

**Geschweißte ortsfeste drucklose Behälter (Tanks)
aus Thermoplasten**Teil 3: Konstruktion und Berechnung von einwandigen Rechteckbehältern (-tanks)
Deutsche Fassung EN 12573-3 : 2000**DIN****EN 12573-3**

ICS 23.020.10

Welded static non-pressurised thermoplastic tanks –
Part 3: Design and calculation for single skin rectangular tanks;
German version EN 12573-3 : 2000

Cuves statiques soudées en matières thermoplastiques sans pression –
Partie 3: Conception et calcul des cuves parallélépipédiques
rectangles à simple paroi;
Version allemande EN 12573-3 : 2000

**Die Europäische Norm EN 12573-3:2000 hat den Status einer
Deutschen Norm.**

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe WG 2 „Tanks aus Thermoplasten, gefertigt durch Schweißen“ (Sekretariat Deutschland) des Technischen Komitees CEN/TC 266 „Ortsfeste Tanks aus Thermoplasten“ (Sekretariat Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Der Arbeitsausschuss AA 1.04 „Tanks aus Thermoplasten“ im Normenausschuss Tankanlagen (NA Tank) war im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. an der Erstellung der Norm beteiligt.

Nicht berücksichtigt wurde in dieser Norm die deutsche Forderung bezüglich der Aufnahme von Aussagen zur Konformitätsbewertung und zu den Dichtheitsprüfungen.

Zu EN 12573-3 hatte Deutschland darauf hingewiesen, dass die im Abschnitt 8 enthaltenen Berechnungen für Tanks mit kreuzgerippten Seitenwänden und satter ebener Auflage des Bodens für Tanks großer Abmessungen nicht anwendbar sind. Diese Erkenntnis resultierte aus der Anwendung des Norm-Entwurfes. Auf Grund der Abstimmungsmodalitäten bei CEN wurde die Norm aber auch gegen die deutsche Ablehnung angenommen. Nach Vorliegen fundierter Berechnungsgleichungen für diese Tanks wird Deutschland eine Überarbeitung der Norm zu diesem Sachverhalt beantragen.

Fortsetzung 17 Seiten EN

Normenausschuss Tankanlagen (NA Tank) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Geschweißte ortsfeste drucklose Behälter (Tanks)
aus Thermoplasten**

Teil 3: Konstruktion und Berechnung von einwandigen Rechteckbehältern (-tanks)

Welded static non-pressurised thermoplastic tanks –
Part 3: Design and calculation for single skin rectangular
tanks

Cuves statiques soudées en matières thermoplastiques
sans pression – Partie 3: Conception et calcul des cuves
parallélepédiques rectangles à simple paroi

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 14. Februar 2000 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Managementzentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Managementzentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Managementzentrum: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	8 Tanks mit kreuzgerippten Seitenwänden und satter, ebener Auflage des Bodens	7
1 Anwendungsbereich	2	8.1 Berechnung der Mindestwanddicke, der Bodendicke und der Rundumverstärkung	7
2 Normative Verweisungen	2	8.2 Berechnung der vertikalen Verstärkungsträger	7
3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen	3	9 Rechtecktanks mit Jochverstärkungen	8
3.1 Definitionen	3	9.1 Allgemeines	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	3	9.2 Berechnung der Wanddicke der Seitenwände	8
4 Allgemeines zur Konstruktionsberechnung	3	9.3 Berechnung des Bodens	8
5 Tanks ohne Verstärkungen mit satter, ebener Auflage des Bodens	4	9.4 Berechnung der Jochverstärkungen	8
5.1 Allgemeines	4	10 Berechnung des Tankdeckels	8
5.2 Seitenverhältnis $x/y < 0,5$	4	10.1 Allgemeines	8
5.3 Seitenverhältnis $0,5 \leq x/y \leq 4$	4	10.2 Frei aufliegender Tankdeckel	8
5.4 Seitenverhältnis $x/y > 4$	4	10.3 Fest eingespannter Tankdeckel	9
6 Tanks mit Randverstärkung und satter, ebener Auflage des Bodens	4	10.4 Verstärkter (ausgesteifter) Tankdeckel	9
6.1 Berechnung der Wanddicke	4	Anhang A (informativ) Konstruktive Details von Rechtecktanks	10
6.2 Berechnung der Randverstärkungen	5	Anhang B (informativ) Sonderfälle	16
7 Tanks mit Rundumverstärkung und satter, ebener Auflage des Bodens	6	Anhang C (informativ) A-Abweichungen	17
7.1 Allgemeines	6	Literaturhinweise	17
7.2 Berechnung der Mindestwanddicke der Seitenwände	6		
7.3 Berechnung der horizontalen Verstärkungsträger	7		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 266 „Ortsfeste Tanks aus Thermoplasten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2000 zurückgezogen werden.

EN 12573 : 1999 „Geschweißte ortsfeste drucklose Behälter (Tanks) aus Thermoplasten“ besteht aus:

- Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- Teil 2: Berechnung von runden stehenden Behältern (Tanks)
- Teil 3: Konstruktion und Berechnung von einwandigen Rechteckbehältern (-tanks)
- Teil 4: Konstruktion und Berechnung von Flanschverbindungen

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Konstruktion und Berechnung von einwandigen Rechtecktanks fest, die aus den folgenden Thermoplasten gefertigt werden:

Polyethylen (PE)
Polypropylen (PP)
Polyvinylchlorid (PVC)
Polyvinylidenfluorid (PVDF)

Die Tanks können von außen mit Rippen oder Rahmen aus demselben oder anderen Werkstoffen verstärkt sein.

Diese Norm ist nur anwendbar für Tanks, die ohne inneren Überdruck oder Vakuum betrieben werden, ausgenommen der während des Befüllens/Entleerens mit Fluiden (einschließlich Gasen) bei Normalbetrieb vorkommenden Drücke.

Die Berechnung berücksichtigt sowohl Drücke über kurze oder lange Zeiträume als auch die hydrostatische Belastung. Die folgenden Werte sind Drücke über lange Zeiträume und stellen die Grenzwerte dar.

Überdruck: 0,000 5 N/mm² (0,005 bar)

Unterdruck: 0,000 3 N/mm² (0,003 bar)

Als Grundlage für die Berechnung wurde in diesem Dokument die Plattentheorie verwendet. Über die Membrantheorie ist im Anhang B nachzulesen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an

den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 12573-1

Geschweißte ortsfeste drucklose Behälter (Tanks) aus Thermoplasten – Teil 1: Allgemeine Grundsätze

EN 1778

Charakteristische Kennwerte für geschweißte Thermoplast-Konstruktionen – Bestimmung der zulässigen Spannungen und Moduli für die Berechnung von Thermoplastbauteilen

3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Teils der Norm gelten die folgenden Definitionen, Symbole und Abkürzungen:

3.1 Definitionen

3.1.1 Wand: Grundlegendes Konstruktionselement des Tanks.

3.1.2 Verstärkung: Mit der Wand des Tanks verbundenes horizontales oder vertikales Teil.

3.1.3 Tragende Wand: Wand des Tanks und deren Verstärkung.

3.1.4 Feld: Bereich zwischen den Verstärkungen.

3.1.5 U-Rahmen: Jochverstärkung, die unterhalb der Grundfläche und vertikal an den Seiten des Tanks verläuft.

3.2 Symbole und Abkürzungen

E	der Elastizitätsmodul des Verstärkungswerkstoffes (bei Kunststoffen entsprechend E_c), in Newton je Quadratmillimeter
$E_{c(al.)D}$	der zulässige Kriechmodul für Deformationsberechnungen (abhängig von Temperatur, Spannung, Zeit, Medium), in Newton je Quadratmillimeter, siehe EN 1778
F	die Kraft, in Newton
f	die maximale Durchbiegung, in Millimeter
J	das Flächenmoment 2. Grades (früher Flächenträgheitsmoment) der Verstärkung, in Millimeter hoch vier
k	der Beiwert für die Berücksichtigung der Durchbiegung der Wand
M	das Biegemoment, in Newtonmillimeter
N	der Steifigkeitskoeffizient
p	der Überdruck am Tankboden, in Newton je Quadratmillimeter
p_D	die gleichmäßig verteilte Last, die auf den Tankdeckel wirkt, in Newton je Quadratmillimeter
p_m	der gemittelte Überdruck für die Wanddickenberechnung, in Newton je Quadratmillimeter
p_1	der gemittelte Überdruck für die Berechnung der Verstärkung, in Newton je Quadratmillimeter
t	die Wanddicke, in Millimeter
W	das Flächenmoment 1. Grades der Verstärkungen, in Kubikmillimeter
x	die Länge des Tanks oder der Abstand zwischen den vertikalen Verstärkungen, in Millimeter
x'	der Verstärkung zugeordnete wirksame Länge des Feldes, in Millimeter

y	die Höhe des Tanks oder der Abstand zwischen den horizontalen Verstärkungen, in Millimeter
y'	der Verstärkung zugeordnete wirksame Höhe des Feldes, in Millimeter
z	die Breite des Tanks oder Feldes, in Millimeter
$\alpha_1 \dots \alpha_5$	der Verformungsbeiwert
$\beta_1 \dots \beta_5$	der Spannungsbeiwert
$\sigma_{al.}$	die zulässige Spannung, in Newton je Quadratmillimeter, siehe EN 1778

4 Allgemeines zur Konstruktionsberechnung

Allgemeine Grundsätze nach EN 12573-1

Es werden nur für die in den Bildern 1 bis 5 dargestellten Tankkonstruktionen entsprechende Berechnungsmethoden angegeben.

Schweißnähte sollten in Bereichen mit geringen Biegemomenten angeordnet werden; die maximalen Biegemomente sind aus den Bildern 6, 7 und 8 zu ersehen.

ANMERKUNG: Die Konstruktion sollte die Effekte von thermischen Ausdehnungen zwischen der Tankwand und den äußeren Verstärkungen berücksichtigen.

Die maximale Durchbiegung darf nicht größer sein, als die halbe Wanddicke.

$f \leq 0,5 t$

Konstruktive Details von Rechtecktanks siehe Anhang A.

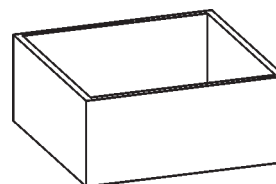


Bild 1: Tank ohne Verstärkung

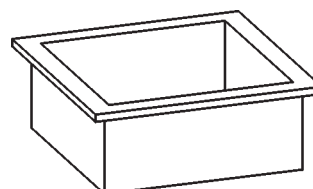


Bild 2: Tank mit Randverstärkung

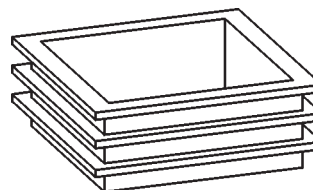


Bild 3: Tank mit Rundumverstärkung

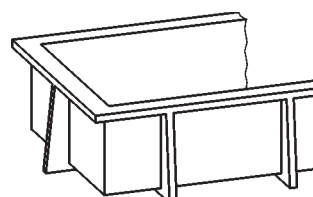


Bild 4: Tank mit Jochverstärkung

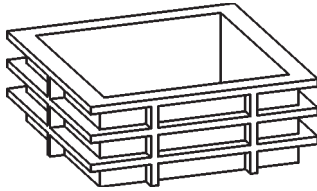


Bild 5: Tank mit kreuzgerippten Seitenwänden

5 Tanks ohne Verstärkungen mit satter, ebener Auflage des Bodens

5.1 Allgemeines

Die Berechnung der Mindestwanddicke richtet sich nach dem Verhältnis zwischen Länge (x) und Höhe (y), (siehe Bild 6). Die Dicke des Bodens muß in der gleichen Größe wie die der Seitenwände sein.

5.2 Seitenverhältnis $x/y < 0,5$

Die Mindestwanddicke ist nach Gleichung (1) zu berechnen.

$$t = \sqrt{\frac{p x^2}{2,5 \sigma_{al}}} \quad (1)$$

ANMERKUNG 1: In der Gleichung (1) für die Wanddicke (t) ist die Wand als ein beidseitig eingespannter Träger mit gleichmäßiger Streckenlast angenommen. Dies führt im Nenner zum Faktor 2. Wegen der besseren Übereinstimmung mit Meßwerten wurde der Faktor auf 2,5 erhöht.

Die maximale Durchbiegung der Wand ist nach Gleichung (2) zu berechnen.

$$f = \frac{p x^4}{32 k E_{c(al.)D} t^3} \quad (2)$$

Der Beiwert k ist entweder 1 (für $x < y$) oder 2 (für $x/y \approx 0,5$).

ANMERKUNG 2: In der Gleichung (2) für die Durchbiegung ergibt sich im Nenner der Faktor 32, wenn man einen beidseitig eingespannten Träger mit gleichmäßiger Streckenlast annimmt. Hier kann man jedoch auf Plattengleichungen zurückgreifen, die dem einzelnen Belastungsfall genau entsprechen und zum

Faktor 68 führen, wenn $x/y \approx 0,5$ ist. Daher wurde ein zusätzlicher Faktor k eingeführt, der in Abhängigkeit von x/y zu hinreichend genauen Ergebnissen führt.

5.3 Seitenverhältnis $0,5 \leq x/y \leq 4$

Die Mindestwanddicke ist nach Gleichung (3) zu berechnen.

$$t = \sqrt{\beta_1 \frac{p y^2}{\sigma_{al}}} \quad (3)$$

Die maximale Durchbiegung der Wand ist nach Gleichung (4) zu berechnen.

$$f = \frac{\alpha_1 p y^4}{E_{c(al.)D} t^3} \quad (4)$$

Die Werte für β_1 und α_1 sind Tabelle 1 zu entnehmen.

5.4 Seitenverhältnis $x/y > 4$

Die Mindestwanddicke ist nach Gleichung (5) zu berechnen.

$$t = \sqrt{\frac{p y^2}{\sigma_{al}}} \quad (5)$$

Die maximale Durchbiegung der Wand ist nach Gleichung (6) zu berechnen.

$$f = \frac{p y^4}{2,5 E_{c(al.)D} t^3} \quad (6)$$

ANMERKUNG: Die Tankwand wird hier als Kragarm mit Dreieckslast betrachtet.

6 Tanks mit Randverstärkung und satter, ebener Auflage des Bodens

6.1 Berechnung der Wanddicke

6.1.1 Allgemeines

Die Berechnung der Wanddicke basiert auf der Annahme, daß die Randverstärkung eine feste Auflage darstellt. Die Bodendicke muß in der gleichen Größe wie die der Seitenwände sein (siehe Bild 7).

6.1.2 Seitenverhältnis $x/y < 0,5$

Die Mindestwanddicke ist nach Gleichung (7) zu berechnen.

$$t = \sqrt{\frac{p x^2}{3 \sigma_{al}}} \quad (7)$$

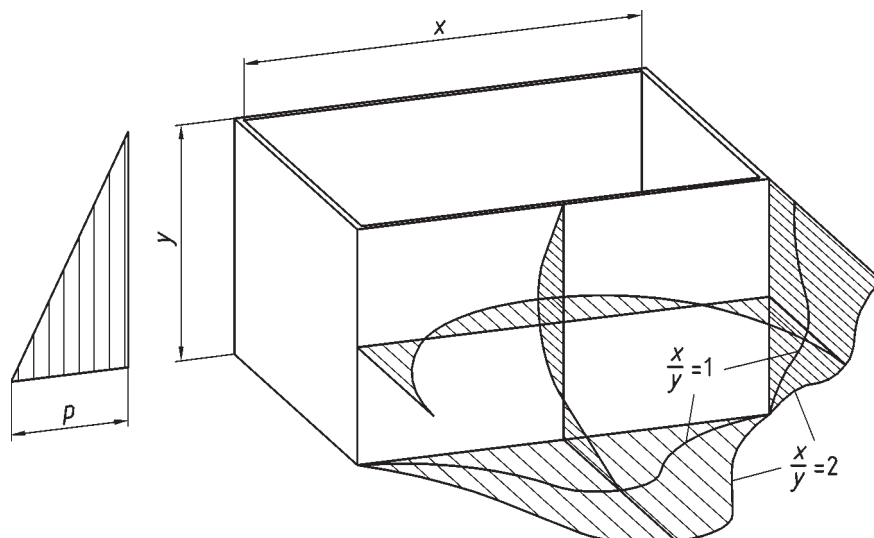


Bild 6: Grundsätzlicher Verlauf der Biegemomente bei einem unverstärkten Tank