

DIN EN 13094

ICS 13.300; 23.020.20

Ersatz für
DIN EN 13094:2020-10**Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter –
Metalltanks mit Entleerung durch Schwerkraft –
Auslegung und Bau;
Deutsche Fassung EN 13094:2020+A1:2022**

Tanks for the transport of dangerous goods –
Metallic gravity-discharge tanks –
Design and construction;
German version EN 13094:2020+A1:2022

Citernes pour le transport de matières dangereuses –
Citernes métalliques à vidange par gravité –
Conception et construction;
Version allemande EN 13094:2020+A1:2022

Gesamtumfang 105 Seiten

DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13094:2020+A1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 296 „Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 104-03-23 AA „Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter - Auslegung und Bau von Tanks“ im DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank).

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2022-04-28.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen **A1** **A1** angezeigt.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13094:2020-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderungen, die die Änderung des Anwendungsbereichs bezüglich Anwendungen von Niederdruck- zu Schwerkraftentleerung widerspiegeln;
- b) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- c) Änderungen von Begriffen, Symbolen und Abkürzungen;
- d) Vereinfachung der Anforderungen an die Bedienungsausrüstung durch Verweisung auf sich aus den Rechtsvorschriften ergebene Anforderungen;
- e) Klarstellung der bei einer niedrigeren Auslegungstemperatur erforderlichen Kerbschlagzähigkeit;
- f) neu aufgenommene Anforderungen an die Querschnittsform von Tankkörpern mit nicht kreisrundem Querschnitt, an Sumpfe und andere hervorstehende Teile und an seitliche oder untenliegende Ausschnitte, die innerhalb der Kontur des Tankkörpers liegen;
- g) Verdeutlichung der Anforderungen an den Nachweis zur Auslegung;
- h) Erweiterung der Anforderungen an die dynamischen Bedingungen, die für die Tankauslegung verwendet werden;
- i) Überarbeitung der Angaben für Überdruckbedingungen, sodass die Änderung des Anwendungsbereichs berücksichtigt wird;
- j) Verdeutlichung, dass sich höchstzulässige Spannungen auf die höchstzulässigen Membranspannungen beziehen;
- k) Erweiterung der Anforderungen an die Wanddicke des Tankkörpers, um Ausschnitte zu verdeutlichen und einzuschließen;
- l) Aufnahme einer bevorzugten Position für Bedienungsausrüstung, die am Tankscheitel angebracht ist;

- m) teilweise Lockerung der Beschränkung auf Trennwände in Längsrichtung;
- n) zusätzliche Anforderungen an Rohrleitungen, die durch den Tankkörper geführt werden;
- o) allgemeine Überarbeitung des Schutzes von am Tankscheitel angebrachter Bedienungsausrüstung;
- p) Aufnahme von Anforderungen an die elektrische Verbindung und Erdung;
- q) Änderung der Bewertungskriterien für Schweißnähte, die weder von Anhang D noch von EN 14025 abgedeckt werden;
- r) **A1** zur Untersuchung und Prüfung von Schweißnähten wird auf EN 12972:2018 verwiesen;

ANMERKUNG 1 Gleichwertige zulässige Anforderungen an die Untersuchung und Prüfung von Schweißnähten sind in 7.4.4 dieses Dokuments enthalten.

- s) für Herstellungstoleranzen wird auf EN 12972:2018 **A1** verwiesen;
- t) Aufnahme von Anforderungen an die Mindest-Kennzeichnung des Tankkörpers;
- u) Berücksichtigung von Anforderungen an das Tankschild durch Verweisung auf sich aus den Rechtsvorschriften ergebene Anforderungen;
- v) Verdeutlichung und Überarbeitung der Anwendung der in Anhang A angegebenen verschiedenen Nachweisverfahren zur Auslegung;
- w) Aufnahme des Finite-Elemente-Verfahrens in Anhang B als ein Verfahren zur Bestimmung des spezifischen Arbeitsaufnahmevermögens;
- x) Änderungen zur Verdeutlichung der informativen Beispiele von Schweißnahtausführungen in Anhang D; und
- y) Aufnahme von Literaturhinweisen.

Früherer Ausgaben

DIN EN 13094: 2004-06, 2008-10, 2009-01, 2015-07, 2020-10

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter —
Metalltanks mit Entleerung durch Schwerkraft —
Auslegung und Bau**

Tanks for the transport of dangerous goods —
Metallic gravity-discharge tanks —
Design and construction

Citernes pour le transport de matières dangereuses —
Citernes métalliques à vidange par gravité —
Conception et construction

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juni 2020 angenommen und enthält die Änderung 1, die vom CEN am 28. April 2022 angenommen wurde.

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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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 Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole	9
3.3 Abkürzungen	11
4 Bedienungsausrüstung	11
5 Werkstoffe	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Werkstoffeigenschaften	12
5.2.1 Kerbschlagzähigkeit	12
5.2.2 Streckgrenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung	12
5.3 Kompatibilität von Tankwerkstoffen mit den zu befördernden Stoffen	13
6 Auslegung	14
6.1 Querschnitt des Tankkörpers	14
6.1.1 Allgemeines	14
6.1.2 Anforderungen an Tankkörper mit nicht kreisrundem Querschnitt	14
6.1.3 Sümpfe und andere vorstehende Teile außerhalb des Tankkörpers	14
6.1.4 Seitliche oder untenliegende Ausschnitte, die innerhalb der Kontur des Tankkörpers liegen	15
6.2 Nachweis der Auslegung	16
6.3 Dynamische Bedingungen	17
6.4 Überdruckbedingungen	18
6.5 Unterdruckbedingungen	18
6.6 Auslegungstemperatur	18
6.7 Auslegungsspannung	18
6.8 Wanddicken des Tankkörpers	18
6.8.1 Mindestwanddicke des Tankkörpers	18
6.8.2 Reduzierung der Dicke des Tankkörpers	19
6.9 Öffnungen im Tankkörper, Kragenringe und Verschlüsse	23
6.9.1 Allgemeines	23
6.9.2 Untersuchungsöffnungen und Einsteigeöffnungen	23
6.9.3 Kragenringe und Verschlüsse	24
6.9.4 Deckel	24
6.9.5 Halterungen für die Bedienungsausrüstung	24
6.10 Trennwände im Tankkörper, Schwallwände und Schwallbleche	24
6.11 Befestigungseinrichtungen des Tankkörpers	25
6.12 Andere Anbauteile an den Tankkörper	25
6.13 Durch den Tankkörper geführte Rohrleitungen	26
6.13.1 Allgemeines	26
6.13.2 Durch den Tankkörper geführte Entwässerungsleitungen der Tankoberseite	26
6.13.3 Durch den Tankkörper geführte Versorgungsleitungen	27
6.14 Schutz der an der Tankoberseite angebrachten Bedienungsausrüstung	27
6.14.1 Allgemeine Anforderungen	27

6.14.2	Mindestanforderungen	27
6.15	Elektrische Verbindung und Erdung.....	34
7	Herstellung des Tankkörpers.....	34
7.1	Allgemeines	34
7.2	Schneiden und Kantenvorbereitung	35
7.3	Umformung.....	35
7.3.1	Allgemeines	35
7.3.2	Warmumformen — zusätzliche Anforderungen.....	36
7.4	Schweißen	36
7.4.1	Qualifikation	36
7.4.2	Schweißverbindungen.....	36
7.4.3	Vorübergehend angebrachte Anbauteile	37
7.4.4	Untersuchung und Prüfung von Schweißnähten	37
7.5	Herstellungstoleranzen.....	37
7.5.1	Allgemeines	37
7.5.2	Ausrichtung der Bleche	37
7.5.3	Formfehler	38
7.5.4	Dicke.....	38
7.5.5	Endböden.....	38
7.6	Ausbesserung von Fehlern.....	38
7.6.1	Allgemeine Anforderungen	38
7.6.2	Ausbesserung von Schweißfehlern.....	39
8	Kennzeichnung.....	39
Anhang A (A1) normativ (A1) Nachweisverfahren zur Tankauslegung		40
A.1	Allgemeines	40
A.2	Dynamische Prüfung	40
A.2.1	Verfahren zum Nachweis der Belastungen nach 6.3.2.....	40
A.2.2	Prüfprogramm.....	41
A.3	Finite-Elemente-Verfahren.....	41
A.3.1	Allgemeines	41
A.3.2	Auswahl der Software.....	42
A.3.3	Validierung	42
A.3.4	Finite-Elemente-Netz	43
A.3.5	Netzkriterien.....	43
A.3.6	Zulassung.....	44
A.3.7	Anforderungen an die Verfahren zur Spannungsermittlung.....	44
A.3.8	Bewertungskriterien.....	45
A.3.9	Zu archivierende Aufzeichnungen	47
A.4	Referenzauslegung.....	48
A.5	Berechnungsverfahren — Arbeitsblatt.....	48
A.5.1	Einleitung	48
A.5.2	Symbole und Einheiten.....	51
A.5.3	Ausgewählte Dicken	57
A.5.4	Verbindliche Dicken.....	57
A.5.5	Nachweis der Spannungen bei Prüfdruck.....	58
A.5.6	Nachweis von Spannungen unter Betriebsbedingungen.....	61
A.5.7	Berechnung der Spannung in den Anbauteilen des Tankkörpers	67
A.5.8	Endboden aus mehreren geschweißten Teilen.....	68
Anhang B (normativ) Verfahren zur Messung des spezifischen Arbeitsaufnahmevermögens.....		69
B.1	Kurzbeschreibung.....	69
B.2	Prüfeinrichtung.....	69
B.3	Prüfstücke aus den zu prüfenden Werkstoffen.....	74
B.4	Verfahren.....	75
B.5	Ergebnisse.....	76

B.5.1	Prüfwerte.....	76
B.5.2	Berechnung der Ergebnisse.....	77
B.5.3	Annahmeveraussetzungen für den Werkstoff.....	77
B.6	Globales Arbeitsaufnahmevermögen [siehe 6.8.2.2 i)]	77
B.7	Vergleichende Verfahren zur Berechnung der aufgenommenen Energie bei Umkippen oder Schlageinwirkung [siehe 6.8.2.2 j)]	78
B.7.1	Berechnung der aufgenommenen Energie.....	78
B.7.2	Prüfverfahren	78
B.7.3	Anzuwendendes Verfahren der Finite-Elemente-Analyse	79
Anhang C (normativ) Auslegung von Kragenringen, Flanschen und Verschlüssen		80
Anhang D (informativ) Beispiele für Schweißnahtausführungen		82
D.1	Allgemeines	82
D.2	Tankkörperbau	82
D.2.1	Kehlnähte	82
D.2.2	Schweißnahtarten	84
D.3	Befestigung von Verstärkungselementen	94
D.3.1	Befestigung von Verstärkungselementen, die dynamische Beanspruchungen aufnehmen.....	94
D.3.2	Befestigung von Verstärkungselementen, die nicht dafür ausgelegt sind dynamische Beanspruchungen aufnehmen.....	94
D.4	Befestigung von Abzweigungen.....	95
D.5	Befestigung von Flanschen, Muffen (Ring) und Verstärkungsbüchsen am Tank.....	97
D.6	Befestigung von Flanschen an Abzweigungen	99
D.7	Befestigung von Heizkanälen an Tankkörpern	99
Literaturhinweise.....		101

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13094:2020+A1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 296 „Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2022-04-28.

Dieses Dokument ersetzt  EN 13094:2020 .

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen   angezeigt.

Im Vergleich mit EN 13094:2015 wurden die folgenden grundlegenden Änderungen vorgenommen:

- a) Änderungen, die die Änderung des Anwendungsbereichs bezüglich Anwendungen von Niederdruck- zu Schwerkraftentleerung widerspiegeln;
- b) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- c) Änderungen von Begriffen, Symbolen und Abkürzungen;
- d) Vereinfachung der Anforderungen an die Bedienungsausrüstung durch Verweisung auf sich aus den Rechtsvorschriften ergebene Anforderungen;
- e) Klarstellung der bei einer niedrigeren Auslegungstemperatur erforderlichen Kerbschlagzähigkeit;
- f) neu aufgenommene Anforderungen an die Querschnittsform von Tankkörpern mit nicht kreisrundem Querschnitt, an Säume und andere hervorstehende Teile und an seitliche oder untenliegende Ausschnitte, die innerhalb der Kontur des Tankkörpers liegen;
- g) Verdeutlichung der Anforderungen an den Nachweis zur Auslegung;
- h) Erweiterung der Anforderungen an die dynamischen Bedingungen, die für die Tankauslegung verwendet werden;
- i) Überarbeitung der Angaben für Überdruckbedingungen, sodass die Änderung des Anwendungsbereichs berücksichtigt wird;
- j) Verdeutlichung, dass sich höchstzulässige Spannungen auf die höchstzulässigen Membranspannungen beziehen;
- k) Erweiterung der Anforderungen an die Wanddicke des Tankkörpers, um Ausschnitte zu verdeutlichen und einzuschließen;
- l) Aufnahme einer bevorzugten Position für Bedienungsausrüstung, die am Tankscheitel angebracht ist;
- m) teilweise Lockerung der Beschränkung auf Trennwände in Längsrichtung;

- n) zusätzliche Anforderungen an Rohrleitungen, die durch den Tankkörper geführt werden;
- o) allgemeine Überarbeitung des Schutzes von am Tankscheitel angebrachter Bedienungsausrüstung;
- p) Aufnahme von Anforderungen an die elektrische Verbindung und Erdung;
- q) Änderung der Bewertungskriterien für Schweißnähte, die weder von Anhang D noch von EN 14025 abgedeckt werden;
- r)  zur Untersuchung und Prüfung von Schweißnähten wird auf EN 12972:2018 verwiesen;

ANMERKUNG 1 Gleichwertige zulässige Anforderungen an die Untersuchung und Prüfung von Schweißnähten sind in 7.4.4 dieses Dokuments enthalten.

- s) für Herstellungstoleranzen wird auf EN 12972:2018  verwiesen;
- t) Aufnahme von Anforderungen an die Mindest-Kennzeichnung des Tankkörpers;
- u) Berücksichtigung von Anforderungen an das Tankschild durch Verweisung auf sich aus den Rechtsvorschriften ergebene Anforderungen;
- v) Verdeutlichung und Überarbeitung der Anwendung der in Anhang A angegebenen verschiedenen Nachweisverfahren zur Auslegung;
- w) Aufnahme des Finite-Elemente-Verfahrens in Anhang B als ein Verfahren zur Bestimmung des spezifischen Arbeitsaufnahmevermögens;
- x) Änderungen zur Verdeutlichung der informativen Beispiele von Schweißnahtausführungen in Anhang D; und
- y) Aufnahme von Literaturhinweisen.

Dieses Dokument wurde zur Inbezugnahme

- im RID und
- in den technischen Anhängen des ADR vorgelegt.

ANMERKUNG 2 Diese Rechtsvorschriften haben Vorrang vor jeglichen Abschnitten dieses Dokuments. Es wird darauf hingewiesen, dass RID/ADR regelmäßig in Abständen von zwei Jahren überarbeitet werden, was zu vorübergehenden Nichtübereinstimmungen mit den Abschnitten dieses Dokuments führen könnte.

 *gelöschter Text* 

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Metalltanks mit Entleerung durch Schwerkraft fest, die für die Beförderung von Stoffen mit einem Dampfdruck von höchstens 110 kPa (1,1 bar) (absoluter Druck) bei 50 °C vorgesehen sind.

ANMERKUNG 1 Tanks mit Entleerung durch Schwerkraft haben keinen höchsten Betriebsdruck. Während des Betriebs kann es allerdings zu einem Druckaufbau im Tankkörper kommen, z. B. aufgrund des begrenzten Durchflusses durch das System zur Gasrückführung, oder der Öffnungsdrücke von Belüftungseinrichtungen. Es ist wichtig zu beachten, dass diese Betriebsdrücke den Prüfdruck des Tanks oder 0,5 bar, je nachdem, welcher Wert am höchsten ist, nicht überschreiten.

Dieses Dokument legt Anforderungen an Öffnungen, Verschlüsse, Rohrleitungen, Halterungen für die Bedienungsausrüstung und die bauliche Ausrüstung fest.

ANMERKUNG 2 Abgesehen von durch den Tankkörper geführten Rohrleitungen legt dieses Dokument keine Anforderungen an Teile der Bedienungsausrüstung fest.

Dieses Dokument ist anzuwenden für Flugfeldtankfahrzeuge, wenn diese auf öffentlichen Straßen eingesetzt werden. Es gilt auch für intermodale Tanks (z. B. Tankcontainer und Tankwechselbehälter) für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und der Schiene.

ANMERKUNG 3 Dieses Dokument ist nicht anzuwenden für fest verbundene Eisenbahnkesselwagen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10028-2, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 12972:2018 ^{A1}, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Prüfung, Inspektion und Kennzeichnung von Metalltanks*

EN 13317, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Bedienungsausrüstung von Tanks — Baugruppe Deckel für Einsteigeöffnungen*

EN 14025, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Metallische Drucktanks — Auslegung und Bau*

EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 14564, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Begriffe*

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)*

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

EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1)*

EN ISO 9606-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)*

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9602-2)*

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

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

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

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

EN ISO 15609-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 2: Gasschweißen (ISO 15609-2)*

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

EN ISO 15614 (alle Teile), *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung (ISO 15614, alle Teile)*

EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe (ISO 17635)*

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

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

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

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14564, EN 13445 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

ANMERKUNG Siehe auch Bild A.1.

3.1.1

Widerstandsmoment

zweites Flächenmoment eines Tragwerks (und, wenn zutreffend, des zugehörigen Teils des Tankkörpers) um seine neutrale Achse, geteilt durch die maximale Entfernung zwischen der neutralen Achse und der äußersten Faser des für die Berechnung eingezogenen Querschnitts

3.1.2

spezifisches Arbeitsaufnahmevermögen

Integral unter der Kurve der aufgetragten Kraft über dem gemessenen Vorschub des Prüfstücks bis zu dem Punkt, an dem die Höchstkraft erreicht ist und der Prüfstempel das Prüfstück durchstößt

3.1.3

globales Arbeitsaufnahmevermögen

Fähigkeit eines Tankkörpers mit Verstärkungen(en) einem seitlichen Stoß durch einen Balken zu widerstehen

3.1.4

Baustahl

Stahl mit einer Mindestzugfestigkeit zwischen 360 N/mm^2 und 440 N/mm^2 und Stähle, die in EN-Werkstoffnormen als „Baustahl“ bezeichnet sind und eine Mindestzugfestigkeit zwischen 360 N/mm^2 und 490 N/mm^2 und eine Mindestbruchdehnung nach 5.2.2.3.1 aufweisen, berechnet mit der Gleichung in 5.2.2.3.2

3.1.5

höchste Auslegungsmasse

Summe aus der Leermasse des Tanks und der höchstzulässigen Masse der Füllung, für die der Tank ausgelegt ist

A1 3.1.6

Bezugsstahl

Stahl, welcher die Eigenschaften nach EN 14564 aufweist **A1**

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole:

A	Bruchdehnung, in Prozent (%)
A_1	Mindestbruchdehnung des verwendeten Metalls (siehe 6.8.1), in Prozent (%)
B	Lochkreisdurchmesser oder, bei elliptischer Anordnung, Mittelwert aus Haupt- und Nebendurchmesser, in Millimeter (mm)
c	Abstand vom Beginn eines Krepfenübergangs zum Rand des Tankkörpers, in Millimeter (mm) ANMERKUNG 1 Dieser Abstand wird zum Anbringen eines gewölbten Endbodens an einem Tankkörper verwendet.
e	Dicke des Tankkörpers, in Millimeter (mm)

e_c	Dicke eines flachen Verschlusses, in Millimeter (mm)
e_d	Dicke eines gewölbten Verschlusses, in Millimeter (mm)
e_f	Dicke eines Endbodens oder einer Trennwand, in Millimeter (mm)
e_{rs}	Dicke eines Verstärkungsteils (en: reinforcing section), in Millimeter (mm)
e_r	Dicke eines Flansches an einer Öffnung, in Millimeter (mm)
e_{rd}	Dicke eines gewölbten Flansches an einem Verschluss, in Millimeter (mm)
e_{vn}	ausgewählte Dicke(n) des Tankkörpers, in Millimeter (mm)
$e_{v, \min}$	Minstdicke des Tankkörpers nach 6.8.1, in Millimeter (mm)
e_0	Minstdicke des Tankkörpers in Bezugsstahl, in Millimeter (mm)
e_1	Dicke des Tankkörpers im dicksten Bereich, in Millimeter (mm)
e_2	Dicke des verwendeten Metalls im dünneren Bereich, in Millimeter (mm)
g	Erdbeschleunigung, in Meter je Quadratsekunde (m/s^2) ANMERKUNG 2 Der Wert für g beträgt $9,81 m/s^2$.
L	Überlappung einer Überlappnaht, in Millimeter (mm)
L_c	Länge des Verstärkungselements, in Millimeter (mm)
L_r	Länge des Verstärkungsringes, in Millimeter (mm)
L_0	Anfangsmesslänge des Probestabs für den Zugversuch, in Millimeter (mm)
l	Länge des Übergangs zwischen Blechen mit unterschiedlicher Dicke, in Millimeter (mm)
l_1	Länge der Überlappung der abgeschrägten Kante, in Millimeter (mm)
l_2	Länge der Schweißnaht an der Grundfläche einer abgeschrägten Verbindung, in Millimeter (mm)
N	Sicherheitsfaktor
P_{ta}	statischer Druck (Überdruck), in Megapascal (MPa)
P_e	Prüfdruck des Tanks, in Megapascal (MPa)
P_{ec}	Prüfdruck des Abteils, in Megapascal (MPa)
P_c	Berechnungsdruck des Tanks, in Megapascal (MPa)
P_{dyn}	dynamischer Druck, in Megapascal (MPa)
P_{ts}	Öffnungsdruck der Belüftungseinrichtung, in Megapascal (MPa)
R	Innenradius eines gewölbten Verschlusses, in Millimeter (mm)
R_d	ermittelte Zugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
R_e	Streckgrenze für Stähle mit eindeutig definierter Streckgrenze oder garantierte 0,2 %-Dehngrenze für Stähle ohne eindeutig definierte Streckgrenze (1 %-Dehngrenze für austenitische Stähle), in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)

R_{et}	Streckgrenze für Stähle mit eindeutig definierter Streckgrenze oder garantierter 0,2 %-Dehngrenze für Stähle ohne eindeutig definierte Streckgrenze (1 %-Dehngrenze für austenitische Stähle) bei Mindest-Auslegungstemperatur, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
R_m	Zugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
R_{mt}	Zugfestigkeit bei Mindest-Auslegungstemperatur, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
R_{m1}	Mindestzugfestigkeit des verwendeten Metalls, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
S_B	Gesamter zugbeanspruchter Bereich, in Quadratmillimeter (mm^2)
S_0	Ausgangsquerschnittsfläche des beim Zugversuch verwendeten Probestabs, in Quadratmillimeter (mm^2)
w	tatsächliche Tiefe der Kehlnaht (d. h. Abstand von der Oberfläche der Schweißnaht bis zum minimalen Eindringpunkt des geschmolzenen Metalls in den Grundwerkstoff)
Z_0	Mindest-Widerstandsmoment des Bezugsstahls, in Kubikzentimeter (cm^3)
Z_1	Mindest-Widerstandsmoment des verwendeten Metalls, in Kubikzentimeter (cm^3)
σ_c	Auslegungsspannung für den Deckelwerkstoff nach 6.8, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
σ_r	Auslegungsspannung für den Flanschwerkstoff nach 6.8, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)

3.3 Abkürzungen

FEM Finite-Elemente-Verfahren

4 Bedienungsausrüstung

Die Bedienungsausrüstung muss mindestens mit den einschlägigen Vorschriften übereinstimmen.

[A1] Tanks müssen mit einer Belüftungseinrichtung und einer Sicherheitseinrichtung, die verhindert, dass der Inhalt ausläuft, wenn der Tank umkippt, ausgestattet sein. Bei Mehrkammertanks muss jede Kammer damit ausgerüstet sein.

ANMERKUNG 1 Bezugsnormen für Bedienungsausrüstung sind in ADR 6.8.2.6 aufgeführt. **[A1]**

ANMERKUNG 2 Für durch den Tankkörper geführte Rohrleitungen siehe 6.13.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

5.1.1 Der Konstrukteur muss die beim Bau des Tankkörpers zu verwendenden Werkstoffe unter Einbeziehung von Werkstoffnormen für ferritischen Stahl, austenitischen Stahl, austenitisch-ferritischen nichtrostenden Stahl oder Aluminiumlegierungen auswählen, die von einem nationalen oder internationalen Normungsinstitut veröffentlicht wurden oder anderweitig von der zuständigen Behörde anerkannt sind. Der Werkstoff muss stets den in 5.2 festgelegten Anforderungen entsprechen.

5.1.2 Die für den Bau des Tankkörpers verwendeten Werkstoffe müssen gut verformbar sein. Werkstoffe sind als ungeeignet einzustufen, wenn sich bei dem für eine bestimmte Auslegung des Tankkörpers

erforderlichen Verformungsgrad Risse bilden oder andere Anzeichen für Fehler im Werkstoff des Tankkörpers auftreten, selbst wenn die in diesem Dokument festgelegten Werkstoffanforderungen erfüllt sind.

5.1.3 Zu verwenden sind Werkstoffe mit nachgewiesener Beständigkeit gegen Sprödbbruch und Spannungsrisskorrosion.

5.1.4 Wenn eine Prüfung nach dem jeweils zutreffenden Abschnitt von EN ISO 15614-1 durchgeführt wird, dürfen die Eigenschaften der bei der Herstellung von geschweißten Tankkörpern verwendeten Werkstoffe nicht die Mindestwerte unterschreiten, die für den jeweiligen nach 5.1.1 ausgewählten Werkstoff im Schweißnahtbereich ohne Wärmebehandlung nach dem Schweißen festgelegt sind.

5.2 Werkstoffeigenschaften

5.2.1 Kerbschlagzähigkeit

Ferritische Stahlwerkstoffe dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Werkstoffnorm (z. B. EN 10028-2) eine Kerbschlagzähigkeit von mindestens 34 J/cm^2 bei -20°C garantiert. Wenn eine niedrigere Auslegungstemperatur vorgeschrieben ist, muss diese Zähigkeit bei der niedrigeren Temperatur erreicht werden.

5.2.2 Streckgrenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung

5.2.2.1 Allgemeines

5.2.2.1.1 Die für A , R_e und R_m anzuwendenden Werte müssen mit Ausnahme von 5.2.2.1.2 und 5.2.2.1.3 den Mindestwerten entsprechen, die für den nach der entsprechenden Norm ausgewählten Werkstoff festgelegt sind.

5.2.2.1.2 Bei Verwendung austenitischer Stähle dürfen die für R_e und R_m in der Berechnung verwendeten Werte den für den ausgewählten Werkstoff nach der entsprechenden Werkstoffnorm festgelegten Mindestwert unter der Voraussetzung überschreiten, dass:

- die höheren Werte in einem Abnahmeprüfzeugnis „3.1“ oder „3.2“ nach EN 10204 bescheinigt werden; und
- die in die Berechnung für R_e und R_m eingesetzten Werte nicht das 1,15-Fache des für den ausgewählten Werkstoff nach der entsprechenden Werkstoffnorm festgelegten R_e - $[A_1]$ und R_m $[A_1]$ -Werts überschreiten.

5.2.2.1.3 Bei Verwendung von Feinkornstahl darf nach den Festlegungen der entsprechenden Werkstoffnorm der Wert für R_e 460 N/mm^2 und der Wert für R_m 725 N/mm^2 nicht überschreiten.

5.2.2.2 Streckgrenze und Zugfestigkeit

Stähle mit einem Verhältnis $R_e/R_m > 0,85$ dürfen zum Bau geschweißter Tankkörper nicht verwendet werden. Zur Bestimmung des Verhältnisses R_e/R_m müssen die Werte verwendet werden, die in einem Abnahmeprüfzeugnis „3.1“ oder „3.2“ nach EN 10204 bescheinigt wurden.

5.2.2.3 Bruchdehnung

5.2.2.3.1 Der Werkstoff muss nach EN ISO 6892-1 geprüft werden. Die Bruchdehnung A , in Prozent, darf nicht kleiner sein als:

- 16 % bei Feinkornstählen;
- 20 % bei sonstigen Stählen; und
- 12 % bei Aluminiumlegierungen.

5.2.2.3.2 Außerdem darf die Bruchdehnung A , in Prozent, für Stahl den nach Gleichung (1) berechneten Wert nicht unterschreiten:

$$A = \frac{10\,000 \text{ N/mm}^2}{R_d} \quad (1)$$

ANMERKUNG Für A und R_d wird nur der numerische Wert mit der Einheit nach 3.2 angegeben.

5.2.2.3.3 Bei Bestimmung der Bruchdehnung, in Prozent, nach EN ISO 6892-1 für Bleche muss die Achse der Zugprobe senkrecht zur Walzrichtung liegen; sind in der Werkstoffnorm niedrigere Werte in Walzrichtung angegeben, müssen diese Werte in der Berechnung verwendet werden.

5.2.2.3.4 Bei der Bestimmung der Bruchdehnung, in Prozent, muss ein Probestab mit kreisrundem Querschnitt verwendet werden, dessen Anfangsmesslänge dem 5-fachen Durchmessers entspricht. Werden Probestäbe mit rechteckigem Querschnitt verwendet, muss die Messlänge nach Gleichung (2) berechnet werden:

$$L_0 = 5,65\sqrt{s_0} \quad (2)$$

ANMERKUNG Dehnungen, die an festen Längen ermittelt werden, können auf proportionale Dehnungen umgerechnet werden, und zwar unter Anwendung von EN ISO 2566-1 oder EN ISO 2566-2, je nachdem, was zutrifft.

5.3 Kompatibilität von Tankwerkstoffen mit den zu befördernden Stoffen

5.3.1 Der Hersteller muss eine Liste der gefährlichen Güter vorlegen, die ohne Beschädigung des Tanks oder, sofern zutreffend, seiner Auskleidung befördert werden dürfen. Die entsprechend der Bescheinigung zugelassenen Stoffe oder Stoffklassen müssen mit den Kennwerten des Tanks kompatibel sein.

ANMERKUNG Gemäß RID/ADR (4.3.4.1.2) darf die Auflistung der zugelassenen Stoffe durch Stoffgruppen nach der Tankcodierung unter Berücksichtigung der zutreffenden Sondervorschriften ersetzt werden.

5.3.2 Wenn absehbar ist, dass der Kontakt zwischen dem beförderten Stoff und dem für den Bau des Tankkörpers verwendeten Werkstoff eine fortschreitende Verringerung der Wanddicke zur Folge hat, muss diese Dicke bei der Herstellung um einen entsprechenden Anteil erhöht werden.

ANMERKUNG Dieser Korrosionszuschlag wird bei der Berechnung der Mindestwanddicke des Tankkörpers nicht berücksichtigt (siehe 6.8.1).

5.3.3 Wenn der Tankkörper mit einer nichtmetallischen Schutzauskleidung versehen wird, dürfen dafür ausschließlich Werkstoffe und Verfahren zur Anbringung am Tankkörper verwendet werden, die nachgewiesenermaßen die Dichtheit bei jeglicher unter normalen Transportbedingungen auftretender Verformung sicherstellen.

5.3.4 Wenn Tankkörper, die für die Beförderung flüssiger Stoffe mit einem Flammpunkt bis höchstens 60 °C vorgesehen sind, mit nicht leitfähigen Schutzauskleidungen versehen werden, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um elektrostatische Aufladungen, die eine Entzündungsgefahr darstellen könnten, zu verhindern.

ANMERKUNG A1 In RID/ADR (7.5.10) ist diese Anforderung auch für die UN-Nummern 1361 Kohle und 1361 Ruß der Verpackungsgruppe II anwendbar. A1

6 Auslegung

6.1 Querschnitt des Tankkörpers

6.1.1 Allgemeines

Ein Tankkörper darf eine kreisrunde, elliptische oder andere Querschnittsform (einschließlich kofferrörmig) oder eine Kombinationen davon haben.

Wird für einen Querschnitt eine Kombination von Formen verwendet, so muss die erforderliche Mindestdicke für den gesamten Querschnitt an dieser Stelle nach 6.8.1 die größte der für die verwendeten Formen erforderlichen Mindestdicken sein.

6.1.2 Anforderungen an Tankkörper mit nicht kreisrundem Querschnitt

Für Tankkörper mit nicht kreisrundem Querschnitt:

- a) darf der Wölbungsradius des Tankkörpers seitlich nicht größer als 2 m, oben und unten nicht größer als 3 m sein;
- b) muss der Mindestradius von oberer/unterer und seitlicher Wölbung mindestens 200 mm betragen.

ANMERKUNG A.5.2.2.2, Fußnote a zu Tabelle A.4, enthält eine Berechnung für einen zu berechnenden äquivalenten Durchmesser.

6.1.3 Sumpfe und andere vorstehende Teile außerhalb des Tankkörpers

6.1.3.1 Hervorstehende Teile außerhalb des wesentlichen Querschnitts des Tankkörpers müssen auf ein Mindestmaß begrenzt werden, und es muss sichergestellt sein, dass sie aus allen Richtungen des Tankkörpers geschützt sind, es sei denn, dies erfolgt durch Bestandteile des Fahrzeugs (z. B. Rahmenlängsträger, Fahrwerkskomponenten, Achsen usw.).

Die Querschnittsfläche jedes einzelnen vorstehenden Teils darf 10 % der Querschnittsfläche des Tankkörpers an dieser Stelle ohne das vorstehende Teil nicht überschreiten.

Wenn das vorstehende Teil nicht geschützt ist, darf seine Dicke die nach 6.8.1 für den Tankkörper festgelegte Dicke nicht unterschreiten.

Wenn das vorstehende Teil geschützt ist, muss seine Dicke der Dicke des Tankkörpers entsprechen.

6.1.3.2 Tankkörper und ihre Abteile dürfen mit Sümpfen und/oder innenliegenden Ablaufkanälen ausgestattet sein, um:

- die vollständige Entleerung des zu befördernden Stoffes zu unterstützen;
- die Entfernung von mitgeführtem Wasser aus dem zu befördernden Stoff zu erleichtern; oder
- ein Bodenventil abseits von einem Bereich anzuordnen, in dem das Risiko einer Beschädigung besteht, z. B. in der Nähe des Kupplungsabschnitts eines Sattelauflegers.

Sümpfe dürfen höchstens 150 mm aus der Kontur des Tankkörpers hervorstehen.

Innenliegende Ablaufkanäle und Sümpfe müssen aus dem gleichen Werkstoff hergestellt sein wie der Tankkörper, in den sie eingebaut sind; Flachmaterial darf verwendet werden. Ihre Mindestdicke muss mindestens der des Tankkörpers entsprechen.

Ein Sumpf darf aus einem senkrechten zylindrischen Teil bestehen, das mit Abschnitten von innen- oder außenliegenden Ablaufkanälen kombiniert ist, um den Montageflansch des Bodenventils abzusenken.

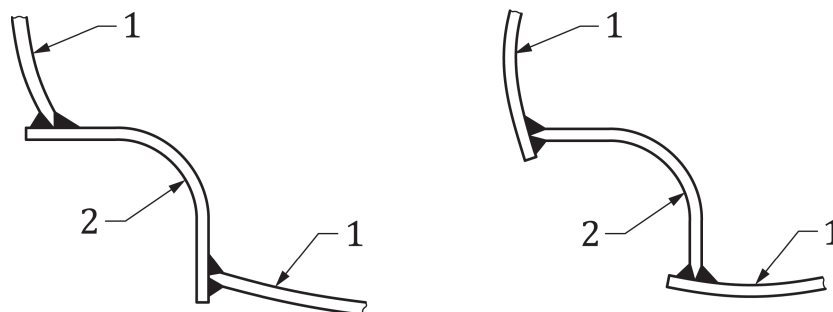
6.1.4 Seitliche oder untenliegende Ausschnitte, die innerhalb der Kontur des Tankkörpers liegen

6.1.4.1 Seitliche Ausschnitte zur Aufnahme von Bedienungsausrüstung

Seitliche Ausschnitte, die Platz für Bedienungsausrüstung wie z. B. Durchflussmessgeräte bieten, müssen nach den folgenden Kriterien ausgelegt werden:

- An keiner Stelle darf die Gesamtquerschnittsfläche von Ausschnitten 20 % der Gesamtquerschnittsfläche des Tankkörpers ohne die Ausschnitte an dem Ort, an dem sich die Ausschnitte befinden, überschreiten;
- die Länge eines Ausschnitts darf 40 % der Länge des Tankkörpers nicht überschreiten, wobei keinesfalls 1 400 mm überschritten werden dürfen;
- der Mindestabstand von den Seiten des Ausschnitts zu den Endböden muss mindestens 200 mm betragen;
- Höhe und Tiefe des Ausschnitts müssen so bemessen sein, dass er nicht in den Bereich von 50 mm um die Mittelachsen des Tankkörpers hineinragt;
- die Dicke darf den in 6.8.1 festgelegten Wert nicht unterschreiten.
- die Schweißnähte müssen vollständig durchgeschweißt sein (oder aus Überlappnähten bestehen);
- ein Ausschnitt darf nicht über ein Abteil oder einen Abschnitt des Tankkörpers hinausgehen.

In Bild 1 sind Beispiele für seitliche Ausschnitte dargestellt.



Legende

- 1 Tankmantel
- 2 seitlicher Ausschnitt

Bild 1 — Beispiele für seitliche Ausschnitte

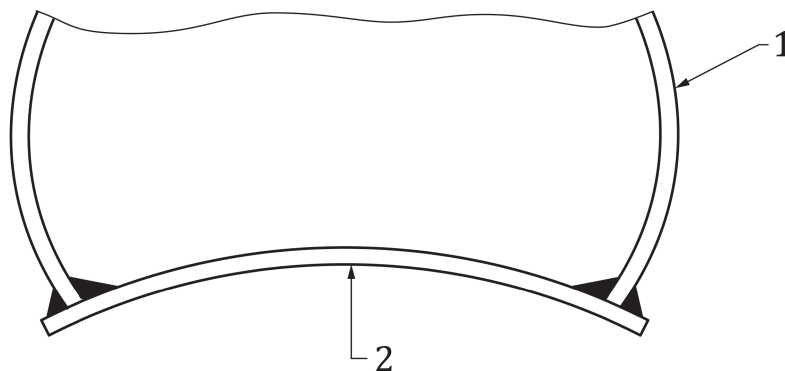
6.1.4.2 Ausschnitte zur Aufnahme von Anbauten an den Tank oder anderer Teile der baulichen Ausrüstung

Ausschnitte zur Aufnahme von Teilen der baulichen Ausrüstung (z. B. Verbindungseinrichtungen für Anhänger oder Sattelaufleger) müssen nach den folgenden Kriterien ausgelegt werden:

- Die Querschnittsfläche des Ausschnitts darf 30 % der Gesamtquerschnittsfläche des Tankkörpers ohne Ausschnitt an der Stelle, an der sich dieser befindet, nicht überschreiten;

- die Länge des Ausschnitts darf 35 % der Länge des Tanks nicht überschreiten;
- Bedienungsausrüstung darf nicht direkt an eine konkave Fläche innerhalb des Ausschnitts angeschweißt werden;
- die Schweißnaht muss vollständig durchgeschweißt sein;
- die Minstdicke darf den in 6.8.1 festgelegten Wert nicht unterschreiten;
- die Verbindung des Endbodens der tragenden Platte mit dem Tankkörper muss mit einer Trennwand oder einer Schwallwand erfolgen, deren Auslegung derjenigen für einen Endboden entspricht;
- die Bauweise darf die vollständige Entleerung des zu befördernden Stoffes nicht beeinträchtigen.

In Bild 2 ist ein Beispiel für einen untenliegenden Ausschnitt dargestellt.



Legende

- 1 Tankmantel
- 2 untenliegender Ausschnitt des Tankkörpers

ANMERKUNG Es werden vollständig durchgeschweißte Schweißnähte angewendet.

Bild 2 — Beispiel für einen untenliegenden Ausschnitt

6.2 Nachweis der Auslegung

Die Minstdicke des Tankkörpers muss Folgendem entsprechen:

- a) Anhang A, Abschnitt A.5, für:
 - zylindrische Teile;
 - nicht zylindrische Teile, für die ein äquivalenter Durchmesser angenommen wird;
 - kugelförmige Teile;
 - Endböden und kegelförmige Teile.
- b) Anhang C
 - für Kragenringe, Flansche und Verschlüsse.

Wenn Anhang A, Abschnitt A.5, Anhang C und Anhang D, nicht vollständig angewendet werden können, sowie für darüber hinausgehende Aspekte der Tankauslegung (z. B. Anbauteile, bauliche Ausrüstung,

hervorstehende Teile und Ausschnitte), muss Anhang A, A.2 bis A.4, ein analytisches Verfahren oder eine Kombination davon zusätzlich zu Anhang A, A.5, angewendet werden.

Der Hersteller muss Dokumente zum Nachweis der Auslegung vorlegen.

Die Auslegung muss in jedem Fall den in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen entsprechen.

6.3 Dynamische Bedingungen

6.3.1 Die dynamischen Bedingungen bei der in 6.6 festgelegten Auslegungstemperatur und die Anforderungen an die Druckprüfung nach **EN 12972:2018** müssen ohne Überschreitung der in 6.7 festgelegten Spannungen erfüllt werden.

6.3.2 Tankkörper, deren Anbauteile und die zugehörigen Teile der baulichen Ausrüstung müssen so ausgelegt sein, dass sie den Kräften und den dynamischen Drücken standhalten, die sich aus den einzelnen Kombinationen von $P_{ta} + P_{ts}$ mit den folgenden Beschleunigungen ohne Überschreitung der in 6.7 festgelegten Auslegungsspannungen ergeben:

- einer in Fahrtrichtung auf die höchste Auslegungsmasse wirkenden Beschleunigung von $2g$ (für den vorderen Endboden darf dabei nur die maximale Masse des im ersten [vorderen] Abteil zu befördernden Stoffes berücksichtigt werden);
- einer rechtwinklig zur Fahrtrichtung auf die höchste Auslegungsmasse wirkenden Beschleunigung von $1g$;
- einer vertikal aufwärts auf die höchste Auslegungsmasse wirkenden Beschleunigung von $1g$; und
- einer vertikal abwärts auf die höchste Auslegungsmasse wirkenden Beschleunigung von $2g$.

Die Berechnungen dürfen für die gesamte Konstruktion oder für einzelne Unterkonstruktionen durchgeführt werden, vorausgesetzt, die Randbedingungen werden eingehalten.

Handelt es sich bei dem Tankkörper um ein freitragendes Fahrzeugteil unter Spannung, werden die so einwirkenden Spannungen zusätzlich zu den Spannungen aus anderen Quellen aufgebracht.

Wenn Schwallbleche bei der Berechnung berücksichtigt werden, muss ihre Wirkung nach einem oder einer Kombination der in Anhang A aufgeführten Verfahren nachgewiesen werden.

Wenn eine Befestigungseinrichtung einer Schubspannung ausgesetzt ist, darf die maximale Spannung das 0,8-Fache der Auslegungsspannung für die Befestigungseinrichtungen nicht überschreiten.

Zusätzlich muss bei Längsbeschleunigungen ($2g$) von selbsttragenden Tanks (Anhänger ohne Längsrahmen, auf denen der Tank getragen wird) Folgendes berücksichtigt werden:

- a) bei vorderen Befestigungen muss die höchste Auslegungsmasse des Anhängers als wirksam auf die Stelle angesehen werden, an der die Verbindungseinrichtung am Tank befestigt ist; und
- b) bei hinteren Befestigungen muss die höchste Auslegungsmasse des Tanks als wirksam auf die Befestigungen des Tanks mit dem Fahrgestell angesehen werden. Die ungleichmäßige Massenverteilung auf die Tanksättel muss berücksichtigt werden.

6.3.3 Tankkörper mit einer maximalen Länge unterhalb 2,9 m müssen so ausgelegt sein, dass sie den in 6.3.2 festgelegten Kräften standhalten, mit der Ausnahme, dass in allen horizontalen Richtungen die Kräfte der doppelten höchsten Auslegungsmasse entsprechen müssen. Dies gilt nicht für:

- Tanks, die dauerhaft an einem Fahrgestell befestigt sind;

- Aufsetztanks für Straßenfahrzeuge, die am Fahrgestell in nur einer Ausrichtung befestigt werden können.

6.4 Überdruckbedingungen

6.4.1 Der Tankkörper muss so ausgelegt sein, dass er einem maximalen Prüfdruck standhält, der dem jeweils höheren der nachfolgend aufgeführten Drücke entspricht:

- a) dem Druck, der von einer Wassersäule erzeugt wird, die der doppelten Höhe des Tankkörpers, multipliziert mit der relativen Dichte des zu befördernden Stoffes mit der höchsten Dichte, entspricht;
- b) dem Druck, der von einer Wassersäule erzeugt wird, die der doppelten Höhe des Tankkörpers entspricht;

6.4.2 Im Fall von Tankkörpern, die in mehrere Abteile unterteilt sind, jedoch mit Ausnahme von Tanks für intermodale Tanks, muss jedes Abteil so ausgelegt sein, dass es einem auf alle Teile des Abteils wirkenden Prüfdruck von mindestens max. (0,02 MPa; $1,3 \times P_{\text{ta water}}$; $1,3 \times P_{\text{ta}}$) standhalten.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Beständigkeit gegen eine Druckprüfung sind in [A1](#) EN 12972:2018 [A1](#) enthalten.

6.5 Unterdruckbedingungen

Der Tankkörper und die Trennwände müssen einem Unterdruck von 3 kPa unter Atmosphärendruck standhalten.

6.6 Auslegungstemperatur

Der Mindesttemperaturbereich für die Auslegung muss -20 °C bis +50 °C betragen. Wenn absehbar ist, dass der Tankkörper ungünstigeren Bedingungen ausgesetzt ist, muss, sofern zutreffend, die Auslegungstemperatur auf den Bereich von -40 °C bis +50 °C erweitert werden. Der Auslegungstemperaturbereich für Tankkörper, die für die Beförderung von Stoffen bei erhöhten Temperaturen vorgesehen sind, muss mindestens bis zur höchsten Betriebstemperatur erweitert werden.

6.7 Auslegungsspannung

Die maximale Membranspannung im Werkstoff des Tankkörpers und seiner Befestigungseinrichtungen darf den niedrigeren Wert von $0,75 R_e$ oder $0,5 R_m$ nicht überschreiten; für Tankcontainer und Tankwechselbehälter dürfen die Spannungen im Werkstoff [A1](#) *gelöschter Text* [A1](#) $0,66 R_e$ nicht überschreiten.

6.8 Waddicken des Tankkörpers

ANMERKUNG Minstdicken gelten nach der Umformung oder Verformung des Werkstoffs. Siehe 7.3.1.1.

6.8.1 Mindestwanddicke des Tankkörpers

Tankkörper, die aus Baustahl (mit einer garantierten Mindest-Zugfestigkeit von 360 N/mm² bis 490 N/mm²) hergestellt werden, müssen die folgende Dicke aufweisen, sofern nicht die in 6.8.2 festgelegten Bedingungen erfüllt sind:

- 5 mm für Tankkörperdurchmesser bis einschließlich 1,8 m;
- 6 mm für Tankkörperdurchmesser oberhalb 1,8 m (mit Ausnahme von Tanks für die Beförderung von pulverförmigen oder körnigen Stoffen).

Für nicht kreisrunde Tankkörper muss auf der Grundlage der Querschnittsfläche ein äquivalenter Durchmesser berechnet werden. Weist der Tankkörper Abschnitte mit unterschiedlichen Querschnittsflächen auf, müssen für jeden Abschnitt äquivalente Durchmesser berechnet werden.

ANMERKUNG Siehe auch 6.1.1.

Für kegelförmige Tankkörper muss der größte Durchmesser bzw. der größte äquivalente Durchmesser eines Abschnitts für die Berechnung der Mindestdicke des Tankkörperabschnitts verwendet werden.

Ist der Tankkörper aus einem anderen Werkstoff hergestellt, muss die äquivalente Mindestdicke nach Gleichung (3) bestimmt werden:

$$e_1 = \frac{464e_0}{\sqrt[3]{(R_{m1}A_1)^2}} \quad (3)$$

Wird die Dicke des Tankkörpers aufgrund der vorgesehen Beförderung von korrosiven Stoffen erhöht, darf die zusätzliche Dicke bei der Berechnung der Mindestwanddicke nicht berücksichtigt werden.

Die tatsächliche Mindestdicke darf die in Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 angegebenen absoluten Mindestwerte nicht unterschreiten.

6.8.2 Reduzierung der Dicke des Tankkörpers

6.8.2.1 Wenn ein Schutz des Tankkörpers gegen Beschädigungen nach 6.8.2.2 bis 6.8.2.3 vorhanden ist, darf die in 6.8.1 festgelegte Mindestdicke um höchstens 2 mm für Tanks aus Bezugsstahl verringert werden (bzw. für Tanks aus einem anderen Werkstoff um den nach Gleichung (3) berechneten äquivalenten Dickenwert), allerdings dürfen die in Tabelle 1 angegebenen absoluten Mindestdicken nicht unterschritten werden.

Tabelle 1 — Absolute Mindestwanddicke des Tankkörpers

Durchmesser ^a	Mindestwanddicke des Tankkörpers				
	Austenitische Stähle	Austenitisch- ferritische Stähle	Sonstige Stähle	Reines Aluminium (99,8 %)	Aluminium- legierungen
m	mm	mm	mm	mm	mm
≤ 1,80	2,5 ^b	3	3	6	4
> 1,80	3	3,5	4	8	5

^a Zu nicht kreisrunden Querschnitten siehe 6.8.1.

^b Bei Tankcontainern und Tankwechselbehältern, die nicht gegen Beschädigung geschützt sind, muss die Wanddicke des Tankkörpers unabhängig vom verwendeten Werkstoff stets mindestens 3 mm betragen.

6.8.2.2 Tankfahrzeuge und Aufsetztanks müssen als geschützt gegen Beschädigungen angesehen werden, wenn eine der folgenden in a) bis j) angegebenen Maßnahmen angewendet wird; als Maße der Abstände zwischen den Verstärkungselementen müssen dabei die Abstände zwischen ihren Befestigungspunkten auf dem Tankkörper genommen werden:

- a) Tankkörper mit kreisrundem und/oder elliptischem Querschnitt einschließlich einer Kombination dieser Querschnitte mit einem maximalen Wölbungsradius von 2 m, die durch Trennwände oder Schwallwände bzw. äußere oder innere Verstärkungsringe verstärkt werden, die so angebracht sind, dass mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt sein muss:

- 1) der Abstand zwischen zwei benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 1,75 m;
- 2) der Fassungsraum zwischen zwei benachbarten Trenn- oder Schwallwänden beträgt höchstens 7 500 l.

Verstärkungsring und zugehöriger Tankkörper müssen ein Widerstandsmoment von mindestens 10 cm^3 aufweisen, wenn sie aus Referenzstahl bestehen, oder ein äquivalentes Widerstandsmoment, wenn sie aus einem anderen Metall (siehe 6.14.2.5) bestehen und das Widerstandsmoment für die neutrale Achse parallel zum Tankkörper berechnet wird.

Äußere Verstärkungselemente dürfen keine hervorstehenden Kanten mit einem Radius von weniger als 2,5 mm aufweisen.

Bei Tankkörpern mit konkaven Radien und Ausschnitten des Tankkörpers muss die Dicke dieser konkaven und ausgeschnittenen Teile die volle in 6.8.1 festgelegte Dicke aufweisen.

- b) Bei doppelwandigen Tankkörpern mit einer Zwischenschicht aus einem starren Feststoff (z. B. Schaum mit einer Dicke von mindestens 50 mm) beträgt die Dicke der Außenwand mindestens 0,5 mm bei Baustahl oder 0,8 mm bei Aluminium bzw. 2 mm bei glasfaserverstärktem Kunststoff. Bei Anwendung anderer Dämmstoffe (z. B. Mineralwolle mit einer Dicke von mindestens 100 mm) weist die Außenwand bei austenitischem Stahl eine Dicke von mindestens 0,8 mm auf, und die Außenwand der Endböden darf aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit einer Dicke von mindestens 3 mm bestehen.

Andere Werkstoffkombinationen, die zum Schutz gegen Beschädigungen verwendet werden, müssen ein nach Anhang B bestimmtes spezifisches Arbeitsaufnahmevermögen aufweisen, das der nach 6.8.1 erforderlichen Mindestdicke entspricht; die innere Wanddicke der Kombination darf den in 6.8.2.1 festgelegten Mindestwert nicht unterschreiten.

- c) Tankkörper mit anderen als in a) angegebenen Formen sind in Höhe der Mitte ihrer vertikalen Höhe und über mindestens 30 % ihrer Höhe mit einem zusätzlichen Schutz versehen, der so ausgelegt ist, dass sich ein nach Anhang B bestimmtes spezifisches Arbeitsaufnahmevermögen ergibt, das mindestens dem Arbeitsaufnahmevermögen eines Tankkörpers aus Bezugsstahl entspricht, wobei die Wanddicke 5 mm für Tankdurchmesser bis einschließlich 1,80 m bzw. 6 mm für Tankdurchmesser oberhalb 1,80 m beträgt.

Der zusätzliche Schutz muss dauerhaft am Tankkörper angebracht werden.

Diese Anforderung muss ohne weiteren Nachweis des spezifischen Arbeitsaufnahmevermögens als erfüllt sein, wenn:

- 1) zum zusätzlichen Schutz ein Blech aus dem gleichen Werkstoff wie der Tankkörper gehört, das über den zu verstärkenden Bereich der Außenseite des Tanks so geschweißt wird, dass die Wanddicke die in 6.8.1 festgelegte Mindestwanddicke nicht unterschreitet oder dieser Bereich aus demselben Werkstoff wie der Tankkörper besteht und die Wanddicke die in 6.8.1 festgelegte Mindestwanddicke nicht unterschreitet; und
 - 2) für Endböden der vollen Wanddicke mit Bördelrand ein zusätzlicher Seitenschutz verwendet wird, der mindestens ein Drittel der Länge des Bördelrands überdeckt.
- d) Bei Tankkörpern mit einfachen Endböden der vollen, in 6.8.1 festgelegten Dicke entsprechen die Verstärkungselemente den beiden nachfolgenden Anforderungen:
 - 1) das Fassungsvermögen zwischen zwei Trennwänden beträgt höchstens 7 500 l;
 - 2) das Fassungsvermögen zwischen Trennwand und Schwallwand beträgt höchstens 4 000 l.

- e) Bei Tankkörpern mit doppelten Endböden entsprechen die Verstärkungselemente den beiden nachfolgenden Anforderungen:

- 1) das Fassungsvermögen zwischen zwei Trennwänden beträgt höchstens 7 500 l;
- 2) das Fassungsvermögen zwischen Trennwand und Schwallwand beträgt höchstens 4 000 l.

Der innere Endboden muss eine Dicke aufweisen, die mindestens der in 6.8.2.1 festgelegten Mindestdicke entspricht, und der äußere Endboden muss mindestens eine Dicke von 2 mm aufweisen, wenn er aus Bezugsstahl besteht, oder eine nach Gleichung (3) berechnete äquivalente Dicke, wenn er aus einem anderen Metall besteht.

- f) Bei Tankkörpern mit doppelten Endböden, die einen Abstand von mehr als 100 mm voneinander aufweisen und die beide jeweils den Anforderungen nach e) entsprechen, sind die Trennwände so angeordnet, dass das Fassungsvermögen dazwischen jeweils höchstens 7 500 l beträgt.

- g) Bei Tankkörpern mit anderen als in a) angegebenen Formen, müssen alle nachstehend aufgeführten Bedingungen erfüllt werden:

- 1) der Fassungsraum zwischen benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 7 500 l;
- 2) der Fassungsraum jedes Abteils beträgt höchstens 15 000 l, ausgenommen bei Tanks, die für die Beförderung von Flüssigkeiten ab 100 °C und unterhalb ihres Flammpunkts vorgesehen sind;
- 3) der Abstand zwischen benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 1,4 m;
- 4) die Eckradien am Übergang zwischen den Radien der oberen, unteren und seitlichen Wölbung betragen mindestens 300 mm;
- 5) die Dicken der Endböden müssen einer der folgenden Anforderungen entsprechen:
 - i) einfache Endböden entsprechen der vollen in 6.8.1 festgelegten Dicke;
 - ii) Doppelte Endböden mit einem Abstand zwischen 100 mm bis 200 mm, wobei bei Verwendung von Bezugsstahl der innere Endboden eine Dicke von mindestens der in 6.8.2.1 festgelegten Mindestdicke und der äußere Endboden eine Dicke von mindestens 2 mm aufweisen muss, bzw. bei Verwendung eines anderen Metalls die jeweils nach Gleichung (3) berechnete äquivalente Dicke.

- h) Bei Aufsetztanks wird ein allseitiger Schutz durch die Bordwände oder die Kabine des Trägerfahrzeugs bereitgestellt. Die Bordwände müssen einen Schutz mindestens bis zur Hälfte der Höhe des Tankkörpers sicherstellen.

- i) Bei Tankkörpern mit anderen als in a) angegebenen Formen müssen bei der Anwendung der Anforderungen des globalen Arbeitsaufnahmevermögens alle nachstehenden Bedingungen erfüllt sein:

- 1) der Fassungsraum zwischen benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 7 500 l;
- 2) der Fassungsraum eines Abteils beträgt höchstens 15 000 l, ausgenommen bei Tanks, die für die Beförderung von Flüssigkeiten ab 100 °C und unterhalb ihres Flammpunkts vorgesehen sind;
- 3) der Abstand zwischen benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 1,75 m;
- 4) der mittlere Abstand zwischen benachbarten Verstärkungselementen beträgt höchstens 1,4 m;

- 5) die Eckradien am Übergang zwischen den Radien der oberen, unteren und seitlichen Wölbung betragen mindestens 250 mm;
- 6) die Dicke der Endböden entspricht d) oder e);
- 7) der schwächste 4-Meter-Abschnitt des Tankkörpers weist ein globales Arbeitsaufnahmevermögen von mindestens 100 kNm auf.

Dabei sind die folgenden Werte für das globale Arbeitsaufnahmevermögen zu verwenden:

- i) für Trenn- oder Schwallwände mit einer maximalen Wanddicke nach 6.8.1: 40 kNm;
- ii) für Trenn- oder Schwallwände mit einer Mindestwanddicke nach 6.8.2.1: 20 kNm;
- iii) für die Endböden: 20 kNm.

Für das globale Arbeitsaufnahmevermögens dürfen höhere Werte oder Werte für andere Arten von Verstärkungselementen ausschließlich dann verwendet werden, wenn sie durch Versuche bestätigt werden, die in Übereinstimmung mit B.6 durchgeführt wurden oder von der zuständigen Behörde als gleichwertig anerkannt wurden.

Bei Anwendung der Finite-Elemente-Analyse für die Verifizierung ist A.3 zu berücksichtigen. Darüber hinaus muss eine Validierung der Computer-Software und des Verfahrens zu deren Anwendung seitens der zuständigen Behörde für elastisch-plastische Berechnungen erfolgen.

Der Hersteller muss der zuständigen Behörde die maßgebenden Validierungsbeispiele vorlegen (Vergleiche zwischen Berechnungsergebnissen und tatsächlichen Prüfergebnissen). Bei Querschnitten von Tankkörpern, die die Anforderungen nach 6.1.2 nicht erfüllen, insbesondere konkave Radien und Ausschnitte des Tankkörpers mit kleineren Radien als 250 mm, muss die Dicke dieser konkaven und ausgeschnittenen Teile die volle in 6.8.1 festgelegte Dicke aufweisen.

- j) Bei Tankkörpern mit anderen als in a) angegebenen Formen, müssen alle nachstehend aufgeführten Bedingungen erfüllt sein:
 - 1) der Wölbungsradius des seitlichen, oberen und unteren Tankmantels beträgt höchstens 2 m;
 - 2) die Eckradien am Übergang zwischen den Radien der oberen, unteren und seitlichen Wölbung betragen mindestens 300 mm;
 - 3) zwischen Trenn- und/oder Schwallwänden beträgt das Fassungsraum höchstens 7 500 l oder der Abstand höchstens 1,75 m;
 - 4) die bei Schlageinwirkung oder Umkippen aufgenommene Energie entspricht mindestens der eines Tankkörpers mit kreisrundem oder elliptischem Querschnitt, der in den folgenden Parametern übereinstimmt:
 - i) Werkstoff von Tankkörper, Endböden, Trennwänden, Schwallwänden sowie Befestigungseinrichtungen;
 - ii) Querschnittsfläche (bei elliptischem Querschnitt dieselbe Breite);
 - iii) Wanddicke von Tankkörper, Endböden, Trenn- und Schwallwänden (mindestens nach 6.8.2.1);
 - iv) Fassungsraum zwischen Trenn- und/oder Schwallwänden bzw. Abstand zwischen benachbarten Trenn- und/oder Schwallwänden;

- v) maximaler Kalotteninnenradius der Endböden;
- vi) Abstand, Typ und Maße von Befestigungseinrichtungen des Tankkörpers;
- vii) Anzahl und Art der Endböden, Trenn- und/oder Schwallwände;
- viii) Anzahl, Maße und Lage von Öffnungen.

Die vergleichenden Verfahren zur Berechnung der aufgenommenen Energie sind nach B.7 durchzuführen.

6.8.2.3 Tankkörper von fest verbundenen Tanks und Aufsetztanks, die entweder einen Fassungsraum von höchstens 5 000 l aufweisen oder in Abteile mit einem Fassungsraum von jeweils höchstens 5 000 l unterteilt sind, sind als geschützt gegen Beschädigungen anzusehen, wenn ihre Wanddicke bei Baustahl oder bei Verwendung anderer Werkstoffe ihre äquivalente Wanddicke, die nach Gleichung (3) bestimmt wird, die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht unterschreitet.

Tabelle 2 — Mindestwanddicke von kleinen Tankkörpern und Mehrkammertankkörpern

Fassungs- raum eines Tankkörpers oder eines Tankabteils	Max. oberer/ unterer Krümmungs- radius	Max. seitlicher Krümmungs- radius	Mindestdicke					
			Bezugs- stahl	Sonstige Stähle	Austeni- tischer nicht- rostender Stahl	Austeni- tischer ferritischer nicht- rostender Stahl	Alu- minium- legie- rungen	Reines Alumi- nium (99,8 %)
m ³	m	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤ 3,5	3	2	3	3	2,5	3	4	6
> 3,5 aber ≤ 5	3	2	4	4	3	3,5	5	8
≤ 5	2	2	3	3	2,5	3	4	6

Tankcontainer und Tankwechselbehälter sind als geschützt gegen Beschädigungen anzusehen, wenn eine der nachstehend aufgeführten Maßnahmen angewendet wird:

- a) der Tankkörper ist doppelwandig ausgeführt nach 6.8.2.2 b); oder
- b) der Tank ist durch ein vollständig umschließendes Rahmenwerk mit Längs- und Querträgern geschützt, das die Anforderungen nach ISO 1496-3 erfüllt.

6.9 Öffnungen im Tankkörper, Kragenringe und Verschlüsse

6.9.1 Allgemeines

Halterungen für die Befestigung von Deckeln und Bedienungsausrüstung am Tankkörper müssen den Anforderungen des Herstellers der Ausrüstung entsprechen, wobei Anforderungen an die Festigkeit und Ebenheit enthalten sein dürfen.  Jegliche Wärmeisolierung muss so ausgelegt sein, dass der Zugang zu oder die Betätigung von, oder das Befüllen und Entleeren von Einrichtungen und Ventilen nicht behindert wird. 

6.9.2 Untersuchungsöffnungen und Einsteigeöffnungen

Jeder Tankkörper und jedes Abteil mit einem Fassungsraum ab 3 000 l muss mit einer Einsteigeöffnung ausgerüstet sein, um eine Prüfung von innen zu ermöglichen. Tankkörper und Abteile mit einem

Fassungsraum unterhalb 3 000 l müssen mit entweder einer Untersuchungsöffnung oder einer Einsteigeöffnung ausgerüstet sein.

Die Durchmesser der Öffnungen müssen Folgendem entsprechen:

- mindestens 100 mm und höchstens 300 mm bei Untersuchungsöffnungen;
- mindestens 500 mm bei kreisrunden Einsteigeöffnungen.

Bei nicht kreisrunden Einsteigeöffnungen darf kein Maß 500 mm unterschreiten.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, dass der Zugang mit vollständiger Rettungsausrüstung einschließlich eines frei tragbaren Isoliergeräts möglich ist.

Die Mindestmaße von Einsteigeöffnungen und Untersuchungsöffnungen in ausgekleideten Behältern müssen auch nach Anbringen der Auskleidung noch eingehalten werden.

6.9.3 Kragenringe und Verschlüsse

Der Kragenring und Flansch einer Öffnung müssen Anhang C entsprechen.

Deckel, Befestigungen und ihre Dichtflächen müssen für einen Innendruck von mindestens 265 kPa ausgelegt sein.

Die für Öffnungen, Dichtflächen und Deckel verwendeten Werkstoffe müssen Abschnitt 5 entsprechen.

6.9.4 Deckel

Verschlüsse von Öffnungen mit einem Innendurchmesser von mindestens 200 mm müssen aus metallischen Werkstoffen nach Abschnitt 5 bestehen.

6.9.5 Halterungen für die Bedienungsausrüstung

Halterungen von Teilen der Bedienungsausrüstung müssen so angeordnet oder geschützt werden, dass sie Schutz gegen das Risiko von Abreißen oder Beschädigung der Ausrüstung bieten.

Bei Tankkörpern und Abteilen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 10 000 l müssen sich die Halterungen für an der Oberseite des Tankkörpers angebrachte Bedienungsausrüstung, die sich zur Atmosphäre öffnen können, einschließlich Belüftungseinrichtung, Notentlastungsventilen und Überdruckventilen, so nah wie möglich an der volumetrischen Mittellinie des Tankkörpers oder Tankabteils befinden, um sicherzustellen, dass sie während des Transports mit dem füllungsfreien Raum des Tankabteils verbunden bleiben, und um zu vermeiden, dass die Ventile durch die Auswirkungen des Schwall des Inhalts geöffnet werden.

6.10 Trennwände im Tankkörper, Schwallwände und Schwallbleche

6.10.1 Schwallwände und Trennwände müssen entweder:

- a) gewölbt sein mit einer Wölbungstiefe von mindestens 100 mm; oder
- b) gerillt (gerippt), gerollt oder auf andere Weise verstärkt sein.

Bei Anwendung der Nachweisverfahren nach A.3 oder A.5 muss die Tiefe der Wölbung (resultierend aus dem Kalottenradius) überprüft werden.

6.10.2 Trenn- und Schwallwände sowie Unterlegbleche müssen durchgehend an den Tankkörper angeschweißt werden; ausgenommen davon sind die Anforderungen nach 6.10.4.

6.10.3 Die Dicke von Trenn- und Schwallwänden darf die für den Tankkörper festgelegte Minstdicke nicht unterschreiten; die Werkstoffeigenschaften von Trennwänden müssen mindestens denen eines Tankkörpers mit Minstdicke entsprechen.

6.10.4 Schwallwände, Schwallbleche und Verstärkungselemente, die mehr als 70 mm in das Innere des Tankkörpers hineinragen, müssen oben und unten sowie an den Seiten mit Öffnungen versehen sein, um das Entleeren eines teilweise oder vollständig umgekippten Tankkörpers zu unterstützen und die Bildung von Dampfpolstern zu verhindern, die beim Befüllen zu Fehlfunktionen der Füllstandsmesssysteme führen können.

Öffnungen an der Oberseite müssen eine Gesamtquerschnittsfläche von mindestens 2 000 mm² aufweisen und vollständig oberhalb einer waagerechten Linie angeordnet sein, die 100 mm unterhalb des Scheitels des Tankkörperquerschnitts liegt. Öffnungen am Boden, einschließlich vorhandener Sümpfe, müssen die Restentleerung des Tanks an der Entladestelle sicherstellen.

6.10.5 Mit Ausnahme von vorderen Abteilen mit einem Fassungsvermögen von 1 500 l oder weniger von festverbundenen Tanks, die an einem steifen Fahrgestell befestigt sind, dürfen an Endböden grenzende Abteile nicht mit Trennwänden in Längsrichtung versehen sein.

Wenn Schwallbleche oder Schwallwände in Längsrichtung in an Endböden grenzenden Abteilen vorhanden sind, muss stets ein Abstand von mindestens 200 mm zwischen ihnen und dem Endboden des Tankkörpers verbleiben.

6.11 Befestigungseinrichtungen des Tankkörpers

6.11.1 Befestigungseinrichtungen für den Tankkörper müssen so ausgelegt sein, dass die in 6.7 festgelegten Spannungen nicht überschritten werden, wenn sie den in 6.3.1, 6.3.2 und 6.3.3 festgelegten statischen und dynamischen Kräften ausgesetzt sind.

6.11.2 Für die am Tankkörper anzuschweißenden Befestigungseinrichtungen müssen Unterlegbleche oder andere Verstärkungen verwendet werden, um den Anforderungen nach 6.11.1 zu entsprechen. Die Werkstoffe, die für Unterlegbleche oder ähnliche, direkt an den Tankkörper angeschweißte Verstärkungen verwendet werden, müssen mit dem Tankkörperwerkstoff kompatibel und fehlerfrei schweißbar sein.

6.12 Andere Anbauteile an den Tankkörper

6.12.1 Verstärkungen für Anbauteile an den Tankkörper müssen so ausgelegt sein, dass die in 6.7 festgelegte Spannung nicht überschritten wird.

6.12.2 Bei der Auslegung, wie die Anbauteile am Tankkörper befestigt werden, müssen sowohl der Zweck der Anbauteile als auch das Risiko einer Beschädigung des Tankkörpers bei Einwirkung zusätzlicher Kräfte auf die Anbauteile berücksichtigt werden.

6.12.3 Zwischen dem den zu befördernden Stoff aufnehmenden Tankkörper sowie inneren oder äußeren Anbauteilen und Verstärkungen entstehende abgeschlossene Räume müssen mit Entwässerungseinrichtungen versehen sein. Diese Entwässerungseinrichtungen dürfen nicht verschlossen werden.

6.13 Durch den Tankkörper geführte Rohrleitungen

6.13.1 Allgemeines

Durch den Tankkörper führende Rohre müssen so angeordnet und ausgelegt werden, dass das Risiko einer Beschädigung des Tankkörpers durch Kräfte, die von außen auf Rohr oder Tankkörper aufgebracht werden, auf ein Mindestmaß begrenzt ist.

Dauerhaft am Tankkörper befestigte Rohrleitungen müssen so ausgelegt sein, dass auf ihre Halterungen und den Tankkörper keine zusätzlichen Spannungen und Belastungen aufgebracht werden, die durch die Ausdehnung oder Kompression des Tankkörpers oder des Rohrleitungssystems selbst verursacht werden.

Rohre müssen aus Metall bestehen; die für ihren Bau verwendeten Werkstoffe müssen für die im Tankkörper zu befördernden Stoffe geeignet sein und müssen der zutreffenden Produktnorm entsprechen.

Rohre mit einem Innendurchmesser größer als 55 mm, die an einer beliebigen Stelle über eine Länge von mehr als 50 mm außerhalb des Tankkörpers verlaufen, müssen so bemessen sein, dass bei unbeabsichtigter Beschädigung des Rohres außerhalb des Tankkörpers der außenliegende Teil des Rohres so abbricht, dass der Tankkörper nicht beschädigt wird.

Bei allen Änderungen der Rohrleitungsdurchmesser müssen Reduzierstücke verwendet werden.

Die Wanddicke von Rohren muss mindestens der in Tabelle 3 angegebenen Wanddicke oder der Wanddicke des Tankkörpers, sofern diese niedriger ist, entsprechen.

Tabelle 3 — Mindestwanddicke von durch den Tankkörper führenden Rohren

Maße in Millimeter

Innendurchmesser	Austenitischer Stahl	Baustahl	Aluminiumlegierung
≤ 55	2,5	3,0	4,0
> 55	3,0	4,0	5,0

6.13.2 Durch den Tankkörper geführte Entwässerungsleitungen der Tankoberseite

Entwässerungsleitungen der Tankoberseite müssen:

- den Anforderungen nach 6.14.1.3 und 6.14.2 entsprechen;
- einen Mindest-Innendurchmesser von 38 mm haben und über ihre gesamte Länge den gleichen Durchmesser aufweisen; ausgenommen davon sind eingelassene Ringe zur Aufnahme eines einzelnen Teils der Bedienungsausrüstung; in diesem Fall darf eine Entwässerungsleitung mit einem Mindest-Innendurchmesser von 30 mm verwendet werden);
- so ausgelegt oder mit Einrichtungen versehen sein, die das Eindringen von Fremdkörpern verhindern, die zu einer Verstopfung führen könnten; und
- durchgehend unverschlossen sein und entweder direkt zum Boden oder über einen unverschlossenen Sammelcontainer ableiten.

ANMERKUNG In Abhängigkeit von der Zulassung durch die zuständige Behörde kann aus Betriebsgründen der Einbau von Absperrventilen erforderlich sein.

6.13.3 Durch den Tankkörper geführte Versorgungsleitungen

Durch den Tankkörper geführte offene Rohre, die nicht zur Entwässerung dienen, müssen außerhalb der Oberseite des Tankkörpers einen Mindestabstand von 20 mm aufweisen.

6.14 Schutz der an der Tankoberseite angebrachten Bedienungsausrüstung

6.14.1 Allgemeine Anforderungen

6.14.1.1 Ein Schutz gegen Beschädigungen bei Umkippen muss so an der Oberseite des Tankkörpers angebracht werden, dass sie die Bedienungsausrüstung, die an der Oberseite des Tankkörpers angebracht sind und den Innenraum des Tankkörpers verbinden, vollständig umschließt.

6.14.1.2 Schutzeinrichtung(en) und Befestigungsposition(en) für die Bedienungsausrüstung muss/müssen so ausgelegt sein, dass die an der Tankoberseite angebrachte Bedienungsausrüstung mindestens 25 mm innerhalb der Kontur der Schutzeinrichtung liegt.

6.14.1.3 Weist der von der/den Schutzeinrichtung(en) umgebene Bereich keinen Abfluss auf, muss ein Entwässerungssystem vorgesehen werden.

6.14.1.4 Der gesamte Schutz der Tankoberseite muss so ausgelegt sein, dass er einer senkrecht aufgetragenen statischen Belastung, die der doppelten Masse der höchsten Auslegungsmasse des Tankfahrzeugs entspricht, ohne bleibende Verformung standhält, sowie einer charakteristischen rechtwinklig zur Bewegungsrichtung aufgetragenen statischen Belastung. Diese Berechnung ist nicht erforderlich, wenn die Schutzeinrichtung den in 6.14.2 festgelegten Anforderungen entspricht.

6.14.1.5 Wenn Notentlastungsventile vorgesehen sind, dürfen keine Abdeckungen befestigt werden, es sei denn, sie sind so ausgelegt, dass sie die volle Abblasmenge des Ventils berücksichtigen und dieses nicht in seiner Funktion einschränken.

6.14.2 Mindestanforderungen

6.14.2.1 Allgemeines

Spezifische Arten von Schutzeinrichtungen müssen die in den folgenden Unterabschnitten festgelegten Anforderungen erfüllen:

- a) 6.14.2.2 für Bauteile in Längs- und Querrichtung;
- b) 6.14.2.3 für die Tankkörperkonturen;
- c) 6.14.2.4 für Auffangwannen;
- d) 6.14.2.5 für Überrollbügel;
- e) 6.14.2.6 für kastenförmige Bauteile in Querrichtung.

6.14.2.2 Bauteile in Längs- und Querrichtung

ANMERKUNG 1 Eine typische Anordnung der Bauteile in Längs- und Querrichtung zum Schutz der Bedienungsausrüstung ist in Bild 3 dargestellt.

Wenn in Längs- und Querrichtung angeordnete Bauteile zum Schutz der Bedienungsausrüstung verwendet werden:

- a) müssen sie so angeordnet werden, dass sie einen geschlossenen Kastenquerschnitt bilden, wenn sie auf dem Tankscheitel angebracht sind;
- b) muss die Breite der Bauteile in Längsrichtung bei einer Messung in Höhe des Tankscheitels mindestens ein Drittel der Höhe betragen;
- c) darf die Höhe der Bauteile in Längsrichtung das höchste Teil der Bedienungsausrüstung zuzüglich 30 mm nicht unterschreiten;
- d) müssen die Bauteile in Querrichtung die beiden Bauteile in Längsrichtung tragen, wobei der dazwischenliegende Abstand 3 000 mm nicht überschreiten darf;
- e) müssen die Bauteile in Querrichtung mindestens 50 mm über das vorderste und mindestens 50 mm über das hinterste Teil der Bedienungsausrüstung hinausragen;
- f) darf die Höhe der Bauteile in Querrichtung das höchste Teil der Bedienungsausrüstung zuzüglich 15 mm nicht unterschreiten;
- g) muss an der Mittellinie des Tankkörpers der senkrechte Abstand zwischen den Bauteilen in Querrichtung und dem Tankkörper mindestens 10 mm betragen;
- h) muss der Querschnitt von Bauteilen in Querrichtung oberhalb der waagerechten Achse ein kleinstes Widerstandsmoment von mindestens 10 cm^3 bei Verwendung von Bezugsstahl bzw. ein äquivalentes Widerstandsmoment bei Verwendung eines anderen Metalls aufweisen. Das Widerstandsmoment muss auch dann erhalten bleiben, wenn Ausschnitte für eine gesonderte Gassammelleitung oder für andere Rohre vorgesehen sind;
- i) müssen Bauteile in Querrichtung an ihrer niedrigsten Stelle mindestens eine Entwässerungsöffnung aufweisen;
- j) darf die Wanddicke der Bauteile in Längs- und Querrichtung nicht geringer sein als:
 - 1) 2 mm bei austenitischem Stahl;
 - 2) 2,5 mm bei sonstigen Stählen;
 - 3) 4 mm bei Aluminiumlegierungen.
- k) müssen mindestens zwei Entwässerungsleitungen vorhanden sein, eine an jeder Seite der senkrechten Mittelachse des Tankkörpers, bei deren Auslegung die Neigung(en) des in Betrieb befindlichen Tanks zu berücksichtigen ist/sind; sie dürfen nicht verstopft sein und dürfen nicht für Versorgungsleitung, einschließlich Kabeln und Pneumatikleitungen verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Bauteile in Längsrichtung können für die Gassammelleitung verwendet werden.