



Prüfbericht Nr. : **409 432 / 1**

Auftraggeber: **Thyssen Polymer GmbH**
Bayerwaldstr. 18
D – 94327 Bogen

Prüfauftrag: **Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_F**

Prüfobjekt: Zweiflügliger, Kunststoff-Fensterrahmen mit drei
Dichtungsebenen und mit Stulp
Typ "Swiss-Star"
28.0 mm dicke extrudierte Polystyrol-Hartschaumfüllung anstelle
der Verglasung

Abmessungen: 1.750 m (Breite) x 1.300 m (Höhe)

Ihr Auftrag vom: 13.12.1999
Eingang des Prüfobjektes: 05.06.2000
Abschluss der Messungen: 11.06.2000
Anzahl Seiten (inkl. Anhang): 9
Anzahl separate Beilagen: 2 (Umrechnungsblatt, Werbemerckblatt)

Inhalt

1. Auftrag
2. Angaben zum Prüfobjekt
3. Messeinrichtung, Prüfverfahren
4. Messbedingungen
5. Ergebnisse der Prüfung
6. Zusammenfassung

Anhang

Dübendorf, 16.07.2003
Der Prüfleiter:

Abteilung Bauphysik
Der Abteilungsleiter:



T. Nussbaumer

Th. Frank

STS-Nr. 086

1. Auftrag

Die Firma Thyssen Polymer GmbH , vertreten durch Herrn R. Sailer, erteilte der EMPA Abteilung Bauphysik mit Schreiben vom 13.12.1999 den Auftrag, die Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_F an einem vom Auftraggeber angelieferten Kunststoff-Fensterrahmen auszuführen.

2. Angaben zum Prüfobjekt

2.1. Allgemeine Angaben

Typ:	Zweiflügliger, Kunststoff-Fensterrahmen mit drei Dichtungsebenen und mit Stulp; Typ "Swiss-Star"		
Rahmen:	4-Kammer PVC-Profil mit Stahlarmierung in Blend- und Flügelrahmen Oberflächenbehandlung: keine; Farbe weiss (RAL 9016)		
Verglasung:	28.0 mm dicke extrudierte Polystyrol-Hartschaumfüllung anstelle der Verglasung		
Abmessungen:	Elementfläche (Projektion):	1.750 m x 1.300 m	= 2.275 m ²
	Polystyrolfläche (Flügellichtmass):	2 x (0.669 m x 1.020 m)	= 1.365 m ²
	Rahmenfläche (Projektion):		0.910 m ²
	Dicken: Blend- und Flügelrahmendicke:		je 60.0 mm
	Flügelrahmendicke (inkl. Stulpprofil) total:		75.0 mm
Beschläge:	Flügel rechts:	Drehkipp-Beschlag "ROTO Centro" mit 2 Bändern und 4 Riegelstellen	
	Flügel links:	Drehbeschlag (Getriebe mit Kantenriegel und Ecklager) mit 2 Bändern und 3 Verschlussstellen	
Dichtungen:	Im Blendrahmen:	Anschlagdichtung als Profillippendichtung; 4-seitig, in den Ecken ausgeschnitten und herumgezogen	
	Im Flügelrahmen:	innere Anschlagdichtung und Mitteldichtung; je 4-seitig, in den Ecken auf Gehrung geschnitten und verschweisst	
	Im Stulp:	Profillippen-Anschlagdichtung mit Kunststoff-Endkappen	
	Am Glasrand:	warmseitig:	Lippendichtung in Glasleisten eingezogen
		kaltseitig:	Lippendichtung umlaufend, in den Ecken auf Gehrung geschnitten und verschweisst
	Material:	alle Dichtungen sind aus TPD	
Entwässerung:	4 Entwässerungsschlitze à 32 mm x 5 mm; innen und aussen versetzt		

2.2. Grössen zur Bestimmung des U_F -Wertes

Messfläche:	Den Berechnungen zur Bestimmung des U_F -Wertes wurde für die Warm- und Kaltseite die entsprechende Projektionsfläche des Fensterrahmens zugrunde gelegt.		
Oberflächen warmseitig:	projizierte Blendrahmenfläche	0.351	m ²
	projizierte Flügelrahmenfläche	0.559	m ²
	Projektionsfläche des Fensterrahmens	0.910	m ²
	reine Abwicklungsfläche des Fensterrahmens	0.245	m ²
	Totale Oberfläche	1.155	m ²
Oberflächen kaltseitig:	projizierte Blendrahmenfläche	0.570	m ²
	projizierte Flügelrahmenfläche	0.340	m ²
	Projektionsfläche des Fensterrahmens	0.910	m ²
	reine Abwicklungsfläche des Fensterrahmens	0.257	m ²
	Totale Oberfläche	1.167	m ²
Flächenverhältnisse:	$a_i = \frac{\text{Totale Oberfläche warmseitig}}{\text{Projektionsfläche}} =$	1.269	
	$a_e = \frac{\text{Totale Oberfläche kaltseitig}}{\text{Projektionsfläche}} =$	1.282	

3. Messeinrichtung, Prüfverfahren

Der Wärmedurchgangskoeffizient U wurde durch kalorimetrische Messung in der kalibrierten Prüfkammer der EMPA bestimmt. (Beschreibung der Prüfeinrichtung siehe Anhang 2).

Die angewandte Messmethode basiert auf der Prüfrichtlinie EMPA/SZFF Norm 42.06 und wird gemäss SOP-Nr. 176.201 durchgeführt.

4. Messbedingungen

4.1. Messanordnung

Die Fensterrahmenausenabmessungen waren kleiner als die Prüfstandöffnung von 1.761m x 1.328m. Zur Prüfung wurde der Fensterrahmen mit einer 60.0 mm dicken Polystyrolhartschaum-Blende versehen und mit dieser zwischen die beiden Kammern der Messeinrichtung eingespannt. Anstelle der Verglasung wurde eine 28.0 mm dicke Polystyrol-Hartschaumplatte eingesetzt.

4.2. Nettowärmestrom durch den Fensterrahmen

Der Wärmestrom durch Blende und Füllung wurde aufgrund der gemessenen Oberflächentemperaturen mit der Fläche, der Dicke und einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten der extrudierten Polystyrolblende von 0.028 W/m K und der extrudierten Polystyrolfüllung von 0.028 W/m K ermittelt. Der Nettowärmestrom durch den Fensterrahmen ergibt sich aus der Differenz zwischen gemessener Heizleistung, Wärmestrom durch die Kammerwände und berechnetem Wärmestrom durch Blende und Füllung.

4.3. Mittlere Oberflächentemperaturen

Die mittleren Oberflächentemperaturen des Fensters wurden mit den oberflächengewichteten Mittelwerten der einzelnen Teilflächen bestimmt. Bezeichnung der Teilflächen, Anzahl und Gewichtung der Messstellen sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Bezeichnung der Teilfläche	Anzahl Messstellen beidseitig je	Gewichtung gemäss den Flächenanteilen (vgl. 2.2)	
		warmseitig	kaltseitig
Blendrahmen	4	38.6 %	62.6 %
Flügelrahmen	8	61.4 %	37.4 %

4.4. Luftgeschwindigkeit und Luftdruck

Der Wärmedurchgangskoeffizient U wurde bei dem vorhandenen Luftdruck für zwei verschiedene warmseitige Luftgeschwindigkeiten bestimmt. Diese waren:

Messung	Luftgeschwindigkeit [m/s]	
	warmseitig	kaltseitig
a	0.4 ±15 %	2.0 ±10 %
b	0.2 ±15 %	2.0 ±10 %

5. Ergebnisse der Prüfung

5.1. Temperatur und Heizleistungsmesswerte

Messgrösse	Gewichtung in % (vgl. 4.3)	Messwerte bei der Messung	
		a	b
Lufttemperatur Labor θ_{lab}		24.04	23.57
Lufttemperatur warmseitig θ_{ai} [°C]		23.07	22.98
Oberflächentemperaturen warmseitig			
- Blendrahmen [°C]	38.6	20.01	19.39
- Flügelrahmen [°C]	61.4	20.24	19.76
- gewichteter Mittelwert warmseitig ¹⁾ θ_{si} [°C]		20.15	19.62
- Polystyrolblende [°C]		20.70	20.20
- Polystyrolfüllung [°C]		20.93	20.48
Lufttemperatur kaltseitig θ_{ae} [°C]		2.85	2.88
Oberflächentemperaturen kaltseitig			
- Blendrahmen [°C]	62.6	4.09	4.07
- Flügelrahmen [°C]	37.4	4.29	4.26
- gewichteter Mittelwert kaltseitig ¹⁾ θ_{se} [°C]		4.16	4.14
- Polystyrolblende [°C]		4.20	4.20
- Polystyrolfüllung [°C]		3.84	3.85
gemessene Heizleistung Φ_{mes} [W]		49.01	48.05
Wärmestrom durch die Kammerwände warmseitig Φ_w [W]		3.07	1.86
Wärmestrom durch die Polystyrolblende Φ_{sur} [W]		- 0.49	- 0.48
Wärmestrom durch die Polystyrolfüllung Φ_{fill} [W]		- 22.87	- 22.25
Nettowärmestrom durch den Rahmen Φ_F [W]		28.72	27.18

1) Oberflächentemperaturmittelwerte des Rahmens und der Verglasung sind mit den Flächenanteilen gemäss 4.3 gewichtet.

5.2. Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

a) Fenster

Kenngrösse	Messwerte bei der Messung	
	a	b
Temperaturdifferenz [K]		
- Luft / Oberfläche warmseitig	2.92	3.36
- Oberfläche / Oberfläche	15.99	15.48
- Oberfläche / Luft kaltseitig	1.31	1.26
- Luft / Luft	20.22	20.10
Mittlere Wärmestromdichte durch den Rahmen q_F [W/m ²]	30.65	29.01
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient unter Messbedingungen U_{mes} [W/m ² K]	1.52	1.44
Mittlerer Wärmeübergangswiderstand (Messung)		
- warmseitig $R_{i,mes}$ [m ² K/ W]	0.10	0.12
- kaltseitig $R_{e,mes}$ [m ² K/ W]	0.05	0.05
Mittlerer Wärmedurchlasswiderstand R_F [m ² K/ W]	0.52	0.53
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient U_F [W/m ² K]	1.51 ± 0.09	
EMPA-Prüfwert ²⁾ ± Messunsicherheit		

2) Bezugspunkt ist die Mitte der Polystyrolfüllung

3) Der EMPA-Prüfwert wird mit dem mittleren Wärmedurchlasskoeffizienten R_F aus den beiden Messungen und den normierten Wärmeübergangswiderständen gemäss der SIA-Norm 180, Ausgabe 1999 bestimmt ($R_{sj} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$ und $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$).

$$U_F = \frac{1}{\frac{R_{si}}{a_i} + R_F + \frac{R_{se}}{a_e}}$$

wo a_i = Verhältnis der effektiven warmseitigen Rahmenoberfläche zur warmseitigen Projektionsfläche des Fensterrahmens (gemäss Kapitel 2.2)

a_e = Verhältnis der effektiven kaltseitigen Rahmenoberfläche zur kaltseitigen Projektionsfläche des Fensterrahmens (gemäss Kapitel 2.2)

6. Zusammenfassung

Gegenstand: Zweiflügliger, Kunststoff-Fensterrahmen mit drei Dichtungsebenen und mit Stulp; Typ "Swiss-Star"
28.0 mm dicke extrudierte Polystyrol-Hartschaumfüllung anstelle der Verglasung

Abmessungen: 1.750 m (Breite) x 1.300 m (Höhe)

Prüfung: Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_F

Prüfergebnis: **$U_F = 1.5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**