung ... **173**
I.3.5 Bodenverbesserung und Pfahlgründung ... **174**
I.3.6 Entwässerung ... **174**
I.3.7 Widerstand gegen Abheben ... **175**
I.3.8 Dampfsperre ... **175**
I.4 Ausführungen von Gründungen ... **175**
I.4.1 Allgemeines ... **175**
I.4.2 Plattenfundament ... **175**
I.4.3 Ringfundament ... **176**
I.4.4 Gitterfundament ... **176**
I.4.5 Pfahlgestütztes Gitterfundament ... **176**

Anhang J (informativ) **Berechnungsbeispiele für Versteifungsringe (Windverband)** ... **179**
J.1 Allgemeines ... **179**
J.2 Widerstandsmomente ... **179**
J.3 Beispiele für die Auslegung von zusätzlichen Versteifungsringen (Windverband) ... **179**
J.4 Beispiel 1 ... **181**
J.5 Beispiel 2 ... **182**

Anhang K (normativ) **Auslegung von Tanks mit Dächern mit Reißnaht** ... **183**
K.1 Allgemeines ... **183**
K.2 Konstruktion ... **184**
K.3 Werkstoffe ... **184**
K.4 Auslegungsregeln ... **184**

Seite

Anhang L (normativ) **Anforderungen für Ent- und Belüftungssysteme** ... 188
L.1 Allgemeines ... 188
L.2 Ausführungsart von Lüfterhauben und Ventilen ... 189
L.2.1 Allgemeines ... 189
L.2.2 Lüfterhauben für Ent- und Belüftung ... 189
L.2.3 Über- und Unterdruckausgleichsventile ... 189
L.2.4 Ent- und Belüftungsleitungen ... 189
L.2.5 Not-Ent- und Belüftungsventile ... 189
L.2.6 Flammendurchschlagsichere Ent- und Belüftungssysteme ... 189
L.3 Berechnung des maximalen Volumenstromes für die normale Entlüftung und Belüftung ... 190
L.3.1 Allgemeines ... 190
L.3.2 Pumpenleistungen ... 190
L.3.3 Thermische Entlüftung und Belüftung ... 190
L.4 Berechnung der maximalen Volumenströme für Überdrucknotentlüftung ... 193
L.4.1 Allgemeines ... 193
L.4.2 Feuer ... 193
L.4.3 Fehlfunktion des Deckgassystems ... 194
L.4.4 Andere mögliche Gründe ... 194
L.5 Unterdrucknotbelüftung ... 195
L.6 Prüfung von Ent- und Belüftungseinrichtungen ... 195
L.6.1 Allgemeines ... 195
L.6.2 Prüfeinrichtung ... 196
L.6.3 Messmethoden ... 197
L.7 Dokumentation des Herstellers und Kennzeichnung der Ent- und Belüftungseinrichtungen ... 198
L.7.1 Dokumentation ... 198
L.7.2 Kennzeichnung ... 198

Anhang M (informativ) **Tankverankerungen** ... 200
M.1 Allgemeines ... 200
M.2 Ankerband ... 200
M.3 Ankerschraube mit Einzelstütze ... 200
M.4 Ankerschraube mit durchgehendem Stützring ... 200

Anhang N (informativ) **Angaben für das Schweißen von Anbauteilen** ... 204
N.1 Eingeschweißte Anbauteile ... 204
N.2 Aufgeschweißte Anbauteile ... 207
N.3 Blockflansche mit Stiftschrauben ... 208

Anhang O (informativ) **Bündige Reinigungsöffnungen und Tanksümpfe** ... 209
O.1 Bündige Reinigungsöffnungen ... 209
O.1.1 Allgemeines ... 209
O.1.2 Bündige Reinigungsöffnungen mit Einbaublechverstärkung ... 209
O.1.3 Bündige Reinigungsöffnung mit Verstärkungsblech ... 210
O.2 Tanksümpfe ... 210
O.3 Kombinierter Tank- und Reinigungssumpf ... 210

Anhang P (informativ) **Heiz- und/oder Kühlsysteme** ... 217
P.1 Allgemeines ... 217
P.2 Wärmeübertragungsmittel ... 217
P.3 Arten von Heiz- und/oder Kühlsystemen ... 217
P.4 Einbau ... 218

Anhang Q (informativ) **Empfehlungen für die Auslegung und Anbringung der Dämmung** ... 219
Q.1 Allgemeines ... 219
Q.2 Allgemeine Auslegungsbetrachtungen ... 220
Q.2.1 Allgemeines ... 220
Q.2.2 Eigenlast ... 220
Q.2.3 Windlast ... 220
Q.2.4 Wärmeausdehnung ... 221

Q.2.5 Bewegung durch Flüssigkeitsdruck ... **221**
Q.3 Befestigung ... **221**
Q.3.1 Allgemeines ... **221**
Q.3.2 Angeschweißte Halterungen ... **222**
Q.3.3 Angeklebte Halterungen ... **222**
Q.3.4 Außen angebrachte Tragrahmen ... **224**
Q.3.5 Sekundäre Halterungen ... **224**
Q.3.6 Dachdämmung ... **224**
Q.4 Einzelheiten der Auslegung ... **225**
Q.4.1 Stutzen und Mannlöcher ... **225**
Q.4.2 Verbindungen von Treppen ... **225**
Q.4.3 Halterungen im Bereich von Versteifungsringen (Windverband) ... **225**
Q.4.4 Dachüberstand ... **226**
Q.4.5 Versteifungsringe (Windverband) ... **226**
Q.4.6 Außenliegende Versteifungsringe (Windverband) und Dämmung zwischen Tankboden und -mantel ... **226**
Q.5 Korrosionsschutz ... **226**
Q.6 Dämmung ... **226**
Q.6.1 Allgemeines ... **226**
Q.6.2 Stutzenverbindungen und Mannlöcher ... **228**
Q.6.3 Versteifungsringe (Windverband) ... **229**
Q.7 Verkleidung ... **231**
Q.7.1 Allgemeines ... **231**
Q.7.2 Seitenwandverkleidung ... **231**
Q.7.3 Dachverkleidung ... **231**
Q.8 Befestigung der Dämmung ... **232**
Q.8.1 Dämmplatten oder -blöcke mit Metallverkleidung ... **232**
Q.8.2 Einbringen von Schaum hinter die Verkleidung am Standort ... **232**
Q.8.3 Sprühschaum ... **233**
Q.8.4 Dachdämmung ... **233**
Q.9 Brandgefahr ... **233**

Anhang R (normativ) **Oberflächenbeschaffenheit** ... **234**
R.1 Mit dem Lagergut in Kontakt stehende Oberflächen ... **234**
R.1.1 Allgemeines ... **234**
R.1.2 Tanks aus unlegierten Stählen ... **234**
R.1.3 Tanks aus nichtrostendem Stahl ... **234**
R.2 Äußere Oberflächen ... **236**
R.2.1 Allgemeines ... **236**
R.2.2 Tanks aus unlegierten Stählen ... **237**
R.2.3 Tanks aus nichtrostendem Stahl ... **237**

Literaturhinweise ... **238**