

DIN EN 14620-1



ICS 23.020.10

Entwurf

Einsprüche bis 2022-04-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14620-1:2006-12

**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;

Deutsche und Englische Fassung prEN 14620-1:2022

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 1: General;

German and English version prEN 14620-1:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-02-11 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 122 Seiten

DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14620-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche 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 14620-1:2006-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Definition der Normgrenzen im Anwendungsbereich und Erweiterung der Anwendbarkeit auf -196 °C ;
- b) Beschreibung verschiedener Tankanlagenkonzepte aktualisiert;
- c) ein neuer Abschnitt über Kennzeichnung und Dokumentation hinzugefügt;
- d) ein neuer informativer Anhang mit Empfehlungen für geotechnische Untersuchungen und die Bewertung der seismischen Gefahr wurde hinzugefügt.

**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**

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 1: General

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Auswahl einer geeigneten Konzeption	14
4.1 Tanksystemausführungen	14
4.1.1 Allgemeines	14
4.1.2 Einwandiges Tanksystem	14
4.1.3 Einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse	14
4.1.4 Doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle	15
4.1.5 Tanksystem mit Membran-Sicherheitshülle	15
4.2 Auswahl des Tanksystems auf der Grundlage einer Risikobeurteilung	21
4.2.1 Allgemeines	21
4.2.2 Auswahl des Standorts	21
4.2.3 Wichtige Faktoren für die Auswahl eines Tanksystems	21
4.2.4 Erkennen der Gefährdung	22
4.2.5 Methodik der Risikobeurteilung	24
4.2.6 Veränderungen	25
4.2.7 Ermittlung der Einwirkungen	25
5 Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle	25
6 Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltplan	26
6.1 Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (GSU)	26
6.1.1 Allgemeines	26
6.2 Umwelt	26
6.2.1 Umweltbeurteilung	26
7 Allgemeine Betrachtungen zur Auslegung	26
7.1 Allgemeines	26
7.1.1 Verantwortlichkeiten	26
7.1.2 Leistungskriterien	26
7.1.3 Grenzzustandstheorie und Theorie der zulässigen Spannungen	27
7.1.4 Erdbebensichere Auslegung	27
7.1.5 Dichtheit	29
7.1.6 Anschlüsse am Primär- und Sekundärbehälter sowie Membrantanksystem	29
7.1.7 Füllstände und Kapazitäten (Nennvolumen)	30
7.1.8 Kaltfahren	31
7.1.9 Gründung	31
7.1.10 Heizeinrichtung für die Gründung	33
7.1.11 Kälteschutzsystem (TPS) eines Sekundärbehälters aus Beton	33
7.1.12 Damm (Auffangtasse)	33
7.1.13 Blitz	33
7.2 Schutzsysteme	34
7.2.1 Messgeräte	34
7.2.2 Schutz gegen Über- und Unterdruck	36
7.2.3 Brandschutz	37
7.3 Einwirkungen (Lasten)	37
7.3.1 Allgemeines	37
7.3.2 Gewöhnliche Einwirkungen	37
7.3.3 Außergewöhnliche Einwirkungen	40
7.3.4 Kombinationen von Einwirkungen	41
8 Inspektion und Wartung	41
9 Kennzeichnung und Dokumentation	41

9.1	Typenschilder	41
9.2	Zertifizierung	44
9.3	Übergabedokumentation	44
Anhang A (informativ) Physikalische Eigenschaften der Gase		45
Anhang B (normativ) Angaben zur Auslegung		46
B.1	Angaben des Bestellers	46
B.2	Angaben des Auftragnehmers des Tanksystems	47
B.3	Vereinbarungen zwischen Besteller und Auftragnehmer	47
Anhang C (normativ) Erdbebenberechnung		48
C.1	Allgemeines	48
C.2	Berechnung des Tanksystembauwerks	48
C.3	Modellabbildung für Tanksystembauwerk und Lagergut	48
C.4	Antwort des Tanksystembauwerks	49
C.4.1	Allgemeines	49
C.4.2	Erdbebenisolierung	50
C.5	Annahmekriterien und Grenzen	50
C.5.1	Für Auslegungserdbeben für den Betriebszustand (OBE)	50
C.5.2	Für Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung (SSE)	50
C.5.3	Bemessung	51
C.6	Vertikale Verankerungen	51
Anhang D (informativ) Heizsystem des Tanks		52
Anhang E (informativ) Empfehlungen für geotechnische Untersuchungen und Beurteilung der Erdbebengefährdung		54
E.1	Allgemeines	54
E.2	Zweck der Untersuchung	54
E.3	Mindestens empfohlene Bodenuntersuchung	55
E.4	Prüfung	57
E.5	Bodendatenanalyse und geotechnischer Bericht	58
E.6	Standortspezifische Untersuchung der Erdbebengefährdung	59
Literaturhinweise		60

Bilder

Bild 1	Beispiele für ein einwandiges Tanksystem	17
Bild 2	Beispiele für ein einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse	18
Bild 3	Beispiele für doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle	19
Bild 4	Beispiele für Membrantanksystem	20
Bild 5	Füllstände und Kapazitäten (Nennvolumen)	30
Bild 6	Typenschild für Nicht-Membrantanksystem	43
Bild 7	Typenschild für Membrantanksystem	44
Bild D.1	Typische Aufzeichnung der Heizzeiten	53
Bild E.1	Empfohlene Anordnung von Bohrlöchern, CPT und Querbohrungen	56

Tabellen

Tabelle 1	Setzungen der Gründung	31
Tabelle A.1	Physikalische Eigenschaften der reinen Gase	45
Tabelle C.1	Material- und Strukturdämpfung	49

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14620-1:2022) 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 14620-1:2006 ersetzen.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- allgemeine redaktionelle Aktualisierung;
- die Grenzen der Norm wurden in der Erklärung zum Anwendungsbereich festgelegt und die Anwendbarkeit auf -196 °C erweitert;
- Definitionen angepasst;
- normative Verweise aktualisiert;
- Beschreibung verschiedener Tanksystemkonzepte aktualisiert;
- Anforderungen an die Risikobeurteilung verbessert;
- Füllstände und Kapazitäten präzisiert;
- Gründungsanforderungen aktualisiert und Anforderungen an die zulässigen Gründungssetzungen hinzugefügt;
- Anforderungen an die Auslegung des Sekundärbehälters präzisiert;
- Erdbebenanforderungen präzisiert;
- neues Kapitel zur Kennzeichnung und Dokumentation hinzugefügt;
- neuer informativer Anhang mit Empfehlungen für geotechnische Untersuchungen und Beurteilung der Erdbefähigung hinzugefügt.

EN 14620, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksysteme für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -196 °C* besteht aus den folgenden Teilen:

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

- Teil 6: Besondere Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Tanksystemen für die Lagerung von flüssigem Sauerstoff, flüssigem Stickstoff oder flüssigem Argon; und
- Teil 7: Besondere Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Tanksystemen für die Lagerung von verflüssigtem Ammoniak.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument behandelt stehende, zylindrische, standortgefertigte, oberirdische Tanksysteme, bei denen entweder der zur Aufnahme der Flüssigkeit vorgesehene Primärbehälter oder die flüssigkeitsdichte Sperre aus Stahl besteht. Der Sekundärbehälter, falls vorhanden, kann aus Stahl oder Beton, oder aus einer Kombination von beiden bestehen. Primärbehälter, die aus Spannbeton hergestellt werden, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Dieses Dokument legt Grundsätze und Anwendungsregeln für die Bemessung der „Sicherheitshülle“ bei Bau, Prüfung, Inbetriebnahme, Betrieb (unbeabsichtigter Betrieb eingeschlossen) und Außerbetriebnahme fest. Anforderungen an Zusatzausrüstungen wie Pumpen, Pumpsonden, Ventile, Rohrleitungen, Messgeräte, Treppen usw. werden nicht behandelt, außer wenn sie die Bemessung der Tanksysteme beeinflussen können. Dieses Dokument befasst sich auch nicht mit Betriebsverfahren für Tanksysteme.

Dieses Dokument gilt für alle Bauteile, die sich in dem Tanksystem befinden, an ihm befestigt sind und Zugang zu ihm bieten. Es legt die Mindestanforderungen an das Tanksystem, das Fundament des Tanksystems und die Schutzsysteme fest. Aus Sicht der Prozessrohrleitungen ist der Anwendungsbereich dieses Dokuments auf die folgenden Grenzen beschränkt:

- a) die Stirnseite des ersten Flansches außerhalb des Tanks bei verschraubten Flanschanschlüssen;
- b) die erste Schraubverbindung außerhalb des Tanks bei einer Gewindeverbindung;
- c) die erste umlaufende Rohrschweißnaht außerhalb des Tanks bei einem Rohranschluss mit Schweißende ohne Flansch.

Dieses Dokument gilt für Lagertanksysteme, die für die Lagerung von Produkten vorgesehen sind, die in der dualen Phase, d. h. in der Flüssigkeits- und Dampfphase, bei atmosphärischem Druck einen Siedepunkt unterhalb der Umgebungstemperatur haben. Das Gleichgewicht zwischen Flüssigkeits- und Dampfphase wird aufrechterhalten durch Abkühlung des Produkts auf eine Temperatur, die dem Siedepunkt bei atmosphärischem Druck oder einer etwas niedrigeren Temperatur entspricht, verbunden mit einem leichten Überdruck im Lagertanksystem.

Der maximale Auslegungsüberdruck für die in diesem Dokument behandelten Tanksysteme ist auf 500 mbar begrenzt. Für höhere Drücke kann auf EN 13445, Teil 1 bis Teil 5 Bezug genommen werden.

Der Betriebsbereich der zu lagernden Gase liegt bei 0 °C bis –196 °C.

Die in diesem Dokument behandelten Tanksysteme werden zur Lagerung großer Volumina von Kohlenwasserstoffprodukten, Ammoniak und anderen Nicht-Kohlenwasserstoffgasen mit niedrigen Siedepunkten verwendet, die allgemein als „Tiefkalt verflüssigte Gase“ (RLG) bezeichnet werden. In den Tanksystemen werden üblicherweise Methan, Ethan, Propan, Butan, Ethylen, Propylen, Butadien (Flüssigerdgas (LNG) und Flüssiggas (LPG) sind eingeschlossen), Ammoniak, Stickstoff, Sauerstoff und Argon gelagert.

ANMERKUNG Die Eigenschaften der Gase sind in Anhang A aufgeführt.

Da für diese Tanksysteme sehr viele Größenordnungen und Gestaltungsmöglichkeiten anwendbar sind, können durch die Anforderungen dieses Dokuments nicht alle Einzelheiten abgedeckt werden, die bei Auslegung und Bau der Tanksysteme zu beachten sind. Wenn für die Auslegung einer spezifischen Tankanlage keine vollständigen Anforderungen vorliegen, obliegt die Festlegung von Auslegungsdetails und -grundlagen mit einer diesem Dokument entsprechenden Zuverlässigkeit dem Konstrukteur im Einvernehmen mit dem vom Besteller bevollmächtigten Vertreter.

In diesem Dokument werden allgemeine Anforderungen an Konzeption und Auswahl der Tanksysteme sowie allgemeine Auslegungsbetrachtungen festgelegt.

Die spezifischen Anforderungen an Flüssigstickstoff, Flüssigsauerstoff und Flüssigargon sind in prEN 14620-6 und die spezifischen Anforderungen an wasserfreies Ammoniak sind in EN 14620-7 enthalten. Bei Widersprüchen zwischen den Anforderungen dieses Teils und den in prEN 14620-6 und EN 14620-7 aufgeführten Anforderungen zum gleichen Thema haben die in prEN 14620-6 und EN 14620-7 festgelegten Anforderungen Vorrang.

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 1473:2021, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung von landseitigen Anlagen*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 1991-1-6, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung*

EN 1997-1, *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 1998-1:2004¹, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*

EN 1998-4:2006, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen*

EN 1998-5, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte*

EN ISO 28300, *Erdöl, petrochemische und Erdgasindustrie — Be- und Entlüftung von Lagertanks mit atmosphärischem Druck und niedrigem Überdruck (ISO 28300)*

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*

EN 14620-3, *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*

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*

EN 14620-5, *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*

1 Wie in EN 1998-1:2004/A1:2013 festgelegt.

prEN 14620-6, Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –196 °C — Teil 6: Besondere Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Tanksystemen für die Lagerung von flüssigem Sauerstoff, flüssigem Stickstoff oder flüssigem Argon

EN 14620-7, Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –196 °C — Teil 7: Besondere Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Tanksystemen für die Lagerung von verflüssigtem Ammoniak

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Einwirkung

a) Kraft (Last), die auf ein Tragwerk wirkt (direkte Einwirkung)

b) aufgezwungene Verformung oder Beschleunigung, die z. B. durch Temperaturänderungen, Feuchtigkeitsänderungen, ungleiche Setzung oder Erdbeben hervorgerufen wird (indirekte Einwirkung)

3.2

Ringraum

Spalt zwischen dem Primärbehälter und dem Außentank

3.3

Fundamentplatte

durchgehendes Betonfundament des Tanksystems (entweder auf dem Erdboden oder erhöht)

3.4

Verdampfungsrate

Boil-off

Verdampfen der tiefgekühlten Flüssigkeit durch Wärme, die durch die um das Tanksystem angebrachte Dämmung dringt

3.5

Damm

in einem größeren Abstand um das Tanksystem herum angeordnete niedrige Erd- oder Betonkonstruktion zur Aufnahme ausgelaufener Flüssigkeit

3.6

Beschichtung

verstärkte oder nicht verstärkte Polymerschicht, die auf den Beton aufgebracht wird, um als Sperre gegen Flüssiggas Dampf zu wirken

3.7

Auftragnehmer

Unternehmen, das mit der Lieferung eines Tanksystems oder der Erbringung von Dienstleistungen entsprechend der Festlegung des Bestellers beauftragt ist

3.8

Auslegungsdruck

höchstzulässiger Überdruck oberhalb des Lagerguts

3.9

Auslegungsunterdruck

höchstzulässiger Unterdruck (Vakuum) oberhalb des Lagerguts

3.10

Auslegungswandtemperatur

niedrigste Temperatur, für die ein metallisches Bauteil ausgelegt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Auslegungswandtemperatur kann es sich um die niedrigste Auslegungstemperatur (für den Primärbehälter) oder um eine errechnete höhere Temperatur handeln.

3.11

Nutzungsdauer

angenommener Zeitraum, in dem ein Bauwerk oder ein Teil davon für den vorgesehenen Zweck mit voraussichtlicher Instandhaltung zu verwenden ist

3.12

einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse

flüssigkeits- und dampfdichter Primärbehälter, der selbst ein einwandiges Tanksystem ist und innerhalb eines flüssigkeitsdichten Sekundärbehälters errichtet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 4.1.3.

3.13

Gründung

Konstruktionselemente, die Plattenfundament, Ringfundament oder Plattenfundament mit Pfahlssystem umfassen, die zur Unterstützung des Tanksystems und seines Inhalts erforderlich sind

3.14

Freibord

Freiraum an der Wandhöhe des Tanksystems, um eine Überfüllung zu verhindern, ungleichmäßige Setzungen zu berücksichtigen und erdbebenbedingte Schwappbewegungen auszugleichen

3.15

doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle

Primärbehälter und Sekundärbehälter, die eine konstruktive Einheit (Lagertanksystem) bilden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 4.1.4.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Sekundärbehälter nimmt bei üblichem Betrieb den Dampf auf und sichert für den Fall einer Leckage des Primärbehälters eine kontrollierte Entlüftung.

3.16

Gefährdung

Ereignis, das das Potenzial hat, Schäden, z. B. Gesundheitsgefährdungen und Verletzungen, Beschädigung von Eigentum, von Produkten oder der Umwelt, Produktionsverluste oder erhöhte Haftungen zu verursachen

3.17

Dämmung

Bauteil des Tanksystems, bestehend aus einem vollständigen Paket von Isoliermaterial und gegebenenfalls Bauteilen für die Befestigung und den Schutz des Isoliermaterials, um den Wärmeverlust im Tanksystem zu begrenzen und RLG in verflüssigtem Zustand bei atmosphärennahem Druck zu halten

3.18

Dämmraum

im Ringraum des Tanksystems und zwischen den Böden oder Dächern des Tanksystems vorhandener Raum zur Aufnahme des Dämmmaterials

3.19

Auskleidung

Produkt- und Wasserdampf undurchlässiges Metallblech, das an der Innenseite eines Beton-Außentanks angebracht wird

3.20

Flüssigkeitssperre

Teile des Tanksystems, die den direkten Kontakt von tiefkalt verflüssigtem Gas (RLG) mit anderen Bauteilen des Systems verhindern, aber keine strukturellen Fähigkeiten aufweisen, um flüssige Ladung unabhängig aufzunehmen

3.21

tragende Dämmung

Dämmung mit der besonderen Eigenschaft, Lasten auf geeignete Tragwerke übertragen zu können

3.22

Lodmat

tiefste, über einen Zeitraum von 24 h aufgezeichnete Mitteltemperatur

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Tagesmitteltemperatur entspricht der Hälfte der Summe von höchster und tiefster Temperatur.

3.23

höchster Auslegungsfüllstand

höchster Füllstand während des Betriebs des Tanksystems, der für die statische Auslegung der Manteldicke zugrunde gelegt wird

3.24

maximale Füllmenge (Bruttoinhalt)

Volumen zwischen dem Auslegungsfüllstand und dem Tankboden

3.25

maximaler Betriebszustand

höchster Füllstand während des bestimmungsgemäßen Betriebs des Tanksystems, in der Regel der Stand, bei dem der erste Alarm bei hohem Füllstand ausgelöst wird

3.26

Membran

Teil eines Tanksystems mit Membran-Sicherheitshülle, der während des bestimmungsgemäßen Betriebs eine flüssigkeits- und dampfdichte Sperre bildet

3.27

Membrantanksystem

Tanksystem mit Membran-Sicherheitshülle

metallische Flüssigkeitssperre (Membran) zusammen mit einer tragenden Dämmung und einem freistehenden Membrantank-Außenbehälter, die zusammen ein integriertes Verbundsystem bilden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 4.1.5.

3.28

Membrantank-Außenbehälter

Teil eines Tanksystems mit Membran-Sicherheitshülle, der während des bestimmungsgemäßen Betriebs die Flüssigkeits- und Drucklasten trägt und im Falle eines Flüssigkeitsaustritts aus der Membran Flüssigkeit aufnehmen darf

3.29

niedrigste Auslegungstemperatur

vom Besteller festgelegte, angenommene Lagerguttemperatur, für die das Tanksystem ausgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Temperatur kann unterhalb der tatsächlichen Temperatur des Lagerguts liegen.

3.30

minimaler Betriebszustand

niedrigster Füllstand während des Betriebs des Tanksystems, um die vom Besteller festgelegten Anforderungen zu erfüllen

3.31

Feuchtigkeitssperre

Schicht, die das Eindringen von Wasserdampf und anderen atmosphärischen Gasen in die Dämmung oder in den Außentank verhindert

3.32

Nettoinhalt

Nutzzinhalt

Flüssigkeitsvolumen zwischen dem maximalen und dem minimalen Betriebszustand

3.33

Auslegungserdbeben für den Betriebszustand

OBE, en: Operating Basis Earthquake

größtes Erdbeben, das keine Beschädigungen verursacht und nach dem ein Neustart durchgeführt und ein sicherer Betrieb fortgesetzt werden kann

3.34

Außentank

freistehender zylindrischer Sekundärbehälter, Spülgasbehälter oder Warmdampfbehälter aus Stahl oder Beton

3.35

Überdruckentlastungsventil

Ventil, das so konstruiert ist, dass es sich öffnet und den Überdruck abbaut und sich wieder schließt und das weitere Ausströmen von Flüssigkeit verhindert, nachdem die normalen Bedingungen wiederhergestellt wurden

3.36

Spülgasbehälter

jene Teile eines Tanksystems, die nur Spülgas enthalten und bei denen nicht erwartet wird, dass sie funktionieren, nachdem sie der Produkttemperatur ausgesetzt wurden

3.37

Besteller

Unternehmen, das einen Auftragnehmer mit der Lieferung eines Tanksystems oder mit Dienstleistungen beauftragt

3.38

Primärbehälter

jener Teil eines einwandigen Tanksystems, eines einwandigen Tanksystems mit Auffangtasse, eines doppelwandigen Tanksystems mit vollständiger Sicherheitshülle, in dem während des bestimmungsgemäßen Betriebs die Flüssigkeit aufgenommen wird

3.39

Ringfundament

ringförmiges tragendes Element unter dem Tankmantel

3.40

Risiko

Maß für das Zusammenwirken (üblicherweise das Produkt) von Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit des Eintritts einer definierten Gefährdung und der Größe der Schadensfolge

3.41

Roll-over

unkontrollierte Bewegung gelagerter Flüssigkeitenmasse zum Ausgleich instabiler Zustände, die durch die Schichtung von Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichten bedingt ist und bei der eine erhebliche Dampfentwicklung einsetzt

3.42

Tankdach

auf den Mantel oder die Wand aufgesetzte Konstruktion zur Aufnahme des Dampfdrucks und zur Abdichtung des Tankinhalts gegenüber der Atmosphäre

3.43

Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung

SSE, en: Safe Shutdown Earthquake

größtes Erdbeben, bei dem die wesentlichen Sicherheitsfunktionen noch betriebsfähig sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine bleibende Beschädigung kann akzeptiert werden, sofern die Sicherheitshülle unbeschädigt bleibt. Nach einem Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung ist ein weiterer Betrieb des Tanksystems nur nach einer umfassenden Inspektion und statischer Begutachtung möglich.

3.44

Sekundärbehälter

jener Teil eines einwandigen Tanksystems, eines einwandigen Tanksystems mit Auffangtasse, eines doppelwandigen Tanksystems mit vollständiger Sicherheitshülle, der bei einer Undichtigkeit die Flüssigkeit aus dem Primärbehälter aufnimmt

3.45

freistehender Tank

Behälter, der so ausgelegt ist, dass die durch den Flüssigkeits- und Dampfdruck bedingten Lasten sowie die äußeren Lasten, falls zutreffend, unabhängig aufgenommen werden

3.46

Einstelldruck

Druck, bei dem die Druckentlastungseinrichtung erstmals öffnet

3.47

Tankmantel

stehender Zylinder aus Metall

3.48

einwandiges Tanksystem

ein Behälter zur Lagerung des Lagerguts (Primärbehälter), der aus einem freistehenden, zylindrischen Stahl-tank besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der vom gelagerten Produkt entwickelte Dampf wird vom Primärbehälter oder von einem metallischen Außentank aufgenommen. Siehe auch 4.1.2.

3.49

abgehängtes Dach

Konstruktion zur Aufnahme der Innendämmung des Dachs

3.50

Tanksystem

Ausrüstung für die Lagerung von tiefkalt verflüssigtem Gas (RLG), bestehend aus einem oder mehreren Behältern und allen anderen erforderlichen Bauteilen, die in den Anwendungsbereich dieses Dokuments fallen

3.51

pneumatischer Prüfdruck

Druck im Tanksystem während der Prüfung

3.52

Kälteschutzsystem

TPS, en: Thermal Protection System

wärmedämmende und flüssigkeitsdichte Systeme zum Schutz des Sekundärbehälters aus Beton oder des Außenbehälters des Membrantanks gegen niedrige Temperaturen im Falle einer Leckage des Primärbehälters bzw. der Membran

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Beispiele für Kälteschutzsysteme gelten für den Boden und den unteren Wandbereich des Tanksystems (siehe auch 7.1.11).

3.53

Unterdruckentlastungsventil

Ventil, das so konstruiert ist, dass es sich öffnet und den Unterdruck (Vakuum) abbaut und sich wieder schließt, um das weitere Ausströmen von Flüssigkeit verhindert, nachdem die normalen Bedingungen wiederhergestellt wurden

3.54

Dampfbehälter

jener Teil eines einwandigen Tanksystems, eines einwandigen Tanksystems mit Auffangtasse oder eines doppelwandigen Tanksystems mit vollständiger Sicherheitshülle, der während des bestimmungsgemäßen Betriebs den Dampf aufnimmt

3.55

Warmdampfbehälter

jene Teile eines Tanksystems, die Produktdampf aufnehmen und das Eindringen von Wasserdampf und anderen atmosphärischen Gasen während des bestimmungsgemäßen Betriebs verhindern, bei denen jedoch nicht erwartet wird, dass sie funktionieren, nachdem sie der Temperatur des gekühlten Produkts ausgesetzt wurden (Dazu gehören Dächer über abgehängten gedämmten Decken und der Außenbehälter eines doppelwandigen, oben offenen Tanksystems mit einem Auffangbehälter)

4 Auswahl einer geeigneten Konzeption

4.1 Tanksystemausführungen

4.1.1 Allgemeines

Es gibt mehrere verschiedene Tanksystemkonzepte für die Lagerung von RLG. Die Lagersysteme werden nach ihrer Fähigkeit unterschieden, die Freisetzung von Produktflüssigkeiten und/oder -dämpfen aufgrund von internen und externen Gefährdungen einzudämmen. Aufgrund des schnellen Siedens von gekühlten Flüssigkeiten unter Umgebungsbedingungen erzeugt eine Flüssigkeitsfreisetzung aus einem Tanksystem in den umgebenden Boden eine erhebliche Menge an unkontrollierten kalten Dämpfen und führt zu einer Reduzierung der Oberflächentemperatur der Umgebung. Daher ist die Freisetzung von Flüssigkeiten im Allgemeinen gefährlicher als die Freisetzung von Dämpfen.

Im Folgenden sind vier grundlegende Lagertanksysteme beschrieben, die sich aufgrund einer Reihe von Faktoren wie Konstruktionsmaterialien, Konfiguration und Redundanz in ihrer Fähigkeit unterscheiden, Gefahren zu widerstehen und Produktfreisetzungen einzudämmen.

Während jedes Lagersystem eine sichere Lagerung von RLG sicherstellen kann, muss die Auswahl des für den jeweiligen Standort und das Projekt am besten geeigneten Lagersystems durch eine detaillierte Risikobeurteilung ermittelt werden. 4.2 enthält grundlegende Anforderungen an den Prozess der Risikobeurteilung für die Auswahl des Lagersystems.

Die in 4.1.2 bis 4.1.5 beschriebenen Tankkonfigurationen sind in Bild 1 bis Bild 4 nur beispielhaft dargestellt. Andere Konfigurationen sind zulässig, sofern die Anforderungen an die in 4.1.2 bis 4.1.5 beschriebenen Tankkonzepte erfüllt sind.

4.1.2 Einwandiges Tanksystem

Ein einwandiges Tanksystem muss aus einem einzigen Behälter zur Lagerung des Lagerguts (Primärbehälter) bestehen. Dieser Primärbehälter muss freistehend und aus Stahl sein und eine zylindrische Form haben.

Die Aufnahme der Produktdämpfe muss entweder durch

- ein für den Behälter vorgesehenes Kuppeldach aus Stahl erfolgen; oder
- für oben offene Primärbehälter durch einen gasdichten Außentank, der den Primärbehälter umgibt, aber nur zur Aufnahme der Flüssiggasdämpfe sowie zur Aufnahme und zum Schutz der Dämmung ausgelegt ist.

ANMERKUNG 1 In Abhängigkeit von den für die Aufnahme des Dampfes und die Dämmung ausgewählten Möglichkeiten gibt es verschiedene Ausführungen von einwandigen Tanksystemen.

Ein Tanksystem mit einem Auffangbehälter muss von einem Damm (Auffangtasse) umgeben sein, um mögliche Produktleckage einzudämmen, außer bei LIN/LOX/LAR-Lagerung, die in prEN 14620-6 behandelt wird.

ANMERKUNG 2 Beispiele für einwandige Tanksysteme werden in Bild 1 gezeigt.

4.1.3 Einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse

Ein einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse muss aus einem flüssigkeits- und dampfdichten Primärbehälter, der selbst ein einwandiges Tanksystem ist und innerhalb eines flüssigkeitsdichten Sekundärbehälters errichtet wird, bestehen.

Der Damm und die Betongründung (oder der flüssigkeitsdichte Boden) für den Sekundärbehälter müssen so ausgelegt sein, dass sie den gesamten flüssigen Inhalt des Primärbehälters aufnehmen, falls dieser undicht wird.

ANMERKUNG 1 Der Sekundärbehälter ist oben offen und kann folglich keine Flüssiggasdämpfe aufnehmen.

Der Raum zwischen Primär- und Sekundärbehälter muss bei der Risikobeurteilung festgelegt werden und kann durch einen „Regenschutz“ abgedeckt werden, sodass Regen, Schnee, Schmutz usw. abgehalten werden.

ANMERKUNG 2 Beispiele für einwandige Tanksysteme mit Auffangtasse werden in Bild 2 gezeigt.

4.1.4 Doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle

Ein doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle muss aus einem Primärbehälter und einem Sekundärbehälter, die eine konstruktive Einheit bilden, bestehen. Der Primärbehälter und der Sekundärbehälter müssen flüssigkeitsdicht sein. Der Primärbehälter muss ein freistehender Stahltank mit nur einem Mantel sein, der das Lagergut aufnimmt.

Der Primärbehälter muss entweder:

- oben offen sein (in diesem Fall kann er keine Flüssiggasdämpfe aufnehmen); oder
- mit einem Kuppeldach zur Aufnahme der Flüssiggasdämpfe ausgestattet sein.

Der Sekundärbehälter muss ein freistehender Tank aus Stahl oder Beton mit einem Kuppeldach sein und so ausgelegt sein, dass er folgende Funktionen erfüllt:

- Er muss während des üblichen Betriebs die Primärhülle für den Dampf des Tanksystems bilden (im Falle eines oben offenen Primärbehälters) und die Dämmung des Primärbehälters aufnehmen.
- Im Fall einer Leckage des Primärbehälters muss er das gesamte Lagergut aufnehmen. Ein gewisses Entweichen von Dämpfen aufgrund der Dampfdurchlässigkeit des Sekundärbehälters ist zulässig. Eine Entlüftung ist zulässig, muss jedoch kontrolliert erfolgen (Druckentlastungssystem).

ANMERKUNG 1 Für doppelwandige Tanksysteme mit vollständiger Sicherheitshülle, deren Dämmung außerhalb des Sekundärbehälters erfolgt, gelten diese Anforderungen ebenfalls.

ANMERKUNG 2 Beispiele für doppelwandige Tanksysteme mit vollständiger Sicherheitshülle werden in Bild 3 gezeigt.

4.1.5 Tanksystem mit Membran-Sicherheitshülle

Ein Tanksystem mit Membran-Sicherheitshülle muss aus einer metallischen Flüssigkeitssperre (Membran) zusammen mit einer tragenden Wärmedämmung und einem freistehenden Membrantank-Außenbehälter bestehen, die zusammen ein integriertes Verbundsystem bilden.

Die Flüssigkeitssperre muss während des bestimmungsgemäßen Betriebs flüssigkeitsdicht und dampfdicht sein. Der Flüssiggasdampf muss vom Dach des Tanksystems aufgenommen werden.

ANMERKUNG 1 Das Dach kann entweder eine ähnliche Verbundkonstruktion oder ein Dach mit gasdichter Kuppel und mit Dämmung am abgehängten Dach sein kann.

Alle hydrostatischen Lasten sowie alle sonstigen, auf die Membran einwirkenden Lasten müssen über die tragende Dämmung auf den Membrantank-Außenbehälter übertragen werden.

Der Membrantank-Außenbehälter muss so ausgelegt sein, dass er allen Belastungen sowohl unter normalen als auch unter anormalen Bedingungen baulich standhält. Er dient auch als Spülgasbehälter. Er kann entweder aus Beton oder aus Metall oder aus einer Kombination davon bestehen. Bei Außenbehältern aus Beton muss auf der Innenseite eine Feuchtigkeitssperre angebracht werden.

Je nach der Fähigkeit des Membrantank-Außenbehälters, das Produkt im Falle einer Leckage der Membran aufzunehmen, gibt es zwei Arten von Membranauffangsystemen:

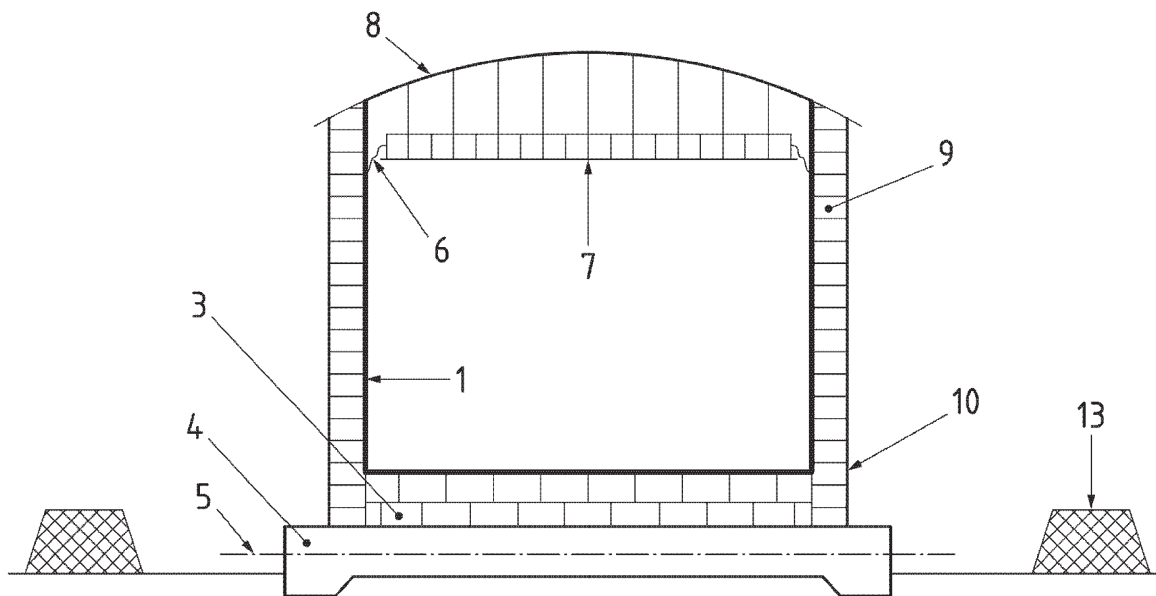
- Typ M-1: Der Membrantank-Außenbehälter ist nicht dafür ausgelegt, das Produkt im Falle einer Leckage der Membran aufzunehmen. Für Membrantank-Außenbehälter aus Beton mit monolithischer Damm-Boden-Verbindung ist kein Wärmeschutzsystem vorgesehen.

In einer solchen Konfiguration muss das Tanksystem von einem Damm umgeben sein, außer bei LIN/LOX/LAR-Lagerung, die in prEN 14620-6 behandelt wird.

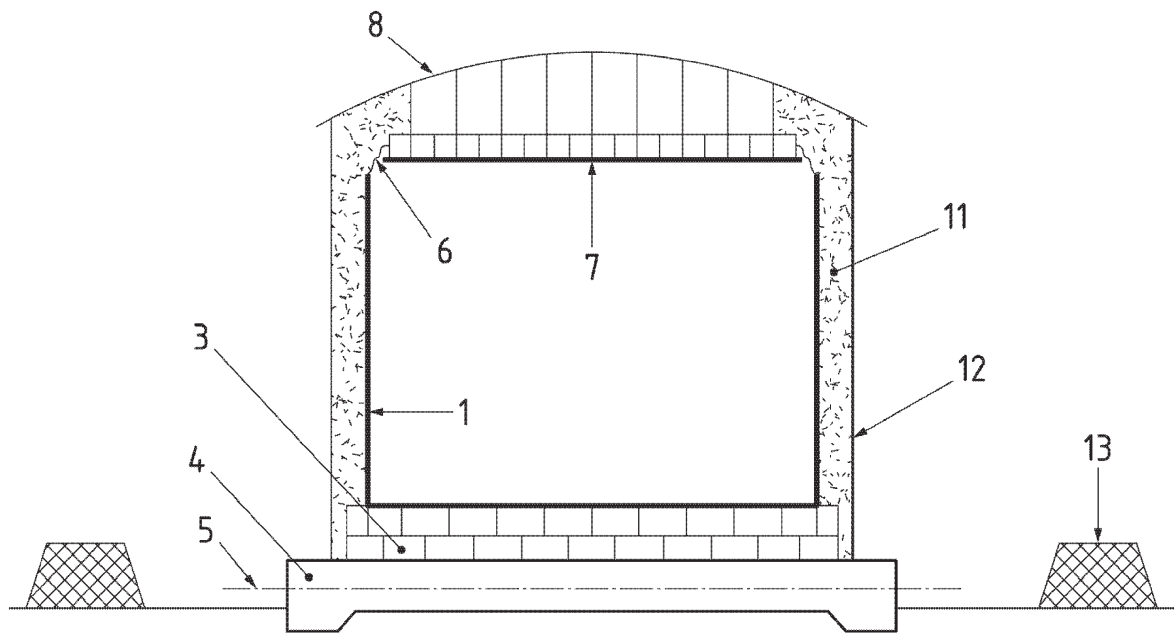
ANMERKUNG 2 Ein Beispiel für das M-1-Tanksystem wird in Bild 4 a) gezeigt.

- Type M-CC: Der Membrantank-Außenbehälter ist so ausgelegt, dass er das Produkt im Falle einer Leckage der Membran aufnimmt und während des bestimmungsgemäßen Betriebs als Spülgasbehälter dient. Bei einer Leckage der Membran ist ein gewisses Entweichen von Flüssiggasdampf aufgrund der Dampfdurchlässigkeit des Membrantank-Außenbehälters zulässig. Eine Entlüftung ist zulässig, muss jedoch kontrolliert erfolgen (Druckentlastungssystem). Wenn der Membrantank-Außenbehälter aus Beton besteht, darf ein Wärmeschutzsystem, wie in 7.1.11 festgelegt, vorgesehen werden.

ANMERKUNG 3 Ein Beispiel für das M-CC-Tanksystem wird in Bild 4 b) gezeigt.



a)

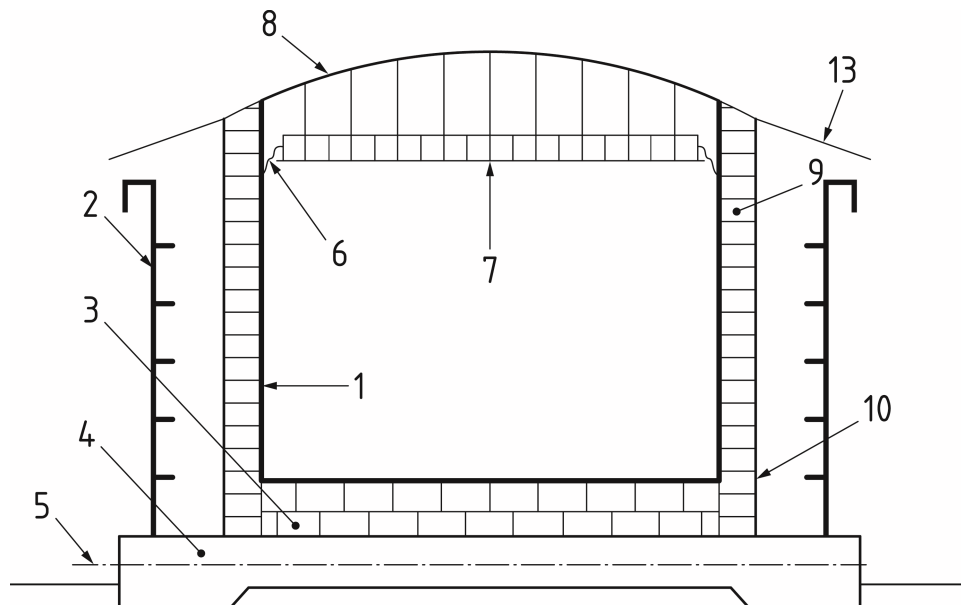


b)

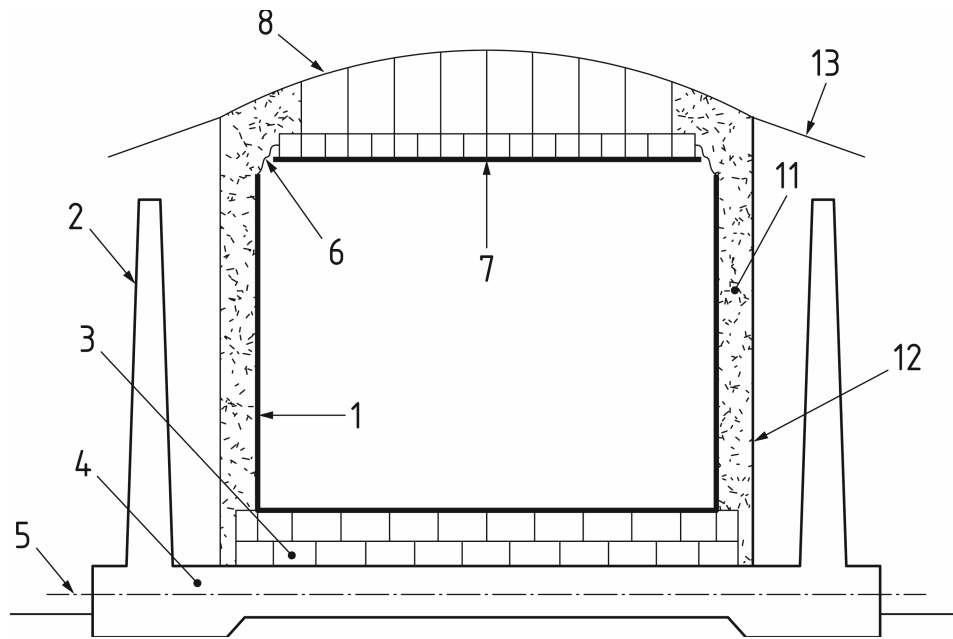
Legende

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 Primärbehälter (Stahl) | 8 Dach (Stahl) |
| 3 Dämmung am Boden | 9 äußere Dämmung |
| 4 Gründung | 10 äußere Feuchtigkeitssperre |
| 5 Heizeinrichtung für die Gründung | 11 lose eingefüllter Dämmstoff |
| 6 flexible Dichtung der Dämmung | 12 Warmdampfbehälter |
| 7 abgehängtes Dach (gedämmt) | 13 Damm |

Bild 1 — Beispiele für ein einwandiges Tanksystem



a)

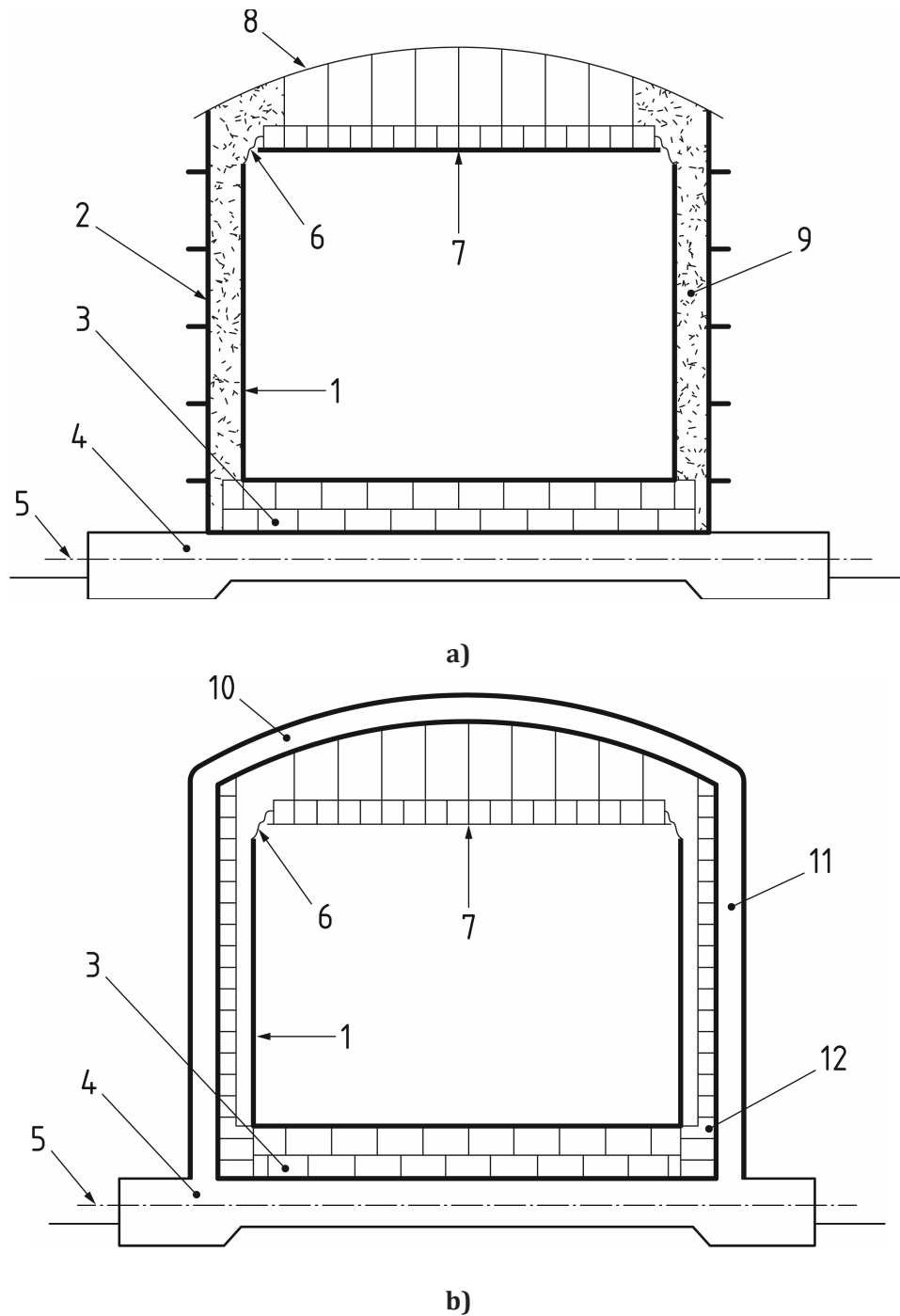


b)

Legende

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 Primärbehälter (Stahl) | 8 Dach (Stahl) |
| 2 Sekundärbehälter (Stahl oder Spannbeton) | 9 äußere Dämmung |
| 3 Dämmung am Boden | 10 äußere Feuchtigkeitssperre |
| 4 Gründung | 11 lose eingefüllter Dämmstoff |
| 5 Heizeinrichtung für die Gründung | 12 Warmdampfbehälter |
| 6 flexible Dichtung der Dämmung | 13 Decke (Regenschutz) |
| 7 abgehängtes Dach (gedämmt) | |

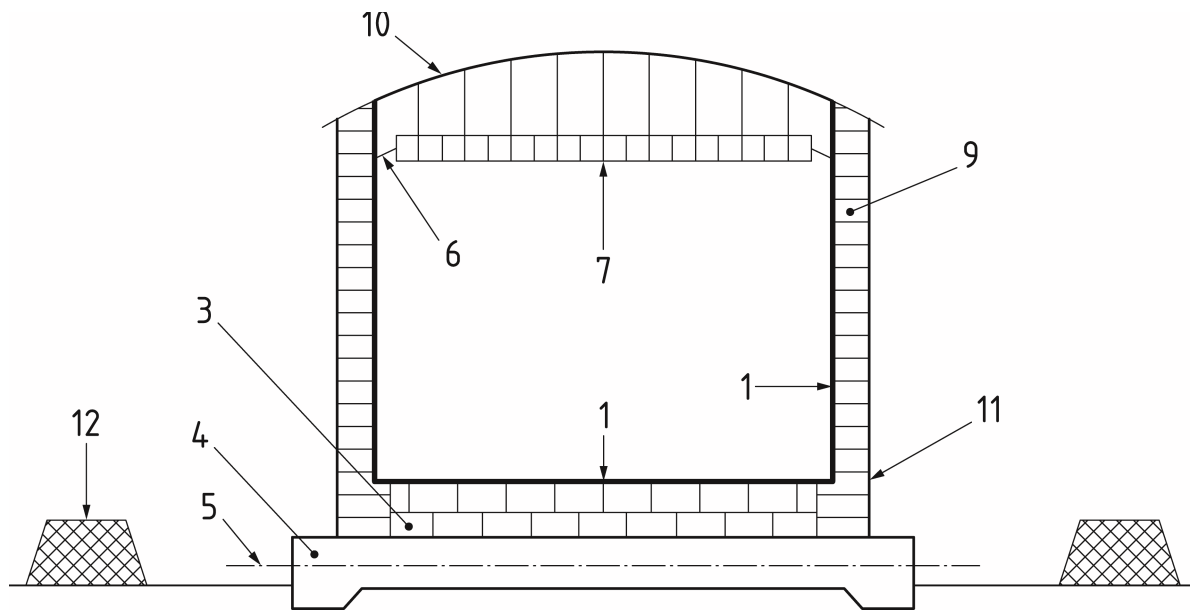
Bild 2 — Beispiele für ein einwandiges Tanksystem mit Auffangtasse



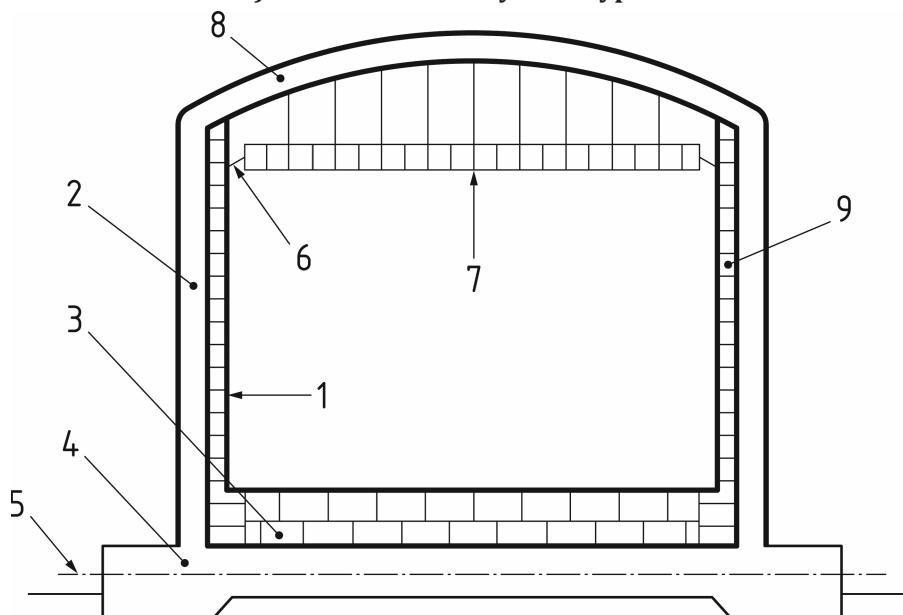
Legende

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 Primärbehälter (Stahl) | 7 abgehängtes Dach (gedämmt) |
| 2 Sekundärbehälter (Kohlenstoffstahl) | 8 Dach (Kohlenstoffstahl) |
| 3 Dämmung am Boden | 9 lose eingefüllter Dämmstoff |
| 4 Gründung | 10 Betondach |
| 5 Heizeinrichtung für die Gründung | 11 Sekundärbehälter aus Spannbeton |
| 6 flexible Dichtung der Dämmung | 12 Dämmung auf der Innenseite des Sekundärbehälters |

Bild 3 — Beispiele für doppelwandiges Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle



a) Membrantanksystem Typ M-1



b) Membrantanksystem Typ M-CC

Legende

- | | |
|--|---|
| 1 Membran | 8 Dach vom Membrantank-Außenbehälter Typ M-CC (Spannbeton oder Stahl) |
| 2 Membrantank-Außenbehälter Typ M-CC (Spannbeton oder Stahl) | 9 Dämmung auf der Innenseite des Membrantank-Außenbehälters |
| 3 Dämmung am Boden | 10 Dach vom Membrantank-Außenbehälter Typ M-1 (Stahl) |
| 4 Gründung | 11 Membrantank-Außenbehälter Typ M-1 (Stahl) |
| 5 Heizeinrichtung für die Gründung | 12 Damm (Auffangtasse) |
| 6 flexible Dichtung der Dämmung | |
| 7 abgehangtes Dach (gedämmt) | |

Bild 4 — Beispiele für Membrantanksystem

4.2 Auswahl des Tanksystems auf der Grundlage einer Risikobeurteilung

4.2.1 Allgemeines

Die Ausführung des Tanksystems muss auf der Grundlage einer Risikobeurteilung ausgewählt werden.

Die Risiken innerhalb und außerhalb der Anlage müssen berücksichtigt werden. Für die Risikobeurteilung (Festlegung/Ausweisung der Risikokriterien) muss der Besteller die Verantwortung tragen.

Die Werkstoffe für die wichtigsten Teile des Tanks, Stahl oder Beton, sowie die konstruktiven Einzelheiten, z. B. Einlass-/Auslassöffnungen, Gründung auf erhöhtem Erdbodenniveau oder auf dem Erdboden und Schutzsysteme, müssen so ausgewählt werden, dass zur Beurteilung des Risikos eine ausreichende Menge an Informationen verfügbar ist.

Durch die Risikobeurteilung muss nachgewiesen werden, dass die Risiken für Eigentum und Leben sowohl innerhalb als auch außerhalb der Grenzen der Tankanlage zulässig sind.

Das Risikomanagement für das bereits in Betrieb befindliche Tanksystem fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments. Risikomanagementprogramme sind anlagenspezifisch und müssen vom Eigentümer/Betreiber für jede einzelne Anlage entwickelt werden.

4.2.2 Auswahl des Standorts

Bevor mögliche Gefährdungen aufgezeigt werden können, muss der Standort ausgewählt werden. Im Allgemeinen muss das Lagertanksystem so angeordnet werden, dass an den Befüllungs- und Entleerungsstutzen möglichst kurze Rohranschlüsse zu verwenden sind. Es müssen jedoch noch weitere Anforderungen berücksichtigt werden, z. B. örtliche Vorschriften und Sicherheitsabstände (benachbarte Einrichtungen und Grenzen der Tankanlage), Standort- und Bodenbedingungen, mögliche Erdbebenlasten und die Rohrleitungsführung.

4.2.3 Wichtige Faktoren für die Auswahl eines Tanksystems

Gekühlte Flüssiggasanlagen können im Falle einer Störung oder eines Notfalls Gase freisetzen, die eine erhebliche Gefahr für Menschenleben, die Umwelt und umliegende Gemeinden darstellen. Je nach Art des gelagerten Flüssiggases und der Leckrate kann es nach einer Schädigung der primären Sicherheitshülle zur Bildung von Dampf Wolken kommen, die über die Anlage hinaus driften können.

Die Auswirkungen der Gaswolken und des Wärmestrahlungsflusses auf die Anlagen und die angrenzenden Grundstücke müssen berücksichtigt werden.

Die Entscheidung für ein geeignetes Tanksystem muss sich an folgenden Faktoren orientieren:

- das zu lagernde Produkt;
- Kapazität der Lagerung;
- Redundanzgrad des Lagersystems gegen Freisetzung von Flüssigkeiten und Dämpfen;
- Verfügbarkeit von Land;
- Beschaffenheit des Geländes;
- Nähe zu Wohnsiedlungen und bewohnbaren Gebieten;
- Einfluss/Auswirkungen von benachbarten Prozessanlagen und Ausrüstungen;
- Einfluss/Auswirkungen auf natürliche Ressourcen und Lebensräume;
- Einfluss/Auswirkungen von umliegenden Anlagen und bekannten potenziellen Anlagen;

- atmosphärische und Umweltbedingungen;
- Gefährdungen siehe 4.2.4; und
- potenzielles Auslaufen von Lagergut.

Die möglichen Auswirkungen von austretender Flüssigkeit und der Freisetzung von Dämpfen aus dem Tanksystem müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Bestimmung der Dampfbildung und -ausbreitung ist komplex und hängt von vielen Parametern ab, wie z. B. der relativen Gas-/Luftdichte, den meteorologischen Bedingungen, dem Gelände, der Freisetzungsgeschwindigkeit und der Menge der mitgerissenen Tropfen der Flüssigkeit, die in der Dampfwolke verteilt sind. Wenn ein gekühltes Lagergut ausläuft, findet eine Verdampfung statt. Die Menge der Verdunstung hängt zuerst in erster Linie von der Oberfläche ab, die mit der tiefgeköhlten Flüssigkeit in Berührung kommt, sowie von den Umgebungsbedingungen. Zu Beginn sind die meisten tiefgeköhlten Dämpfe schwerer als Luft und sinken aufgrund ihrer niedrigen Temperatur. Wenn jedoch Wärme aus der Umgebung entzogen wird, verlieren einige Kohlenwasserstoffe an Dichte und werden bei Erwärmung schließlich leichter als Luft. Bei einigen Gasen (z. B. Propan, Propylen, Ethylen, Argon) bleiben die Dämpfe jedoch auch bei Umgebungstemperatur schwerer als Luft. Je nach atmosphärischen und Umgebungsbedingungen kann sich die entstehende Gaswolke innerhalb oder außerhalb der Anlage bewegen. Bei Tanksystemen, die Kohlenwasserstoffe enthalten, kann das Konzept des Tanksystems so gewählt werden, dass die Oberfläche des ausgelaufenen Flüssiggases so weit wie möglich reduziert wird, um den Strahlungswärmefluss auf die Umgebung auf ein akzeptables Maß zu begrenzen.

Der Besteller muss das Lagerkonzept auf der Grundlage einer Risikobeurteilung auswählen.

4.2.4 Erkennen der Gefährdung

4.2.4.1 Allgemeines

Die Risikobeurteilung muss mit einer Untersuchung zur Erkennung der Gefährdung beginnen.

Eine Untersuchung zur Erkennung der Gefährdung muss nicht nur für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Tanksystems durchgeführt werden, sondern für alle Phasen, die während der Auslegungslbensdauer des Tanksystems auftreten (Auslegung, Bau, Kaltfahren, Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme und auch eine mögliche Auffassung).

Die bestehenden Gefährdungen dürfen in externe und interne Bedrohungen eingeteilt werden.

Wenn das Tanksystem eine sekundäre Schutzhülle in Form eines Sekundärbehälters oder eines Dammes umfasst, ist das Tanksystem unter der Annahme auszulegen, dass der Primärbehälter oder die Membran undicht werden kann und eine allmähliche Befüllung des Sekundärbehälters möglich ist. Bei Primärbehältern oder Membranen, die in Übereinstimmung mit den Regeln dieses Dokuments gebaut wurden, ist die Möglichkeit eines plötzlichen Versagens (Aufreißen oder Zip-Versagen) des Primärbehälters oder der Membran kein glaubwürdiges Ereignis und wird daher bei der Auslegung nicht berücksichtigt. Vorkehrungen für ein plötzliches Versagen des Primärbehälters oder der Membran als Folge von Materialversagen oder seismischer Einwirkung werden in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

Der Besteller muss bestimmen, ob Gefährdungen, die sich aus der Nähe zu benachbarten Grundstücken, Einrichtungen und Lebensräumen ergeben, für die Risikobeurteilung von Bedeutung sind.

4.2.4.2 Interne Gefährdungen

Die folgenden internen Gefährdungen müssen berücksichtigt werden:

- Auslaufen des Produkts aus dem Primärbehälter oder der Membran;
- Überfüllung des Tanks (siehe auch 7.2.1.2);
- Über-/Unterdruck des Tanksystems aufgrund von Prozessstörungen;

- Roll-over, der zu einer Überdruckbeaufschlagung des Tanksystems führt;
- kleines Leck (örtliche, allmähliche Undichtigkeit);
- großes Leck (allmähliches Austreten des gesamten Behälterinhalts);
- Ermüdung und zyklische Belastung von wichtigen Bauteilen (z. B. Ringplatten);
- Korrosion;
- Versagen von Rohrleitungen, die am Boden/an den Seiten des Tanksystems befestigt sind;
- Versagen von inneren Ventilen für Prozessleitungen;
- Ausfälle der Messgeräte, der Elektrik und des Heizsystem der Gründung; und
- Temperaturschocks.

ANMERKUNG Ein sofortiges Versagen des gesamten Behälters fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

4.2.4.3 Externe Gefährdungen

- Umweltgefährdungen wie Erdbeben, Blitzschlag, Windbelastung einschließlich Hurrikan/Taifun, Überschwemmungen, Schnee- und Eisbelastung, Tsunamis und Seewehen;
- Wetterbedingungen (atmosphärischer Druck, Regen, Umgebungstemperatur);
- Bodenbeschaffenheit, dünne Gesteinsschichten, verflüssigbare Schichten, seitliche Ausbreitung und Vorhandensein von Kavernen, Hohlräumen und Defekten;
- umherfliegende Gegenstände und Ausrüstungen nach einem Störfall;
- Nähe zu anderen Einrichtungen, die ein potenzielles Risiko darstellen (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Flughäfen, Hubschrauberlandeplätze, militärische Einrichtungen);
- Druckwellen aufgrund von Dampfwolkenzündungen aus der Prozessanlage, benachbarten Anlagen, Prozessausrüstungen und Fördergefäßen, einschließlich Einrichtungen, die sich außerhalb der Begrenzungs-grenzen befinden;
- Betriebs- und Störfallbedingungen, einschließlich Verschütten und Auslaufen von Produkten;
- Gefährdungen, die bei Wartungsarbeiten am Tanksystem entstehen;
- Einwirkungen auf externe Rohrleitungen, auch durch Fahrzeuge oder Wartungsgeräte;
- Entzündung durch hochenergetische Radiowellen;
- Kaskadeneffekt infolge von Bränden und/oder Explosionen in benachbarten Anlagen;
- permanente Zündquellen (Hochspannungsleitungen usw.);
- Brandgefährdungen durch benachbarte Tanks, Auffangwannen, Überdruckventile, Sammelbehälter, Düsenfeuer und Anlagenbereiche;
- Nähe von Tanksystemen zu äußeren unkontrollierten Zündquellen wie Bodenfackeln, Fackeln.

4.2.5 Methodik der Risikobeurteilung

4.2.5.1 Allgemeines

Für die Risikobeurteilung muss entweder eine probabilistische oder deterministische Methodologie angewendet werden.

4.2.5.2 Probabilistische Risikobeurteilung

Der probabilistische Ansatz muss Folgendes umfassen:

- Auflistung der potenziellen Gefährdungen durch äußere und innere Ursachen;
- Identifizierung potenzieller Freisetzungseignisse und -szenarien;
- Sammeln der Daten zur Ausfallrate;
- Bestimmung der Häufigkeit dieser Gefährdungen;
- Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Freisetzungseignisse;
- Untersuchung der möglichen Kaskadeneffekte;
- Bestimmung der Folgen der einzelnen Gefährdungen unter Berücksichtigung der verfügbaren Maßnahmen zur Risikominderung;
- Bestimmung des Risikos durch Multiplizieren von Wahrscheinlichkeiten und Folgen und Summieren über alle Szenarien;
- Vergleich der Risikoniveaus mit vorgegebenen Zielwerten.

4.2.5.3 Deterministische Risikobeurteilung

Der deterministische Ansatz muss Folgendes umfassen:

- Auflistung der Gefährdungen durch äußere und innere Ursachen;
- Festlegung glaubwürdiger Versagensszenarien;
- Bestimmung der Folgen;
- Nachweis, dass die Anlage gegenüber den ermittelten Szenarien tolerant ist; und
- Begründung der notwendigen, die Sicherheit verbessernden Maßnahmen, um die ermittelten Ausfallszenarien zu begrenzen.

4.2.5.4 Risikoprofile, Folgen und Annahmekriterien

Die Risikoprofile müssen berechnet werden, indem die Folgen aus mehreren Szenarien ermittelt werden.

Derartige Szenarien müssen vom Besteller ermittelt und in der Risikobeurteilung berücksichtigt werden. Das Potenzial für eine Eskalation von Ereignissen und kaskadierende Ausfälle muss ermittelt werden. Die Art des Versagens, das zu einer potenziellen Produktfreisetzung führt, muss für jede identifizierte Gefährdung vollständig beschreiben werden.

Die Folgen jedes potenziellen glaubwürdigen Freisetzungsszenarios und die Auswirkungen auf die Anlage, benachbarte Grundstücke, Gesundheit und Sicherheit sowie die Umwelt müssen mindestens abgeschätzt werden. Bei der Abschätzung der Folgen muss berücksichtigt werden, ob ein Freisetzungseignis auf der Frei-

setzung von Flüssigkeit oder Dampf beruht; die Nähe der Freisetzung zu anderen Anlageneinrichtungen und Grundstücksgrenzen; die Eigenschaften des freigesetzten Produkts; die Umgebungsbedingungen und der Grad der Emmisionsbegrenzung der freigesetzten Flüssigkeit. Die Modellierung der Folgen sollte die Exposition gegenüber kryogenen Flüssigkeiten, Strahl- und Lachenbrände, entflammbare Dampf Wolken, Dampf Wolkenexplosionen und toxische Dampf Wolken einschließen, sofern zutreffend.

Die Risiken im Zusammenhang mit potenziellen Ausfällen von Lagertanksystemen sollten auf der Beurteilung sowohl der erwarteten Wahrscheinlichkeiten als auch der Folgen glaubwürdiger Ereignisse beruhen. Bei der Beurteilung müssen alle Risiken aufgrund der Gefährdungen kombiniert werden. Das kombinierte Risiko wird dann mit dem tolerierbaren Risiko verglichen, um die Annahmeveraussetzungen zu bestimmen. Die richtige Identifizierung der Gefährdungen und die Risikobeurteilung beeinflussen die Auswahl des Konzepts für ein Lagertanksystem.

Unter Annahme gewisser Kriterien für Tod durch giftige Stoffe, Hitzestrahlung bei Bränden und Explosionsdrücken, müssen Wirkungsentfernungen bestimmt werden. Auf der Grundlage der Häufigkeit der Schäden und der Einflüsse durch meteorologische Bedingungen (Windrichtung, Standsicherheit usw.) muss der Beitrag eines jeden Szenariums zu einem Punkt in einer Entfernung des Ereignisses berechnet werden. Indem ein Koordinatennetz/Gitternetz über den das Ereignis umgebenden Bereich gelegt wird und der Beitrag aller Szenarien an jedem Gitterpunkt summiert wird, muss sich ein dreidimensionales Bild (x, y , Risiko) ergeben.

Es müssen Kriterien für das tolerierbare individuelle und gesellschaftliche Risiko festgelegt werden. In einer Anzahl von Ländern gibt es rechtskräftige Risikokriterien, oder sie können in Absprache mit den zuständigen Behörden entwickelt werden.

4.2.6 Veränderungen

4.2.6.1 Potenzielle Veränderungen

Mögliche Veränderungen der Gefährdungssituation während der Lebensdauer des Tanksystems und der Anlage müssen berücksichtigt werden, um Sicherheitsmängel in der Zukunft zu vermeiden.

ANMERKUNG Andere Einrichtungen können in der Nähe des Tanksystems oder außerhalb der Anlagengrenzen gebaut werden.

Bei wesentlichen Veränderungen muss das Risiko und Schadenspotenzial erneut beurteilt werden und es können Verbesserungen erforderlich sein.

4.2.6.2 Veränderungen basierend auf den Untersuchungsergebnissen

Das Ergebnis der Risikobeurteilung muss sorgfältig ausgewertet werden. Falls Veränderungen durchgeführt werden müssen, müssen die Risiken erneut beurteilt werden.

4.2.7 Ermittlung der Einwirkungen

Bei der Risikobeurteilung müssen die kritischen Faktoren ermittelt werden, die bei der Auslegung des Tanksystems zu berücksichtigen sind. Außergewöhnliche Einwirkungen (Auslaufen von Lagergut, Brände, Explosionen usw.) müssen bestimmt werden.

5 Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle

Für Auslegung, Beschaffung der Werkstoffe, Bau und Prüfung und Inbetriebnahme des Tanksystems sollte ein Qualitätsmanagementsystem eingeführt werden.

ANMERKUNG Z. B. EN ISO 9001.

6 Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltplan

6.1 Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (GSU)

6.1.1 Allgemeines

Der Auftragnehmer muss für die Auslegungs-, Bau- und Inbetriebnahmephasen der Arbeiten einen GSU-Plan erstellen, der allen vom Besteller festgelegten Zielstellungen entsprechen muss. Im Plan müssen die Verantwortlichkeiten und die Aktivitäten erfasst werden, die nach örtlichen oder nationalen Vorschriften und nach der Gesetzgebung anwendbar sind. Der Plan muss Anforderungen an sichere Arbeitsverfahren so festlegen, dass die Sicherheit von Personen und der Schutz der Umwelt während aller zuvor genannten Phasen sichergestellt sind.

6.2 Umwelt

6.2.1 Umweltbeurteilung

Die Auswirkungen der Arbeiten auf die Umwelt sollten während ihrer gesamten Lebensdauer minimiert werden. Der Besteller muss zumindest die Auswirkungen auf die Umwelt nach EN 1473:2021, 5.4 beurteilen.

7 Allgemeine Betrachtungen zur Auslegung

7.1 Allgemeines

7.1.1 Verantwortlichkeiten

Der Besteller muss die Verantwortung für die Festlegung aller wichtigen Angaben für die Auslegung des Tanksystems nach Anhang B tragen.

Der Auftragnehmer muss die Verantwortung für die Lieferung des Tanksystems, die Dienstleistungen und die Übergabedokumente entsprechend der Vereinbarung zwischen dem Besteller und dem Auftragnehmer tragen.

Bei Überschneidungen, z. B. Probetrieb und Inbetriebnahme, müssen Vereinbarungen zwischen Besteller und Auftragnehmer getroffen werden.

Da die Auslegung von Bauteilen aus Stahl und Beton und Bauteilen für die Dämmung oft nicht in einer Hand liegt, ist es wichtig, dass eine eindeutige Zuordnung der Arbeiten und Verantwortlichkeiten erfolgt, sodass die endgültige Auslegung des Tanksystems einwandfrei abgestimmt ist. Es muss eine klar definierte Abstimmungspflicht zwischen den verschiedenen betroffenen Firmen vorliegen, wobei einer der Beteiligten die Verantwortung für die gesamte technische Koordinierung tragen muss.

ANMERKUNG Ein Szenarium könnte beispielsweise die Temperaturverteilung über das gesamte Tanksystembauwerk und die aus den vorgegebenen Daten resultierenden Einwirkungen erfassen.

7.1.2 Leistungskriterien

Das Tanksystem muss so ausgelegt werden, dass

- unter üblichen Betriebsbedingungen sowohl Flüssigkeit als auch Dampf aufgenommen werden;
- Füllen und Entleeren mit den festgelegten Geschwindigkeiten durchgeführt werden können;
- die Verdampfung (Boil-off) kontrolliert erfolgt und in Ausnahmefällen eine Entlastung durch Abfackeln oder Entlüften durchgeführt werden kann;
- der für den Druck festgelegte Betriebsbereich beibehalten wird;

- das Eindringen von Luft und Feuchtigkeit verhindert wird, außer in den Fällen, in denen Unterdruck-Sicherheitsventile verwendet werden müssen;
- die Verdampfung (Boil-off) entsprechend den Festlegungen erfolgt und Kondensation/Frost an der Außenfläche minimiert wird. Ein Frosthieb der Gründung muss verhindert werden;
- eine Beschädigung durch bestimmte außergewöhnliche Einwirkungen begrenzt wird und darf nicht zu einem Flüssigkeitsverlust führen;
- Gesamtsetzung und ungleichmäßige Setzung des Tanksystems müssen innerhalb der festgelegten Grenzen liegen;
- unkontrolliertes Austreten von Produktdämpfen unter allen anormalen Bedingungen, mit Ausnahme von Leckagen aus einem Primärbehälter oder einer Membran, muss bei doppelwandigen Tanksystemen mit vollständiger Sicherheitshülle und bei Membrantanksystem des Typs M-CC verhindert werden; und
- eine Verschlechterung über die Lebensdauer bei dem zu erwartenden Instandhaltungsniveau die Leistungsfähigkeit des Bauwerks unterhalb des vorgesehenen Wertes nicht beeinträchtigt.

ANMERKUNG An bestimmten Standorten, an denen die Umgebungstemperatur die Temperatur des Lagerguts unterschreiten kann (z. B. bei der Lagerung von Butan in kalten Klimazonen), kann bei Verwendung von abgehängten Dächern an der Innenseite des Sekundärbehälters, des Warmdampfbehälters oder des Daches des Membrantank-Außenbehälters Kondensation auftreten. Das kondensierte Produkt kann in den Ringraum eindringen, sich auf dem festen Dach des Primärbehälters oder dem abgehängten Dach sammeln und Probleme verursachen. Lösungsmöglichkeiten sind die Anwendung besonderer Anordnungen zum Ableiten des Kondensats in den Primärbehälter oder in die Membran oder die Auswahl eines alternativen Dachdämmsystems.

7.1.3 Grenzzustandstheorie und Theorie der zulässigen Spannungen

Im Allgemeinen basieren Europäische Normen für Gebäude und Tragwerke auf der Grenzzustandstheorie.

Für die Auslegung der metallischen Bauteile des Tanksystems gilt die Grenzzustandstheorie, es sei denn, es wird ausdrücklich auf andere zulässige Spannungsmethoden eingegangen. Für weitere Einzelheiten siehe EN 14620-2.

Für die Auslegung von Betonbauteilen des Tanksystems gilt die Grenzzustandstheorie. Für weitere Einzelheiten siehe EN 14620-3.

Die Bauteile des Dämmsystems müssen im Rahmen dieses Dokuments nach der Theorie der zulässigen Spannungen ausgelegt werden. Für weitere Einzelheiten siehe EN 14620-4.

Für die Grenzzustandstheorie gelten die beiden folgenden Kategorien:

- Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS), der auf der Grundlage von Kriterien bestimmt wird, die auf Funktionsfähigkeit oder Dauerhaftigkeitseigenschaften bei üblichen Einwirkungen anwendbar sind;
- Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS), der auf der Grundlage des Risikos für ein Versagen, für große bleibende Verschiebungen oder Spannungen bestimmt wird und mit einem Versagen unter außergewöhnlichen Einwirkungen vergleichbar ist.

7.1.4 Erdbebensichere Auslegung

7.1.4.1 Standorte mit sehr geringer Seismizität

Wenn die Seismizität der Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung (SSE) nach 7.3.3.3 den Kriterien für eine sehr geringe Seismizität entspricht, die in EN 1998-1:2004¹, ANMERKUNG zu 3.2.1.(5) angegeben ist, ist eine erdbebensichere Auslegung des RLG-Tanksystems mit Ausnahme der Freibordanforderungen nicht erforderlich.

7.1.4.2 Standorte mit höherer Seismizität

Eine standortspezifische Erdbebengefährdungsberechnung ist für alle Tanksysteme unabhängig von der Kapazität erforderlich. Der Besteller muss das Potenzial der Erdbebenaktivität beurteilen, um die Kennwerte für die seismische Bodenbewegung und die zugehörigen Antwortspektren für Auslegungserdbeben für den Betriebszustand (OBE) und Auslegungserdbeben für die sichere Abschaltung (SSE) zu bestimmen, die in 7.3.2.2.14 und 7.3.3.3 definiert werden.

Für nicht isolierte Tanksysteme dürfen entweder Antwortspektren oder seismische Antwortverlaufsanalysen und Auslegungsmethoden verwendet werden. Für das seismisch isolierte Tanksystem darf die Antwortverlaufsanalyse nur verwendet werden, wenn das Verhalten des Isolators nichtlinear ist.

Der Primärbehälter muss für Einwirkungen aus OBE und SSE ausgelegt werden, wobei der maximale Betriebszustand des Primärbehälters zugrunde gelegt werden muss.

Falls ein Sekundärbehälter verwendet wird, muss dieser Behälter für Einwirkungen aus OBE und SSE ausgelegt werden, wobei die Flüssigkeit im Sekundärbehälter nicht berücksichtigt wird.

Bei Membrantanksystemen müssen die Membran und der Außenbehälter des Membrantanks sowohl für Einwirkungen aus OBE als auch SSE ausgelegt sein, während sie bis zum maximalen Betriebszustand gefüllt sind.

Bei der geforderten standortspezifischen Untersuchung muss Folgendes berücksichtigt werden:

- regionale Seismizität, Tektonik und Geologie;
- Häufigkeit und maximales Ausmaß der Ereignisse für bekannte Störungszonen und Erdbebenherde während der erwarteten Lebensdauer von Anlagen für tiefkalt verflüssigte Gase;
- Lage des Standorts im Hinblick auf diese Erdbebenherde;
- lokale Geologie des Untergrundes am Standort;
- Dämpfung der Bodenbewegung einschließlich der Einwirkungen naher Erdbebenherde, falls vorhanden.

Siehe Anhang E für Empfehlungen zur Untersuchung der Seismizität am Standort.

ANMERKUNG Die Flüssigkeit in großen Tanksystemen, in denen tiefkalt verflüssigte Gase gelagert werden, hat eine lange konvektive Periode.

Die standortspezifische Gefährdungsbeurteilung muss Antwortbeschleunigungen für den Periodenbereich bis zum 1,1-fachen der konvektiven Flüssigkeitsperiode berücksichtigen, die nach EN 1998-4:2006, Anhang A, ermittelt werden.

Horizontale und vertikale Antwortspektren für OBE und SSE müssen erstellt werden. Die Ordinaten für die vertikalen Antwortspektren dürfen jedoch nicht weniger als 50 % der Ordinaten der entsprechenden horizontalen Antwortspektren betragen. Für seismisch isolierte Tanksysteme muss eine nichtlineare Zeitverlaufsanalyse für Einwirkungen aus OBE und SSE durchgeführt werden. Die Anzahl der OBE- und SSE-Zeitverläufe, die ähnliche Seismizität und Standortbedingungen repräsentieren und auf die Auslegungsantwortspektren skaliert sind, muss den Anforderungen von EN 1998-1:2004¹ entsprechen.

Für einwandige Tanksysteme, einwandige Tanksysteme mit Auffangtasse und doppelwandige Tanksysteme mit vollständiger Sicherheitshülle muss der Primärbehälter so ausgelegt sein, dass er die Flüssigkeit während OBE- und SSE-Einwirkungen aufnimmt.

Die Membran des Membrantanksystems muss bei OBE- und SSE-Ereignissen flüssigkeitsdicht bleiben, und der Außenbehälter des Membrantanks muss seine tragenden Fähigkeiten beibehalten, um allen Belastungsbedingungen zu widerstehen, die den seismischen Ereignissen entsprechen.

Die folgenden Kombinationen der horizontalen und vertikalen Antworten des Tankbauwerks müssen verwendet werden:

- a) für den globalen Standsicherheitsnachweis (Kippen und Gleiten) 100 % horizontal mit 30 % vertikal;
- b) für die Bemessung der Tankbauteile 100 % horizontal mit 30 % vertikal sowie 30 % horizontal mit 100 % vertikal.

Zu den Bauteilen unter b) gehören alle Teile des inneren und des äußeren Tanks, die Gründung und die Zusatzausrüstung wie Bühnen und Rohrleitungen.

Für die Erdbebenberechnung müssen die im Anhang C angegebenen Anforderungen eingehalten werden.

7.1.5 Dichtheit

Es muss vorausgesetzt werden, dass das Stahlblech sowohl flüssigkeits- und dampfdicht ist.

Für eine polymere Dampfsperre müssen die Flüssigkeitsdichtheit, falls zutreffend, und die Dampfdichtheit nachweislich derjenigen einer Dampfsperre aus Stahl entsprechen.

Die Flüssigkeitsdichtheit des Spannbetontragwerks ohne flüssigkeitsdichte Auskleidung muss durch den am geringsten druckbeanspruchten Bereich des Betontragwerks bestimmt werden.

ANMERKUNG Für Einzelheiten siehe EN 14620-3.

Bei Tanksystemen mit Innendämmung, wie in EN 14620-4 beschrieben, muss eine Feuchtigkeitssperre vorgesehen werden, um das Eindringen von Umgebungsfeuchtigkeit in die Dämmung zu verhindern. Stahlplatten gelten als feuchtigkeitsdicht. Siehe EN 14620-3 für Dichtheitskriterien für polymere Feuchtigkeitssperren. Bei Tanksystemen, die eine Produktdampfzirkulation in der Innendämmung zulassen, erfolgt die Trocknung der Dämmung während des Betriebs durch Flüssiggasdämpfe. Für andere Tanksysteme mit Innendämmung unter Verwendung einer polymeren Feuchtigkeitssperre muss eine separate Spülung und Trocknung der Dämmung während des Betriebs vorgesehen werden.

7.1.6 Anschlüsse am Primär- und Sekundärbehälter sowie Membrantanksystem

7.1.6.1 Einlässe und Auslässe

Alle Einlässe, Auslässe und sonstigen Anschlüsse mit angeschlossenen Prozessrohrleitungen sollten vorzugsweise über das Dach des Tanksystems erfolgen. Dies basiert auf der Philosophie, das Risiko einer schwerwiegenden Undichtigkeit auf ein Minimum zu verringern.

Bei Dachauslässen müssen zur Entleerung des Lagerguts Pumpen innerhalb des Tanks verwendet werden.

Werden Bodeneinlässe, Auslässe oder andere Anschlüsse mit angeschlossenen Prozessleitungen verwendet, gilt Folgendes:

- eine fernbetätigte innere Absperrarmatur muss installiert werden oder;
- der Anschluss am Boden muss als Teil des Primärbehälters ausgelegt sein. Das erste Ventil muss von einem entfernten Standort zu betätigen und an den Anschluss am Boden angeschweißt sein. Flanschanschlüsse sind nicht zulässig.

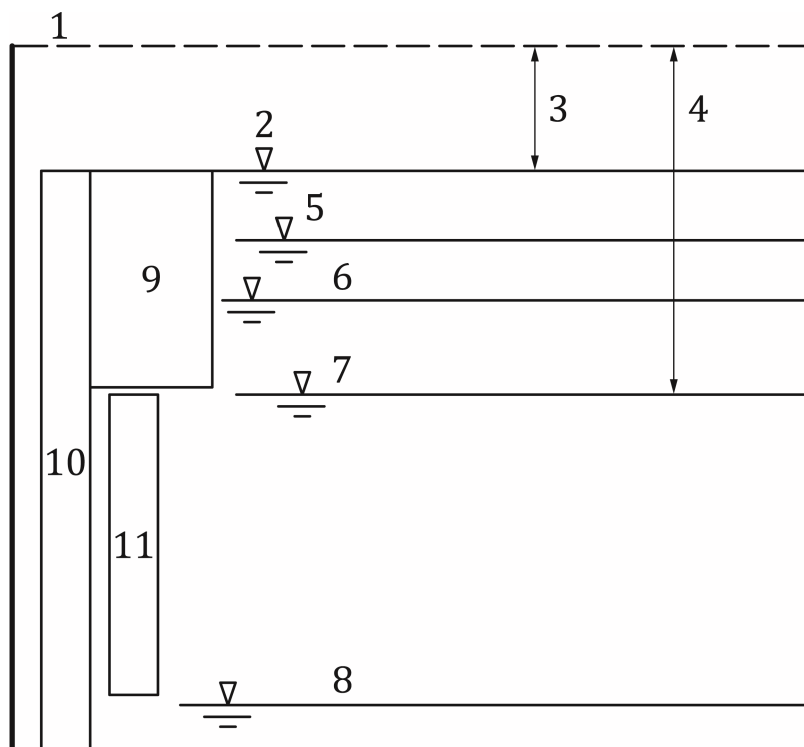
Bei Membrantanksystemen dürfen Ein- und Auslässe nur über das Dach geführt werden.

7.1.6.2 Sonstige Anschlüsse

Andere Anschlüsse (z. B. Führungen, Verstreibungen usw.) am Primär- oder Sekundärbehälter sind auf ein Minimum zu beschränken.

7.1.7 Füllstände und Kapazitäten (Nennvolumen)

Die in Abschnitt 3 festgelegten Füllstände und Kapazitäten sind in Bild 5 graphisch dargestellt.



Legende

- 1 Oberkante der Primärbehälterwand, der Wandmembran oder des Hängedecks (je nachdem, was niedriger ist)
- 2 höchster Auslegungsfüllstand
- 3 Freibord
- 4 Freibord für erdbebenbedingtes Schwappen
- 5 sehr hoher Füllstand (Notalarm & Pumpenauslösung)
- 6 Alarm bei einem hohen Füllstand
- 7 maximaler Betriebszustand
- 8 minimaler Betriebszustand
- 9 Freiraum für Überfüllungsschutz
- 10 höchste Auslegungskapazität
- 11 Netto-Nutzinhalt

Bild 5 — Füllstände und Kapazitäten (Nennvolumen)

Bei der Höhe des Primärbehälters oder der Membran des Dammes muss ein Freibord von mindestens 300 mm über dem höchsten Auslegungsfüllstand (im kalten Zustand) als Puffer gegen Überlaufen und zur Sicherstellung eines freien Dampfstroms über dem höchsten Auslegungsfüllstand eingeplant werden.

ANMERKUNG Dieser Höhenunterschied kann bei der Festlegung der für den Fall des Überschwappens der Flüssigkeit während eines Erdbebens erforderlichen Höhe berücksichtigt werden.

Der Freibord für erdbebenbedingtes Schwappen muss oberhalb des maximalen Betriebszustands vorgesehen werden.

7.1.8 Kaltfahren

Ein Rohrleitungssystem zum Kaltfahren des Tanksystems muss vorgesehen werden. Das System muss so ausgelegt sein, dass die festgelegten Geschwindigkeiten für das Kaltfahren eingehalten werden können. Um eine vollständige Verdampfung/Verteilung der Flüssigkeit sicherzustellen, müssen Sprühdüsen oder andere geeignete Verfahren/Vorrichtungen verwendet werden.

7.1.9 Gründung

Die Gründung muss so ausgelegt sein, dass die Setzung des Tanksystems und seiner Anschlüsse aufgenommen werden kann. Folgende Arten sind allgemein gebräuchlich:

- Flächengründung (Fundament mit Beton-Ringbalken- oder Beton-Plattengründung);
- Pfahlgründung (Grundplatte auf Pfählen entweder auf Bodenniveau oder auf erhöhtem Niveau).

Boden- und seismologische Untersuchungen müssen durchgeführt werden, um das Verhalten und die geotechnischen Eigenschaften der verschiedenen Boden-/Felsschichten zu ermitteln. Das Potenzial für spezifische Gefährdungen, die das seismische Verhalten der Gründung des Tanksystems beeinträchtigen können (z. B. Potenzial für Verflüssigung), muss beurteilt werden. Eine Bodenverbesserung muss durchgeführt werden, wenn die Bodenuntersuchung die Notwendigkeit einer solchen Verbesserung ergibt. Die Ausführungsmethode und die Tragfähigkeit der Gründung müssen durch ein Vorproduktions- und Produktionstestprogramm überprüft werden.

Die Bodenuntersuchung muss nach EN 1997-1 durchgeführt werden. Anhang E enthält Empfehlungen für die mindestens durchzuführenden geotechnischen Untersuchungen für RLG-Tanksysteme. Die Erdbebensicherheit von Bauwerken muss EN 1998-1:2004¹ und Anhang C entsprechen. Der Gleitwiderstand der Gründung und die Tragfähigkeit für die seismischen Lasten müssen nach EN 1998-5 überprüft werden.

ANMERKUNG 1 Zur Verringerung der Folgen eines Erdbebens können der Einsatz von Erdbebenisolatoren oder entsprechende Einrichtungen erforderlich sein.

Der Auftragnehmer muss in Absprache mit dem Besteller den Bereich (vom Minimum bis zum Maximum) der voraussichtlichen Gesamtsetzung und der ungleichmäßigen Setzung des Tanksystems bestimmen. Der Auftragnehmer muss nachweisen, dass alle Bauteile des Tanksystems diese Setzungen aufnehmen können.

Die Setzungen der Gründung während der Lebensdauer des Tanksystems müssen auf die folgenden Werte begrenzt werden:

Tabelle 1 — Setzungen der Gründung

Art der Setzung	Dämmsystem am Boden	
	Aus sprödem Material	Aus flexiblem Material
Schüsseln, gemessen an beliebiger Stelle entlang einer radialen Linie vom Rand der Gründung bis zur Mitte	1 : 300 ^a	1 : 150 ^b
Ungleichmäßige Randsetzung	1 : 500	
Flächenneigung (mm)	125*D/H (**)	

Tabelle 1 (*fortgesetzt*)

Art der Setzung	Dämmsystem am Boden	
	Aus sprödem Material	Aus flexiblem Material
Gleichmäßige Setzung	Kein numerischer Grenzwert. Die Rohrleitungsanschlüsse müssen die Setzung aufnehmen können.	
ANMERKUNG „D“ ist der Durchmesser eines Sekundärbehälters, eines Wärmepfbehälters, eines Spülgasbehälters oder eines Außenbehälters eines Membrantanks. „H“ ist die Wandhöhe eines Sekundärbehälters, eines Wärmepfbehälters, eines Spülgasbehälters oder eines Außenbehälters eines Membrantanks.		
a	(*) Die Grenzwerte für Schüsseln in der obigen Tabelle beziehen sich ausschließlich auf die Art der Dämmung am Boden. Es dürfen strengere Grenzwerte für die Setzung gelten, die durch die Bemessung der Gründung und Rissbreitenbegrenzungen erforderlich sind.	
b	(**) Die Rohrleitungsanschlüsse müssen in der Lage sein, eine Flächenneigung aufzunehmen.	

Das tatsächliche Setzungsverhalten des Tanksystems muss während der verschiedenen Lebensdauerphasen des Tanksystems (Bau, Wasserdruckprüfung und Betrieb usw.) überwacht werden. Die Überwachungshäufigkeit muss von der vorgesehenen Zeit und der lastabhängigen Veränderungsrate der Setzung abhängig sein und mindestens einmal pro Jahr betragen.

Führt das Setzungsverhalten während des Baus und der Prüfung des Tanksystems zu einem ungünstigeren Verhalten der Bauteile des Tanksystems als vorhergesagt, muss der Auftragnehmer die Ursache untersuchen und Abhilfemaßnahmen ergreifen, um künftige Schäden zu vermeiden, und die Angemessenheit der Gründungsplanung überprüfen. Der Besteller muss konsultiert werden.

ANMERKUNG 2 Berechnungen von Setzungen können nicht als exakt angesehen werden. Sie geben lediglich einen ungefähren Anhaltspunkt.

Bei der Detailplanung jedes empfindlichen Teils des Tanksystems (z. B. Wandanschlussbereich eines Betontanks) müssen die Maximal- und Minimalwerte für Setzungen berücksichtigt werden. Es müssen sowohl kurzfristige als auch langfristige Setzungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 3 Wenn das Setzungsverhalten während des Betriebs des Tanksystems vom vorhergesagten Verhalten abweicht, wird dem Besteller empfohlen, den Auftragnehmer zu konsultieren.

Ein Frosthuf der Gründung muss verhindert werden,

ANMERKUNG 4 Um diese Anforderung zu erfüllen, kann ein Heizsystem für die Gründung erforderlich sein.

ANMERKUNG 5 Die Gründung kann erhöht angeordnet werden, sodass ein freier Raum zwischen Boden und Gründungsplatte bleibt, der eine Luftzirkulation ermöglicht.

Bei erhöhten Gründungen ist das Heizsystem nicht erforderlich. Der Auftragnehmer muss nachweisen, dass eine ausreichende Luftzirkulation erreicht werden kann und dass langfristig Kondensation minimiert und Eisbildung an der Gründungsplatte verhindert wird. Zwischen dem Boden und der Unterseite der Pfahlkappe muss ein ausreichender Abstand vorgesehen werden, um einen sicheren Zugang unterhalb der Pfahlkappe für Bau- und Reparatur-/Wartungsarbeiten sicherzustellen. Sofern nicht anders angegeben, muss der Abstand zwischen der Oberkante des Bodens und der Unterseite der erhöhten Pfahlkappe in der Mitte der Pfahlkappe 1,6 m betragen.

Die Betongründung für einwandige Tanksysteme mit Auffangtasse und doppelwandige Tanksysteme mit vollständiger Sicherheitshülle und Membrantanksysteme (Typ M-CC) (Fundamentplatte oder Pfahlkopf) muss für die unfallbedingte Leckage nach 7.3.3.1 ausgelegt sein. Falls zutreffend, müssen bei der Auslegung der Gründung die Exposition gegenüber kalten Temperaturen und das Wärmegefälle in Dickenrichtung berücksichtigt werden. Wenn alternativ eine leckdichte Sperre am Tankboden, die für den Kontakt mit dem Lagergut geeignet

ist, als Teil eines Sekundärbehälters vorgesehen ist, muss die Gründung so ausgelegt sein, dass sie flüssigkeitsdicht bleibt, wenn sie mit dem Lagergut in Kontakt kommt.

ANMERKUNG 6 Weitere Einzelheiten zu den Gründungen sind in EN 14620-3 aufgeführt.

7.1.10 Heizeinrichtung für die Gründung

Das Heizsystem der Gründung muss so ausgelegt werden, dass die Temperatur der Gründung an keiner Stelle auf Werte unter 0 °C fällt. Die Anordnung der Kanäle und die angewendete Redundanz des Heizsystems müssen dazu führen, dass auch bei Ausfall eines Heizkanals die oben festgelegte Anforderung erfüllt wird.

Temperaturen unter 0°C am Rand der Flächengründung in kalten Klimaregionen, die ausschließlich auf niedrige Umgebungstemperaturen zurückzuführen sind, sind zulässig, vorausgesetzt, es werden geeignete Abhilfemaßnahmen getroffen. Die Flächengründung muss entweder auf frei abfließendem, frostunempfindlichem Material errichtet werden oder der Boden der Gründung muss unterhalb der in den örtlichen Bauvorschriften festgelegten Frosttiefe liegen. Es muss eine geeignete Drainage vorgesehen werden, um sicherzustellen, dass der Grundwasserspiegel unterhalb der Frosttiefe liegt.

Die Heizleistung muss mindestens durch zwei Temperaturregler überwacht werden. Ein Regler muss in einem Bereich angeordnet werden, in dem mit einer niedrigen Temperatur zu rechnen ist. Für alle Temperaturregler müssen Ablesungen an der Schalttafel oder Messwarte möglich sein, und bei einer zu niedrigen Temperatur muss ein Alarm ausgelöst werden.

ANMERKUNG Weitere Informationen zu den Heizsystemen werden in Anhang D gegeben.

7.1.11 Kälteschutzsystem (TPS) eines Sekundärbehälters aus Beton

Für einen Sekundärbehälter aus Beton (Tanksystem mit vollständiger Sicherheitshülle und Außenbehälter aus Beton für ein Membrantanksystem) mit starrem Wandanschluss an das Fundament kann ein Kälteschutzsystem (TPS) gefordert werden, um eine unkontrollierte Rissbildung im Wandanschlussbereich oder in der Fundamentplatte zu verhindern. Risse können sich bei einer Undichtigkeit des Primärbehälters oder der Membran bilden. Falls erforderlich, muss das TPS auf dem gesamten Boden und am unteren Teil der Wand angebracht werden. Das TPS muss aus einer flüssigkeitsdichten Sperre, die für die Produktexposition geeignet ist, und dem tragenden Dämmmaterial bestehen.

Die Höhe des vertikalen Teils des Kälteschutzsystems (TPS) muss entsprechend der Temperaturverteilung und der Verformbarkeit der starren Ecken festgelegt werden. Die Werkstoffauswahl muss den zutreffenden Abschnitten in EN 14620-2, EN 14620-3 und EN 14620-4 entsprechen.

7.1.12 Damm (Auffangtasse)

Die Maße des mit einem Damm umgebenen Bereichs müssen so festgelegt werden, dass der gesamte Inhalt des Tanksystems aufgenommen werden kann. Dieser Bereich und der Damm, die die Auffangtasse bilden, müssen flüssigkeitsdicht ausgelegt werden. Die verwendeten Materialien müssen beständig gegen das auslaufende Produkt sein. Es muss dafür gesorgt werden, dass Regen- und Löschwasser, das sich innerhalb des mit einem Damm umgebenen Bereichs ansammelt, abgeleitet werden kann.

Für Betondämme gelten die in EN 14620-3 festgelegten Anforderungen.

7.1.13 Blitz

Das Tanksystem muss gegen Blitzeinschlag geschützt und ordnungsgemäß geerdet werden.

7.2 Schutzsysteme

7.2.1 Messgeräte

7.2.1.1 Allgemeines

Folgende Mindestanforderungen gelten:

- Es müssen Messgeräte eingebaut werden, damit Inbetriebnahme, Betrieb/Wartung und Außerbetriebnahme des Tanksystems sicher und zuverlässig ablaufen. Es muss eine ausreichende Anzahl von Reservegeräten vorgesehen werden.
- Die für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Tanksystems erforderlichen Messgeräte müssen in Betrieb bleiben.
- Die Messwerte müssen zu der Steuerzentrale/dem Operator übertragen werden.

7.2.1.2 Füllhöhe

Um ein Überlaufen des Tanksystems zu verhindern, müssen mindestens drei sehr genaue, voneinander unabhängige Füllstandsmessgeräte installiert werden. Jedes Füllstandsmesssystem muss einen Alarm bei einem hohen Füllstand und bei einem sehr hohen Füllstand mit Ausschaltung auslösen.

ANMERKUNG Aufgrund dieser Anforderung ist es nicht erforderlich, das Tanksystem für Überfüllung auszulegen.

Der Sicherheits-Integritätslevel (SIL) für die Kontrollgeräte muss durch ein Gefährdungsanalyseverfahren (HAZOP/Gefahrenidentifizierung (HAZID)) bestimmt werden.

Der Besteller muss den minimalen Betriebszustand in Abhängigkeit von der voraussichtlichen Betriebsweise des Tanksystems festlegen. Dieser Zustand darf einer der folgenden sein:

- Minimum, bei dem die Pumpen mit der vollen Nennleistung betrieben werden können;
- Minimum für den Wiederanlauf der Pumpe;
- Minimum beim Abpumpen;
- Minimum, das der Besteller im Tanksystem beibehalten möchte.

In jedem Fall darf der Mindestfüllstand im Tanksystem bei Betrieb nicht weniger als 150 mm betragen, um die Betriebstemperatur des Tanksystems aufrechtzuerhalten.

7.2.1.3 Druck

Das Tanksystem muss mindestens mit zwei unabhängigen Messgeräten zum Nachweis von zu hohem und zu niedrigem Druck ausgestattet werden, wobei das Alarmsystem mit dem Kontrollraum verbunden sein muss. Die Systeme müssen unabhängig vom üblichen Druckmesssystem arbeiten.

7.2.1.4 Temperatur

Das Tanksystem muss mindestens mit dauerhaft eingebauten und geeignet angeordneten Geräten ausgestattet werden, die folgende Möglichkeiten zur Temperaturüberwachung bieten:

- Messung der Temperatur des Lagerguts in verschiedenen Tiefen. Der senkrechte Abstand zwischen zwei benachbarten Messfühlern darf 2 m nicht überschreiten;
- Messung der Temperatur im Dampfraum (falls zutreffend, unterhalb und oberhalb des abgehängten Dachs);

- Messung der Temperatur am Mantel und am Boden des Primärbehälters oder der Membran (zur Regelung der Abkühlung/ Erwärmung).

7.2.1.5 Verhinderung von unkontrollierter Durchmischung (Roll-over)

Werden Produkte unterschiedlicher Zusammensetzung und Dichte in dem Tanksystem gelagert und ist eine Produktschichtung möglich, muss eine Durchmischung verhindert werden.

Die Kontrolle der Durchmischung kann durch die folgenden Maßnahmen sichergestellt werden:

- Anwendung eines Dichtemesssystems, mit dem die Dichte über den gesamten Füllhöhenbereich des Lagerguts überwacht werden kann. Das Dichtemesssystem muss einen Alarm auslösen, wenn bestimmte vorgegebene Werte überschritten werden. In diesem Fall müssen Maßnahmen eingeleitet werden, um eine unkontrollierte Durchmischung (Roll-over) zu verhindern (z. B. Mischen des Tankinhalts). Das Dichtemesssystem muss unabhängig vom Füllstandsmesssystem arbeiten; und/oder
- durch ein zeitweilig oder dauernd arbeitendes Umwälzsystem zwischen Tankboden und oberem Bereich des Tanks.

Wenn keine Maßnahmen zur Durchmischungskontrolle vorgesehen sind oder wenn dies vom Besteller oder von den entsprechenden Vorschriften gefordert wird, muss das Druckentlastungssystem für eine Durchmischung ausgelegt sein.

7.2.1.6 Feuer- und Gasdetektoren

Es muss darauf geachtet werden, dass ein Feuer- und Gasmeldesystem eingebaut wird.

Gasmeldesysteme und Niedertemperaturdetektoren müssen in den Bereichen eingebaut werden, in denen Leckagen auftreten könnten (z. B. an Flanschverbindungen in den Prozessleitungen). An den Endrohren der Überdruckventile muss mindestens ein Brandmeldesystem vorhanden sein.

Der genaue Standort der Gas-, Brand- und Leckagemelder muss mithilfe der Risikobeurteilung der potenziellen Leckagebereiche bestimmt werden.

7.2.1.7 Leckanzeige für den Primärbehälter

Für den Primärbehälter muss ein Leckanzeigesystem vorgesehen werden. Es muss auf einem der folgenden Prinzipien basieren:

- Temperaturabfall;
- Gasnachweis; oder
- Differenzdruckmessung.

7.2.1.8 Überwachungssystem für abgedichteten Dämmraum

Wenn der Dämmraum vom primären Lagerraum des Lagerguts isoliert ist (z. B. Membrantanksystem oder doppelwandiges Tanksystem mit Doppeldach), muss ein Dämmraumüberwachungssystem eingebaut werden. Dieses System muss dazu dienen:

- das Spülgas zu analysieren, um ein Austreten von Produktdampf aus dem Primärbehälter oder der Membran nachzuweisen;
- den Operator benachrichtigen, wenn Produktdampf im Dämmraum festgestellt wird;