DIN EN 13121-3:2016-10 (D)

Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 3: Auslegung und Herstellung; Deutsche Fassung EN 13121-3:2016

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 8

Einleitung ... 9

1 Anwendungsbereich ... 10

2 Normative Verweisungen ... 10

3 Begriffe ... 12

4 Symbole und Abkürzungen ... 14

5 Bereitzustellende und zu dokumentierende Angaben und Anforderungen ... 16
5.1 Allgemeines ... 16
5.2 Dem Hersteller bereitzustellende Unterlagen ... 16
5.3 Vom Hersteller zu erstellende Unterlagen ... 17
5.4 Abschließende Dokumentation ... 18

6 Werkstoffe ... 18
6.1 Allgemeines ... 18
6.2 Chemieschutzschicht ... 18
6.2.1 Allgemeines ... 18
6.2.2 Thermoplastische Auskleidungen ... 18
6.2.3 Auskleidungen auf Harzbasis ... 19
6.3 Entflammbarkeit ... 19
6.4 Elektrischer Widerstand ... 19

7 Mechanische Eigenschaften ... 19
7.1 Allgemeines ... 19
7.2 Wärmeformbeständigkeitstemperatur ... 19
7.3 Laminataufbau ... 20
7.4 Einzelschichtdicke ... 21
7.5 Laminatkennwerte ... 21
7.6 Interlaminare Schubfestigkeit ... 21
7.6.1 Laminat ... 21
7.6.2 Thermoplastische Auskleidungen ... 22
7.7 Schälfestigkeit von Laminaten ... 22
7.8 Abreißfestigkeit von Laminaten und thermoplastischer Auskleidung ... 22
7.9 Ermittlung der physikalischen Werkstoffeigenschaften und der zulässigen Auslegungsfaktoren ... 22
7.9.1 Allgemeines ... 22
7.9.2 Standardmäßige Auslegung – „basic design“ ... 23
7.9.3 Weiterentwickelte Auslegung – „Advanced design“ ... 23
7.9.4 Auslegungsfaktoren ... 24
7.9.5 Gesamtauslegungsfaktoren *K* und *F* ... 24

8 Bestimmung von Auslegungsdehnung und -belastungen ... 28
8.1 Allgemeines ... 28
8.2 Auslegungsdehngrenzen ... 28
8.2.1 Allgemeines ... 28
8.2.2 Grenzdehnung des Harzes ε_{ar} ... 28
8.2.3 Grenzdehnung des Laminats oder der Laminatschicht ε_{lim} ... 28

8.2.4 Grenzdehnung ε_{test} unter Prüfbedingungen 29
8.3 Grenzwerte der Laminatbelastungen 29
8.4 Bestimmung der mechanischen Kennwerte von Laminaten 30
8.4.1 Allgemeines 30
8.4.2 Berechnung von Laminatkennwerten ohne experimentelle Versuchsdaten 30
8.4.3 Laminatkennwerte aus experimentellen Versuchsdaten 30
8.5 Laminatdicke 31
9 Auslegung 31
9.1 Einführung 31
9.2 Bestimmung der äußeren Belastungen 32
9.2.1 Schneelasten 32
9.2.2 Windlasten 32
9.2.3 Erdbebenlasten 33
9.2.4 Lasten aufgrund der Isolierung 34
9.2.5 Lasten aufgrund von Anschlüssen 34
9.2.6 Bewegung durch Rührwerke 35
9.2.7 Drücke durch unzureichende Be- und Entlüftung 35
9.2.8 Begehungslasten durch Personen 35
9.2.9 Eigenspannungen in Behältern und Tanks durch Temperatureinfluss 35
9.3 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten 36
9.3.1 Allgemeines 36
9.3.2 Bemessung unter Verwendung von $(A_5 \cdot \gamma)$ – fache Lasten 42
9.4 Zeichnungen und Konstruktionsberechnungen 42
9.5 Berechnungsgrößen 43
9.5.1 Auslegungstemperatur TS 43
9.5.2 Druck 43
10 Entwurfsauslegung 43
10.1 Symbole und Einheiten 43
10.2 Stehende Behälter oder Tanks, Zylinder unter Last ($t < 0{,}01 \cdot D$) 46
10.2.1 Belastung in Umfangsrichtung 46
10.2.2 Kombinierte axiale Belastung 46
10.3 Zylinderschalen unter Druckbelastung — Kritische Beulkriterien 47
10.3.1 Allgemeines 47
10.3.2 Kritische Beullast in axialer Richtung 47
10.3.3 Kritischer Beuldruck in Umfangsrichtung 48
10.3.4 Kombinierte axiale und radiale Drucklasten 49
10.3.5 Kritischer Beuldruck für eine Zylinderschale mit äußeren oder inneren Versteifungsringen 50
10.4 Kegelschalen 51
10.4.1 Allgemeine Anforderungen 51
10.4.2 Flachkegelförmige Böden 53
10.4.3 Kegelförmige Böden unter Innendruck 53
10.4.4 Kegelförmige Böden unter Außendruck 55
10.4.5 Kegelförmige Deckel 57
10.5 Gewölbte Böden 58
10.5.1 Allgemeine Anforderungen 58
10.5.2 Gewölbte Böden unter Innendruck 59
10.5.3 Stabilität gewölbter Böden unter Außendruck 61
10.6 Auslegung von Flachböden und Standzargen für stehende Behälter 61
10.6.1 Definitionen 61
10.6.2 Vollflächig gelagerte Flachbodenbehälter 62
10.6.3 Flachbodenbehälter unter Druck 68
10.6.4 Ausführungen mit gewölbten und kegelförmigen Böden 68
10.7 Rundlaminate an Zylinderstoßstellen 78
10.7.1 Allgemeines 78
10.7.2 Ausführung ohne thermoplastische Auskleidung 80

10.7.3 Ausführung mit thermoplastischer Auskleidung 80
10.8 Öffnungen, Abzweige und Laminate zur Ausschnittsverstärkung 80
10.8.1 Allgemeines 80
10.8.2 Symbole 81
10.8.3 Anforderungen die Auschnittsverstärkungen von Öffnungen 81
10.8.4 Ausziehlast von Stutzen 87
10.8.5 Verhinderung von Abschälen 87
10.8.6 Blockflanschverbindungen 88
10.8.7 Schraubverbindungen 90
10.8.8 Zugangs- und Inspektionsöffnungen 90
10.8.9 Verstärkungen an Abzweigen 90
10.9 Ebene Platten oder Blindflansche 90
10.9.1 Allgemeines 90
10.9.2 Symbole 91
10.9.3 Runde Platten 91
10.10 Liegende Behälter 94
10.10.1 Auflagertypen 94
10.10.2 Symbole 96
10.10.3 Auf die Zylinderschale wirkende Schnittlasten 97
10.10.4 Schnittlasten an den Tragsätteln 105
10.10.5 Schnittlasten bei waagerecht auf den Behälter wirkender Last 111
10.11 Rohre mit großen Durchmessern und Formstücke 112
10.11.1 Allgemeines 112
10.11.2 Rohrverbindungen 113
10.11.3 Bögen 114
10.11.4 Große Ausschnitte und T-Stücke 114

11 Geschraubte Flanschverbindungen 117
11.1 Allgemeines 117
11.2 Auslegung von Festflanschen 123
11.2.1 Allgemeines 123
11.2.2 Symbole 124
11.2.3 Lasten aus Rohrleitungen auf den Flansch 126
11.2.4 Dichtkraft und Schraubenanzugsmoment 126
11.2.5 Zusammenfassung der Lasten 127
11.2.6 Gesamt-Biegemoment 127
11.2.7 Dimensionierung von Festflanschen 127
11.2.8 Flanschverdrehung 129
11.3 Bundstutzen mit Losring 135
11.3.1 Allgemeines 135
11.3.2 Lasten, Biegemoment und Auslegung für Losring aus Stahl oder GFK 136
11.3.3 Beanspruchungen von Bundstutzen 137
11.3.4 Schubspannungen am Bundstutzen 137
11.3.5 Dimensionierung des Bundstutzens 138
11.3.6 Druckspannung 138
11.4 Anlaminieren von Flanschen an Behältern und Tanks 140

12 Auflagerkonstruktionen für Behälter und Tanks 140
12.1 Allgemeines 140
12.2 Auflager und Aufhängungen für Tanks und Behälter 141
12.2.1 Allgemeine Hinweise zu Auflagern 141
12.2.2 Auflager und Halterungen für stehende Behälter 141

13 Erdbebenlasten 147

14 Berechnungen von Verankerungen für Tanks und Behälter 147
14.1 Allgemeines 147
14.2 Auslegung gegen Abheben 147
14.3 Auslegung der Ankerschrauben 147

15 An- und Einbauteile ... 151
15.1 Allgemeines ... 151
15.2 Innenliegende An- und Einbauteile ... 151
15.3 Außenliegende An- und Einbauteile ... 151
15.4 Hebevorrichtungen ... 151

16 Berücksichtigung von Punktlasten ... 157

17 Qualitätskontrolle ... 157
17.1 Allgemeines ... 157
17.2 Anforderungen an die Produktionsstätten ... 157
17.2.1 Allgemeines ... 157
17.2.2 Lagerung der Ausgangswerkstoffe ... 157
17.2.3 Fertigungsbereich ... 157
17.2.4 Umgebungsbedingungen für das Laminieren ... 158
17.3 Vom Hersteller zu erstellende Dokumentation ... 158
17.3.1 Technische Unterlagen ... 158
17.3.2 Anforderungen an Aufzeichnungen und Dokumentation für Ausgangswerkstoffe ... 158
17.3.3 Erforderliche Unterlagen zur Fertigungsdokumentation ... 159
17.3.4 Anforderungen an die Dokumentation zur Qualitätskontrolle ... 159
17.4 Fertigung ... 166
17.4.1 Allgemeines ... 166
17.4.2 Herstellung thermoplastischer Auskleidungen ... 166
17.4.3 Laminatherstellung ... 167
17.4.4 Fehler in Laminaten ... 168
17.4.5 Aushärtung ... 168
17.5 Prüfungen nach Abschluss der Fertigung ... 168
17.5.1 Sichtprüfung und Maßprüfung ... 168
17.5.2 Durchzuführende physikalische Prüfungen ... 168
17.5.3 Prüfung von Prüfstücken ... 169
17.6 Experimentelles Verfahren zur Verifizierung der Auslegung von Druckbehältern ... 169
17.6.1 Allgemeines ... 169
17.6.2 Herstellung des Prüfbehälters ... 170
17.6.3 An den Prüfbehältern durchzuführende Prüfungen ... 171

18 Kennzeichnung ... 171

Anhang A (informativ) Produktprüfung für die Serien- oder Chargenproduktion ... 172
A.1 Erst-Typprüfung (ITT) ... 172
A.2 Stichprobenprüfung ... 172
A.2.1 Allgemeines ... 172
A.2.2 Freigabeprüfungen einer Charge (BRT) ... 172
A.2.3 Prozesskontrollprüfungen ... 173
A.3 Prüfunterlagen ... 174
A.3.1 Allgemeines ... 174
A.3.2 Kennzeichnung ... 174
A.3.3 Auslieferung, Aufstellung, Instandhaltung ... 174

Anhang B (informativ) Ableitung der Laminatkennwerte von den Kennwerten der Laminatschichten ... 175
B.1 Allgemeines ... 175
B.2 Schicht-/Laminatdicke ... 175
B.3 Laminatmoduln ... 176
B.4 Bestimmung der Biegesteifigkeit des Laminats ... 177
B.5 Bestimmung der Laminatdehnungen aus den Lastresultierenden ... 177

Anhang C (normativ) Druck- und Dichtheitsprüfung ... 179
C.1 Allgemeines ... 179
C.2 Offene Tanks ... 179
C.3 Geschlossene Tanks und Behälter ... 180
C.3.1 Beschickungsgut mit einer Dichte bis 1,0 ... 180

C.3.2 Beschickungsgut mit einer Dichte über 1,0 ... 180
C.4 Flüssigkeitsdruckprüfung ... 180
C.4.1 Prüfung in Betriebslage ... 180
C.4.2 Prüfung in anderer als Betriebslage ... 180
C.4.3 Gasdruckprüfung ... 181
C.4.4 Unterdruckprüfung ... 181

Anhang D (normativ) Prüfverfahren ... 182
D.1 Allgemeines ... 182
D.1.1 Prüfungen ... 182
D.1.2 Genauigkeit des Prüfgeräts ... 183
D.2 Glühverlust ... 183
D.3 Zugfestigkeit von Schweißverbindungen bei thermoplastischen Kunststoffen ... 183
D.4 Biegeprüfung von Schweißverbindungen bei thermoplastischen Kunststoffen ... 183
D.4.1 Einleitung ... 183
D.4.2 Versuchsanordnung ... 183
D.4.3 Probekörper ... 184
D.4.4 Prüfverfahren ... 185
D.4.5 Anforderungen an die Biegeprüfung ... 185
D.4.6 Prüfbericht ... 185
D.5 Bestimmung der Einheitszugfestigkeit bei Bruch von Laminaten ... 186
D.5.1 Probekörper und Prüfverfahren ... 186
D.5.2 Einfache Laminate ... 186
D.5.3 Kombinierte Laminate ... 186
D.6 Einheitszugmodul von Laminaten ... 187
D.7 Interlaminare Schubfestigkeit von Laminaten ... 189
D.7.1 Form der Probekörper ... 189
D.7.2 Anzahl der Probekörper ... 189
D.7.3 Durchführung ... 189
D.7.4 Ergebnisse ... 189
D.7.5 Prüfbericht ... 189
D.8 Schubfestigkeit der Verbindung zwischen thermoplastischer Auskleidung und Laminat oder zwischen Laminatschichten ... 190
D.8.1 Form der Probekörper ... 190
D.8.2 Anzahl der Probekörper ... 190
D.8.3 Durchführung ... 190
D.8.4 Prüfbericht ... 191
D.9 Schälfestigkeit der Verbindung zwischen Laminatschichten ... 192
D.9.1 Form der Probekörper ... 192
D.9.2 Anzahl der Probekörper ... 192
D.9.3 Durchführung ... 192
D.9.4 Prüfbericht ... 192
D.10 Prüfung des Kurzzeit-Kriechverhaltens bei Biegebeanspruchung (Prüfung des Biegemoduls E_{1h} und E_{24h}) ... 194
D.10.1 Allgemeines ... 194
D.10.2 Definitionen ... 194
D.10.3 Prüfgerät ... 194
D.10.4 Probekörper ... 195
D.10.5 Durchführung ... 195
D.10.6 Berechnung ... 196
D.11 Barcol-Härte ... 196
D.12 Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstands ... 196
D.13 Glasübergangstemperatur ausgehärteter Harze mittels DSC ... 197
D.14 Hochfrequenzfunkenprüfung thermoplastischer Schweißnähte ... 197
D.14.1 Allgemeines ... 197
D.14.2 Prüfgerät ... 197
D.14.3 Durchführung ... 197
D.15 Zeitstand-Kriechverhalten bei Biegebeanspruchung ... 197

D.15.1 Allgemeines ... 197
D.15.2 Definitionen ... 198
D.15.3 Prüfgerät ... 198
D.15.4 Probekörper ... 198
D.15.5 Durchführung ... 198
D.15.6 Berechnung ... 199
D.16 Gummihärte ... 199
D.17 Prüfung des Flammpunkts ... 200
D.18 Prüfung der Wärmeformbeständigkeit ... 200
D.19 Biegefestigkeit von Laminaten ... 200
D.20 Prüfung der Abreißfestigkeit von Laminaten ... 200

Anhang E (normativ) Zulassungsprüfung für Laminierer ... 201
E.1 Allgemeines ... 201
E.2 Bewertung des Laminierers ... 201
E.3 Durchführung ... 201
E.4 Theorieprüfung ... 202
E.5 Probekörper ... 202
E.6 Prüfung der Probekörper ... 203
E.6.1 Allgemeines ... 203
E.6.2 Prüfverfahren 1 ... 203
E.6.3 Prüfverfahren 2 ... 203
E.6.4 Prüfverfahren 3 ... 203
E.7 Mindestanforderungen für die Zulassung ... 204
E.8 Prüfbescheinigung ... 204
E.9 Geltungsdauer und Erneuerung von Bescheinigungen ... 204
E.10 Geltungsbereich ... 204

Anhang F (informativ) Auslegung durch Spannungsanalyse ... 206
F.1 Allgemeines ... 206
F.2 Typische Verfahren ... 206
F.3 Allgemeine Anforderungen ... 206
F.4 Wichtige Ergebnisse der Bestimmung ... 206
F.5 Auslegungsfaktoren ... 206

Anhang G (normativ) Umweltaspekte ... 207
G.1 Kurzbeschreibung ... 207
G.2 Auslegung und Herstellung ... 207
G.3 Auswirkungen von Werkstoffen auf Wasser ... 207
G.4 Auswirkungen von Werkstoffen auf Nahrungsmittel ... 208
G.5 Wiederverwertung ... 208
G.6 Lagerung von wassergefährdenden Stoffen ... 208

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU ... 209

Literaturhinweise ... 211