E DIN EN 13121-3:2022-11 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2022-10-07

Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 3: Auslegung und Herstellung; Deutsche und Englische Fassung prEN 13121-3:2022

GRP tanks and vessels for use above ground - Part 3: Design and workmanship; German and English version prEN 13121-3:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 8

Einleitung ... 9

1 Anwendungsbereich ... 10

2 Normative Verweisungen ... 10

3 Begriffe ... 12

4 Symbole und Abkürzungen ... 13

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“ ... 24
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 ... 30
8.4 Bestimmung der mechanischen Kennwerte von Laminaten ... 30
8.4.1 Allgemeines ... 30
8.4.2 Berechnung von Laminatkennwerten ohne experimentelle Versuchsdaten ... 31
8.4.3 Laminatkennwerte aus experimentellen Versuchsdaten ... 31
8.5 Laminatdicke ... 31
9 Auslegung ... 32
9.1 Einführung ... 32
9.2 Bestimmung der äußeren Belastungen ... 33
9.2.1 Schneelasten ... 33
9.2.2 Windlasten ... 33
9.2.3 Erdbebenlasten ... 34
9.2.4 Lasten aufgrund der Isolierung ... 35
9.2.5 Lasten aufgrund von Anschlüssen ... 36
9.2.6 Bewegung durch Rührwerke ... 36
9.2.7 Drücke durch unzureichende Be- und Entlüftung ... 36
9.2.8 Begehungslasten durch Personen ... 36
9.2.9 Eigenspannungen in Behältern und Tanks durch Temperatureinfluss ... 36
9.3 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ... 37
9.3.1 Allgemeines ... 37
9.3.2 Bemessung unter Verwendung von $(A_5\ \gamma_{F,i})$ – fache Lasten ... 42
9.4 Zeichnungen und Konstruktionsberechnungen ... 43
9.5 Berechnungsgrößen ... 43
9.5.1 Auslegungstemperatur TS ... 43
9.5.2 Druck ... 44
10 Entwurfsauslegung ... 44
10.1 Symbole und Einheiten ... 44
10.2 Stehende Behälter oder Tanks, Zylinder unter Last ($t < 0{,}01 \cdot D$) ... 47
10.2.1 Belastung in Umfangsrichtung ... 47
10.2.2 Kombinierte axiale Belastung ... 47
10.3 Zylinderschalen unter Druckbelastung — Kritische Beulkriterien ... 49
10.3.1 Allgemeines ... 49
10.3.2 Kritische Beullast in axialer Richtung ... 49
10.3.3 Kritischer Beuldruck in Umfangsrichtung ... 50
10.3.4 Kombinierte axiale und radiale Drucklasten ... 50
10.3.5 Kritischer Beuldruck für eine Zylinderschale mit äußeren oder inneren Versteifungsringen ... 51
10.4 Kegelschalen ... 53
10.4.1 Allgemeine Anforderungen ... 53
10.4.2 Flachkegelförmige Böden ... 55
10.4.3 Kegelförmige Böden unter Innendruck ... 55
10.4.4 Kegelförmige Böden unter Außendruck ... 57
10.4.5 Kegelförmige Deckel ... 59
10.5 Gewölbte Böden ... 60
10.5.1 Allgemeine Anforderungen ... 60
10.5.2 Gewölbte Böden unter Innendruck ... 61
10.5.3 Stabilität gewölbter Böden unter Außendruck ... 63
10.6 Auslegung von Flachböden und Standzargen für stehende Behälter ... 63
10.6.1 Definitionen ... 63
10.6.2 Vollflächig gelagerte Flachbodenbehälter ... 64
10.6.3 Flachbodenbehälter unter Druck ... 71
10.6.4 Ausführungen mit gewölbten und kegelförmigen Böden ... 71

10.7 Rundlaminate an Zylinderstoßstellen ... 81
10.7.1 Allgemeines ... 81
10.7.2 Ausführung ohne thermoplastische Auskleidung ... 83
10.7.3 Ausführung mit thermoplastischer Auskleidung ... 83
10.8 Öffnungen, Abzweige und Laminate zur Ausschnittsverstärkung ... 83
10.8.1 Allgemeines ... 83
10.8.2 Symbole ... 84
10.8.3 Anforderungen die Auschnittsverstärkungen von Öffnungen ... 84
10.8.4 Ausziehlast von Stutzen ... 91
10.8.5 Verhinderung von Abschälen ... 91
10.8.6 Blockflanschverbindungen ... 91
10.8.7 Schraubverbindungen ... 93
10.8.8 Zugangs- und Inspektionsöffnungen ... 93
10.8.9 Verstärkungen an Abzweigen ... 94
10.9 Ebene Platten oder Blindflansche ... 94
10.9.1 Allgemeines ... 94
10.9.2 Symbole ... 94
10.9.3 Runde Platten ... 94
10.10 Liegende Behälter ... 97
10.10.1 Auflagertypen ... 97
10.10.2 Symbole ... 99
10.10.3 Auf die Zylinderschale wirkende Schnittlasten ... 100
10.10.4 Schnittlasten an den Tragsätteln ... 108
10.10.5 Schnittlasten bei waagerecht auf den Behälter wirkender Last ... 115
10.11 Rohre mit großen Durchmessern und Formstücke ... 116
10.11.1 Allgemeines ... 116
10.11.2 Rohrverbindungen ... 116
10.11.3 Bögen ... 117
10.11.4 Große Ausschnitte und T-Stücke ... 118

11 Geschraubte Flanschverbindungen ... 121
11.1 Allgemeines ... 121
11.2 Auslegung von Festflanschen ... 127
11.2.1 Allgemeines ... 127
11.2.2 Symbole ... 128
11.2.3 Lasten aus Rohrleitungen auf den Flansch ... 130
11.2.4 Dichtkraft und Schraubenanzugsmoment ... 130
11.2.5 Zusammenfassung der Lasten ... 131
11.2.6 Gesamt-Biegemoment ... 131
11.2.7 Dimensionierung von Festflanschen ... 132
11.2.8 Flanschverdrehung ... 133
11.3 Bundstutzen mit Losring ... 139
11.3.1 Allgemeines ... 139
11.3.2 Lasten, Biegemoment und Auslegung für Losring aus Stahl oder GFK ... 140
11.3.3 Beanspruchungen von Bundstutzen ... 141
11.3.4 Schubspannungen am Bundstutzen ... 141
11.3.5 Dimensionierung des Bundstutzens ... 142
11.3.6 Druckspannung ... 142
11.4 Anlaminieren von Flanschen an Behältern und Tanks ... 144

12 Auflagerkonstruktionen für Behälter und Tanks ... 145
12.1 Allgemeines ... 145
12.2 Auflager und Aufhängungen für Tanks und Behälter ... 146
12.2.1 Allgemeine Hinweise zu Auflagern ... 146
12.2.2 Auflager und Halterungen für stehende Behälter ... 146

13 Erdbebenlasten ... 152

14 Berechnungen von Verankerungen für Tanks und Behälter ... 152
14.1 Allgemeines ... 152

14.2 Auslegung gegen Abheben ... 152
14.3 Auslegung der Ankerschrauben ... 152

15 An- und Einbauteile ... 156
15.1 Allgemeines ... 156
15.2 Innenliegende An- und Einbauteile ... 156
15.3 Außenliegende An- und Einbauteile ... 156
15.4 Hebevorrichtungen ... 156

16 Berücksichtigung von Punktlasten ... 161

17 Qualitätskontrolle ... 162
17.1 Allgemeines ... 162
17.2 Anforderungen an die Produktionsstätten ... 162
17.2.1 Allgemeines ... 162
17.2.2 Lagerung der Ausgangswerkstoffe ... 162
17.2.3 Fertigungsbereich ... 162
17.2.4 Umgebungsbedingungen für das Laminieren ... 162
17.3 Vom Hersteller zu erstellende Dokumentation ... 163
17.3.1 Technische Unterlagen ... 163
17.3.2 Anforderungen an Aufzeichnungen und Dokumentation für Ausgangswerkstoffe ... 163
17.3.3 Erforderliche Unterlagen zur Fertigungsdokumentation ... 164
17.3.4 Anforderungen an die Dokumentation zur Qualitätskontrolle ... 164
17.4 Fertigung ... 170
17.4.1 Allgemeines ... 170
17.4.2 Herstellung thermoplastischer Auskleidungen ... 170
17.4.3 Laminatherstellung ... 171
17.4.4 Fehler in Laminaten ... 172
17.4.5 Aushärtung ... 172
17.5 Prüfungen nach Abschluss der Fertigung ... 172
17.5.1 Sichtprüfung und Maßprüfung ... 172
17.5.2 Durchzuführende physikalische Prüfungen ... 172
17.5.3 Prüfung von Prüfstücken ... 172
17.6 Experimentelles Verfahren zur Verifizierung der Auslegung von Druckbehältern ... 173
17.6.1 Allgemeines ... 173
17.6.2 Herstellung des Prüfbehälters ... 174
17.6.3 An den Prüfbehältern durchzuführende Prüfungen ... 174

18 Kennzeichnung ... 175

Anhang A (informativ) Produktprüfung für die Serien- oder Chargenproduktion ... 176
A.1 Erst-Typprüfung (ITT) ... 176
A.2 Stichprobenprüfung ... 176
A.2.1 Allgemeines ... 176
A.2.2 Freigabeprüfungen einer Charge (BRT) ... 177
A.2.3 Prozesskontrollprüfungen ... 178
A.3 Prüfunterlagen ... 178
A.3.1 Allgemeines ... 178
A.3.2 Kennzeichnung ... 178
A.3.3 Auslieferung, Aufstellung, Instandhaltung ... 178

Anhang B (informativ) Ableitung der Laminatkennwerte von den Kennwerten der Laminatschichten ... 179
B.1 Allgemeines ... 179
B.2 Schicht-/Laminatdicke ... 179
B.3 Laminatmoduln ... 180
B.4 Bestimmung der Biegesteifigkeit des Laminats ... 181
B.5 Bestimmung der Laminatdehnungen aus den Lastresultierenden ... 181

Anhang C (normativ) Druck- und Dichtheitsprüfung ... 183
C.1 Allgemeines ... 183

C.2 Offene Tanks ... 183
C.3 Geschlossene Tanks und Behälter ... 184
C.3.1 Beschickungsgut mit einer Dichte bis 1,0 ... 184
C.3.2 Beschickungsgut mit einer Dichte über 1,0 ... 184
C.4 Flüssigkeitsdruckprüfung bei Druckbehältern ... 184
C.4.1 Prüfung in Betriebslage ... 184
C.4.2 Gasdruckprüfung ... 185
C.4.3 Unterdruckprüfung ... 185

Anhang D (normativ) Prüfverfahren ... 186
D.1 Allgemeines ... 186
D.1.1 Prüfungen ... 186
D.1.2 Genauigkeit des Prüfgeräts ... 187
D.2 Glühverlust ... 187
D.3 Zugfestigkeit von Schweißverbindungen bei thermoplastischen Kunststoffen ... 187
D.4 Biegeprüfung von Schweißverbindungen bei thermoplastischen Kunststoffen ... 187
D.4.1 Einleitung ... 187
D.4.2 Versuchsanordnung ... 187
D.4.3 Probekörper ... 188
D.4.4 Prüfverfahren ... 188
D.4.5 Anforderungen an die Biegeprüfung ... 189
D.4.6 Prüfbericht ... 189
D.5 Bestimmung der Einheitszugfestigkeit bei Bruch von Laminaten ... 190
D.5.1 Probekörper und Prüfverfahren ... 190
D.5.2 Einfache Laminate ... 190
D.5.3 Kombinierte Laminate ... 190
D.6 Einheitszugmodul von Laminaten ... 191
D.7 Interlaminare Schubfestigkeit von Laminaten ... 193
D.7.1 Form der Probekörper ... 193
D.7.2 Anzahl der Probekörper ... 193
D.7.3 Durchführung ... 193
D.7.4 Ergebnisse ... 193
D.7.5 Prüfbericht ... 193
D.8 Schubfestigkeit der Verbindung zwischen thermoplastischer Auskleidung und Laminat oder zwischen Laminatschichten ... 194
D.8.1 Form der Probekörper ... 194
D.8.2 Anzahl der Probekörper ... 194
D.8.3 Durchführung ... 194
D.8.4 Prüfbericht ... 195
D.9 Schälfestigkeit der Verbindung zwischen Laminatschichten ... 196
D.9.1 Form der Probekörper ... 196
D.9.2 Anzahl der Probekörper ... 196
D.9.3 Durchführung ... 196
D.9.4 Prüfbericht ... 196
D.10 Prüfung des Kurzzeit-Kriechverhaltens bei Biegebeanspruchung (Prüfung des Biegemoduls E_{1h} und E_{24h}) ... 197
D.10.1 Allgemeines ... 197
D.10.2 Definitionen ... 198
D.10.3 Prüfgerät ... 198
D.10.4 Probekörper ... 198
D.10.5 Durchführung ... 199
D.10.6 Berechnung ... 199
D.11 Barcol-Härte ... 200
D.12 Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstands ... 200
D.13 Glasübergangstemperatur ausgehärteter Harze mittels DSC ... 200
D.14 Hochfrequenzfunkenprüfung thermoplastischer Schweißnähte ... 200
D.14.1 Allgemeines ... 200
D.14.2 Prüfgerät ... 200

D.14.3 Durchführung **200**
D.15 Zeitstand-Kriechverhalten bei Biegebeanspruchung **201**
D.15.1 Allgemeines **201**
D.15.2 Definitionen **201**
D.15.3 Prüfgerät **201**
D.15.4 Probekörper **201**
D.15.5 Durchführung **202**
D.15.6 Berechnung **202**
D.16 Gummihärte **203**
D.17 Prüfung des Flammpunkts **203**
D.18 Prüfung der Wärmeformbeständigkeit **203**
D.19 Biegefestigkeit von Laminaten **203**
D.20 Prüfung der Abreißfestigkeit von Laminaten **203**

Anhang E (normativ) Zulassungsprüfung für Laminierer **205**
E.1 Allgemeines **205**
E.2 Bewertung des Laminierers **205**
E.3 Durchführung **205**
E.4 Theorieprüfung **206**
E.5 Probekörper **206**
E.6 Prüfung der Probekörper **207**
E.6.1 Allgemeines **207**
E.6.2 Prüfverfahren 1 ..... **207**
E.6.3 Prüfverfahren 2 ..... **207**
E.6.4 Prüfverfahren 3 ..... **207**
E.7 Mindestanforderungen für die Zulassung **208**
E.8 Prüfbescheinigung **208**
E.9 Geltungsdauer und Erneuerung von Bescheinigungen **208**
E.10 Geltungsbereich **208**

Anhang F (informativ) Auslegung durch Spannungsanalyse **210**
F.1 Allgemeines **210**
F.2 Typische Verfahren **210**
F.3 Allgemeine Anforderungen **210**
F.4 Wichtige Ergebnisse der Bestimmung **210**
F.5 Auslegungsfaktoren **210**

Anhang G (normativ) Umweltaspekte **211**
G.1 Kurzbeschreibung **211**
G.2 Auslegung und Herstellung **211**
G.3 Auswirkungen von Werkstoffen auf Wasser **211**
G.4 Auswirkungen von Werkstoffen auf Nahrungsmittel **212**
G.5 Wiederverwertung **212**
G.6 Lagerung von wassergefährdenden Stoffen **212**

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU **213**

Literaturhinweise **216**