

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 11 11
F +41 58 765 11 22
www.empa.ch



Materials Science & Technology

G. Baumgartner AG
Flurstrasse 41
6332 Hagendorn

Bericht
Nr. 459966

Auftrag: **Bestimmung des Wärmedurchgangs -
koeffizienten U_f (Rahmen)**

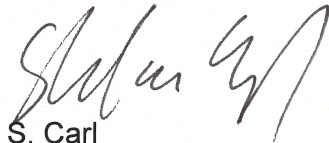
Objekt: Rahmen eines 2 flügliges Holz-Metall-Fenster
Rahmen Typ: HMF-Saphir 55 Integral

Ihr Auftrag vom: 20.1.2012
Anzahl Seiten (inkl. Anhang): 3

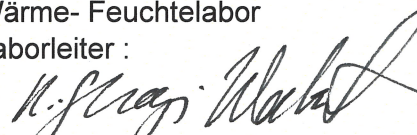
Inhalt

Bestimmung des Rahmen U-Werts U_f
Aufgrund des Empa Prüfbericht Nr. 440420

Dübendorf, 13.2.2012
Prüfleiter:


S. Carl

Abteilung Bautechnologien
Wärme- Feuchtlabor
Laborleiter :


Dr. K. Ghazi Wakili

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

Berechnung des Rahmen U-Werts U_f

Berechnung des Rahmen U-Werts aufgrund des EMPA

Prüfbericht 440 420 (18.1.2006) nach der Prüfrichtlinie EMPA SZFF Norm 42.06

$$U_f = \frac{\Phi_f}{\Delta T_n \cdot A_f} = \frac{\Phi_f / \Delta T_n}{A_f} = \frac{(\Phi_w / \Delta T_n - \Phi_g / \Delta T_n - \Phi_{\text{edge,g}} / \Delta T_n)}{(A_w - A_g)}$$

Wobei

$$\Phi_f = (\Phi_w - \Phi_g - \Phi_{\text{edge,g}}) \quad \text{Wärmestrom durch den Rahmen [W]}$$

$$A_f = (A_w - A_g) \quad \text{Fläche des Rahmens [m}^2\text{]}$$

$$\Delta T_n \quad \text{Temperaturdifferenz der Umgebungstemperatur [K]}$$

$$\Phi_w = U_w \cdot A_w \cdot \Delta T_n \quad \Phi_w / \Delta T_n = U_w \cdot A_w$$

$$\Phi_g = U_g \cdot A_g \cdot \Delta T_n \quad \Phi_g / \Delta T_n = U_g \cdot A_g$$

$$\Phi_{\text{edge}} = \psi_{\text{edg}} \cdot L_{\text{edg}} \cdot \Delta T_n \quad \Phi_{\text{edge}} / \Delta T_n = \psi_{\text{edg}} \cdot L_{\text{edg}}$$

$$\Rightarrow U_f = \frac{U_w \cdot A_w - U_g \cdot A_g - \psi_{\text{edg}} \cdot L_{\text{edg}}}{(A_w - A_g)}$$

Messresultate und Abmessungen aus dem Prüfbericht 440 420:

$$U_w: \text{ U-Wert des Fensters (Seite 9)*} = 0.97 \pm 0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$A_w: \text{ Fensterflächemessung, 2-flügelig (Seite 1)*} = 1.275 \text{ m} \times 1.720 \text{ m} = 2.19 \text{ m}^2,$$

$$U_g: \text{ U-Wert der Verglasung (Seite 9)*} = 0.77 \pm 0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$A_g: \text{ Glasfläche (Seite 5)*} = (0.701 \text{ m} \times 1.055 \text{ m}) \times 2 = 1.48 \text{ m}^2$$

$$\psi_{\text{edg}}: \text{ Psi-Wert Glasrand (SIA Thermische Energie im Hochbau, S. 80)} = 0.04 \text{ W/(mK)}$$

$$L_{\text{edg}}: \text{ Perimeter der Verglasung (Seite 11..13)*} = (0.701 \text{ m} + 1.055 \text{ m}) \times 4 = 7.02 \text{ m}$$

* Gemäss Empa Prüfbericht Nr. 440 420 (18.1.2006)

Berechnung des Rahmen U-Werts

Wärmeströme pro Temperaturdifferenz

$$\text{durch das gesamte Fenster } \Phi_w / \Delta T_n = U_w * A_w = 0.97 \text{ W/(m}^2\text{K)} * 2.193 \text{ m}^2 = 2.13 \text{ W/K}$$

$$\text{durch die Verglasung } \Phi_g / \Delta T_n = U_g * A_g = 0.77 \text{ W/(m}^2\text{K)} * 1.477 \text{ m}^2 = 1.14 \text{ W/K}$$

$$\text{durch den Randverbund } \Phi_{\text{edge}} / \Delta T_n = \psi_{\text{edg}} * L_{\text{edg}} = 0.04 \text{ W/(mK)} * 7.024 \text{ m} = 0.28 \text{ W/K}$$

$$\begin{aligned} \text{durch den Rahmen } \Phi_f / \Delta T_n &= (\Phi_w / \Delta T_n - \Phi_g / \Delta T_n - \Phi_{\text{edge,g}} / \Delta T_n): \\ & 2.13 \text{ W/K} - 1.14 \text{ W/K} - 0.28 \text{ W/K} = 0.71 \text{ W/K} \end{aligned}$$

Rahmen Fläche:

$$\text{Fläche des Rahmens: } A_f = (A_w - A_g) = 2.19 \text{ m}^2 - 1.48 \text{ m}^2 = 0.72 \text{ m}^2$$

U-Wert Rahmen

Wärmestrom pro Temperaturdifferenz und Fläche

$$\text{Rahmen } U_f = \frac{\Phi_f / \Delta T_n}{A_f} = \frac{0.71 \text{ W/K}}{0.72 \text{ m}^2} = \mathbf{0.99 \pm 0.05 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

Zusammenfassung

Gegenstand: Bestimmung des Rahmen U-Werts U_f
Eines 2 flügliges Holz-Metall-Fenster
Rahmen Typ: HMF-Saphir 55 Integral
Aufgrund des Empa Prüfbericht Nr. 440420

Berechnung: Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_f

Ergebnis: $U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Aufgrund des Empa Prüfbericht Nr. 440420 (18.1.2006)

Forschungsprogramm "Rationelle Energienutzung in Gebäuden"

Ökoinventar der Entsorgungsprozesse von Baumaterialien

Grundlagen zur Integration der Entsorgung in
Ökobilanzen von Gebäuden

Gabor Doka

Zürich

Untersuchung im Rahmen des IEA BCS Annex 31:
Energy Related Environmental Impact of Buildings

Mit Unterstützung des
Bundesamtes für Energie

Februar 2000

Impressum

Projekttitel: IEA CBS Annex 31, "Energy Related Environmental Impact of Buildings"

Titel Teilprojekt: **Ökoinventar der Entsorgungsprozesse von Baumaterialien -
Grundlagen zur Integration der Entsorgung in Ökobilanzen von
Gebäuden**

Auftraggeber: Bundesamt für Energie, BfE

Projektleitung: Annick Lalive d'Epinay
Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz
Laboratorium für Technische Chemie
Eidgenössische Technische Hochschule ETH
8092 Zürich

Auftragnehmer: Gabor Doka
Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz
Laboratorium für Technische Chemie
Eidgenössische Technische Hochschule ETH
8092 Zürich

Bezug: EMPA Dübendorf
ZEN, Zentrum für Energie und
Nachhaltigkeit im Bauwesen
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf

1. Auflage, Februar 2000

Dank

Ich möchte mich beim Bundesamt für Energie für die Finanzierung dieses Projektes herzlich bedanken. Mein Dank gilt auch Annick Lalive d'Épinay, ETH Zürich, für die Projektleitung und die kritische Durchsicht der Arbeit.

Rolf Frischknecht, esu-services, Uster, hat mit seinem externen Review einen sehr wichtigen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geleistet. Für diese detaillierte Stellungnahme möchte ich ihm ganz herzlich danken.

Für die Unterstützung in inhaltlichen Belangen und für die Belieferung mit Informationen möchte ich allen Beteiligten herzlich danken. Mein besonderer Dank gebührt folgenden Personen: Peter Staub, Abbruch-, Aushub- und Recyclingverband Schweiz; Thomas Lichtensteiger, EMPA Dübendorf; Karina Schenk, BUWAL Bern; Herr Textor, Ryteg AG, Münsingen; Herr Covelli, Tecova AG, Wohlen; Herr Brandl, Mikrobiologisches Institut der Universität Zürich.

Zürich, Februar 2000

Gabor Doka

A.2.4. Kunststoffhaltige Putze/Mörtel

Klebemörtel enthalten Epoxid- oder ungesättigte Polyesterharze sowie Quarz als Zuschlagstoff. [Rentz et al. 1997, p.42]

Putze haben in Wandkonstruktionen gewichtsmässig nur einen geringen Anteil. Putze werden daher bei der Planung der Verwertung von Wandkonstruktionen ähnlich wie Mauermörtel als Beistoff bzw. als Begleitstoff verstanden. Die Verwertung wird für die gewichtsmässig dominanteren Wandbaustoffe optimiert. Putze gelangen in einer Sortieranlage aufgrund ihrer Eigenschaften bevorzugt in die Feinfraktion. Ein echtes Recycling oder auch eine Verwertung scheint bei diesen Baustoffen schwierig.

A.3. Glas

Angaben zu Rahmenmaterialien von Fenstern siehe unter den Entsprechenden Materialien wie Holz, Metall oder Kunststoff.

A.3.1. Zusammensetzung

Schallschutzisoliertes Glas enthält im Scheibenzwischenraum Argon. Auf Krypton wird wegen seiner natürlichen Radioaktivität (248Bq/g) oft verzichtet [von Arx 1995, p.39].

Etwa 30% der in der Schweiz verarbeiteten Floatglasmenge wird mit Metallen beschichtet. Wärmeschutzgläser erhalten mehrere Silberschichten, die bis 100nm dick sein können. Bei einer Scheibendicke von 2mm sind das 0.21 g Silber pro kg Glas (Dichte Silber = 10'500 kg/m³; Dichte Glas = 2500 kg/m³) [von Arx 1995, p.39].

Sonnenschutzgläser machen ca. 2-3% der verarbeiteten Floatglasmenge aus. Sie werden durch Metallbeschichtung oder Metallzugabe von Gold, Kupfer sowie Zinn- oder Indiumoxid erzeugt. Sie können auch durch Aufbringen z.B. einer Polyesterträgerfolie mit Aluminium-Überzug erzeugt werden [von Arx 1995, p.39].

Float-Glas hat vom Zinnbad (Float) einen Gehalt von ca. 10.8 ppm Zinn [ESU 1996a, p.A.58].

Verwertung

Einfache unbeschichtete Silikatgläser können bei sortenreiner Erfassung als Zuschlagsstoff in der Produktion von Dämmstoff oder Behälterglas eingesetzt werden. Spezialgläser (Isolierglas, Absorptionsglas) können zur Zeit nicht verwertet werden und müssen als Inertstoffe deponiert werden [Gewiese 1998, p.91].

A.4. Metallbaustoffe

Zusammensetzung

Blei wird im Hochbau meist als Hartblei (Blei-Antimon-Legierung) eingesetzt [Rentz et al. 1997, p.32]. Messing kann neben Zink und Kupfer auch Fe, Al, Ni, und Pb enthalten [Rentz et al. 1997, p.32]. Verzinkungen (z.B. in Dachdeckungen) enthalten neben Nickel auch 0.1-0.2% Titan und 0.2 - 1% Kupfer [Rentz et al. 1997, p.32].

Verwertung

Metallbaustoffe werden heute meist gut verwertet, da Schrott ein wertvolles und günstiges Rohmaterial in der Metallproduktion darstellt.