



PHI · Rheinstraße 44/46 · D-64283 Darmstadt

GKT Glas- und Kunststofftechnik GmbH
z. Hd. Herrn Karsten Hundt
Industriestraße 38
D 33034 Brakel

Rheinstraße 44/46
D-64283 Darmstadt

Tel. (06151) 82699-0

Fax. (06151) 82699-11

e-mail: mail@passiv.de

internet: www.passiv.de

Name: Dr. Berthold Kaufmann

Freitag, 18. Dezember 2009

**Warme K-Sprosse 2610/76 (Kunststoff-Sprosse)
Untersuchungen zum Einfluss von Sprossen aus Kunststoff im Scheibenzwischenraum
auf den U-Wert eines Fensters mit einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung**

Sehr geehrte Damen und Herren,

Die wärmetechnischen Eigenschaften einer Kunststoffsprosse (Warme K-Sprosse 2610/76) im Scheibenzwischenraum einer dreifachen Wärmeschutzverglasung wurden untersucht. Außerdem wurde der Einfluss der Sprosse auf den U-Wert eines Fensters für verschiedene Sprossen-Konfigurationen berechnet. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Wärmebrückenverlustkoeffizient (Ψ-Wert) der Kunststoff-Sprosse (Warme K-Sprosse 2610/76):
Wärmebrückenverlustkoeffizient der Kunststoff-Sprosse beträgt $\Psi_{\text{Sprosse}} = 0,0088 \text{ W/(mK)}$ – bei dreifach-Wärmeschutzverglasung $U_g = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ – Sprossenkreuz im äußeren Scheibenzwischenraum ohne Berührung der Glasflächen
Wärmedurchgang Fenster bzw. Glas (U-Werte):
Fenster- bzw. Glas-Wärmedurchgangskoeffizient U_w bzw. U_g um 2,9 % bzw. 5,3 % erhöht bei klassischer Sprossenaufteilung Beispiel ohne/mit Sprosse: $U_w = 0,74//0,76 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und $U_g = 0,60//0,63 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ – klassische Aufteilung mit bis zu zwei waagerechten und senkrechten Sprossen, Fensterformat 1,23 x 1,48 m – Einzelheiten siehe Tabelle 4 in der Anlage
Fenster- bzw. Glas-Wärmedurchgangskoeffizient U_w bzw. U_g um 0,9 % bzw. 1,7 % erhöht bei moderner Sprossenaufteilung Beispiel ohne/mit Sprosse: $U_w = 0,74//0,74 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und $U_g = 0,60//0,61 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ – moderne Aufteilung mit umgedrehtem T im oberen Scheibendrittel, Fensterformat 1,23 x 1,48 m – Einzelheiten siehe Tabelle 4 in der Anlage

Diese Kunststoff-Sprosse ist thermisch deutlich verbessert gegenüber Standardprodukten aus Metall. Der angegebene Ψ -Wert erlaubt die Berücksichtigung der Sprosse in der Gesamtenergiebilanz (PHPP), die für Passivhäuser sehr sorgfältig zu erstellen ist. In der Anlage sind weiterführende Erläuterungen und die ausführliche Dokumentation der Ergebnisse gegeben (Tabelle 1 bis Tabelle 6).

Mit freundlichen Grüßen

Warme K-Sprosse 2610/76 (Kunststoff-Sprosse)

Untersuchungen zum Einfluss von Sprossen aus Kunststoff im Scheibenzwischenraum auf den U-Wert eines Fensters mit einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung
Im Auftrag der Firma GKT Glas- und Kunststofftechnik GmbH



Erläuterung der Ergebnisse.

Die zweidimensionalen Berechnungen des Wärmedurchgangs bestätigen die Ergebnisse des ift-Rosenheim, welche in dem von der Firma GKT Glas- und Kunststofftechnik GmbH vorgelegten Bericht vom 27. 8. 2008 (ift-Prüfbericht 427 36812) dokumentiert sind. **Auf eine Betrachtung von Sprossen aus Aluminium wurde verzichtet, da entsprechende Verglasungen mit Alu-Randverbundsteg und Alu-Sprossen für Passivhäuser nicht geeignet sind.**

Der zusätzliche lineare Wärmedurchgangskoeffizient (ψ -Wert) für eine Kunststoff-Sprosse, die im äußeren Scheibenzwischenraum einer dreifach Wärmeschutzverglasung ($U_g = 0.60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) platziert ist und die keine der Glasoberflächen berührt, beträgt $\psi = 0.0088 \text{ W}/(\text{mK})$. Darüber hinaus wurde der Einfluss dieser Wärmebrücke auf den gesamten U-Wert eines Fensters (U_w) und den U-Wert der Verglasung (U_g) untersucht. Für verschiedene Fensterformate und Sprossenteilungen wurde die relative Veränderung des U-Wertes berechnet. Die dafür angenommenen typischen Fensterkennwerte sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 bzw. Tabelle 5 und Tabelle 6 aufgelistet.

Hinweis: die in Tabelle 2 und Tabelle 5 angenommenen Werte für den Fensterrahmen (Rahmen-U-Wert U_f und Rahmenansichtsbreite b_f) und die Wärmebrücke am Glasrand (ψ_g) sind typische Werte, die für die Berechnungen exemplarisch gewählt wurden. Für ein konkretes Fenster müssen die tatsächlichen Werte herangezogen werden, um dafür den U_w -Wert berechnen zu können.

Es zeigt sich, dass für die typische 'klassische' Sprossenteilung mit bis zu zwei waagrechten und senkrechten Sprossen der Fenster U-Wert U_w bzw. der Glas U-Wert U_g um 2,7 % bzw. 4,6 % ansteigen. Bei der 'modernen' Sprossenteilung, bei der nur ein umgekehrtes 'T' im oberen Scheibendrittel eingesetzt wird und somit die gesamte Sprossenlänge kleiner ist, sind die relativen Veränderungen der U-Werte mit 0,8 % für U_w bzw. 1,4 % für U_g geringer. Die genannten Zahlen gelten für eine Verglasung, die ohne Sprossen einen nominellen Wert $U_g = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ hat, siehe Tabelle 1.

Für eine Verglasung mit $U_g = 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sind die relativen Änderungen etwas höher: Für die klassische Sprossenteilung ist dann $dU_w = 2,9 \%$ bzw. $dU_g = 5,3 \%$. Für die moderne Sprossenteilung ist $dU_w = 0,9 \%$ bzw. $dU_g = 1,7 \%$, siehe Tabelle 4.

Die oben und auf Seite 1 beispielhaft genannten Veränderungen der U-Werte können und müssen mit dem angegebenen ψ -Wert der Sprosse für jedes beliebige Fensterformat bzw. Sprossenkonfiguration neu berechnet werden, damit deren Auswirkung auf die Energiebilanz eines Passivhauses adäquat berücksichtigt wird.

Neben der Veränderung des U-Wertes muss berücksichtigt werden, dass sich mit einem Sprossenkreuz auch die Apertur des Fensters verändert, d.h. der opake Flächenanteil vergrößert sich auf Kosten des transparenten Glasanteils. Der effektive opake Flächenanteil am gesamten Fenster wird bei einer angenommenen Rahmenbreite von 0.12 m bei den vorliegenden Sprossen mit 27 mm Breite um bis zu 6 % größer. Dabei haben die Sprossen einen Flächenanteil an der Glasfläche von bis zu 15 %. Dies muss bei der Berechnung der solaren Gewinne in der Energiebilanz berücksichtigt werden.

Insgesamt ist festzuhalten: Diese Kunststoff-Sprosse ist thermisch deutlich verbessert gegenüber Standardprodukten aus Metall. Der U-Wert eines Fensters erhöht sich aufgrund der oben beschriebenen Sprossen im Scheibenzwischenraum im Vergleich zu einem Fenster mit Verglasung ohne Sprossen. Die zusätzlichen Wärmeverluste über die warme K-Sprosse können jedoch mit vertretbarem Aufwand kompensiert werden

Warme K-Sprosse 2610/76 (Kunststoff-Sprosse)

Untersuchungen zum Einfluss von Sprossen aus Kunststoff im Scheibenzwischenraum auf den U-Wert eines Fensters mit einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung
Im Auftrag der Firma GKT Glas- und Kunststofftechnik GmbH



Fensterformat			Glasformat			Rahmen	Sprossen hochkant	Sprossen quer	Sprossen	Sprossen	effektive Glasfläche	effektiver opaker Flächenanteil	U-Wert Fenster	dU(%) Fenster	U-Wert Glas	dU(%) Glas
Fläche			Fläche			Flächenanteil	Fläche			Flächenanteil					mit Sprossen	
Breite m	Höhe m	m ²	Breite m	Höhe m	m ²		-	-	m ²		m ²		W/(m ² K)		W/(m ² K)	
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	0	0	0.00	0%	1.23	33%	0.80		0.70	
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	2	2	0.12	15%	1.11	39%	0.82	2.7%	0.73	4.6%
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	0.33	1	0.04	5%	1.19	35%	0.81	0.8%	0.71	1.4%
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	0	0	0.00	0%	1.34	32%	0.80		0.70	
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	2	2	0.13	17%	1.21	38%	0.82	2.6%	0.73	4.4%
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	0.33	1	0.04	5%	1.30	34%	0.81	0.8%	0.71	1.4%
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	0	0	0.00	0%	0.73	39%	0.82		0.70	
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	1	2	0.07	5%	0.66	45%	0.84	2.2%	0.73	4.3%
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	0.33	1	0.03	2%	0.70	42%	0.83	1.0%	0.71	1.9%
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	0	0	0.00	0%	0.24	56%	0.86		0.70	
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	1	1	0.03	1%	0.21	61%	0.88	1.9%	0.74	5.4%
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	0.33	1	0.02	0%	0.22	59%	0.87	1.1%	0.72	3.1%
													bezogen auf Fensterfläche!!!	bezogen auf Glasfläche!!!		

Tabelle 1: Einfluss von **Kunststoffsprossen** im Scheibenzwischenraum auf den U-Wert eines Fensters für eine Verglasung mit nominell $U_g = 0.7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

U-Wert Verglasung	U_g	W/(m ² K)	0.70
Aufbau der Verglasung (z.B.): 4:/14/4/14:/4	Gasfüllung:	Argon (90 %)	
Rahmen-Ansichtsbreite Fensterrahmen	b_f	m	0.12
Rahmen-U-Wert	U_f	W/(m ² K)	0.79
Wärmebrücke am Glasrand	Ψ_g	W/(mK)	0.03
Ansichtsbreite der Sprosse	b_s	m	0.027
Wärmebrücke der Sprosse	Ψ_{Sprosse}	W/(mK)	0.0088

Tabelle 2: Annahmen für die Fenster- und Glaskennwerte ($U_g = 0.70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Hinweis: die hier angenommenen Werte für den Fensterrahmen (U_f und b_f) und die Wärmebrücke am Glasrand (Ψ_g) sind typische Werte, die für die Berechnungen exemplarisch gewählt wurden. Für ein konkretes Fenster müssen die tatsächlichen Werte herangezogen werden, um dafür den U_w -Wert berechnen zu können.

Glasformat	Sprossen hochkant	Sprossen quer	
Groß (1.30 m *1.50 m)	2	2	klassisch
Mittel (1.00 m x 1.20 m)	1	2	klassisch
Klein (0.60 m x 0.90 m)	1	1	klassisch
(für alle Formate)	0.33	1	modern

Tabelle 3: betrachtete Fensterformate und Sprossenteilungen

Warme K-Sprosse 2610/76 (Kunststoff-Sprosse)

Untersuchungen zum Einfluss von Sprossen aus Kunststoff im Scheibenzwischenraum auf den U-Wert eines Fensters mit einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung
Im Auftrag der Firma GKT Glas- und Kunststofftechnik GmbH



Fensterformat			Glasformat			Rahmen	Sprossen hochkant	Sprossen quer	Sprossen	Sprossen	effektive Glasfläche	effektiver opaker Flächenanteil	U-Wert Fenster	dU(%) Fenster	U-Wert Glas	dU(%) Glas
Fläche			Fläche			Flächenanteil	Fläche			Flächenanteil					mit Sprossen	
Breite m	Höhe m	m ²	Breite m	Höhe m	m ²		-	-	m ²		m ²		W/(m ² K)		W/(m ² K)	
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	0	0	0.00	0%	1.23	33%	0.74		0.60	
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	2	2	0.12	15%	1.11	39%	0.76	2.9%	0.63	5.3%
1.23	1.48	1.82	0.99	1.24	1.23	33%	0.33	1	0.04	5%	1.19	35%	0.74	0.9%	0.61	1.7%
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	0	0	0.00	0%	1.34	32%	0.73		0.60	
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	2	2	0.13	17%	1.21	38%	0.75	2.9%	0.63	5.1%
1.30	1.50	1.95	1.06	1.26	1.34	32%	0.33	1	0.04	5%	1.30	34%	0.74	0.9%	0.61	1.6%
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	0	0	0.00	0%	0.73	39%	0.76		0.60	
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	1	2	0.07	5%	0.66	45%	0.78	2.4%	0.63	5.0%
1.00	1.20	1.20	0.76	0.96	0.73	39%	0.33	1	0.03	2%	0.70	42%	0.77	1.0%	0.61	2.2%
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	0	0	0.00	0%	0.24	56%	0.82		0.60	
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	1	1	0.03	1%	0.21	61%	0.84	2.0%	0.64	6.3%
0.60	0.90	0.54	0.36	0.66	0.24	56%	0.33	1	0.02	0%	0.22	59%	0.83	1.2%	0.62	3.6%
													bezogen auf Fensterfläche!!!	bezogen auf Glasfläche!!!		

Tabelle 4: Einfluss von **Kunststoffsprossen** im Scheibenzwischenraum auf den U-Wert eines Fensters für eine Verglasung mit nominell $U_g = 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

U-Wert Verglasung	U_g	W/(m ² K)	0.60
Aufbau der Verglasung (z.B.): 4:/16/4/16:/4	Gasfüllung: Argon (90 %)		
Rahmen-Ansichtsbreite Fensterrahmen	b_f	m	0.12
Rahmen-U-Wert	U_f	W/(m ² K)	0.79
Wärmebrücke am Glasrand	Ψ_g	W/(mK)	0.03
Ansichtsbreite der Sprosse	b_s	m	0.027
Wärmebrücke der Sprosse	Ψ_{Sprosse}	W/(mK)	0.0088

Tabelle 5: Annahmen für die Fenster- und Glaskennwerte ($U_g = 0.60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Hinweis: die hier angenommenen Werte für den Fensterrahmen (U_f und b_f) und die Wärmebrücke am Glasrand (Ψ_g) sind typische Werte, die für die Berechnungen exemplarisch gewählt wurden. Für ein konkretes Fenster müssen die tatsächlichen Werte herangezogen werden, um dafür den U_w -Wert berechnen zu können.

Glasformat	Sprossen hochkant	Sprossen quer	
Groß (1.30 m * 1.50 m)	2	2	klassisch
Mittel (1.00 m x 1.20 m)	1	2	klassisch
Klein (0.60 m x 0.90 m)	1	1	klassisch
(für alle Formate)	0.33	1	modern

Tabelle 6: betrachtete Fensterformate und Sprossenteilungen