

DIN EN 14025

ICS 13.300; 23.020.20

Einsprüche bis 2012-02-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14025:2008-08

Entwurf

**Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter –
Drucktanks aus Metall –
Auslegung und Bau;
Deutsche Fassung prEN 14025:2011**

Tanks for the transport of dangerous goods –
Metallic pressure tanks –
Design and construction;
German version prEN 14025:2011

Citernes destinées au transport de matières dangereuses –
Citernes métalliques sous pression –
Conception et fabrication;
Version allemande prEN 14025:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-11-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an natank@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Tankanlagen (NATank) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 59 Seiten

Normenausschuss Tankanlagen (NATank) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14025:2011) wurde von der Arbeitsgruppe (WG) 3 „Metallische Drucktanks“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des Technischen Komitees CEN/TC 296 „Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter“ (Sekretariat: AFNOR Frankreich) erarbeitet.

Als nationales Spiegelgremium im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war der NATank Arbeitsausschuss NA 104-03-23 AA "Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter – Auslegung und Bau von Tanks" an der Erstellung der Norm beteiligt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14025:2008-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung des Anwendungsbereichs der Norm auf ortsbewegliche Tanks nach 6.7 des ADR 2011;
- b) Anpassungen an die Vorgaben des ADR 2011;
- c) Streichung des Anhangs A und Aufnahme der Verweise auf RID/ADR in die entsprechenden Abschnitte im Hauptteil der Norm;
- d) Korrekturen in 6.3.5 Öffnungen und Verstärkungen;
- e) Aktualisierung der normativen Verweisungen.

Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Drucktanks aus Metall — Auslegung und Bau

Citernes destinées au transport de matières dangereuses — Citernes métalliques sous pression — Conception et fabrication

Tanks for the transport of dangerous goods — Metallic pressure tanks — Design and construction

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.4e - RC2

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole	7
4 Werkstoffe	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Verträglichkeit	9
5 Auslegung	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Mindestdicke des Tankkörpers	9
5.3 Reduzierung der Dicke des Tankkörpers	10
5.4 Schutz des Tankkörpers	10
5.5 Schutz der Ausrüstung	11
5.6 Sonstige Anforderungen an die Auslegung	11
6 Berechnung	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Auslegungskriterien	14
6.3 Berechnung für Innendruck	15
6.3.1 Allgemeines	15
6.3.2 Wanddicke des zylindrischen Teils	15
6.3.3 Wanddicke der Böden	15
6.3.4 Wanddicke der kegelförmigen Teile	19
6.3.5 Öffnungen und Verstärkungen	21
6.3.6 Deckel für Einsteigöffnungen	28
6.3.7 Flansche, Verbindungen, Schrauben	33
6.4 Berechnung gegen Außendruck	34
6.4.1 Allgemeines	34
6.4.2 Tanks, bei denen Außendruck Teil der Betriebsbedingungen ist	35
6.4.3 Tanks, bei denen Außendruck <u>nicht</u> Teil der Betriebsbedingungen ist	35
6.4.4 Prüfung	35
6.5 Verbindung von Tank und Rahmen	36
7 Bau und Herstellung	36
7.1 Allgemeine Anforderungen	36
7.2 Schneiden	36
7.3 Formen	37
7.3.1 Allgemeines	37
7.3.2 Kaltformen	37
7.3.3 Warmformen	37
7.3.4 Böden	37
7.3.5 Wärmebehandlung und Normalglühen	38
7.4 Schweißen	38
7.4.1 Qualifikation	38
7.4.2 Schweißverbindungen	38
7.4.3 Prüfung von Schweißnähten	39
7.4.4 Vorübergehende Anbauten	40
7.5 Herstellungstoleranzen	40
7.5.1 Ausrichtung der Bleche	40
7.5.2 Formfehler	41

7.5.3	Dicke	41
7.5.4	Gewölbte Böden	41
7.5.5	Zylindrische Abschnitte	41
8	Reparaturen	42
8.1	Allgemeines	42
8.2	Reparatur von Oberflächenfehlern im Grundwerkstoff	42
8.3	Reparatur von Schweißnahtfehlern	42
Anhang A (informativ) Berechnungsbeispiel		43
A.1	Einleitung	43
A.2	Abmessungen, Werkstoffeigenschaften, Betriebs- und Prüfbedingungen	43
A.3	Berechnung nach Zweig A	44
A.4	Berechnung nach Zweig B	45
A.5	Berechnung nach Zweig C	45
A.6	Berechnung nach Zweig D	47
A.7	Ergebnisse	55
Literaturhinweise		57

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14025:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 296 „Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14025:2008 ersetzen.

Diese Norm wurde zur Inbezugnahme in der Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) und/oder in den technischen Anhängen des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) vorgelegt.

ANMERKUNG Die technischen Anhänge sind auf der folgenden Website verfügbar:
<http://www.unece.org/trans/danger/danger.htm> für ADR bzw. <http://www.otif.org/en/dangerous-goods.htm> für RID.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Mindestanforderungen für Auslegung und Bau von metallischen Drucktanks mit einem maximalen Betriebs- oder Prüfdruck von mehr als 50 kPa (0,5 bar) für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit der Eisenbahn und mit Seeschiffen fest. Diese Europäische Norm enthält Anforderungen an Öffnungen, Verschlüsse und die bauliche Ausrüstung; Anforderungen an die Bedienungsausrüstung werden nicht behandelt. Zu Tanks für die Beförderung von tiefkalten Flüssigkeiten siehe EN 13530-1 und EN 13530-2.

ANMERKUNG Auslegung und Bau von Drucktanks entsprechend des Anwendungsbereichs dieser Norm unterliegen im Wesentlichen den zutreffenden Vorschriften in 6.8.2.1, 6.8.3.1 und 6.8.5 der RID/des ADR. Zusätzlich sind außerdem die zutreffenden Anforderungen nach Kapitel 3.2, Tabelle A, Spalten 12 und 13, 4.3 und 6.8.2.4 der RID/des ADR einzuhalten. Für die bauliche Ausrüstung gelten 6.8.2.2 bzw. 6.8.3.2. Auf die in 1.2.1 der RID/des ADR enthaltenen Begriffsbestimmungen wird verwiesen. Zu ortsbeweglichen Tanks siehe auch Kapitel 4.2 sowie 6.7.2 und 6.7.3 der RID und des ADR. Darüber hinaus sind die maßgebenden Anforderungen Tabelle A, Spalten 10 und 11, 3.2, 4.2, 6.7.2 und 6.7.3 von RID/ADR einzuhalten.

Sofern nicht anders festgelegt, gelten die Festlegungen, die die gesamte Breite der Seite einnehmen, für alle Arten von Tanks. Festlegungen in einzelnen Spalten gelten ausschließlich für:

andere Tanks (linke Spalte)

ortsbewegliche Tanks (rechte Spalte)

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stahl*

EN 473, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung — Allgemeine Grundlagen*

EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

EN 1435, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

EN 1591-1 + A1, *Flansche und ihre Verbindungen — Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung — Teil 1: Berechnungsmethode*

EN 1708-1, *Schweißen — Verbindungselemente beim Schweißen von Stahl — Teil 1: Druckbeanspruchte Bauteile*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12285-1:2003, *Werkstoffgefertigte Tanks aus metallischen Werkstoffen — Teil 1: Liegende ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nicht brennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten*

EN 13094:2008, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Metalltanks mit einem Betriebsdruck von höchstens 0,5 bar — Auslegung und Bau*

EN 13445-2, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2009, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN ISO 3834-1, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen (ISO 3834-1:2005)*

EN ISO 3834-2, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2:2005)*

EN ISO 4136, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querzugversuch (ISO 4136:2001)*

EN ISO 5173, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen (ISO 5173:2009)*

EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2003, korrigierte Fassung:2005, einschließlich Technisches Corrigendum 1:2006)*

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2:2004)*

EN ISO 10042, *Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 10042:2005)*

EN ISO 15607, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607:2003)*

EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1:2004)*

EN ISO 15609-3, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 3: Elektronenstrahlschweißen (ISO 15609-3:2004)*

EN ISO 15609-4, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 4: Laserstrahlschweißen (ISO 15609-4:2009)*

EN ISO 15610, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen (ISO 15610:2003)*

EN ISO 15611, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund von vorliegenden schweißtechnischen Erfahrungen (ISO 15611:2003)*

EN ISO 15612, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612:2004)*

EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613:2004)*

EN ISO 15614-1, *Anforderungen und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfungen — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2004+A1:2008)*

EN ISO 15614-2, *Anforderungen und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 2: Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen (ISO 15614-2:2005)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637:2003);*

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2010)*

ISO 1496-3, *Series 1 freight containers — Specification and testing — Part 3: Tank containers for liquids, gases and pressurized dry bulk*

ISO 7005-1, *Pipe flanges — Part 1: Steel flanges for industrial and general service piping systems*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gilt der folgende Begriff.

3.1.1

Drucktank

Tank in Übereinstimmung mit den Festlegungen in den internationalen Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße oder mit der Eisenbahn mit einem höchsten Betriebs- oder Prüfdruck über 50 kPa (0,5 bar)

3.2 Symbole

Die folgenden allgemeinen Symbole werden im gesamten Text verwendet. Sie sind in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet, und besondere Symbole werden bei den entsprechenden Gleichungen erklärt. Weitere im Text verwendete Symbole sind erläutert in:

RID/ADR, Kapitel 6.8

RID/ADR, Kapitel 6.7

$A, A_p; f_m; f_b; f_p$	Querschnittsflächen für die Berechnung von Abzweigungsverstärkungen (siehe 6.3.5.2 und Bild 7)		
d_i	Innendurchmesser einer Öffnung		
D_C	mittlerer Durchmesser des zylindrischen Teils des Tanks an der Verbindungsstelle zur Kegelschale		
D_e	Außendurchmesser des zylindrischen Teils des Tanks oder des geraden Flansches des gewölbten Bodens		
D_i	Innendurchmesser des zylindrischen Teils des Tanks oder des geraden Flansches des gewölbten Bodens	D_{i1}	Durchmesser des Tankkörpers (in m), mindestens jedoch 1,80 m
e	erforderliche Mindestwanddicke des Tankkörpers (in mm)		
e_k	Wanddicke des kegelförmigen Teils eines Tankkörpers		
e_R	Wanddicke eines halbkugelförmigen Bodens		
E	Elastizitätsmodul		
f_d	Berechnungsnennspannung (zulässige Spannung)		
h	Innenhöhe eines elliptischen gewölbten Bodens		
K	Formbeiwert für elliptische Böden		
MWP	maximaler Betriebsdruck, in MPa	$MAWP$	maximal zulässiger Betriebsdruck, in MPa
p	Auslegungsdruck, in MPa	P	Auslegungsdruck, in MPa
p_{dyn}	äquivalenter dynamischer Druck		

p_{test}	Prüfdruck, in MPa		
p_{vap}	der höhere Wert des Dampfdrucks bei 50 °C oder Auslegungstemperatur, als Zahlenwert des absoluten Drucks	$P_{\text{vap}1}$	Dampfdruck des Stoffes bei 65 °C (nach RID/ADR, 6.7.2.1)
		$P_{\text{vap}2}$	Dampfdruck des ungekühlten Flüssiggases in Abhängigkeit vom Typ des ortsbeweglichen Tanks (nach RID/ADR, 6.7.3.1)
r	innerer Krempenradius, in mm		
R	innerer kugelförmiger Radius des Mittelteils des torisphärischen Bodens		
R_e	garantierte (obere) Mindeststreckgrenze, in N/mm ² , oder garantierte 0,2-%-Dehngrenze in N/mm ² (für austenitische Stähle darf die 1-%-Dehngrenze gewählt werden)		
$R_{e,t}$	garantierte (obere) Mindeststreckgrenze, in N/mm ² , oder garantierte 0,2-%-Dehngrenze in N/mm ² bei der betreffenden Auslegungstemperatur (für austenitische Stähle darf die 1-%-Dehngrenze bei der betreffenden Auslegungstemperatur gewählt werden)		
R_m	garantierte Mindestzugfestigkeit, in N/mm ²		
$R_{m,t}$	garantierte Mindestzugfestigkeit bei der betreffenden Auslegungstemperatur, in N/mm ²		
λ	Schweißfaktor		

4 Werkstoffe

4.1 Allgemeines

Tankkörper müssen aus metallischen Werkstoffen hergestellt werden, die widerstandsfähig gegen Sprödbruch sind und eine angemessene Kerbschlagzähigkeit innerhalb des Auslegungstemperaturbereichs aufweisen. Der Werkstoff muss verformbar sein.

EN 13445-2 gilt ebenfalls, siehe jedoch auch

RID/ADR, Kapitel 6.8.

RID/ADR, Kapitel 6.7.

ANMERKUNG Zu Aluminium und Aluminiumlegierungen siehe auch EN 14286.

Geschweißte Tankkörper müssen aus einem Werkstoff mit nachgewiesenen geeigneten Schweißeigenschaften gefertigt werden.

4.2 Verträglichkeit

Tankkörper, Armaturen und Verrohrungen sind aus Werkstoffen zu fertigen, die:

- a) in hohem Maße widerstandsfähig gegenüber den zu befördernden Stoffen sind; oder
- b) durch chemische Reaktion wirksam passiviert oder neutralisiert worden sind; oder
- c) mit einem korrosionsbeständigen Werkstoff ausgekleidet sind, der direkt mit dem Tankkörper verbunden oder gleichwertig befestigt ist.

Siehe auch

RID/ADR, 6.8.2.

RID/ADR, 6.7.2.2.

Dichtungen müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, die nicht durch die zur Beförderung vorgesehenen Stoffe angegriffen werden können. Die Werkstoffe des Tanks, einschließlich jeglicher Vorrichtungen, Dichtungen, Auskleidungen und Zubehörteile dürfen die zur Beförderung im Tank vorgesehenen Stoffe nicht beeinträchtigen.

Empfehlungen zu Werkstoffspezifikationen in Bezug auf die zu befördernden Stoffe sind EN 12285-1:2003, Anhang B zu entnehmen.

5 Auslegung

5.1 Allgemeines

Tanks müssen so ausgelegt sein, dass sie ohne Verlust des Inhalts unter Berücksichtigung von Abschnitt 6 Folgendem standhalten:

- 1) den Betriebsbedingungen einschließlich der statischen und dynamischen Kräfte unter normalen Beförderungsbedingungen;
- 2) den Prüfbedingungen;
- 3) (bei Bedarf) den Bedingungen bei Explosionsdruckstoß.

ANMERKUNG Sind während Befüllung oder Entleerung des Tanks plötzliche Temperaturschwankungen zu erwarten, sollte die Knickwirkung von einseitiger Ausdehnung oder Kontraktion berücksichtigt werden.

5.2 Mindestdicke des Tankkörpers

Die Dicke des Tankkörpers muss mindestens den Angaben in

RID/ADR, 6.8.2.1.17 bis 6.8.2.1.18, siehe Bild 1a),
entsprechen.

RID/ADR, 6.7.2.4 oder 6.7.3.4, siehe Bild 1b),

5.3 Reduzierung der Dicke des Tankkörpers

Reduzierung der Minstdicke des Tankkörpers [siehe Bild 1a)] ist zulässig, sofern dieser gegen Beschädigung durch seitliches Anfahren oder Überschlagen geschützt ist (siehe 5.4 und RID/ADR, 6.8.2.1.19 bis 6.8.2.1.20 bzw. 6.8.2.1.21), allerdings sind die Mindestanforderungen nach RID/ADR, 6.8.2.1.17 einzuhalten.

Bei Kesselwagen ist eine Reduzierung der Mindestwanddicke aus Schutzgründen nicht zulässig.

Ist zusätzlicher Schutz gegen Beschädigung des Tankkörpers vorgesehen, kann die Minstdicke des Tankkörpers bei ortsbeweglichen Tanks mit Prüfdruck < 2,65 bar proportional zum vorhandenen Schutz reduziert werden (siehe RID/ADR, 6.7.2.4.3 bis 6.7.2.4.5).

5.4 Schutz des Tankkörpers

5.4.1 Tankkörper von

Tankcontainern

ortsbeweglichen Tanks

sind gegen Beschädigung geschützt, wenn eine der folgenden Maßnahmen getroffen wurde:

- eine Konstruktion, bei der der Tankkörper durch ein völlig umschließendes Rahmenwerk mit Längs- und Querträgern gestützt ist. Die Konstruktion muss die Anforderungen von ISO 1496-3 erfüllen;
- eine Doppelwandkonstruktion, bei der die Summe der Dicken der metallischen Außenwand und des Tankkörpers selbst die Mindestwanddicke nicht unterschreitet, die festgelegt ist in:

RID/ADR, 6.8.2.1.18, und die Dicke der Tankinnenwand unterschreitet nicht die in 6.8.2.1.19 festgelegte Minstdicke des Tankkörpers;

RID/ADR, 6.7.2.4.1 und 6.7.2.4.2, und die Dicke der Tankinnenwand unterschreitet nicht die in 6.7.2.4.3 und 6.7.2.4.4 festgelegte Minstdicke des Tankkörpers;

- eine „Sandwich“-Konstruktion, d. h. Tankkörper mit einer Doppelwand und einer starren Feststoffzwischenwand (z. B. Schaum von mindestens 50 mm Dicke), wenn die Außenwand eine Dicke von mindestens 0,5 mm aufweist, wenn sie aus Stahl besteht, von 0,8 mm, wenn sie aus Aluminium besteht, oder von 2 mm, wenn sie aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht. Bei Zwischenwand aus anderen Stoffen (z. B. Mineralwolle mit einer Dicke von mindestens 100 mm) weist die Außenwand eine Dicke von mindestens 0,8 mm bei Verwendung von austenitischem Stahl auf. Wenn andere Werkstoffkombinationen zum Schutz gegen Beschädigung verwendet werden, ist nachzuweisen, dass sie eine gleichwertige Festigkeit aufweisen. Ein Verfahren zum Vergleich des Arbeitsaufnahmevermögens ist in EN 13094:2008, Anhang B angegeben.

5.4.2 Zu Tankkörpern von Straßentankfahrzeugen
siehe auch EN 13094:2008, 6.9.2.

5.5 Schutz der Ausrüstung

Ausrüstungsteile müssen gegen das Risiko von Abreißen und Beschädigung während der Beförderung oder Handhabung gesichert werden.

Ausrüstungsteile von Tanks, mit Ausnahme von Kesselwagen, sind durch Verstärkungsringe, Verkleidungen oder Quer- oder Längsversteifungen zu schützen. Der Schutz der Ausrüstung muss EN 13094:2008, 6.14 entsprechen.

RID/ADR, 6.7.2.5 und 6.7.2.6 und 6.7.3.5 gelten ebenfalls.

Ausrüstungsteile von Tankcontainern sind geschützt, wenn sie sich innerhalb der Rahmenkonstruktion des Containers befinden.

Ausrüstungen von Tanks von Tankfahrzeugen für die Beförderung von Stoffen, für die die Sondervorschrift TE 19 des ADR gilt (siehe ADR, Unterkapitel 6.8.4), benötigen einen zusätzlichen Schutz.

RID/ADR, 6.8.2.2 gilt ebenfalls.

ANMERKUNG Für Saug-Druck-Tanks gilt 6.10.3.1 der RID/des ADR.

5.6 Sonstige Anforderungen an die Auslegung

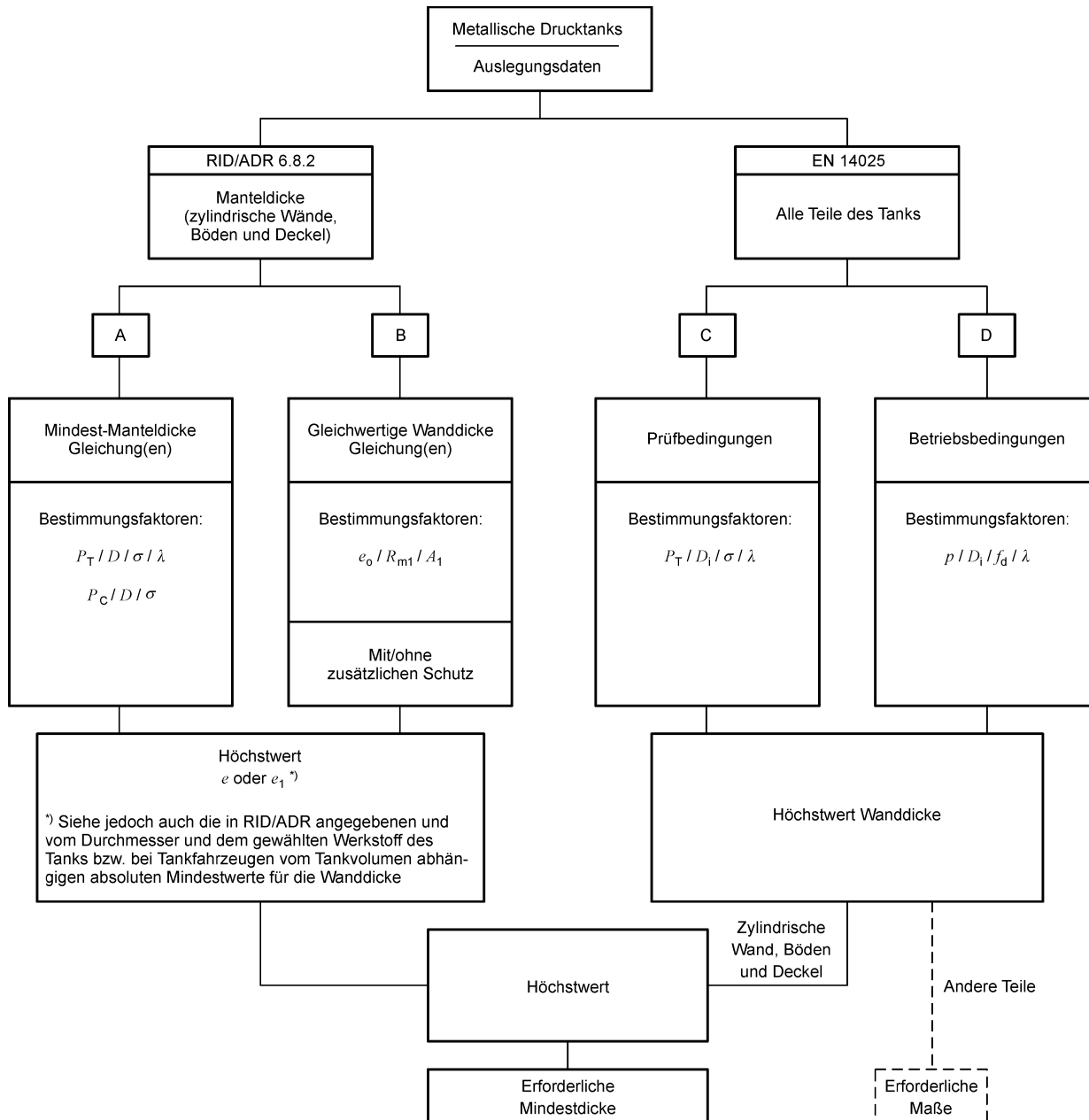
Auslegungskriterien für:

- Öffnungen, siehe 6.3.5.1, 6.3.5.2.1 bis 6.3.5.2.6, 6.3.5.3;
- Böden, siehe 6.3.3.2 bis 6.3.3.4;
- kegelförmige Teile des Tankkörpers, siehe 6.3.4.1 und 6.3.4.2;
- klappbare Deckel für Einsteigöffnungen, siehe 6.3.6.5;
- Flansche, Verbindungen, Schrauben, siehe 6.3.7.

6 Berechnung

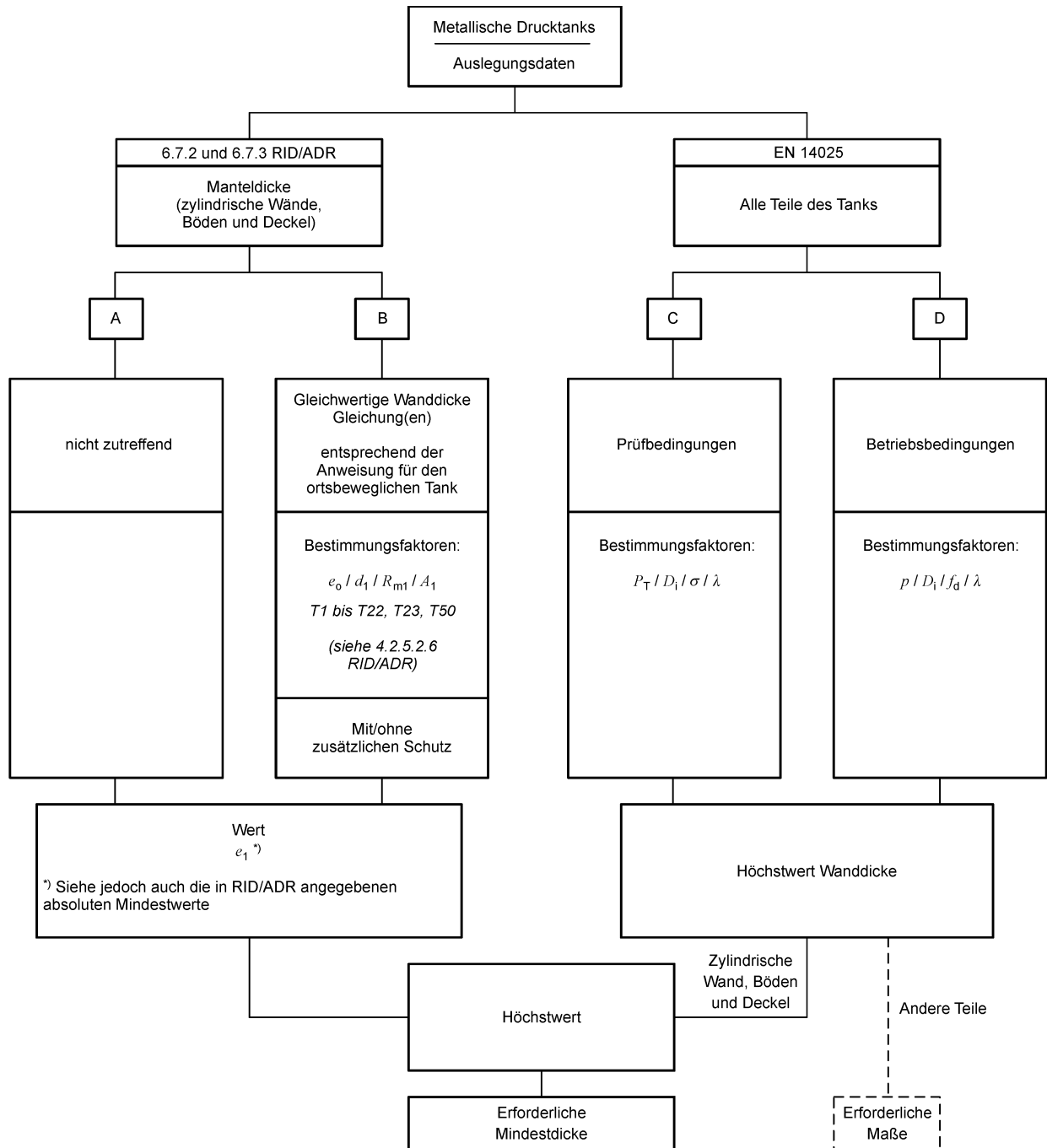
6.1 Allgemeines

Das in Bild 1 dargestellte Berechnungsschema zeigt, wie die Wanddicke eines Tankkörpers zu berechnen ist, um die Anforderungen dieser Norm und der zutreffenden internationalen Rechtsvorschriften (d. h. RID und ADR) zu erfüllen, wobei Bild 1a) für RID/ADR, 6.8 und Bild 1b) für RID/ADR, 6.7 gilt.



Die gewählte Wanddicke darf nicht geringer sein als der Höchstwert der Wanddicke, bestimmt einerseits entsprechend den Zweigen A und B (RID/ADR, 6.8.2) und andererseits entsprechend den nachfolgenden Gleichungen in Zusammenhang mit den Prüf- und Betriebsbedingungen (Zweige C und D).

a) Berechnungsschema für die Wanddicke metallischer Drucktanks nach RID/ADR, 6.8



b) Berechnungsschema für die Wanddicke ortsbeweglicher metallischer Drucktanks
nach RID/ADR, 6.7

Bild 1 — Berechnungsschemata für die Wanddicke von Tanks

6.2 Auslegungskriterien

Die anzuwendenden Auslegungskriterien (Lasten, zulässige Spannungen, Auslegungstemperatur usw.) sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1a) — Auslegungskriterien für Tanks nach RID/ADR, 6.8

	Betriebsbedingungen	Prüfbedingungen
p	MWP mindestens jedoch $(p_{\text{vap}} - 1 \text{ bar}) + p_{\text{dyn}}$, sofern zutreffend ^a	p_{test}^b
f_d für ferritischen Stahl und Aluminiumlegierungen	$\min\{R_{e,t}/1,5; R_m/2,4\}$	$\min\{0,75R_e; 0,5R_m\}$
f_d für austenitische Stähle mit $30 \% \leq A \leq 35 \%$	$R_{e,t}/1,5$	
f_d für austenitische Stähle mit $A > 35 \%$	$\max\{R_{e,t}/1,5; \min(R_{e,t}/1,2; R_m/3)\}^c$	
Auslegungstemperatur	20 °C, sofern die Betriebstemperatur des Tanks im Bereich zwischen –20 °C und +50 °C liegt. Liegt die Betriebstemperatur außerhalb dieses Bereichs, ist als Auslegungstemperatur der Extremwert der Betriebstemperatur anzusetzen.	Temperatur bei der Druckprüfung (gewöhnlich +20 °C)
^a Die dynamischen Kräfte sind zu berücksichtigen. Dies darf durch die Einführung eines gleichwertigen dynamischen Drucks p_{dyn} von mindestens 35 kPa (0,35 bar) erfolgen, der auf der Grundlage der in den zutreffenden internationalen Rechtsvorschriften (siehe RID/ADR, 6.8.2.1) festgelegten dynamischen Kräfte bestimmt wurde und zum Dampfüberdruck $(p_{\text{vap}} - 1 \text{ bar})$ zu addieren ist. Dabei beträgt p_{vap} mindestens 1 bar. Das größte Tankabteil ist zu berücksichtigen. ^b Den zutreffenden internationalen Rechtsvorschriften zu entnehmen (siehe auch RID/ADR, 6.8.2.4.1). ^c Es ist anzumerken, dass die garantierten mechanischen Mindestwerte von der Temperatur abhängig und entsprechend zu wählen sind. Sind keine genormten Werte verfügbar, müssen entsprechende Werte anderweitig bestimmt werden.		

Tabelle 1b) — Auslegungskriterien für Tanks nach RID/ADR, 6.7

	Betriebsbedingungen	Prüfbedingungen
p	$MAWP$ mindestens jedoch $(p_{\text{vap}} - 1 \text{ bar}) + p_{\text{dyn}}$, sofern zutreffend ^a	p_{test}^b
f_d für ferritischen Stahl und Aluminiumlegierungen	$\min\{R_{e,t}/1,5; R_m/2,4\}$	$\min\{0,75R_e; 0,5R_m\}$
f_d für austenitische Stähle mit $30 \% \leq A \leq 35 \%$	$R_{e,t}/1,5$	
f_d für austenitische Stähle mit $A > 35 \%$	$\max\{R_{e,t}/1,5; \min(R_{e,t}/1,2; R_m/3)\}^c$	
Auslegungstemperatur	20 °C, sofern die Betriebstemperatur des Tanks im Bereich zwischen –40 °C und +50 °C liegt. Liegt die Betriebstemperatur außerhalb dieses Bereichs, ist als Auslegungstemperatur der Extremwert der Betriebstemperatur anzusetzen.	Temperatur bei der Druckprüfung (gewöhnlich +20 °C)
^a Die dynamischen Kräfte sind zu berücksichtigen. Dies darf durch die Einführung eines gleichwertigen dynamischen Drucks p_{dyn} von mindestens 35 kPa (0,35 bar) erfolgen, der auf der Grundlage der in den zutreffenden internationalen Rechtsvorschriften (siehe RID/ADR, 6.7.2.2 bzw. 6.7.3.2) festgelegten dynamischen Kräfte bestimmt wurde. Dabei beträgt p_{vap} mindestens 1 bar. Das größte Tankabteil ist zu berücksichtigen. ^b Den zutreffenden internationalen Rechtsvorschriften zu entnehmen (siehe auch RID/ADR, 6.7.2.3 bzw. 6.7.3.3). ^c Es ist anzumerken, dass die garantierten mechanischen Mindestwerte von der Temperatur abhängig und entsprechend zu wählen sind. Sind keine genormten Werte verfügbar, müssen entsprechende Werte anderweitig bestimmt werden.		

6.3 Berechnung für Innendruck

6.3.1 Allgemeines

Die Wanddicke des zylindrischen Teils des Tankkörpers ist nach 6.3.2 zu bestimmen. Die Wanddicke der Tankböden (einschließlich der Trennwände) ist nach 6.3.3 zu bestimmen.

Die Wanddicke eines kegelförmigen Teils und die Verstärkung der Verbindung zwischen dem Kegel und dem Zylinder muss nach 6.3.4 bestimmt werden. Zu Flanschen, Verbindungsstücken und ihren Verschraubungen siehe 6.3.6.

Öffnungen im Tankkörper sind nach 6.3.5 auszulegen.

Die Berechnung von nachfolgend nicht genannten Konstruktionstypen muss nach EN 13445-3 erfolgen.

6.3.2 Wanddicke des zylindrischen Teils

Die Wanddicke darf nicht kleiner sein als der nach Gleichung (1) ermittelte Wert.

$$e = \frac{p \times D_i}{2f_d \times \lambda - p} \quad (1)$$

6.3.3 Wanddicke der Böden

6.3.3.1 Allgemeines

Die Wanddicke der Böden darf, vorbehaltlich der Auslegungsgrenzen in 6.3.3.2, nicht geringer sein als in 6.3.3.3 und 6.3.3.4 bzw. 6.3.3.5 oder 6.3.3.6 angegeben, je nachdem was zutrifft.

6.3.3.2 Auslegungsgrenzen

Für die Tankböden gelten die folgenden Auslegungsgrenzen (vergleiche Bild 2):

(a) Halbkugelförmige Böden	$0,001D_e$	$\leq$	e	$\leq$	$0,16D_e$
(b) Torisphärische Böden	$0,001D_e$	$\leq$	e	$\leq$	$0,08D_e$
	$0,06D_i$	$\leq$	r	$\leq$	$0,2D_i$
			r	$\geq$	$2e$
			R	$\leq$	D_e
(c) Elliptische Böden	$0,001D_i$	$\leq$	e	$\leq$	$0,08D_i$
	$3,4$	$\leq$	D_i/h	$\leq$	$4,4$

Die vier Bedingungen in (b) und die zwei Bedingungen in (c) müssen gleichzeitig erfüllt sein.

ANMERKUNG Klöpfer- und Korbbogenböden sind Sonderfälle torisphärischer Böden:

Klöpferboden

Torisphärischer Boden mit $R/D_e = 1,0$ und $r/D_e = 0,1$

Korbbogenboden

Torisphärischer Boden mit $R/D_e = 0,8$ und $r/D_e = 0,154$

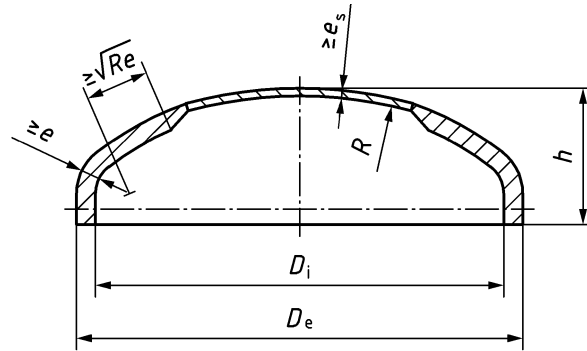


Bild 2 — Geometrie von Böden

6.3.3.3 Dicke des zylindrischen Bords

Die Wanddicke des zylindrischen oder geraden Bords eines Bodens darf nicht kleiner sein als die nach 6.3.2 bestimmte Dicke für einen zylindrischen Teil mit dem gleichen Innendurchmesser D_i .

6.3.3.4 Dicke von halbkugelförmigen Böden

Die Dicke eines halbkugelförmigen Bodens darf den nach Gleichung (2) ermittelten Wert nicht unterschreiten.

$$e_R = \frac{p \times D_i}{4f_d \times \lambda - p} \quad (2)$$

6.3.3.5 Dicke von torisphärischen Böden

6.3.3.5.1 Allgemeines

Die Mindestdicke der torisphärischen Böden muss dem nach Gleichungen (3) bis (5) bestimmten Höchstwert von e_y , e_s oder e_b entsprechen.

$$e_y = \beta_e \frac{p(0,75 \times R + 0,2 \times D_i)}{f_d} \quad (3)$$

Dabei wird β_e anhand der Gleichungen (6) bis (14) errechnet.

$$e_s = \frac{p \times R}{2f_d \times \lambda - 0,5 \times p} \quad (4)$$

$$e_b = (0,75 \times R + 0,2 \times D_i) \left(\frac{p}{111f_d} \left(\frac{D_i}{r} \right)^{0,825} \right)^{\left(\frac{2}{3} \right)} \quad (5)$$

Dabei ist

- e_b die zur Verhinderung dauerhaften Knickens erforderliche Dicke der Krempe;
- e_s die zur Begrenzung der Membranspannung im Mittelteil erforderliche Dicke des Bodens;
- e_y die zur Verhinderung asymmetrischer Zugdehnung erforderliche Dicke der Krempe.