

DIN EN 17140

ICS 91.100.60

Einsprüche bis 2017-09-14

Entwurf

**Wärmedämmstoffe für Gebäude –
 Werksmäßig hergestellte Vakuumisulationspanele (VIP) –
 Spezifikation;
 Deutsche und Englische Fassung prEN 17140:2017**

Thermal insulation products for buildings –
 Factory made Vacuum Insulation Panels (VIP) –
 Specification;
 German and English version prEN 17140:2017

Produits isolants thermiques pour le bâtiment –
 Panneaux Isolants sous Vide produits de façon industrielle (PIV) –
 Spécification;
 Version allemande et anglaise prEN 17140:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-07-14 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 nabau@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 Bauwesen (NABau), 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 127 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17140:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 88 „Wärmedämmstoffe und wärmedämmende Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-65 AA „Vakuumisolationspaneele (VIP) (SpA zu CEN/TC 88/WG 11, ISO/TC 163/SC 3/WG 11)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werksmäßig hergestellte Vakuumisolationspanele (VIP) — Spezifikation

*Produits isolants thermiques pour le bâtiment — Panneaux Isolants sous Vide produits de façon industrielle (PIV) —
Spécification*

Thermal insulation products for buildings — Factory made Vacuum Insulation Panels (VIP) — Specification

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole und Abkürzungen	8
4 Anforderungen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Für alle Anwendungen	11
4.2.1 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit	11
4.2.2 Innendruck	11
4.2.3 Länge, Breite, Rechtwinkligkeit. Ebenheit	13
4.2.4 Dicke	13
4.2.5 Brandverhalten	13
4.2.6 Dauerhaftigkeitsmerkmale	14
4.3 Für spezifische Anwendungen	14
4.3.1 Allgemeines	14
4.3.2 Maßhaltigkeit unter festgelegten Bedingungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchte	14
4.3.3 Verformung unter festgelegten Bedingungen für Druckbelastung und Temperatur	14
4.3.4 Druckspannung bei einer Zusammenpressbarkeit von 10 %	14
4.3.5 Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	15
4.3.6 Kriechverhalten	16
4.3.7 Wasserdampfdurchlässigkeit	16
4.3.8 Freisetzung gefährlicher Stoffe	16
4.3.9 Scherfestigkeit	16
4.3.10 Wärmeleitfähigkeit eines durchbohrten VIP unter Umgebungsdruck auf Grund von Beschädigung	17
5 Prüfverfahren	17
5.1 Probenahme	17
5.2 Konditionieren	17
5.3 Prüfung	17
5.3.1 Allgemeines	17
5.3.2 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit	17
6 Bezeichnungsschlüssel	20
7 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit — AVCP	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Bestimmung des Produkttyps (PTD)	20
7.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	20
8 Kennzeichnung und Etikettierung	21
Anhang A (normativ) Bestimmung der Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit	22
A.1 Allgemeines	22
A.2 Eingangsdaten	22

A.3	Nennwerte.....	22
A.3.1	Allgemeines	22
A.3.2	Fall, in dem Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit angegeben werden	22
A.3.3	Fall, in dem nur der Wärmedurchlasswiderstand angegeben ist.....	23
Anhang B (normativ) Bestimmung des Produkttyps (PTD) und werkseigene Produktionskontrolle (FPC).....		25
Anhang C (normativ) Bestimmung der gealterten Werte des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit einschließlich Kanteneffekt		29
C.1	Allgemeines	29
C.2	Zeitabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit.....	31
C.2.1	Anstieg der Wärmeleitfähigkeit durch die Permeation von Trockenluft.....	31
C.2.2	Anstieg der Wärmeleitfähigkeit durch die Permeation von Wasserdampf.....	31
C.2.3	Beschleunigte Alterung	32
C.3	Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Vakuumisulationspaneelen	36
C.4	Bestimmung der Nenn-Wärmeleitfähigkeit von VIP unter Berücksichtigung statistischer Verfahren, Alterung und Wärmebrückeneffekten.....	38
C.4.1	Allgemeines	38
C.4.2	Berechnung von $\lambda_{90/90}$, $R_{90/90}$, λ_d und den Werten für R_d	39
C.5	Produktgruppen	39
Anhang D (normativ) Messung von $p_{1/2}$ des Kernmaterials		40
D.1	Allgemeines	40
D.2	Verfahren mit einem luftdichten Verbinder	40
D.3	Verfahren bei Verwendung von VIP mit verschiedenen Innendrücken	41
Anhang E (normativ) Barriereleistung der Umhüllung		42
E.1	Allgemeines	42
E.2	Beschleunigungsfaktoren.....	42
E.3	Verfahren für die Messung der Luftdurchlässigkeit einer Umhüllung.....	42
E.4	Verfahren für die Messung der Wasseraufnahme einer Umhüllung.....	43
Anhang F (normativ) Bestimmung der Haltbarkeit des Trocknungsmittels		44
F.1	Allgemeines	44
F.2	Verfahren 1	44
F.3	Verfahren 2	44
F.3.1	Allgemeines	44
F.3.2	Schätzung der Wassermenge im VIP-Kernmaterial	44
F.3.3	Bestimmung der erforderlichen Trocknungsmittelmenge für eine Lebensdauer von 25 Jahren	45
F.3.4	Bestimmung der Trocknungsmittelkapazität.....	45
Anhang G (normativ) Messung des Innendrucks.....		46
G.1	Umfang/Zweck der Prüfung.....	46
G.2	Verweisungen	46
G.3	Begriffe	46
G.4	Allgemeines (Prinzip)	47
G.5	Prüfvorrichtung	48
G.6	Prüfkörper	48
G.7	Durchführung	49
G.7.1	Allgemeines	49
G.7.2	Prüfbedingungen	49
G.7.3	Druckausgleichsverfahren (Abhebetechnik).....	49
G.7.4	Drucksensorverfahren	50
G.7.5	Verfahren für VIP mit Entlüftungsventil.....	50
G.7.6	Berechnung und Angabe der Ergebnisse	51

G.8	Fehlergrenze	52
G.8.1	Für den Druckausgleich	52
G.8.2	Für VIP mit Entlüftungsventil	52
G.9	Prüfbericht.....	52
Anhang H (normativ) Montage- und Befestigungsverfahren für Prüfungen des Brandverhaltens		53
H.1	Allgemeines	53
H.2	Anweisungen für Montage und Befestigung der Prüfkörper	53
H.2.1	Allgemeines	53
H.2.2	Produkt- und Einbaukennwerte	53
H.2.3	Einbau und Befestigung.....	54
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011		58
ZA.1	Anwendungsbereich und relevante Eigenschaften.....	58
ZA.2	System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)	60
ZA.3	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	60
Literaturhinweise.....		63

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17140:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 88 „Wärmedämmstoffe und wärmedämmende Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Anforderungen für werksmäßig hergestellte Vakuumisulationspaneele (VIP) fest, die für die Wärmedämmung von Gebäuden verwendet werden. Diese Norm beschreibt die Produkteigenschaften und enthält Prüfverfahren und Regeln für Konformitätsbewertungen, Identifizierung und Kennzeichnung. Auch die Bestimmung von VIP-Eigenschaften, die die Nutzungsdauer und die Leistung der VIP beeinflussen, wird in dieser Norm behandelt. Die Norm beschreibt ein Prüfverfahren für die Alterungsbestimmung der Produkte, das auch den Einfluss linearer Wärmebrücken an den Kanten berücksichtigt.

Diese Norm gilt für alle Arten von VIP unabhängig vom Kernmaterial oder der Art der Umhüllung. Sie gilt auch für VIP, die Trocknungsmittel verwenden, jedoch nicht für solche, die Getter (gasabsorbierende Stoffe) nutzen, da keine Erfahrungswerte zur Alterung dieser Paneele vorliegen.

Die vorliegende Norm legt nicht die Stufe einer gegebenen Eigenschaft fest, die ein Produkt erreichen muss, damit in einer bestimmten Anwendung seine Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen ist. Die für eine gegebene Anwendung erforderlichen Stufen sind in Verordnungen oder nicht in Konflikt stehenden Normen zu finden.

Produkte mit einem Nenn-Wärmedurchlasswiderstand R_D unter $0,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ oder einer Nenn-Wärmeleitfähigkeit λ_D von mehr als $0,015 \text{ W/(m·K)}$ nach Anhang C dieser Norm fallen nicht unter diese Norm.

Diese Norm behandelt nicht Produkte, die für die Wärmedämmung von Gebäudetechnik und Industrieanlagen vorgesehen sind.

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 822, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Länge und Breite*

EN 823:2013, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Dicke*

EN 824, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Rechtwinkligkeit*

EN 825, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Ebenheit*

EN 826, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung*

EN 1604, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Dimensionsstabilität bei definierten Temperatur- und Feuchtebedingungen*

EN 1605, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Verformung unter festgelegter Druckbelastung und festgelegten Temperaturbedingungen*

EN 1607, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene*

EN 12667, *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 13172, *Wärmedämmstoffe — Konformitätsbewertung*

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

ISO 8302, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Guarded hot plate apparatus*

3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Vakuumisolationspaneel

VIP

Element zur Wärmedämmung, das aus einem offenporigen Kernmaterial innerhalb einer Umhüllung besteht und bei dem der Innendruck in der Umhüllung niedriger als der Umgebungsluftdruck ist

3.1.2

Mitte des Paneels

COP

Bereich des VIP, das nicht vom Kanteneffekt betroffen ist

3.1.3

Kanteneffekt

Form einer Wärmebrücke entlang der Kante, die durch die höhere Wärmeleitfähigkeit der äußeren Umhüllung im Vergleich mit dem Kern verursacht wird

3.1.4

Innendruck

Gesamtgasdruck im VIP, in mbar

3.1.5

Druckausgleichsverfahren

Verfahren zur Prüfung des Innendrucks eines VIP mit Hilfe einer Laminat-Abhebetechnik mit einer Vakuumkammer oder einer Saugglocke

Anmerkung 1 zum Begriff: In manchen Veröffentlichungen auch als Folien-Abhebetechnik bezeichnet.

3.1.6

Vakuumkammer

Gerät für die Entlüftung eines VIP oder eines Raums um ein VIP, um den Innendruck des VIP durch das Druckausgleichsverfahren zu bestimmen

3.1.7

Saugglocke

Gerät für die Entlüftung eines Raums, der mit einem Teil eines VIP verbunden ist, um den Innendruck des VIP durch das Druckausgleichsverfahren zu bestimmen

3.1.8

Drucksensor

Gerät für die Messung des Innendrucks eines VIP

3.1.9

Kernmaterial

offenporiger Wärmedämmstoff, der die Hauptkomponente in der VIP-Umhüllung darstellt

3.1.10

Umhüllung

Außenschicht des VIP, die das Vakuum im VIP aufrechterhält

3.1.11

Trocknungsmittel

Werkstoff, der sich vom Kernmaterial unterscheidet und der in die Umhüllung eingelegt wird, um Absorbat bzw. Wasserdampf aufzunehmen

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Einheiten.

A	Oberfläche des VIP	m^2
A_m	Messbereich des GHP- oder HMF-Geräts, das für die Messung benutzt wird	m^2
A_N	Nennoberfläche des VIP	m^2
b	Breite	m
d	Dicke	m
d_{ambient}	Dicke des belüfteten VIP	m
d_N	Nennstärke des Produkts	m
d_{VIP}	Dicke des VIP	m
f_{air}	Beschleunigungsfaktor der VIP-Umhüllung für Trockenluft	–
f_v	Beschleunigungsfaktor der VIP-Umhüllung für Wasserdampf	–
k	Faktor im Zusammenhang mit der verfügbaren Anzahl der Prüfergebnisse	–
l	Länge	m
l_c	Kernlänge	m
l_w	Arbeitslänge	m
l_ψ	Länge der Fugen im Messbereich	m
N	Anzahl der Prüfergebnisse	–
P_{air}	Luftdurchlässigkeit der VIP-Umhüllung	$\text{m}^3 \text{ Pa}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
P_v	Wasseraufnahmerate der VIP-Umhüllung	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
p_{air}	Luftdruck im VIP	Pa
p_{lim}	maximaler Innendruck, der frühestens 24 h nach der Herstellung gemessen wird	Pa
p_v	Wasserdampfdruck im VIP	Pa
p_0	anfänglicher Wert des Innendrucks	Pa

$p_{1/2}$	Innendruck des VIP, wobei λ um 1/2 der Wärmeleitfähigkeit bei Windstille ansteigt	Pa
R_{aux}	Wärmedurchlasswiderstand des Hilfsmaterials	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
$R_{\text{COP},90/90}$ aged	$R_{90/90}$ in der Mitte des Paneels plus Alterung	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{D}	Nenn-Wärmedurchlasswiderstand einschließlich Alterungs- und Kanteneffekt	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{mean}	mittlerer Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{i}	Prüfergebnis des Wärmedurchlasswiderstands	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{tot}	Wärmedurchlasswiderstand des VIP plus Hilfsmaterial	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
$R_{90/90}$	90-%-Quantil mit einem Vertrauensniveau von 90 % für den Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
S	obere Fläche (Arbeitslänge $\times$ Arbeitsbreite) des VIP	m^2
S_{b}	Abweichung von der Rechtwinkligkeit bei Breite oder Länge	mm/m
S_{max}	Abweichung von der Ebenheit	mm
S_{N}	Nennumfang des Produkts	m
s_{R}	Schätzwert der Standardabweichung vom Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
s_{λ}	Schätzwert der Standardabweichung von der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$s_{\lambda_{\text{i}}}$	Schätzwert der Standardabweichung von der anfänglichen Wärmeleitfähigkeit innerhalb von 90 Tagen nach der Herstellung	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
T	Temperatur	K
t	Zeit	s
t_{Des}	Haltbarkeit des Trocknungsmittels	a
w_{c}	Kernbreite	m
w_{w}	Arbeitsbreite	m
X	Wassergehalt im VIP	Masse-%
λ_{ambient}	Wärmeleitfähigkeit eines belüfteten VIP in der Mitte des Paneels	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ_{COP}	Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\lambda_{\text{COP},\text{mean}}$ (25Jahre)	Mittelwert der Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels über die ersten 25 Jahre des Gebrauchs	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\lambda_{\text{COP},90/90}$ aged	$\lambda_{90/90}$ in der Mitte des Paneels plus Alterung	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ_{D}	Nenn-Wärmeleitfähigkeit einschließlich Alterungs- und Kanteneffekt	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\lambda_{\text{eq ja}}$	äquivalente Wärmeleitfähigkeit einschließlich Kanteneffekte für die spezifische Fugenanordnung	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ_{mean}	Mittelwert der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ_{i}	Prüfergebnis der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

λ'_p	Veränderung der Wärmeleitfähigkeit unter Druck	W/(m·K·Pa)
λ'_t	Veränderung der Wärmeleitfähigkeit über die Zeit	W/(m·K·s)
λ_{VIP}	Wärmeleitfähigkeit des VIP	W/(m·K)
λ'_X	Veränderung der Wärmeleitfähigkeit bei Nässe	W/(m·K)/ Masse-%
$\lambda_{90/90}$	90-%-Quantil mit einem Vertrauensniveau von 90 % für die Wärmeleitfähigkeit	W/(m·K)
$\lambda'_{t, 23, 50}$	Veränderung der Wärmeleitfähigkeit über die Zeit bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte	W/(m·K·a)
$\lambda'_{t, 50, 70}$	Veränderung der Wärmeleitfähigkeit über die Zeit bei 50 °C und 70 % relativer Luftfeuchte	W/(m·K·a)
$\lambda(t)$	zeitabhängiger Wert der Wärmeleitfähigkeit	W/(m·K)
$\lambda(t)_{23, 50}$	zeitabhängiger Wert der Wärmeleitfähigkeit bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte	W/(m·K)
$\lambda^*(t = 0)$	interpolierter anfänglicher Wert der Wärmeleitfähigkeit	W/(m·K)
σ_{mt}	Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	kPa
σ_{10}	Druckspannung bei einer Verformung von 10 %	kPa
Φ	relative Feuchte im VIP	%
Φ'_X	Veränderung der relativen Feuchte im VIP in Abhängigkeit vom Wassergehalt	(rel. Feuchte-%)/ (Masse-%)
ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m·K)
ψ_m	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für die Fugen im Messbereich	W/(m·K)

In dieser Norm verwendete Abkürzungen:

VIP	steht für V akuum i solations p aneel
COP	steht für C enter O f P anel (Mitte des Panels)
AVCP	steht für A ssessment and V erification of C onstancy of P erformance (früher als Konformitätsbescheinigung bezeichnet)
DoP	steht für D eclaration o f P erformance (Leistungserklärung)
FPC	steht für F actory P roduction C ontrol (werkseigene Produktionskontrolle)
PTD	steht für P roduct T ype D etermination (Bestimmung des Produkttyps, früher als Erstprüfung bezeichnet)
STP	steht für S tandard condition for T emperature and P ressure (Standardbedingung für Temperatur und Druck)
RtF	steht für R eaction t o F ire (Brandverhalten)
ThIB	steht für T hermal I nsulation for B uildings (Wärmedämmung für Gebäude)

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Die Produkteigenschaften sind nach Abschnitt 5 zu bewerten. Um dieser Norm zu entsprechen, müssen Produkte die Anforderungen nach 4.2 und gegebenenfalls nach 4.3 erfüllen.

Bei einem Prüfergebnis in Bezug auf eine Produkteigenschaft handelt es sich um den Durchschnitt der Messwerte, die mit der in Tabelle 6 angegebenen Anzahl von Prüfkörpern gewonnen werden.

Die Alterungs- und Kanteneffekte werden in Anhang C behandelt.

4.2 Für alle Anwendungen

4.2.1 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit

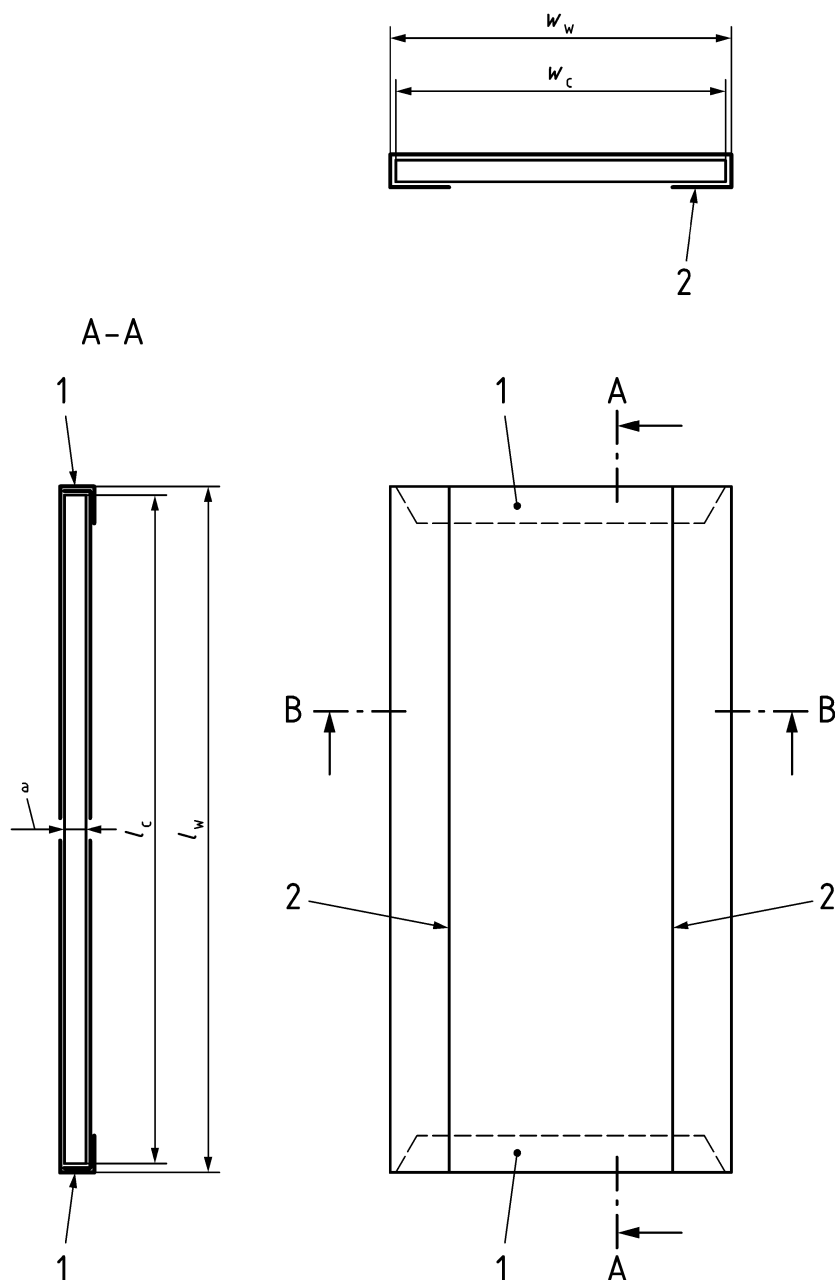
Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit müssen auf Messungen beruhen, die in der Mitte des Paneels in Übereinstimmung mit EN 12667 durchgeführt werden. Bei Widersprüchen gilt ISO 8302.

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit von VIP, einschließlich der Alterung, sind gemäß Anhang A zu bestimmen und müssen Alterungs- und Wärmebrückeneffekte nach Anhang C berücksichtigen; sie sind vom Hersteller wie folgt anzugeben:

- Die Mitteltemperatur für die Wärmeleitfähigkeit muss 10 °C betragen; außerhalb von Europa muss eine Mitteltemperatur von 23 °C oder 24 °C verwendet werden.
- Die Messwerte sind auf drei Nachkommastellen anzugeben.
- Für Produkte mit gleichförmiger Dicke ist der Nenn-Wärmedurchlasswiderstand, R_D , immer anzugeben. Die Wärmeleitfähigkeit, λ_D , ist anzugeben, wenn möglich.
- Der Nenn-Wärmedurchlasswiderstand, R_D , und die Nenn-Wärmeleitfähigkeit, λ_D , sind aus $\lambda_{90/90}$ abzuleiten, indem Alterungs- und Kanteneffekte gemäß Anhang C hinzugefügt werden.
- Die Nenn-Wärmeleitfähigkeit λ_D wird einschließlich Alterungs- und Kanteneffekten gemäß Anhang C ermittelt und ist in Schritten von je 0,000 5 W/(m·K) aufzurunden.
- $\lambda_{90/90}$ erhält man aus der Prüfung der Wärmeleitfähigkeit in der Mitte der Paneele kurz nach der Herstellung. Der Wert muss mindestens 90 % der Produktion repräsentieren und ist mit einem Vertrauensniveau von 90 % gemäß EN ISO 10456 zu bestimmen.
- Der statistische Wert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{90/90}$ ist auf die nächsten 0,000 1 W/(m·K) aufzurunden.
- Der Nenn-Wärmedurchlasswiderstand R_D ist aus der Nenndicke d_N und der entsprechenden Wärmeleitfähigkeit λ_D zu berechnen und auf die nächsten 0,05 m²·K/W abzurunden.

4.2.2 Innendruck

Der Innendruck des Paneels ist mindestens 24 h nach der Herstellung gemäß Anhang G zu messen und soll kleiner als der Nenngrenzwert p_{lim} sein.



Legende

- 1 Falzkanten auf der kurzen Seite
- 2 Falzkanten auf der langen Seite
- d Dicke
- l_c Kernlänge

- l_w Arbeitslänge
- w_c Kernbreite
- w_w Arbeitsbreite

Bild 1 — Maße eines Vakuumisulationspaneels

4.2.3 Länge, Breite, Rechtwinkligkeit. Ebenheit

Die Länge l und Breite b sind gemäß EN 822 zu bestimmen, Nähte und Falzkanten oder Enden sind bei der Messung nicht zu berücksichtigen (siehe Bild 1). Die Abweichung von der Rechtwinkligkeit bei Länge und Breite, S_b , ist in Übereinstimmung mit EN 824 zu bestimmen, die Abweichung von der Ebenheit, $S_{\max}$, in Übereinstimmung mit EN 825. Kein Prüfergebnis darf um mehr als die in Tabelle 1 angegebene Toleranz vom Nennwert abweichen.

Tabelle 1 — Toleranzen für Länge, Breite, Rechtwinkligkeit und Ebenheit

Toleranzen				
Kernlänge oder Kernbreite			Rechtwinkligkeit von Länge und Breite	Ebenheit
< 500 mm	$500 \leq (l_c, w_c) \leq 1\,000$	> 1 000	S_b	$S_{\max}$
mm			mm/m	%
8 (z. B. +2/−6) oder (z. B. +0/−8)	10 (z. B. ±5) oder (z. B. +4/−6)	12 (z. B. +4/−8) oder (z. B. +10/−2)	5	0,6 (6 mm/m)

4.2.4 Dicke

Die Dicke d ist in Übereinstimmung mit EN 823:2013, B.2 oder B.3 zu bestimmen. Nähte und Falzkanten oder Enden sind in der Messung nicht zu berücksichtigen (siehe Bild 1). Kein Prüfergebnis darf um mehr als die in Tabelle 2 angegebene Toleranz von der Nenndicke d_N abweichen.

Tabelle 2 — Toleranzbereich der Dicke

Toleranzen		
Dicke	Toleranzbereich	Beispiel
mm	mm	mm
≤ 20	2	±1 oder +0/−2
$20 < t \leq 30$	3	+1/−2 oder +2/−1
> 30	4	±2 oder +1/−3

4.2.5 Brandverhalten

Für die CE-Kennzeichnung ist die Brandverhaltensklasse in Übereinstimmung mit EN 13501-1 zu bestimmen, Montage- und Befestigungsverfahren für Prüfungen des Brandverhaltens sind in Anhang H angegeben.

Es ist anerkannt, dass das Brennverhalten dieser Werkstoffe bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung berücksichtigt werden muss. Solange keine Internationale Norm vorliegt, sollten daher die geltenden nationalen Vorschriften eingehalten werden.

4.2.6 Dauerhaftigkeitsmerkmale

4.2.6.1 Allgemeines

Die Dauerhaftigkeitsmerkmale wurden betrachtet und sind in 4.2.6.2 und 4.2.6.3 abgedeckt.

4.2.6.2 Dauerhaftigkeit des Wärmedurchlasswiderstands gegenüber Alterung/Qualitätsabnahme

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit der VIP können sich im Lauf der Zeit verändern. Dieser Effekt wird nach Anhang C berücksichtigt.

4.2.6.3 Dauerhaftigkeit des Brandverhaltens gegen Wärme, Verwitterung, Alterung/Qualitätsabnahme

Keine Veränderung des Brandverhaltens bei VIP-Produkten. Das Verhalten von VIP bei Brandeinwirkung nimmt nicht mit der Zeit ab. Die Einstufung des Produkts in die Euroklasse steht im Zusammenhang mit dem Gehalt an organischen Bestandteilen, der nicht mit der Zeit zunehmen kann.

4.3 Für spezifische Anwendungen

4.3.1 Allgemeines

Sofern für ein in Gebrauch befindliches Produkt keine Anforderung an eine Eigenschaft nach 4.3 besteht, muss diese Eigenschaft durch den Hersteller nicht bestimmt werden.

4.3.2 Maßhaltigkeit unter festgelegten Bedingungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchte

Die Maßhaltigkeit unter festgelegten Temperaturbedingungen oder festgelegten Bedingungen der Temperatur und der Luftfeuchte ist in Übereinstimmung mit EN 1604 zu bestimmen. Die Prüfung ist bei 70 °C und einer relativen Luftfeuchte von 90 % durchzuführen.

Die relativen Veränderungen der Länge und Breite dürfen 1 % nicht überschreiten, die relative Verringerung der Dicke darf 3 % nicht überschreiten.

4.3.3 Verformung unter festgelegten Bedingungen für Druckbelastung und Temperatur

Die Verformung unter festgelegten Bedingungen für Druckbelastung und Temperatur ist in Übereinstimmung mit EN 1605 zu bestimmen. Die Konditionierung muss bei 40 kPa und 70 °C erfolgen. Die relative Änderung der Dicke darf 3 % nicht überschreiten.

4.3.4 Druckspannung bei einer Zusammenpressbarkeit von 10 %

Die Druckspannung bei 10 % Verformung, σ_{10} , bzw. die Druckspannung, σ_m , ist nach EN 826 zu bestimmen. Kein Prüfergebnis für die Druckspannung bei 10 % Verformung, σ_{10} , oder die Druckfestigkeit, σ_m , je nachdem, welcher Wert kleiner ist, darf kleiner als der in Tabelle 3 angegebene Wert der Nennstufe, CS(10\Y), sein.

Tabelle 3 — Stufen der Druckspannung oder Druckfestigkeit

Stufe	Anforderungen kPa
CS(10\Y)50	≥ 50
CS(10\Y)75	≥ 75
CS(10\Y)100	≥ 100
CS(10\Y)125	≥ 125
CS(10\Y)150	≥ 150
CS(10\Y)175	≥ 175
CS(10\Y)200	≥ 200
CS(10\Y)225	≥ 225
CS(10\Y)250	≥ 250

Die Prüfung kann entfallen, wenn die hergestellten VIP durch ihren Aufbau nur gering oder gar nicht komprimierbar sind. Für diese Teile ist jeweils die höchste Klasse anzugeben.

4.3.5 Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene

Die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene, σ_{mt} , muss in Übereinstimmung mit EN 1607 bestimmt werden. Kein Prüfergebnis darf geringer sein als der in Tabelle 4 für die Nennstufe angegebene Wert.

Tabelle 4 — Stufen für die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene

Stufe	Anforderungen kPa
TR30	≥ 30
TR40	≥ 40
TR40	≥ 40
TR50	≥ 50
TR60	≥ 60
TR70	≥ 70
TR80	≥ 80
TR90	≥ 90
TR100	≥ 100

4.3.6 Kriechverhalten

Das Kriechverhalten, X_{ct} , und die Gesamtverringierung der Dicke, X_p , müssen nach mindestens einhundertzwanzig Prüftagen bei Nenndruckspannung, σ_c , bestimmt und in Stufen von mindestens 1 kPa angegeben werden. Die Ergebnisse müssen entsprechend einem Zeitraum von zehn Jahren dreißigmal extrapoliert werden, um die Nennstufe nach EN 1606 zu erhalten. Das Kriechverhalten muss in Stufen, i_2 , und die Gesamtdickenverringierung muss in Stufen, i_1 , in Schritten von je 0,1 mm bei Nennspannung angegeben werden. Kein Prüfergebnis darf die Nennstufe bei Nennspannung überschreiten.

ANMERKUNG 1 Bei Bezugnahme auf den Bezeichnungscode $CC(i_1/i_2/y)\sigma_c$ in Übereinstimmung mit Abschnitt 6 gibt die Nennstufe $CC(2,5/2/10)50$ beispielsweise einen Wert von nicht mehr als 2 mm für die gesamte Dickenverringierung nach Extrapolation über 10 Jahre (d. h. 30-mal einhundertzweiundzwanzig Prüftage) und einer Nennspannung von 50 kPa an.

ANMERKUNG 2 Bei Prüfzeiten in Übereinstimmung mit EN 1606 erfordert das Verfahren bei 10, 25 und/oder 50 Jahren die folgenden Prüfzeiten:

Tabelle 5 — Extrapolation und Mindestprüfzeit

Extrapolationszeit in Jahren	Mindestprüfzeit in Tagen
10	122
25	304
50	608

4.3.7 Wasserdampfdurchlässigkeit

Auf Grund der dampfdichten Umhüllung des VIP wird es als nicht möglich erachtet, die Wasserdampfdurchlässigkeit durch ein VIP zu prüfen.

Für das eingebaute Produkt sollte die Durchlässigkeit durch die Fuge zwischen Paneelen berücksichtigt werden.

4.3.8 Freisetzung gefährlicher Stoffe

Nationale Vorschriften zu gefährlichen Stoffen können bei der Einführung der von dieser Norm abgedeckten Bauprodukte auf dem Markt des betreffenden Landes die Vorlage eines Nachweises und einer Deklaration über die Freisetzung von solchen Stoffen und teilweise über deren Gehalt fordern.

Bis harmonisierte europäische Prüfverfahren zur Verfügung stehen, sollten der Nachweis und die Deklaration über die Freisetzung von gefährlichen Stoffen bzw. über deren Gehalt unter Berücksichtigung der nationalen Vorschriften, die am Ort der Verwendung gelten, erfolgen.

ANMERKUNG Eine Informationsdatenbank über europäische und nationale Bestimmungen zu gefährlichen Stoffen ist auf der Internetseite der Kommission EUROPA unter „Construction“ verfügbar, Zugang über: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cp-ds>.

4.3.9 Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit, τ , ist in Übereinstimmung mit EN 12090 zu bestimmen. Wenn die Scherfestigkeit angegeben wird, darf kein Prüfergebnis den Nennwert, SS_i , unterschreiten.

4.3.10 Wärmeleitfähigkeit eines durchbohrten VIP unter Umgebungsdruck auf Grund von Beschädigung

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit eines durchbohrten VIP ist durch Messungen in Übereinstimmung mit EN 12667 aufzuzeichnen. Bei der Messung sollte der Wert des Umgebungsdrucks aufgezeichnet werden. Die Umhüllung des VIP ist hierfür an der Kante zu öffnen. Die Länge bzw. der Durchmesser der Öffnung muss zwischen 10 mm und 20 mm betragen. Bei VIP mit Entlüftungsventilen kann das Ventil geöffnet werden, bis Umgebungsdruck erreicht ist.

Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit sind nach der Konditionierung gemäß 5.2 zu bestimmen. Die Dicke des durchbohrten VIP kann von der Dicke des entlüfteten VIP abweichen. Daher sollte die Dicke des durchbohrten VIP d_{ambient} nach EN 823 gemessen werden.

Der mit einem nicht durchbohrten VIP nach C.5 gemessene oder modellierte Kanteneffekt sollte verwendet werden, um die Wärmeleitfähigkeit und den Wärmedurchlasswiderstand des durchbohrten VIP nach Gleichung (1) und (2) zu berechnen.

$$\lambda_{\text{ambient,eff}} = \lambda_{\text{ambient}} + \psi \cdot d_{\text{ambient}} \cdot (p/S) \quad (1)$$

$$R_{\text{ambient,eff}} = d_{\text{ambient}} / \lambda_{\text{ambient,eff}} \quad (2)$$

5 Prüfverfahren

5.1 Probenahme

Es sind ausreichend viele Proben entsprechend den Prüfverfahren zu entnehmen.

5.2 Konditionieren

Die Konditionierung der Prüfkörper muss mindestens für 24 h bei $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ erfolgen, sofern in der Prüfnorm nichts Anderes festgelegt ist. Im Streitfall sind die Prüfkörper vor der Prüfung für mindestens 24 h bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 5)\%$ relativer Luftfeuchte aufzubewahren.

5.3 Prüfung

5.3.1 Allgemeines

Tabelle 6 enthält die Maße der Prüfkörper, die Mindestanzahl der Messungen, die erforderlich ist, um ein Prüfergebnis zu erhalten, und jegliche erforderlichen spezifischen Bedingungen.

Anders als andere Dämmstoffe können VIP nicht auf die von den Prüfnormen verlangten Größen zugeschnitten werden. Sie müssen daher in den in Tabelle 6 angegebenen Größen hergestellt werden.

5.3.2 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit

Für die CE-Kennzeichnung: Der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit der VIP sind in Übereinstimmung mit EN 12667 und unter den folgenden Bedingungen zu bestimmen:

- bei einer mittleren Temperatur von $(10 \pm 0,3)^\circ\text{C}$;
- nach einer Konditionierung entsprechend 5.2;
- unter Berücksichtigung von Alterung und Kanteneffekt nach Anhang C.

Für andere Länder: Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit dürfen auch bei anderen mittleren Temperaturen als 10 °C gemessen werden, vorausgesetzt die Genauigkeit der Beziehung zwischen Temperatur und wärmetechnischen Eigenschaften ist gut dokumentiert.

Die Messung ist direkt am VIP durchzuführen bzw. – bei unebenen Oberflächen – ist das VIP für die Messung zwischen zwei biegsamen Kontaktfolien eines anderen Dämmmaterials, dessen Wärmeleitfähigkeit bekannt ist, zu positionieren, um Luftspalte zu vermeiden. Die Wärmeleitfähigkeit λ_{VIP} kann anhand des Gesamt-Wärmedurchlasswiderstands R_{tot} des Verbundwerkstoffs, des Wärmedurchlasswiderstand des Hilfsmaterials R_{aux} und der gemessenen Dicke des VIP d_{VIP} berechnet werden:

$$\lambda_{VIP} = \frac{d_{VIP}}{(R_{tot} - R_{aux})} \quad (3)$$

Tabelle 6 — Prüfverfahren, Prüfkörper und Prüfbedingungen

Abschnitt		Prüf- verfahren	Länge und Breite des Prüfkörpers^a	Mindest- anzahl von Messungen, um ein Prüf- ergebnis zu erhalten	Spezifische Bedingungen
Nr.	Überschrift				
4.2.1	Wärmedurchlass- widerstand und Wärmeleitfähigkeit	EN 12667	≥ 300	1	Siehe Anhang C
4.2.2	Innendruck mindestens 24 h nach der Herstellung	Siehe Anhang G	≥ 300	1	Siehe Anhang G
4.2.3	Länge und Breite	EN 822	Volle Größe	1	–
4.2.3	Rechtwinkligkeit von Länge und Breite	EN 824	Volle Größe	1	–
4.2.3	Ebenheit	EN 825	Volle Größe	1	–
4.2.4	Dicke	EN 823	Volle Größe	1	Siehe EN 823:2013, B.2 oder B.3
4.2.5	Brandverhalten des Produkts im Lieferzustand	Siehe EN 13501-1 und Anhang H	Siehe Anhang H	Siehe EN 13501-1	Siehe Anhang H
4.3.2	Maßhaltigkeit unter den festgelegten Temperaturbedingungen	EN 1604	≥ 200	3	nach 5.2
4.3.3	Verformung unter festgelegten Bedingungen für Druckbelastung und Temperatur	EN 1605	≥ 200	3	nach 5.2
4.3.4	Druckspannung bzw. Druckfestigkeit	EN 826	≥ 200	3	nach 5.2
4.3.5	Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	EN 1607	≥ 200	3	nach 5.2
4.3.6	Kriechverhalten	EN 1606	≥ 200	3	nach 5.2
4.3.9	Scherfestigkeit	EN 12090	200×100	3	nach 5.2
^a Dicke des gesamten Produkts, ausgenommen 4.2.5, wenn die Grenzen des Prüfverfahrens überschritten werden.					

6 Bezeichnungsschlüssel

Durch den Hersteller ist ein Bezeichnungsschlüssel für das Produkt bereitzustellen. Folgendes muss enthalten sein, es sei denn, 4.3 enthält keine Anforderung an eine Eigenschaft:

Kürzel für das Vakuumisulationspaneel	VIP
Nummer dieses Dokuments	EN xxx
Maßhaltigkeit unter festgelegten Bedingungen für Temperatur und Luftfeuchte	DS
Kriechverhalten	CC(i1/i2/y)σc
Zugfestigkeit	TRi
Scherfestigkeit	SSi
Druckspannung oder Druckfestigkeit	CS(10\Y)i

Ein Beispiel des Bezeichnungsschlüssels für ein Vakuumisulationsprodukt lautet wie folgt:

BEISPIEL 1 VIP — EN xxx — TR80 — CS(10\Y)150

ANMERKUNG Die in 4.2 bestimmten Eigenschaften sind nicht in dem Bezeichnungsschlüssel enthalten, wenn ein Grenzwert (Schwellwert) für das Produkt angegeben ist.

7 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit — AVCP

7.1 Allgemeines

Der Hersteller oder sein bevollmächtigter Vertreter sind für die Konformität des Produkts des Herstellers mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm verantwortlich. Die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) ist nach EN 13172 durchzuführen und muss auf der Bestimmung des Produkttyps (PTD) und der werkseigenen Produktionskontrolle (FPC) durch den Hersteller, einschließlich der Produktbewertung und Prüfungen an im Werk entnommenen Proben beruhen.

Die Übereinstimmung des Produkts mit den Anforderungen dieser Norm und mit den vom Hersteller angegebenen Werten (einschließlich Klassen) ist nachzuweisen durch:

- Bestimmung des Produkttyps (PTD);
- eine werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller einschließlich Bewertung des Produkts.

Sofern ein Hersteller sich dafür entscheidet, seine Produkte in Gruppen einzuteilen, muss dies nach EN 13172 erfolgen.

7.2 Bestimmung des Produkttyps (PTD)

Alle Merkmale nach 4.2 sowie die nach 4.3, sofern angegeben, sind der Bestimmung des Produkttyps (PTD) nach Anhang B dieser Norm zu unterziehen.

7.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Die Mindestprüfhäufigkeiten für die werkseigene Produktionskontrolle müssen Anhang B dieser Norm entsprechen. Bei Anwendung der indirekten Prüfung ist der Zusammenhang mit der direkten Prüfung nach EN 13172 herzustellen.

8 Kennzeichnung und Etikettierung

Produkte, die dieser Norm entsprechen, sind entweder auf dem Produkt oder auf dem Etikett oder auf der Verpackung deutlich mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Produktbezeichnung oder sonstiges identifizierendes Merkmal;
- Name oder Kennzeichen und Anschrift des Herstellers oder von dessen bevollmächtigten Vertreter;
- Arbeitsschicht oder Fertigungszeit oder Rückführungsscode;
- Brandverhaltensklasse des Produkts im Lieferzustand. Diese Klassifizierung muss 4.2.5 entsprechen;
- wurden Prüfungen des Brandverhaltens an genormten Baugruppen nach Anhang H durchgeführt, ist die Brandverhaltensklasse hinzuzufügen und mit der der Klassifizierung nachgestellten Bezeichnung „genormte Baugruppe Nr. x“ zu kennzeichnen. Diese Angabe ist getrennt von der CE-Kennzeichnung aufzubringen. Die Nummer der genormten Baugruppe ist Anhang H zu entnehmen. Für weitere Informationen siehe die Herstellerliteratur (ML);
- Nenn-Wärmedurchlasswiderstand (R_D) einschließlich Alterung und Kanteneffekt nach Anhang C; da dieser Wert größenabhängig ist, kann er auch in der Leistungserklärung (DoP) angegeben werden;
- Nenn-Wärmeleitfähigkeit (λ_D) einschließlich Alterung und Kanteneffekt nach Anhang C; da dieser Wert größenabhängig ist, kann er auch in der Leistungserklärung (DoP) angegeben werden;
- Maximaler Innendruck (p_{lim}). Mindestens 24 h nach der Herstellung gemessen
- Nenndicke (d_N);
- Bezeichnungsschlüssel nach Abschnitt 6;
- Arbeitslänge nach Bild 1;
- Arbeitsbreite nach Bild 1;
- Anzahl der Stücke und der Fläche in der Verpackung, soweit zutreffend;
- der bestimmungsgemäße Gebrauch der Vakuumdämmung für Gebäude ergibt sich aus der Abkürzung ThlB.

ANMERKUNG Zu CE-Kennzeichnung und Beschriftung siehe ZA.3.

BEISPIEL Weitere freiwillige Angaben:

Alle weiteren freiwilligen Angaben zum Produkt wie etwa:

- Brandverhalten für genormte Baugruppen Nr. 1, 2, 3, 4
- Freiwillige Kennzeichnungen

Anhang A (normativ)

Bestimmung der Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit

A.1 Allgemeines

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, die Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmedurchlasswiderstands zu bestimmen. Er muss die Konformität des Produkts mit dessen Nennwerten nachweisen.

Bei den Nennwerten des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit eines Produkts handelt es sich um die Werte dieser Eigenschaften, die unter normalen Bedingungen über eine wirtschaftlich angemessene Betriebslebensdauer zu erwarten sind und die anhand von Messdaten unter Bezugsbedingungen bewertet werden.

A.2 Eingangsdaten

Um die Nennwerte zu berechnen, benötigt der Hersteller mindestens zehn Prüfergebnisse für den Wärmedurchlasswiderstand bzw. die Wärmeleitfähigkeit, die mithilfe von internen oder externen direkten Messungen an VIP, die die interne Qualitätskontrolle passiert haben, nach Anhang C bestimmt werden. Die direkten Messungen des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit sind in regelmäßigen Intervallen über einen Zeitraum der letzten zwölf Monate durchzuführen. Stehen danach weniger als zehn Prüfergebnisse zur Verfügung, darf diese Dauer erweitert werden, bis man zehn Prüfergebnisse erhält, wobei die maximale Dauer jedoch bei drei Jahren liegt, in denen sich das Produkt und die Produktionsbedingungen nicht signifikant ändern dürfen.

Für neue Produkte sind die zehn Prüfergebnisse für Wärmedurchlasswiderstand bzw. Wärmeleitfähigkeit über eine Mindestdauer von zehn Tagen verteilt zu bestimmen.

Die Nennwerte sind nach dem Verfahren in A.3 zu berechnen und innerhalb von maximal drei Produktionsmonaten neu zu berechnen.

A.3 Nennwerte

A.3.1 Allgemeines

Die Ableitung der Nennwerte, R_D und λ_D , aus den berechneten Werten, $R_{90/90}$ und $\lambda_{90/90}$, muss nach den Regeln in 4.2.1 erfolgen, die die Rundungsbedingungen beinhalten.

A.3.2 Fall, in dem Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit angegeben werden

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

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

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

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

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

A.3.3 Fall, in dem nur der Wärmedurchlasswiderstand angegeben ist

Der Nennwert ist aus dem berechneten Wert abzuleiten, der nach den Gleichungen (A.4) und (A.5) berechnet wird.

$$R_{90/90} = R_{\text{mean}} - k \cdot s_R \quad (\text{A.4})$$

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

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

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

Anzahl der Prüfergebnisse	k
10	2,07
11	2,01
12	1,97
13	1,93
14	1,90
15	1,87
16	1,84
17	1,82
18	1,80
19	1,78
20	1,77
22	1,74
24	1,71
25	1,70
30	1,66
35	1,62
40	1,60
45	1,58
50	1,56
100	1,47
300	1,39
500	1,36
2 000	1,32

Für weitere Anzahlen von Prüfergebnissen ist ISO 16269-6:2005, Tabelle D.31, oder lineare Interpolation anzuwenden.

Anhang B (normativ)

Bestimmung des Produkttyps (PTD) und werkseigene Produktionskontrolle (FPC)

**Tabelle B.1 — Mindestanzahl von Prüfungen für die PTD und Mindesthäufigkeiten der
Produktprüfung**

Abschnitt		PTD ^b	FPC ^{a,c}		
		Mindestanzahl von Prüfungen ^{c,d}	Mindestprüfhäufigkeit		
Nr.	Überschrift		Direkte Prüfung	Indirekte Prüfung	
				Prüf- verfahren	Frequenz
4.2.1.	Wärmedurchlass- widerstand – Wärmeleitfähigkeit des VIP	Statistisch sind mindestens 10 Prüfungen erforderlich, von denen mindestens 4 Teil der PTD sind	Anfänglicher Wert 1 je Tag Wert einschließlich Alterung gemäß Anhang C 1 je 2 Jahre	–	–
4.2.2.	Innendruck mindestens 24 h nach der Produktion	4	1 je 24 h ^e	–	–
4.2.4.	Dicke	4	1 je 24 h	–	–
4.2.3.	Rechtwinkligkeit	4	1 je 24 h	–	–
4.2.3.	Ebenheit	4	1 je 24 h	–	–
4.2.5.	Brandverhalten des Produkts im Lieferzustand	1	1 je 2 Jahre, nach Verfahren des Herstellers	–	–
4.3.2.	Maßhaltigkeit unter festgelegten Bedingungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchte	4	–	–	–
4.3.3.	Verformung unter festgelegten Bedingungen für Druckbelastung und Temperatur	4	–	–	–
	Druckspannung bzw. Druckfestigkeit	4	1 je Woche oder indirekte Prüfung	Kerndichte	1 je 24 h

Abschnitt		PTD ^b	FPC ^{a,c}		
		Mindestanzahl von Prüfungen ^{c,d}	Mindestprüfhäufigkeit		
Nr.	Überschrift		Direkte Prüfung	Indirekte Prüfung	
				Prüfverfahren	Frequenz
4.3.5.	Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	4	–	–	–
4.3.8.	Freisetzung gefährlicher Stoffe	c	c		
4.3.9.	Scherfestigkeit	x	xx	xx	xx
04.03.2010	Wärmedurchlasswiderstand – Wärmeleitfähigkeit des Kernmaterials bei Umgebungsdruck	Statistisch sind mindestens 10 Prüfungen erforderlich, von denen mindestens 4 Teil der PTD sind	1 je Jahr	–	–

^a Nach EN 13172 sind die in den Prüfergebnissen angegebenen Mindestprüfhäufigkeiten als Mindestwert für jede Produktionslinie/-einheit unter stabilen Bedingungen zu verstehen. Zusätzlich zu den vorstehend angegebenen Prüfhäufigkeiten ist die Prüfung der relevanten Eigenschaften des Produkts zu wiederholen, wenn Änderungen oder Modifikationen vorgenommen werden, die die Konformität des Produkts wahrscheinlich beeinflussen.

^b PTD, siehe EN 13172; nur relevant, wenn die Eigenschaften angegeben werden.

^c Es werden keine Häufigkeiten angegeben. Zum Zeitpunkt des Entwurfs dieser Norm war kein harmonisiertes europäisches Prüfverfahren verfügbar.

^d Die Mindestanzahl der Prüfungen darf nach EN 13172 verringert werden. Für die Erstprüfung in Bezug auf wärmetechnische und mechanische Frost- und Tau-Langzeiteigenschaften werden Prüfergebnisse vergleichbarer Produkte, die in anderen Anlagen oder Fertigungslinien hergestellt wurden, anerkannt, bis die Prüfung für eine neue Anlage oder Fertigungslinie vollständig ist.

^e Vorzugsweise sollte jedes VIP geprüft werden.

Tabelle B.2 — Mindestprüfhäufigkeiten für das Brandverhalten der Produkte

Abschnitt		Mindestprüfhäufigkeit ^a							
Nr.	Über- schrift	Direkte Prüfung ^b		Indirekte Prüfung ^{c, d}					
	Produkt			Bestandteile ^{e, f}					
				Wesentlich		Wesentlich			
4.2.6.	Klasse	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz
	A1 A1 ohne Prüfung ^g	EN 13820	1 je 3 Monate ^h oder 1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	–	–	–	–
				–	–	Glühverlust	1 je 4 h	Flächengewicht	1 je 1 h
	A1	EN ISO 1182 und EN ISO 1716 (und EN 13823)	1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	Glühverlust	1 je 4 h	Entweder Glühverlust oder Verlust des potenziellen Brennwertes	1 je 4 h
						Rohdichte	1 je 1 h	Flächengewicht	1 je 1 h
	A2	EN ISO 1182 oder EN ISO 1716 und EN 13823	1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	Glühverlust	1 je 4 h	Entweder Glühverlust oder Verlust des potenziellen Brennwertes	1 je 4 h
						Rohdichte	1 je 1 h	Flächengewicht	1 je 1 h
				Verfahren des Herstellers	1 je Monat	Glühverlust	1 je 4 h	Entweder Glühverlust oder Verlust des potenziellen Brennwertes	1 je 4 h
						Rohdichte	1 je 1 h	Flächengewicht	1 je 1 h
	B C D	EN 13823 und EN ISO 11925-2	1 je Monat oder 1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	–	–	–	–
				Verfahren des Herstellers	1 je Monat	Glühverlust	1 je 4 h	Entweder Glühverlust oder Verlust des potenziellen Brennwertes	1 je 4 h
						Rohdichte	1 je 1 h	Flächengewicht	1 je 1 h
			1 je Woche oder	–	–	–	–	–	–

Abschnitt		Mindestprüfhäufigkeit ^a							
Nr.	Über- schrift	Direkte Prüfung ^b		Indirekte Prüfung ^{c, d}					
	Produkt			Bestandteile ^{e, f}					
				Wesentlich		Wesentlich			
4.2.6.	Klasse	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz	Prüfverfahren	Frequenz
			1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	Verfahren des Herstellers	1 je Monat	–	–	–	–
	E	EN ISO 11925-2	1 je Woche oder 1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	–	–	–	–
				Verfahren des Herstellers	1 je Monat	–	–	–	–
	F	EN ISO 11925-2	1 je Woche oder 1 je 2 Jahre und indirekte Prüfung	–	–	—	–	–	–
				Verfahren des Herstellers	1 je Monat				

Für die Produkte nach dieser Norm gelten möglicherweise nicht alle Euroklassen.

- ^a Die in den Prüfergebnissen angegebenen Mindestprüfhäufigkeiten sind als Mindestwert für ein Produkt oder eine Produktgruppe für jede Produktionslinie oder -einheit unter stabilen Bedingungen zu verstehen. Zusätzlich zu den vorstehend angegebenen Prüfhäufigkeiten ist die Prüfung der relevanten Eigenschaften des Produkts zu wiederholen, wenn Änderungen oder Modifikationen vorgenommen werden, die die Konformität des Produkts wahrscheinlich beeinflussen.
- ^b Die direkte Prüfung darf entweder durch Dritte oder den Hersteller vorgenommen werden.
- ^c Die indirekte Prüfung muss entweder am Produkt oder an dessen Bauteilen erfolgen.
- ^d Die indirekte Prüfung ist nur im Falle von Produkten möglich, die unter System 1 für die Konformitätsbescheinigung zum Brandverhalten fallen oder indem eine notifizierte Stelle die Korrelation mit der direkten Prüfung verifiziert.
- ^e Definition entsprechend der Entscheidung 2000/147/EG der Kommission zu Euroklassen:
- Substanzieller Bestandteil: Ein Werkstoff, der einen signifikanten Teil eines nicht homogenen Produkts ausmacht. Eine Lage mit einer flächenbezogenen Masse $\geq 1,0 \text{ kg/m}^2$ oder einer Dicke $\geq 1,0 \text{ mm}$ gilt als substanzieller Bestandteil.
 - Nichtsubstanzieller Bestandteil: Ein Werkstoff, der keinen signifikanten Teil eines nicht homogenen Produkts ausmacht. Eine Lage mit einer flächenbezogenen Masse $< 1,0 \text{ kg/m}^2$ und einer Dicke $< 1,0 \text{ mm}$ gilt als nichtsubstanzieller Bestandteil.
- ^f Im Falle zertifizierter Bestandteile ist keine Prüfung erforderlich.
- ^g Entscheidung der Europäischen Kommission 96/603EG: Werkstoff, der mit Brandverhalten der Klasse A gemäß Entscheidung 94/611/EG eingestuft ist, ohne Erfordernis einer Prüfung (des Brandverhaltens).
- ^h Nur für unkaschierte Produkte.

Anhang C (normativ)

Bestimmung der gealterten Werte des Wärmedurchlasswiderstands und der Wärmeleitfähigkeit einschließlich Kanteneffekt

C.1 Allgemeines

Für alle VIP sind Alterungsverfahren anzuwenden, da die Wärmeleitfähigkeit während der Nutzungsdauer abnimmt. Dieses Nachlassen der thermischen Leistung wird verursacht durch den Anstieg des Gasdrucks im Inneren und des Feuchtegehalts und mögliche Veränderungen in der Struktur des Kernmaterials selbst. Die Eigenschaften des Kernmaterials (Porendurchmesser), die Permeation der Sperrschichtfolie gegenüber Luft und Wasserdampf, die Größe und Dicke des Vakuumpaneels können sich alle auf die Veränderung der Wärmeleitfähigkeit auswirken. Da sich die Wärmeleitfähigkeit von VIP im Bauwesen relativ langsam verändert, wird eine beschleunigte Alterung bei höheren Temperaturen und Luftfeuchtwerten (hier: 50 °C/70 % RH) durchgeführt. Während der beschleunigten Alterung wird der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit, des Gasdrucks und der Masse (Feuchtegehalt) gemessen. Der beschleunigte Anstieg der Wärmeleitfähigkeit wird dann auf Standardbedingungen (23 °C/50 %) zurückgerechnet. Für das Zurückrechnen auf Standardbedingungen müssen die Eigenschaften der Sperrschichtfolien gegenüber Luft- und Wasserpermeation abhängig von der Temperatur bekannt sein (siehe Anhang E).

Für Werkstoffe mit Silikakern ist vor allem der Einfluss von Feuchte von Bedeutung, für andere Kerne, die ein Trocknungsmittel enthalten, wird das Zurückrechnen vor allem durch die Änderung der Luftpermeation beeinflusst. Es sind daher für beide Fälle zwei verschiedene Gleichungen anwendbar. Die in C.2 beschriebenen Alterungsverfahren sind anzuwenden, um einen Mittelwert der Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels über einen Zeitraum von 25 Jahren zu berechnen.

Das Prinzip der angewandten Alterungsverfahren ist in Bild C.1 beschrieben:

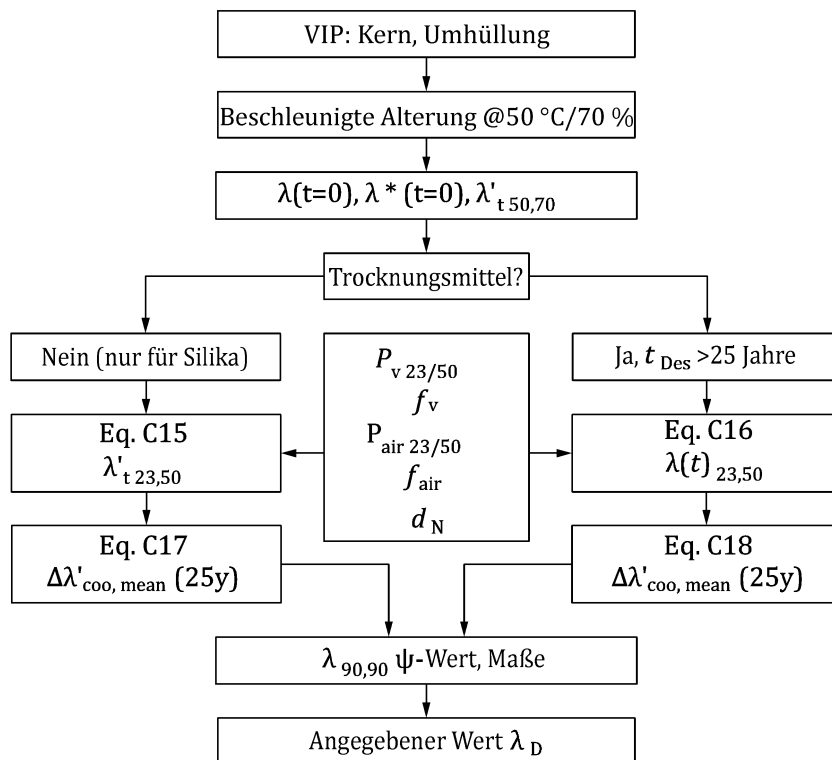


Bild C.1 — Flussdiagramm des Alterungsverfahrens

Durch die unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten des belüfteten VIP-Kerns und des VIP-Umhüllungsmaterials wird eine Wärmebrücke gebildet. Der Einfluss dieses Kanteneffekts ist nach C.3 zu berechnen.

Zum Erhalt des endgültigen deklarierten Werts λ_D werden die berechnete mittlere Veränderung der Wärmeleitfähigkeit unter Standardbedingungen 23 °C/50 % rel. LF während 25 Jahren Nutzungsdauer sowie die Veränderung der Wärmeleitfähigkeit durch den Kanteneffekt zum anfänglichen Wert für $\lambda_{90,90}$ nach C.4 addiert.

Auf Grund von Kanteneffekt und Alterung ist die Nenn-Wärmeleitfähigkeit abhängig von der Größe des VIP.

Das folgende Verfahren A muss für die Angabe der Nenn-Wärmeleitfähigkeit verwendet werden. Für den besseren Vergleich zwischen verschiedenen Produkten kann die Wärmeleitfähigkeit ferner nach Verfahren B bestimmt werden.

Verfahren A: Die Wärmeleitfähigkeit ist für die jeweiligen Paneelgrößen, die auf dem Markt erhältlich sind, zu deklarieren.

Verfahren B: Für den besseren Vergleich zwischen verschiedenen VIP-Produkten, kann die Wärmeleitfähigkeit für die folgenden Referenzmaße (Länge · Breite · Dicke) deklariert werden:

- a) 0,3 m · 0,3 m · 0,01 m;
- b) 1,0 m · 0,5 m · 0,01 m;
- c) 0,3 m · 0,3 m · 0,04 m;
- d) 1,0 m · 0,5 m · 0,04 m.

C.2 Zeitabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit

C.2.1 Anstieg der Wärmeleitfähigkeit durch die Permeation von Trockenluft

Die Wärmeleitfähigkeit als Funktion des Gasdrucks lässt sich mit der folgenden Gleichung (C.1) beschreiben:

$$\lambda(p) = \lambda_o + \lambda_{\text{air}} / (1 + p_{1/2}/p) \quad (\text{C.1})$$

Für $P < p_{1/2}$ ist die Veränderung der Wärmeleitfähigkeit bei einem Gasdruck λ'_p konstant:

$$\lambda'_p = \lambda_{\text{air}} / p_{1/2} \quad (\text{C.2})$$

Die Wärmeleitfähigkeit bei Windstille λ_{air} beträgt 0,026 W/(m K) bei Raumtemperatur und die Verfahren zur Bestimmung von $p_{1/2}$ sind in Anhang D beschrieben.

C.2.2 Anstieg der Wärmeleitfähigkeit durch die Permeation von Wasserdampf

Die Beziehung zwischen Wassergehalt X und relativer Feuchte Φ und damit auch der Wasserdampfdruck p_v im VIP-Kern wird durch dessen Adsorptions-Isotherme beschrieben. Bei Werkstoffe mit Silikakern kann die Adsorptions-Isotherme für geringe relative Feuchte Φ durch eine lineare Beziehung annähernd bestimmt werden:

$$\Phi'_X = \frac{\Delta\Phi}{\Delta X} = \text{const.} \quad (\text{C.3})$$

(z. B. für pyrogene Kieselsäurepulver $\Phi'_X \approx 14$ rel. Feuchte-%/Masse-%)

Die Veränderung des Wassergehalts ΔX ist also ebenfalls verantwortlich für den Anstieg des Wasserdampfdrucks:

$$\Delta p_v = \Phi_X \cdot \Delta X \cdot p_s(T) \quad (\text{C.4})$$

(z. B. $p_s(23^\circ\text{C}) = 28$ mbar)

dabei ist $p_s(T)$ der gesättigte Dampfdruck bei Temperatur T .

Der Gesamtgasdruck p ist

$$p = p_v + p_{\text{air}} \quad (\text{C.5})$$

Für eine erste Näherung kann Gleichung (C.2) sowohl für Wasserdampf als auch für Luft verwendet werden.

Prüfungen mit Werkstoffe mit Silikakern haben gezeigt, dass ein Anstieg des Wassergehalts ΔX hier verantwortlich für einen Anstieg der Wärmeleitfähigkeit ist:

$$\Delta\lambda = \lambda'_X \cdot \Delta X \quad (\text{C.6})$$

(z. B. $\lambda'_X \approx 0,5$ mW/mK/ % bei Raumtemperatur für pyrogenes Siliciumoxid als Kernmaterial)

Der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit bei steigendem Gasdruck im VIP kann durch die Verwendung von Trocknungsmittel begrenzt werden. Die Haltbarkeit t_{Des} des Trocknungsmittels ist nach Anhang F zu bestimmen. Sie muss länger als 25 Jahre sein. Sonst gilt die Nenn-Wärmeleitfähigkeit des Produkts als höher als 0,015 W/(m·K) und das VIP fällt nicht unter diese Norm.

Bei linearer Näherung ergibt sich insgesamt die Änderungsrate der Wärmeleitfähigkeit λ innerhalb einer Zeit t aus

$$\lambda'_t = \frac{\Delta\lambda}{\Delta t} = \lambda'_p \cdot \frac{\Delta p}{\Delta t} + \lambda'_x \cdot \Delta X / \Delta t \quad (\text{C.7})$$

Wird ein Trocknungsmittel verwendet, sind $\lambda'_x = 0$, $p_v = 0$ und $P = p_{\text{air}}$, da das gesamte eindringende Wasser vom Trocknungsmittel absorbiert wird.

Die Druckanstiegsraten für Luft und Wasserdampf $\Delta p / \Delta t$ sowie der Wassergehalt $\Delta X / \Delta t$ sind abhängig von der Temperatur T und der Dampfdruckdifferenz zwischen der Innen- und Außenseite des Paneels.

Anhand der Gleichungen (C.4) und (C.5) kann Gleichung (C.7) neu formuliert werden als

$$\lambda'_t = \lambda'_p \cdot \Delta p_{\text{air}} / \Delta t + (\lambda'_x + \lambda'_p \cdot \Phi_x \cdot p_s) \cdot \Delta X / \Delta t \quad (\text{C.8})$$

Wird ein Trocknungsmittel verwendet, kann auch $\Phi_x = 0$ angenommen werden. Die Wasserpermeation hat keinen Einfluss auf den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit, solange das Trocknungsmittel nicht mit Wasser gesättigt ist.

Die Anstiegsrate des Luftdrucks Δp_{air} ist proportional zur Luftdurchlässigkeit P_{air} , die definiert ist als die Luftmenge in m^3 (Standardbedingung für Temperatur und Druck (STP)), die durch die Umhüllung eines 1 m^2 großen Paneels in einem Jahr durchdringt. Δp_{air} ist auch umgekehrt proportional zur Dicke d des Vakuumpaneels:

$$p'_t = \Delta p_{\text{air}} / \Delta t = p_{\text{air}} / d \quad (\text{C.9})$$

Der Anstieg des Wassergehalts ΔX ist proportional zur Rate der Dampfpermeation P_v durch die Umhüllung und umgekehrt proportional zur flächenbezogenen Masse $p \cdot d$ des Vakuumpaneels:

$$\Delta X / \Delta t = P_v / (p \cdot d) \quad (\text{C.10})$$

Es gibt grundsätzlich zwei Methoden zur Bestimmung des Anstiegs der Wärmeleitfähigkeit über eine Zeit t :

- Methode 1) Direkte Messung: Durch Prüfung des Anstiegs der Wärmeleitfähigkeit von Proben, die unter festgelegten Klimabedingungen (Temperatur T und relative Luftfeuchte φ) gelagert wurden.
- Methode 2) Indirekte Messung: Durch Messen des Anstiegs des Gasdrucks $P = p_v + p_{\text{air}}$ während der Lagerzeit und zusätzliche Messung des Gewichtsanstiegs des Paneels, der der Menge des vom Kernmaterial oder vom Trocknungsmittel absorbierten Wassers entspricht.

Für die Berechnung von $\lambda_{\text{mean}, a}$ (25a) nach C.3. wird Methode 1 verwendet.

C.2.3 Beschleunigte Alterung

C.2.3.1 Allgemeines

Zur Bestimmung des Mittelwerts der Wärmeleitfähigkeit über die ersten 25 Jahre des Gebrauchs wird die beschleunigte Alterung verwendet. Die zugrunde liegenden Prinzipien sind in C.2.3.2 beschrieben. Das Prüfverfahren für VIP ohne Trocknungsmittel ist in C.2.3.3 beschrieben. Wenn Trocknungsmittel in den VIP vorhanden sind, ist eine Modifikation gemäß Beschreibung in C.2.3.4 erforderlich.

Unter Standardbedingungen (23 °C, 50 % rel. LF) steigt die Wärmeleitfähigkeit mit der Zeit eher langsam an. Es werden daher beschleunigte Alterungsbedingungen bei höheren Temperaturen und höherer Luftfeuchte (50 °C, 70 % rel. LF) gewählt, unter denen die Permeation von Luft und Wasserdampf durch die Umhüllung deutlich erhöht wird. Nach Gleichung (C.7) beschleunigt sich auch der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit entsprechend.

Wird Methode A nach C.1 verwendet, um die Wärmeleitfähigkeit festzustellen, müssen 2 VIP-Prüfkörper je Produktdicke von verschiedenen Produktionsdaten für die folgende Prüfung verwendet werden.

Wird Methode B nach C.1 verwendet, um die Wärmeleitfähigkeit festzustellen, sind 2 VIP-Prüfkörper von 10 mm Dicke und 2 VIP-Prüfkörper von 40 mm Dicke von verschiedenen Produktionsdaten für die folgende Prüfung zu verwenden.

Diese VIP-Prüfkörper werden bei 50 °C/70 % relativer Luftfeuchte über einen Zeitraum von 180 Tagen gelagert. Zu Beginn der Lagerung, nach 30 Tagen, nach 60 Tagen, nach 90 Tagen, nach 120 Tagen und am Ende der Lagerung nach 180 Tagen wird die Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667 gemessen und der Mittelwert der 2 Proben mit gleicher Dicke berechnet.

Auch der Innendruck p sowie die Masse m ist zu Kontrollzwecken und als Kontrollprofil zu messen.

Aus den Mittelwerten der Wärmeleitfähigkeit zwischen 60 Tagen und 180 Tagen wird die Anstiegsrate im stabilen Zustand bei 50 °C, 70 % rel. LF für $\lambda'_{t,50/70}$ berechnet.

ANMERKUNG Aus den ermittelten Werten für Innendruck und Gewicht zwischen 60 Tagen und 180 Tagen werden der jährliche Anstieg des Innendrucks der VIP p'_a und der jährliche Anstieg des relativen Gewichts (= relativer Anstieg der Feuchte X'_p) berechnet und mit dem gemessenen Anstieg der Wärmeleitfähigkeit $\lambda'_{t,50/70}$ als Kontrollprofil verglichen.

Der Grund für die Verwendung der Messergebnisse nach 60 Tagen und 180 Tagen zur Berechnung der Anstiegsrate der Wärmeleitfähigkeit liegt darin, dass die Wirkung kurzzeitiger Wirkmechanismen wie etwa Ausgasung und Veränderungen der Festkörper-Leitfähigkeit außer Acht bleiben soll, die nach 60 Tagen vernachlässigbar ist.

Bild C.2 zeigt ein typisches Beispiel der gemessenen Werte (Mittelwert aus 2 Messwerten von VIP der gleichen Dicke). Der Anstieg in den ersten 60 Tagen ist typischerweise höher als danach. Nach 60 Tagen ist die Wärmeleitfähigkeit ungefähr linear zur Zeit. Die Steigung dieser linearen Funktion $\Delta\lambda/\Delta t = \lambda'_{t,50/70}$ muss mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate mit den Werten bestimmt werden, die nach 60, 90, 120 und 180 Tagen der beschleunigten Alterung gemessen wurden. Ebenso ist die korrigierte Wärmeleitfähigkeit $\lambda^*(t = 0)$ als Interpolation dieser Methode zu $t = 0$ zu bestimmen.

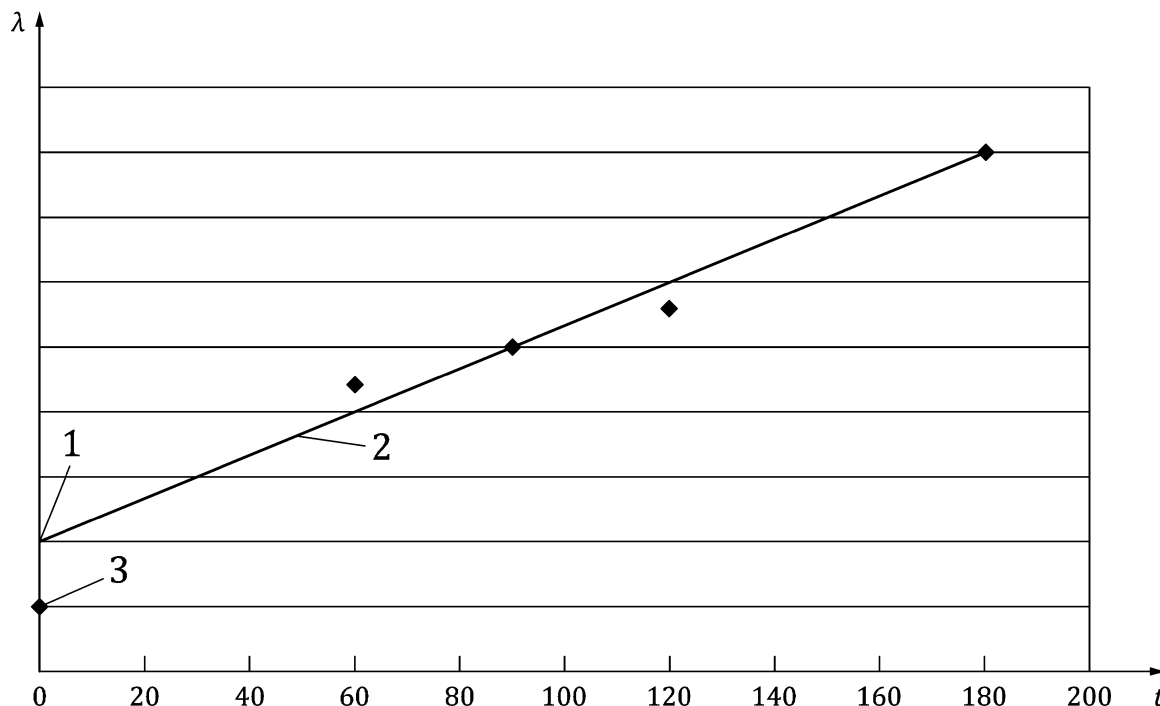


Bild C.2 — Wärmeleitfähigkeit von VIP bei 50 °C/70 % rel. LF

Die Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Zeit bei beschleunigten Bedingungen 50 °C/70 % rel. LF lässt sich näherungsweise mit der folgenden linearen Gleichung darstellen:

$$\lambda(t)_{50/70} = \lambda^*(t = 0) + \lambda'_{t,50/70} \cdot t \quad (C.11)$$

Während die Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Zeit bei 23 °C/50 % rel. LF näherungsweise mit der folgenden linearen Gleichung dargestellt werden kann:

$$\lambda(t)_{23/50} = \lambda^*(t = 0) + \lambda'_{t,23/50} \cdot t \quad (C.12)$$

C.2.3.2 Beschleunigte Alterung von VIP ohne Trocknungsmittel

Werden keine Trocknungsmittel verwendet, so kann die Beziehung zwischen dem Anstieg der Wärmeleitfähigkeit bei 50 °C und 70 % rel. LF und dem Anstieg der Wärmeleitfähigkeit bei Standardklima 23 °C und 50 % rel. LF mit den folgenden Gleichungen ermittelt werden, wobei die Beschleunigungsfaktoren f_{air} für die Permeation der Luft und f_v für die Permeation des Wasserdampfs durch die Umhüllung gemäß Anhang E angewandt werden:

$$\lambda'_{t,50/70} = (\lambda'_X + \lambda'_p \cdot \Phi'_X \cdot p_s) \cdot X'_{t,50/70} + \lambda'_p \cdot f_{\text{air}} \cdot p'_{t,\text{air},23/50} \quad (C.13)$$

$$\lambda'_{t,23/50} = (\lambda'_X + \lambda'_p \cdot \Phi'_X \cdot p_s) \cdot f_v \cdot X'_{t,50/70} + \lambda'_p \cdot f_{\text{air}} \cdot p'_{t,\text{air},23/50} \quad (C.14)$$

Durch die Kombination der Gleichungen (C.13) und (C.14) erhält man den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit bei Standardbedingungen 23 °C/50 % relative Luftfeuchte:

$$\lambda'_{t,23/50} = 1/f_v \cdot \lambda'_{t,50/70} + \lambda'_p \cdot p'_{t,\text{air},23/50} \cdot (1 - f_{\text{air}}/f_v) \quad (C.15)$$

oder mit Gleichung (C.9)

$$\lambda'_{t,23/50} = 1/f_v \cdot \lambda'_{t,50/70} + \lambda'_p \cdot p'_{\text{air},23/50}/d \cdot (1 - f_{\text{air}}/f_v) \quad (C.16)$$

mit λ'_p aus (C.2). Die Luftdurchlässigkeit der Umhüllung bei 23 °C/50 % rel. LF $P_{\text{air},23/50}$ und die Beschleunigungsfaktoren für Luft und Wasserdampf der Umhüllung f_{air} und f_v sind nach Anhang E zu bestimmen.

C.2.3.3 Beschleunigte Alterung von VIP mit Trocknungsmittel

Das Vorhandensein von Trocknungsmitteln beeinflusst die Alterung der VIP und erfordert eine Modifikation des in C.2.3.2 beschriebenen Verfahrens.

Für die Bestimmung von $\lambda^*(t=0)$, $\lambda(t=0)$ und $\lambda'_{t,50/70}$, also den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit bezogen auf eindringende Trockenluft, wird die in C.2.3.1 beschriebene Methode angewandt.

Mit diesen Werten erhält man die Veränderung der Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Zeit unter Standardbedingungen 23 °C/50 % rel. LF mit der folgenden Gleichung:

$$\Delta\lambda(t)_{23/50} = \lambda^*(t=0) - \lambda(t=0) + \lambda_{\text{air}} / (1 + \lambda_{\text{air}} / (\lambda'_{t,50/70} \cdot t / f_{\text{air}})) \quad (\text{C.17})$$

C.2.3.4 Berechnung der mittleren Wärmeleitfähigkeit für eine Nutzungsdauer von 25 Jahren

C.2.3.4.1 Allgemeines

Das Verfahren zur Bestimmung der mittleren Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels über die ersten 25 Jahre des Gebrauchs von VIP ohne Trocknungsmittel ist in C.2.3.4.2 beschrieben, das entsprechende Verfahren für VIP mit Trocknungsmittel in C.2.3.4.3.

C.2.3.4.2 VIP ohne Trocknungsmittel

Für weitere Berechnungen nach Abschnitt C.4 ist der Mittelwert der alterungsbedingten Veränderung der Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels über die ersten 25 Jahre des Gebrauchs $\Delta\lambda_{\text{cop mean}}(25 \text{ Jahre})$ für jede Dicke des VIP, die auf den Markt gebracht wird (Methode A in C.2.1), bzw. für die Standarddicken 10 mm und 40 mm (Methode B in C.2.1) zu verwenden:

$$\Delta\lambda_{\text{cop mean}(25 \text{ years})} = * (t=0) - (t=0) + \lambda'_{t,23/50} \cdot 12,5 \text{ Jahre} \quad (\text{C.18})$$

dabei werden $\lambda^*(t=0)$ und $\lambda(t=0)$ nach C.2.3.1 und $\lambda'_{t,23/50}$ mit Gleichung (C.15) bestimmt.

C.2.3.4.3 VIP mit Trocknungsmittel

Für weitere Berechnungen nach Abschnitt C.4 ist der Mittelwert der alterungsbedingten Veränderung der Wärmeleitfähigkeit in der Mitte des Paneels über die ersten 25 Jahre des Gebrauchs $\Delta\lambda_{\text{cop mean}}(25 \text{ Jahre})$ nach Gleichung (C.17) für jede Dicke des VIP, die auf den Markt gebracht wird (Methode A in C.2.1) bzw. für die Standarddicken 10 mm und 40 mm (Methode B in C.2.1) zu verwenden:

$$\Delta\lambda_{\text{COP mean}(25 \text{ Jahre})} = * (t=0) - \lambda(t=0) + \lambda_{\text{air}} \cdot (1 - \ln(1+x)/x) \quad (\text{C.19})$$

dabei ist $x = (\lambda'_{t,50/70} / f_{\text{air}}) / \lambda_{\text{air}} \cdot 25 \text{ Jahre}$.

$\lambda^*(t=0)$, $\lambda(t=0)$ und $\lambda_{t,50/70}$ werden nach C.2.3.1 bestimmt und f_{air} nach Anhang E und $\lambda_{\text{air}} = 0,026 \text{ W/(m K)}$.

C.3 Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Vakuumisulationspaneelen

Die Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ erfolgt normalerweise mit Hilfe numerischer Simulationen nach EN ISO 10211. Es wird dringend empfohlen, die Finite-Differenz-Methode anzuwenden, da diese eine höhere Genauigkeit und größere Toleranz bei Größe und Form der numerischen Zellen bietet, wenn die dünnen Lagen der Bestandteile des Umhüllungsmaterials simuliert werden. Die numerische Modellierung sollte auch kleinste luft- oder dichtmittelgefüllte Zwischenräume zwischen zwei Paneelen berücksichtigen. Die angewandten Details und Grenzbedingungen müssen genau dokumentiert werden.

Die Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ kann auch durch Messung mit dem Plattengerät (GHP) und dem Wärmestrommessplattengerät (HFM) erfolgen, wenn die nicht einheitliche Temperaturverteilung in den Oberflächen der VIP-Anordnung mit Fugen durch zusätzliche Maßnahmen berücksichtigt wird. Hierfür werden zwei VIP im Plattengerät (GHP) oder im Wärmestrommessplattengerät (HFM) so aneinandergesetzt, dass ihre Fuge im Messbereich liegt (siehe Bild 1). Direkt im Fugenbereich (der stark durch die Wärmebrücke beeinflusst wird), in dem Bereich, der geringfügig durch den Kanteneffekt beeinflusst wird, und im störungsfreien Bereich (COP) sind Temperatursensoren anzubringen.

Die Breite der beeinflussten Bereiche hängt stark von der Querströmung innerhalb der Sperrschichten der Umhüllung und möglichen Deckschichten an der Oberfläche des VIP ab. Die Größen der VIP sind so auszuwählen, dass ein signifikanter störungsfreier Bereich (COP) innerhalb des Messbereichs sichergestellt ist. Sinnvolle Werte für die beeinflussten Bereiche und die Mindestpaneelgrößen können durch numerische Simulationen der Anordnung bestimmt werden.

Die gemessenen Temperaturdifferenzen zwischen den verschiedenen Bereichen müssen flächengewichtet und gemittelt werden, bevor die äquivalente Wärmeleitfähigkeit für das jeweilige VIP berechnet wird. Die Messungen müssen genau dokumentiert werden. Die folgende Skizze zeigt das Messprinzip und die Lage der Sensoren. Das Verfahren ist ähnlich dem in EN 1934 für die Messung von Mauerwerk mit dem Wärmestrommessplattengerät beschriebenen Verfahren.



Bei Verwendung des Plattengeräts (GHP) sind besondere Vorkehrungen erforderlich, um eine Überbewertung des Wärmebrückeneffekts auf die Fuge auf Grund von Querströmung in der Heizplatte und der Kühlplatte zu vermeiden. Dies kann durch die Verwendung flexibler Kontaktschichten auf den Proben deutlich reduziert werden (siehe EN 12664:2001, 6.3.2.2 mit genaueren Details).