

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012  
Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

## 1 Gegenstand

### 1.1 Probekörperbeschreibung

#### Türpaneel mit Lichtausschnitt

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Hersteller              | GRAD-EXPORT d.o.o., - Vinkovci  |
| Systembezeichnung       | JA-PS-1 LOWE  |
| Material                | PVC-Verbundpaneel   |
| Abmessung (B x H) in mm | 900 x 2100  |
| Gesamtdicke in mm       | 70  |
| Besonderheiten          | Verglasung ausschließlich im Kopffeld;<br>weitere Zierprofile wärmetechnisch vernachlässigbar |

#### Paneel

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| Gesamtdicke in mm | 36              |
| Aufbau in mm      | 1,5/15/3/15/1,5 |

#### Decklage

|             |          |
|-------------|----------|
| Material    | PVC-hart |
| Dicke in mm | 1,5      |

#### Dämmstoffeinlage

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Material                      | Styrodur 3035 CN                         |
| Dicke in mm                   | 2 x 15                                   |
| Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) | 0,037<br>(für Materialstärken bis 30 mm) |

#### Dämmstoffeinlage

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Material                      | Polyurethanschaum |
| Dicke in mm                   | 3                 |
| Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) | 0,05              |

#### Dreifach Isolierverglasung

|   |  |
|---|--|
| Fläche in m <sup>2</sup>                              | 0,051                                  |
| Umfang in m   | 0,890                                  |
| Gesamtdicke in mm                                     | 32                                     |
| Aufbau in mm  | 4/12/4/8/4                             |
| Einstand in mm  | 26                                     |
| Wärmedurchgangskoeffizient<br>in W/(m <sup>2</sup> K) | $U_g = 0,9$ (Angabe des Auftraggebers) |

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012

Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Abstandhalter</b>          | berechnet mittels Two-Box-Modell nach BF-Datenblatt Nr.06 – 2008-10 |
| Hersteller                    | Edgetech  |
| Lieferbezeichnung             | Super Spacer TriSeal  |
| Material                      | Mylarfolie / Silikonschaum  |
| Box 1 (Rückenüberdeckung)     |   |
| Breite in mm                  | 3,0   |
| Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) | 0,40  |
| Box 2 (Abstandhalter)         |   |
| Breite in mm                  | 7,3   |
| Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) | 0,18  |

Die Beschreibung basiert auf den Angaben des Auftraggebers und der Überprüfung des Probekörpers im ift. (Artikelbezeichnungen/-nummern sowie Materialangaben sind Angaben des Auftraggebers, wenn nicht als „ift-geprüft“ ausgewiesen.)

Probekörperdarstellung/en sind in der Anlage „Darstellung Produkt/Probekörper“ dokumentiert.

Die konstruktiven Details wurden ausschließlich hinsichtlich der nachzuweisenden Merkmale / Leistung überprüft;

Zeichnungen basieren auf unveränderten Unterlagen des Auftraggebers, wenn nicht anders ausgewiesen.

## 1.2 Probennahme

Dem ift liegen folgende Angaben zur Probennahme vor:

Probennehmer: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien))

Datum: 03.11.2011

Nachweis: Ein Probennahmebericht liegt dem ift nicht vor.

ift-Pk-Nummer: 11-002239-PK04

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012  
 Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

## 2 Einzelergebnisse

### Wärmedurchgangskoeffizient $U_p$ nach EN ISO 6946

|                         |   |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-----------|
| Projekt-Nr.             | 11-002239-PR04  | Vorgang Nr. | 11-002239 |
| Auftraggeber            | GRAD-EXPORT d.o.o.  |             |           |
| Grundlagen der Prüfung  | EN ISO 6946 : 2007-11 Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method |             |           |
| Verwendete Prüfmittel   | ift-Berechnungsprogramm   |             |           |
| Probekörper             | Türpaneel   |             |           |
| Probekörpernummer       | 11-002239-PK04  |             |           |
| Prüfdatum               | 31.01.2012  |             |           |
| Verantwortlicher Prüfer | Sebastian Wassermann  |             |           |
| Prüfer                  | Maurice Mayer   |             |           |

### Informationen zum Prüfaufbau / Prüfverfahren

Prüfverfahren Es gibt keine Abweichungen zum Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.

### Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten $U_p$

Der Wärmedurchgangskoeffizient ergibt sich aus der allgemeinen Formel:

$$U_p = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_{se}}$$

|           | Definition                                 | Einheit              |
|-----------|--|----------------------|
| $R_{si}$  | innerer Wärmeübergangswiderstand           | (m <sup>2</sup> K)/W |
| $d$       | Schichtdicke                               | m                    |
| $\lambda$ | spezifische Wärmeleitfähigkeit der Schicht | W/(mK)               |
| $R_{se}$  | äußerer Wärmeübergangswiderstand           | (m <sup>2</sup> K)/W |

| Schicht | $d_i$  | $\lambda_i$ | $R_i$ | Material                    | Quelle                   |
|---------|--------|-------------|-------|-----------------------------|--------------------------|
| innen   |        |             | 0,13  |                             |                          |
| 1       | 0,0015 | 0,17        |       | PVC-hart (Polyvinylchlorid) | EN ISO 10077-2           |
| 2       | 0,015  | 0,037       |       | Styrodur CN3035 - 30 mm     | Angabe des Auftraggebers |
| 3       | 0,0030 | 0,05        |       | Polyurethanschaum           | EN ISO 10456             |
| 4       | 0,015  | 0,037       |       | Styrodur CN3035 - 30 mm     | Angabe des Auftraggebers |
| 5       | 0,0015 | 0,170       |       | PVC-hart (Polyvinylchlorid) | EN ISO 10077-2           |
| außen   |        |             | 0,04  |                             |                          |

Gesamtdicke:  $d = 0,036$  m  
 Wärmedurchlasswiderstand:  $R_T = 1,06$  (m<sup>2</sup> K)/W

### Prüfergebnis

Errechneter Wärmedurchgangskoeffizient:  $U_p = 0,94$  W/(m<sup>2</sup> K)

### Bemerkung:

Der  $U_p$  ist nach EN ISO 6946 auf 2 Stellen hinter dem Komma anzugeben.

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012  
Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

## Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi$ nach EN ISO 10077-2

Projekt-Nr. 11-002239-PR04 Vorgang Nr. 11-002239  
 Auftraggeber GRAD-EXPORT d.o.o.  
 Grundlagen der Prüfung EN ISO 10077-2:2003-10  
 Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2 - Numerical method for frames  
 Verwendete Prüfmittel Sim/020490 - flixo 6.2  
 Probekörper Türpaneel mit Lichtausschnitten / Übergang Paneel-Verglasung mit Abstandhalter  
 Probekörpernummer 11-002239-PK04  
 Prüfdatum 31.01.2012  
 Verantwortlicher Prüfer Sebastian Wassermann  
 Prüfer Maurice Mayer

## Informationen zum Prüfaufbau / Prüfverfahren

Prüfverfahren Es gibt folgende Abweichungen zum Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.  
 Einbautiefe Dämmpaneel im Rahmen  $b_2 = 25$  mm

## Prüfdurchführung

Anzahl der Finiten Elemente PK-Nr.  
 Probekörper 01 15424

## Randbedingungen

Randbedingungen nach EN ISO 10077-2

| Randbedingungen |   |                       | Werte | Quelle |
|-----------------|---|-----------------------|-------|--------|
| $\theta_{ni}$   | Lufttemperatur raumseitig                       | °C                    | 20    | -/-    |
| $\theta_{ne}$   | Lufttemperatur außenseitig                      | °C                    | 0     | -/-    |
| $\Delta T$      | Temperaturdifferenz                             | °C                    | 20    | -/-    |
| $R_{si}$        | Wärmeübergangswiderstand raumseitig             | (m <sup>2</sup> ·K)/W | 0,13  | -/-    |
| $R_{se}$        | Wärmeübergangswiderstand raumseitig (reduziert) | (m <sup>2</sup> ·K)/W | 0,20  | -/-    |
| $R_{se}$        | Wärmeübergangswiderstand außenseitig            | (m <sup>2</sup> ·K)/W | 0,04  | -/-    |

## Materialeigenschaften

Materialeigenschaften nach EN ISO 10077-2

| Materialeigenschaften |   |         | Werte | Quelle*                       |
|-----------------------|---|---------|-------|-------------------------------|
| $\epsilon_n$          | Emissionsgrade  |         | 0,9   | -/-                           |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit PVC-hart (Polyvinylchlorid)        | W/(m·K) | 0,17  | -/-                           |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Styrodur CN3035 - 30 mm            | W/(m·K) | 0,037 | Auftraggeber                  |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Polyurethanschaum (PU)             | W/(m·K) | 0,05  | -/-                           |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Butylkautschuk                     | W/(m·K) | 0,24  | -/-                           |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Floatglas                          | W/(m·K) | 1,0   | -/-                           |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Edgetec-Super Spacer TriSeal Box 1 | W/(m·K) | 0,40  | BF Datenblatt Nr. 6 - 2008-10 |
| $\lambda$             | Wärmeleitfähigkeit Edgetec-Super Spacer TriSeal Box 2 | W/(m·K) | 0,18  | BF Datenblatt Nr. 6 - 2008-10 |

\* Falls nicht gesondert vermerkt, sind die Daten den Normen EN ISO 10456 und EN ISO 10077-2 entnommen. Für Materialien, deren Wärmeleitfähigkeit anderen Quellen entnommen wird, hat der Auftraggeber durch geeignete Maßnahmen wie z.B. eine werkseigene Produktionskontrolle die Einhaltung der Wärmeleitfähigkeiten sicherzustellen.

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012  
 Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

### Ermittlung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi$

Der längenbezogene  
 Wärmedurchgangskoeffizient ergibt sich  
 aus:

$$\Psi = L_{\Psi}^{2D} - U_p \times b_p - U_g \times b_g$$

|                 | Definition   | Einheit |
|-----------------|--|---------|
| $\Delta T$      | Temperaturdifferenz  | °C      |
| $b_{ges}$       | Gesamtbreite   | m       |
| $b_p$           | Breite des Türpaneels  | m       |
| $b_g$           | Breite der Verglasung  | m       |
| $d_p$           | Dicke des Türpaneels   | m       |
| $d_g$           | Dicke der Verglasung   | m       |
| $U_p$           | Wärmedurchgangskoeffizient Füllung                               | W/(m²K) |
| $U_g$           | Wärmedurchgangskoeffizient des mittleren Bereichs der Verglasung | W/(m²K) |
| $Q_{ges}$       | längenbezogene Wärmestromdichte                                  | W/m     |
| $L_{\Psi}^{2D}$ | zweidimensionaler thermischer Leitwert                           | W/(mK)  |

| PK-Nr.         | Bemerkung                     | $b_{ges}$ | $b_p$ | $b_g$ | $d_p$ | $d_g$ | $Q_{ges}$ | $L_{\Psi}^{2D}$ | $U_p$ | $U_g$ |
|----------------|-------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------------|-------|-------|
| Probekörper 01 | Randverbund Paneel-Verglasung | 0,380     | 0,190 | 0,190 | 0,036 | 0,032 | 7,923     | 0,396           | 0,94  | 0,9   |

### Prüfergebnis

Errechneter längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient:

Probekörper 01

$$\Psi = 0,046 \text{ W/(mK)}$$

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012  
Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

### Gemittelter Wärmedurchgangskoeffizient eines Türpaneels

Projekt-Nr. 11-002239-PR04 Vorgang Nr. 11-002239  
 Auftraggeber GRAD-EXPORT d.o.o.  
 Grundlagen der Prüfung According to EN ISO 10077-1 : 2006-09 - Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1 - Simplified method  
 Verwendete Prüfmittel ift-Berechnungsprogramm  
 Probekörper Türpaneel mit Lichtausschnitten  
 Probekörpernummer 11-002239-PK04  
 Prüfdatum 31.01.2012  
 Verantwortlicher Prüfer Sebastian Wassermann  
 Prüfer Maurice Mayer

### Informationen zum Prüfaufbau / Prüfverfahren

Prüfverfahren Es gibt folgende Abweichungen zum Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.  
 Der gemittelte Wärmedurchgangskoeffizient des Türpaneel ist in Anlehnung an EN ISO 10077-1 ohne die Berücksichtigung eines Tür-Rahmenprofils erstellt.

### Ermittlung des gemittelten Wärmedurchgangskoeffizienten eines Türpaneels $U$

Der gemittelte Wärmedurchgangskoeffizient eines Türpaneels ergibt sich aus:

$$U = \frac{A_p \cdot U_p + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_{ges}}$$

| Definition  | Einheit              |
|---|----------------------|
| $A_p$ Fläche des ungestörten Türpaneels                               | m <sup>2</sup>       |
| $U_p$ Wärmedurchgangskoeffizient Türpaneel                            | W/(m <sup>2</sup> K) |
| $U_g$ Wärmedurchgangskoeffizient Verglasung                           | W/(m <sup>2</sup> K) |
| $A_g$ Fläche Verglasung   | m <sup>2</sup>       |
| $l_g$ Länge Glasrand  | m                    |
| $\Psi_g$ längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Randverbundes | W/(mK)               |
| $b_p$ Paneelbreite  | mm                   |
| $h_p$ Paneelhöhe  | mm                   |
| $A_{ges}$ Gesamtfläche Türpaneel                                      | m <sup>2</sup>       |
| $l_p$ Paneelumfang  | m                    |

| Abmessung | $b_p$ | $h_p$ | $A_{p,ges}$ | Glasanteil |
|-----------|-------|-------|-------------|------------|
|           | 900   | 2100  | 1,89        | 3%         |

| Verglasung                 | $l_g$ | $\Psi_g$ | $A_g$ | $U_g$ | Quelle                                 |
|----------------------------|-------|----------|-------|-------|--|
| Dreifach-Isolierverglasung | 0,890 | 0,046    |       |       | Berechnung nach EN ISO 10077-2:2003-10 |
|                            |       |          | 0,051 | 0,9   | Angabe des Auftraggebers               |

| Paneel            | $A_p$ | $U_p$ | Quelle                                |
|-------------------|-------|-------|---------------------------------------|
| PVC-Verbundpaneel | 1,839 | 0,94  | Berechnung nach EN ISO 6946 : 2007-12 |

### Prüfergebnis

Errechneter gemittelter Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U = 0,96 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Ergebnisprotokoll

Wärmedurchgangskoeffizient

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012

Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

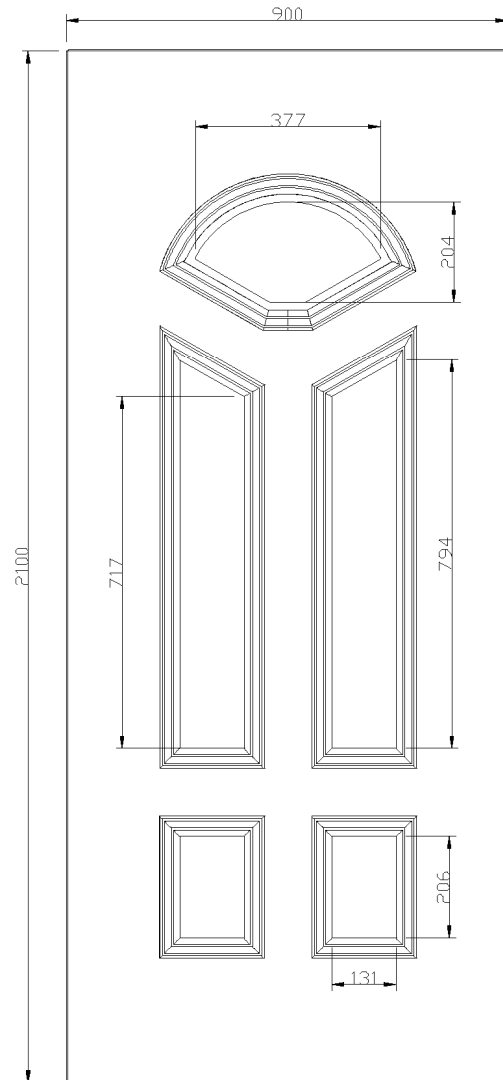


Bild 1: Ansichtsdarstellung

Ergebnisprotokoll

Wärmedurchgangskoeffizient

Nr. 11-002239-PR04 (EP-H07-06-de-01) vom 28.02.2012

Auftraggeber: GRAD-EXPORT d.o.o., 32100 Vinkovci (Kroatien)

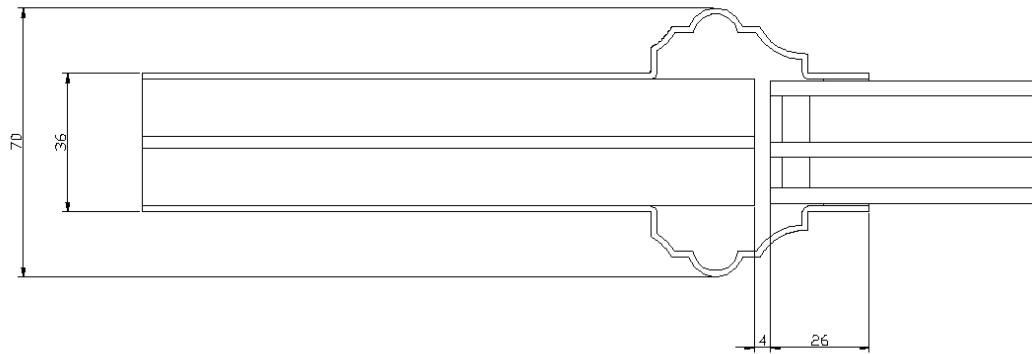


Bild 2: Querschnittsdarstellung Übergang Paneel-Verglasung

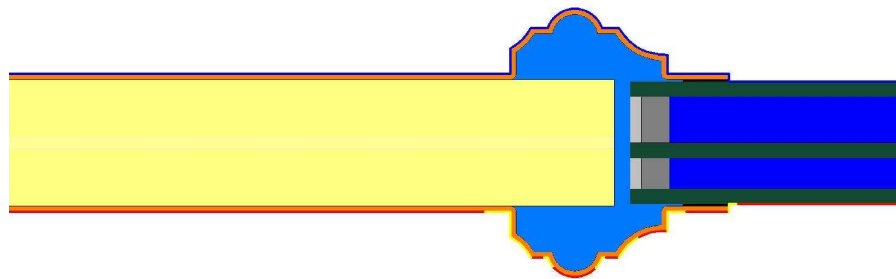


Bild 3: Simulationsmodell Übergang Paneel-Verglasung