

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 $\varepsilon_{\text{test}}$ 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	Rundlamine 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 Lamine zur Ausschnittsverstärkung	80
10.8.1	Allgemeines	80
10.8.2	Symbole	81
10.8.3	Anforderungen die Ausschnittsverstärkungen von Öffnungen	81
10.8.4	Ausziehlast von Stützen.....	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 waagrecht 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	Bundstützen 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 Bundstützen	137
11.3.4	Schubspannungen am Bundstützen	137
11.3.5	Dimensionierung des Bundstützens	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	Freigabeproofungen 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 Lamine.....	186
D.5.3	Kombinierte Lamine.....	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