

DIN EN 14620-5



ICS 23.020.10

Einsprüche bis 2023-10-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14620-5:2006-12

Entwurf**Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -196 °C –****Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren;
Deutsche und Englische Fassung prEN 14620-5:2023**

Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank systems for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -196 °C –

Part 5: Testing, drying, purging and cool-down;
German and English version prEN 14620-5:2023

Conception et fabrication de réservoirs 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 -196 °C –

Partie 5: Essais, séchage, inertage et mise en froid;
Version allemande et anglaise prEN 14620-5:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-08-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 47 Seiten

DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14620-5:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 104-01-05 AA "Oberirdische Flachboden-Tankbauwerke" im DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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 14620-5:2006-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Tabelle 1 „Anforderungen an die hydrostatische Prüfung“ aktualisiert und an die Produkttemperatur angepasst;
- b) zulässige Verwendung einer kleinen vorübergehenden Sicherheitsöffnung im primären Stahlbehälter für Flüssigkeiten nach der Wasserdruckprüfung hinzugefügt;
- c) Anforderungen an die Inspektion von Betonoberflächen während der Druckprüfung hinzugefügt;
- d) Einzelheiten der Unterdruckprüfung präzisiert;
- e) Anforderungen an die Unterdruckprüfung für doppelwandige Tanks mit doppeltem Dach präzisiert;
- f) Spülung des unteren Isoliertraums präzisiert;
- g) Leitfaden für die Außerbetriebnahme verbessert;
- h) informativen Anhang B für die Gesamtprüfung von Membrantanks hinzugefügt.

Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –196 °C – Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren

Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank systems for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and –196 °C – Part 5: Testing, drying, purging and cool-down

Conception et fabrication de réservoirs 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 –196 °C – Partie 5: Essais, séchage, inertage et mise en froid

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Wasserprobe und Gasdruckprüfungen	4
4.1 Wasserprobe	4
4.1.1 Allgemeines	4
4.1.2 Prüfanforderungen für alle Tankausführungen	4
4.1.3 Weitere Anforderungen	5
4.1.4 Wassergüte	6
4.1.5 Durchführungsbedingungen	7
4.1.6 Prüfung beim Füllen	7
4.1.7 Füllen	8
4.2 Gasdruckprüfung	8
4.2.1 Allgemeines	8
4.2.2 Druckprüfung	9
4.2.3 Unterdruckprüfung	10
4.2.4 Prüfungen bei leerem Tank	10
4.2.5 Doppelwandige Doppeldach-Tanks	11
4.3 Besondere Anforderungen an die Prüfung von Membrantanks	12
4.3.1 Wasserprobe	12
4.3.2 Gasdruck- und Unterdruckprüfung	13
4.3.3 Umfassende Prüfung	14
5 Inbetriebnahme	14
5.1 Verfahren	14
5.2 Trocknen	14
5.3 Inertisieren	14
5.3.1 Inertisieren mit inertem Gas	14
5.3.2 Inertisieren mit Lagergutgas	15
5.4 Kaltfahren	15
5.5 Abschluss der Inbetriebnahmetätigkeiten	16
6 Außerbetriebnahme	16
Anhang A (informativ) Kaltfahren des Primärbehälters / der Membran	18
Anhang B (informativ) Umfassende Prüfung von Membrantanks	19
Anhang C (informativ) Leitlinien für Pflichten und Verantwortlichkeiten der Parteien	22
Literaturhinweise	23

Bilder

Bild B.1 — Phasen der umfassenden Prüfung von Beton-Außenbehältern	20
Bild B.2 — Phasen der umfassenden Prüfung von Beton-Außenbehältern	21

Tabellen

Tabelle 1 — Anforderungen an die Wasserprobe	5
Tabelle C.1 — Empfohlene Aufteilung der Verantwortlichkeiten	22

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14620-5:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14620-5:2006 ersetzen.

prEN 14620-5:2023 beinhaltet die folgenden wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 14620-5:2006:

- Tabelle 1 „Anforderungen an die Wasserprobe“ wurde aktualisiert und so angepasst, dass sie sich auf die Lagerguttemperatur bezieht;
- die zulässige Verwendung kleiner temporärer Sicherheitsöffnungen in Primärbehältern aus Stahl nach der Wasserprobe wurde hinzugefügt;
- die Anforderungen an die Prüfung von Betonoberflächen während der Druckprüfung wurden hinzugefügt;
- die Einzelheiten zur Prüfung bei Unterdruck wurden verdeutlicht;
- die Anforderungen an die Prüfung bei Unterdruck für doppelwandige Doppeldach-Tanks wurden verdeutlicht;
- das Inertisieren des Dämmraums am Boden wurde verdeutlicht;
- die Anleitung zur Außerbetriebnahme wurde verbessert;
- ein neuer informativer Anhang für eine umfassende Prüfung von Membrantanks wurde hinzugefügt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe EN 14620 ist auf der CEN-Internetseite abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an das Prüfen, Trocknen, Inertisieren, Kaltfahren und die Außerbetriebnahme von Tanks zur Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen fest.

Dieses Dokument behandelt die Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksysteme für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –196 °C.

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 14620-1:—,¹ *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksysteme für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –196 °C — Teil 1: Allgemeines*

EN 14620-2:2006, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C — Teil 2: Metallische Bauteile*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14620-1:—.

4 Wasserprobe und Gasdruckprüfungen

4.1 Wasserprobe

4.1.1 Allgemeines

Eine Wasserprobe muss durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass

- das Tanksystem für die Aufnahme des Lagerguts ausgelegt und gebaut ist,
- die Gründung die für den Tankinhalt erforderliche Tragfähigkeit aufweist.

ANMERKUNG Eine Wasserprobe hilft auch beim Abbau von Eigenspannungen bei Stahltanks.

4.1.2 Prüfanforderungen für alle Tankausführungen

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

Eine Spezifikation mit allen zu ergreifenden Maßnahmen muss erstellt werden. Die Prüfergebnisse müssen dokumentiert werden.

ANMERKUNG Siehe Anhang C.

¹ In Vorbereitung. Aktuelle Stufe: prEN 14620-1:2023.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Wasserprobe

Lagergut (Tankinhalt)	Einwandiger Tank	Einwandiger Tank mit Auffangtasse	Doppelwandiger Tank mit vollständiger Sicherheitshülle	Membrantank
Auslegungs- temperatur des Tanksystems ≥ −50 °C	Primärbehälter – Stahl FH	Primärbehälter – Stahl FH	Primärbehälter – Stahl FH	Membranbarriere Keine Prüfung (siehe ANMERKUNG 2)
		Sekundärbehälter – Stahl FH (siehe ANMERKUNG 3)	Sekundärbehälter – Stahl FH (siehe ANMERKUNG 3)	Außenbehälter – Stahl FH
		Sekundärbehälter – Spannbeton Keine Prüfung	Sekundärbehälter – Spannbeton Keine Prüfung	Außenbehälter – Spannbeton PH (siehe ANMERKUNG 2)
Auslegungs- temperatur des Tanksys- tems < −50 °C	Primärbehälter – Stahl PH	Primärbehälter – Stahl PH	Primärbehälter – Stahl PH	Membranbarriere Keine Prüfung (siehe ANMERKUNG 2)
		Sekundärbehälter – Stahl PH (siehe ANMERKUNG 3)	Sekundärbehälter – Stahl PH (siehe ANMERKUNG 3)	Außenbehälter – Stahl PH
		Sekundärbehälter – Spannbeton Keine Prüfung	Sekundärbehälter – Spannbeton Keine Prüfung	Außenbehälter – Spannbeton PH (siehe ANMERKUNG 2)
ANMERKUNG 1 FH bedeutet Wasserprobe in voller Höhe (full height); PH bedeutet Wasserprobe in reduzierter Höhe (partial height).				
ANMERKUNG 2 Die Membranbarriere eines Membrantanks muss keiner Wasserprobe unterzogen werden. Zur Wasserprobe des Membrantank-Außenbehälters siehe 4.3.				
ANMERKUNG 3 Die Anforderung zur Durchführung einer Wasserprobe in voller oder reduzierter Höhe des Stahl-Sekundärbehälters kann nach schriftlicher Vereinbarung mit dem Besteller entfallen.				

4.1.3 Weitere Anforderungen

Folgende zusätzliche Anforderungen müssen eingehalten werden:

- Eine Dichtheitsprüfung muss mittels einer Schweißprüfung und anhand der Prüfanforderungen in EN 14620-2:2006 durchgeführt werden.
- Für die Wasserprobe in voller Höhe muss der Primärbehälter bis zu seinem höchsten Auslegungsfüllstand gefüllt sein. Bei der Prüfung des Außentanks muss die gleiche Menge Wasser verwendet werden.
- Für die Wasserprobe des Primärbehälters in reduzierter Höhe muss der durch das Wasser der Wasserprobe auf den Tankboden aufgebrachte Prüfdruck dem 1,25fachen des durch das Lagergut auf Höhe des höchsten Auslegungsfüllstands auf den Tankboden aufgebrachten Drucks entsprechen. Bei der Prüfung des Sekundärbehälters muss die gleiche Menge Wasser verwendet werden.
- Für die Wasserprobe von Sekundärbehältern 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 Innentank 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 im Allgemeinen unzulässig. Ausnahmen sind Schweißungen, die vom Besteller zugelassen werden, um bei der schnellen Notfallevakuierung von Baupersonal bei Tanksystemen ohne Wanddurchführungen zu helfen. Eine temporäre kleine kreisförmige Öffnung mit einem Durchmesser von nicht weniger als 600 mm und nicht mehr als 1 000 mm darf nach der Wasserprobe des Tanks zugelassen werden. Die Öffnung muss durch Anschweißen einer Verschlussplatte dauerhaft geschlossen werden, nachdem ein Zugang des Personals zum der Wasserprobe unterzogenen Behälter nicht mehr erforderlich ist.
- Die kreisförmige Öffnung muss sich an einer Stelle befinden, an der sie keine Nähte des Tankmantels durchbricht. Sie sollte zudem entweder 300 mm oder 10-mal die Tankmanteldicke (je nachdem, welcher Wert größer ist) von einer anderen Schweißnaht im Mantel entfernt sein. Dazu zählen die Schweißnaht am Boden, Nähte des Tankmantels oder Schweißnähte an Anbauteilen.
- Die Stumpfschweißnaht rund um die Verschlussplatte muss über die gesamte Länge geprüft werden. Die Prüfung muss das Flüssigkeitseindringverfahren und das Röntgenverfahren umfassen. Die Flüssigkeitseindringprüfung ist in der Wurzellage, an der ausgefugten Oberfläche und auf den Innen- und Außenflächen der fertigen Schweißnaht erforderlich. Die gesamte Schweißnaht muss zudem einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke unterzogen werden. Die Schweiß- und Prüfverfahren müssen mit EN 14620-2:2006 übereinstimmen.
- Bei Tanks, die mit Bläherlit gedämmt werden müssen, muss die Wasserprobe vor dem Einbringen des Bläherlits und der elastischen Schicht (sofern anwendbar) durchgeführt werden.
- Für die Prüfung eines Membrantanks muss die gleiche Füllhöhe verwendet werden, die für die Wasserprobe in reduzierter Höhe gefordert wird.
- Das Wasser muss eine solche Güte aufweisen, dass keine Beschädigungen am Stahl/Beton auftreten können.

ANMERKUNG Siehe Anhang C.

4.1.4 Wassergüte

Es muss nachgewiesen werden, dass das Wasser für die Wasserprobe geeignet ist. Insbesondere muss auf mögliche Korrosion geachtet werden.

Die folgenden Arten der Korrosion müssen berücksichtigt werden:

- allgemeine Korrosion;
- galvanische Korrosion; und
- örtlich begrenzte Korrosion (Rostfraß, Korrosion unter Ablagerungen, bakterielle Korrosion).

ANMERKUNG 1 Galvanische Korrosion (frisches Wasser und Meerwasser) ist eine elektrochemische Form der Korrosion. Sie kann auftreten, wenn ein Metall oder eine Legierung elektrisch mit einem anderen Metall oder einer anderen Legierung mit unterschiedlichem elektrochemischem Potential verbunden ist und die Metalle (Legierungen) 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.

ANMERKUNG 2 Örtlich begrenzte Korrosion kann unter den folgenden Umständen bei Vorhandensein von Ablagerungen und/oder festen Stoffen auftreten:

- a) Vorhandensein von Sulfat reduzierenden Bakterien;
- b) Stellen, an denen geringer Sauerstoffgehalt vorhanden ist.

Ablagerungen oder feste Stoffe, die im Meerwasser vorhanden sind, könnten sich auf der Stahloberfläche während der Wasserdruckprüfung festsetzen und örtlich begrenzte Korrosionszellen könnten 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

- a) galvanische Aktivität zwischen Blechwerkstoff, Schweißnaht und wärmebeeinflusster Zone,
- b) wenn Erde/Ablagerungen im Meerwasser vorhanden sind, örtlich begrenzte Korrosion, wenn Zellen entstehen können,
- c) Effekt der Sulfat reduzierenden Bakterien, der zu saurer korrosiver Umgebung und möglicher Bildung von Wasserstoff führt,
- d) Notwendigkeit des Schutzes der inneren Bauteile aus nicht rostendem Stahl und der ungeschützten Oberflächen der Flanschdichtung,
- e) Notwendigkeit des Entfernens/Verhinderns 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_2S das Risiko der Spannungsrissbildung durch Wasserstoff erhöht.

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

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

Bevor Prüfwasser aus dem Tanksystem abgelassen wird, 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.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, dass eine mögliche Setzung während der Wasserprobe nicht zu unzulässigen Belastungen der Rohrleitungen oder Strukturbauteile, die an den Tank angeschlossen sind, führen.

Während der Durchführung der Wasserprobe muss/müssen die Einsteigeöffnung(en) im Dach zur Atmosphäre offen sein.

4.1.6 Prüfung beim Füllen

4.1.6.1 Setzungsmessung am Tankumfang

Vor dem Füllen müssen in gleichen Abständen rund um die Gründung des Tanks dauerhafte Messmarken angebracht werden: mindestens 4 Messmarken in einem maximalen Abstand von 10 m über den Umfang verteilt.

In Tanksystemen mit einwandigen Tanks mit Auffangtasse und doppelwandigen Tanks mit vollständiger Sicherheitshülle müssen Messmarken auch am Primärbehälter angebracht werden, so dass die Setzungen des Innentanks und des Sekundärbehälters gleichzeitig überwacht werden können.

Die Messmarken müssen so gestaltet sein, dass sie auch nach dem Anstrich des Tanks sichtbar/brauchbar bleiben, und sie müssen sich auf einen Richtwert an anderer Stelle beziehen.

Wenn der Tank leer ist und bevor mit der Wasserprobe begonnen wird, muss eine Basismessung durchgeführt werden.

Die Setzung des Tanks muss während des Füllens und des Entleerens überwacht werden, und zwar mindestens bei viertel vollem, halb vollem, dreiviertel vollem und vollem Tank sowie nach dem Entleeren. Die Ergebnisse der Überwachung müssen stetig aufgezeichnet werden. Die Ergebnisse für „nach dem Entleeren“ müssen den Beginn eines jährlichen Überwachungsprogramms zur Setzung an der Gründung des Tanks darstellen.

4.1.6.2 Überprüfung des Durchhangs der Bodenfläche

Für Tanks, für die unterschiedliche Setzungen des Bodens von mehr als 30 mm erwartet werden können, oder wenn der Eigentümer dies festlegt, müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit das Setzungsprofil an der Grundfläche des Tanks überwacht werden kann. Die Mindestanforderung wäre eine Überwachung mittels zweier orthogonaler Tankdurchmesser.

Bei erhöhten Tanks darf dies erfolgen, indem eine Reihe von Füllhöhen an der inneren Bogenfläche der Grundfläche des Tanks an dauerhaft markierten Stellen mit ≤ 5 m Abstand genommen wird. Bei bodengestützten oder erhöhten Tanks kann ein dauerhaft in die Fundamentplatte des Tanks eingegossenes Neigungsmessgerät oder geeignetes Messsystem 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 Dichtheit aller Schweißverbindungen oberhalb des Wasserspiegels der Wasserprobe muss bei oben offenen Tanks mit durch eine Saugglocke erzeugtem Unterdruck geprüft werden.

Die Ankerschrauben, oder Bänder, sofern vorhanden, müssen während der Entleerung festgezogen werden, wenn das Wasser eine gleichbleibende Höhe erreicht hat (nicht weniger als 70 % der maximalen Füllhöhe für die Wasserprobe).

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:—), und der Besteller muss informiert werden.

4.2 Gasdruckprüfung

4.2.1 Allgemeines

Eine Gasdruckprüfung muss durchgeführt werden. Der Zweck der Gasdruckprüfung des Tanksystems ist folgender:

- Nachweis der Fähigkeit des Tanksystems und seiner Bauteile, den Belastungen durch den Auslegungsüber- und -unterdruck standzuhalten, ohne dass es zu Ausfällen oder Beschädigungen kommt;
- Durchführung einer Dichtheitsprüfung der zuvor nicht nach EN 14620-2:2006 auf Dichtheit geprüften Tankbauteile; und

- Sicherstellung, dass Druck- und Unterdruckentlastungsöffnungen ordnungsgemäß funktionieren und bei den festgelegten Einstelldruckwerten öffnen.

In 4.2.2 bis 4.2.5 unten werden besondere Anforderungen an die Gasdruckprüfung angegeben.

Während der Gasdruckprüfung dürfen eine Sichtprüfung zugänglicher Außenflächen des Dachs und der Wände in Betracht gezogen werden. Dies dient der Sicherstellung, dass sich die Konstruktion wie vorgesehen verhält. Jegliche Risse in der Betonoberfläche, die über das bei der Auslegung festgelegte zulässige Maß hinausgehen, anormale Verformungen von Stahlplatten, Undichtheit oder andere Mängel, müssen dem Auftragnehmer gemeldet werden. Bei Bedarf muss die Prüfung ausgesetzt und eine Untersuchung durchgeführt werden.

Ein trigonometrisches Nivellement der Dachkonstruktion darf auch in Betracht gezogen werden, um zu prüfen, dass die erwarteten Durchbiegungen nicht überschritten werden, sofern anwendbar oder vom Eigentümer festgelegt.

Aus Sicherheitsgründen darf die Prüfung nur bei einem Druck von maximal dem 1,0fachen Auslegungsdruck durchgeführt werden.

4.2.2 Druckprüfung

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

Bei Behältern mit festem Dach, die einer Wasserprobe unterzogen werden, muss der Prüfdruck im Dampfraum über dem Prüfwasser erzeugt werden.

Bei doppelwandigen Tanks mit oben offenem Innentank darf vor der Druckprüfung das Wasser vollständig oder teilweise aus dem Innentank entleert werden, sofern keine Wasserprobe des Außentanks erforderlich ist. (Siehe Anmerkung 3 in Tabelle 1)

Folgende Maßnahmen müssen berücksichtigt werden:

- Sicherheitsventile müssen so eingestellt werden, dass sie beim Prüfdruck öffnen. Alternativ muss ein temporäres Druckentlastungssystem vorgesehen werden, um zu verhindern, dass der Druck den Prüfdruck übersteigt. 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 zugänglichen Schweißverbindungen, die der Druckprüfung unterzogen werden, muss eine Blasenprüfung (Nekalprüfung) bei Auslegungsdruck durchgeführt werden;
- bei zugänglichen Schweißnähten kann die Blasenprüfung durch eine Sichtprüfung ersetzt werden, falls die Verbindung zuvor einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke unterzogen worden sind. Diese Relaxation ist jedoch nicht anwendbar für folgende Schweißnähte von Stahldächern:
 - einseitig geschweißte Dachblechnähte am Klemmring; und
 - Schweißnähte an Dachdüsen und Rohrleitungen.
- Reparaturen dürfen nicht durchgeführt werden, wenn der Tank unter Druck steht;

ANMERKUNG 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.

4.2.3 Unterdruckprüfung

Eine Unterdruckprüfung muss in zwei Stufen durchgeführt werden: Stufe 1 zur Prüfung des Tanks und Stufe 2 zur Prüfung der Unterdruck-Sicherheitsventile.

Die Unterdruckprüfung sollte durchgeführt werden, während sich noch Wasser im Tank befindet. Dadurch wird ein mögliches Abheben des Bodens und des Kälteschutzsystems (TPS, en: thermal protection system) verhindert. Bei Tanks mit TPS muss bei der Auslegung eine Vorrichtung zum Druckausgleich oberhalb und unterhalb des sekundären Bodens/TPS in Betracht gezogen werden.

Stufe 1 – Der Tank muss bei einem Druck geprüft werden, der gleich dem inneren Auslegungsunterdruck des Tanks ist.

Die Unterdruckprüfung von Niederdrucktanks ist ein heikler Vorgang. Es muss genau darauf geachtet werden, dass die Auslegungsgrenzen des Tanks nicht überschritten werden. Wenn sich den Prüfdruckpegeln annähert wird, muss die Luft-/Wasserentnahme vorsichtig und langsam durchgeführt werden. Jede weitere Unterdruckerzeugung muss beendet werden, sobald die geforderten Druckpegel erreicht wurden.

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

Stufe 2 – Die am Tank angebrachten Unterdruck-Sicherheitsventile müssen einzeln darauf geprüft werden, dass sie bei ihrem jeweiligen Einstelldruck öffnen.

ANMERKUNG 1 Der Einstelldruck der Unterdruck-Sicherheitsventile wird entsprechend der Auslegung geringer sein als der innere Auslegungsunterdruck des Tanks (d. h. weniger Unterdruck).

Folgende Maßnahmen müssen berücksichtigt werden:

- zur Verhinderung einer versehentlichen Beschädigung des Tanks während der Prüfung müssen verlässliche Vorkehrungen zur sofortigen Unterdruckentlastung vorgesehen werden. Es muss ein temporäres Unterdruckentlastungssystem vorgesehen werden, das unmittelbar nach Erreichen des Prüfunterdrucks geöffnet werden kann. Alternativ sollte ein System vorgesehen werden, das in der Lage ist, dem durch Luftentzug erzeugten Unterdruck und zusätzlichem Unterdruck, der nicht höher ist als 0,15 kPa über dem Einstellwert, entgegenzuwirken. Die für dieses temporäre Entlastungssystem verwendete Düse darf über keine internen Rohrleitungen verfügen. Die für das temporäre Unterdruckentlastungssystem erforderliche Düsengröße muss bestimmt werden, aber darf nicht kleiner sein als 100 NB;

ANMERKUNG Siehe Anhang C.

- alle Öffnungen mit Ausnahme der Öffnungen des Unterdruck-Sicherheitsventils und des temporären Unterdruckentlastungssystems müssen geschlossen sein. Der erforderliche Unterdruck darf durch Absenken des Wasserstandes oder durch Verwendung einer Luft-Saugstrahlpumpe verringert werden;
- alle Unterdruck-Sicherheitsventile müssen nacheinander darauf geprüft 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.

ANMERKUNG 2 Die tatsächliche Reihenfolge von Stufe 1 und Stufe 2 kann vom Auftragnehmer gewählt werden.

4.2.4 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, müssen folgende Maßnahmen getroffen werden:

- 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 die Gründung nicht abheben;
- der Boden muss auf Unregelmäßigkeiten untersucht werden, und alle Schweißnähte am Boden müssen erneut einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke unterzogen werden;
- alle Schweißnähte von Anschlüssen, die den Tankmantel oder den Boden unterhalb des Auslegungsfüllstands durchbrechen, müssen geprüft werden (z. B. Düsen/Tankmantel- oder Düsen/Boden-Anschlüsse). Die Prüfung muss mittels einer 100 %-Sichtprüfung und einer 100 %-Eindring- oder Magnetpulverprüfung erfolgen; und
- metallische Auskleidungen der inneren Oberflächen des Beton-Sekundärbehälters müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden.

4.2.5 Doppelwandige Doppeldach-Tanks

Doppelwandige Doppeldach-Tanks bestehen aufgrund ihrer Auslegung üblicherweise aus zwei Druckkammern (Innen- und Außenbehälter). Es muss sichergestellt werden, dass Prüfüberdruck und Prüfunterdruck der einzelnen Tankkammern während der Gasdruckprüfung nicht überschritten werden.

Doppelwandige Doppeldach-Tanks müssen wie folgt einer Gasdruckprüfung unterzogen werden:

Innenbehälter:

- Überdruckprüfung nach 4.2.2.
- Unterdruckprüfung nach 4.2.3.
- Der Prüfunterdruck, mit dem bei der Prüfung der Stufe 1 die Innentankkonstruktionen beaufschlagt werden, muss der Summe aus dem Auslegungsunterdruck im Innentank und dem Auslegungsdruck im Ringraum entsprechen. Der Prüfunterdruck darf durch gleichzeitige Beaufschlagung mit dem Auslegungsunterdruck des Innentanks und dem Auslegungsdruck des Ringraums erreicht werden. Alternativ darf der Druck erreicht werden, indem im Innentank ein Unterdruck gleich dem erforderlichen Gesamtwert erzeugt wird. Während der Unterdruckprüfung muss im Innenbehälter eine ausreichende Menge Wasser gehalten werden, um zu verhindern, dass sich der Boden des Innentanks aufgrund des Unterdrucks aufbläht.
- Prüfungen bei leerem Tank des Innenbehälters nach 4.2.4.

Außenbehälter:

- Überdruckprüfung nach 4.2.2.
- Ein Aufblähen des Bodens des Innenbehälters muss verhindert werden. Wenn der Prüfüberdruck des Außenbehälters den Prüfunterdruck des Innenbehälters überschreitet, muss zudem ein Druckausgleich erreicht werden. Dies darf entweder durch Druckausgleich zwischen dem Innen- und Außenbehälter erfolgen oder der Innenbehälter muss mit Druck beaufschlagt werden.
- Unterdruckprüfung nach 4.2.3.
- (Unterdruck-)Sicherheitsventile für den Inertisierungsbehälter müssen nach den Anforderungen in 4.2.2 und 4.2.3 geprüft werden.

4.3 Besondere Anforderungen an die Prüfung von Membrantanks

4.3.1 Wasserprobe

4.3.1.1 Allgemeines

Nach Tabelle 1 muss eine Wasserprobe an Membrantanks durchgeführt werden, um die Fähigkeit der Gründung, den Tank zu tragen, und die Unversehrtheit des Außenbehälters des Membrantanks nachzuweisen.

Das Wasserprobeverfahren unterscheidet sich je nachdem, ob der Außenbehälter des Membrantanks aus Beton oder Stahl besteht (siehe 4.3.1.2 und 4.3.1.3).

Unabhängig von der Ausführung des Membrantanks müssen die Setzungen des Tanks während des Füllens mit und Entleerens von Wasser nach 4.1.6.1 überwacht werden. Die beobachteten Setzungen müssen mit den erwarteten Werten verglichen werden. Falls Unterschiede auftreten, muss der für die Auslegung der Gründung zuständige Geotechniker konsultiert werden, der Besteller muss informiert werden und bei Bedarf muss die Prüfung ausgesetzt werden.

4.3.1.2 Beton-Außentank

Im Allgemeinen wird die Wasserprobe vor Einbau der Dämmung und der Membran durchgeführt. Dementsprechend wird der Spannbeton-Außentank mit seiner Wasserdampfsperre oder der Stahl-Außentank direkt mit Wasser befüllt.

Der Beton-Außenbehälter muss so ausgelegt sein, dass er die Belastung durch die Wasserprobe und die temporären Öffnungen aufnehmen und ihre möglichen Auswirkungen auf das System zur Vorspannung mit nachträglichem Verbund ausgleichen kann (siehe EN 14620-3:2006).

Die temporären Öffnungen des Außenbehälters des Membrantanks müssen temporär mit wasserundurchlässigen Türen geschlossen werden, die dafür ausgelegt sind, der Belastung durch die Wasserprobe standzuhalten.

Während des Füllens mit und Entleerens von Wasser müssen die Setzungen des Tanks nach 4.1.6.1 überwacht werden. Die beobachteten Setzungen müssen mit den erwarteten Werten verglichen werden. Falls Unterschiede auftreten, muss der für die Auslegung der Gründung zuständige Geotechniker konsultiert werden, der Besteller muss informiert werden und bei Bedarf muss die Prüfung ausgesetzt werden.

Während der Wasserprobe von Membrantanks mit Beton-Außenbehälter muss während der gesamten Prüfdauer eine Sichtprüfung der Außenfläche durchgeführt werden. Jegliche Risse in der Oberfläche, die über das bei der Auslegung festgelegte zulässige Maß hinausgehen, oder andere Mängel müssen dem Auftragnehmer gemeldet werden. Bei Bedarf muss die Prüfung ausgesetzt und eine Untersuchung durchgeführt werden.

ANMERKUNG In dem besonderen Fall, dass die Wasserprobe nach dem Einbau der Membran erfolgen würde, hat die Prüfung nicht den Zweck, die Membrandichtheit zu prüfen. Es sind die gleichen Vorkehrungen, Anforderungen und Prüfungen anwendbar, wie oben beschrieben.

4.3.1.3 Stahl-Außentank

Es wird empfohlen, die Wasserprobe eines Membrantanks mit Stahl-Außentank nach dem Einbau der Membran durchzuführen. Grund dafür ist die Anforderung, dass alle temporären Öffnungen in der Konstruktion, mit Ausnahme der nach 4.1.3 zugelassenen Öffnungen, dauerhaft geschlossen werden müssen, bevor mit der Wasserprobe begonnen wird.

Wenn die Prüfung alternativ vor dem Einbau der Dämmung und der Membran durchgeführt wird, sind die Vorkehrungen aus 4.1.3 bis 4.1.7 anwendbar. Insbesondere die Anforderungen im sechsten Aufzählungspunkt von 4.1.3 bezüglich der Art der Öffnung, die nach Abschluss der Wasserprobe zulässig ist, sind anwendbar.

4.3.2 Gasdruck- und Unterdruckprüfung

4.3.2.1 Allgemeines

Gasdruck- und Unterdruckprüfungen an Membrantanks sind hauptsächlich dafür vorgesehen, den Außenbehälter des Membrantanks zu prüfen. Zu Einzelheiten zu dieser Prüfung für Beton- oder Stahl-Außentanks siehe 4.3.2.2 bzw. 4.3.2.3.

Die Konstruktion der Membran und ihrer Verankerungen muss in Bezug auf den maximalen äußeren Druck geprüft werden, für den die Membran ausgelegt ist.

Der maximale äußere Druck ist die Kombination aus Folgendem:

- Unterdruck im Tank (innerer Unterdruck);
- resultierender Saugdruck, mit dem die Membran durch Einwirkungen aus Auslegungserdbeben für den Betriebszustand (OBE) beaufschlagt werden darf. Eine Prüfung auf dynamischen Saugdruck durch Einwirkungen aus Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung (SSE) ist nicht erforderlich, sofern die Membran für Einwirkungen aus SSE ausgelegt ist;
- Überdruck im Dämmraum.

Der erforderliche äußere Prüfdruck, mit dem die Membran beaufschlagt wird, darf durch Druckbeaufschlagung des Dämmraums erreicht werden. Die Prüfung auf Unversehrtheit der Konstruktion darf entweder vor oder nach der Dichtheitsprüfung der Membran mittels Tracergas durchgeführt werden.

Druckentlastungsöffnungen für den Dämmraum müssen nach den Anforderungen in 4.2.2 geprüft werden.

4.3.2.2 Beton-Außentanks

Bei Membrantanks mit Beton-Außentanks werden Überdruck- und Unterdruckprüfung des Tankraums im Allgemeinen während der Wasserprobe durchgeführt, wenn der Wasserspiegel stabilisiert wurde. Zweck dieser beiden Prüfungen ist die Prüfung der Unversehrtheit des oberen Teils des Tanks, hauptsächlich die Festigkeit des Dachs bei Über- oder Unterdruck und dessen Luftdichtheit.

Für beide Prüfungen des Membrantanks gibt es keine besonderen Anforderungen. Dementsprechend sind die Vorkehrungen aus 4.2.1 und 4.2.2 anwendbar.

ANMERKUNG 1 Alternativ besteht die Möglichkeit, die Gasdruck- und Unterdruckprüfung getrennt von der Wasserprobe durchzuführen. In diesem Fall wird die Füllhöhe der Wasserprobe durch einen Wert erhöht, der dem Überdruck vom 1,25fachen des Auslegungsdampfdrucks entspricht.

ANMERKUNG 2 Wenn Gasdruck- und Unterdruckprüfung nach dem Einbau der Membran durchgeführt werden, liegen der Über- oder Unterdruck, mit denen die Membran beaufschlagt wird, innerhalb des Druckbereichs, dem die Membran standhalten kann. Daher sind keine besonderen Vorkehrungen erforderlich.

4.3.2.3 Stahl-Außentanks

Bei Membrantanks mit Stahl-Außentank kann mit der Gasdruckprüfung und der Unterdruckprüfung die Unversehrtheit des Stahltanks selbst geprüft werden. In diesem Fall werden diese Prüfungen getrennt von der Wasserprobe durchgeführt.

Die Vorkehrungen aus 4.2.1 bis 4.2.3 müssen beachtet werden.

Wenn die Wasserprobe nach dem Einbau der Membran durchgeführt wird, müssen alle Schweißverbindungen des Tankmantels und des Dachs mittels Unterdruckprüfung mit Saugglocke oder Blasenprüfung (Nekalprüfung) geprüft werden. Diese Prüfung muss vor dem Einbau der Dämmung bei allen von der Membran bedeck-