

3ks profile GmbH
Bahnhofstrasse 92
D-84144 Geisenhausen

Prüfbericht
Nr. 429133-1
Ersetzt Prüfbericht
Nr. 429113-1

Wir forschen und prüfen für Sie

Prüfauftrag: **Bestimmen der Wasserdampfdurchlässigkeit**
Normen EN ISO 12572 (SN EN 12086) SIA 279

Prüfobjekte: ALVEOLIT TL 1502
ALVEOLIT TEE 2002

Kundenreferenz: Herr K. Lehrhuber

Ihr Auftrag vom: 10.03.2003

Eingang des Prüfobjektes: 14.03.2003

Ausführung der Prüfung: 05.05.2003

Anzahl Seiten: 6

Beilagen: -

Inhalt

1. Auftrag
2. Produktebeschrieb
3. Probenahme / Behandlung der Probekörper
4. Messverfahren
5. Messdaten, Messergebnisse

Anhang

Messverfahren
Messunsicherheit

Dübendorf, 09. Juli 2003
Der Prüfleiter:



R. Vonbank

Abteilung Bauphysik
Der Abteilungsleiter:



Th. Frank



STS 086

Anmerkung: Die Untersuchungsergebnisse haben nur Gültigkeit für das geprüfte Objekt. Das Verwenden des Berichtes zu Werbezwecken, der blosser Hinweis darauf sowie auszugsweises Veröffentlichen bedürfen der Genehmigung der EMPA (vgl. Merkblatt). Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

1. Auftrag

Die Firma "3ks profile gmbh", vertreten durch Herrn K. Lehrhuber, erteilte der Abteilung Bauphysik der EMPA Dübendorf den Auftrag, die Wasserdampfdurchlässigkeit an zwei unterschiedlichen Kunststoffschäumen zu bestimmen. Der sd-Wert wird bei einer Probe im Trockenbereich und an der anderen Probe im Feuchtbereich gemessen.

2. Produktebeschrieb

Angaben des Auftraggebers

ALVEOLIT TL 1502

Kunststoffschaum rot

ALVEOLIT TEE 2002

Kunststoffschaum grün

3. Probenahme / Behandlung der Probekörper

Die EMPA hat am 14.3.2003 vom Auftraggeber von von beiden Materialien vier zugeschnittene Proben erhalten.

Die Proben wurden sofort im Klimaraum bei 23 °C und 50 % r.f. gelagert und am 19.3.2003 konnten, nach einer verkürzten Vorlagerung, von jeder Sorte drei Stück in die Messschalen eingebaut werden.

4. Messverfahren

Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit im Trocken- und im Feuchtbereich erfolgte gemäss dem Verfahren, das in der Standardanweisung EMPA SOP Nr. 176.104 beschrieben ist. Die detaillierte Beschreibung zum Messablauf und den Berechnungen befindet sich im Anhang.

5. Messdaten und Messergebnisse

Material : ALEVEOLIT TL 1502 rot

Kennzeichnung : Proben 1, 2 und 3

Abmessung : 275x375 mm

Bezugsfläche : 0.0905 m²

Trockenklima : 23°C / 00% r.F. (Molekularsieb)

Feuchtklima : 23°C / 50% r.F. (Klimaraum)

Dampfdruckdifferenz : 1404 Pa – 0 Pa >>> $\Delta p = 1404$ Pa

Einbau und Start Messung : 19. März 2003

			Probe Nr.			Mittelwert
			1	2	3	
Dicke		[mm]	2.03	2.02	2.02	2.02
Masse (nach Lagerung bei 23°C/50% r.F.)		[g]	13.96	14.15	14.41	
Rohdichte		[kg/m ³]	66.7	67.9	69.2	
Messung Nr.	Ableseung vom	Messzeitspanne Δt [h]				
1	31.03.2003	168	[mg/h]	2.917	2.976	2.917
2	07.04.2003	168	[mg/h]	3.155	2.976	2.857
3	14.04.2003	168	[mg/h]	2.917	2.976	2.976
4	22.04.2003	195	[mg/h]	3.077	2.974	3.026
5	05.05.2003	309	[mg/h]	3.042	2.977	3.042
mittlerer Wasserdampfdurchgang			G	[mg/h]		2.99
Diffusionsstromdichte (gemessen)			$g = G/A$	[mg/(m ² · h)]		32.89
Diffusionsdurchlassk. (gemessen)			$W_{\text{mess}} = g/\Delta p$	[mg/(m ² · h · Pa)]		0.023
Diffusionswiderstand (gemessen)			$Z_{\text{mess}} = 1/W_{\text{mess}}$	[(m ² · h · Pa)/mg]		43.48
Diffusionswiderstand			$Z = Z_{\text{mess}} - Z_{\text{Luft}}$	[(m ² · h · Pa)/mg]		43.44
Diffusionsdurchlasskoeffizient			$W = 1/Z$	[mg/(m ² · h · Pa)]		0.023
Diffusionsleitkoeffizient			$\delta = W \cdot d$	[mg/(m · h · Pa)]		46.5E-6
Diffusionswiderstandszahl ¹			$\mu = \delta_{\text{Luft}} / \delta$	[-]		15'497
äquivalente Luftschichtdicke			$s_d = \mu \cdot d$	[m]		31.3

Messunsicherheit < 8% (vgl. Anhang 2)

¹ $\delta_{\text{Luft}} = 0.72$ mg/m·h·Pa für durchschnittliche Verhältnisse (Lufttemperatur, Luftdruck) an der EMPA

Material : ALEVEOLIT TEE 2002 rot

Kennzeichnung : Proben 5, 6 und 7

Abmessung : 275x375 mm

Bezugsfläche : 0.0905 m²

Trockenklima : 23°C / 50% r.F. (Klimaraum)

Feuchtklima : 23°C / 93% r.F. (Salzlösung)

Dampfdruckdifferenz : 2611 Pa – 1404 Pa >>> $\Delta p = 1207$ Pa

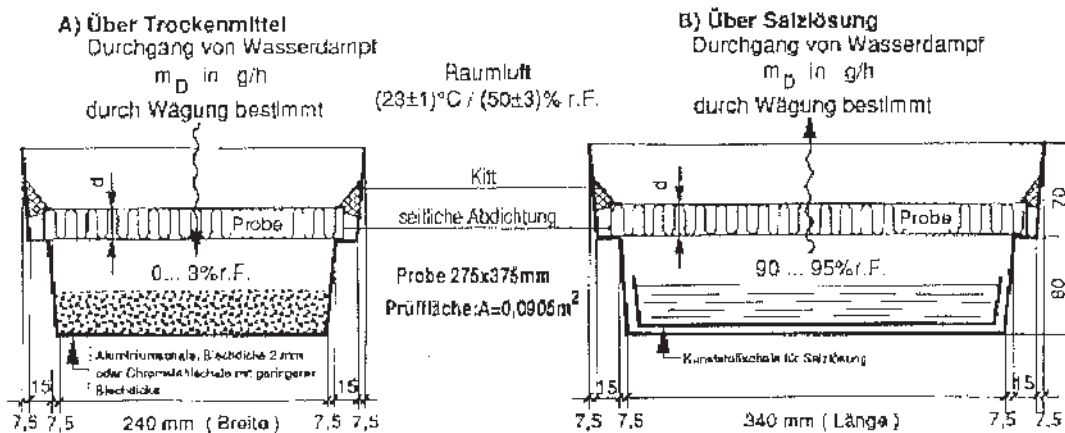
Einbau und Start Messung : 19. März 2003

			Probe Nr.				
			5	6	7	Mittelwert	
Dicke		[mm]	1.92	1.92	1.97	1.94	
Masse (nach Lagerung bei 23°C/50% r.F.)		[g]	10.74	10.44	10.33		
Rohdichte		[kg/m ³]	54.2	52.7	50.8		
Messung Nr.	Ablesung vom	Messzeitspanne Δt [h]					
1	28.03.2003	96	[mg/h]	24.48	24.58	24.17	
2	31.03.2003	72	[mg/h]	24.72	24.31	24.44	
3	04.04.2003	96	[mg/h]	24.48	24.58	24.48	
4	07.04.2003	72	[mg/h]	24.58	24.31	23.75	
5	11.04.2003	96	[mg/h]	24.17	24.17	24.06	
mittlerer Wasserdampfdurchgang			G	[mg/h]		24.35	
Diffusionsstromdichte (gemessen)			$g = G/A$	[mg/(m ² · h)]		267.6	
Diffusionsdurchlassk. (gemessen)			$W_{\text{mess}} = g/\Delta p$	[mg/(m ² · h · Pa)]		0.222	
Diffusionswiderstand (gemessen)			$Z_{\text{mess}} = 1/W_{\text{mess}}$	[(m ² · h · Pa)/mg]		4.505	
Diffusionswiderstand			$Z = Z_{\text{mess}} - Z_{\text{Luft}}$	[(m ² · h · Pa)/mg]		4.408	
Diffusionsdurchlasskoeffizient			$W = 1/Z$	[mg/(m ² · h · Pa)]		0.227	
Diffusionsleitkoeffizient			$\delta = W \cdot d$	[mg/(m · h · Pa)]		440E-6	
Diffusionswiderstandszahl ²			$\mu = \delta_{\text{Luft}} / \delta$	[-]		1'635	
äquivalente Luftschichtdicke			$s_d = \mu \cdot d$	[m]		3.17	

² $\delta_{\text{Luft}} = 0.72$ mg/m·h·Pa für durchschnittliche Verhältnisse (Lufttemperatur, Luftdruck) an der EMPA

Anhang

Kurzbeschreibung der Diffusionswiderstandsprüfung (EMPA SOP 176.104)



Ablauf der Messung

Mindestens drei Probekörper werden während 28 Tagen, oder bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte in einem Klima von 23°C/50% r.F. gelagert. Vor der Messung werden die Ränder durch 10 mm tiefes Eintauchen in Paraffin oder durch Abkleben mit Aluminiumband abgedichtet. Anschliessend werden die Proben in die Messschalen eingesetzt und mit einem plastischen Kitt an den Rändern hermetisch abgedichtet. Die diffusionsaktive Fläche verringert sich dadurch auf 0.355 x 0.255m. Als Trockenmittel wird an der EMPA das Molekularsieb 4A (0% r.F.) eingesetzt und im Feuchtbereich wird mit einer gesättigten Ammoniumdihydrogenphosphat-Salzlösung (93% r.F.) gearbeitet. Durch periodisches Wägen wird die Gewichtsänderung der gesamten Schale bestimmt. Die Wägungen werden so lange fortgesetzt, bis fünf aufeinanderfolgende Messungen einen konstanten Dampfdurchgang ergeben. Als konstant gilt, wenn keiner der einzelnen Messwerte mehr als 5% vom gemeinsamen Mittelwert abweicht. Bei diffusionsdichten Proben wird dieses Kriterium üblicherweise nicht erreicht und die Messung wird nach längstens drei Monaten beendet. Das Wägeintervall (ca. 1Stunde bis 1 Monat) hängt vom Diffusionswiderstand der Proben ab und wird so gewählt, dass die Massenänderung ca. 0.5 bis 2 g beträgt. Bei der Messung im Feuchtbereich ist die Oberfläche der Salzlösung 7 cm von der Probenoberfläche entfernt und im Trockenbereich beträgt dieser Abstand 3cm. Diese Distanz wird bei der Auswertung korrigiert.

Messgrößen

- Wasserdampfdurchgang, Mittelwert von 5 Messwerten
- Prüffläche (Standard: A = 0.0905 m²)
- Dampfdruckdifferenz (Standardwerte: Prüfraum 1404 Pa, Schale gemäss rel. Feuchtigkeit der Füllung bei 23°C)
- Diffusionsleitkoeffizient der umgebenden Luft. Für Dübendorf wird der Wert 0.72 mg/(m·h·Pa) (23°C und 960 mbar) eingesetzt.
- Dicke der Probe

Symbol	Einheit
G	mg/h
A	m ²
Δp	Pa
δ_{Luft}	mg/(m·h·Pa)
d	m

Resultate SN EN 12086

- Diffusionsstromdichte gemessen	$g = G/A$	$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
- Diffusionsdurchlasskoeffizient gemessen	$W_{\text{mess}} = G/\Delta p$	$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$
- Diffusionswiderstand gemessen	$Z_{\text{mess}} = 1/W_{\text{mess}}$	$\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$
- Diffusionswiderstand (feucht: $Z_{\text{Luft}} = d_{\text{Luft}} / \delta_{\text{Luft}}$, trocken: $Z_{\text{Luft}} = 0$)	$Z = Z_{\text{mess}} - Z_{\text{Luft}}$	$\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$
- Diffusionsdurchlasskoeffizient	$W = 1/Z$	$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$
- Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	$s_D = Z \cdot \delta_{\text{Luft}}$	m
- Diffusionswiderstandszahl	$\mu = s_D/d$	-
- Diffusionsleitkoeffizient (Dampfleitfähigkeit)	$\delta = W \cdot d$	$\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$

Die Angabe der Messunsicherheit erfolgt gemäss Berechnungsgrundlagen im SOP 176.104 und liegt normalerweise bei ca. 8 % für Z bzw. 9 % für s_D . Sie kann bei kleinen diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken bedeutend grösser werden. Die Grenzen für die quantitative Angabe eines s_D -Wertes liegen zwischen 0.10 m und 1800 m.

Messunsicherheit

Standardmessung

Die Messunsicherheit des Wasserdampf-Durchlasskoeffizienten W bzw. -widerstands Z setzt sich primär zusammen aus einer abgeschätzten Unsicherheit der Wasserdampfdruckdifferenz (ca. $\pm 2.5\%$ r.F. / 50% r.F. $\approx 5\%$) und einer statistischen Unsicherheit des gemessenen mittleren Dampfstroms (typisch $< 5\%$ in Anlehnung an das Abbruchkriterium 6.5.1 EMPA SOP Nr. 176.104).

Die relative Unsicherheit beträgt somit typisch:

$$r_{W,Z} = \sqrt{r_g^2 + r_{\Delta p}^2} \approx 7.1\%$$

Im Speziellen kann für die Messunsicherheit des Dampfstromes r_g eingesetzt werden:

$$r_g = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot P$$

s Standardabweichung der korrigierten Messwerte
 n Anzahl Messungen
 P Faktor für zweiseitiges Vertrauensintervall 90% bei Gausscher Verteilung (1.8 für $n = 15$)

Für die äquivalente Luftschichtdicke s_D geht zusätzlich multiplikativ die Unsicherheit der Wasserdampfleitfähigkeit von ruhender Luft ein (primär Luftdruckeinfluss, rel. Unsicherheit typisch $< 3\%$). Damit ergibt sich:

$$r_{s_D} = \sqrt{r_Z^2 + r_{\delta_{\text{Luft}}}^2} \approx 7.6\%$$

Als Standardunsicherheit der Kennwerte W , Z und s_D kann somit 8% angesetzt werden.

Für die Wasserdampfleitfähigkeit δ bzw. die Diffusionswiderstandszahl μ ist zusätzlich die Dicke d massgeblich. Im Normalfall ist die zusätzliche Unsicherheit vernachlässigbar, muss aber bei geringer bzw. stark streuender Dicke der Probekörper (z.B. dünne Folien) berücksichtigt werden:

$$r_\delta = \sqrt{r_W^2 + r_d^2} \quad r_\mu = \sqrt{r_{s_D}^2 + r_d^2}$$

Interne Mitteilung

Datum: 09. Juli 2003
Von: R Vonbank
Geht an: Dossier Nr. 429113
zK an: M. Trottmann

Bitte Beachten

Vom Dossier Nr. 429133 sind zwei Berichte verschickt worden, bei denen die Dossiernummer nicht korrekt waren.

Erster falscher Bericht Nr. 429113-1

3ks profile Gmbh
Bahnhofstrasse 92
D-84144 Geisenhausen

Zweiter falscher Bericht Nr. 429113-2

Catnic Gmbh
Am Leitzelbach 16
D-74889 Sinsheim

Die Firmen haben mit der falschen Nummer bereits Werbung gemacht. Die falschen Berichte sind am 9. Juli 2003 zurückgerufen und durch solche mit einer korrigierten Nummer ersetzt worden.

Nummer : 429133-1 und 429133-2

9.7.2003 R Vonbank Abt 176

