

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 T_S	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	Rundlamine 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 Lamine zur Ausschnittsverstärkung.....	83
10.8.1	Allgemeines.....	83
10.8.2	Symbole.....	84
10.8.3	Anforderungen die Ausschnittsverstärkungen von Öffnungen.....	84
10.8.4	Ausziehlast von Stützen.....	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 waagrecht 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	Bundstützen 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 Bundstützen.....	141
11.3.4	Schubspannungen am Bundstützen.....	141
11.3.5	Dimensionierung des Bundstützens.....	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 Prüfständen.....	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	Freigabeproofungen 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 Lamine.....	190
D.5.3	Kombinierte Lamine.....	190
D.6	Einheitszugmodul von Laminaten	191
D.7	Interlaminaire 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