

DIN EN 14620-5

**DIN**

ICS 23.020.10

Teilweiser Ersatz für  
DIN 4119-1:1979-06 und  
DIN 4119-2:1980-02

**Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -165 °C –  
Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren;  
Deutsche Fassung EN 14620-5:2006**

Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C –

Part 5: Testing, drying, purging and cool-down;  
German version EN 14620-5:2006

Conception et fabrication de réservoirs en acier à fond plat, verticaux, cylindriques, construits sur site, destinés au stockage des gaz réfrigérés, liquéfiés, dont les températures de service sont comprises entre 0 °C et -165 °C –

Partie 5: Essais, séchage, inertage et mise en froid;  
Version allemande EN 14620-5:2006

Gesamtumfang 14 Seiten

Normenausschuss Tankanlagen (NATank) im DIN  
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



## Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14620-5:2006) wurde von der Arbeitsgruppe 6 „Tanks für tiefkalt verflüssigte Gase“ des CEN/TC 265 „Standortgefertigte Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ (Sekretariat: Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Als nationales Spiegelgremium im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der NA 104-01-05 AA „Oberirdische Flachboden-Tankbauwerke“ des Normenausschusses Tankanlagen (NATank) an der Erstellung der Norm beteiligt.

## Änderungen

Gegenüber DIN 4119-1:1979-06 und DIN 4119-2:1980-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt auf Festlegungen für Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen eingeschränkt.

## Frühere Ausgaben

DIN 4119-1: 1961x-10, 1979-06

DIN 4119-2: 1961x-10, 1980-02

**Deutsche Fassung**

**Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender,  
zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt  
verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C  
und -165 °C —  
Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren**

Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical,  
flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated,  
liquefied gases with operating temperatures between  
0 °C and -165 °C —  
Part 5: Testing, drying, purging and cool-down

Conception et fabrication de réservoirs en acier à fond plat,  
verticaux, cylindriques, construits sur site, destinés au  
stockage des gaz réfrigérés, liquéfiés, dont les  
températures de service sont comprises entre  
0 °C et -165 °C —  
Partie 5: Essais, séchage, inertage et mise en froid

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. Februar 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

Nur zum internen Gebrauch

## Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Wasserprobe und Gasdruckprüfungen</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 Wasserprobe</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2 Gasdruckprüfung</b> .....	<b>8</b>
<b>5 Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1 Verfahren</b> .....	<b>9</b>
<b>5.2 Trocknen</b> .....	<b>9</b>
<b>5.3 Inertisieren</b> .....	<b>10</b>
<b>5.4 Kaltfahren</b> .....	<b>10</b>
<b>6 Außerbetriebnahme</b> .....	<b>10</b>
<b>Anhang A (informativ) Kaltfahren des Tanks</b> .....	<b>11</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>12</b>

## Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14620-5:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Standortgefertigte Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2007 zurückgezogen werden.

EN 14620 *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeines;*
- *Teil 2: Metallische Bauteile;*
- *Teil 3: Bauteile aus Beton;*
- *Teil 4: Dämmung;*
- *Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren.*

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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an das Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren von Tanks zur Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen fest.

Diese Europäische Norm behandelt die Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C.

## 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 Änderungen).

EN 14620-1:2006, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C — Teil 1: Allgemeines*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in EN 14620-1:2006 angegebenen Begriffe.

## 4 Wasserprobe und Gasdruckprüfungen

### 4.1 Wasserprobe

#### 4.1.1 Allgemeines

Eine Wasserprobe muss durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass

- der Tank für die Aufnahme des Lagerguts ausgelegt und gebaut ist (keine Leckage);

**ANMERKUNG** Für Membrantanks ist keine Dichtheitsprüfung anwendbar. Stattdessen wird nach Beendigung der Schweißarbeiten an der Membran eine „Ammoniakprüfung“ durchgeführt. Ein auf Ammoniak reagierender Anstrich wird auf die Schweißnaht auf der Innenseite des Tanks aufgebracht. Der Ammoniakdampf dringt in den Dämmraum ein und im Falle einer undichten Stelle reagiert der Anstrich auf Ammoniak, indem sich seine Farbe von gelb in blau verfärbt. Für die Kalibrierung der Prüfung wird die Membran mit Vergleichslöchern versehen, damit ein einwandfreies Funktionieren des Prüfverfahrens sichergestellt ist. Nach dem Abdichten aller undichten Stellen wird eine weitere Prüfung durchgeführt. Der Anstrich auf der Innenseite des Tanks wird durch Reinigung mittels Unterdruck beseitigt. Siehe hierzu NF A 09-107.

- die Gründung die für den Tankinhalt erforderliche Tragfähigkeit aufweist.

#### 4.1.2 Prüfanforderungen für alle Tankausführungen

Die Wasserprobe für die verschiedenen Tankausführungen muss nach Tabelle 1 durchgeführt werden.

Der Auftragnehmer muss alle zu ergreifenden Maßnahmen spezifizieren. Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Wasserprobe

Lagergut (Tankinhalt)	Einwandiger Tank	Einwandiger Tank mit Auffangtasse	Doppelwandiger Tank mit vollständiger Sicherheitshülle	Membrantank
Ammoniak, Butan, Propan und Propylen	Tank (Stahlsorten II und III): FH	Innentank (Stahlsorten I und II): FH	Innentank (Stahlsorten I und II): FH	
		Außentank (Stahlsorten I und II): FH	Außentank (Stahlsorten I und II): FH	
		Außentank (Spannbeton): Keine Prüfung (siehe Anmerkung 2)	Außentank (Spannbeton): Keine Prüfung (siehe Anmerkung 2)	Außentank (Spannbeton): PH (siehe <sup>a</sup> )
Ethan, Ethylen und LNG	Tank (Stahlsorte IV): PH	Innentank (Stahlsorte IV): PH	Innentank (Stahlsorte IV): PH	
		Außentank (Stahlsorte IV): PH	Außentank (Stahlsorte IV): PH	
		Außentank (Spannbeton): Keine Prüfung (siehe Anmerkung 2)	Außentank (Spannbeton): Keine Prüfung (siehe Anmerkung 2)	Außentank (Spannbeton): PH (siehe Anmerkung 2)
<sup>a</sup> Die Membran eines Membrantanks kann nicht mittels Flüssigkeitsdruck geprüft werden. Um sicherzustellen, dass die Gründung für den Tankinhalt die geeignete Tragfähigkeit hat und der Tank unversehrt ist, muss der Beton-Außentank vor Einbau der Dämmung und der Membran einer Wasserprobe unterzogen werden.				
ANMERKUNG 1 FH: Wasserprobe in voller Höhe PH: Wasserprobe in reduzierter Höhe				
ANMERKUNG 2 Eine Wasserprobe von Außentanks aus Spannbeton ist nicht erforderlich, siehe EN 14620-3:2006, A.2.				

#### 4.1.3 Weitere Anforderungen

Folgende zusätzliche Anforderungen müssen eingehalten werden:

- Für die Wasserprobe in voller Höhe muss der Innentank bis zu seiner maximalen Auslegungsfüllhöhe gefüllt sein. Zur Prüfung des Außentanks muss die gleiche Menge Flüssigkeit verwendet werden;
- für die Wasserprobe in reduzierter Höhe muss die Füllhöhe dem Produkt aus der 1,25fachen maximalen Auslegungsfüllhöhe und der Dichte des jeweiligen Lagerguts entsprechen. Zur Prüfung des Außentanks muss die gleiche Menge Flüssigkeit verwendet werden;
- für die Wasserprobe von Außentanks muss eine geeignete Wassersperre vorgesehen werden, um das Eindringen von Wasser in die Bodendämmung zu verhindern;

- während der Befüllung des Ringraums muss darauf geachtet werden, dass die Wasserstände kontrolliert und reguliert werden, um unterschiedliche Füllhöhen in Innenraum und Ringraum zu verhindern;
- die Wasserprobe darf erst durchgeführt werden, nachdem alle anzuschweißenden Anbauteile am Mantel und Boden des Tanks angebracht wurden. Nach Abschluss der Wasserprobe sind Schweißungen unzulässig;
- bei Tanks, die mit Perlitpulver zu dämmen sind, muss die Wasserprobe vor dem Einbringen des Perlitpulvers durchgeführt werden;
- für die Prüfung eines Membrantanks muss die gleiche Füllhöhe verwendet werden, die für die Wasserprobe in reduzierter Höhe gefordert wird;
- der Auftragnehmer muss sicherstellen, dass keine durch die Wasserqualität bedingten Beschädigungen am Stahl/Beton auftreten können.

#### 4.1.4 Wassergüte

Es muss nachgewiesen werden, dass das Wasser für die Wasserprobe geeignet ist. Auf mögliche Korrosion ist besonders zu achten.

Die folgenden Arten der Korrosion müssen berücksichtigt werden:

- allgemeine Korrosion;
- galvanische Korrosion;

ANMERKUNG 1 Galvanische Korrosion (frisches Wasser und Meerwasser) ist eine elektrochemische Form der Korrosion, die auftreten kann, wenn ein Metall oder eine Legierung elektrisch mit einem anderen Metall oder einer anderen Legierung mit unterschiedlichem elektrochemischen Potenzial verbunden ist. Beide Metalle sollten mit einem gemeinsamen elektrolytischen und elektrischen Pfad in Kontakt gebracht werden. Das Schweißen der Metalle kann zu unterschiedlichen Metallverbindungen in der Schweißnaht, in der Wärmeeinflusszone und im Werkstoff des Blechs führen. Der Bereich mit dem größten Anodenanteil im Werkstoff wird aufgrund des galvanischen Effekts mit dem kathodischen Werkstoff korrodieren.

- örtlich begrenzte Korrosion (Rostfraß, Korrosion unter Ablagerungen, bakterielle Korrosion).

ANMERKUNG 2 Örtlich begrenzte Korrosion wird unter denjenigen Umständen auftreten, die die Bildung von örtlich begrenzten Zellen begünstigen:

- 1) Vorhandensein von Ablagerungen und festen Stoffen
- 2) Vorhandensein von Sulfat reduzierenden Bakterien;
- 3) Stellen, an denen geringer Sauerstoffgehalt vorhanden ist.

Ablagerungen oder feste Stoffe, die im Meerwasser vorhanden sind, können sich auf der Stahloberfläche während der Wasserdruckprüfung festsetzen und örtlich begrenzte Korrosionszellen können sich entwickeln. Dies kann zu hohem Durchdringungsfortschritt der Korrosion führen.

ANMERKUNG 3 Korrosion tritt bei der Verwendung von Meerwasser während der Wasserdruckprüfung von Tanks aus Stahl mit 9 % Nickel hauptsächlich auf durch

- 1) galvanische Aktivität zwischen Blechwerkstoff, Schweißnaht und wärmebeeinflusster Zone;
- 2) wenn Erde/Ablagerungen im Meerwasser vorhanden sind, örtlich begrenzte Korrosion, wenn Zellen entstehen können;
- 3) Effekt der Sulfat reduzierenden Bakterien, der zu saurer korrosiver Umgebung und möglicher Bildung von Wasserstoff führen kann;
- 4) Schutz der inneren Bauteile aus nicht rostendem Stahl und der ungeschützten Oberflächen der Flanschdichtung;
- 5) Entfernen/Verhindern von getrockneten mineralischen/anorganischen Ablagerungen, die bei der Ableitung des Meerwassers entstehen.



Es sollte untersucht werden, ob kathodischer Korrosionsschutz erforderlich ist, um galvanische Korrosion zu vermeiden und die allgemeine Korrosion zu reduzieren. Kathodischer Korrosionsschutz fördert die kathodische Reaktion, die unter nicht belüfteten Bedingungen (unter Ablagerungen) Wasserstoff bildet und daher bei gleichzeitigem Vorhandensein von H<sub>2</sub>S das Risiko der Spannungsrissbildung durch Wasserstoff erhöht.

Das kathodische Korrosionsschutzsystem muss dergestalt ausgelegt werden, dass das Risiko der wasserstoffinduzierten Versprödung vermieden wird.

Falls die erforderliche Wassergüte nicht erzielt werden kann, müssen alternative Prüfverfahren mit geeigneten Schutzmitteln in Betracht gezogen werden.

Im Hinblick auf das Ablassen von Wasser muss die Umweltbelastung untersucht werden.

#### 4.1.5 Durchführungsbedingungen

Vor Beginn der Prüfung muss der Tank gereinigt werden. Alle Spritzer und Schlacken an den Schweißnähten sowie sämtliche beim Bau verwendeten Materialien, Gegenstände oder temporäre Einbauten müssen entfernt werden.

Während der Prüfung muss ein dauerhaftes oder temporäres Druckentlastungssystem eingesetzt werden. Das Druckentlastungssystem muss über ausreichende Kapazität verfügen, um sicherzustellen, dass die bei der Prüfung auftretenden inneren Über- und Unterdrücke die Auslegungsdrücke nicht überschreiten. Der Druck muss auch mit einem Wasser-Manometer gemessen werden.

ANMERKUNG Ein Korrosionsschutzmittel kann erforderlich sein.

#### 4.1.6 Prüfung beim Füllen

##### 4.1.6.1 Setzungsmessung am Tankumfang

Vor dem Füllen müssen an der Tankaußenfläche folgende Messmarken angebracht werden:

- vier Messmarken bei Tanks mit einem Durchmesser  $\leq 10$  m;
- acht Messmarken bei Tanks mit einem größeren Durchmesser.

In Tanksystemen mit einwandigen Tanks mit Auffangtasse und doppelwandigen Tanks mit vollständiger Sicherheitshülle müssen Markierungen auch am Mantel des Innentanks angebracht werden, so dass die Setzungen des Innen- und des Außentanks gleichzeitig überwacht werden können.

Die Markierungen müssen so gestaltet sein, dass sie auch nach dem Anstrich des Tanks sichtbar/brauchbar bleiben.

Die Setzung des Tanks muss während des Füllens und des Entleerens überwacht werden, und zwar mindestens bei halb vollem, dreiviertel vollem und vollem Tank.

##### 4.1.6.2 Überprüfung des Durchhangs der Bodenfläche

Für Tanks, für die unterschiedliche Setzungen des Bodens von mehr als 30 mm zu erwarten sind (z. B. bei Tanks mit Plattengründung), müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit die Setzungen in der Mitte des Tanks überwacht werden können.

ANMERKUNG Es kann ein Neigungsmesser verwendet werden.

#### 4.1.7 Füllen

Bei Festlegung der Füllgeschwindigkeit müssen die Verfügbarkeit des Wassers/Füllgeräts und die Eigenschaften des Untergrunds/Baugrunds berücksichtigt werden.

Die volle Wasserlast muss für mindestens 24 h aufrechterhalten werden. Während der Prüfung muss eine Sichtprüfung der Schweißnähte am Mantel auf mögliche Undichtheit durchgeführt werden.

Die Dichtigkeit der Schweißnähte oberhalb des Wasserspiegels der Wasserprobe ist bei oben offenen Tanks mit durch eine Saugglocke erzeugtem Unterdruck zu prüfen.

Verankerungen, sofern vorhanden, müssen nachgestellt werden, wenn das Wasser eine gleich bleibende Höhe (mindestens 70 % der maximalen Auslegungsfüllhöhe) erreicht hat.

Während der Prüfung müssen die beobachteten Setzungen mit den erwarteten Werten verglichen werden. Falls Unterschiede auftreten, muss der für die Auslegung der Gründung zuständige Geotechniker konsultiert werden (siehe EN 14620-1:2006, 7.1.9), und der Besteller muss informiert werden.

### 4.2 Gasdruckprüfung

#### 4.2.1 Druckprüfung

Die Druckprüfung muss bei einem Prüfdruck durchgeführt werden, der dem 1,25fachen Auslegungsdruck des Tanks entspricht.

Der Prüfdruck muss im Dampfraum über dem Prüfwasser erzeugt werden, außer bei doppelwandigen Tanks mit offenem Innentank, bei denen vor der Druckprüfung das Wasser aus dem Innentank teilweise oder vollständig entleert werden darf.

Folgende Maßnahmen müssen berücksichtigt werden:

- Es müssen Sicherheitsventile eingebaut und so eingestellt werden, dass sie beim Prüfdruck öffnen, oder es muss ein temporäres Druckentlastungssystem vorgesehen werden, um einen den Prüfdruck überschreitenden Druck zu verhindern. Nachdem der Prüfdruck erreicht ist, muss er für mindestens 30 min gehalten werden. Danach muss der Prüfdruck verringert werden, bis der Auslegungsdruck erreicht ist;
- für alle Schweißnähte, die einer Druckprüfung unterworfen sind, muss eine Blasenprüfung (Nekalprüfung) durchgeführt werden;

ANMERKUNG 1 Falls die Schweißnaht zuvor einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke unterzogen wurde, kann die Blasenprüfung durch eine Sichtprüfung ersetzt werden.

- Reparaturen dürfen nicht durchgeführt werden, wenn der Tank unter Druck steht;

ANMERKUNG 2 Reparaturen können später durchgeführt und dann einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke unterzogen werden.

- der Druck muss verringert und die Sicherheitsventile müssen so eingestellt werden, dass sie sich beim Auslegungsdruck öffnen. Der Einstelldruck des Sicherheitsventils muss überprüft werden, indem Luft in den Dampfraum eingepumpt wird.

#### 4.2.2 Prüfung bei Unterdruck

Eine Unterdruckprüfung muss bei einem Druck, der dem inneren Auslegungsunterdruck des Tanks entspricht, durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Eine Mindesthaltezeit ist nicht erforderlich. Die Prüfung kann beendet werden, sobald der innere Auslegungsunterdruck erreicht ist.

ANMERKUNG 2 Die Unterdruckprüfung sollte durchgeführt werden, während sich noch Wasser im Tank befindet. Dadurch wird ein mögliches Abheben des Bodens und des Kälteschutzsystems (TPS) verhindert.

Folgende Maßnahmen müssen getroffen werden:

- Es müssen Unterdruck-Sicherheitsventile eingebaut werden oder eine temporäre Unterdruck-Entlastungsvorrichtung angebracht sein und so eingestellt werden, dass sie beim Prüfunterdruck öffnen, um einen den Prüfunterdruck überschreitenden Unterdruck zu verhindern;
- alle Öffnungen mit Ausnahme der Öffnungen des Unterdruck-Sicherheitsventils müssen geschlossen sein. Der erforderliche Unterdruck kann durch Absenken des Wasserstandes oder durch Verwendung einer Luft-Saugstrahlpumpe verringert werden;
- der Unterdruck muss verringert und die Unterdruck-Sicherheitsventile müssen so eingestellt werden, dass sie beim festgelegten Einstelldruck öffnen. Der Einstelldruck des Unterdruck-Sicherheitsventils muss überprüft werden, indem eine Absenkung des Wasserstandes oder die Anwendung einer Luft-Saugstrahlpumpe erfolgt.

#### 4.2.3 Prüfungen bei leerem Tank

Wenn der Tank bei atmosphärischem Druck entleert, getrocknet und gereinigt (alle Rückstände und Schlamm beseitigt und danach mit dem Besen gereinigt) worden ist, sind folgende Maßnahmen zu treffen:

- die Verankerung, sofern vorhanden, muss erneut auf strammes Anliegen an ihren Befestigungselementen überprüft werden;
- der leere Tank muss mit einem Luftdruck beaufschlagt werden, der dem Auslegungsdruck entspricht, und es muss überprüft werden, dass sich die Verankerung, sofern vorhanden, und das Fundament nicht abheben;
- der Boden muss auf Unregelmäßigkeiten untersucht werden, und alle Schweißnähte am Boden müssen nochmals einer Unterdruckprüfung mit Sauglocke unterzogen werden;
- wenn am Boden Anschlüsse angebracht sind, müssen alle Schweißnähte einer 100 %-Sichtprüfung und einer 100 %-Eindring- oder Magnetpulverprüfung unterzogen werden;
- metallische Auskleidungen der inneren Oberflächen des Beton-Außentanks müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden.

## 5 Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren

### 5.1 Verfahren

Es sind Verfahren für das Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren zu erstellen. Inertisieren und Kaltfahren müssen kontinuierlich erfolgen und die Verfahren müssen Notfallpläne für eine Unterbrechung zu jeder Zeit berücksichtigen.

### 5.2 Trocknen

Der Tankinhalt muss bis zu einem maximalen Taupunkt von  $-20\text{ °C}$  getrocknet werden.

ANMERKUNG Wenn der Ringraum mit Perlitpulver gefüllt wird, kann im Ringraum eine maximale Taupunkttemperatur von  $-8\text{ °C}$  zugelassen werden.

Für den Dämmraum/die Dämmräume am Boden werden keine Anforderungen festgelegt.

### 5.3 Inertisieren

Der Tank muss vor Einbringung von Kohlenwasserstoffen inertiert werden. Dazu muss ein inertes Gas verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen wird Stickstoff verwendet.

Das Inertisieren ist durchzuführen, bis folgende Sauerstoffkonzentrationen erreicht sind:

- 9 % für Butadien-, Butan-, Propylen- und Propantanks;
- 12 % für Ammoniak tanks;
- 8 % für Ethylen- und Ethantanks;
- 9 % für Flüssigerdgas (LNG)-Tanks.

Für den Dämmraum/die Dämmräume am Boden werden keine Anforderungen festgelegt.

An kritischen Punkten (Boden und Oberkante des Tanks, oben im Bereich der Dachkuppel und Boden des Ringraums, falls zutreffend) muss die Entnahme von Stichproben vorgesehen werden, damit nachgewiesen werden kann, dass das erforderliche Inertisieren durchgeführt wird.

ANMERKUNG 2 Bei doppelwandigen Tanks mit vollständiger Sicherheitshülle sollte das Inertisieren vom Innentank zum Ringraum ausgeführt werden, so dass kein einwärts wirkender Druck auf den Innentank ausgeübt wird.

ANMERKUNG 3 Das Vorhandensein eines inertes Gases, z. B. Stickstoff, während des Kaltfahrens kann eine Unterkühlung des Stahls auf eine Temperatur unterhalb seiner Auslegungstemperatur zur Folge haben, z. B. auf  $-45\text{ °C}$  für einen Butantank, auf  $-70\text{ °C}$  für einen Propantank und auf  $-180\text{ °C}$  für einen LNG-Tank. Diese mögliche Unterkühlung sollte unbedingt vermieden werden, indem der Stickstoff vor dem Kaltfahren durch warme Lagergütdämpfe ersetzt wird.

Wenn Kohlenwasserstoffe eingebracht werden, können beträchtliche Mengen von Entspannungsdampf erzeugt werden. Ein geeignete Dampfentlastung (zum Abfackeln oder Entlüften) muss eingebaut werden, um das voraussichtlich erzeugte Entspannungsvolumen zu erfassen.

### 5.4 Kaltfahren

Das Kaltfahren des Primärbehälters muss kontrolliert erfolgen, um zu verhindern, dass während des Kaltfahrens große Temperaturunterschiede auftreten. Die Temperatur des Innentanks/der Stahlmembran muss überwacht und in einem zulässigen Bereich gehalten werden.

ANMERKUNG Weitere Einzelheiten siehe Anhang A.

## 6 Außerbetriebnahme

Der Auftragnehmer muss alle erforderlichen Maßnahmen für eine sichere Außerbetriebnahme des Tanks treffen. Es ist ein Verfahren für eine eventuelle Außerbetriebnahme auszuarbeiten. Dieses Verfahren muss vom Käufer berücksichtigt werden, wenn eine Außerbetriebnahme erforderlich ist.

Grundsätzlich hat das Verfahren für die Außerbetriebnahme den gleichen Ablauf wie das Verfahren für die Inbetriebnahme, jedoch in umgekehrter Reihenfolge.

Falls eine Leckage des Tanks oder andere Unregelmäßigkeiten auftreten, müssen besondere Maßnahmen für eine sichere Außerbetriebnahme getroffen werden.

## Anhang A (informativ)

### Kaltfahren des Tanks

Das Kaltfahren erfolgt üblicherweise mit verflüssigtem Gas.

Das Verfahren und die Einrichtungen für das Kaltfahren sollten sorgfältig ausgelegt werden, um zu verhindern, dass im Stahlblech große Temperaturdifferenzen und damit hohe Spannungen auftreten. Diese temperaturbedingten Spannungen können in Verbindung mit mechanischen Spannungen, die durch Biegen, Schweißen usw. hervorgerufen werden, so groß werden, dass Rissbildung auftritt. Während des Kaltfahrens kann dies nicht festgestellt werden und es könnte eine Leckage auftreten.

Am besten ist es, am Tankoberteil eine mit Sprühdüsen versehene Ringleitung anzubringen. Diese Einrichtung sollte für die aufgrund des Betriebsdrucks und des Flüssigkeitsstroms in der Zuleitung festgelegte Kaltfahrgeschwindigkeit ausgelegt werden.

An Tankwand und -boden sollten zur Überwachung der Temperatur Temperaturfühler installiert werden. Die Temperaturfühler sollten so angeordnet werden, dass entscheidende Temperaturunterschiede gemessen werden können.

Für Innentanks sind folgende Kaltfahrgeschwindigkeiten üblich:

- Sollkaltfahrgeschwindigkeit für den Innentank von 3 °C/h mit einem Maximum von 5 °C/h;
- maximale Temperaturdifferenz von 30 °C zwischen zwei benachbarten Thermoelementen am Mantel oder Boden.

Für Membrantanks sind folgende Kaltfahrgeschwindigkeiten üblich:

- Sollkaltfahrgeschwindigkeit von 10 °C/h mit einem Maximum von 15 °C/h;
- maximale Temperaturdifferenz von 50 °C zwischen zwei benachbarten Thermoelementen am Mantel oder Boden.

## Literaturhinweise

- [1] EN 14620-2, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C — Teil 2: Metallische Bauteile*
- [2] EN 14620-3:2006, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C — Teil 3: Bauteile aus Beton*
- [3] EN 14620-4, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C — Teil 4: Dämmung*
- [4] NF A 09-106:1979, *Testing for leak tightness by means of ammonia – Locating of leaks by overall pressurization*