

DIN EN 16855-2

ICS 97.130.20

Einsprüche bis 2017-05-24

Entwurf

**Begehbare Kühlräume –
Begriffe, Wärmedämmleistung und Prüfverfahren –
Teil 2: Maßgefertigte Bauteile für Kühlräume;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16855-2:2017**

Walk-in cold rooms –
Definition, thermal insulation performance and test methods –
Part 2: Customized cold rooms;
German and English version prEN 16855-2:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-03-24 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 fnkae@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 Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin, 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 110 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16855-2:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 44 „Gewerbliche und professionelle Kältevorrichtungen und -anlagen, Leistung und Energieverbrauch“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-01 AA „Sicherheit und Umweltschutz“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16855-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Begehbare Kühlräume — Definitionen, Wärmedämmung und Prüfmethoden — Teil 2: Maßgefertigte Bauteile für Kühlräume

Walk-in cold rooms — Definition, thermal insulation performance and test methods — Part 2: Customized cold rooms

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	14
5 Leistungsvermögen.....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Wärmedämmleistung	15
5.3 Andere Kennwerte	15
5.3.1 Luftdurchlässigkeit der Elemente	15
5.3.2 Wasserdampfdurchlässigkeit	16
6 Verfahren zur Bewertung der Wärmedämmleistung von maßgefertigten Bauteilen von begehbaren Kühlräumen.....	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Wärmeleitfähigkeit des Dämmkerns von Wand-, Decken- und Bodenelementen.....	16
6.3 Wärmedurchgangskoeffizient von Wand- und Deckenelementen	17
6.3.1 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements.....	17
6.3.2 Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements.....	18
6.4 Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenelemente.....	19
6.4.1 Allgemeines	19
6.4.2 Prüfverfahren	19
6.4.3 Berechnungsverfahren.....	19
6.5 Wärmedurchgangskoeffizient des vorgedämmten Bodens.....	19
6.6 Wärmeleitfähigkeit von Türen	21
6.7 Wärmeleitfähigkeit von Fenstern	22
6.8 Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen und Stoßstellen	22
6.8.1 Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen.....	22
6.8.2 Wärmedurchgangskoeffizient von Stoßstellen	23
6.9 Einfluss von Tragprofilen	24
6.10 Wärmebrücken im Kühlraum.....	24
6.10.1 Allgemeines	24
6.10.2 Wärmebrücken in Türen	24
6.10.3 Wärmebrücken in Fugen zwischen Elementen	24
6.10.4 Wärmebrücken in Fugen zwischen Elementen und Boden bei begehbaren Kühlräumen ohne gedämmten Fußboden.....	24
6.10.5 Wärmebrücken in Eckverbindungen	25
6.10.6 Wärmebrücken von Durchführungen.....	25
6.10.7 Wärmebrücken von Kühlaggregaten	25
7 Verfahren zur Bewertung der Wärmedämmleistung von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen und des gesamten Energieverbrauchs	25
7.1 Allgemeines	25
7.2 Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen.....	25
7.3 Gesamter Energieverbrauch des begehbaren Kühlraums	26
8 Montage begeibarier Kühlräume.....	27
9 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	27

Anhang A (normativ) Bestimmung der Nennwerte von Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit.....	29
A.1 Allgemeines	29
A.2 Eingabedaten	29
A.3 Nennwerte.....	29
A.3.1 Allgemeines	29
A.3.2 Fälle, in denen sowohl der Wärmedurchlasswiderstand als auch die Wärmeleitfähigkeit angegeben werden	29
A.3.3 Fälle, in denen nur der Wärmedurchlasswiderstand angegeben wird	30
Anhang B (normativ) Bestimmung von Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit nach Alterung.....	31
B.1 Allgemeines	31
B.2 Probenahme und Konditionierung.....	32
B.3 Bestimmung des Anfangswertes der Wärmeleitfähigkeit	32
B.4 Überprüfung des Wertes der Wärmeleitfähigkeit nach beschleunigter Alterung	32
B.4.1 Verfahrensweise	32
B.4.2 Messung des Wertes der Wärmeleitfähigkeit nach beschleunigter Alterung.....	32
B.4.3 Hinzufügen der Sicherheitsinkremente (nur für das Verfahren der beschleunigten Alterung).....	33
B.5 Verfahren mit festgelegten Inkrementen.....	33
B.5.1 Bedingungen	33
B.5.2 Normalitätsprüfung.....	34
B.5.3 Berechnung der Werte der Wärmeleitfähigkeit nach Alterung.....	34
B.6 Angabe der Werte für den Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit nach Alterung	35
B.6.1 Allgemeines	35
B.6.2 Gruppierung der Bauteile von begehbaren Kühlräumen.....	35
B.6.3 Berechnung des $\lambda_{90/90}$ -Wertes mit Anfangswerten der Wärmeleitfähigkeit	36
B.6.4 Berechnung des $\lambda_{90/90}$ -Wertes mit Werten der Wärmeleitfähigkeit nach der Alterung.....	36
Anhang C (informativ) Dokumentation von begehbaren Kühlräumen.....	37
Anhang D (informativ) Empfehlungen zur Montage	39
D.1 Allgemeines	39
D.2 Vorbereitende Maßnahmen	39
D.3 Aufstellung, Montage und Fixierung der Elemente.....	40
D.3.1 Allgemeines	40
D.3.2 Montage der Bodenelemente	41
D.3.3 Montage der Wandelemente	44
D.3.4 Montage der Deckenelemente	44
D.3.5 Montage von Trennwänden.....	45
D.3.6 Montage der Türen	45
D.3.7 Montage der Dichtung und abschließende Maßnahmen.....	46
D.3.8 Montagehinweise und Informationen für zusätzliche Ausbauten	46
D.3.9 Vorkehrungen für die Erst-Inbetriebnahme und die Abschaltung eines begehbaren Kühlraums.....	52
D.4 Instandhaltung und Reinigung des begehbaren Kühlraums.....	54
D.4.1 Allgemeines	54
D.4.2 Reinigung der Außenseite von Elementen.....	55
D.4.3 Reinigung der Innenseite von Elementen	55
D.4.4 Instandhaltung von Druckentlastungseinrichtungen.....	55
D.4.5 Instandhaltung, Reparatur und Austausch von Elementen und Bauteilen.....	55
Literaturhinweise.....	56

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16855-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 44 „Gewerbliche und professionelle Kältevorrichtungen und -anlagen, Leistung und Energieverbrauch“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

In Bezug auf die EU-Politik zur Steigerung der Energieeffizienz von energieverbrauchsrelevanten Produkten (Richtlinie 2009/125/EG) besteht im Rahmen der „20-20-20“-Ziele der EU die Notwendigkeit, zwischen den in Verkehr gebrachten Kälteanlagen einen Vergleich auf Grundlage der Mindestanforderungen an die Wärmedämmung zu ziehen sowie ein Durchschnittsniveau des Energieverbrauchs für die zukünftige Ausarbeitung einer Mindestnorm für die Energieeffizienz festzulegen.

Es ist notwendig, Bezugsstandards für die Berechnung, Messung von wärmedämmenden Eigenschaften, Identifizierung der bewährten Verfahrensweisen zur Beseitigung von Wärmebrücken, Montageverfahren und zu ergreifende Maßnahmen für die Sicherstellung eines optimalen Grades an Wärmedämmung und Energieverbrauch zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Prüf- oder Berechnungsverfahren zur Bewertung des Wärmedämmverhaltens von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen und Bauteilen unter normalen Bedingungen der Endnutzung fest.

Als normale Umgebungsbedingungen der Endnutzeranwendung eines begehbaren Kühlraums sind zu berücksichtigen:

- Aufstellung innerhalb eines vorhandenen Gebäudes;
- der Kühlraum ist nicht den äußeren Wetterbedingungen ausgesetzt;
- die Innenseiten der Elemente sind Temperaturen innerhalb eines Anzeigebereichs von $-40\text{ °C} \leq T \leq 12\text{ °C}$ ausgesetzt;
- die Außenseiten der Elemente sind Temperaturen innerhalb eines Anzeigebereichs von $-8\text{ °C} \leq T \leq 30\text{ °C}$ ausgesetzt; falls der begehbare Kühlraum innerhalb eines Gebäudes ohne Klimaanlage aufgestellt ist, können Temperaturen unter 0 °C oder über 20 °C erreicht werden.

ANMERKUNG Die Norm ist anwendbar, wenn maßgefertigte begehbare Kühlräume, die bei mittleren Lagertemperaturen arbeiten, zur Nahrungsmittelverarbeitung oder als Reinraum verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12086, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit*

EN 12667:2001, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät — Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand*

EN 12865, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Bauteilen — Bestimmung des Widerstandes des Außenwandsystems gegen Schlagregen bei pulsierendem Luftdruck*

EN 13162, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*

EN 13163, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) — Spezifikation*

EN 13164, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) — Spezifikation*

EN 13165, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PU) — Spezifikation*

EN 13166, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschaum (PF) — Spezifikation*

EN 13167, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) — Spezifikation*

EN ISO 4590, *Harte Schaumstoffe — Bestimmung des Volumenanteils offener und geschlossener Zellen*

EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines*

EN ISO 10077-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen*

EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen*

EN ISO 10456, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte*

EN ISO 12572, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit*

EN ISO 14683, *Wärmebrücken im Hochbau — Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient — Vereinfachte Verfahren und Anhaltswerte*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

begehbarer Kühlraum

aus maßgefertigten Sandwichelementen hergestellter Bausatz für einen wärmegeprägten geschlossenen Raum, der zur Lagerung von gekühlten und/oder tiefgeköhlten bzw. gefrorenen, verderblichen Waren vorgesehen ist, über mindestens eine Tür zugänglich und ausreichend groß ist, dass er von einer Person begangen werden kann

3.1.1

maßgefertigte begehbare Kühlräume

begehbarer Kühlraum, der durch Zusammenbau der einzelnen Bestandteile entsteht, wobei ein Zuschneiden der Sandwichelemente vor Ort erforderlich ist

3.1.2

maßgefertigter begehbarer Kühlraum mit Fußboden

begehbarer Kühlraum, der mit einem wärmegeprägten Fußboden über Bodenhöhe oder in den Boden eingebettet ausgestattet ist; der Raum verfügt über eine Wärmedämmung an Deckschichten

3.1.3

maßgefertigter begehbarer Kühlraum mit vorgedämmtem Fußboden

begehbarer Kühlraum, der mit einem wärmegeprägten Fußboden ausgestattet ist, der unterhalb der Bodenhöhe in den Boden eingebettet ist und durch eine Strukturschicht (d. h. Beton) abgedeckt wird, die üblicherweise auf die äußere Bodenhöhe angepasst ist; der Raum verfügt über eine Wärmedämmung an allen Deckschichten

3.1.4

maßgefertigter begehbarer Kühlraum ohne Fußboden

begehbarer Kühlraum ohne wärmegeprägten Fußboden; der Raum hat nur wärmegeprägte Wände und eine wärmegeprägte Decke

3.1.5

Bauteile eines begehbaren Kühlraums

Elemente, die nach dem Zusammenbau einen begehbaren Kühlraum ergeben; Bauteile können zum Beispiel sein: Elemente, Türen, Eckverbindungen, Verkleidungen und Profile zur Verbindung von Elementen miteinander

3.2

Sandwichelement

Bauprodukt, das aus zwei beiderseits eines Kerns angeordneten Metalldeckschichten besteht, wobei der Kern aus einem wärmedämmenden Werkstoff besteht und so kraftschlüssig mit den beiden Deckschichten verbunden ist, dass die drei Bestandteile bei Belastung gemeinsam wirken, mit unterschiedlichen Arten von Umlaufprofilen

[QUELLE: EN 14509:2013, 3.17]

3.3

Umlaufprofil

Querschnitt und Eigenschaften der das Sandwichelement umlaufenden Oberfläche in Bezug auf das Verbindungssystem, das nach 3.3.1, 3.3.2 und 3.3.3 oder einer Kombination aus 3.3.1, 3.3.2 und 3.3.3 oder keinem dieser Profile ausgeführt ist

3.3.1

Umlaufprofil mit Feder-Nut-Verbindung

konstruktive Ausführung, die Abdichtung, Tragfähigkeit, Wärmedämmung und ordnungsgemäße Ausrichtung bei der Montage ermöglicht

3.3.2

Umlaufprofil mit Dichtung

konstruktive Ausführung, bei der die Dichtung stattfindet, indem ein Dichtstoff in das Sandwichelement eingebettet wird

3.3.3

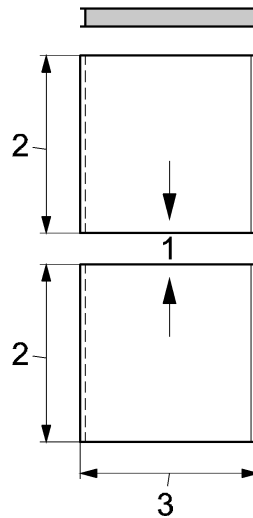
Umlaufprofil mit Camlock-Befestigung

konstruktive Ausführung für Abdichtung, Tragfähigkeit und mechanische Verriegelung zwischen benachbarten Sandwichelementen

3.3.4

Kante des Elements

Seite des Elements, an welchem sich angrenzende Elemente in derselben Ebene entlang der Breite treffen (siehe Bild 1)



Legende

- 1 Kante des Elements
- 2 Länge
- 3 Breite

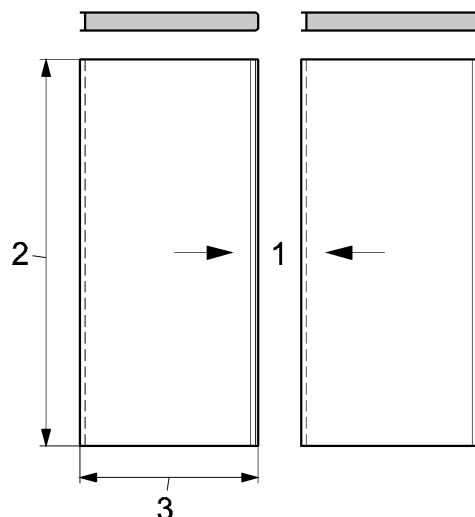
Bild 1 — Beispiel einer Kante eines Elements

3.3.5

Längskante des Elements

Seite des Elements, an welchem sich angrenzende Elemente in derselben Ebene entlang der Länge treffen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

- 1 Längskante des Elements
- 2 Länge
- 3 Breite

Bild 2 — Beispiel einer Längskante eines Elements

3.4

Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient

Maß für die allgemeine Wärmedämmleistung der, einschließlich Türen und sämtlichen Zubehörteilen, montierten Gebäudehülle eines begehbaren Kühlraums in Bezug auf den Wärmestrom je Flächeneinheit je Grad Temperaturunterschied

3.5

mittlere Oberfläche

S

Fläche, die durch das geometrische Mittel zwischen der außenliegenden und der innenliegenden Oberfläche berechnet wird

3.6

Wärmedurchgangskoeffizient der Oberfläche

Wärmestrom je Flächeneinheit je Grad Temperaturunterschied

3.7

Wärmedurchlasswiderstand der Oberfläche

Verhältnis zwischen Temperaturunterschied und Wärmestrom durch die Oberfläche

3.8

Luftschleier

technische Einrichtung, die eine gesteuerte, über eine Öffnung gerichtete (kalte) Luftströmung und somit einen Luftabschluss erzeugt; durch diesen werden unterschiedliche Umgebungen getrennt, der Verkehrsfluss und die ungehinderte Sicht durch die Öffnung jedoch ermöglicht

3.9

Streifenvorhang

aus Streifen gefertigte Vorrichtung, die plötzliche Wärmegewinne beim Öffnen der Türen verhindert

3.10 Typen von Türen

3.10.1

Drehflügeltür

Tür, die durch Drehung des Türflügels um die Drehachse der Scharniere betätigt wird

3.10.2

Schiebetür

Tür, die durch parallel zur Wand verlaufendes Schieben des Türflügels betätigt wird

3.10.3

Schwingtür

Drehflügeltür, deren Türflügel in beide Richtungen gedreht werden kann

3.10.4

Rollladen

Tür, die durch Auf- und Abrollen des biegsamen Türblattes betätigt wird

3.11

Mechanische Schließvorrichtung

automatische Vorrichtung zum Selbstschließen der Tür, die ein Offenstehen des Türflügels verhindert; wird zur Vermeidung von Energieverlusten und zur Aufrechterhaltung der Innentemperatur verwendet

3.12

Türkontaktschalter

Schalter zur Steuerung/Regelung der Ventilatormotoren des Verdampfers, der Innenbeleuchtung, der Alarmvorrichtungen und anderen energieeinsparenden Vorrichtungen

3.13

Wärmebrücke

Teil des begehbaren Kühlraums, in dem der ansonsten gleichförmige Wärmedurchlasswiderstand durch eine materialbedingte und/oder geometrische Unstetigkeit signifikant verändert wird

3.13.1

linienförmige Wärmebrücke

Wärmebrücke mit einem einheitlichen Querschnitt in einer der drei orthogonalen Achsen

[QUELLE: EN ISO 10211:2007, Begriff 3.1.2]

3.13.2

punktförmige Wärmebrücke

lokalisierte Wärmebrücke, deren Einfluss durch einen punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten dargestellt werden kann

3.14

Dämmstoff

wärmegeprägtes Produkt mit einer Nenn-Wärmeleitfähigkeit von unter 0,06 W/(mK) bei 10 °C

3.15

Alterung

Verschlechterung der wärmetechnischen Eigenschaften eines Dämmstoffs oder einer Dämmkonstruktion über die Zeit

3.16

längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

Quotient aus Wärmestrom im stationären Zustand und dem Produkt aus Länge und Temperaturdifferenz zwischen den Umgebungstemperaturen auf jeder Seite der Wärmebrücke

3.17

punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

Quotient aus Wärmestrom im stationären Zustand und der Temperaturdifferenz zwischen den Umgebungstemperaturen auf jeder Seite der Wärmebrücke (W/K)

3.18

Decke des begehbaren Kühlraums

Abdeckung des begehbaren Kühlraums

3.19

Kern

Schicht aus einem Werkstoff mit wärmedämmenden Eigenschaften, die beidseitig mit Metalldeckschichten verklebt ist

3.20

Deckschicht

flaches, leicht profiliertes oder profiliertes dünnes Metallprofil, das kraftschlüssig mit dem Kern verbunden ist

3.21

Befestigungssystem

System, bei dem die Elemente mit dem Tragsystem oder andere Bauteile an den Elementen oder Bauteile aneinander befestigt werden

3.22

Fuge/Verbindung

Berührungsfläche zwischen zwei Elementen, bei denen die aufeinandertreffenden Kanten so ausgeführt sind, dass die Elemente in derselben Ebene aneinandergrenzend verlegt werden können

[QUELLE: EN 14509:2013, Begriff 3.13]

3.23

Stoßstellen

Verbindungen zwischen benachbarten Elementen und Ecken, beispielsweise Wand zu Wand, Wand zur Decke, Wand zum Boden

3.24

Lagertemperatur

beabsichtigte Lagertemperatur, die innerhalb des in Betrieb befindlichen begehbaren Kühlraums aufrechterhalten werden soll

3.25

mittlere Lagertemperatur

MT (en: medium storage temperature)

jede Temperatur über -5 °C und unter 12 °C, für die Lagerung gekühlter verderblicher Waren

3.26

niedrige Lagertemperatur

LT (en: low storage temperature)

jede Temperatur unter -5 °C, für die Lagerung tiefgekühlter verderblicher Waren

3.27

Bruttolagerinhalt

innere Abmessungen des Kühlraums, gemessen vom Boden bis zur Decke und von links nach rechts (Gesamthöhe $\times$ Gesamtbreite $\times$ Gesamtlänge in Kubikmeter (m^3))

3.28

Wärmeleitfähigkeit

Eigenschaft eines Werkstoffs, Wärme zu leiten

3.29

Wärmedämmung

Eigenschaft eines Werkstoffs, die Übertragung thermischer Energie durch seine Dicke zu verringern

3.30

Tragprofile

Systeme, die nicht zu den tragenden Bauteilen des Gebäudes gehören und die dazu verwendet werden, Deckenelemente (falls notwendig), Kühleinrichtungen und andere Einrichtungen des begehbaren Kühlraums dauerhaft zu tragen

3.31

signifikante Stellen

Ziffern, die zur Präzision einer Zahl beitragen, unter der Berücksichtigung, dass führende Nullen und angehängte Nullen, die lediglich als Platzhalter den Maßstab anzeigen, keine signifikanten Stellen sind

3.32

Produktprobe

Teil des Sandwichelements oder Türflügels, der durch Herausschneiden aus dem Mittelteil dieses Produkts, einschließlich der Deckschichten und des Kernwerkstoffs, erhalten wird

3.33

Probekörper

aus der mittleren Dicke im gleichmäßigen Abstand zu den Kanten der Produktprobe entnommene Scheibe des zu prüfenden Kernwerkstoffs

3.34

Bauteilgruppen für begehbare Kühlräume

Bauteile für begehbare Kühlräume, die die gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften aufweisen und die in derselben Fertigungslinie hergestellt wurden

3.35

Verbindung von Elementen Kante an Kante

System zur Verbindung angrenzender Elemente, die zuvor vor Ort zugeschnitten wurden, entlang der Breite des Elements

3.36

Verbindung von Längskante an Längskante

Verbindung zwischen Elementen, die zuvor vor Ort zugeschnitten wurden, entlang der Länge des Elements

3.37

vorgedämmter Boden

wärmedämmter Boden, der in den Boden unterhalb der Bodenhöhe eingebettet ist und aus mehreren Schichten verschiedener Werkstoffe oder Bauteile besteht

3.38

signifikante Schicht

Schicht des vorgedämmten Bodens, die einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Bodens leistet

3.39

Betonträger unterhalb der unteren Dampfsperre

Betonplatte, welche den maßgefertigten begehbaren Kühlraum trägt und einen zu vernachlässigenden Beitrag zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Bodens leistet

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

U_{tot} Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

U_j Wärmedurchgangskoeffizient einzelner Bauteile [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

W Wärmeleistung [W]

S Oberfläche [m^2]

R Wärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

D Dicke [m]

λ Wärmeleitfähigkeitskoeffizient [W/mK]

h Wärmedurchgangskoeffizient der Oberfläche [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

l Länge [m]

Ψ längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen je Längenmeter des Elements [W/mK]

X punktförmiger Wärmedurchgangskoeffizient [W/K]

Indizes

n Nennwert

i innen

e außen

c Kern

f Deckschicht

s Oberfläche

f Fluid (Luft)

w Wand

a Luft

j generischer Index

5 Leistungsvermögen

5.1 Allgemeines

Um eine Grundlage für die Bewertung der energieverbrauchsrelevanten Eigenschaften von begehbaren Kühlräumen und deren Bauteilen zu schaffen, müssen die Leistungskenngrößen von begehbaren Kühlräumen hinsichtlich ihrer wärmedämmenden Eigenschaften bewertet werden.

Bewertet werden müssen die Leistungskenngrößen für jedes einzelne Bauteil des begehbaren Kühlraums sowie Leistungskenngrößen des begehbaren Kühlraums als Ganzes.

Für die Berechnungen oder Prüfungen liegt der Bezugspunkt für begehbare Kühlräume, die bei einer mittleren Lagertemperatur arbeiten, bei $T = +5\text{ °C}$ und für niedrige Lagertemperatur bei $T = -18\text{ °C}$.

5.2 Wärmedämmleistung

Die Wärmedämmleistung von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen wird bewertet, indem der entsprechende Kennwert jedes einzelnen Bauteils eines begehbaren Kühlraums, der durch Prüfung und/oder Berechnung beurteilt werden muss, berücksichtigt wird. Bauteile von begehbaren Kühlräumen können wie folgt festgelegt werden:

- Wand- und Deckenelemente;
- Fußbodenelemente;
- vorgedämmter Boden;
- Tür(en);
- Fenster;
- Befestigungssysteme und Stoßstellen;
- Tragprofile.

Zu Vergleichszwecken werden begehbare Kühlräume mit und ohne wärmegeädämmtem Fußboden berücksichtigt.

Die Luftinfiltration durch die geöffnete Tür wird hinsichtlich der Vorrichtungen berücksichtigt, mit denen das Einströmen von Luft aus der Umgebung des begehbaren Kühlraums verhindert oder verringert werden kann. Es wird ein Klassifizierungssystem für die verwendete Vorrichtung vorgeschlagen, mit dem der Beitrag zur Verbesserung der Leistungskenngrößen hinsichtlich der Energieaufnahme des begehbaren Kühlraums evaluiert werden kann.

5.3 Andere Kennwerte

5.3.1 Luftdurchlässigkeit der Elemente

In Anbetracht einer Lebensdauer des Kühlraums von 10 Jahren und unter Berücksichtigung der sehr geringen Luftdurchlässigkeit der Metalldeckschichten werden die Einflüsse der Luftdurchlässigkeit der Elemente auf das Verhalten des Kühlraums als vernachlässigbar angesehen. Demzufolge ist keine Bewertung erforderlich. Für unterschiedliche Deckschichtwerkstoffe muss die Luftdurchlässigkeit nach EN ISO 10456 bestimmt werden, sofern nicht tabellierte Werte aus anderen Europäischen Normen verfügbar sind.

Die Luftdurchlässigkeit der Verbindungen muss nach EN 12865 bewertet werden.

5.3.2 Wasserdampfdurchlässigkeit

Die Inhalte von 5.3.1 gelten auch für die Wasserdampfdurchlässigkeit.

Die Wasserdampfdurchlässigkeit der Verbindungen muss nach EN 12086 oder EN ISO 12572 bewertet werden.

6 Verfahren zur Bewertung der Wärmedämmleistung von maßgefertigten Bauteilen von begehbaren Kühlräumen

6.1 Allgemeines

Die Bewertung der energieverbrauchsrelevanten Eigenschaften einzelner Bauteile eines begehbaren Kühlraums wird unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte durchgeführt:

- A. Wärmeleitfähigkeit des Kerns der Sandwichelemente
- B. Wärmedurchgangskoeffizient von Wand- und Deckenelementen
- C. Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenelemente
- D. Wärmedurchgangskoeffizient des vorgedämmten Bodens
- E. Wärmedurchgangskoeffizient von Türen
- F. Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern
- G. Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen und Stoßstellen
- H. Einfluss der Tragprofile

Dichtungen werden als Bestandteile von Türen und Dichtstoffe als Teil des Befestigungssystems angesehen, das nach 6.6, 6.7 und 6.8 geprüft wird.

6.2 Wärmeleitfähigkeit des Dämmkerns von Wand-, Decken- und Bodenelementen

Die Bewertung der Wärmeleitfähigkeit des Kernwerkstoffs der Bauteile in den Punkten B, C, D und E von 6.1 wird nach EN 12667 oder nach EN 12939 für dicke Produkte durchgeführt.

Die Wärmeleitfähigkeit ist nach Anhang A und B zu bestimmen und muss vom Hersteller nach den folgenden Bedingungen angegeben werden:

- die Durchschnittstemperatur beträgt $(10 \pm 0,3) ^\circ\text{C}$;
- die Messwerte müssen mit drei signifikanten Stellen angegeben werden;
- der Wärmedurchlasswiderstand, R_D , muss immer angegeben werden; die Wärmeleitfähigkeit, λ_D , muss angegeben werden, wenn möglich;
- der Wärmedurchlasswiderstand, R_D , und die Wärmeleitfähigkeit, λ_D , müssen als repräsentative Grenzwerte für mindestens 90 % der Produktion mit einem Vertrauensniveau von 90 % angegeben werden;
- der Wert der Wärmeleitfähigkeit, $\lambda_{90/90}$, muss auf drei signifikante Stellen gerundet in W/mK ausgedrückt werden und muss als λ_D gerundet auf drei signifikante Stellen und in W/mK ausgedrückt werden;

- der Nenn-Wärmedurchlasswiderstand, R_D , muss, sofern er nicht direkt gemessen wird, nach der Nenndicke, d_N , und dem entsprechenden Wert der Wärmeleitfähigkeit, $\lambda_{90/90}$, berechnet werden;
- der Wert des Wärmedurchlasswiderstandes, $R_{90/90}$, muss, sofern er nach der Nenndicke, d_N , und dem entsprechenden Wert der Wärmeleitfähigkeit, $\lambda_{90/90}$, berechnet wird, auf drei signifikante Stellen abgerundet und in $\text{m}^2\text{K/W}$ ausgedrückt werden und muss als R_D mit drei signifikanten Stellen in $\text{m}^2\text{K/W}$ ausgedrückt werden;
- bei Produkten, deren Wärmedurchlasswiderstand, $R_{90/90}$, direkt gemessen wird, muss der Wert des Wärmedurchlasswiderstandes auf drei signifikante Stellen abgerundet und in $\text{m}^2\text{K/W}$ ausgedrückt werden und muss als R_D mit drei signifikanten Stellen in $\text{m}^2\text{K/W}$ ausgedrückt werden.

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit müssen nach EN 12667 oder nach EN 12939 für dicke Produkte und unter den folgenden Bedingungen bestimmt werden:

- bei einer mittleren Temperatur von $(10 \pm 0,3)^\circ\text{C}$;
- nach Konditionierung der Probekörper, die für mindestens 6 h bei $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $(50 \pm 5) \%$ gelagert werden müssen, sofern in der Prüfnorm nicht anders angegeben;
- unter Berücksichtigung des Einflusses der Alterung nach Anhang B.

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit müssen direkt an der gemessenen Dicke bestimmt werden. Falls das nicht möglich ist, müssen die Werte durch Messungen an anderen Dicken des Produkts bestimmt werden, vorausgesetzt, dass:

- das Produkt die gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften aufweist und in der gleichen Produktionseinheit hergestellt wurde;
- und in Übereinstimmung mit EN 12939 nachgewiesen werden kann, dass die Wärmeleitfähigkeit über den Bereich der Dicken, an dem die Berechnung durchgeführt wird, um nicht mehr als 2 % abweicht.

Wenn die gemessene Dicke für die Prüfung des Wärmedurchlasswiderstandes und der Wärmeleitfähigkeit verwendet wird, sollte die Prüfdicke, soweit möglich, die kleinste der gemessenen Stellen am Probekörper betreffen (und nicht die mittlere), um jegliche Luftspalte während der Prüfung zu vermeiden.

Für andere Kernwerkstoffe sind die Prüfverfahren der folgenden entsprechenden Normen anzuwenden (EN 13162; EN 13163; EN 13164; EN 13166; EN 13167).

6.3 Wärmedurchgangskoeffizient von Wand- und Deckenelementen

6.3.1 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U) des Elements in Bezug auf die Wärmeleitfähigkeiten wird durch folgende Gleichung berechnet:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{t_{ni}}{\lambda_{fi}} + \sum \frac{S_{dj}}{\lambda_j} + \frac{t_{ne}}{\lambda_{fe}} + R_{se}} \quad (1)$$

Dabei ist

S_d die Nenndicke jeder Platte des Elements (unter Vernachlässigung der Deckschichtdicke) [m];

t_{ni} die Nenndicke der inneren Deckschicht [m];

t_{ne} die Nenndicke der äußeren Deckschicht [m];

λ_j der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Schicht des Elements [W/(m·K)];

λ_{fi} der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der inneren Deckschicht [W/(m·K)];

λ_{fe} der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der äußeren Deckschicht [W/(m·K)];

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der inneren Oberfläche [(m²·K)/W];

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Oberfläche [(m²·K)/W];

S_{dj} die Nenndicke jeder Schicht der wärmedämmenden Werkstoffe des Bodens (unter Vernachlässigung der Deckschichtdicke) [m].

Der Wärmedurchlasswiderstand der inneren Oberfläche (R_{si}) und der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Oberfläche (R_{se}) müssen nach EN ISO 6946 bestimmt werden.

Unter Berücksichtigung des Beitrags durch die Fuge, wie in 6.8.1 berechnet, folgt aus der Gleichung (1):

$$U_{\text{Element}} = U + \Delta U_{\text{Fuge}} \quad (2)$$

In diesem Falle berücksichtigt der Wert von U_{Element} die Auswirkungen durch die Auslegung der Fuge.

Falls für Wand- und Deckenelemente mehrere Dicken verfügbar sind, muss bezüglich des Wärmedämmverhaltens vom ungünstigsten Fall ausgegangen werden.

Alternativ darf das Dämmverhalten jeder Dicke gesondert durch den Hersteller bewertet werden.

6.3.2 Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements

Alternativ kann der Wärmedurchgangskoeffizient eines Elements, U_{Element} , mit einem vereinfachten Verfahren nach Gleichung (3) berechnet werden, welches die Auswirkungen der profilierten Deckschichten vernachlässigt und den Beiwert zum längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen (f_{Fuge}) aus Tabelle 1 für Stahldeckschichten nach einem generischen Fugentyp bestimmt (siehe Bild 3 und 6.8.1).

$$U_{d,s} = \frac{1}{R_{si} + \frac{d_c}{\lambda_c} + R_{se}} \cdot \left(1 + f_{\text{Fuge}} \cdot \frac{1,0}{B} \right) \quad (3)$$

Dabei ist

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der inneren Oberfläche [(m²·K)/W];

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Oberfläche [(m²·K)/W];

d_c der Kernwerkstoff;

λ_c die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs des Dämmkerns;

f_{Fuge} der Beiwert zum längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (siehe Tabelle 1);

B die Breite des Elements.

Für einen Beiwert zum längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen, berechnet für einen Fugenabstand von 1,0 m (siehe 6.8.1).

6.4 Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenelemente

6.4.1 Allgemeines

Die Bewertung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Bodenelemente wird durch Prüfung oder Berechnung durchgeführt.

Die Dicke der Bodenelemente kann aus mehreren Schichten unterschiedlicher Dämmstoffe bestehen, wie z. B.: grundlegender Kernwerkstoff (wie für Wand- und Deckenelemente) und eine Verstärkungsschicht, die den Boden begehrbar macht. Die Verstärkungsschicht befindet sich auf der Innenseite des begehrbaren Kühlraums und kann freiliegend oder durch ein Metallprofil mit einem speziellen Estrich bedeckt sein.

Die unterschiedlichen Dämmschichten, aus denen die Dicke des Bodenelements besteht, haben im Allgemeinen ein unterschiedliches Dämmverhalten.

Bodenelemente sind normalerweise in mehreren unterschiedlichen Oberflächenausführungen und Dicken erhältlich; aus diesem Grund muss bei der Bewertung des Wärmedämmverhaltens vom ungünstigsten Fall ausgegangen werden.

Alternativ darf von Herstellerseite das Dämmverhalten jeder einzelnen Oberflächenausführung bewertet werden.

6.4.2 Prüfverfahren

Die Prüfung des Bodenelements wird an einer mit allen Verstärkungsschichten und Oberflächenausführungen gefertigten Probe mit den gleichen Abmessungen wie die Wand- und Deckenelemente, nach dem Verfahren in EN 12667 durchgeführt. Die Probe muss sämtliche Schichten an unterschiedlichen wärmedämmenden Werkstoffen umfassen, die die Dicke des Elements ausmachen können.

6.4.3 Berechnungsverfahren

Falls die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs des Dämmkerns (MW, EPS, XPS, PUR, PIR, PF, CG usw.) und aller weiteren Dämmschichten, aus denen die Dicke des Bodenelements besteht, durch Prüfung (Kern) oder tabellierte Werte (weitere Dämmschichten) bekannt ist, darf das Verfahren durch Berechnung verwendet werden.

Die Prüfung anderer Kernwerkstoffe ist nach den entsprechenden Verfahren, wie in EN 13163, EN 13164, EN 13165, EN 13166, EN 13167 oder anderen relevanten Normen, anzuwenden.

Zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Bodenelemente wird Gleichung (1) aus 6.3 angewendet.

6.5 Wärmedurchgangskoeffizient des vorgedämmten Bodens

Der Wärmedurchgangskoeffizient des vorgedämmten Bodens muss durch Prüfung oder Berechnung der einzelnen Schichten, Werkstoffe oder Bauteile, welche den Querschnitt des Bodens bilden, bewertet werden und die Ergebnisse werden zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten des gesamten vorgedämmten Bodens mittels Gleichung (4) berücksichtigt.

Bei wärmedämmenden Werkstoffen oder Bauteilen sind 6.2, 6.3, 6.4 und 6.8 oder die jeweils relevante spezifische Norm zur Definition der Eigenschaften der Wärmedämmung anzuwenden. Wenn tabellierte Werte für die Eigenschaften der Wärmedämmung verfügbar sind, dann können diese genutzt werden.

Sind keine tabellierten Werte für einen oder mehrere Werkstoffe oder Bauteile verfügbar und wenn der Wärmedurchgangskoeffizient nicht durch eine Prüfung bestimmt wird, dann ergibt sich der Wärmedurchgangskoeffizient des jeweiligen zu berücksichtigenden Werkstoffs oder des Bauteils aus 7.2 und entspricht der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 2\text{ W/mK}$, wie bei begehbaren Kühlräumen ohne Boden.

Hinsichtlich der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten des gesamten vorgedämmten Bodens wird der Beitrag der folgenden Bauteile, die zum Aufbau der unterschiedlichen Schichten verwendet werden, als zu vernachlässigen angesehen:

- untere Dampfsperre
- Heizmatte
- obere Dampfsperre
- Betonträger unterhalb der unteren Dampfsperre; dieser ist Teil des Bodens, der bereits außerhalb des begehbaren Kühlraums liegt und nicht zur wärmedämmenden Schicht beiträgt

und darf daher nicht in Gleichung (4) berücksichtigt werden.

Die Bauteile, die für die Berechnung berücksichtigt werden müssen, sind:

- die letzte Strukturschicht des Bodens (begehbare Seite des Bodens, d. h. Beton)
- wärmedämmende Elemente, welche die wärmedämmende Schicht des vorgedämmten Bodens bilden
- alle anderen signifikanten Schichten zwischen der Wärmedämmung und der begehbaren Seite des Bodens

$$U_{\text{Boden}} = \frac{1}{R_{\text{si}} + \frac{t_{\text{ci}}}{\lambda_{\text{ci}}} + \sum \frac{S_{\text{dj}}}{\lambda_{\text{dj}}} + \sum \frac{t_{\text{i}}}{\lambda_{\text{i}}} + R_{\text{se}}} \quad (4)$$

Dabei ist

U_{Boden} der Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten vorgedämmten Bodens;

S_{dj} die Nenndicke jeder Schicht der wärmedämmenden Werkstoffe des Bodens (unter Vernachlässigung der Deckschichtdicke) [m];

t_{ci} die Nenndicke der inneren Betonschicht [m], beginnend ab der begehbaren Seite bis zu den wärmedämmenden Elementen;

t_{i} die Nenndicke aller signifikanten zusätzlichen Schichten [m], welche die Dicke des vorgedämmten Bodens ausmachen;

λ_{dj} der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Schicht des Elements [W/m·K];

λ_{ci} die Wärmeleitfähigkeit der inneren Betonschicht [m], beginnend ab der begehbaren Seite bis zu den wärmedämmenden Elementen [W/m·K];

λ_i der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit aller signifikanten zusätzlichen Schichten [m], welche die Dicke des vorgedämmten Bodens ausmachen [W/m·K];

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der inneren Oberfläche [m²·K/W], falls relevant;

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Oberfläche [(m²·K)/W], falls relevant.

Wenn der begehbare Kühlraum mit einer Heizmatte oder einem anderen Heizsystem zur Verhinderung der Bodenvereisung ausgestattet ist, muss dessen Beitrag in Bezug auf den Energieverbrauch, wie in 7.3 gezeigt, berücksichtigt werden.

6.6 Wärmeleitfähigkeit von Türen

Die Bewertung der Wärmeleitfähigkeit von Bauteilen nach Punkt E von 6.1, Türen, wird nach EN ISO 10077-1 und EN ISO 10077-2 durchgeführt.

Der Wärmedurchgangskoeffizient kritischer Knotenpunkte am Türrahmen (U_p) ist nach EN ISO 10077-2 zu ermitteln; der Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Tür (U_w) muss nach den entsprechenden Abschnitten von EN ISO 10077-1 berechnet werden.

Falls vorhanden, muss der Betrag jeglicher kraftbetätigter technischer Lösung hinsichtlich des Energieverbrauchs, wie in 7.3 angegeben, berücksichtigt werden, um ein Einfrieren der Dichtung zu vermeiden (z. B. Heizkabel).

Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w der gesamten Tür ist der gewichtete Mittelwert zwischen dem Wärmedurchgangskoeffizienten kritischer Knotenpunkte am Türrahmen (U_p) und dem Wärmedurchgangskoeffizienten des dämmenden Türflügels (U_f) heranzuziehen. Es muss die folgende Gleichung angewendet werden:

$$U_w = \frac{\sum A_p U_p + \sum A_f U_f}{\sum A_p + \sum A_f} \quad (5)$$

Dabei ist

U_w der Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Tür;

U_p der Wärmedurchgangskoeffizient des dämmenden Türflügels [W/m² K];

U_f der Wärmedurchgangskoeffizient des Türrahmens [W/m² K];

A_p die Fläche des dämmenden Elements (Türflügel) [m²];

A_f die Fläche des Türrahmens [m²].

Die Berechnung von A_p und A_f muss nach EN ISO 10077-1 durchgeführt werden.

Wenn für den Türflügel unterschiedliche Dicken verfügbar sind, muss hinsichtlich des Wärmedämmverhaltens vom ungünstigsten Fall ausgegangen werden.

Alternativ darf das Wärmedämmverhalten jeder erhältlichen Dicke gesondert durch den Hersteller bewertet werden.

6.7 Wärmeleitfähigkeit von Fenstern

Die Bewertung der Wärmeleitfähigkeit von Bauteilen nach Punkt F von 6.1, Türen, wird nach EN ISO 10077-1 und EN ISO 10077-2 durchgeführt.

Der Wärmedurchgangskoeffizient kritischer Knotenpunkte am Türrahmen (U_F) ist nach EN ISO 10077-2 zu ermitteln; der Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Tür (U_W) muss nach den entsprechenden Abschnitten von EN ISO 10077-1 berechnet werden.

6.8 Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen und Stoßstellen

6.8.1 Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen

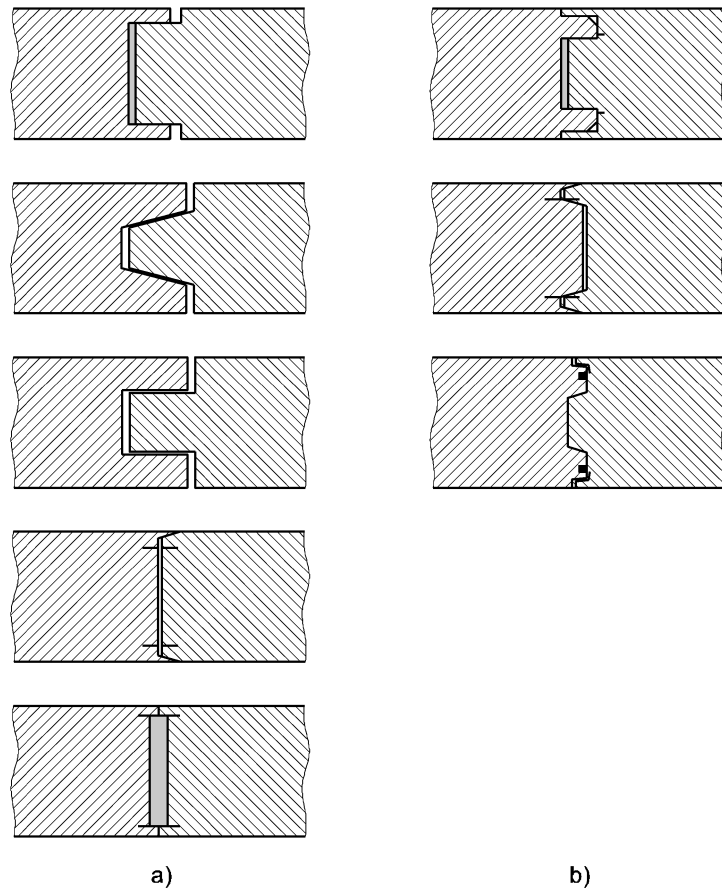
Der Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen für maßgefertigte begehbare Kühlräume hängt von der Auslegung der Verbindungen und der Dicke der Elemente ab. Der längenbezogene Wert muss entweder durch Messung oder Berechnung nach EN ISO 10211 bestätigt werden. Bei jeder Berechnung oder Messung des Wärmedurchgangskoeffizienten müssen die in Tabelle 1 angegebenen Werte als Beiwert zum längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Stahldeckschichten berücksichtigt werden. Dieser Beitrag wird in der Gleichung (6) berücksichtigt. Eine Interpolation zwischen den Werten der Dicke d_d in Tabelle 1 ist zulässig.

Tabelle 1 — Beiwert zum längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (f_{Fuge}) für Stahldeckschichten

d_d mm	f_{Fuge}	
	Typ I	Typ V
40	0,160	0,144
60	0,083	0,072
80	0,052	0,044
100	0,039	0,032
120	0,032	0,026
160	0,025	0,019
200	0,020	0,015

ANMERKUNG Die Fuge nach Typ I wird mit Dichtungstreifen mit $\lambda_s = 0,05 \text{ W/m}\cdot\text{k}$ berechnet, der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von Fugen nach Typ V wird ohne Dichtungstreifen berechnet.

Beispiele für Fugen nach Typ I und Typ V werden in Bild 3 gezeigt.



Legende

- a) Fuge nach Typ I
- b) Fuge nach Typ V

Bild 3 — Beispiele der Typen von Fugen

$$\Delta U_{\text{Fuge}} = \Psi_{\text{Fuge}} / B \quad (6)$$

Dabei ist

f_{Fuge} der Beiwert zum linearen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen, berechnet für einen Fugenabstand von 1,0 m (siehe Tabelle 1);

ΔU_{Fuge} der thermische Einfluss der Längsfuge;

Ψ_{Fuge} der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen je Meter Länge des Elements [W/(m·K)] nach EN ISO 10211;

B die Gesamtbreite des Elements [m].

ANMERKUNG Für weitere Einzelheiten zur Montage, siehe Anhang D.

6.8.2 Wärmedurchgangskoeffizient von Stoßstellen

Stoßstellen werden entsprechend den Innentemperaturen im Betrieb unter Berücksichtigung mittlerer oder niedriger Lagertemperaturen anders ausgelegt. Der längenbezogene Wert muss entweder durch Messung oder Berechnung nach EN ISO 10211 bestätigt werden.

Eine Berechnung führt zum bestmöglichen theoretischen Wert. In Abhängigkeit der Montage kann der echte Wert niedriger liegen und beispielsweise mit einer Wärmebildkamera bewertet werden.

ANMERKUNG Für weitere Einzelheiten zur Montage, siehe Anhang D.

6.9 Einfluss von Tragprofilen

Nach Begriff 3.31 dürfen Tragprofile aus unterschiedlichen Werkstoffen mit tabellierten Werten für Wärmeleitfähigkeit und Wärmedurchlasswiderstand gefertigt sein. Der Einfluss der Tragprofile wird, falls anwendbar, nach den Beispielen in EN ISO 14683 berechnet oder nach EN ISO 10211, wo Berechnungssysteme beschrieben werden.

6.10 Wärmebrücken im Kühlraum

6.10.1 Allgemeines

Die Auslegung und Konstruktion begehrbarer Kühlräume werden mit einem besonderen Augenmerk auf die Vermeidung von Wärmebrücken, die das wärmetechnische Verhalten des gesamten begehrbaren Kühlraums beeinträchtigen können, durchgeführt.

6.10.2 Wärmebrücken in Türen

Bei der Bewertung des Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizienten von Türen nach 6.6 werden sämtliche Auswirkungen von Unstetigkeiten der Dämmung, die in der Tür vorhanden sein können, berücksichtigt.

Demzufolge sind alle Auswirkungen jeglicher eventuell vorhandener kritischer Knotenpunkte schon im vorgeschlagenen Berechnungsverfahren enthalten, und es ist keine weitere Untersuchung erforderlich.

6.10.3 Wärmebrücken in Fugen zwischen Elementen

Je nach Konstruktion des Elements können die Ausführungen für Fugen zwischen den Elementen unterschiedlich ausfallen; jedoch besteht an den Berührungsflächen zwischen zwei benachbarten Elementen eine leichte Verringerung der tatsächlichen Dicke des Dämmkernwerkstoffs, eine Unstetigkeit ist gegeben und es besteht keine direkte Verbindung zwischen den Innen- und Außenseiten der Elemente.

Die Durchgängigkeit der Dämmung durch die Fugen, mittels Umlaufprofil mit Feder-Nut-Verbindung und/oder Umlaufprofil mit Camlock-Befestigung, wird durch die ordnungsgemäße Betätigung des Befestigungssystems als wesentlicher Bestandteil eines jeden Elements gewährleistet, indem die Kernwerkstoffe zweier benachbarter Elemente direkt in Berührung gebracht oder durch eine eingefügte Dichtung verbunden werden.

Wenn keine Versuchswerte verfügbar sind, muss 6.8.1 angewendet werden. Je nach Fugenausführung muss der Beiwert der Längsfugen nach Typ I oder Typ V aus Bild 3 und Tabelle 1 gelten. Alternativ dürfen Hersteller die Wärmebrücken in den Fugen zwischen Elementen entsprechend ihrer Ausführung nach dem ungünstigsten Fall oder für jede verfügbare Dicke bewerten.

6.10.4 Wärmebrücken in Fugen zwischen Elementen und Boden bei begehrbaren Kühlräumen ohne gedämmten Fußboden

Bei begehrbaren Kühlräumen ohne gedämmten Boden werden die Wandelemente durch ein stranggepresstes Profil aus einem Werkstoff mit niedriger Wärmeleitfähigkeit oder ein anderes wärmedämmtes Profil mit dem Boden verbunden. Der Beitrag des verwendeten Profils zu jeglichen, eventuell in der Berührungsfläche zwischen Element- und Bodenfuge vorhandenen linienförmigen Wärmebrücken muss nach EN ISO 10211 berechnet werden. Falls Profile aus Werkstoffen verwendet werden, die sich durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit auszeichnen, so muss deren Wärmeleitfähigkeit als Beitrag zur Wärmebrücke betrachtet werden.

Der Beitrag des nicht gedämmten Fußbodens zum Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizienten des begehbaren Kühlraums wird nach 7.2 berücksichtigt.

6.10.5 Wärmebrücken in Eckverbindungen

Die Verbindung zwischen Elementen von rechtwinkligen Wänden oder Trennwänden wird durch ein Zuschneiden der Elemente vor Ort und/oder die Entfernung von Teilen der Metalldeckschicht zur Vermeidung oder Eingrenzung von Wärmebrücken an den Ecken umgesetzt.

Bei Trennwänden muss ein Teil der Metalldeckschicht des Wandelements, welches der Dicke der Trennwand entspricht, entfernt werden und ein Treibmittel vor Ort an der Fuge zwischen Wandelement und Trennelement eingesetzt werden, um die Bindung der zwei rechtwinklig angeordneten Kernwerkstoffe zu fördern.

Bei Elementen, deren Ausführung eine geschäumte Eckverbindung umfasst, sind hinsichtlich der Fugen zwischen Elementen die gleichen Punkte in Betracht zu ziehen, wie in 6.10.3.

Die Bewertung des wärmetechnischen Verhaltens der Eckverbindungen muss nach 6.8 erfolgen.

Die Bewertung der Wärmebrücken wird durch Überprüfung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U) der Ecke, siehe 6.8, mithilfe des in EN ISO 10211 vorgeschlagenen Verfahrens durchgeführt.

6.10.6 Wärmebrücken von Durchführungen

Durchführungen umfassen Stromleitungen, Rohre und Druckentlastungsventile, falls vorhanden. Der Beitrag von vor Ort eingebrachten oder werkmäßig hergestellten Durchführungen und von Öffnungen, die für die Durchführung von Stromleitungen oder Rohrleitungen eingebracht werden, muss als punktförmige Wärmebrücke angesehen werden. Der Wert muss nach EN ISO 10211 bestimmt werden. Wenn der Beitrag einer punktförmigen Wärmebrücke als vernachlässigbar gilt, darf die Wärmebrücke in der Berechnung nicht berücksichtigt werden. Der Beitrag des Heizsystems der Druckentlastungsventile muss hinsichtlich des Energieverbrauchs, wie in 7.3 dargestellt, berücksichtigt werden.

6.10.7 Wärmebrücken von Kühlaggregaten

Wärmebrücken, die in Zusammenhang mit den Kühlaggregaten stehen, sind nicht Teil dieser Norm. Beispiele für Montageanleitungen von Kühlaggregaten in begehbaren Kühlräumen finden sich in Anhang D.

7 Verfahren zur Bewertung der Wärmedämmleistung von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen und des gesamten Energieverbrauchs

7.1 Allgemeines

Das vorgeschlagene Verfahren zur Bewertung des Dämmverhaltens eines maßgefertigten begehbaren Kühlraums ist ein Berechnungsverfahren, das den Beitrag aller vorhergehend bewerteten Bauteile berücksichtigt.

Aus der Kombination aller Beiträge ergibt sich der Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient des begehbaren Kühlraums.

7.2 Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient von maßgefertigten begehbaren Kühlräumen

Die Prüfdaten aus den Prüfungen der Wärmeleitfähigkeit von Elementen, Türen, Fenstern und Boden müssen in einem als „Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient“ festgelegten Parameter zusammengefasst werden, der während Normalbetrieb aus den tatsächlichen Luftgeschwindigkeiten innerhalb und außerhalb des begehbaren Kühlraums berechnet wird.

Bei begehbaren Kühlräumen ohne Boden (siehe 3.1.4) wird anstelle des Bodens eine virtuelle Oberfläche in Betracht gezogen. Der U-Wert dieser Oberfläche wird für eine Betonplatte von 100 mm Dicke, eine Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ und eine Fläche, die den Außenabmessungen des Raums entspricht, berechnet.

Die Wärmeleitfähigkeit des Kernwerkstoffs, die in diesen Berechnungen verwendet werden muss, ist der Wert, der gealterten Schaumelementen entspricht. Die Messung der Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten wird nach 6.2 oder hinsichtlich der unterschiedlichen Kernwerkstoffe nach EN 13162 (MW), EN 13163 (EPS), EN 13164 (XPS), EN 13166 (PF), EN 13167 (CG) durchgeführt.

Die Werte der Wärmedurchlasswiderstände müssen nach EN ISO 6946 bestimmt werden.

Der Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient ist durch folgende Gleichung festgelegt:

$$U_{\text{tot}} = \frac{\sum U_j S_j + \sum \Psi_j l_j + \sum \chi_j}{\sum S_j} \quad (7)$$

Dabei sind

- U_j die Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile und S_j die entsprechenden Flächen;
- Ψ_j die längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen je Längenmeter des Elements $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$;
- S_j die Flächen, die den Bauteilen entsprechen, bei denen U_j der Wärmedurchgangskoeffizient ist;
- χ_j die Wärmeverluste aufgrund von punktförmigen Wärmebrücken je 1 K Temperaturunterschied;
- l_j die Längen, die den Bauteilen entsprechen, bei denen Ψ_j der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ist;

χ_j -Werte können, sofern sie nicht vernachlässigbar sind, nach EN ISO 10211 bestimmt werden.

7.3 Gesamter Energieverbrauch des begehbaren Kühlraums

Die Bewertung des gesamten Energieverbrauchs von begehbaren Kühlräumen kann unter Berücksichtigung des Beitrags der Eigenschaften der Wärmedämmleistung der Hülle, des Energieverbrauchs aller elektrischen Zubehörteile durch Verwendung der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$P_{\text{tot}} = U_{\text{tot}} \cdot A \cdot (T_1 - T_2) + P_{\text{Heizkabel}} + P_{\text{Heizmatte}} + \sum P_j \quad (8)$$

Dabei ist

- P_{tot} der gesamte Energieverbrauch des begehbaren Kühlraums;
- U_{tot} der Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient des begehbaren Kühlraums;
- A die gesamte innere Oberfläche des begehbaren Kühlraums;
- T_1 die Außentemperatur außerhalb des begehbaren Kühlraums;
- T_2 die Innentemperatur innerhalb des begehbaren Kühlraums;
- P_j der Energieverbrauch jeglicher kraftbetätigter technischer Lösungen.

ANMERKUNG Kraftbetätigte technische Lösungen umfassen jegliches System, das Energie benötigt, um Nebenfunktionen durchzuführen (z. B. Heizkabel, Heizmatte, Druckablassventile, Luftschleier, Beleuchtung, Automatik der Türen).

Im Falle von begehbaren Kühlräumen mit internen Trennwänden muss die gesamte interne Oberfläche „A“ lediglich unter Berücksichtigung der äußeren wärmegeprägten Hülle bestimmt werden.

Der begehbare Kühlraum wird als funktionsfähig im stationären Zustand betrachtet.

8 Montage begehbbarer Kühlräume

Um die allgemeine Wärmedämmleistung und die Unversehrtheit des begehbaren Kühlraums während seiner Lebensdauer sicherzustellen, ist es sehr wichtig, für eine ordnungsgemäße Montage und Instandhaltung von begehbaren Kühlräumen zu sorgen.

Folgende Hauptpunkte sind hierbei zu beachten:

- Eignung des Aufstellungsortes;
- Anordnung des Bodens;
- Aufbau des vorgedämmten Bodens;
- Anordnung der Wand- und Deckenelemente;
- Verfahren zur Verbindung der vor Ort zugeschnittenen Elemente;
- Anordnung und Ausrichtung von Fenstern und Türen;
- Anordnung von Druckentlastungsventilen;
- Abdichtung und Ausbau.

Eine Anleitung zur ordnungsgemäßen Montage und Instandhaltung ist im Anhang D enthalten.

9 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Der Hersteller muss ein System der werkseigenen Produktionskontrolle einrichten, dokumentieren und aufrechterhalten, um sicherzustellen, dass die in Verkehr gebrachten Produkte mit den angegebenen Leistungseigenschaften übereinstimmen. Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss Verfahren, regelmäßige Inspektionen und Prüfungen und/oder Bewertungen sowie die Anwendung der Ergebnisse umfassen, um die Ausgangsstoffe und andere zugelieferte Materialien oder Bauteile, die Ausrüstung, das Herstellungsverfahren und das Produkt zu kontrollieren.

ANMERKUNG Ein System der werkseigenen Produktionskontrolle, das die Anforderungen nach EN ISO 9001 erfüllt, erfüllt die vorstehenden Anforderungen.

Die Ergebnisse von Inspektionen, Prüfungen oder Bewertungen, die Maßnahmen erfordern, sind ebenso wie die eingeleiteten Maßnahmen aufzuzeichnen. Die im Fall der Nichtkonformität durchzuführenden Verfahren und Maßnahmen sind ebenfalls eindeutig anzugeben.

Wenn Produkte derselben Familie unter Verwendung der gleichen Verfahrensausrüstung hergestellt werden, darf der Hersteller unter der Voraussetzung des Nachweises der Konformität gemeinsame Erstprüfungsergebnisse verwenden; wobei dieselben Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle anzuwenden sind.

Sofern ein Hersteller unterschiedliche Fertigungslinien oder Produktionseinheiten im selben Werk bzw. Fertigungslinien oder Produktionseinheiten in unterschiedlichen Werken betreibt, die von einem einzigen gemeinsamen WPK-System abgedeckt werden, muss der Hersteller Kontrollberichte für jede einzelne Fertigungslinie oder Produktionseinheit führen.

Der Hersteller kann entscheiden, ob er die Prüfungen der werkseigenen Produktionskontrolle intern oder extern durchführt.

Anhang A (normativ)

Bestimmung der Nennwerte von Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit

A.1 Allgemeines

Der Hersteller ist für die Bestimmung der Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstandes und der Wärmeleitfähigkeit verantwortlich. Er muss die Übereinstimmung des Produkts mit den Nennwerten nachweisen. Die Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstandes und der Wärmeleitfähigkeit eines Produkts sind die zu erwartenden Werte dieser Eigenschaften während einer ökonomisch sinnvollen Lebensdauer unter üblichen Bedingungen, bestätigt durch gemessene Werte unter Referenzbedingungen.

A.2 Eingabedaten

Der Hersteller muss über mindestens zehn Prüfergebnisse für den Wärmedurchlasswiderstand oder die Wärmeleitfähigkeit aus werkseigenen oder externen direkten Messungen verfügen, um die Nennwerte zu berechnen. Die direkten Messungen des Wärmedurchlasswiderstandes oder der Wärmeleitfähigkeit sind in gleichmäßigen Zeitabständen über eine Dauer der letzten zwölf Monate zu ermitteln. Wenn weniger als zehn Prüfergebnisse verfügbar sind, so darf die Dauer verlängert werden, bis zehn Prüfergebnisse vorliegen, jedoch mit einer Höchstdauer von drei Jahren, in denen das Produkt und die Produktionsbedingungen nicht wesentlich verändert wurden.

Für neue Produkte müssen die zehn Prüfergebnisse für den Wärmedurchlasswiderstand oder die Wärmeleitfähigkeit über eine Dauer von mindestens zehn Tagen verteilt sein.

Die Nennwerte sind nach dem in A.3 angegebenen Verfahren zu berechnen und in Abständen von höchstens drei Produktionsmonaten zu überprüfen.

A.3 Nennwerte

A.3.1 Allgemeines

Die Nennwerte R_D und λ_D müssen aus den berechneten Werten $R_{90/90}$ und $\lambda_{90/90}$ in Übereinstimmung mit den in 6.2 enthaltenen Festlegungen, einschließlich der Rundungsregeln, bestimmt werden.

A.3.2 Fälle, in denen sowohl der Wärmedurchlasswiderstand als auch die Wärmeleitfähigkeit angegeben werden

Die Nennwerte R_D und λ_D müssen aus den nach den Gleichungen (A.1), (A.2) und (A.3) berechneten Werten $R_{90/90}$ und $\lambda_{90/90}$ bestimmt werden.

$$\lambda_{90/90} = \lambda_{\text{Mittel}} + k \cdot s_{\lambda} \quad (\text{A.1})$$

$$s_{\lambda} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i - \lambda_{\text{Mittel}})^2}{n - 1}} \quad (\text{A.2})$$

$$R_{90/90} = d_N / \lambda_{90/90} \quad (\text{A.3})$$

Die Werte für k sind Tabelle A.1 zu entnehmen.

A.3.3 Fälle, in denen nur der Wärmedurchlasswiderstand angegeben wird

Der Nennwert R_D ist aus dem nach den Gleichungen (A.4) und (A.5) berechneten Wert $R_{90/90}$ zu ermitteln.

$$R_{90/90} = R_{\text{Mittel}} + k \cdot S_R \quad (\text{A.4})$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\text{Mittel}})^2}{n - 1}} \quad (\text{A.5})$$

Tabelle A.1 — Werte für k für ein einseitiges 90 %-Toleranzintervall mit einem Vertrauensniveau von 90 %

Anzahl der Prüfergebnisse	k		Anzahl der Prüfergebnisse	k
10	2,07		24	1,71
11	2,01		25	1,70
12	1,97		30	1,66
13	1,93		35	1,62
14	1,90		40	1,60
15	1,87		45	1,58
16	1,84		50	1,56
17	1,82		100	1,47
18	1,80		300	1,39
19	1,78		500	1,36
20	1,77		2 000	1,32
22	1,74			
ANMERKUNG Für eine andere Anzahl von Prüfergebnissen wird ISO 12491 oder die lineare Interpolation angewendet.				

Anhang B (normativ)

Bestimmung von Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit nach Alterung

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren zur Bewertung der Auswirkung der Alterung auf den PUR/PIR-Kernwerkstoff der Sandwichelemente. Dieses Verfahren führt zu einer Prognose des zeitlich gemittelten über 25 Jahre gealterten Werts. Zur Bewertung der Auswirkung der Alterung auf andere Kernwerkstoffe muss die entsprechende Europäische Norm gelten.

Das vorgeschlagene Verfahren berücksichtigt die tatsächliche Endnutzeranwendung von Sandwichelementen für begehbare Kühlräume sowie die normalen Umgebungsbedingungen, denen ein begehbare Kühlraum während seiner Lebensdauer unterworfen ist.

Das vorgeschlagene Alterungsverfahren ist anwendbar auf geschlossenzellige PUR/PIR-Sandwichelemente, die unter Verwendung von hochmolekularen Treibmitteln, wie z. B. Fluorkohlenwasserstoffen (zum Beispiel HFC 134a, 245fa, 227ea und 365mfc), Fluorchlorkohlenwasserstoffen, Kohlenwasserstoffen (zum Beispiel Pentan), gefertigt werden, die normalerweise über einen Zeitraum, der die annehmbare Lebensdauer des begehbaren Kühlraums deutlich überschreitet, im Kernwerkstoff verbleiben. Deshalb werden diese Treibmittel als „dauerhaft“ angesehen.

Die Treibmittel können miteinander und mit Kohlenstoffdioxid (CO₂) vermischt werden, einem „nicht dauerhaften“ Treibmittel, das außerhalb des Kernwerkstoffs schnell diffundieren kann.

Die Auswirkung der Alterung auf den Kernwerkstoff und die Verschlechterung seiner thermischen Eigenschaften werden bei PUR/PIR-Kernwerkstoffen überwiegend durch das Eindiffundieren der Außenluft in den Kernwerkstoff und das Ausdiffundieren des CO₂ in die äußere Umgebung bestimmt, außer wenn die Deckschichten der Sandwichelemente beides verhindern.

Bei neuen Treibmitteln, bei denen sich erweist, dass sie zum „dauerhaften Typ“, mit Diffusionskoeffizienten ähnlich denen von Fluorkohlenwasserstoff, Fluorchlorkohlenwasserstoff und Kohlenwasserstoff, gehören, können die in diesem Anhang beschriebenen Verfahren angewendet werden.

Für Mischungen permanenter Treibmittel sind die folgenden Verfahrensweisen zu befolgen:

- Falls das Verfahren zur beschleunigten Alterung nach B.4 angewendet wird, ist das Sicherheitsinkrement nach Tabelle B.1 für dasjenige Treibmittel in der Mischung mit dem höchsten Wert zu verwenden.
- Wenn das Verfahren mit festgelegtem Inkrement nach B.5 verwendet wird, ist zunächst die Normalitätsprüfung durchzuführen. Das Ergebnis der Normalitätsprüfung legt fest, welches Inkrement zu verwenden ist. Wenn das Ergebnis nicht höher ist als der geforderte Grenzwert nach B.5.2 für ein bestimmtes Treibmittel in der Mischung, ist das Inkrement nach Tabelle B.2 für dieses Treibmittel für die Bestimmung des gealterten Werts der Wärmeleitfähigkeit zu verwenden.
- Falls bei neuen Treibmitteln nachgewiesen werden kann, dass sie zum „dauerhaften Typ“ gehören (d. h. dass sie Diffusionskoeffizienten haben, die den bekannten Werten für Pentan und Chlorfluorkohlenwasserstoffe entsprechen), können die in diesem Anhang festgelegten Alterungsverfahren angewendet werden. In diesem Falle können neue Grenzwerte für das Verfahren mit festgelegtem Inkrement (B.5) und unterschiedliche Sicherheitsinkremente für das beschleunigte Alterungsverfahren (B.4) erforderlich sein.