

DIN EN 14620-4



ICS 23.020.10

Einsprüche bis 2023-04-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14620-4:2006-12**Entwurf****Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksystemen für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -196 °C –****Teil 4: Dämmung;****Deutsche und Englische Fassung prEN 14620-4:2023**

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 4: Insulation components;

German and English version prEN 14620-4:2023

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 4: Constituants isolants;

Version allemande et anglaise prEN 14620-4:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-10 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 74 Seiten

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



Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3951-1, Verfahren für die Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung) — Teil 1: Spezifikation für Einfach-Stichprobenanweisungen für losweise Prüfung, geordnet nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) für ein einfaches Qualitätsmerkmal und einfache AQL

- Entwurf -

E DIN EN 14620-4:2023-03

- Leerseite -

Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksystemen für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -196 °C – Teil 4: Dämmung

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 4: Insulation components

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 4: Constituants isolants

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Auslegungsanforderungen, Leistungskennwerte, Prüfung und Auswahl von Dämmstoffen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Analyse der Anforderungen an die Auslegung	7
4.2.1 Allgemeines	7
4.2.2 Wärmedurchlasswiderstand	8
4.2.3 Bauliche und Dichtheitsanforderungen	8
4.2.4 Besondere Anforderungen an die Auslegung	8
4.2.5 Alterung und Beeinträchtigung	8
4.3 Beurteilung der Leistungskennwerte	9
4.3.1 Allgemeines	9
4.3.2 Wärmedurchlasswiderstand	9
4.3.3 Mechanische Eigenschaften	9
4.3.4 Temperaturbeständigkeit	9
4.3.5 Beständigkeit gegen Wasser und Wasserdampf	9
4.3.6 Einflüsse des Lagerguts	10
4.3.7 Chemische Eigenschaften	10
4.3.8 Brandverhalten	11
4.4 Prüfung von Dämmstoffen und Dämmsystemen	12
4.4.1 Allgemeines	12
4.4.2 Prüfverfahren	12
5 Schutz der Dämmung — Dampfsperre	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Vom Außentank gebildete Schutzkonstruktion	13
5.3 Schutzabdeckung für die äußere Dämmung	13
6 Auslegung des Dämmsystems	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Thermische Auslegung	14
6.3 Konstruktive Auslegung	15
6.3.1 Allgemeines	15
6.3.2 Tragende Dämmung/Druckeinwirkung	15
6.3.3 Tragende Dämmung/sonstige Einwirkungen	17
6.4 Dämmung für alle Tankbauteile	17
6.4.1 Allgemeines	17
6.4.2 Stützring unter der Tankwand	17
6.4.3 Bodendämmung	18
6.4.4 Dämmung des Mantels (außen)	18
6.4.5 Mantel-Wand-Dämmung (innen)	19
6.4.6 Dachdämmung (außen)	21
6.4.7 Dachdämmung am abgehängten Dach	21
6.4.8 Dämmung bei Durchführungen und inneren Rohrleitungen	22
6.5 Auslegung für unterschiedliche Ausführungen von Sicherheitshüllen	24
7 Einbau der Dämmung	24
7.1 Einleitung	24
7.2 Allgemeine Anforderungen	24
7.2.1 Werkstoffe	24
7.2.2 Bedingungen für die Arbeiten am Standort	24
7.2.3 Schutz gegen Korrosion	24

7.2.4	Bautoleranzen	24
7.2.5	Verhinderung von Beschädigungen	25
7.3	Inspektion und Prüfung	25
Anhang A	(informativ) Dämmstoffe	26
Anhang B	(normativ) Prüfverfahren	29
Anhang C	(informativ) Empfehlungen für die Qualifizierung der Druckfestigkeitsprüfung von Tankdämmsystemen aus sprödem Material	31
Anhang D	(informativ) Nichtmetallische Flüssigkeitssperre des Kälteschutzsystem	32
D.1	Allgemeines	32
D.2	Leistungsanforderungen	32
D.2.1	Dichtheitsanforderungen	32
D.2.2	Bauliche Anforderungen	32
D.3	Materialien	33
D.4	Modellprüfung	33
D.5	Einbau der Dämmung	33
D.6	Begutachtung und Prüfungen	33
D.6.1	Sichtprüfung	34
D.6.2	Unterdruckprüfung mit Saugglocke	34
	Literaturhinweise	35

Bilder

Bild 1	— Konzeptioneller Dachstutzen mit thermischer Isolierung	23
--------	--	----

Tabellen

Tabelle A.1	— Einwandiger Tank und einwandiger Tank mit Auffangtasse	26
Tabelle A.2	— Doppelwandige Tanks mit vollständiger Sicherheitshülle	27
Tabelle A.3	— Membrantanks	28
Tabelle B.1	— Prüfung des Verhaltens in Lagergutatmosphäre	29
Tabelle B.2	— Prüfung der chemischen Eigenschaften	29
Tabelle B.3	— Prüfung der Feuerbeständigkeit/des Brandverhaltens	30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14620-4:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Metalltanks zur Lagerung von Flüssigkeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument wird EN 14620-4:2006 ersetzen.

Im Vergleich zu EN 14620-4:2006 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- allgemeine redaktionelle Aktualisierung;
- Aktualisierung der Normativen Verweisungen;
- Einführung neuer Europäische Normen für Dämmstoffe und Aktualisierung von Anhang B;
- Entwicklung und Erläuterung von Aspekten im Zusammenhang mit dem Brandverhalten von Dämmstoffen;
- Klärung des Druckverhaltens spröder Materialien durch den Einsatz von Zwischenlagenmaterial;
- Einführung von Anforderungen an die Dämmung von Durchführungen und inneren Rohrleitungen;
- Einführung eines neuen Anhangs zu Empfehlungen für die Qualifizierung der Druckfestigkeitsprüfung von Tankdämmsystemen aus sprödem Material;
- Einführung eines neuen Anhangs für nichtmetallische Kälteschutzsysteme (TPS, en: thermal protection system);
- Anhang über die Grenzzustandstheorie für die Dämmung des Tankbodens gestrichen.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an Werkstoffe, Auslegung und Einbau der Dämmung für Tanksysteme zur Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen (RLG, en: refrigerated liquefied gas) fest.

In RLG-Tanksystemen wird verflüssigtes Gas mit niedrigem Siedepunkt gelagert, d. h. mit einem Siedepunkt, der unter der üblichen Umgebungstemperatur liegt.

Das Konzept zur Lagerung von flüssigem Lagergut in nicht unter Druck stehenden Tanks hängt daher von einer geeigneten Kombination der latenten Verdampfungswärme und der Wärmedämmung ab.

Folglich ist die Wärmedämmung für RLG-Lagertanksysteme kein untergeordneter Bestandteil des von der/den Sicherheitshülle(n) gebildeten Systems (wie bei den unter Umgebungsbedingungen betriebenen Kohlenwasserstofftanks), sondern eine sehr wichtige Komponente, weil das Lagertanksystem nur betrieben werden kann, wenn das Dämmsystem vorschriftsmäßig ausgelegt, eingebaut und unterhalten wird.

Die wichtigsten Funktionen der Dämmung in RLG-Lagertanksystemen sind:

- Beibehaltung eines auf oder unterhalb der festgelegten Grenzwerte liegenden Siedepunktes;
- Schutz der Bauteile des Außentanks, indem sie auf oder über ihrer niedrigsten Auslegungstemperatur gehalten werden;
- Verhinderung von Schäden durch Frosthubb der Gründung/des Erdreichs unter der Tankgrundplatte (in Kombination mit dem Plattenheizsystem für Tanks, die ebenerdig aufgestellt sind);
- Minimierung von Kondensation und Eisbildung an den Außenflächen des Tanks.

Es gibt eine große Bandbreite von Dämmstoffen. Die Eigenschaften der Werkstoffe, die sowohl unterschiedlichen als auch gleichen Werkstoffgruppen zuzuordnen sind, unterscheiden sich jedoch beträchtlich.

Daher wird im Rahmen dieses Dokuments nur eine allgemeine Anleitung zur Werkstoffauswahl gegeben.

ANMERKUNG Allgemeine Empfehlungen für die Werkstoffauswahl sind in Anhang A aufgeführt.

Dieses Dokument behandelt die Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksysteme für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei einer Betriebstemperatur 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 1363-1, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 1363-2, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren*

EN 1606, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung des Langzeit-Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung*

EN 1993-1-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

- Entwurf -

E DIN EN 14620-4:2023-03 **prEN 14620-4:2023 (D)**

EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN 13501-2, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*

EN 13381-4, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 4: Passive Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile*

EN 14303, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*

EN 14305:2015, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) — Spezifikation*

EN 14307, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) — Spezifikation*

EN 14308, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) und Polyisocyanurat-Schaum (PIR) — Spezifikation*

EN 14309, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrolschaum (EPS) — Spezifikation*

EN 14314, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschäum (PF) — Spezifikation*

prEN 14620-1:2022, *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 15599-1, *Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie — An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung mit Produkten aus expandiertem Perlit (EP) — Teil 1: Spezifikation für gebundene und Schüttprodukte vor dem Einbau*

EN ISO 1182, *Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten — Nichtbrennbarkeitsprüfung (ISO 1182)*

EN ISO 1716, *Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten — Bestimmung der Verbrennungswärme (des Brennwertes) (ISO 1716)*

EN ISO 12624, *Wärmedämmstoffe für die Haustechnik und für betriebstechnische Anlagen — Bestimmung des Gehalts von wasserlöslichen Chlorid-, Flourid-, Silikat- und Natrium-Ionen und des pH-Wertes (ISO 12624)*

EN ISO 16535, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Wasseraufnahme bei langzeitigem Eintauchen (ISO 16535)*

EN ISO 29469:2022, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung (ISO 29469:2022)*

ISO 3951-1, *Sampling procedures for inspection by variables — Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 14620-1:2022.

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>

4 Auslegungsanforderungen, Leistungskennwerte, Prüfung und Auswahl von Dämmstoffen

4.1 Allgemeines

Die Auswahl des geeigneten Dämmsystems und der geeigneten Dämmstoffe muss basieren auf

- einer Analyse der Auslegungsanforderungen (siehe 4.2);
- einer Beurteilung der Leistungskennwerte der Dämmstoffe (siehe 4.3).

Informationen zur Auswahl gängiger Werkstoffe sind in Anhang A aufgeführt.

Die ausgewählten Werkstoffe müssen den nachstehenden einschlägigen europäischen Normen entsprechen (die Liste ist nicht vollständig):

- Expandierter Perlit: EN 15599-1;
- Mineralwolle: EN 14303;
- Schaumglas: EN 14305:2015;
- Extrudierter Polystyrolschaum: EN 14307;
- Polyurethan-Hartschaum (PUR) und Polyisocyanurat-Schaum (PIR): EN 14308;
- Expandierter Polystyrolschaum: EN 14309;
- Phenolharzschäum: EN 14314.

Andere Dämmstoffe können verwendet werden, sofern sie die in diesem Dokument festgelegten Auslegungsanforderungen und Leistungsmerkmale erfüllen.

Für die spezifische Anwendung dieses Dokuments siehe auch 4.3 und Anhang B für die Beurteilung der Leistungskennwerte.

4.2 Analyse der Anforderungen an die Auslegung

4.2.1 Allgemeines

Das Wärmedämmsystem insgesamt sowie alle einzelnen Bauteile des Dämmsystems müssen unter Berücksichtigung folgender Anforderungen ausgelegt werden.

4.2.2 Wärmedurchlasswiderstand

4.2.2.1 Üblicher Betrieb des Tanks

Alle Faktoren, die zur Wärmeaufnahme durch das Dämmsystem beitragen, müssen berücksichtigt werden, z. B.:

- Temperatur des Lagerguts;
- äußere Umgebungstemperatur und andere klimatische Bedingungen (Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit, Feuchtigkeit usw.);
- Wärmeleitfähigkeit, einschließlich Alterungseffekten und Exposition;
- Wärmekonvektion;
- Wärmeaufnahme durch Strahlung;
- Wärmeaufnahme durch Kältebrücken (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Düsen, TPS, Verankerungen, Deckstangen usw.).

4.2.2.2 Außergewöhnliche Bedingungen

Alle Dämmbauteile müssen einen geeigneten Wärmedurchlasswiderstand für alle angegebenen außergewöhnlichen Bedingungen bereitstellen. Die wärmetechnischen Eigenschaften müssen für die Dauer der außergewöhnlichen Bedingungen und danach erhalten bleiben.

4.2.3 Bauliche und Dichtheitsanforderungen

Das Dämmsystem muss so ausgelegt sein, dass es allen anwendbaren statischen und dynamischen Einwirkungen sowohl unter normalen als auch unter außergewöhnlichen Bedingungen standhält, es sei denn, die Dämmung ist nicht dazu vorgesehen, den Tragwiderstand bereitzustellen.

Das Dämmsystem muss eine Flüssigkeits- und Dampfdichtheit bereitstellen, sofern dies festgelegt ist.

4.2.4 Besondere Anforderungen an die Auslegung

Zusätzlich zu den oben genannten thermischen und baulichen Anforderungen müssen bei der Auslegung der Tankdämmung alle besonderen Anforderungen an das ausgewählte spezielle Dämmsystem, den Dämmstoff, das Einbauverfahren und die Art der Sicherheitshülle erfüllt werden. Sie müssen für jeden Fall individuell festgelegt werden.

4.2.5 Alterung und Beeinträchtigung

Die Dämmung muss beständig gegenüber Umweltbedingungen, Alterung und Produktexposition sein:

- Es darf keine Verringerung der wärmetechnischen oder mechanischen Eigenschaften der Dämmung aufgrund von Alterung und keine Beeinträchtigung aufgrund der Exposition gegenüber Stoffen, mit denen die Dämmung während ihrer Lebensdauer in Kontakt kommen kann, auftreten.
- Alterung und Beeinträchtigung dürfen die Leistung der Dämmstoffträger und -befestigungssysteme nicht beeinträchtigen.
- Wenn eine solche Beeinträchtigung möglich ist, muss sie bei der Auslegung der Dämmung berücksichtigt werden.

4.3 Beurteilung der Leistungskennwerte

4.3.1 Allgemeines

Die geforderten Leistungskennwerte des Dämmstoffs im Bereich der Betriebstemperaturen müssen auf der Grundlage der Auslegungsanforderungen bestimmt werden. Es müssen mindestens die in 4.3.2 bis 4.3.8 festgelegten Anforderungen berücksichtigt werden.

4.3.2 Wärmedurchlasswiderstand

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- a) Wärmeleitfähigkeit:
 - 1) über den geforderten Temperaturbereich;
 - 2) für die vorgesehene äußere und innere Umgebung (Raum für den Lagergutdampf, inertierter Raum, Kontakt mit flüssigem Lagergut);
 - 3) Berücksichtigung von Alterungseffekten über die erwartete Lebensdauer des Tanks;
- b) mögliche Wärmeaufnahme durch Strahlung;
- c) mögliche Wärmeaufnahme durch Konvektion (Durchlässigkeit des Dämmstoffs und des vollständigen Dämmsystems). Besteht die Dämmung einer Tankwand ausschließlich aus Glasfaser- oder Mineralwoll-dämmung, so muss bei der thermischen Auslegung die Verstärkung der konvektiven Wärmeübertragung aufgrund der Luftgasdurchlässigkeit der Dämmung berücksichtigt werden;
- d) Wärmeaufnahme durch Kältebrücken.

4.3.3 Mechanische Eigenschaften

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Kurzzeit- und Langzeit-Druckeigenschaften (Kriechen);
- Zug- und Schubeigenschaften für die Dämmung, auf die Seitenkräfte wirken können (z. B. Erdbeben);

ANMERKUNG Zugeigenschaften können auch zur Beurteilung der thermisch-mechanischen Lasten und der thermischen Beanspruchung gefordert werden.

- Haftfestigkeit für Dämmsysteme, die unter Ausnutzung ihres Haftvermögens befestigt werden.

4.3.4 Temperaturbeständigkeit

Die Dämmung muss den Temperaturen (größte und kleinste Betriebstemperatur) und Temperaturschwankungen, denen sie ausgesetzt sein kann, standhalten. Daher müssen Schwindung, Ausdehnung und mögliche Auswirkungen der Rissbildung unter Beachtung folgender Kennwerte bestimmt werden:

- Wärmeausdehnungskoeffizient, Kontraktion;
- Zugfestigkeit, Elastizitätsmodul im Auslegungstemperaturbereich.

4.3.5 Beständigkeit gegen Wasser und Wasserdampf

Zur Beurteilung der möglichen negativen Einflüsse von Wasser und Wasserdampf auf die Dämmung müssen folgende Kennwerte berücksichtigt werden:

- Gehalt an geschlossenen Zellen;
- Durchlässigkeit für Wasserdampf;
- Wasseraufnahme.

Zusätzlich müssen die Folgewirkungen durch das Eindringen von Wasser und Wasserdampf beurteilt werden:

- Verringerung des Wärmedurchlasswiderstands;
- mögliche bauliche Beschädigung der Dämmung durch flüssiges Wasser oder durch den Gefrierprozess (mögliche Frost-Tau-Wechselbeanspruchung).

4.3.6 Einflüsse des Lagerguts

Folgende Kennwerte müssen beurteilt werden:

- Anteil der geschlossenen Zellen (als Hinweis auf eine offene/geschlossene Zellstruktur);
- Aufnahme von Lagergütdämpfen und Einfluss auf andere Werkstoffeigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, mechanische Eigenschaften, Feuerbeständigkeit);
- Aufnahme von flüssigem Lagergut und Durchlässigkeit für flüssiges Lagergut;
- Auswirkungen einer langzeitigen Flüssigkeitsaufnahme auf andere Werkstoffeigenschaften;
- Desorptionsverhalten: zeitlicher/prozentualer Anteil.

ANMERKUNG Der Einfluss des Lagerguts auf ein inneres Dämmsystem ist kritisch, weil es häufig in kontinuierlichen Kontakt mit den Lagergütdämpfen kommt und ein direkter Kontakt mit dem flüssigen Lagergut bei einer zufällig auftretenden Undichtigkeit möglich ist.

Für die Prüfung des Werkstoffverhaltens in Lagergutatmosphäre siehe Tabelle B.1.

4.3.7 Chemische Eigenschaften

Die Kompatibilität zwischen den nachfolgend aufgeführten Bestandteilen und/oder die Möglichkeit chemischer Reaktionen zwischen ihnen müssen/muss beurteilt werden:

- a) Dämmsystem einschließlich aller seiner Bestandteile:
 - 1) Dämmstoffe;
 - 2) Hilfsprodukte (Farben, Klebstoffe, Mastix, Dichtungsmittel, Beschichtungen usw.);
 - 3) Schutzschicht (Blechverkleidung und Befestigung);
- b) Umgebung des Dämmsystems:
 - 1) für die äußere Dämmung: Umgebungsbedingungen, Wasser, Wasserdampf, Verunreinigungen in Luft und Wasser;
 - 2) für die innere Dämmung: Lagergütdämpfe und flüssiges Lagergut, inertes Gas/Spülgas;
- c) Tankwerkstoff und/oder seine Beschichtungen, die mit dem Dämmsystem in Kontakt kommen.

Üblicherweise sind folgende chemische Kennwerte zu beurteilen:

d) für die äußere Dämmung:

- 1) Korrosionsbeständigkeit des Dämmsystems (oder seiner Bestandteile) unter für den Standort repräsentativen Bedingungen, z. B. Meeresatmosphäre, durch Abbauprodukte der von der chemischen Industrie verunreinigten Atmosphäre;
- 2) Eigenschaften der Dämmung, die vor Korrosion schützen oder Korrosion auslösen, z. B. Möglichkeit des Lösens oder Auslaugens korrosiver Produkte aus der Dämmung, Korrosionsschutz von wasserdichten Dämmsystemen;

e) für die innere Dämmung:

- 1) die chemische Beständigkeit des Dämmsystems gegenüber Lagergutedämpfen/flüssigem Lagergut im Tank;
- 2) die Dämmung muss inert für die im Tank gelagerten Produkte sein (ohne Verunreinigungen, chemische Reagenzien).

Für Verfahren zur Beurteilung der chemischen Eigenschaften siehe Tabelle B.2.

4.3.8 Brandverhalten

Bei der Risikobewertung müssen mindestens die folgenden wichtigen Aspekte im Zusammenhang mit einem Brand berücksichtigt werden:

- das Risiko während des Betriebs;
- das Risiko während des Baus;
- das Risiko während und nach der Außerbetriebsetzung zur Reparatur oder vollständigen Demontage;
- das Verhalten bei einem äußeren Brand;
- das Risiko für das Personal durch die Freisetzung von giftigen Dämpfen oder ungiftigem Rauch im Falle eines Brandes der Dämmung oder der Einwirkung von Wärmequellen.

Deshalb müssen folgende Mindestanforderungen erfüllt werden:

- bei der Verwendung von brennbaren Dämmstoffen müssen vorbeugende Maßnahmen vorgesehen werden, um die Möglichkeit einer Entzündung auszuschließen;
- die tragende Dämmung muss ihre durch die Auslegung geforderte Tragfähigkeit beibehalten, wenn sie der durch Feuer verursachten Hitze ausgesetzt wird;
- die Brandeigenschaften des Werkstoffs dürfen sich infolge einer langfristigen Exposition gegenüber dem gelagerten Produkt (Flüssigkeit oder Gas) bei dem voraussichtlichen Betriebsdruck und der voraussichtlichen Betriebstemperatur nicht erhöhen;
- die brennende oder schwelende Dämmung darf das Personal weder giftigen Gasen noch ungiftigem Rauch in einem Umfang aussetzen, der schädlich ist oder die Atmung oder Orientierung des Personals beeinträchtigt.

ANMERKUNG Einige brennbare Dämmstoffe aus geschlossenen Zellen (z. B. Dämmstoffe aus geschlossenzelligem Schaum), die im Betrieb Produktdämpfen ausgesetzt sind, können diese Dämpfe absorbieren. Bei der Außerbetriebsetzung können diese Werkstoffe nicht vollständig inertiert werden und es können entzündliche Dämpfe freigesetzt werden. Außerdem kann sich die Brennbarkeit des Werkstoffs durch die Absorption von Produktdämpfen erhöhen.

Der Besteller des Tanksystems muss bei der Auswahl des Dämmsystems aus brennbaren, nicht vollständig inertierbaren Werkstoffen, die den Produktdämpfen ausgesetzt sind, die Risiken bei der Außerbetriebsetzung des Tanks aufgrund der erhöhten Brennbarkeit der Dämmung und der möglichen Gasdesorption kennen und bewerten.

Die folgenden Leistungsmerkmale der Bauteile des Dämmsystems müssen berücksichtigt werden:

- maximale Temperaturgrenzen für das Material: Schmelztemperatur, Zerfallstemperatur, Zündtemperatur;
- Verringerung der Tragfähigkeit bei erhöhter Temperatur (für tragende Dämmung);
- Feuerwiderstandseigenschaften der Dämmung (falls die Wärmedämmung auch für den Brandschutz ausgelegt ist).

Es dürfen nur zertifizierte Werkstoffe verwendet werden, und die Eigenschaften des Brandverhaltens müssen in den Prüfbescheinigungen angegeben sein. Für Verfahren zur Beurteilung des Brandverhaltens siehe Tabelle B.3.

4.4 Prüfung von Dämmstoffen und Dämmsystemen

4.4.1 Allgemeines

Das Gebrauchsverhalten der Dämmstoffe muss nachgewiesen werden durch:

- Prüfung im Laboratorium;
- Prüfung an einem Modell des Dämmsystems;

ANMERKUNG 1 Um das Verhalten eines Dämmsystems für einen Tank unter mehreren, miteinander kombinierten Einwirkungen zu beurteilen, ist es nicht immer ausreichend, nur einzelne Materialeigenschaften zu prüfen. Eine Prüfung an einem Modell ist eine alternative Lösung.

oder

- Prüfung am vollständig in den Tank eingebauten Dämmsystem.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Informationen können aus Berechnungen nach der Finite-Elemente-Methode gewonnen werden.

4.4.2 Prüfverfahren

Sofern verfügbar, müssen genormte Prüfverfahren nach Anhang B angewendet werden.

ANMERKUNG Im Anhang B wird die Prüfung der Leistungsmerkmale von Dämmstoffen/Dämmsystemen festgelegt. Weitere Prüfungen, die nur für bestimmte Produkte vorgesehen sind, werden nicht behandelt, z. B. die Messung der Dichte, die Ermittlung der Maße usw. Diese Angaben werden üblicherweise vom Hersteller der Dämmstoffe angegeben.

5 Schutz der Dämmung — Dampfsperre

5.1 Allgemeines

Da das Dämmsystem keine selbsttragende Baugruppe des Tanks ist, muss die Dämmung an anderen Teilen des Tanks befestigt werden, auf andere Teile aufgebracht, zwischen andere Teile eingefüllt oder durch andere tragende Bauteile (aus Beton und Stahl) abgestützt werden.

Außerdem müssen Dämmstoffe gegen verschiedene Arten einer möglichen Beeinträchtigung und Beschädigung geschützt werden, z. B. gegen:

- mechanische Beschädigungen;
- Wasseraufnahme durch Regen, Schnee usw.;
- Beeinträchtigung durch sonstige Klimafaktoren, z. B. Wind, Hagel, UV-Strahlung;
- Wasseraufnahme und Eisbildung durch Eindringen von Wasserdampf;
- Brandschäden.

Zum Schutz gegen diese Einwirkungen muss eine Abdeckung vorgesehen werden.

5.2 Vom Außentank gebildete Schutzkonstruktion

Bei vielen Ausführungen der Sicherheitshüllen für die Tanks stellt der Außentank die Schutz- und Stützkonstruktion für die Dämmung dar; in diesem Fall muss nachgewiesen werden, dass der Außentank ausreichend dicht ist.

Wenn der Außentank aus Beton besteht, der für Wasser- und Lagergutdampf durchlässig ist, müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den Beton gegen Wasserdampf und Lagergutdampf dicht zu machen.

Die Wasserdampf- und Lagergutdampfdichtheit muss erreicht werden entweder durch:

- eine metallische Auskleidung oder
- eine Polymer-Dampfsperre (PVB).

ANMERKUNG Siehe auch EN 14620-3.

5.3 Schutzabdeckung für die äußere Dämmung

Wenn die Dämmung außen angebracht wird, muss eine geeignete Abdeckung vorgesehen werden. Diese Abdeckung muss einen Schutz gegen alle Einwirkungen bieten, die die Güte/Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Dämmung nachteilig beeinflussen könnten.

Folgende Einflüsse müssen berücksichtigt werden:

- a) Witterungseinflüsse:
 - 1) Wasserdampf;
 - 2) Regen, Schnee, Hagel;
 - 3) Wind, Sturm;
 - 4) Sonnen-, UV-Strahlung;
- b) andere atmosphärische Einflüsse:
 - 1) Verunreinigung;
 - 2) Korrosion;
- c) mechanische Beschädigungen durch Menschen, Vögel usw.;
- d) Brandschäden.

Weil der für die kalte Dämmung gefährlichste Angriff durch Wasserdampf erfolgt, der unsichtbar ist und ständig wirkt, muss das Eindringen von Wasserdampf verhindert/verringert werden. Bei den meisten Dämmsystemen muss eine dichte Wasserdampfsperre (WVB) an der Außenseite der Dämmung eingebaut werden, um das Eindringen von Wasserdampf zu unterbinden/minimieren. Diese Wasserdampfsperre muss entweder gesondert oder als Teil der Schutzabdeckung ausgeführt werden.

Bei einem mittleren Wasserdampf-Differenzdruck in dem Bereich, in dem der Tank angeordnet ist, darf die Durchlässigkeit durch eine Wasserdampfsperre in 24 h höchstens $0,5 \text{ g/m}^2$ betragen.

Schutzabdeckung und Wasserdampfsperre der äußeren Dämmung des Tanks müssen aus

- einem Metall (isolierende Verkleidung) oder
- einem Nichtmetall (dampfabsperrende Beschichtung, dampfabsperrende dauerelastische Fugenmassen) oder aus
- einer Kombination von beidem bestehen.

ANMERKUNG Bei bestimmten Dämmsystemen kann auf diese Wasserdampfsperre verzichtet werden, wenn überzeugend nachgewiesen wurde, dass das Dämmsystem selbst wasserdampfdicht ist und bleibt.

6 Auslegung des Dämmsystems

6.1 Allgemeines

Im Allgemeinen müssen für die Auslegung des Tankdämmsystems die üblichen baulichen und thermischen Anforderungen eingehalten werden. Zusätzlich müssen die Anforderungen an Einbauverfahren, Inbetriebnahme und Außerbetriebsetzung (Inertisieren, Freisetzung von Gas) berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Das Dämmsystem kann entsprechend der ausgewählten Sicherheitshülle und dem jeweils zu dämmenden Teil des Tanks (Boden, Wand, Dach) sehr unterschiedlich ausgelegt werden. Es ist schwierig, für alle Arten von Sicherheitshüllen alle zu beachtenden Einzelheiten festzulegen, und es wurde vereinbart, nur die nachfolgend erwähnten allgemeinen Anforderungen zu erfassen.

Alle weiteren Anforderungen im Zusammenhang mit der jeweils vorhandenen Sicherheitshülle, dem jeweils betrachteten Teil des Tanks, dem ausgewählten Dämmstoff und sonstigen projektbezogenen Faktoren, die Teil der gesamten Auslegung der Tankdämmung sind, müssen in der Projektspezifikation eindeutig festgelegt werden.

6.2 Thermische Auslegung

Bei der thermischen Auslegung müssen folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- das maximal zulässige Sieden (Verdampfungsrate);
- die niedrigste Auslegungstemperatur für die Bauteile des Außentanks;
- die Verhinderung von Eisbildung/Kondensation an den Tankaußenflächen;
- die Verhinderung des Gefrierens des Bodens.

Der Besteller muss die maximal zulässige Verdampfungsrate je Tag und die zu berücksichtigenden äußeren Klimabedingungen festlegen.

Die thermische Auslegung muss zu einem Dämmsystem führen, das alle oben aufgeführten Anforderungen erfüllt, indem die insgesamt zulässige Wärmeaufnahme über die verschiedenen Teile des Tanks verteilt wird.

Falls bei der thermischen Auslegung des Tanks zusätzlich zu dem durch das Dämmsystem erreichten Wärmedurchlasswiderstand auch der Wärmedurchlasswiderstand anderer Teile des Tanks berücksichtigt wird, z. B. der Bauteile (aus Beton) oder der Dampf Räume innerhalb des Tanks, müssen nur die Bauteile in ihrer jeweiligen Position im Tank und im relevanten Temperaturbereich erfasst werden, deren Wärmedurchlasswiderstand nachgewiesen ist.

6.3 Konstruktive Auslegung

6.3.1 Allgemeines

Die konstruktive Auslegung des Dämmsystems muss auf der Theorie der zulässigen Spannungen beruhen.

6.3.2 Tragende Dämmung/Druckeinwirkung

6.3.2.1 Allgemeines

Auf bestimmte Teile der Tankdämmung müssen Drucklasten ausgeübt werden, und zwar:

- für alle Arten von Sicherheitshüllen: auf die Dämmung des Tankbodens;
- für Membrantanks: auf die Dämmung von Tankboden und -wand;
- für Boden und Wand: auf ein Kälteschutzsystem (TPS).

6.3.2.2 Theorie der zulässigen Spannung

6.3.2.2.1 Für spröde Materialien (z. B. Schaumglas)

Die Mindest-Gesamtsicherheitsbeiwerte zwischen der Nenn-Druckfestigkeit σ_n und der Auslegungs-Druckspannung müssen wie folgt sein:

bei üblichem Betrieb:	3,00
bei der hydrostatischen Prüfung:	2,25
bei Erdbeben (OBE):	2,00
bei Erdbeben (SSE):	1,50

ANMERKUNG Im Gesamtsicherheitsbeiwert ist der Einfluss der verschiedenen Dämmschichten, der Montage, der Materialunterschiede und der Prüfungsunterschiede berücksichtigt.

Zwischen den Dämmschichten aus sprödem Material eingebautes Zwischenlagenmaterial kann die Druckfestigkeit des Dämmsystems verringern. Daher muss der Auftragnehmer des Tanksystems die Nenn-Druckfestigkeit des Dämmstoffs σ_n unter Berücksichtigung von Auswirkungen durch das Zwischenlagenmaterial bestimmen.

Die Nenn-Druckfestigkeit σ_n muss folgendermaßen bestimmt werden:

- die Druckfestigkeit muss nach EN ISO 29469:2022, Anhang A, unter Verwendung von Zwischenlagenmaterial anstelle eines Prüfblocks mit Bitumen- oder Putzbeschichtung bestimmt werden. Das für das Tankdämmsystem vorgesehene Zwischenlagenmaterial muss über und unter der geprüften Probe des Dämmstoffs platziert werden. Die Ergebnisse werden als maximale Druckfestigkeit σ_m angegeben;
- der Mittelwert aus einer statistisch ausreichenden Anzahl dieser Prüfungen wird als Nenn-Druckfestigkeit σ_n dieses Dämmstoffs bezeichnet; dieser Wert muss vom Hersteller angegeben werden.

Auch die untere Anforderungsgrenze (Mittelwert abzüglich der zweifachen Standardabweichung) muss angegeben werden. Falls dieser Wert kleiner ist als 67 % von σ_n , muss σ_n als das 1,5fache der unteren Anforderungsgrenze festgelegt werden. Kriechprüfungen können entfallen, sofern nachgewiesen wird, dass das Material nicht kriechbeansprucht wird.

Für die Druckspannungsprüfung muss der Mindestumfang der Prüfungen für Schaumglasprodukte, die in Bodendämmsystemen verwendet werden, den Anforderungen nach ISO 3951-1 entsprechen. Es muss ein Annahmestichprobenplan nach dem s-Verfahren auf der Grundlage des Stichprobenumfangs verwendet werden, das allgemeine Prüfniveau muss mindestens Prüfniveau I entsprechen. Die Anzahl der Stichproben muss auf der Grundlage der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL, en: acceptance quality limit) von 1,0 % gewählt werden, wobei mindestens eine reduzierte Prüfung gewählt werden muss.

ANMERKUNG Empfehlungen für die Qualifizierung der Druckfestigkeit von Tankdämmsystemen aus sprödem Material sind in Anhang C enthalten.

6.3.2.2.2 Für kriechanfällige Materialien (z. B. PUF, PVC usw.)

PUF/PVC-Dämmstoffe müssen mindestens der EN 14308 entsprechen.

Das Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung muss nach EN 1606 bestimmt werden.

Die während der Kriechversuche aufgebrachte Druckbeanspruchung muss als die Nenn-Druckfestigkeit σ_n bestimmt und mit dem zulässigen Lastbeiwert (PLDF, en: permissible load factor) multipliziert werden.

- a) Die Nenn-Druckfestigkeit σ_n muss durch eine Kurzzeit-Druckprüfung wie folgt bestimmt werden:
- 1) die Druckfestigkeit muss nach EN ISO 29469:2022 bestimmt werden; die Ergebnisse werden als σ_m (maximale Druckfestigkeit) oder als σ_{10} angegeben (Druckspannung bei 10 % Stauchung);
 - 2) die Nenn-Druckfestigkeit σ_n des Materials muss als der Mittelwert aus einer statistisch ausreichenden Anzahl von Prüfungen errechnet werden; dieser Wert muss vom Hersteller angegeben werden;
 - 3) der Hersteller muss auch die untere Anforderungsgrenze σ_{\min} angeben (Mittelwert abzüglich der zweifachen Standardabweichung). Falls dieser Wert kleiner ist als 67 % von σ_n , muss σ_n als das 1,5fache der unteren Anforderungsgrenze festgelegt werden.
- b) Der PLDF (zulässiger Lastbeiwert) für einen bestimmten Dämmstoff muss durch wiederholte Kriechversuche nach dem Versuchs- und Irrtums-Verfahren bestimmt werden. Zunächst muss ein PLDF basierend auf Kenntnissen der physikalischen Struktur des Materials und/oder auf verfügbaren Daten angenommen werden.

ANMERKUNG Für tragende PUF-Dämmstoffe beträgt der PLDF beispielsweise etwa 0,30.

Zum Nachweis der Richtigkeit dieses angenommenen PLDF müssen Langzeit-Kriechversuche bei einer Druckbeanspruchung gleich $\sigma_n \times \text{PLDF}$ durchgeführt werden.

Die Langzeit-Kriechversuche bei dieser Druckbeanspruchung müssen bestätigen, dass das Kriechen des Dämmstoffs unter dieser Druckbeanspruchung, extrapoliert auf die erwartete Lebensdauer der Dämmung, die Proportionalitätsgrenze des Dämmstoffs oder einen Wert von 5 %, je nachdem, welcher Wert niedriger ist, nicht überschreitet.

Falls die Langzeit-Kriechversuche bestanden werden, muss der PLDF für diesen Dämmstoff verwendet werden.

Wenn sich jedoch bei den ersten Kriechversuchen zeigt, dass das Kriechvermögen die festgelegten Grenzen überschreitet, muss der betreffende Dämmstoff unter einer niedrigeren Druckbeanspruchung erneut geprüft werden, bis der für diesen Dämmstoff korrekte PLDF ermittelt ist.

Nach Ermittlung des korrekten zulässigen Lastbeiwerts (PLDF) wird die zulässige Last (PLD) nach folgender Gleichung bestimmt:

$$PLD = \sigma_n \times PLDF$$

Nachdem die zulässige Last für den Dämmstoff festgelegt wurde, müssen folgende Sicherheitsbeiwerte für den Bereich zwischen zulässiger Last und Auslegungsdrucklasten angewendet werden:

bei üblichem Betrieb:	1,25;
bei der hydrostatischen Prüfung:	1,00 (Dauer \leq 1 Monat);
bei Erdbeben (OBE):	kein Faktor, aber Druckbeanspruchungen dürfen $\sigma_{\min}/1,25$ nicht überschreiten;
bei Erdbeben (SSE):	kein Faktor, aber Druckbeanspruchungen dürfen σ_{\min} nicht überschreiten.

6.3.3 Tragende Dämmung/sonstige Einwirkungen

Wenn die Dämmung des Tanks einer Kombination aus vertikalen und horizontalen Kräften ausgesetzt werden muss, tritt eine Scherbeanspruchung auf. Dies trifft für Tankböden zu, die Erdbebeneinwirkungen ausgesetzt sind.

ANMERKUNG Die Dämmung kann auch durch andere Einwirkungen beansprucht werden (z. B. Wind, thermische Einwirkungen, Verformung usw.).

Die sich ergebenden Spannungen müssen für jeden speziellen Fall bestimmt werden.

Die Sicherheitsbeiwerte für die Theorie der zulässigen Spannung müssen fallweise bestimmt werden.

6.4 Dämmung für alle Tankbauteile

6.4.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den oben aufgeführten allgemeinen Anforderungen an die Auslegung müssen die nachstehenden besonderen Anforderungen an die verschiedenen Tankbauteile berücksichtigt werden.

6.4.2 Stützring unter der Tankwand

6.4.2.1 Konstruktive Auslegung

Bei der konstruktiven Auslegung müssen berücksichtigt werden:

- seitliche Kräfte (Schwindung des Tanks, Erdbeben);
- die mögliche Bewegung des Tankmantels (Wind, Befüllung/Entleerung, Erdbeben);
- Wasser- und Wasserdampfsperren für den Stützring.

6.4.2.2 Thermische Auslegung

Bei einer auf dem Boden getragenen Grundplatte muss ein Heizsystem installiert werden, um sicherzustellen, dass die Temperatur unter der Gründung nicht unter 0 °C fällt, mit der Ausnahme von 7.1.10 nach prEN 14620-1:2022 in kalten Klimaregionen. Die Auslegung muss so vorgenommen werden, dass eine „kalte Stelle“ unter dem Stützring minimiert/verhindert wird.

6.4.2.3 Vertikal durch den Stützring geführte Verankerungen

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Verringerung der Einflüsse durch Kältebrücken;
- Verhinderung des Eindringens von Wasser/Wasserdampf;
- Flexibilität der Anker.

6.4.3 Bodendämmung

6.4.3.1 Konstruktive Auslegung

Bei der konstruktiven Auslegung müssen berücksichtigt werden:

- die Ebenheit der Oberfläche unterhalb der Dämmung (z. B. mögliche Verwerfungen der Stahlauskleidung);
- die Ebenheit der einzelnen Dämmstoffschichten;
- die Anwendung von Hilfsmaterialien zur Verbesserung der Tragfähigkeit und Lastübertragung (z. B. Zwischenlagen zwischen den einzelnen Dämmstoffschichten);
- Wasser- und Wasserdampfsperren;
- Inertisierungseinrichtungen, falls festgelegt;
- das Kälteschutzsystem (TPS), falls festgelegt.

ANMERKUNG Für nichtmetallische TPS-Flüssigkeitssperren, siehe Anhang D.

6.4.3.2 Thermische Auslegung

Die Dicke der Bodendämmung muss in Abhängigkeit von der gesamt zulässigen Wärmeaufnahme und der Anforderung zur Verringerung von Kondensation/Eisbildung bestimmt werden. Dabei muss die Wand- und Dachdämmung berücksichtigt werden.

Die Verringerung der Dicke der Bodendämmung unter dem tragenden Ring des Primärbehälters muss bei den Berechnungen der Gesamt-Wärmeundichtigkeit des Tanks berücksichtigt werden. Die Auswirkungen einer möglichen Temperatursenkung unterhalb des tragenden Rings müssen bewertet werden.

Bei Tanks, die auf dem Boden aufliegen, ist besonders zu beachten, dass Frosthub unterhalb des Tankbodens verhindert wird. Die Auslegung der Dämmung in Kombination mit dem Heizsystem der Gründung muss sicherstellen, dass die Bodentemperatur unterhalb des Tankbodens über 0 °C liegt, mit der in 7.1.10 von prEN 14620-1:2022 festgelegten Ausnahme für kalte Klimaregionen. Für erhöhte Gründungen siehe prEN 14620-1:2022, 7.1.9, Anmerkung 5.

6.4.4 Dämmung des Mantels (außen)

6.4.4.1 Konstruktive Auslegung

Bei der konstruktiven Auslegung müssen berücksichtigt werden:

- a) die thermisch-mechanischen Spannungen, die auf die Dämmung durch Maßänderungen des Tanks (und seiner Verankerungen) einwirken;
- b) das Verfahren und die Festigkeit der Befestigung der Dämmung am Tankmantel, wobei zu berücksichtigen sind:

- 1) die Eigengewichtsmasse der Dämmung (einschließlich der Schutzabdeckung gegen Witterungseinflüsse);
 - 2) Windlasten;
 - 3) Einwirkungen durch Regen, Schnee, Eis;
- c) die Einbeziehung und der Schutz einer ausreichenden Wasserdampfsperre.

6.4.4.2 Thermische Auslegung

Die Dicke der Manteldämmung muss in Abhängigkeit von der gesamt zulässigen Wärmeaufnahme und der Anforderung zur Verringerung von Kondensation/Eisbildung bestimmt werden. Dabei muss die Boden- und Dachdämmung berücksichtigt werden.

6.4.4.3 Festgelegte Feuerbeständigkeit

Der Besteller muss unter Berücksichtigung der örtlichen Umstände (benachbarte Einrichtungen, Rohrleitungen usw.) die Feuerbeständigkeit der äußeren Dämmung des Mantels festlegen.

6.4.4.4 Betrachtungen zum Einbau

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Eignung des ausgewählten Dämmsystems, um den Witterungs- und den atmosphärischen Bedingungen am vorgesehenen Standort für die erwartete Lebensdauer der Dämmung standzuhalten;
- die während der Dämmarbeiten erwarteten Witterungsbedingungen müssen bei Auswahl der Dämmstoffe und des Dämmsystems berücksichtigt werden.

6.4.5 Mantel-Wand-Dämmung (innen)

6.4.5.1 Konstruktive Auslegung

Wenn die Mantel-Wand-Dämmung eine konstruktive Funktion hat, gelten die Bestimmungen nach 6.4.3.1.

6.4.5.2 Thermische Auslegung

Die Dicke der Manteldämmschicht muss in Abhängigkeit von der gesamt zulässigen Wärmeaufnahme und der Anforderung zur Verringerung von Kondensation/Eisbildung bestimmt werden. Dabei muss die Boden- und Dachdämmung berücksichtigt werden. In einigen Fällen muss die Dicke unter Berücksichtigung praktischer Erwägungen bestimmt werden (Dämmung mit losen Füllstoffen).

6.4.5.3 An der Innenfläche des Außentanks angebrachte Dämmung

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Verfahren und Festigkeit der Befestigung der Dämmung an der Wand des Außentanks, wobei zu berücksichtigen sind:
 - 1) Eigengewicht der Dämmung;
 - 2) Wärmespannungen;
- Schwindung/Ausdehnung der Wand des Außentanks;
- Dampfdichtheit und Flüssigkeitsdichtheit des Dämmsystems und der Wand des Außentanks;

- chemische Beständigkeit der Dämmung bei den im Ringraum herrschenden Bedingungen;
- Feuchtedichtheit.

6.4.5.4 An der Außenfläche des Innentanks angebrachte Dämmung

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- a) Verfahren und Festigkeit der Befestigung der Dämmung an der Wand des Außentanks, wobei zu berücksichtigen sind:
 - 1) Eigengewicht der Dämmung;
 - 2) Wärmespannungen;
- b) Schwindung/Ausdehnung der Wand des Innentanks;
- c) Wasserdampfdichtheit des Dämmsystems;
- d) Verträglichkeit der Dämmung mit den Produktdämpfen bei Exposition.

6.4.5.5 Dämmung durch lose Füllstoffe im Ringraum

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- thermisch-mechanische Spannungen, die auf die Dämmung durch Maßänderungen des Innentanks und möglicherweise des Außentanks wirken;
- Äußerer Druck auf den Innentank. Er nimmt durch die Wechselbeanspruchung des Tanks oder durch eine mögliche Außerbetriebsetzung (Ausdehnung) zu. Durch die Anwendung einer elastischen Isoliermatte kann er verringert werden. In diesem Zusammenhang sollte der Besteller die Anzahl der Inbetriebnahme und Außerbetriebsetzungszyklen festlegen. Der Auftragnehmer muss durch Prüfungen oder Berechnungen nachweisen, dass der auf den Tank wirkende angenommene Druck nur mäßig hoch ist;
- Die Setzung von Dämmung mit losen Füllstoffen kann durch die Anwendung von Rüttelverfahren beim Einbringen verringert werden. Ein gewisses Maß an Setzung wird jedoch stets auftreten. Für das Nachfüllen der Dämmung mit losen Füllstoffen während des Betriebs müssen Nachfüllstützen vorgesehen sein. Die Position der Stützen sollte vom Auftragnehmer festgelegt werden, um nachzuweisen, dass ein erfolgreiches Nachfüllen sichergestellt ist.

Bei Tanks mit abgehängtem Dach muss ein Schüttgutbehälter für die Dämmung mit losen Füllstoffen in geeigneter Größe vorgesehen sein, um die Notwendigkeit des Nachfüllens der Dämmung im Betrieb zu minimieren. Der Schüttgutbehälter muss so bemessen sein, dass die Dämmung mit losen Füllstoffen den Hohlraum aufgrund der thermischen Kontraktion des Primärbehälter während des Betriebs, der thermischen Ausdehnung des Sekundärbehälters/des Warmdampfbehälters aufgrund des Anstiegs der Umgebungstemperatur und der Sonneneinstrahlung, der Kompressibilität der elastischen Isoliermatten und möglicher Setzungen der Dämmung ausfüllen kann, und dass ein Mindestabstand von 300 mm zwischen der Dämmung mit losen Füllstoffen und der Oberseite des Primärbehälters sichergestellt ist. Das Gesamtvolumen des Schüttgutbehälters darf nicht weniger als 4 % des Gesamtvolumens der Dämmung mit losen Füllstoffen im Ringraum betragen.

ANMERKUNG 1 Der Druck und die Setzungen der Dämmung mit losen Füllstoffen im eingebauten Zustand hängen von seiner konsolidierten Dichte und seinem Feuchtegehalt ab. Wenn elastische Isoliermatten vorhanden sind, hängt das Ausmaß des seitlichen Drucks, den die Dämmung mit losen Füllstoffen auf die Tankwandstruktur ausübt, sowie das Ausmaß der Setzungen der Dämmung von der Kompressibilität der elastischen Isoliermatten und den Maßänderungen ab.

ANMERKUNG 2 Wenn Perlit als Dämmung durch losen Füllstoff verwendet wird, reicht das Volumen des Perlitbehälters nach der Vibration beim Einbau, berechnet unter der Annahme eines Perlit-Gleitwinkels von mindestens 70° gegenüber

der Horizontalen und einer 25 %igen Kontingenz über dem theoretisch erforderlichen Wert in der Regel aus, um eine ausreichende Menge Perlit zu erhalten, so dass kein Nachfüllen im Betrieb erforderlich ist.

ANMERKUNG 3 Bei einer Dämmung durch lose Füllstoffe wird die Dicke der Dämmung häufig durch praktische Erwägungen bestimmt (kleinster Arbeitsraum im Ringraum).

6.4.5.6 Tragende Dämmung (für Membrantanks)

Zusätzlich zu den Bestimmungen nach 6.4.5.1 und 6.4.5.3 muss folgendes berücksichtigt werden:

- die Ebenheit des tragenden Elements (z. B. mögliche Verformungen des Stahls oder des Betons, auf dem die Dämmung befestigt wird) und mögliche Korrekturmaßnahmen (z. B. durch den Einbau einer Ausgleichskomponente zwischen Platte und tragendem Element);
- die Verwendung eines geeigneten Dämmstoffs zum Füllen der Lücken zwischen den Platten aufgrund ihrer thermischen Kontraktion unter normalen oder außergewöhnlichen Bedingungen, so dass keine Kältebrücken entstehen können.

6.4.5.7 Sonstige Auslegungsbetrachtungen

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Absorption/Desorption des Lagerguts durch die Dämmung nach üblichem Betrieb oder im Fall einer Undichtigkeit;
- möglicherweise notwendige Inertisierung der Dämmung.

6.4.6 Dachdämmung (außen)

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- die Dicke der Dachdämmschicht muss in Abhängigkeit von der gesamt zulässigen Wärmeaufnahme und der Anforderung zur Verringerung von Kondensation/Eisbildung bestimmt werden;
- Wetterschutzabdeckung und Wasserdampfsperren müssen einbezogen werden;
- Eignung, den Witterungs- und atmosphärischen Bedingungen am vorgesehenen Standort standzuhalten;
- thermisch-mechanische Spannungen auf die Dämmung durch Maßänderungen des Tanks;
- Eignung für Begehbarkeit und Wartung;
- vom Besteller festgelegte Anforderungen an die Feuerbeständigkeit.

6.4.7 Dachdämmung am abgehängten Dach

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- die Dicke der Dachdämmung muss in Abhängigkeit von der gesamt zulässigen Wärmeaufnahme und der Anforderung zur Verringerung von Kondensation/Eisbildung bestimmt werden; die Dämmung muss für die vom Besteller festgelegten Umgebungsbedingungen ausgelegt sein;
- für einen zeitweiligen Zugang müssen spezielle Einrichtungen, wie z. B. Laufstege, vorgesehen werden;
- für die thermische Auslegung muss nicht nur die Wärmeleitfähigkeit des ausgewählten Dämmstoffs berücksichtigt werden, sondern auch mögliche Konvektionswärmebrücken oder Kältebrücken (Aufhängenvorrichtungen für abgehängte Dächer) usw.;

— mögliche Setzung (Schwindung) der Dämmung.

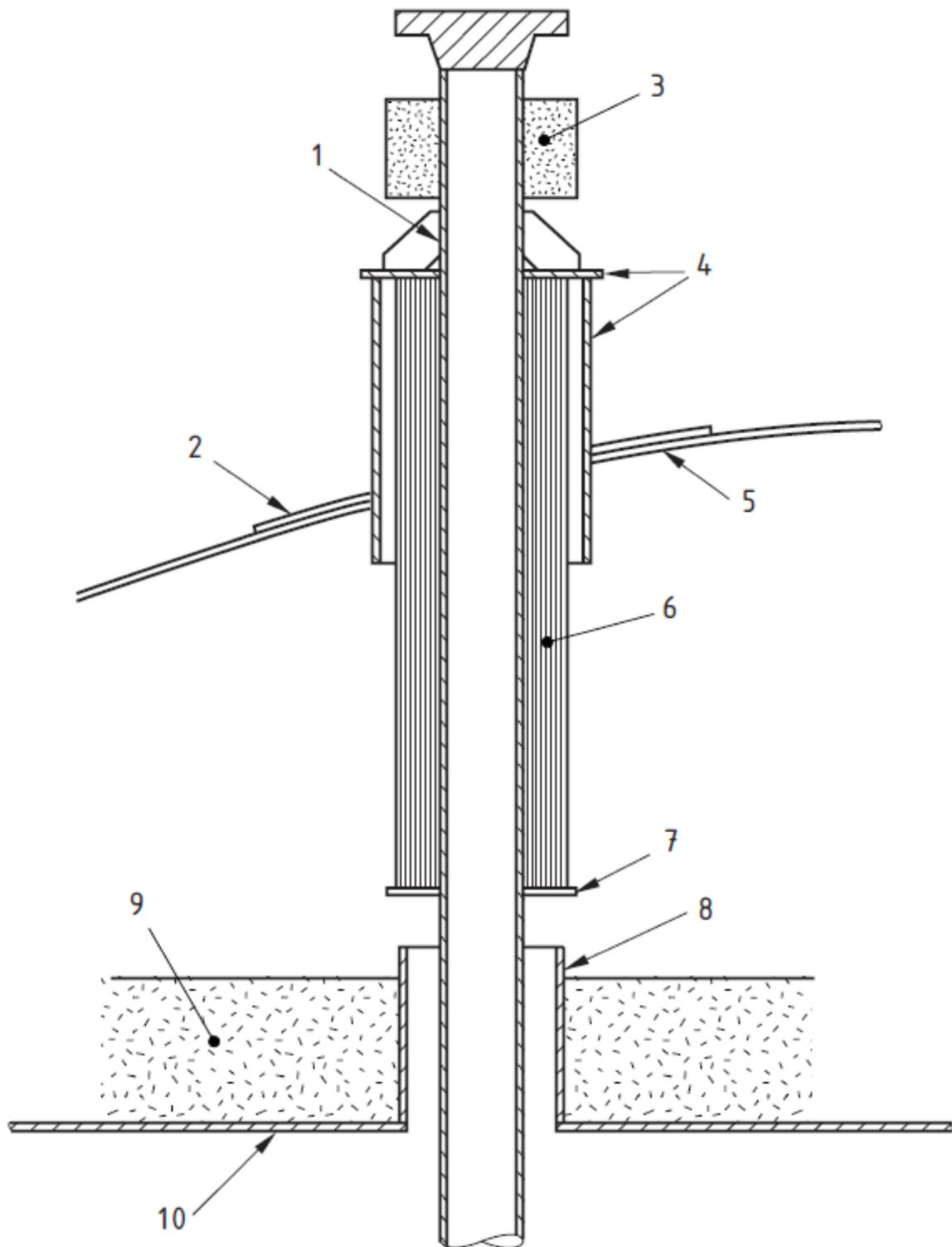
Besonders zu beachten sind Tanks, in denen eine innere Kondensation des Lagerguts im Kuppeldachraum auftreten kann, d. h. für Lagergut und unter Klimabedingungen, bei denen die äußere Umgebungstemperatur ständig oder periodisch niedriger ist als die Siedetemperatur des Lagerguts.

In diesem Fall muss die Dämmung des abgehängten Dachs (und des Decks) so ausgelegt werden, dass sie durch Kondensation nicht beeinflusst/beschädigt werden kann.

6.4.8 Dämmung bei Durchführungen und inneren Rohrleitungen

Bei seitlichen oder Dachdurchführungen müssen die Stützen der Prozessrohrleitungen, die für die Übertragung von kalter Flüssigkeit oder kaltem Dampf verwendet werden, gedämmt sein, um die Durchführungsstelle vor niedrigen Temperaturen zu schützen. Eine konzeptionelle Darstellung ist in Bild 1 enthalten.

Bei Tanks mit abgehängtem Dach müssen die internen Prozessrohrleitungen, die für den Transport von kalter Flüssigkeit oder kaltem Dampf verwendet werden, zwischen dem abgehängten Dach und dem Dach isoliert sein, um eine Abkühlung des Dampfes über dem abgehängten Dach zu verhindern. Bei einwandigen Tanksystemen, bei denen sich die Wanddämmung nur an der Außenseite des Primärbehälters befindet, müssen die Prozessrohrleitungen im Ringraum, der für die Übertragung kalter Flüssigkeiten oder kalter Dämpfe verwendet wird, ebenfalls gedämmt sein.



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Stutzenrohr (niedrige Temperatur) | 6 Innendämmung des Rohres |
| 2 Stutzenverstärkungsblech (Umgebungstemperatur) | 7 Stützring für die Dämmung |
| 3 Außendämmung des Rohres | 8 Verbindungsmuffe für das abgehängte Dach |
| 4 thermische Isolierung (kalt) | 9 Dämmung für das abgehängte Dach |
| 5 Kuppeldach (Umgebungstemperatur) | 10 abgehängtes Dach |

Bild 1 — Konzeptioneller Dachstutzen mit thermischer Isolierung

6.5 Auslegung für unterschiedliche Ausführungen von Sicherheitshüllen

Die Auslegung des Dämmsystems für unterschiedliche Ausführungen von Sicherheitshüllen muss an die unterschiedlichen Auslegungsanforderungen anzupassen sein.

ANMERKUNG Wegen der Vielzahl möglicher Sicherheitshüllen werden diese in dieser Europäischen Norm nicht einzeln behandelt.

Im Rahmen der Auslegung von Tank und Dämmung müssen für jeden individuellen Fall alle Auslegungsanforderungen für die jeweils ausgewählte Sicherheitshülle analysiert werden, und das Dämmsystem muss so ausgelegt werden, dass es all diese Auslegungsanforderungen erfüllt.

7 Einbau der Dämmung

7.1 Einleitung

Einige Anforderungen an den Einbau gelten für alle Dämmarten. Sie sind in diesem Dokument zusammengefasst. Andere Anforderungen, die nur für bestimmte Arten von Dämmstoffen gelten, werden in diesem Dokument behandelt.

7.2 Allgemeine Anforderungen

7.2.1 Werkstoffe

Alle Materialien müssen den Materialspezifikationen entsprechen. Dies ist durch Prüfung und Zertifizierung nachzuweisen.

Transport und Lagerung müssen so erfolgen, dass beim Einbau keine Beeinträchtigung (physikalisch oder chemisch oder auf andere Weise) der Eigenschaften gegenüber den Eigenschaften im Herstellungsstadium auftreten kann.

7.2.2 Bedingungen für die Arbeiten am Standort

Die Bedingungen, unter denen die Dämmarbeiten durchzuführen sind, müssen so festgelegt werden, dass die für die Arbeiten geforderte Ausführungsqualität eingehalten werden kann.

7.2.3 Schutz gegen Korrosion

Der Schutz gegen Korrosion muss auf alle Tankflächen, für die diese Behandlung erforderlich ist, vor Beginn der Dämmarbeiten aufgetragen und abgenommen werden.

Dämmarbeiten müssen nach Verfahren durchgeführt werden, die eine Beschädigung des Korrosionsschutzes ausschließen (oder es müssen Verfahren zur Reparatur des Korrosionsschutzes vorgesehen werden).

7.2.4 Bautoleranzen

Immer wenn eine Dämmung an Tankbauteilen anzubringen oder aufzutragen ist, müssen in der Auslegungsphase Form/Gestalt, Grad der Dämmung und Grenzmaße für das jeweilige Teil des Tanks genau festgelegt werden.

ANMERKUNG Siehe EN 14620-3 für Toleranzen für Tanks aus Beton und EN 14620-2 für Toleranzen für Tanks aus Stahl.

Die Dämmverfahren, vor allem für alle tragenden Dämmungen, müssen auch Verfahren zum Ausgleich von Unebenheiten und Maßabweichungen der Tankflächen einschließen.

7.2.5 Verhinderung von Beschädigungen

7.2.5.1 Allgemeines

Die Dämmung muss gegen Beschädigungen geschützt werden.

ANMERKUNG Im Allgemeinen sind die Dämmstoffe ziemlich gefährdet durch

- mechanische Beschädigung;
- Feuchtigkeit/Wasser/sonstige Witterungseinflüsse (einschließlich auch der Wasserdruckprüfung des Tanks);
- Feuer.

In den Verfahren, die sowohl beim Bau des Tanks als auch beim Einbau der Dämmung angewendet werden, müssen die Risiken, auf die in der oben angegebenen Anmerkung hingewiesen wird, ausreichend berücksichtigt und durch Ergreifen geeigneter Maßnahmen ausgeschaltet werden, bei:

- der Auslegung des Tanks;
- der Festlegung der Einzelheiten für die Dämmung;
- der Festlegung der Reihenfolge der Arbeiten beim Bau des Tanks;
- den Vorsorgemaßnahmen während der auf die Dämmarbeiten folgenden Arbeiten;
- projektspezifischen Sicherheitsverfahren.

7.2.5.2 Brandrisiko

Hinsichtlich der Brandrisiken sollten Heißenarbeiten nicht in der Nähe von Dämmungen durchgeführt werden, es sei denn, die Dämmungen sind vollständig nicht brennbar.

Wenn Heißenarbeiten in der Nähe der Dämmung nicht vermieden werden können, müssen Schutzmaßnahmen vorgesehen werden. Dies kann den Schutz der Dämmung gegen Zündquellen umfassen, die einen Brand verursachen können, einschließlich Flammen, Hitze und Funkenflug.

Die Schutzmaßnahmen müssen vom Besteller und der örtlichen Brandschutzbehörde genehmigt werden.

ANMERKUNG Für die Außerbetriebsetzung zur Reparatur und Demontage enthält EN 14620-5 Maßnahmen zum Intertisieren der Dämmung gegen Brandgefahr.

7.3 Inspektion und Prüfung

Ein ausführlicher Ablaufplan für Inspektionen und Prüfungen ist aufzustellen. Er muss mit den Anforderungen an die Auslegung und die Leistungsmerkmale übereinstimmen, auf denen die Auslegung der Dämmung beruht.

Für Verfahren zur Prüfung der leistungsbezogenen Materialeigenschaften siehe Anhang B.

Die Konformität von Materialeigenschaften, die sich nicht auf das Gebrauchsverhalten beziehen, z. B. die Überprüfung der Maße, muss nach vom Hersteller festgelegten Verfahren überprüft werden.

**Anhang A
(informativ)**

Dämmstoffe

Folgende Tabelle A.1 bis Tabelle A.3 enthält Informationen über typische Möglichkeiten zur Auswahl von Dämmstoffen für unterschiedliche Konfigurationen von Tanksystemen und die verschiedenen Dämmbauteile.

Tabelle A.1 — Einwandiger Tank und einwandiger Tank mit Auffangtasse

Dämmstoff	Stützring unter der Tankwand	Boden- dämmung	Dachdämmung		Manteldämmung	
			Außen	Innen (mit abgehäng- ter Decke)	Außen an Tanks mit einfachem Stahlmantel	Tanks mit doppeltem Stahlmantel
Hartholz	X					
Blöcke/Tragelemente aus Perlitbeton	X					
Blöcke/Tragelemente aus Leichtbeton	X					
Stahlbeton	X ^a					
Schaumglas	X ^b	X	X		X	X
Perlit, aufgebläht				X		X
Matten aus Mineralwolle				X		X ^c
Glasfasermatte				X		
PVC-Schaum – MD		X				
– HD	X ^b	X				
PUF/PIR – ND BL-SPR-FIP			X		X	X
– MD BL-SPR			X		X	X
– HD BL-SPR	X ^b	X				
– GR BL	X ^b	X				
Phenolschaum					X	
Polystyren – aufgeschäumt					X ^d	
Polystyren stranggepresst – ND					X ^d	

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Dämmstoff	Stützring unter der Tankwand	Boden-dämmung	Dachdämmung		Manteldämmung	
			Außen	Innen (mit abgehängter Decke)	Außen an Tanks mit einfachem Stahlmantel	Tanks mit doppeltem Stahlmantel
- HD		X				
Symbole/Abkürzungen						
BL = Blöcke						
FIP = vor Ort aufgeschäumt						
GR = glasfaserverstärkt						
HD = mit hoher Dichte						
MD = mit mittlerer Dichte						
ND = mit normaler Dichte						
SPR = aufgespritzt						
a Anzuwenden als Platte zur Lastverteilung über dem darunter liegenden Wärmedämmstoff.						
b Anzuwenden unter einer Platte zur Lastverteilung.						
c Mineralwollmatten können als elastische Bahn zwischen einer Perlitdämmung und dem Innentankmantel angewendet werden.						
d Nur für einwandige Tanks mit doppelter Sicherheitshülle (begrenzt temperaturbeständig).						

Tabelle A.2 — Doppelwandige Tanks mit vollständiger Sicherheitshülle

Dämmstoff	Stützring unter der Tankwand	Boden-dämmung	Dachdämmung		Mantel-Wand-Dämmung		Wärmeschutzsystem	
			An der abgehängten Decke	An der Innentankkuppel	Im Zwischenraum	An der Wandinnenseite	Ohne flüssigkeits-/dampfdichte Sperre	Mit flüssigkeits-/dampfdichter Sperre
Hartholz	X							
Blöcke/Tragelemente aus Perlitbeton	X ^f							
Blöcke/Tragelemente aus Leichtbeton	X							
Stahlbeton	X ^a							
Schaumglas	X ^b	X						X
Perlit, aufgebläht			X	X	X			
Matten aus Mineralwolle			X	X	X ^c			
Glasfaserplatten			X	X	X			
Polystyren					X			
PVC-Schaum – MD		X						X ^e
— HD	X ^b	X						X ^e
PUF/PIR – ND BL-SPR-FIP								
— MD BL-SPR						X ^{d,e}	X ^{d,e}	X ^e
— HD BL-SPR	X ^b	X				X ^{d,e}	X ^{d,e}	X ^e

- Entwurf -

E DIN EN 14620-4:2023-03
prEN 14620-4:2023 (D)

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

Dämmstoff	Stützring unter der Tankwand	Boden-dämmung	Dachdämmung		Mantel-Wand-Dämmung		Wärmeschutz-system	
			An der abgehängten Decke	An der Innentankkuppel	Im Zwischenraum	An der Wandinnenseite	Ohne flüssigkeits-/dampfdichte Sperre	Mit flüssigkeits-/dampfdichter Sperre
— GR BL	X ^b	X					X ^{d,e}	X ^e
Symbole/Abkürzungen								
BL = Blöcke								
FIP = vor Ort eingegossen								
GR = glasfaserverstärkt								
HD = mit hoher Dichte								
MD = mit mittlerer Dichte								
ND = mit normaler Dichte								
SPR = aufgespritzt								
<p>^a Anzuwenden als Platte zur Lastverteilung über dem darunter liegenden Wärmedämmstoff.</p> <p>^b Anzuwenden unter einer Platte zur Lastverteilung.</p> <p>^c Mineralwollmatten können als elastische Bahn zwischen einer Perlitdämmung und dem Innentankmantel angewendet werden.</p> <p>^d Nur für besondere Sorten von aufgespritzten, fugenlosen, dampf- und flüssigkeitsdichten Dämmsystemen.</p> <p>^e Vorbehaltlich der in 4.3.8 genannten Einschränkungen.</p> <p>^f Kann beschädigt werden, ist schwer zu handhaben und mit Vorsicht zu verwenden.</p>								

Tabelle A.3 — Membrantanks

Dämmstoff	Boden-dämmung	Wand-dämmung	Dachdämmung		Wärmeschutz-system
			Abgehängte Decke	Innerhalb des Kuppeldachs	
Hartholz					
Schaumglas					
Perlit, aufgebläht			X		
Matten aus Mineralwolle			X		
Glasfasermatten			X		
PVC-Schaum – MD	X	X			X
— HD	X	X			X
PUF/PIR – ND BL – SPR		X ^a		X	
— MD BL – SPR		X			X
— HD BL – SPR	X	X			X
— GR BL – SPR	X	X			X
Symbole/Abkürzungen					
BL = Blöcke					
HD = mit hoher Dichte					
MD = mit mittlerer Dichte					
ND = mit normaler Dichte					
GR = glasfaserverstärkt					
^a Nur im oberen Wandbereich.					

**Anhang B
(normativ)**

Prüfverfahren

Tabelle B.1 — Prüfung des Verhaltens in Lagergutatmosphäre

Eigenschaften	Besondere Anforderungen	Prüfverfahren
Absorption und Desorption		
1 Anteil geschlossener Zellen	Vor dem Eintauchen Nach dem Eintauchen	a
2 Absorption/Desorption des flüssigen Lagerguts	Eintauchen in die Flüssigkeit bei festgelegter Temperatur, festgelegtem Druck und festgelegter Dauer	a
Auswirkungen des Eintauchens in Dämpfe/Flüssigkeiten		
3 Veränderung des Anteils geschlossener Zellen	Vor/nach dem Eintauchen unter festgelegten Bedingungen	a
4 Veränderung der Druckfestigkeit	Vor/nach dem Eintauchen unter festgelegten Bedingungen	a
5 Veränderung der Wärmeleitfähigkeit	Vor/nach dem Eintauchen unter festgelegten Bedingungen	a
ANMERKUNG Bis eine ISO-/EN-Norm vorliegt, kann DIN 53428 angewendet werden.		
a Für jedes spezifische RLG-Produkt sind bestimmte Prüfverfahren vorzuschlagen.		

Tabelle B.2 — Prüfung der chemischen Eigenschaften

Eigenschaften	Besondere Anforderungen	Prüfverfahren
1 Chemische Beständigkeit der Dämmung gegenüber a) Wasser b) Wasser mit Verunreinigungen c) RLG-Dämpfe — Flüssigkeiten d) Inertisierungsgase		EN ISO 16535 ist vorzuschlagen ist vorzuschlagen ist vorzuschlagen ist vorzuschlagen
2 Korrosionsbeständigkeit der Dämmbauteile		ist vorzuschlagen
3 Auslaugbare Substanzen in der Dämmung		EN ISO 12624

Tabelle B.3 — Prüfung der Feuerbeständigkeit/des Brandverhaltens

Eigenschaften	Prüfverfahren	Beschreibung des Anwendungsbereichs
Brandverhalten	EN 13501-1	Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
	EN ISO 1182	Prüfverfahren zur Bestimmung des Nichtbrennbarkeitsverhaltens
	EN ISO 1716	Prüfung zur Bestimmung der Verbrennungswärme
Feuerwiderstand	EN 1993-1-2	Allgemeine Regeln für passive Verfahren für den Brandschutz
	EN 13501-2	Klassifizierung des Brandverhaltens mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen
	EN 13381-4	Prüfverfahren für Brandschutzsysteme, die nur passive Materialien umfassen
	EN 1363-1	Allgemeine Grundsätze für die Bestimmung des Feuerwiderstands bei normaler Brandbeanspruchung
	EN 1363-2	Alternative Brandbeanspruchungen, wie z. B. Hydrokarbon-Brandeinwirkung für Feuerwiderstandsprüfungen
Oberflächenbrand	ASTM E84 ^a	Prüfverfahren zur Bestimmung des Brandverhaltens durch Beobachtung der Flammenausbreitung

^a Derzeit gibt es keine gleichwertigen Europäischen Normen.

Anhang C (informativ)

Empfehlungen für die Qualifizierung der Druckfestigkeitsprüfung von Tankdämmsystemen aus sprödem Material

Die folgenden Empfehlungen dienen dazu, den Lieferanten des Tanksystems bei der Qualifizierung eines Schaumglasprodukts von einem nicht zuvor qualifizierten Dämmstoffanbieter zu unterstützen:

- 1) Der Anbieter sollte nachweisen, dass die gelieferte Schaumglasdämmung die Anforderungen nach EN 14305:2015 erfüllt.
- 2) Um die Auswirkungen eines anderen Abdeckmaterials als Heißbitumen auf die Druckfestigkeit von Schaumglas festzustellen, sollte der Lieferant des Tanksystems zusätzliche Druckfestigkeitsprüfungen für Schaumglas mit demselben Abdeckmaterial wie bei der tatsächlichen Installation durchführen.

Wie in EN 14305:2015 empfohlen, können der Nennwert der Druckfestigkeit C.3 und die Standardabweichung aus fünf Prüfreiheiten ermittelt werden, die jeweils die Anzahl der Proben nach Tabelle 6 in EN 14305:2015 enthalten. Es sollte ein Anpassungsfaktor für die Nenn-Druckfestigkeit bestimmt werden.

- 3) Es sind Druckfestigkeitsprüfungen für Schaumglas bei kryogener Temperatur durchzuführen, um zu bestimmen, ob die kryogene Temperatur im Vergleich zur Umgebungstemperatur eine nachteilige Wirkung auf das Schaumglas hat.

Es wird mindestens eine Prüfreihe mit einer Anzahl von Probekörpern nach EN 14305:2015, Tabelle 6, empfohlen. Die Tieftemperaturprüfung sollte entweder nach dem Verfahren der Norm EN ISO 29469:2022, Anhang A, oder nach demselben Verfahren mit einem tatsächlichen Abdeckmaterial durchgeführt werden. Die nachteilige Auswirkung der kryogenen Temperatur kann durch Vergleich mit dem Druckfestigkeitswert, der von einem Anbieter von Schaumglas entsprechend Punkt 1 (im Falle einer Heißbitumenabdeckung) empfohlen wird, oder durch Prüfungen entsprechend Punkt 2 (im Falle einer alternativen Abdeckung) bestimmt werden.

Es können mehrere Prüfreiheiten erforderlich sein, wenn die Ergebnisse einer einzigen Prüfreihe nicht aussagekräftig sind.

- 4) Wenn ein Mehrschichtsystem erwogen wird, sind die Auswirkungen auf die Druckfestigkeit des Dämmsystems aufgrund des mehrschichtigen Einbaus durch Mehrschichtprüfungen bei Umgebungstemperatur zu ermitteln. Bei Dämmsystemen mit drei oder mehr Schichten wird die Prüfung eines 3-Schicht-Systems empfohlen. Es wird mindestens eine Prüfreihe mit einer Anzahl von Probekörpern nach EN 14305:2015, Tabelle 6, empfohlen.

Für die Auslegung sollte der vom Hersteller des Schaumglases berichtete Wert der Nenn-Druckfestigkeit nach den Ergebnissen der Eignungsprüfung entsprechend den vorstehenden Punkten 2 bis 4 angepasst werden.

Der Lieferant des Tanksystems kann die unter den Punkten 2 bis 4 aufgeführten Prüfungen entweder an einen Anbieter von Schaumglas oder an eine qualifizierte dritte Partei übertragen.

Anhang D (informativ)

Nichtmetallische Flüssigkeitssperre des Kälteschutzsystem

D.1 Allgemeines

Nach prEN 14620-1:2022, 7.1.11, kann ein TPS für Tanksysteme mit einem Sekundärbehälter aus Beton oder einem Membrantank-Außenbehälter erforderlich sein, um den starren Eckteil des Betontankbodens im Falle einer größeren Undichtheit des Primärbehälters oder der Membransperre zu schützen.

Ein derartiges TPS muss aus einer flüssigkeitsdichten Sperre bestehen, um das Eindringen von ausgetretener Flüssigkeit zu verhindern, und aus einem Dämmstoff, um die Betonecke vor niedrigen Temperaturen zu schützen.

Die flüssigkeitsdichte Sperre des TPS kann aus metallischen oder nichtmetallischen Materialien bestehen, die geeignet sind, der Produkttemperatur ausgesetzt zu werden.

Das nichtmetallische Kälteschutzsystem ist die Standardauslegung für Membrantanksysteme des Typs M-CC, obwohl es nicht auf diese Art von Tanksystemen beschränkt ist und auch auf andere Tanksystemtypen angewendet werden kann.

Das nichtmetallische TPS ist in der Regel eine nicht-strukturelle flüssigkeitsdichte Sperre, die entweder von einer tragenden Dämmung oder einem anderen tragenden Bauteil gestützt wird. Allerdings muss das nichtmetallische TPS-System eine ausreichende strukturelle Festigkeit aufweisen, um unter den in D.2.2 festgelegten Bedingungen flüssigkeitsdicht zu bleiben.

Die Leistung eines nichtmetallischen TPS-Systems, einschließlich der Flüssigkeitsdichtheit und der strukturellen Integrität, muss durch geeignete Modellprüfungen nachgewiesen werden, die die Leistung des TPS im eingebauten Zustand nach D.4 simulieren.

D.2 Leistungsanforderungen

D.2.1 Dichtheitsanforderungen

Das nichtmetallische TPS, einschließlich der Verbindungen und Anschlüsse an Bauteile aus Metall und Beton, muss eine flüssigkeitsdichte Sperre bilden, um die Bodenecke im Falle einer größeren Undichtheit vor kalter Flüssigkeit zu schützen.

D.2.2 Bauliche Anforderungen

Das nichtmetallische TPS muss für die folgenden Einwirkungen ausgelegt sein:

- die durch Temperaturschwankungen bedingten Verformungen (innen und außen);
- Lasten, die durch den äußeren Betonbehälter aufgebracht werden: Vorspannen, Kriechen, Schwinden;
- Verformung der Dämmbauteile auf beiden Seiten des TPS während der Nutzungsdauer des Tanks;
- Gasdruckdifferenz zwischen dem vorderen und dem hinteren Teil des TPS-Systems, sofern keine Mittel zur Druckregelung vorgesehen sind;
- Flüssigkeitsdruck (entweder Betriebs- oder Notleckagezustand, je nachdem, was zutrifft).

Im Allgemeinen werden flüssige Ladungen direkt auf die tragende Dämmung oder ein tragendes strukturelles Bauteil übertragen. Allerdings müssen nichtmetallische TPS in der Lage sein, Spalten in diesen tragenden Bauteilen ohne strukturelles Versagen und ohne Undichtheit zu überbrücken.

Wenn das TPS einen geschlossenen Dämmraum bildet, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die Zirkulation von Spülgas zu ermöglichen. Die Funktionen des Spülgases sind:

- Regelung des Drucks im Dämmraum des TPS;
- optional, die Feststellung eines eventuellen Produkteintritts durch regelmäßige Analyse des Gases im Dämmraum ermöglichen.

ANMERKUNG Bei einem Membrantank ist der Dämmraum oberhalb des TPS ebenfalls durch die Membran verschlossen. Das Spülgas zirkuliert ebenfalls in diesem geschlossenen Raum, unabhängig vom zweiten Raum, mit den gleichen Funktionen wie vorstehend.

D.3 Materialien

Alle Materialien, die in nichtmetallischen TPS verwendet werden, können aus einer umfangreichen Auswahl von Materialtypen (Verbundwerkstoffe, Metalle, Klebstoffe, Beschichtungen usw.) ausgewählt werden, sofern ihre Kombination in der eingebauten Konfiguration geprüft wurde, um ihre Eignung unter normalen und außergewöhnlichen Bedingungen nachzuweisen.

ANMERKUNG Ein Beispiel für ein Material, das als nichtmetallisches TPS für Membrantanks verwendet werden kann, ist ein Verbundwerkstoff aus Glasfasern mit einer dünnen Aluminiumschicht. Solche Baugruppen können entweder in starrer oder in flexibler Form vorliegen. Die starre Form wird bei der Herstellung der Dämmplatten in die Platten eingefügt, während die flexiblen Streifen beim Einbau verklebt werden, um die Integrität des TPS zwischen den Dämmplatten zu erreichen.

D.4 Modellprüfung

Das nichtmetallische TPS-System muss für alle Belastungsbedingungen und zu erwartenden Temperaturen modellgeprüft werden, um folgendes sicherzustellen:

- die Flüssigkeitsdichtheit;
- die strukturelle Integrität.

Die Modellprüfung muss sowohl für das TPS-Material als auch für die TPS-Verbindungen durchgeführt werden. Die Probe für die Modellprüfung muss ausreichend groß sein, um für das tatsächliche TPS repräsentativ zu sein. Die Anwendung auf nicht tragende TPS für geprüfte Modelle muss mit dem voraussichtlichen Einbau des TPS aus der Fertigung übereinstimmen. Die Ergebnisse der Modellprüfungen müssen dokumentiert werden und zur Begutachtung zur Verfügung stehen.

D.5 Einbau der Dämmung

Die flüssigkeitsdichte Sperre, die das nichtmetallische TPS bildet, muss vor Ort eingebaut und mindestens nach D.6 geprüft werden.

D.6 Begutachtung und Prüfungen

Bei der Inspektion des nichtmetallischen TPS müssen mindestens die folgenden Untersuchungsverfahren angewendet werden.

D.6.1 Sichtprüfung

Während des Einbaus des TPS müssen 100 % der Verbindungen (sofern vorhanden) einer Sichtprüfung unterzogen werden, um zu überprüfen, ob die Annahmekriterien des Auftragnehmers für den Tank erfüllt sind.

Der Besteller muss die vom Auftragnehmer für den Tank vorgeschlagenen Annahmekriterien für die Sichtprüfung prüfen, verstehen und genehmigen.

Ist eine Nacharbeit oder eine Reparatur erforderlich, so müssen die reparierten Verbindungen einer Sichtprüfung unterzogen und mit einer Unterdruckprüfung mit Saugglocke nach D.6.2 überprüft werden.

D.6.2 Unterdruckprüfung mit Saugglocke

Es müssen mindestens alle Verbindungen im TPS-System, die Teil von Überlappungen, Überschneidungen, Anschlüssen an Bauteilen aus Metall oder Beton sind, sowie alle nachgearbeiteten oder reparierten Verbindungen, die die Annahmekriterien der Sichtprüfung nicht erfüllt haben, zu 100 % anhand der Unterdruckprüfung mit Saugglocke geprüft werden.

Die Prüfung muss durch Aufbringen einer Seifenlösung und eines Vakuums erfolgen, das dem zu erwartenden Differenzdruck zwischen der Vorder- und Rückseite des TPS im Betrieb entspricht, jedoch nicht weniger als 200 mbar für mindestens 15 s an der geprüften Verbindung.

Wird die Prüfung nicht bestanden, muss der Bereich repariert werden. Die Reparatur muss durch eine neue Unterdruckprüfung mit Saugglocke bestätigt werden.

Literaturhinweise

- [1] EN 14620-2, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei einer Betriebstemperatur zwischen 0 °C und -196 °C — Teil 2: Metallische Bauteile*
- [2] EN 14620-3, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei einer Betriebstemperatur zwischen 0 °C und -196 °C — Teil 3: Bauteile aus Beton*
- [3] EN 14620-5, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei einer Betriebstemperatur zwischen 0 °C und -196 °C — Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren*
- [4] DIN 53428, *Prüfung von Schaumstoffen — Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase und feste Stoffe*

- Entwurf -

- Entwurf -

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

DRAFT
prEN 14620-4

February 2023

ICS 23.020.10

Will supersede EN 14620-4:2006

English Version

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 4: Insulation components

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 4: Constituants isolants

Auslegung und Herstellung standortgefertigter,
stehender, zylindrischer Flachboden-Tanksystemen für
die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei
Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -165 °C - Teil
4: Dämmung

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 265.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2023 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved
worldwide for CEN national Members.

Ref. No. prEN 14620-4:2023 E

Contents		Page
European foreword		4
1	Scope	5
2	Normative references	5
3	Terms and definitions	6
4	Design requirements, performance characteristics, testing and selection of insulating materials	7
4.1	General	7
4.2	Analysis of design requirements	7
4.2.1	General	7
4.2.2	Thermal resistance	7
4.2.3	Structural and tightness requirements	8
4.2.4	Specific design requirements	8
4.2.5	Ageing and deterioration	8
4.3	Assessment of the performance characteristics	8
4.3.1	General	8
4.3.2	Thermal resistance	8
4.3.3	Mechanical properties	9
4.3.4	Temperature resistance	9
4.3.5	Resistance to water and water vapour	9
4.3.6	Influences of stored product	9
4.3.7	Chemical properties	10
4.3.8	Fire behaviour	11
4.4	Testing of materials and systems	11
4.4.1	General	11
4.4.2	Test methods	12
5	Protection of insulation - vapour barrier	12
5.1	General	12
5.2	Protective structure formed by the outer tank	12
5.3	Protective cover for external insulation	13
6	Design of insulation system	13
6.1	General	13
6.2	Thermal design	14
6.3	Structural design	14
6.3.1	General	14
6.3.2	Load bearing insulation/compressive action	14
6.3.3	Load bearing insulation/other actions	16
6.4	Insulation for each tank component	16
6.4.1	General	16
6.4.2	Supporting ring beam	16
6.4.3	Bottom insulation	17
6.4.4	Shell insulation (external)	18
6.4.5	Shell/wall insulation (internal)	18
6.4.6	Roof insulation (external)	20
6.4.7	Roof insulation on suspended roof	20

6.4.8	Insulation for penetrations and internal piping	21
6.5	Design for different types of containment.....	23
7	Installation.....	23
7.1	Introduction	23
7.2	General requirements.....	23
7.2.1	Materials	23
7.2.2	Conditions of work on site.....	23
7.2.3	Anti-corrosive protection.....	23
7.2.4	Construction tolerances.....	23
7.2.5	Prevention of damage	24
7.3	Inspection and testing.....	24
	Annex A (informative) Insulation materials.....	25
	Annex B (normative) Test methods	28
	Annex C (informative) Recommendations for qualification compressive strength testing of tank insulation system made of brittle material.....	30
	Annex D (informative) Non-metallic Liquid barrier of the Thermal Protection System.....	31
D.1	General	31
D.2	Performance requirements	31
D.3	Materials	32
D.4	Model Testing.....	32
D.5	Installation.....	32
D.6	Examination and tests.....	32
	Bibliography	34

European foreword

This document (prEN 14620-4:2023) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 265 “Site built metallic tanks for the storage of liquids”, the secretariat of which is held by BSI.

This document will supersede EN 14620-4:2006.

In comparison with EN 14620-4:2006, the following changes have been made:

- General editorial update;
- Normative reference updated;
- Recent insulating materials European standards introduced and Annex B updated;
- Aspects related to insulating materials fire behaviour developed and clarified;
- Brittle material compressive behaviour clarified with the use of interleaving material;
- Requirements for Insulation for penetrations and internal piping introduced;
- New annex added about the recommendations for qualification compressive strength testing of tank insulation system made of brittle material;
- New annex for non-metallic TPS added;
- Annex about limit state theory for tank bottom insulation removed.

EN 14620 *Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank system for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -196 °C* consists of the following parts:

- *Part 1: General;*
- *Part 2: Metallic components;*
- *Part 3: Concrete components;*
- *Part 4: Insulation components;*
- *Part 5: Testing, drying, purging and cool-down;*
- *Part 6: Specific requirements for the design and construction of tank systems for the storage of liquefied oxygen (LOX), liquefied nitrogen (LIN) and liquefied argon (LAR);*
- *Part 7: Specific requirements for the design and construction of tank systems for the storage of liquefied anhydrous ammonia.*

1 Scope

This document specifies the requirements for materials, design and installation of the insulation of refrigerated liquefied gas (RLG) storage tank systems.

RLG storage tank systems store liquefied gas with a low boiling point, i.e. below normal ambient temperature.

The concept of storing such products in liquid form and in non-pressurized tanks therefore depends on the combination of latent heat of vaporization and thermal insulation.

Consequently, thermal insulation for RLG storage tank systems is not an ancillary part of the containment system (as for most ambient atmospheric hydrocarbon tanks) but it is an essential component and the storage tank system cannot operate without a properly designed, installed and maintained insulation system.

The main functions of the insulation in RLG storage tank systems are:

- to maintain the boil off at or below the specified limits;
- to protect the outer tank components by maintaining them at or above their minimum design temperature;
- to prevent damage by frost heave of the foundation/soil beneath the tank base slab (in combination with the slab heating system for tanks resting at grade);
- to minimize condensation and icing on the outer surfaces of the tank.

A wide range of insulation materials is available. However, the material properties differ greatly amongst the various generically different materials and also within the same generic group of materials.

Therefore, within the scope of this document, only general guidance on selection of materials is given.

NOTE For general guidance on selection of materials, see Annex A.

This document deals with the 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.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 1363-1, *Fire resistance tests - Part 1: general requirements*

EN 1363-2, *Fire resistance tests - Part 2: Alternative and additional procedures*

EN 1606, *Thermal insulating products for building applications - Determination of compressive creep*

EN 1993-1-2, *Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design*

EN 13501-1, *Fire classification of construction products and building elements - Part 1: classification using data from reaction to fire tests*

EN 13501-2, *Fire classification of construction products and building elements - Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services*

EN 13381-4, *Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members - Part 4: Applied passive protection to steel members*

EN 14303, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made mineral wool (MW) products - Specification*

EN 14305:2015, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made cellular glass (CG) products - Specification*

EN 14307, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made extruded polystyrene foam (XPS) products - Specification*

EN 14308, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made rigid polyurethane foam (PUR) and polyisocyanurate foam (PIR) products - Specification*

EN 14309, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) - Specification*

EN 14314, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made phenolic foam (PF) products - Specification*

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*

EN 15599-1, *Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - In-situ thermal insulation formed from expanded perlite (EP) products - Part 1: Specification for bonded and loose-fill products before installation*

EN ISO 1182, *Reaction to fire tests for products - Non-combustibility test (ISO 1182)*

EN ISO 1716, *Reaction to fire tests for products - Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716)*

EN ISO 12624, *Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of trace quantities of water-soluble chloride, fluoride, silicate, sodium ions and pH (ISO 12624)*

EN ISO 16535, *Thermal insulating products for building applications - Determination of long-term water absorption by immersion (ISO 16535)*

EN ISO 29469:2022, *Thermal insulating products for building applications - Determination of compression behaviour (ISO 29469:2022)*

ISO 3951-1, *Sampling procedures for inspection by variables - Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in prEN 14620-1:2022 apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

4 Design requirements, performance characteristics, testing and selection of insulating materials

4.1 General

The selection of the appropriate insulation system and materials shall be based on the following:

- analysis of design requirements (see 4.2);
- assessment of the performance characteristics of the materials (see 4.3).

Information on common material selection may be found in Annex A.

Selected material shall comply with the relevant European Standards as follows (non exhaustive list):

- Expanded Perlite: EN 15599-1;
- Mineral Wool: EN 14303;
- Cellular Glass: EN 14305:2015;
- Extruded Polystyrene: EN 14307;
- Rigid Polyurethane (PUR) and Polyisocyanurate (PIR) foam: EN 14308;
- Expanded Polystyrene: EN 14309;
- Phenolic foam: EN 14314.

Other insulating materials can be used providing they meet design requirements and performance characteristics specified in this document.

For the specific application of this document, refer also to 4.3 and Annex B for the assessment of performance characteristics.

4.2 Analysis of design requirements

4.2.1 General

The thermal insulation system as a whole, and each component of it separately, shall be designed taking into account the following design requirements.

4.2.2 Thermal resistance

4.2.2.1 Normal operation of the tank

All factors contributing to heat in-leak through the insulation system shall be considered, such as:

- product temperature;
- external ambient temperature and other climatic conditions (solar radiation, wind velocity, humidity, etc.);

- thermal conductivity, including effects of ageing and exposure;
- thermal convection;
- heat in-leak through radiation;
- heat in-leak through cold bridges (including but not limited to nozzles, TPS, anchors, deck rods, etc).

4.2.2.2 Accidental conditions

Each insulation component shall provide appropriate thermal resistance for all specified accidental conditions. The thermal performance shall be retained for the duration of and following the accidental condition.

4.2.3 Structural and tightness requirements

The insulation system shall be designed to resist all applicable static and dynamic actions for both normal and accidental conditions, unless the insulation is not intended to provide the structural resistance.

The insulation system shall provide liquid tightness and vapour tightness, if specified.

4.2.4 Specific design requirements

In addition to the above thermal and structural requirements, the tank insulation design shall fulfil all the specific design requirements that are inherent with the selected specific insulation system, material, installation method and type of containment. These shall be specified on a case-by-case basis.

4.2.5 Ageing and deterioration

The insulation shall be resistant to deterioration from environmental conditions, ageing and product exposure:

- There shall be no reduction in insulation thermal or mechanical performance due to ageing and no deterioration from the exposure to substances insulation may be in contact during its lifetime.
- Ageing and deterioration shall not affect performance of the insulation support and attachment systems.
- If such deterioration is possible, it shall be accounted in the insulation design.

4.3 Assessment of the performance characteristics

4.3.1 General

Based on the design requirements, the required performance characteristics of the insulation materials in the operating temperature range shall be determined. As a minimum, the subjects described in 4.3.2 to 4.3.8 shall be considered.

4.3.2 Thermal resistance

The following shall be considered:

- a) thermal conductivity:
 - 1) over the required temperature range;
 - 2) in the intended environment, external and internal (product vapour space, purged space, contact with liquid product);

- 3) taking into account ageing effects over the tank design lifetime;
- b) possible heat in-leak through radiation;
- c) possible heat in-leak through convection (permeability of the insulation material and of the complete insulation system). Where insulation of a tank wall consists solely of glass fibre or mineral wool insulation, thermal design shall account for enhancement of convective heat transfer due to the air gas permeability of the insulation;
- d) heat in-leak through cold bridges.

4.3.3 Mechanical properties

The following shall be considered:

- compressive properties both at short- and at long-term (creep);
- tensile and shear properties for insulation on which lateral forces may act (e.g. earthquake);

NOTE Tensile properties can also be required for assessment of thermo-mechanical loads and thermal stresses.

- adhesive strength for insulation systems, which are installed by adhesion.

4.3.4 Temperature resistance

The insulation shall withstand the temperatures (maximum and minimum service temperatures) and temperature variations to which it may be exposed. Therefore, shrinkage, expansion and possible cracking effects shall be determined, taking into account:

- coefficient of thermal expansion, contraction;
- tensile strength, tensile modulus in the designed temperature ranges.

4.3.5 Resistance to water and water vapour

To assess the possible negative effects of water and water vapour on the insulation, the following characteristics shall be considered:

- closed cell content;
- permeability for water vapour;
- water absorption.

In addition, the consequential effects of water and water vapour penetration shall be assessed:

- reduction of thermal resistance;
- possible structural damage to the insulation by liquid water or by the process of freezing (possibly freeze/thaw cycles).

4.3.6 Influences of stored product

The following characteristics shall be assessed:

- closed cell content (as indication of open/closed cellular structure);

- absorption of product vapours and effect on other material properties (thermal conductivity, mechanical properties, fire resistance);
- absorption of/and permeability for liquid product;
- effects of long term liquid absorption on other material properties;
- desorption behaviour: time/percentage.

NOTE The influence of the stored product on an internal insulation system is critical, as it is often continuously in contact with product vapours and it can come in direct contact with the liquid product in case of an accidental leakage.

For testing of material behaviour in presence of product, see Table B.1.

4.3.7 Chemical properties

An assessment shall be made of the compatibility between and/or possible chemical reactions of:

- a) insulation system, including all its constituents:
 - 1) insulation materials;
 - 2) ancillary products (paints, adhesives, mastics, sealants, coatings etc.);
 - 3) its protective layer (cladding and fastening);
- b) its environment:
 - 1) for external insulation: ambient conditions, water, water vapour, contaminants in air and water;
 - 2) for internal insulation: the product vapours and liquid, inerting/purging gas;
- c) tank material and/or its coating in contact with the insulation system.

Typical chemical characteristics to be assessed shall be:

- d) for external insulation:
 - 1) resistance to corrosion of the insulation system itself (or parts of it) in conditions representative for the site location, e.g.: marine atmosphere, atmosphere polluted by chemical industries;
 - 2) corrosion protective or corrosion activating properties of the insulation, e.g.: possibility of dissolving or leaching out corrosive products from the insulation, corrosion protection in case of waterproof insulation system;
- e) for internal insulation:
 - 1) chemical resistance of the insulation system against the product vapours/liquids in the tank;
 - 2) insulation to be inert for the products stored in the tank (absence of contaminants, chemical reagents).

For methods of assessing the chemical properties, see Table B.2.

4.3.8 Fire behaviour

As a minimum, the following important aspects related to fire shall be considered in the risk assessment:

- fire risk during operation;
- fire risk during construction;
- fire risk during and after decommissioning for repair or complete dismantling;
- behaviour in case of an external fire;
- risk to personnel due to emission of toxic fumes or non-toxic smoke in case of insulation fire or exposure to heat sources.

In view of this, the following minimum requirements shall be met:

- when using combustible insulation materials, prevention measures to exclude the possibility of ignition shall be provided;
- load bearing insulation shall maintain its load carrying capacity required by design as exposed to heat caused by fire;
- combustion properties of the material shall not increase as a result of long-term exposure to the stored product (liquid or gas) at the anticipated service pressure and temperature;
- the insulation burning or smoldering shall not expose personnel to either toxic gases or non-toxic smoke in the amount sufficient to be harmful or impede personnel breathing or orientation.

NOTE Some combustible closed cell insulation materials (e.g. close cell foam insulations) exposed to product vapours in service can absorb those vapours. At decommissioning these materials cannot be fully purged and can release flammable vapours. Also, material combustibility can increase due to product vapour absorption.

The tank system Purchaser shall understand and evaluate risks during tank decommissioning due to increased insulation combustibility and possible gas desorption, when selecting the insulation system from combustible not fully purgeable materials exposed to product vapours.

The following characteristics of the insulation system components shall be considered:

- maximum temperature limits of the material: melting temperature, decomposition temperature, ignition temperature;
- reduction in load carrying capacity at elevated temperature (for load bearing insulation);
- fire resistance properties of the insulation (in case the thermal insulation is designed also for the dual role of fire protection).

Only certified materials shall be used, and fire behaviour properties shall be stated on test certificates. For methods of assessing fire behaviour, see Table B.3.

4.4 Testing of materials and systems

4.4.1 General

The performance characteristics of the insulation materials shall be demonstrated by:

- laboratory testing,

- mock-up testing of an insulation system;

NOTE 1 For evaluating the behaviour of a tank insulation system under a combination of various actions, the testing of single material properties is not always sufficient. Mock-up testing is an alternative solution.

or

- complete installed tank insulation system.

NOTE 2 Finite element calculations can provide additional information.

4.4.2 Test methods

Whenever available, standardized testing methods shall be in accordance with Annex B.

NOTE Annex B deals with testing of performance characteristics of insulation materials/insulation systems. Other tests, used only for specific products, are not covered e.g. measurements of density, dimensions, etc. The insulation material manufacturer normally provides them.

5 Protection of insulation – vapour barrier

5.1 General

As the insulation system is not a self-standing structural component of the tank, the insulation shall be fixed against, placed upon, poured in between or supported by other structural components (concrete and steel).

Furthermore insulation materials shall be protected against various types of possible deterioration and damage, such as:

- mechanical damages;
- water absorption by rain, snow, etc.;
- deterioration by other climatic factors such as wind, hail, UV;
- water absorption and ice formation by penetration of water vapour;
- fire damage.

For this protection a protective cover shall be provided.

5.2 Protective structure formed by the outer tank

In many containment types, the outer tank provides the protection and the supporting structure for the insulation and, in this case, it shall be confirmed that the outer tank provides sufficient tightness.

In cases where the outer tank is made of concrete, which is permeable for water vapour and product vapour, the necessary measures shall be taken to make the concrete water vapour and product vapour tight.

Water vapour and product vapour tightness shall be achieved by:

- either a metallic liner;
- or a Polymeric Vapour Barrier (PVB).

NOTE See also EN 14620-3.

5.3 Protective cover for external insulation

Where the insulation is placed externally, an appropriate cover shall be provided. This cover shall give protection against all factors that could adversely affect the quality/efficiency and lifetime of the insulation.

The following factors shall be considered:

- a) weather factors:
 - 1) water vapour;
 - 2) rain, snow, hail;
 - 3) wind, storm;
 - 4) solar radiation, UV;
- b) other atmospheric factors:
 - 1) pollution;
 - 2) corrosion;
- c) mechanical damages by humans, birds, etc.;
- d) fire damage.

Since for cold insulation, the most detrimental “aggressor”, being invisible and acting continuously, is water vapour, the penetration of water vapour shall be prevented/minimized. For most insulation systems, a good Water Vapour Barrier (WVB) shall be installed on the outside of the insulation to eliminate/minimize water vapour penetration. This WVB shall either be designed separately or as part of the protective cover.

The maximum WVB permeability shall be 0,5 g/m² 24 h under the average water vapour pressure differential of the area where the project is located.

The protective cover and water vapour barrier of external tank insulation shall be:

- metallic (insulation cladding), or
- non-metallic (polymeric vapour barrier, vapour barrier mastics), or
- a combination of both.

NOTE The need for this WVB can be waived for certain insulation systems if it is sufficiently proven that the insulation system itself is and remains water vapour tight.

6 Design of insulation system

6.1 General

In general, the design of the tank insulation system shall be based on structural and thermal requirements. In addition, the installation method and the commissioning and decommissioning (purging, gas freeing) requirements shall be taken into account.

NOTE The insulation design can differ substantially, based on the type of containment selected and on the part of the tank under consideration (bottom, wall, roof). It is difficult to specify for each type of containment each subject to be considered and the approach has been taken that only general requirements are mentioned below.

As part of the total tank insulation design, all additional requirements inherent with the specific type of containment, part of the tank under consideration, insulation material selected and other project inherent factors shall be clearly specified in the project specification.

6.2 Thermal design

The thermal design shall take account of the requirements specified:

- maximum allowed boil off;
- minimum design temperature of outer tank components;
- prevention of icing/condensation on external surfaces of the tank;
- prevention of soil freezing.

For boil-off, the purchaser shall specify the maximum allowed boil-off per day and the external climatic conditions that shall be taken into account.

The thermal design shall result in an insulation system that, by spreading the total allowed heat in-leak over the various parts of the tank, shall satisfy all the above requirements.

If in the thermal design of the tank, in addition to the thermal resistance offered by the insulation system, allowance is also made for the thermal resistance of other parts of the tank such as constructional parts (concrete) or vapour spaces inside the tank, this shall only be done in as far as the thermal resistance of these components in the respective position in the tank and in the relevant temperature range is proven.

6.3 Structural design

6.3.1 General

The structural design of the insulation system shall be based on the allowable stress theory.

6.3.2 Load bearing insulation/compressive action

6.3.2.1 General

Certain parts of the tank insulation shall be subjected to compressive loads:

- tank bottom insulation for all types of containment;
- tank bottom and tank wall for membrane tanks;
- TPS for bottom and wall.

6.3.2.2 Allowable stress theory

6.3.2.2.1 For brittle materials (e.g. cellular glass)

The minimum overall safety factors, between nominal compressive strength σ_n and design compressive stress shall be as follows:

normal operation: 3,00

hydrostatic test:	2,25
earthquake (OBE):	2,00
earthquake (SSE):	1,50

NOTE The overall safety factor makes allowance for influences of column effect, installation, variation on materials and difference of testing.

Interleaving material installed between brittle material insulation layers may reduce insulation system compressive strength. Therefore, the tank system contractor shall determine the nominal insulation material compressive strength σ_n taking into account effects due to interleaving material.

The nominal compressive strength σ_n shall be determined as follows:

- compressive strength shall be measured in accordance with EN ISO 29469:2022, Annex A using interleaving material instead of a test block bitumen or plaster coating. The interleaving material as intended to be used in the tank insulation system shall be placed above and below the tested insulation material sample. The results are expressed as maximum compressive strength σ_m ;
- average value of a statistically sufficient number of such tests is called the nominal compressive strength σ_n of this material; the manufacturer shall declare this value.

Also the lower specification limit (average value, less two times the standard deviation) shall be provided. If this value is lower than 67 % of σ_n then the σ_n shall be adjusted as 1,5 times the lower specification limit. Creep tests shall not be required; if it is proven that the material is not subject to creep.

For the compressive stress testing, the minimum extent of testing for cellular glass products used in bottom insulation systems shall be as defined in ISO 3951-1. A s-method acceptance sampling plan shall be used based on fabrication lot size, general inspection level shall be at least Level I. Number of samples shall be chosen based on acceptance quality limit (AQL) of 1,0 %, reduced inspection shall be chosen as a minimum.

NOTE Recommendations for qualification of compressive strength for tank insulation system made of brittle material are provided in Annex C.

6.3.2.2.2 For materials susceptible to creep (e.g. PUF, PVC etc.)

PUF/PVC material as a minimum have to follow EN 14308.

Compressive creep shall be measured in accordance with EN 1606.

The compressive stress applied during the creep tests shall be determined as the nominal compressive strength σ_n multiplied with the permissible load factor (PLDF).

- a) The nominal compressive strength σ_n shall be determined as follows by short term compressive test:
- 1) compressive strength shall be measured in accordance with EN ISO 29469:2022; the results are expressed as σ_m (maximum compressive strength) or as σ_{10} (compressive stress at 10 % compression);
 - 2) nominal compressive strength σ_n of the material shall be calculated as the average value of a statistically sufficient number of such tests; this value shall be declared by the manufacturer;
 - 3) manufacturer shall also provide the lower specification limit σ_{min} (average value, less two times the standard deviation). If this value is lower than 67 % of σ_n then the σ_n shall be adjusted as 1,5 times the lower specification limit;

- b) The PLDF (permissible load factor) for a specific material shall be determined with repeated creep tests by trial and error. First a PLDF shall be assumed, based on knowledge of the physical structure of the material and/or on available data.

NOTE For example, for load bearing PUF materials the PLDF is approximately 0,30.

To verify whether this assumed PLDF is indeed correct, creep tests shall be carried out under a compressive stress equal to $\sigma_n \times \text{PLDF}$.

The creep tests shall confirm that the creep of the insulation material under this compressive stress, extrapolated to the design life time of the tank, shall not exceed the proportional limit of the material or 5 % of the material thickness (whichever is lower).

If the creep tests prove positive, then the PLDF for this material shall be used.

However, if the initial creep tests show that the creep is higher than the set limits, then the material has to be re-tested under lower compressive stress until the correct PLDF for this material has been determined.

Once the correct PLDF is determined, then the PLD is defined as:

$$\text{PLD} = \sigma_n \times \text{PLDF}$$

Once the PLD of the material has been established, the following factors shall be applied between PLD and the design compressive loads:

normal operation: 1,25;

hydrostatic test: 1,00 (duration \leq 1 month);

earthquake (OBE): No factor but compressive stresses shall not exceed $\sigma_{\min}/1,25$;

earthquake (SSE): No factor but compressive stresses shall not exceed σ_{\min} .

6.3.3 Load bearing insulation/other actions

When the tank insulation shall be subjected to a combination of vertical and horizontal forces, shear stressing will take place. This applies to tank bottoms subject to earthquake action.

NOTE The insulation can also be subjected to other actions (e.g. wind, thermal, deformation, etc.).

The resulting stresses shall be determined for each specific case.

The safety factors for allowable stress theory shall be determined on a case-by-case basis.

6.4 Insulation for each tank component

6.4.1 General

In addition to the above mentioned general design requirements, the specific requirements for the various tank components listed below shall be considered.

6.4.2 Supporting ring beam

6.4.2.1 Structural design

The structural design shall take into account:

- lateral forces (tank shrinkage, earthquake);

- possible movement of the tank shell (wind, filling/emptying, earthquake);
- waterproofing and water vapour barrier for the ring-beam.

6.4.2.2 Thermal design

For a base slab supported on the ground a heating system shall be installed to ensure the temperature under the foundation shall not drop below 0 °C with the exception compliant with 7.1.10 of prEN 14620-1:2022 in cold climate regions. The design shall be such that a “cold spot” under the supporting ring is minimized/prevented.

6.4.2.3 Vertical anchors passing through the ring-beam

The following shall be considered:

- reduction of cold bridge effects;
- prevention of water/water vapour ingress;
- flexibility of the anchors.

6.4.3 Bottom insulation

6.4.3.1 Structural design

The structural design shall take into account:

- flatness of the surface beneath the insulation (e.g. possible distortions of the steel liner);
- flatness of individual insulation layers;
- use of auxiliary materials to enhance the load bearing and transfer of loads (e.g. interleaving layers between layers of insulation material);
- waterproofing and water vapour barrier;
- purging facilities, if specified;
- TPS, if specified.

NOTE For non metallic TPS liquid barrier, see Annex D.

6.4.3.2 Thermal design

The thickness of the bottom insulation shall be determined, based on the total maximum heat in-leak specified and the requirement to minimise condensation/ice formation. This shall be done in conjunction with the wall and roof insulation.

The reduction in the bottom insulation thickness under the primary container bearing ring shall be accounted in the overall tank heat leak calculations. Effects due to potential temperature reduction below the bearing ring shall be evaluated.

For tanks supported on grade particular attention shall be paid to prevent frost heave under the tank bottom. The insulation design in combination with the foundation heating system shall ensure that the soil temperature under the bottom is above 0°C with the exception defined in 7.1.10 of prEN 14620-1:2022 for cold climate regions. For elevated foundation, see prEN 14620-1:2022, 7.1.9, Note 5.

6.4.4 Shell insulation (external)

6.4.4.1 Structural design

The structural design shall take into account:

- a) thermo-mechanical stresses imposed on the insulation by dimensional changes of the tank (and its anchors);
- b) method and strength of fixing the insulation around the tank shell, taking into account:
 - 1) its own dead load (incl. the weather protective covering);
 - 2) wind loading;
 - 3) effects of sun radiation, rain, snow, ice;
- c) incorporation and protection of adequate water vapour barrier.

6.4.4.2 Thermal design

The thickness of the shell insulation shall be determined based on the total maximum heat in-leak specified and the requirement to minimize condensation/ice formation. This shall be done in conjunction with the bottom and roof insulation.

6.4.4.3 The specified fire resistance

Based on local circumstances (adjacent facilities, piping, etc.), the purchaser shall specify the fire resistance of the external shell insulation.

6.4.4.4 Installation considerations

The following shall be taken into consideration:

- suitability of the selected insulation system to withstand the external weather and atmospheric conditions in the designated location for the specified design lifetime of the insulation;
- anticipated weather conditions during insulation works shall be considered in the selection process of the insulation materials and system.

6.4.5 Shell/wall insulation (internal)

6.4.5.1 Structural design

When the shell/wall insulation has a structural function, the provisions of 6.4.3.1 apply.

6.4.5.2 Thermal design

The thickness of the shell insulation layer shall be determined based on the total maximum heat in-leak specified and the requirement to minimize condensation/ice formation. This shall be done in conjunction with the bottom and roof insulation. In some cases, the thickness shall be determined by practical considerations (loose fill insulation).

6.4.5.3 Insulation fixed against the inner face of the outer tank

The following shall be considered:

- method and strength of fixing the insulation against the outer tank wall, taking into account:

- 1) its own dead load;
- 2) thermal stresses;
- shrinkage/expansion of the outer tank wall;
- vapour tightness and liquid tightness of the insulation system and the outer tank wall;
- chemical resistance of the insulation in the annular space conditions;
- moisture tightness.

6.4.5.4 Insulation fixed against the outer face of the inner tank

The following shall be considered:

- a) method and strength of fixing the insulation against the outer tank wall, taking into account:
 - 1) its own dead load;
 - 2) thermal stresses;
- b) shrinkage/expansion of the inner tank wall;
- c) water vapour tightness of the insulation system;
- d) insulation compatibility with product vapour if exposed.

6.4.5.5 Loose fill insulation in the annular space

The following shall be considered:

- thermo-mechanical stresses imposed on the insulation by dimensional changes of the inner tank and possibly the outer tank;
- external pressure on the inner tank: this will increase due to cyclic loading of the tank or due to possible decommissioning (expansion). It can be reduced by the use of a resilient blanket. In this regards, the purchaser should specify the number of commissioning / decommissioning cycles. The contractor shall demonstrate by testing or calculations that the assumed pressure on the tank is conservative;
- settlement of the loose fill insulation can be reduced by the use of vibration during installation. However, some settlement will always occur. A provision for loose-fill insulation top-up in service shall be included by providing refill nozzles. The position of the nozzles should be determined by Contractor to demonstrate that successful refill will be provided.

For tanks with a suspended roof a proper size of loose-fill insulation hopper shall be provided to minimize the need for insulation top-up at service. The hopper shall be sized to allow loose-fill insulation to fill the void due to in-service primary liquid container thermal contraction, secondary liquid container/warm product vapour container thermal expansion due to ambient temperature increase and solar radiation, compressibility of resilient blankets, potential insulation settlements and to ensure a minimum of 300mm of loose-fill insulation above the top of the primary liquid container. The total hopper volume shall not be less than 4% of the total loose-fill insulation volume in the annular space.

NOTE 1 Pressure and settlements of loose fill material as installed is dependent on its consolidated density and moisture content. If resilient blankets are provided, the amount of lateral pressure exerted by loose fill insulation on the tank wall structure as well as the amount of insulation settlements are dependent upon resilient blanket compressibility and dimensional changes.

NOTE 2 If perlite is used as loose-fill insulation, the volume of perlite hopper after vibration at installation calculated assuming perlite sliding angle of at least 70° from horizontal and 25 % contingency above theoretically required typically provides sufficient amount of perlite such that no top-up at service is necessary.

NOTE 3 In case of loose fill insulation, the insulation thickness is often dictated by practical reasons (minimum working space in annular space).

6.4.5.6 Load bearing insulation (for Membrane tanks)

In addition to the provisions of 6.4.5.1 and 6.4.5.3, the following shall be considered:

- flatness of the support (e.g. possible distortions of the steel or concrete where the insulation is installed), and potential corrective measures (e.g. by the insertion of a levelling component between the panel and its support);
- use of a suitable insulating material to fill the gaps between panels due to their thermal contraction in normal or accidental condition, such that no cold bridges can occur.

6.4.5.7 Other design considerations

The following shall be considered:

- absorption/desorption of product by the insulation after normal operation or in case of leakage;
- possible need for purging of the insulation.

6.4.6 Roof insulation (external)

The following shall be considered:

- thickness of the roof insulation layer shall be determined based on the total maximum heat in-leak specified and the requirement to minimise condensation/ice formation;
- weather protective cover and water vapour barrier shall be included;
- suitability to withstand the external weather and atmospheric conditions in the designated location;
- thermo-mechanical stresses on the insulation by the dimensional changes of the tank;
- suitability for foot traffic and maintenance;
- fire resistance requirements specified by the purchaser.

6.4.7 Roof insulation on suspended roof

The following shall be considered:

- thickness of the roof insulation shall be determined based on the total maximum heat in-leak specified and the requirement to minimize condensation/ice formation; the insulation shall be designed for ambient conditions specified by the Purchaser;
- for temporary access, special arrangements like walkways, etc. shall be made;
- for the thermal design not only the thermal conductivity of the selected insulation material shall be taken into account but also possible heat leak through convection, cold bridges (suspended roof hangers), etc.;

— possible settling (shrinkage) of the insulation.

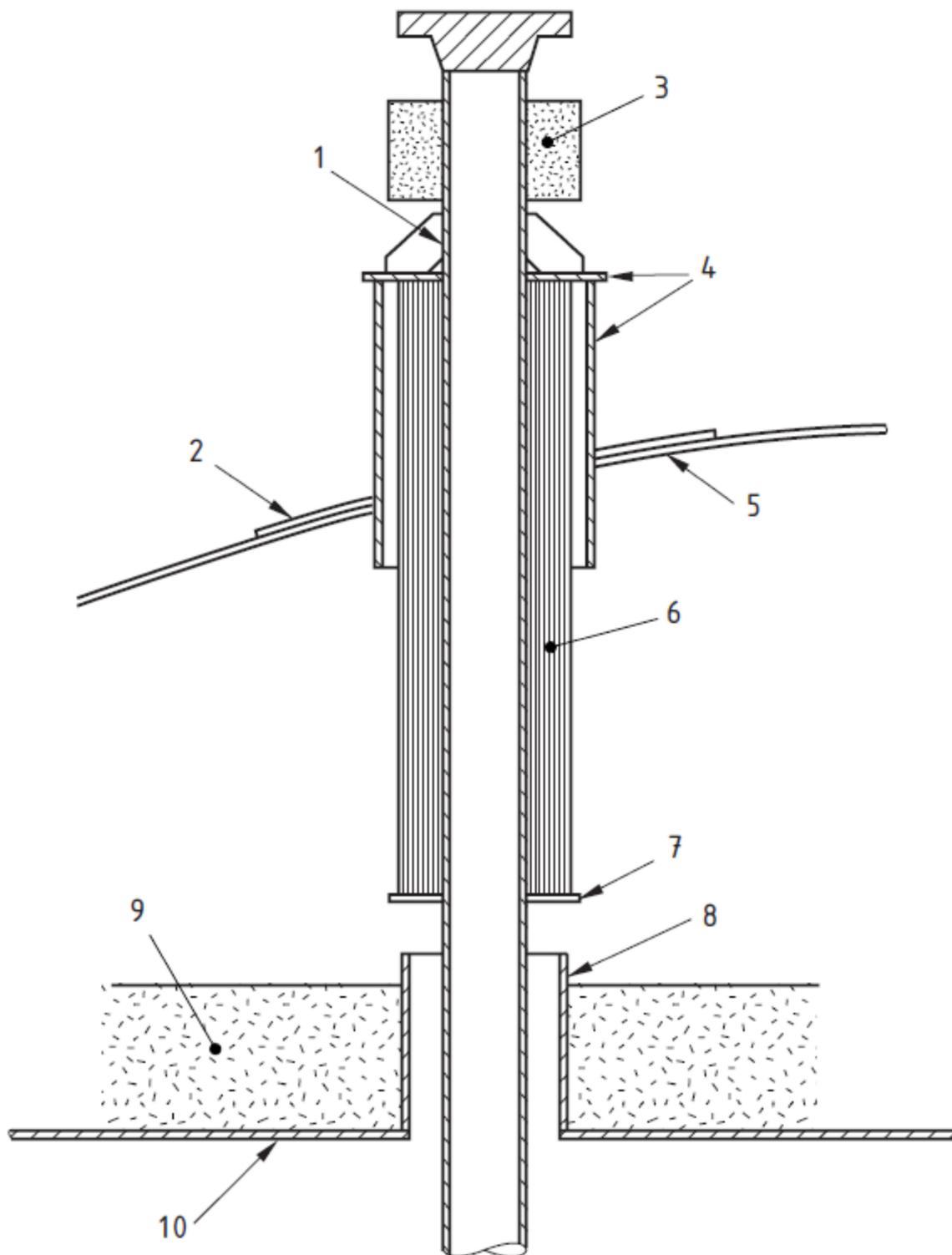
Special attention shall be paid to tanks where internal product condensation can occur in the dome roof space, i.e. for those products and climates where the external ambient temperature is continuously or periodically lower than the product boiling point.

In this case the design of the suspended roof insulation (and of the deck itself) shall be such that it cannot be affected/damaged by condensation.

6.4.8 Insulation for penetrations and internal piping

For side or roof penetrations, the process piping nozzles used for transfer of cold liquid or cold vapour shall be insulated to protect the point of penetration from cold temperature. Conceptual representation is shown in Figure 1.

For tanks with a suspended deck, the internal process piping used for transfer of cold liquid or cold vapour shall be insulated between the suspended deck and the roof to prevent cooling of the vapour above the suspended deck. For single containment tank systems having wall insulation only on the outside of the primary liquid container the process piping in the annular space used for cold liquid or cold vapour transfer shall also be insulated.



Key

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1 nozzle pipe (cold temperature) | 6 internal pipe insulation |
| 2 nozzle reinforcing plate (ambient) | 7 support ring for insulation |
| 3 external pipe insulation | 8 suspended roof sleeve |
| 4 thermal distance piece (cold) | 9 suspended roof insulation |
| 5 dome roof (ambient) | 10 suspended roof |

Figure 1 — Conceptual roof nozzle with thermal distance piece

6.5 Design for different types of containment

The design of the insulation system for the different types of containment shall vary, as the design requirements are different.

NOTE Because of the multitude of possible containments, these will not be treated individually in this part of this European Standard.

As part of the tank and insulation design, an analysis shall be made on a case by case basis of all the design requirements for the specific selected type of containment and the design of the insulation system shall be made such that it complies with all these design requirements.

7 Installation

7.1 Introduction

Some requirements for installation are applicable to all types of insulation. They are summarized in this document. Other requirements, which are applicable to particular types of insulation material, are not covered in this document.

7.2 General requirements

7.2.1 Materials

All materials shall comply with the material specifications. This shall be proven by testing and be certified.

Transport and storage shall be in such conditions that no degradation (physical or chemical or any other) can occur between the stage of manufacturing and the stage of installation.

7.2.2 Conditions of work on site

The conditions in which the insulation works have to be carried out shall be such that the required quality of the work can be maintained.

7.2.3 Anti-corrosive protection

Anti-corrosive protection of all tank surfaces that require this treatment shall be finished and approved prior to start of insulation works.

Insulation works shall be carried out with such methods so as not to damage the anti-corrosive protection (or shall include procedures to repair it).

7.2.4 Construction tolerances

Wherever insulation has to be fixed against or laid upon constructional parts of the tank, the form/shape, level, dimensional tolerances of the tank part shall be defined and specified in the installation procedure.

NOTE See EN 14620-3 for tolerances for concrete tanks and EN 14620-2 for tolerances for steel tanks.

The installation procedure shall include methods to correct unacceptable unevenness and dimensional deviations of the tank surfaces, particularly for all load-bearing insulations.

7.2.5 Prevention of damage

7.2.5.1 General

Insulation shall be safeguarded against damage.

NOTE In general, insulation materials are quite vulnerable to:

- mechanical damage;
- moisture/water/other weather elements (incl. also hydrostatic testing of the tank);
- fire.

Both the method of tank construction and the installation method of the insulation shall take due account of the risks outlined in the note above and shall eliminate them by taking proper measures in:

- tank design;
- insulation details;
- sequence of tank construction works;
- preventive measures during works subsequent to insulation works;
- project specific safety procedure.

7.2.5.2 Fire risk

Regarding fire risk, unless insulation is completely non-flammable, hot work should not be performed in the vicinity of insulation.

If hot work in the vicinity of the insulation cannot be avoided mitigation measures shall be provided. This may include insulation protection against ignition sources which may cause fire including flame, heat and spark exposure.

The mitigation measures shall be approved by the purchaser and the local fire authority.

NOTE For repair after decommissioning and dismantling activities, insulation purging measures against fire risk are addressed in EN 14620-5.

7.3 Inspection and testing

A detailed inspection and testing plan shall be made. It shall be coherent with the design requirements and performance characteristics on which the insulation design is based.

For methods of testing of the performance related material properties, see Annex B.

Material properties, not performance related, e.g. dimension control, shall be tested for conformity by test methods specified by the manufacturer.

Annex A
(informative)

Insulation materials

The following Tables A.1 to A.3 provide information on typical insulation material selection options corresponding to different configurations for the tank systems and the various insulation components.

Table A.1 — Single and double containment tanks

Material	Supporting ring beam	Bottom insulation	Roof insulation		Shell insulation	
			External	Internal (with susp. deck)	External of single steel tank	Tanks with double steel shell
Hard wood	X					
Perlite concrete blocks/beam	X					
Lightweight concrete blocks/beam	X					
Reinforced concrete	X ^a					
Cellular glass	X ^b	X	X		X	X
Expanded perlite				X		X
Mineral wool blankets				X		X ^c
Fiberglass blanket				X		
PVC foam - MD		X				
- HD	X ^b	X				
PUF/PIR - ND BL-SPR-FIP			X		X	X
- MD BL-SPR			X		X	X
- HD BL-SPR	X ^b	X				
- GR BL	X ^b	X				
Phenolic foam					X	
Polystyrene - expanded					X ^d	
Polystyrene - extruded - ND					X ^d	
- HD		X				
Symbols/abbreviations						
BL = block-type						
FIP = foamed-in-place v						
GR = glass fibre reinforced						
HD = high density						
MD = medium density						
ND = normal density						
SPR = spray-type						
^a To be used as load distribution plate over the underlying thermal insulation material.						
^b A load distribution plate may be needed for this application.						
^c Mineral wool blanket can be used as resilient blanket between perlite insulation and inner tank shell						
^d Only for double containment (limited temperature resistance).						

Table A.2 — Full containment tanks

Material	Supporting ring-beam	Bottom insulation	Roof insulation		Shell/wall insulation		Thermal protection system	
			On susp. deck	On inner tank dome	In inter-space	On inside of wall	Without liquid / vapour tight barrier	With liquid / vapour tight barrier
Hard wood	X							
Perlite concrete blocks/beam	X ^f							
Lightweight concrete blocks/beam	X							
Reinforced concrete	X ^a							
Cellular glass	X ^b	X						X
Expanded perlite			X	X	X			
Mineral wool blankets			X	X	X ^c			
Fiberglass blankets			X	X	X			
Polystyrene					X			
PVC foam - MD		X						X ^e
- HD	X ^b	X						X ^e
PUF/PIR - ND BL-SPR-FIP								
- MD BL-SPR						X ^{d e}	X ^{d e}	X ^e
- HD BL-SPR	X ^b	X				X ^{d e}	X ^{d e}	X ^e
- GR BL	X ^b	X					X ^{d e}	X ^e

Symbols/Abbreviations

- BL = block-type
- FIP = pour-in-place
- GR = glass fibre reinforced
- HD = high density
- MD = medium density
- ND = normal density
- SPR = spray-type

- ^a To be used as load distribution plate over the underlying thermal insulation material.
- ^b To be used underneath a load distribution plate.
- ^c Mineral wool blanket can be used as resilient blanket between perlite insulation and inner tank shell.
- ^d Only special grades of spray-applied, jointless, vapour tight, liquid tight systems.
- ^e Subject to restrictions as discussed in 4.3.8.
- ^f Subject to damage difficult to handle and to be used with caution.

Table A.3 — Membrane tanks

Material	Bottom	Wall	Roof insulation		Thermal protection system
	Insulation	Insulation	Suspended deck	Inside of dome roof	
Hard wood					
Cellular glass					
Expanded perlite			X		
Mineral wool blankets			X		
Fiberglass blankets			X		
PVC foam - MD	X	X			X
- HD	X	X			X
PUF/PIR - ND BL - SPR		X ^a		X	
- MD BL - SPR		X			X
- HD BL - SPR	X	X			X
- GR BL - SPR	X	X			X
Symbols/Abbreviations					
BL = block-type					
HD = high density					
MD = medium density					
ND = normal density					
GR = glass fibre reinforced					
^a Only top of part of wall.					

Annex B
(normative)

Test methods

Table B.1 — Testing of material behaviour in presence of product

Properties	Particular requirements	Test methods
Absorption and desorption		
1. Closed cell content	before immersion after immersion	a
2. Absorption/desorption of product liquids	immersion in liquid at specified temperature, pressure and duration	a
Effects of immersion in vapours/liquids		
3. Change of closed cell content	before/after immersion under specified conditions	a
4. Change of compressive strength	before/after immersion under specified conditions	a
5. Change of thermal conductivity	before/after immersion under specified conditions	a
NOTE DIN 53428 can be used until an ISO/EN standard is produced.		
a Specific test methods to be proposed for each specific RLG product.		

Table B.2 — Testing chemical properties

Properties	Particular requirements	Test methods
1. Chemical resistance of the insulation to: a) water b) water + contaminants c) RLG - vapours - liquids d) purging gases		EN ISO 16535 To be proposed To be proposed To be proposed To be proposed
2. Corrosion resistance of insulation components		To be proposed
3. Leachable substances in the insulation		EN ISO 12624

Table B.3 — Testing fire resistance/reaction to fire

Properties	Test method	Scope description
Reaction to fire	EN 13501-1	Fire classification using data from reaction to fire tests
	EN ISO 1182	Test method to determine non-combustibility performance
	EN ISO 1716	Test method to determine the gross heat of combustion
Fire resistance	EN 1993-1-2	General rules for passive methods of fire protection
	EN 13501-2	Fire classification using data from fire resistance tests
	EN 13381-4	Test methods for fire protection systems that involve only passive materials
	EN 1363-1	General principles for determining the fire resistance subject to standard fire exposure
	EN 1363-2	Alternative heating regimes such as hydrocarbon fire exposure for fire resistance tests
Surface burning	ASTM E84 ^a	Test method to determine burning behaviour by observing the flame spread
^a No equivalent European Standards currently available.		

Annex C (informative)

Recommendations for qualification compressive strength testing of tank insulation system made of brittle material

The following recommendations are to assist the tank system supplier to qualify a cellular glass product from not previously qualified insulation vendor:

- 1) The vendor should demonstrate compliance of the supplied cellular glass insulation with the requirements of EN 14305:2015.
- 2) To establish effects due to capping material other than hot bitumen on the cellular glass compressive strength, the tank system supplier should perform additional cellular glass compressive strength testing using the same capping material as in the actual installation.

As recommended by EN 14305:2015, C.3 compressive strength nominal value and standard deviation can be determined from five test sets each having the number of specimens in accordance with Table 6 of EN 14305:2015. An adjustment factor for the nominal compressive strength should be determined.

- 3) Perform cellular glass compressive strength testing at cryogenic temperature to establish whether cryogenic temperature has an adverse effect on the cellular glass compare to the ambient temperature.

At least one test set having a number of specimens per EN 14305:2015, Table 6 is recommended. Cryogenic testing should be conducted using either standard EN ISO 29469:2022, Annex A procedure or the same procedure with an actual capping material. The adverse effect due to cryogenic temperature can be established by comparison with the compressive strength value advised by a cellular glass vendor per 1 above (in case of hot bitumen capping) or established by tests per 2 above (in case of alternative capping).

More test sets may be necessary if the results of a single test set are not conclusive.

- 4) If a multi-layer system is considered, establish effects on the insulation system compressive strength due to multi-layer installation via ambient temperature multi-layer testing. For insulation system having three or more layers the test of 3 layer system is recommended. At least one test set having number of specimens per EN 14305:2015, Table 6 is recommended

For the design purpose the nominal compressive strength value reported by the cellular glass manufacturer should be adjusted following results of the qualification testing as per 2 to 4 above.

Tank system supplier can delegate testing outlined in the item 2 to 4 above to either a cellular glass vendor or a qualified third party.

Annex D (informative)

Non-metallic Liquid barrier of the Thermal Protection System

D.1 General

As per prEN 14620-1:2022, 7.1.11, a TPS may be required for tank systems with a concrete secondary container or membrane tank outer container, to protect the rigid bottom corner part of the concrete tank in case of a major leak of the primary container or membrane barrier.

Such a TPS shall be made of a liquid tight barrier to prevent the ingress of leaked liquid, and an insulation material to protect the concrete corner from low temperature.

The liquid tight barrier of the TPS can be made of metallic, or non-metallic materials suitable for exposure to the product temperature.

The non-metallic Thermal Protection System is the standard design for Membrane tank system type M-CC, although it is not limited to this type of tank system, and may be applied to other tank system types.

Non-metallic TPS is generally a non-structural liquid tight barrier supported by either a load bearing insulation or another load carrying structural component. However, non-metallic TPS system shall have sufficient structural strength to remain liquid tight under conditions defined in D.2.2.

The performance of a non-metallic TPS system including liquid tightness and structural integrity shall be demonstrated by appropriate model testing simulating TPS performance in as-installed condition, as per D.4.

D.2 Performance requirements

D.2.1 Tightness requirement

The non-metallic TPS, including joints and connections to metallic and concrete components, shall form a liquid tight barrier, in order to protect the bottom corner from cold liquid in case of major liquid leak event.

D.2.2 Structural requirement

The non-metallic TPS shall be designed for the following actions:

- imposed deformations due to temperature variation (internal and external);
- loads applied by the outer concrete container: pre-stressing, creep, shrinkage;
- deformation of insulation components on both sides of the TPS, during the life of the tank;
- differential gas pressure between TPS system front and back unless the means for pressure control are provided;
- liquid pressure (either operating or emergency leak condition, whichever applicable).

Generally liquid loads are transferred directly to the load bearing insulation or a load bearing structural members. However, non-metallic TPS shall be able to bridge gaps in those supporting load bearing components without both structural failure and leak.

When the TPS forms a closed insulation space, provisions shall be given to enable the circulation of purging gas. The functions of purging gas are:

- control the pressure in the TPS insulation space;
- optionally, enable the detection of any product ingress by regular analysis of the gas in the insulation space.

NOTE In case of a membrane tank, the insulation space above the TPS is also closed by the membrane. Purging gas circulates also in this closed space, independently from the second one, with the same functions as above.

D.3 Materials

All materials used in Non-Metallic TPS may be selected from a large range of material type (composite, metallic, adhesive, coating...) , as long as their combination in as installed configuration is tested to demonstrate their suitability in normal and accidental conditions.

NOTE An example of material to be used as Non Metallic TPS for membrane tank is a composite material made of glass fiber with a thin aluminum layer. Such assembly can be found either in rigid or flexible form. The rigid form is inserted in insulation panels during panels fabrication stage, while the flexible strips are bonded during installation to complete the integrity of the TPS between insulating panels.

D.4 Model Testing

Non-metallic TPS system shall be model tested for all loading conditions and anticipated temperatures to ensure:

- liquid tightness
- structural integrity.

Model testing shall be performed for both TPS material and TPS joints. The model test sample shall have sufficient size to be representative of the actual TPS. The application on non-bearing TPS for tested models shall be the same as the anticipated production TPS installation. The results of model testing shall be documented and available for review.

D.5 Installation

The liquid tight barrier forming the non-Metallic TPS shall be installed on site, and examined at minimum as per D.6.

D.6 Examination and tests

As a minimum, the following examination methods shall be applied during inspection of the non-metallic TPS.

D.6.1 Visual inspection

During TPS installation, 100 % of the joints (if any) shall be visually inspected in order to check that the Tank Contractor acceptance criteria are met.

The Purchaser shall review, understand and approve the proposed visual inspection acceptance criteria proposed by the Tank Contractor.

In case a rework or a repair is necessary, the repaired joints shall be visually examined and checked with a vacuum box test as per D.6.2.

D.6.2 Vacuum box test

As a minimum, all joints in the TPS system which are part of overlaps, intersections, connections to metallic or concrete components and all reworked or repaired joints which did not meet the visual inspection acceptance criteria shall be 100 % VB examined

The test shall be performed by applying soap solution and vacuum equal to expected differential pressure between front and back of TPS in operation, but not less than 200 mbar for at least 15 s on the tested joint.

In case of the test fails, the area shall be repaired. The repair shall be confirmed by a new vacuum box test.

Bibliography

- [1] EN 14620-2, *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 2: Metallic components*
- [2] EN 14620-3, *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 3: Concrete components*
- [3] EN 14620-5, *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*
- [4] DIN 53428, *Determination of the behaviour of cellular plastics when exposed to fluids, vapours and solids*