

# 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 $\epsilon_{ar}$ .....	28
8.2.3 Grenzdehnung des Laminats oder der Laminatschicht $\epsilon_{lim}$ .....	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 Prüfständen.....	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
<b>Anhang A (informativ) Produktprüfung für die Serien- oder Chargenproduktion.....</b>		<b>172</b>
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
<b>Anhang B (informativ) Ableitung der Laminatkennwerte von den Kennwerten der Laminatschichten.....</b>		<b>175</b>
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
<b>Anhang C (normativ) Druck- und Dichtheitsprüfung.....</b>		<b>179</b>
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
<b>Anhang D (normativ) Prüfverfahren .....</b>		<b>182</b>
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
<b>Anhang E (normativ) Zulassungsprüfung für Laminierer.....</b>		<b>201</b>
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
<b>Anhang F (informativ) Auslegung durch Spannungsanalyse.....</b>		<b>206</b>
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
<b>Anhang G (normativ) Umweltaspekte.....</b>		<b>207</b>
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
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU.....</b>		<b>209</b>
<b>Literaturhinweise.....</b>		<b>211</b>