



Bericht Nr. : 403'069

Auftraggeber: Gonon Kunststoffwerk AG
Oberwiesenstrasse 2

8226 Schleithelm

Kunden Referenz:

Auftrag: **Bestimmen von bauphysikalischen Kennwerten**

Bezeichnung des Materials: Intensiv-expandierte PS-Hartschaumplatte "goplan G blau"

Auftrag vom: 2. Februar 1999

Eingang des Probenmaterials: 4. Februar 1999

Abschluss der Messungen: 12. April 1999

Anzahl Seiten (inkl. Anhang): 7

Inhalt

1. Auftrag
2. Angaben zum Probenmaterial
3. Wasserdampfdurchlässigkeit
4. Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen
5. Wasseraufnahme durch Diffusion
6. Zusammenfassung

Anhang

Messverfahren der Wasserdampfdurchlässigkeit

Dübendorf, 21. April 1999
Der Sachbearbeiter:

H. Mühlebach

Abteilung Bauphysik
Der Abteilungsleiter:

Th. Frank



STS-Nr. 086

1. Auftrag

Mit Schreiben vom 2. Februar 1999 beauftragte die Firma Gonon Kunststoffwerke AG die EMPA Abt. Bauphysik, an "goplan G blau" Wärmedämmplatten folgende Eigenschaften zu bestimmen:

- Wasserdampfdurchlässigkeit (Norm SIA 279.076 / SN EN 12086)
- Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen (Norm SIA 279.077 / SN EN 12087)
- Wasseraufnahme durch Diffusion (Norm SIA 279.078 / SN EN 12088)

2. Angaben zum Probenmaterial

2.1 Eingang des Materials

Am 4. Februar 1999 wurden der EMPA per Postpaket sechs Polystyrolhartschaumplatten mit den Abmessungen von ca. 500 mm x 500 mm x 80 mm zugestellt.

2.2 Bezeichnung des Materials (Angaben des Auftraggebers)

Intensiv-expandierte PS-Hartschaumplatte "goplan G blau", Nennrohdichte 30 kg/m³.

2.3 Behandlung der Proben

Aus dem eingegangenen Probenmaterial wurden Probekörper in den, für die Messungen erforderlichen Grössen zugeschnitten und bei 50 °C getrocknet.

3. Wasserdampfdurchlässigkeit

(Norm SIA 279.076 / SN EN 12086)

3.1 Messverfahren

Die Wasserdampfdurchlässigkeit zugestellten Proben wurde an 3 Probekörpern gemäss EMPA SOP 176.104 für den Trockenbereich bestimmt (vgl. Anhang).

Vor Beginn der Messungen wurden die Kanten der Proben durch Eintauchen in erwärmtes Paraffin abgedichtet. Anschliessend wurden die Proben in die, mit Trocknungsmittel versehenen Aluminium- Messschalen eingesetzt und gegenüber diesen hermetisch abgedichtet. Nach einer Angleichphase von 4 Tagen wurde der Dampfdurchgang während drei aufeinanderfolgenden Perioden durch wägen der Messschalen ermittelt.

3.2 Messbedingungen

Messverfahren :	SN EN 12086	EMPA SOP Nr. 176.104
Raumklima:	23°C / 50 % r.F.	Dampfdruckdifferenz $\Delta p = 1376$ Pa
Probengrösse:	375 x 275 mm	Bezugsfläche $A = 0.0905$ m ²

3.3 Probekörper

Material	"goplan G blau", Nennrohdichte 30 kg/m ³			
Probekörper Nr.	11	12	13	Mittelwert
Dicke mm	80.325	79.925	79.393	79.88
Masse der Probe (vor der Messung) g	266.03	264.27	264.56	264.95
Flächengewicht kg/m ²	2.940	2.920	2.923	2.93

3.4 Messwerte Dampfdurchgang

Messung	Periode	Dauer	Massenänderung Δm in Schale Nr.			
			11	12	13	Einheit
1	29. 3. 11:00 – 6. 4. 11:00	192 h	4.12	3.88	3.91	g
2	6. 4. 11:00 - 9. 4. 11:00	72 h	1.57	1.46	1.47	g
3	9. 4. 11:00 - 12. 4. 11:00	72 h	1.56	1.45	1.48	g
Dampfdurchgang $m_D = \Sigma \Delta m / \Sigma \Delta t$			0.0216	0.0202	0.0204	g/h
Mittelwert aus allen Messungen			0.0207			g/h

3.5 Kennwerte der Wasserdampfdurchlässigkeit

Dampfdurchgangskoeffizient	$k_D = m_D / A \cdot \Delta p$	0.167 ± 0.01	mg/m ² ·h·Pa
Dampfleitfähigkeit	$\lambda = k_D \cdot d$	0.0133 ± 0.001	mg/m·h·Pa
Dampfdurchgangswiderstand	$Z = 1/k_D$	6.006 ± 0.4	m ² ·h·Pa/mg
Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	$s_d = Z \cdot \lambda_{D,L}^*$	4.324 ± 0.3	m
Diffusionswiderstandszahl	$\mu = s_d / d$	54.1 ± 4	-

*) $\lambda_{D,L} = 0.72 \text{ mg/m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}$ für durchschnittliche Verhältnisse (Lufttemperatur, Luftdruck) an der EMPA

4. Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen

(Norm SIA 279.077 / SN EN 12087)

4.1 Messverfahren

Die Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen wurde gemäss EMPA SOP Nr. 176.105 bestimmt. Dazu wurden 6 Probekörper während 28 Tagen 5 cm tief unter Wasser gelagert. Die Masse der Probekörper wurde zu Beginn und nach 1, 3, 7, 14 und 28 Tagen durch wägen an der Luft ermittelt. Die Wasseraufnahme ergab sich aus der Massenänderung während der Wasserlagerung. Die Messunsicherheit wird durch die Streuung der Einzelmesswerte bestimmt.

4.2 Probekörper

Die Probekörper wurden aus zwei Platten herausgeschnitten, bei 50°C getrocknet und anschliessend ausgemessen.

Nr.	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Volumen dm ³	Masse g	Rohdichte kg/m ³
21	100.35	100.09	80.34	0.807	26.14	32.4
22	100.38	100.17	80.49	0.809	25.87	32.0
23	100.37	100.31	79.12	0.797	25.81	32.4
24	100.24	100.33	79.70	0.802	26.32	32.8
25	100.26	100.17	80.08	0.804	25.74	32.0
26	100.42	100.27	79.14	0.797	25.42	31.9
Mittelwerte				0.803	25.88	32.2

4.3 Messwerte (Wägungen)

Probekörper	Rohdichte [kg/m ³]	Masse der Probekörper am: [g]					
		16. 2. 99	17. 2. 99	19. 2. 99	23. 2. 99	2. 3. 99	16. 3. 99
21	32.4	26.14	29.62	33.54	34.52	38.08	40.02
22	32.0	25.87	29.18	32.62	33.62	37.40	39.28
23	32.4	25.81	30.16	37.02	37.38	39.64	41.52
24	32.8	26.32	28.59	31.45	31.79	35.78	37.81
25	32.0	25.74	29.82	36.90	37.86	39.82	41.49
26	31.9	25.42	28.85	33.26	34.03	36.60	38.52

4.4 Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen

Probekörper	Rohdichte [kg/m ³]	Wasseraufnahme beim Eintauchen nach: [Masse-%]					
		Start	1 Tag	3 Tagen	7 Tagen	14 Tagen	28 Tagen
21	32.4	0.00	13.31	28.31	32.06	45.68	53.10
22	32.0	0.00	12.79	26.09	29.96	44.57	51.84
23	32.4	0.00	16.85	43.43	44.83	53.58	60.87
24	32.8	0.00	8.62	19.49	20.78	35.94	43.66
25	32.0	0.00	15.85	43.36	47.09	54.70	61.19
26	31.9	0.00	13.49	30.84	33.87	43.98	51.53
Mittlere Wasseraufnahme						[Masse-%]	53.7
Standardabweichung s.							6.6
Mittlere Wasseraufnahme						[Volumen-%]	1.7

5. Wasseraufnahme durch Diffusion

(Norm SIA 279.078 / SN EN 12088)

5.1 Messverfahren

Die Wasseraufnahme durch Diffusion wurde gemäss EMPA SOP Nr. 176.106 bestimmt. Dazu wurden 2 Probekörper während 28 Tagen auf einer Seite gesättigter Feuchtluft (Wasserbad 50 ± 1°C) ausgesetzt und die andere Seite im Kontakt mit einer Kühlplatte von 0 bis 1°C gehalten. Die Probekörper wurden wöchentlich gewendet und die Wasseraufnahme durch wägen ermittelt. Die Messunsicherheit wird durch die Streuung der Einzelmesswerte bestimmt.

5.2 Probekörper

Die Probekörper wurden bei 50°C getrocknet und anschliessend ausgemessen.

Nr.	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Volumen dm ³	Masse g	Rohdichte kg/m ³
31	500.00	500.00	79.92	19.98	646.2	32.5
32	500.00	500.00	79.93	19.98	640.6	32.3
Mittelwerte				19.98	643.4	32.4

5.3 Messwerte (Wägungen)

Probekörper Nr.	Rohdichte [kg/m ³]	Masse der Probekörper am: [g]				
		16. 2. 99	23. 2. 99	2. 3. 99	9. 3. 99	16. 3. 99
31	32.5	646.20	735.70	864.80	939.90	1069.00
32	32.3	640.60	734.60	884.20	985.50	1126.60

5.4 Wasseraufnahme durch Diffusion

Probekörper	Rohdichte [kg/m ³]	Wasseraufnahme durch Diffusion nach: [Masse-%]				
		Start	7 Tag	14 Tagen	21 Tagen	28 Tagen
31	32.5	0.00	13.85	33.83	45.45	65.43
32	32.3	0.00	14.67	38.03	53.84	75.87
Mittlere Wasseraufnahme durch Diffusion					[Masse-%]	70.6
Standardabweichung s						7.4
Mittlere Wasseraufnahme durch Diffusion					[Volumen-%]	2.3

6. Zusammenfassung

6.1 Gegenstand

Intensiv-expanidierte PS-Hartschaumplatte "goplan G blau", Nennrohddichte 30 kg/m³

6.2 Kennwerte der Wasserdurchlässigkeit (Norm SIA 279.076 / SN EN 12086)

Dampfdurchgangskoeffizient	$k_D = m_D/A \cdot \Delta p$	0.167 ± 0.01	mg/m ² ·h·Pa
Dampfleitfähigkeit	$\lambda = k_D \cdot d$	0.0133 ± 0.001	mg/m·h·Pa
Dampfdurchgangswiderstand	$Z = 1/k_D$	6.006 ± 0.4	m ² ·h·Pa/mg
Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	$s_d = Z \cdot \lambda_{D,L}^*$	4.324 ± 0.3	m
Diffusionswiderstandszahl	$\mu = s_d/d$	54.1 ± 4	-

6.3 Wasseraufnahme beim langzeitigen Eintauchen (Norm SIA 279.077 / SN EN 12087)

Mittlere Wasseraufnahme	53.7	[Masse-%]
Standardabweichung s	6.6	[Masse-%]
	1.7	[Volumen-%]

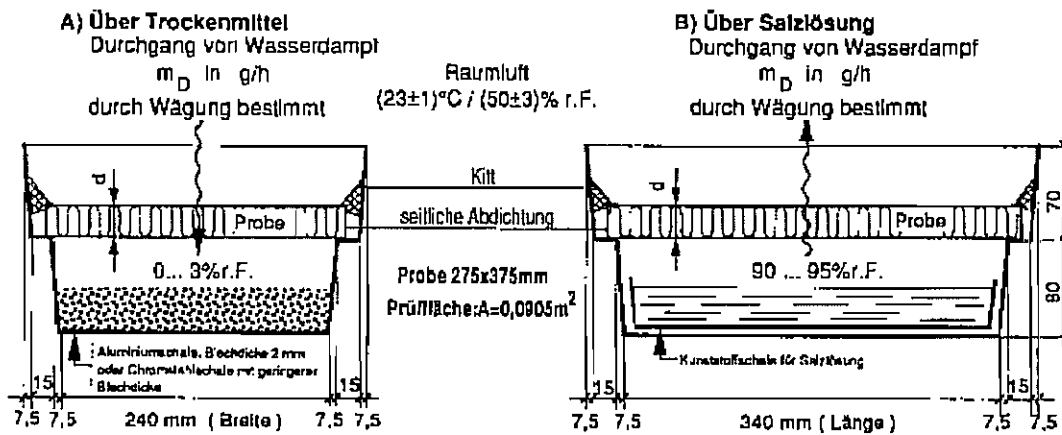
6.4 Wasseraufnahme durch Diffusion (Norm SIA 279.078 / SN EN 12088)

Mittlere Wasseraufnahme	70.6	[Masse-%]
Standardabweichung s	7.4	[Masse-%]
	2.3	[Volumen-%]

Anhang

Messverfahren der Wasserdampfdurchlässigkeit gemäss Norm SIA 279.076 (SN EN 12086)

Messanordnung



Ablauf der Messung

Die Proben werden auf die erforderlichen Masse von 0.375 x 0.275 m zugeschnitten und anschliessend 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 der Proben durch 10 mm tiefes Eintauchen in Paraffin oder durch Abkleben mit Aluminiumklebeband abgedichtet. Die diffusionsaktive Fläche verringert sich dadurch auf 0.355 x 0.255 m. In spezielle Blechschaalen wird Trockenmittel für Messungen im Trockenbereich oder eine Salzlösung für Messungen im Nassbereich gegeben. An der EMPA werden die Messungen mit Silikagel (ca. 1% r.F.) als Trockenmittel und di-Natriumtartrat (ca. 92% r.F.) als Salzlösung durchgeführt. Die Menge des Trockenmittels richtet sich nach dem zu erwartenden Dampfdurchgang und variiert zwischen 1 bis 3 kg.

Anschliessend werden die Proben in die Schalen eingesetzt und mit einem plastischen Kitt an den Rändern hermetisch abgedichtet. Durch periodisches Wägen wird die Gewichtszunahme bzw. -abnahme der gefüllten Schalen bestimmt. Bei Messungen im Trockenbereich werden die Messschalen nach jeder Wägung geschüttelt um die Aufnahmefähigkeit des Trockenmittels möglichst konstant zu halten. Die Wägungen werden so lange fortgesetzt, bis mindestens drei aufeinanderfolgende Messungen einen konstanten Dampfdurchgang ergeben. Der Dampfdurchgang wird als konstant beurteilt, wenn keiner der einzelnen Messwerte mehr als 5% vom Mittelwert abweicht. Das Messintervall hängt vom Wasserdampfdiffusionswiderstand der Proben ab und wird so gewählt, dass die Massenänderung zwischen den Wägungen 0.5 bis maximal 2 g beträgt. Dies kann Stunden oder Wochen dauern.

Berechnungen

- Dampfdurchgangskoeffizient $k_D = m_D / (A \cdot \Delta p)$ [mg/m²·h·Pa]
- Dampfdurchgangswiderstand $Z = 1/k_D$ [m²·h·Pa/mg]
- Äquivalente Luftschichtdicke $s_D = Z \cdot \lambda_{D,Luft}$ [m]
- Diffusionswiderstandszahl $\mu = s_D/d$ [-]
- Dampfleitfähigkeit $\lambda_D = k_D \cdot d$ [mg/m·h·Pa]

Darin bedeutet:	m_D	[mg/h]	Dampfdurchgang pro Stunde (Mittelwert aus drei Einzelmessungen oder Mittelwert der Messperiode)
	A	[m ²]	Prüffläche (Standard : 0.0905 m ²)
	Δp	[Pa]	Dampfdruckdifferenz
	d	[m]	Dicke der Probe
	$\lambda_{D,Luft}$	[mg/(m h Pa)]	Dampfleitfähigkeit der umgebenden Luft. Für Dübendorf kann der Wert 0.72 mg/m h Pa (23°C und 960 mbar) eingesetzt werden.

Die Angabe der Messunsicherheit erfolgt gemäss Berechnungsgrundlagen im SOP 176.104. Die Messunsicherheit liegt normalerweise bei ca. 7 %. 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 1000 m.