

DIN EN 13121-3:2008-09 (D)

Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 3: Auslegung und Herstellung; Deutsche Fassung EN 13121-3:2008

Inhalt	Seite
Vorwort	16
Einleitung	19
1 Anwendungsbereich	20
2 Normative Verweisungen	20
3 Begriffe	23
4 Symbole und Abkürzungen	24
5 Bereitzustellende und zu dokumentierende Angaben und Anforderungen.....	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Dem Hersteller bereitzustellende Unterlagen.....	26
5.3 Vom Hersteller vorzulegende Unterlagen.....	27
5.4 Abschließende Dokumentation.....	27
6 Werkstoffe	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Chemieschutzschicht.....	28
6.2.1 Allgemeines	28
6.2.2 Thermoplastische Auskleidungen.....	28
6.2.3 Auskleidungen auf Harzbasis	28
6.3 Entflammbarkeit	29
6.4 Elektrischer Widerstand	29
7 Mechanische Eigenschaften	29
7.1 Allgemeines	29
7.2 Wärmeformbeständigkeitstemperatur	29
7.3 Laminataufbau	29
7.4 Einzelschichtdicke	31
7.5 Lamineigenschaften.....	31
7.6 Interlaminare Schubfestigkeit.....	31
7.6.1 Laminat.....	31
7.6.2 Thermoplastische Auskleidungen.....	31
7.7 Schälfestigkeit	32
7.7.1 Schälfestigkeit zwischen Laminatschichten	32
7.8 Ermittlung der physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe und der zulässigen Auslegungsfaktoren.....	32
7.8.1 Allgemeines	32
7.8.2 Standardmäßige Auslegung.....	32
7.8.3 Weiterentwickelte Auslegung	33
7.8.4 Auslegungsfaktoren.....	34
8 Ermittlung von Auslegungsdehnung und -belastungen.....	37
8.1 Allgemeines	37
8.2 Zulässige Auslegungsdehnung	38
8.2.1 Allgemeines	38
8.2.2 Zulässige Dehnung des Harzes ϵ_{ar}	38
8.2.3 Grenzdehnung des Laminats ϵ_L oder der Laminatschicht ϵ_l	38
8.2.4 Maximal zulässige Dehnung der Laminatschicht ϵ_d	38
8.2.5 Zulässige Dehnung ϵ_{test} unter Prüfbedingungen.....	39
8.3 Zulässige Belastungen des Laminats	39

8.4	Auslegung des Laminats	39
8.5	Laminatdicke	40
9	Auslegung	40
9.1	Einführung	40
9.2	Bestimmung der äußeren Belastungen	41
9.2.1	Schneelasten	41
9.2.2	Wind	41
9.2.3	Erdbebenlasten	42
9.2.4	Lasten aufgrund der Isolierung	42
9.2.5	Lasten aufgrund von Anschlüssen	42
9.2.6	Bewegung durch Rührwerke	42
9.2.7	Verkehrslasten durch Personen	42
9.3	Zeichnungen und Konstruktionsberechnungen	42
9.4	Berechnungsgrößen	43
9.4.1	Auslegungstemperatur <i>TS</i>	43
9.4.2	Druck	43
10	Entwurfsauslegung	43
10.1	Symbole und Einheiten	43
10.2	Stehende Behälter oder Tanks, Zylinder unter Last ($t < 0,01D$)	45
10.2.1	Belastung in Umfangsrichtung	45
10.2.2	Kombinierte axiale Belastung	45
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	48
10.3.5	Kritischer Beuldruck für eine Zylinderschale mit äußeren oder inneren Versteifungsringen	54
10.4	Kegelschalen	57
10.4.1	Allgemeine Anforderungen	57
10.4.2	Flachkegelförmige Böden	60
10.4.3	Kegelförmige Böden unter Innendruck	60
10.4.4	Kegelförmige Böden unter Außendruck	62
10.4.5	Kegelförmige Deckel	64
10.5	Gewölbte Böden	66
10.5.1	Allgemeine Anforderungen	66
10.5.2	Gewölbte Böden unter Innendruck	70
10.5.3	Stabilität gewölbter Böden unter Außendruck	71
10.6	Runde ebene Böden	71
10.6.1	Vollflächig gelagerte Flachbodentanks	71
10.6.2	Flachbodenbehälter unter Druck	79
10.6.3	Ausführungen mit gewölbten und kegelförmigen Böden	82
10.6.4	Freitragende Flachböden	100
10.6.5	Trägergestützte runde Flachböden	100
10.6.6	Runde Flachdeckel	100
10.7	Rundnähte	100
10.7.1	Allgemeines	100
10.7.2	Ausführung ohne thermoplastische Auskleidung	106
10.7.3	Ausführung mit thermoplastischer Auskleidung	106
10.8	Öffnungen, Abzweige und Verstärkungslaminat	107
10.8.1	Allgemeines	107
10.8.2	Symbole	107
10.8.3	Forderungen hinsichtlich der Verstärkung an Öffnungen	108
10.8.4	Ausziehlast	133
10.8.5	Verhinderung von Abschälen	134
10.8.6	Blockflanschverbindungen	134
10.8.7	Schraubverbindungen	135
10.8.8	Zugangs- und Revisionsöffnungen	135
10.8.9	Eckverstärkungen an Abzweigen	137
10.9	Ebene Platten	138
10.9.1	Allgemeines	138

10.9.2	Symbole.....	138
		Seite
10.9.3	Plattenformen und Lasten	139
10.9.4	Auslegungsverfahren für alle Plattenformen	139
10.9.5	Rechtwinklige Platten	139
10.9.6	Runde Platten	146
10.9.7	Verschraubte runde Blindflansche.....	149
10.10	Rechteckige Tanks	156
10.10.1	Allgemeine Ausführungstypen rechteckiger Tanks	156
10.10.2	Auslegung von Versteifungsrippen.....	158
10.11	Liegende Behälter	159
10.11.1	Allgemeines	159
10.11.2	Analyse für starre Tragsättel.....	165
10.11.3	Behälter auf flexiblen Auflagern oder in Schlingen.....	179
10.11.4	Analyse für auf Längsträgern gelagerte Behälter.....	186
11	Geschraubte Flanschverbindungen	186
11.1	Allgemeines	186
11.2	Vollflächige Flansche (mit vollflächigen Dichtungen).....	204
11.2.1	Allgemeines	204
11.2.2	Symbole.....	209
11.2.3	Schraubenkräfte und -flächen.....	210
11.2.4	Auslegung von vollflächigen Festflanschen	211
11.2.5	Verschraubung	211
11.3	Flansche mit Bund und Metall-Stützring.....	212
11.3.1	Allgemeines	212
11.3.2	Der Lastdurchmesser G_1 des Flanschs mit Bund ergibt sich aus Gleichung (161)	217
11.3.3	Wirksamer Dichtungsdurchmesser G'	217
11.3.4	Auf den Flanscbund wirkende Lasten	218
11.3.5	Hebelarme der Kräfte	218
11.3.6	Dicke des Flanscbunds	218
11.3.7	Schraubenflächen und -kräfte.....	218
11.3.8	Schublast an der Bundverbindung.....	219
11.3.9	Auslegung des Stahlstützrings.....	219
11.3.10	Auflagerlast.....	219
11.4	Vorgeformte Flansche.....	219
11.5	Stumpf und fest verbundene Flansche	220
11.6	Flansche mit Bund und nicht metallischem Stützring	220
12	Auflager	221
12.1	Allgemeines	221
12.2	Stehende Tanks	221
12.2.1	Flachbodentanks.....	221
12.3	Auflager und Halterungen für Behälter	221
12.3.1	Allgemeine Hinweise.....	221
12.3.2	Auflager und Halterungen für stehende Behälter	222
12.4	Erdbebenlasten.....	235
12.5	Konstruktionsberechnung für Verankerungen von Tanks und Behältern	235
12.5.1	Allgemeines	235
12.5.2	Auslegung gegen Abheben.....	236
12.5.3	Auslegung der Ankerschrauben.....	236
12.5.4	Temperatureinflüsse	237
13	An- und Einbauteile.....	237
13.1	Allgemeines	237
13.2	Innen liegende An- und Einbauteile	237
13.3	Außen liegende An- und Einbauteile.....	237
13.4	Hebevorrichtungen.....	238
14	Berücksichtigung von Punktlasten	238
14.1	Allgemeines	238

Seite

14.2	Symbole	238
14.3	Berechnung der Kraft- und Momentenresultierenden	238
14.4	Berechnung von Laminatdehnungen	239
15	Qualitätskontrolle	239
15.1	Allgemeines	239
15.2	Anforderungen an die Produktionsstätten	240
15.2.1	Allgemeines	240
15.2.2	Lagerung der Ausgangswerkstoffe	240
15.2.3	Fertigungsbereich	240
15.2.4	Bedingungen für das Laminieren	240
15.3	Vom Hersteller zu erstellende Dokumentation	241
15.3.1	Technische Unterlagen	241
15.3.2	Erforderliche Aufzeichnungen und Dokumentation zu Ausgangswerkstoffen	241
15.3.3	Erforderliche Unterlagen über die Fertigung	241
15.3.4	Erforderliche Dokumentation zur Qualitätskontrolle	242
15.4	Fertigung	262
15.4.1	Allgemeines	262
15.4.2	Herstellung thermoplastischer Auskleidungen	262
15.4.3	Laminatherstellung	263
15.4.4	Fehler in Laminaten	264
15.4.5	Aushärtung	264
15.5	Prüfungen nach Abschluss der Fertigung	264
15.5.1	Sichtprüfung und Maßprüfung	264
15.5.2	Durchzuführende physikalische Prüfungen	265
15.5.3	Prüfung von Wandungsausschnitten	265
15.6	Experimentelles Konstruktionsprüfverfahren	266
15.6.1	Einleitung	266
15.6.2	Allgemeines	266
15.6.3	Herstellung von Baumustern von Tanks oder Behältern	267
15.6.4	Prüfungen an den Tank- oder Behälterbaumustern	267
16	Standortgefertigte Tanks und Behälter	268
16.1	Allgemeines	268
16.2	Auslegung	268
16.2.1	Laminatverbindungen	268
16.2.2	Auslegung von Flachböden	268
16.2.3	Oben offene Tanks	268
16.2.4	Temperatur	268
16.2.5	Schraubverbindungen	268
16.3	Fertigung	268
16.3.1	Thermoplastschweißen	268
16.3.2	Laminieren	269
16.3.3	Aushärten	269
16.3.4	Prüfplatten	269
16.4	Prüfung	269
16.4.1	Allgemeines	269
17	Kennzeichnung	269
Anhang A (informativ) Produktprüfung für die Serienproduktion oder die Fertigung von Losen.....		271
A.1	Erst-Typprüfung (ITT)	271
A.2	Stichprobenprüfung	271
A.2.1	Allgemeines	271
A.2.2	Losfreigabeprüfungen (BRT)	272
A.2.3	Prozesskontrollprüfungen	273
A.3	Prüfdokumente und -bescheinigungen	273
A.3.1	Allgemeines	273
A.3.2	Kennzeichnung	273
A.3.3	Auslieferung, Aufstellung, Instandhaltung	273
Anhang B (informativ) Ableitung der Laminatkennwerte von den Kennwerten der Laminatschichten		274

Seite

B.1	Allgemeines	274
B.2	Schicht-/Laminatdicke	274
B.3	Laminatmoduln.....	277
B.4	Bestimmung der Biegesteifigkeit des Laminats	278
B.5	Bestimmung der Laminatdehnungen aus den Lastresultierenden.....	278
Anhang C (normativ) Druck- und Dichtheitsprüfung		281
C.1	Allgemeines	281
C.2	Offene Tanks und Behälter.....	281
C.3	Geschlossene Tanks und Behälter.....	282
C.3.1	Prüfung bei maximaler statischer Druckhöhe (Dichtheitsprüfung)	282
C.4	Flüssigkeitsdruckprüfung	282
C.4.1	Prüfung in Betriebslage.....	282
C.4.2	Prüfung in anderer als Betriebslage.....	282
C.4.3	Gasdruckprüfung	282
C.4.4	Unterdruckprüfung.....	282
Anhang D (normativ) Prüfverfahren.....		283
D.1	Allgemeines	283
D.1.1	Prüfungen.....	283
D.1.2	Genauigkeit des Prüfgeräts.....	283
D.2	Glühverlust.....	283
D.3	Schweißnahtfestigkeit bei thermoplastischen Kunststoffen.....	283
D.4	Biegeversuch an Schweißverbindungen bei thermoplastischen Kunststoffen	284
D.4.1	Einleitung	284
D.4.2	Versuchsanordnung.....	284
D.4.3	Probekörper	286
D.4.4	Prüfverfahren	287
D.4.5	Anforderungen an die Biegeprüfung.....	287
D.4.6	Prüfbericht	288
D.5	Bestimmung der Einheitszugfestigkeit bei Bruch von Laminaten.....	288
D.5.1	Probekörper und Prüfverfahren.....	288
D.5.2	Einfache Laminat.....	288
D.5.3	Kombinierte Laminat.....	289
D.6	Einheitszugmodul von Laminaten	289
D.7	Interlaminare Schubfestigkeit von Laminaten	293
D.7.1	Form der Probekörper.....	293
D.7.2	Anzahl der Probekörper.....	293
D.7.3	Durchführung.....	293
D.7.4	Ergebnisse	293
D.7.5	Prüfbericht	294
D.8	Bestimmung der interlaminaren Schubfestigkeit der Verbindung zwischen thermoplastischer Auskleidung und Laminat oder zwischen Laminatschichten	296
D.8.1	Form der Probekörper.....	296
D.8.2	Anzahl der Probekörper.....	296
D.8.3	Durchführung.....	296
D.8.4	Prüfbericht	296
D.9	Schälfestigkeit der Verbindung zwischen Laminatschichten	303
D.9.1	Form der Probekörper.....	303
D.9.2	Anzahl der Probekörper.....	303
D.9.3	Durchführung.....	303
D.9.4	Prüfbericht	303
D.10	Prüfung des Kurzzeit-Kriechverhaltens bei Biegebeanspruchung.....	303
D.10.1	Allgemeines	303
D.10.2	Definitionen.....	304
D.10.3	Prüfgerät.....	304
D.10.4	Probekörper	307
		Seite
D.10.5	Durchführung.....	307
D.10.6	Berechnung.....	307
D.11	Barcol-Härte	309
D.12	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.....	309

D.13	Reststyrolgehalt (Polyesterharze).....	309
D.14	Acetonprüfung für Polyesterharze.....	309
D.14.1	Allgemeines.....	309
D.14.2	Durchführung.....	309
D.14.3	Auswertung der Prüfung.....	309
D.15	Hochspannungsprüfung thermoplastischer Schweißnähte	309
D.15.1	Allgemeines.....	309
D.15.2	Prüfgerät.....	310
D.15.3	Durchführung.....	310
D.16	Zeitstand-Kriechverhalten bei Biegebeanspruchung	310
D.16.1	Allgemeines.....	310
D.16.2	Definitionen	310
D.16.3	Prüfgerät.....	311
D.16.4	Probekörper.....	311
D.16.5	Durchführung.....	311
D.16.6	Berechnung.....	311
D.17	Gummihärte.....	313
D.18	Prüfung des Flammpunktes	313
D.19	Prüfung der Wärmeformbeständigkeit	314
D.20	Biegefestigkeit von Laminaten.....	314
Anhang E (normativ) Zulassungsprüfung für Laminierer.....		315
E.1	Allgemeines.....	315
E.2	Prüfung von Laminierern	315
E.3	Durchführung.....	315
E.4	Probekörper.....	316
E.5	Prüfung der Probekörper	316
E.5.1	Allgemeines.....	316
E.5.2	Prüfverfahren 1	316
E.5.3	Prüfverfahren 2	317
E.6	Mindestanforderungen für die Zulassung.....	317
E.7	Prüfbescheinigung	317
E.8	Geltungsdauer und Erneuerung der Bescheinigung	317
E.9	Geltungsbereich.....	318
Anhang F (normativ) Zulassungsprüfung für Schweißer		319
F.1	Allgemeines.....	319
F.1.1	Einleitung.....	319
F.1.2	Wargasschweißen	319
F.1.3	Heizelementschweißen	319
F.1.4	Schweißverfahren.....	319
F.2	Anforderungen für die Prüfung.....	320
F.2.1	Werkstoffe	320
F.2.2	Schweißverfahren.....	320
F.2.3	Nahtarten	320
F.3	Durchführung.....	320
F.4	Probekörper.....	321
F.4.1	Nahtverbindung in Platten	321
F.4.2	Abzweigverbindungen	321
F.4.3	Kennzeichnung.....	321
F.5	Prüfung der Probekörper	321
F.6	Mindestanforderungen für die Zulassung.....	322
F.7	Prüfbescheinigung	322
F.8	Geltungsdauer und Erneuerung der Bescheinigung	322
F.9	Geltungsbereich.....	322
		Seite
Anhang G (informativ) Beanspruchung durch Punktlasten — Berechnungsverfahren		324
G.1	Allgemeines.....	324
G.2	Punktlasten an Druckbehälterschalen	324
G.2.1	Allgemeines.....	324
G.2.2	Radiallasten an Zylinderschalen.....	326
G.2.3	Auf Zylinderschalen von außen aufgebraachte Momente.....	414

G.2.4	Auswirkung von äußeren Kräften und Momenten auf Abzweige	415
Anhang H	(informativ) Auslegungsverfahren für gewickelte Lamine	416
H.1	Allgemeines	416
H.2	Eigenschaften fadengewickelter Lamine	417
H.2.1	Einheitsmodul	417
H.2.2	Einheitsmodul des Laminats	417
H.2.3	Einheitslast des Laminats bei unidirektionaler Belastung	417
H.2.4	Einheitslast des Laminats bei kombinierter Belastung	417
H.3	Auslegungsverfahren	419
H.3.1	Allgemeines	419
H.3.2	Vollflächig unterstützte ebene Böden	421
H.3.3	Zylinderschalen mit Versteifungsringen	421
H.4	Instabilität in Längsrichtung	423
Anhang I	(normativ) Technische Anforderungen für Formflansche	443
I.1	Allgemeines	443
I.1.1	Einleitung	443
I.1.2	Konstruktionsanforderungen	443
Anhang J	(informativ) Schalen unter Windlast mit Werten nach Vorschriften für Metall	445
J.1	Symbole	445
Anhang K	(informativ) Auslegung von liegenden Behältern	450
K.1	Allgemeines	450
K.2	Änderung des Dehnungswertes für Behälter auf starrem Sattel	450
K.2.1	Allgemeines	450
K.2.2	Korrekturfaktor	450
K.3	Liegende Behälter auf zwei durchgehenden Längsträgern	458
K.3.1	Allgemeines	458
K.3.2	Symbole	458
K.3.3	Maximale Dehnungsbeanspruchung in der Schale	462
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 97/23//EG	464
	Literaturhinweise	466