

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 flüssigem 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 Frosthuf 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*

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-, Fluorid-, Silikat- und Natrium-Ionen und des pH-Wertes (ISO 12624)*

EN ISO 16535, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Wasseraufnahme bei langfristigem 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 Lagergutdämpfen 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 Lagergutdämpfen 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: Lagergutdämpfe 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 Lagergutdämpfen/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 Nenndruckfestigkeit 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 $\sigma_{\min}$ 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 $\sigma_{\min}$ 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;