

Die „Warme Kante“ ohne Risiko

Von Andreas Langner

Ziel sogenannter „warm edge“-Systeme ist die Verringerung der Wärmeverluste über den Isolierglasrandverbund, die vergleichsweise höher sind als in der Scheibenmitte. Dadurch kann einerseits der Heizenergiebedarf gesenkt und andererseits das ungeliebte Phänomen raumseitig beschlagener Scheiben (Kondensation der Luftfeuchtigkeit) durch höhere Glasoberflächentemperaturen eingeschränkt werden.

Dies ist eines der drei Kriterien zur Bewertung eines „warm edge“-Systems. Daneben sind zwei weitere Faktoren absolut gleichwertig und in jedem Fall zu erfüllen: Das heute produzierte Isolierglas ist ein Produkt von höchster Qualität. Diese Qualität und damit verbundene Lebensdauer

Anforderungen an ein „warm edge“-System

1. Nennenswerte wärmetechnische Vorteile
2. Sichergestellte Isolierglasqualität und Lebensdauer
3. Umsetzbare Herstellkosten

des Isolierglases muß auf dem erreichten hohen Niveau bleiben. Außerdem müssen die Herstellkosten in einer Größenordnung liegen, die dem Kunden über die verbesserte Produktqualität „verkauft“ werden kann. Der Edelstahlabstandhalter Chromatech erfüllt alle diese Anforderungen nahezu ideal.

Rahmentyp	Abstandhalter	k-Wert Verglasung [W/m ² ·K]		
		1.7	1.3	1.1
Holz	Chromatech	0,0393	0,0462	0,0497
	Aluminium	0,0580	0,0663	0,0706
PVC	Chromatech	0,0394	0,0451	0,0481
	Aluminium	0,0539	0,0608	0,0645
Metall (Alu, wärmege­dämmt)	Chromatech	0,0457	0,0512	0,0541
	Aluminium	0,0764	0,0835	0,0872

Tabelle 1: Lineare k-Werte k_{lin} in W/(mK)

Rahmentyp	Abstandhalter	k-Wert Verglasung [W/m ² ·K]		
		1.7	1.3	1.1
Holz	Chromatech	0,57	0,59	0,60
	Aluminium	0,505	0,52	0,53
PVC	Chromatech	0,61	0,63	0,64
	Aluminium	0,56	0,575	0,585
Metall (Alu, wärmege­dämmt)	Chromatech	0,595	0,61	0,62
	Aluminium	0,535	0,545	0,555

Tabelle 2: min. Temperaturfaktoren ϕ_t

Aufbauend auf unseren ersten Untersuchungen [1] wurden inzwischen weitere Berechnungen und Messungen durchgeführt und praktische Erfahrungen gesammelt, über die hier berichtet werden soll.

Wärmetechnische Verbesserungen

Fenster-k-Wert

Die Wärmeverluste eines Fensters werden durch den Einsatz des Chromatech-Abstandhalters anstelle eines Standard-Abstandhalters aus Aluminium verringert. Das Maß für die Wärmeverluste am Glasrand ist der lineare k-Wert k_{lin} , der, abhängig von Rahmen- und Verglasungsart, Tab. 1 zu entnehmen ist. Nachdem der lineare k-Wert bereits seit 1988 in der Schweizer Norm SZFF 42.06 einge-

führt wurde, ist er auch in den europäischen Fensternormentwurf prEN ISO 31 077 bzw. 10 077 aufgenommen worden [2].

Bei der Ermittlung des Fenster-k-Wertes werden also nun die Wärmeverluste über den Randverbund berücksichtigt.

$$k_F = \frac{k_{Glas} \cdot A_{Glas} + k_{Rahmen} \cdot A_{Rahmen} + k_{lin} \cdot L}{A_{Fenster}}$$

Gleichung 1

Beispiel:

Für einen thermisch getrennten Metall-Fensterrahmen mit einem Rahmen-k-Wert von 2,6 W/(m²K), 100 mm Höhe und 0,7 m × 1 m Größe entnimmt man für eine Verglasung mit einem k-Wert $k_v = 1,1$ W/(m²K) den Tab. 1 und 2:

Temperaturfaktoren:

ϕ_t , Chromatech = 0,62

ϕ_t , Aluminium = 0,555

Lineare k-Werte:

k_{lin} , Chromatech = 0,0541 W/(mK)

k_{lin} , Aluminium = 0,0872 W/(mK)

Eingesetzt in Gleichung 1 zeigt sich im Beispiel eine Verbesserung des Fenster-k-Wertes von 0,14 W/(m²K)!

k_F , Chromatech = 1,95 W/(m²K)

k_F , Aluminium = 2,09 W/(m²K)

Gleichung 3 ergibt:

θ_a , Chromatech = -8,2 °C

θ_a , Aluminium = -4,0 °C

Während bei einem Standard-Abstandhalter in diesem Fall das Beschlagen der Scheibe schon bei einer Außentemperatur von -4,0 °C beginnt, ist die Scheibe mit dem Chromatech-Abstandhalter noch bis zu einer Außentemperatur von -8,2 °C frei von Beschlag.

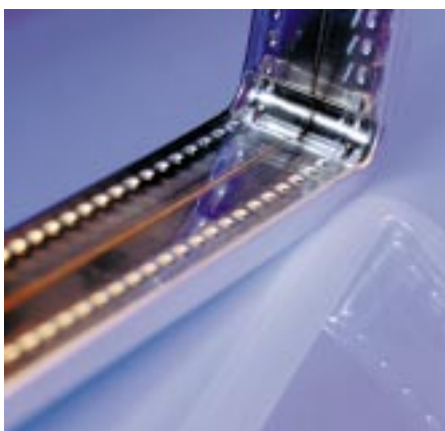


Bild 1: „Spitzer Winkel“

Die Prüfung der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA (EMPA-Prüfbericht Nr. 168 797/1 vom 30. 6. 1997) zeigt: Der lineare k-Wert wird durch den Chromatech-Abstandhalter um 25 bis 40 % reduziert (Tabelle 1). Jede Wärmebrücke ist bekanntlich proportional der Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes und der Größe des leitenden Querschnitts. Durch Verwendung eines Metalls mit geringer Wärmeleitfähigkeit, nämlich eines Edelstahl mit $\lambda = 14,3$ W/(mK) und einer minimierten Wandstärke von 0,18 mm realisiert man ein „warm edge“-Produkt mit metallischem Abstandhalter. Messungen der Oberflächentemperaturen (EMPA-Prüfbericht Nr. 168 797/2 vom 23. 7. 1997) zeigen, daß der Chromatech-Abstandhalter wärmetechnisch z. B. einem thermoplastischen Abstandhalter vergleichbar ist.

Verringerung von Kondensation

Wie „funktioniert“ das Beschlagen der Scheibe? Normale Wohnungsluft von 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit hat einen Taupunkt von 9,3 °C. Wie eine Flasche Milch beschlägt, wenn man sie aus dem Kühlschrank holt, beschlägt auch die Fensterscheibe dort, wo sie infolge niedriger Außentemperaturen unter den Taupunkt abgekühlt wird. Das kann nicht nur zur Beeinträchtigung der Sicht, sondern im Extremfall auch zu Wasserpfützen auf Fensterrahmen und Fensterbank führen.

Der Temperaturfaktor ϕ_t erfaßt den Einfluß des Randverbundes auf die Oberflächentemperatur der Scheibe. Er ist ebenfalls bereits seit 1988 in der Schweizer Norm SZFF 42.06 eingeführt worden. Die Temperaturfaktoren sind Tabelle 2 (EMPA-Prüfbericht Nr. 168 797/1 vom 30. 6. 1997) zu entnehmen. Mit Hilfe der Gleichung

$$\theta_{oi} = \theta_a + \phi_t \cdot (\theta_i - \theta_a) \quad \text{Gleichung 2 [2]}$$

läßt sich die Glasoberflächentemperatur θ_{oi} in Abhängigkeit von Innen- und Außentemperatur sowie des vom Randverbund abhängigen Temperaturfaktors ϕ_t berechnen. Umgestellt ergibt sich:

$$\theta_a = \frac{\theta_{oi} - \theta_i \cdot \phi_t}{1 - \phi_t} \quad \text{Gleichung 3}$$

Setzt man hier 9,3 °C als Glasoberflächentemperatur ein und z. B. 20 °C Innentemperatur, erhält man die Außentemperatur, die bei 50 % Raumluftfeuchtigkeit zu Kondensation auf der Innenscheibe führt.

Isolierglasqualität

Zwei Dinge beeinflussen die Lebensdauer des Isolierglases: Der aus der Umgebung in den Scheibenzwischenraum eindringende Wasserdampf führt nach Sättigung des Trockenmittels

Dipl.-Ing. Andreas Langner studierte an der Ruhr-Universität Bochum Maschinenbau/Wärmetechnik. Seit 1990 ist er als Entwicklungsingenieur bei der Erbslöh AG beschäftigt und leitet dort seit 1995 die Produktentwicklung/Produktionsplanung im Marktsegment Glas.

letztlich zum Beschlagen der Scheibe von innen („Blindwerden“). Das aus dem Scheibenzwischenraum entweichende Edelgas bewirkt eine Verschlechterung der Wärmedämmung. Daher muß der Randverbund möglichst dicht sein, um diese Vorgänge zu behindern. Das konventionelle Randverbundsystem mit 2-Stufen-Abdichtung und metallischem Abstandhalter hat sich hier seit Jahrzehnten bewährt.

Sowohl das Know-how der Isolierglashersteller, die Verarbeitungsmaschinenteknik (gebogene Rahmen), wie auch die neben Glas zur Herstel-

lung des Randverbundes erforderlichen Komponenten Abstandhalter, Dichtstoffe und Trockenmittel sind ständig weiterentwickelt worden. Dadurch ist das heute produzierte Isolierglas ein Produkt von höchster Qualität. Probleme hinsichtlich Gewährleistung und Garantie bestehen praktisch nicht. Man geht von einer Nutzungszeit von ca. 30 Jahren aus. Prüfungen nach DIN 1286 T.1 und

standhalterhohlprofilen durch den bekannten ΔT -Test einfach festgestellt werden kann. Der Edelstahl-Abstandhalter verbindet hier den großen Vorteil langjähriger Erfahrung mit den wärmetechnischen Vorteilen des Edelstahls.

Zur Produktqualität gehören alle weiteren gewohnten Eigenschaften metallischer Abstandhalter, wie z. B. das Biegen zu Rahmen, die mechani-

halter führend. Die weitere Verarbeitung der Rahmen erfolgt in der gewohnten Art und Weise. Trockenmittelbefüllen, Butylieren, das Befestigen von Sprossenfeldern durch Klammern usw. findet ohne Änderungen auf den vorhandenen Maschinen statt.

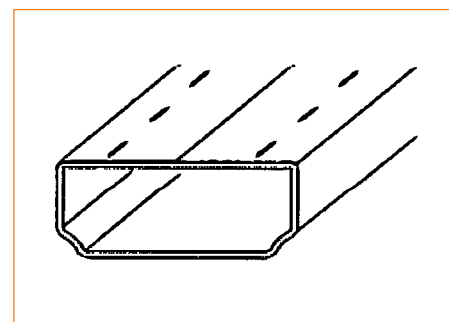


Bild 2: Darstellung „Chromatech-Abstandhalter“

Man sieht also: Der Edelstahl-Abstandhalter Chromatech bietet sich als ideale Lösung an, ein „warm edge“-Isolierglas mit guten wärmetechnischen Eigenschaften ohne Qualitätsrisiko herzustellen. □

Literatur

- [1] Langner, A.: Thermisch optimierte Rahmen bieten mehr, Glaswelt 1996/1, S. 10/12
- [2] Frank, Th.: Thermische Verbesserung des Glasrandverbundes, 8. Status-Seminar „Energieforschung im Hochbau“, Sept. 1994

Verwendete Symbole

k_F	= k-Wert des Fensters	[W/(m ² K)]
k_{Glas}	= k-Wert der Verglasung	[W/(m ² K)]
k_{lin}	= linearer k-Wert	[W/(mK)]
k_{Rahmen}	= k-Wert des Rahmens	[W/(m ² K)]
A	= Fläche	[m ²]
L	= Umfangslänge Glas	[m]
λ	= Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]
θ_a	= Luft-Außentemperatur	[°C]
θ_i	= Luft-Innentemperatur	[°C]
θ_{oi}	= Oberflächentemperatur, innen	[°C]
ϕ_t	= Temperaturfaktor	[]

T.2 bestätigen allen Isolierglasherstellern die Qualität ihrer Systeme.

Einfache Tests erlauben die Überwachung der wichtigen Einflußgrößen in der Produktion. Wichtig für die Lebensdauer ist z. B., wie weit das Trockenmittel mit Feuchtigkeit vorbeladen ist, was beim Einsatz von Ab-

sche Stabilität des Randverbundes, das Befestigen von Sprossenfeldern durch Klammern usw.

Umsetzbare Herstellkosten

Um „warm edge“-Isolierglasscheiben mit dem Chromatech-Abstandhalter zu fertigen sind keine großen Investitionen erforderlich.

Das Biegen des Chromatech-Abstandhalters zu Rahmen ist auf automatischen Biegemaschinen möglich. Gerade beim automatischen Biegen zu Rahmen ist der Chromatech-Abstand-