

## ***Kompass 'Warme Kante' für Fenster***

# Kompass 'Warme Kante' für Fenster

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.0 Einleitung</b> . . . . .	2
<b>2.0 Was ist 'Warme Kante'?</b> . . . . .	2
<b>3.0 Datenblätter 'Psi-Werte Fenster'</b> . . . . .	6
3.1 Datenblätter-Überarbeitung April 2013 . . . . .	6
3.2 $U_w$ -Werte für Fenster . . . . .	7
3.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte . . . . .	8
3.4 Anwendung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ . . . . .	9
<b>4.0 Der Arbeitskreis 'Warme Kante'</b> . . . . .	10
4.1 Die Mitglieder . . . . .	10
4.2 Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit . . . . .	11
4.3 Ausblick . . . . .	11
<b>5.0 Literatur</b> . . . . .	12

## 1.0 Einleitung

Dieser Kompass 'Warme Kante' resultiert aus der Tätigkeit des BF-Arbeitskreises 'Warme Kante'. Zusammen mit der Erstauflage von Datenblättern mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster erschien er erstmals im Jahr 2008.

Im Frühjahr 2013 wurde ein weiteres vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) gefördertes Forschungsvorhaben des Arbeitskreises 'Warme Kante', durchgeführt am ift Rosenheim und an der Hochschule Rosenheim, erfolgreich abgeschlossen. Als Resultat ergab sich eine neue messtechnische Grundlage für die BF-Datenblätter 'Psi-Werte Fenster'. Dies machte die grundlegende Neugestaltung des Kompasses erforderlich.

Neben der Vermittlung von Grundlagen zur warmen Kante und einer Vorstellung der bisherigen Ergebnisse aus dem Arbeitskreis soll der Kompass insbesondere als Leitfaden für die korrekte Nutzung der BF-Datenblätter 'Psi-Werte Fenster' dienen.

## 2.0 Was ist 'Warme Kante'?

Isolierglas besteht aus zwei oder mehr Glasscheiben. Der Abstand der Scheiben wird durch ein am Scheibenrand umlaufendes Abstandhalterprofil vorgegeben. So entsteht der Scheibenzwischenraum, auf dem die grundlegende Dämmwirkung von Isolierglas beruht.

Zusammen mit einer Primärdichtung aus Butyl und einem Sekundärdichtstoff auf Polysulfid-, Polyurethan- bzw. Silikonbasis oder Hotmelt bildet der trockenmittelbefüllte Abstandhalter den seit vielen Jahren bewährten zweistufigen Isolierglas-Randverbund (Abb. 1 und 2).

Seit Einführung des heute als Standard geltenden organischen Randverbundes für Isolierglas im Jahr 1959 wurden Hohlprofile aus Stahl und in späteren Jahren aus Aluminium als Abstandhalter verwendet. Nachteil dieser Materialien ist ihre hohe Wärmeleitfähigkeit. In einen Isolierglas-Randverbund eingebaut, bildet das Aluminiumprofil eine sehr gut wärmeleitende Verbindung zwischen Innen- und Außenscheibe. Dadurch entstehen in Fenstern lineare Wärmebrücken von erheblichem Ausmaß.

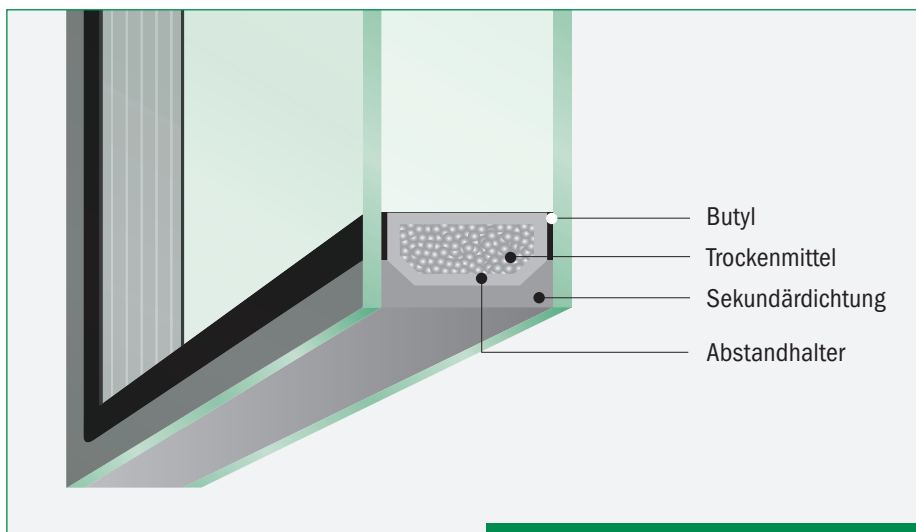


Abb. 1: Schematischer Aufbau von Zweifach-Isolierglas

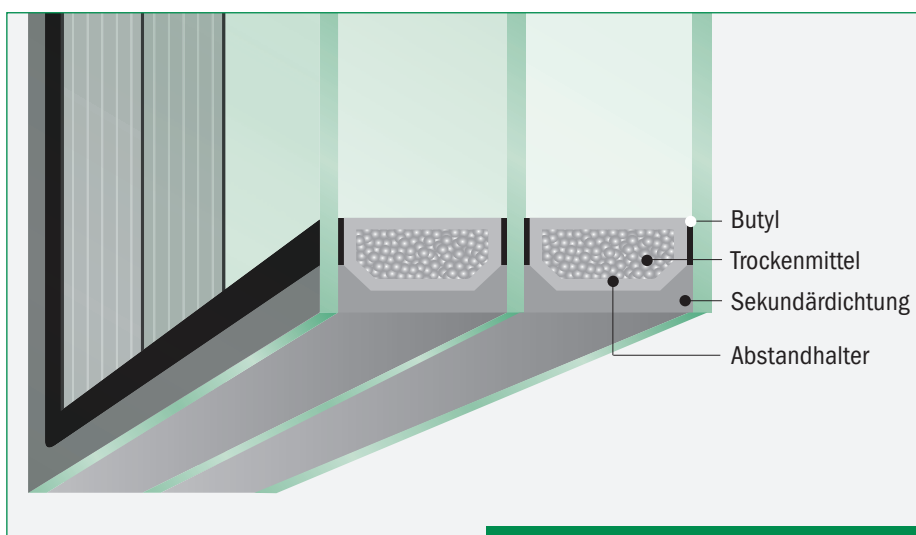


Abb. 2: Schematischer Aufbau von Dreifach-Isolierglas

# Kompass 'Warme Kante' für Fenster

**Durch konventionelle Isolierglas-Abstandhalter aus Aluminium oder Stahl entstehen in Fenstern und Fassaden unerwünschte Wärmebrücken.**

In beheizten Gebäuden sind Wärmebrücken für den Verlust wertvoller Heizenergie verantwortlich. Durch den Wärmestrom über die Wärmebrücke nach draußen sinkt die raumseitige Oberflächentemperatur, was das Risiko von Tauwasser- und Schimmelbildung erhöht (Abb. 3 und 4). Im Umkehrfall, bei klimatisierten Gebäuden, führen konventionelle Isolierglas-Abstandhalter zu mehr Energieverbrauch für die Kühlung.

Mit Funktionsbeschichtungen und Edelgasfüllungen im Scheibenzwischenraum haben moderne Mehrscheiben-Wärmedämmgläser inzwischen eine wärmetechnische Leistungsfähigkeit erreicht, die transparente, lichtdurchflutete Gebäude von hoher Energieeffizienz möglich macht. Wärmebrücken sind in solchen Gebäuden aus Gründen des Klimaschutzes und der Wirtschaftlichkeit absolut unerwünschte Störstellen.

**'Warme Kante' ist die Kurzbezeichnung für wärmetechnisch verbesserten Isolierglas-Randverbund**

Bereits in den neunziger Jahren kamen erste wärmetechnisch verbesserte Abstandhaltersysteme auf den Markt. Durch Einsatz von Materialien mit deutlich geringerer Wärmeleitfähigkeit als Aluminium können die Wärmeverluste im Randbereich einer Isolierglasscheibe mehr als halbiert werden. Das spart wertvolle Heizenergie, minimiert das Tauwasserrisiko und verbessert die U-Werte von Fenstern und Fassaden. Diese wärmetechnische Verbesserung des Isolierglas-Randverbunds nennt man 'Warme Kante'.



Abb. 3: Durch den Aluminium-Abstandhalter im Isolierglas kann am Rand der Glasscheibe leicht Tauwasser entstehen.



Abb. 4: Längerfristig droht dadurch Schimmelbildung, was nicht nur aus hygienischen Gründen inakzeptabel ist.

Edelstahl hat eine mehr als zehnmals geringere Wärmeleitfähigkeit als Aluminium. Da Edelstahl-Abstandhalter außerdem mit viel geringeren Wandstärken auskommen, sind sie wärmetechnisch deutlich besser als Profile aus Aluminium oder Stahl. Werden darüber hinaus Profilbereiche durch Kunststoff ersetzt oder dient der Edelstahl in extrem dünner Ausführung nur noch als reine Diffusionssperre, lassen sich die Werte weiter optimieren. Andere Systeme gehen fertigungstechnisch neue Wege und verzichten völlig auf Metall.

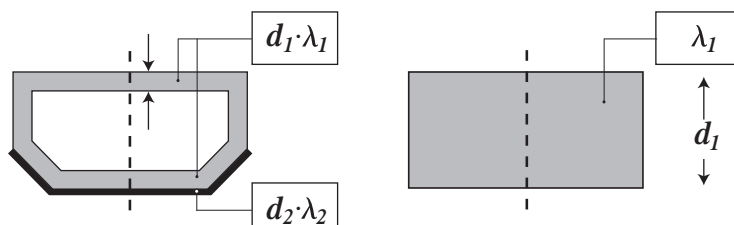
Dem Markt steht inzwischen eine Vielzahl von langjährig in der Praxis bewährten Wärme-Kante-Systemen zur Verfügung.

**‘Warme Kante’ bedeutet mehr Energieeffizienz für Fenster und Fassaden**

Kaum eine Wärmebrücke lässt sich so einfach beseitigen wie diejenige, die vom Aluminium-Abstandhalter im Übergangsbereich von Glas zu Rahmen verursacht wird. Für eine vergleichbare Verbesserung des  $U_w$ -Wertes eines Fensters muss an anderer Stelle – z. B. im Rahmenbereich – erheblich mehr Aufwand betrieben werden. Zur Abgrenzung der warmen Kante von konventionellen Abstandhaltern findet sich eine ebenso einfache wie eindeutige Definition in den relevanten Normen (Abb. 5): Für Fenster im Anhang E der DIN EN ISO 10077-1 [1] und für Vorhangfassaden gleichlautend im Anhang B der Norm DIN EN ISO 12631 [3].

Material	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(m·K)	Material	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(m·K)
Aluminium	160	Polysulfid	0,4
Stahl	50	Molekularsieb	0,1
Nichtrostender Stahl	17	Polycarbonat	0,2
Glas	1	PVC	0,17

Tabelle 1: Beispiele für die Wärmeleitfähigkeit von Materialien nach DIN EN ISO 10077-2 Anhang A [2]. Da es „drauf ankommt, was man daraus macht“, lässt sich aus diesen reinen Materialkennwerten alleine keine Aussage zur wärmetechnischen Leistungsfähigkeit eines Bauteils ableiten.



$$\Sigma(d \cdot \lambda) = 2(d_1 \cdot \lambda_1) + d_2 \cdot \lambda_2$$

$$\Sigma(d \cdot \lambda) = d_1 \cdot \lambda_1$$

Abb. 5: Ein Abstandhalter ist dann wärmetechnisch verbessert, wenn er das Kriterium  $\Sigma(d \cdot \lambda) \leq 0,007$  erfüllt. Die Abbildung zeigt, wie dieses Merkmal bei Abstandhaltern bestimmt wird.

# Kompass 'Warme Kante' für Fenster

## 3.0 Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘



### 3.1 Datenblätter-Überarbeitung April 2013

Im April 2013 wurden die Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ grundlegend überarbeitet. Die repräsentativen Psi-Werte für Fenster basieren jetzt auf einer messtechnischen Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter.

Pro Wärme-Kante-System gibt es ein Datenblatt. Die aktuellen Datenblätter können auf der Homepage des BF kostenlos heruntergeladen werden. Nur dort freigeschaltete Datenblätter haben zum jeweiligen Zeitpunkt Gültigkeit.

**Download-Adresse für die aktuell gültigen BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘:**  
[www.bundesverband-flachglas.de/shop/kostenfreie-downloads/bf-datenblaetter/datenblaetter.html](http://www.bundesverband-flachglas.de/shop/kostenfreie-downloads/bf-datenblaetter/datenblaetter.html)

Die Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ sind nur für Fenster anwendbar. Für Fassaden gibt es kein vergleichbares Hilfsmittel, sie müssen nach DIN EN ISO 12631 [3] behandelt werden.

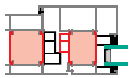
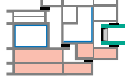





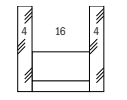
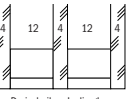
April 2013 – Nr.X – Änderungsindex X      ARBEITSKREIS 'WARME KANTE'

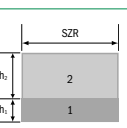
## Datenblatt Psi-Werte Fenster

auf Basis messtechnischer Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter

Querschnitt	Produktname	Abstandhalter Bauhöhe in mm	Material	Dicke d in mm
		X	Edelstahl	X

Repräsentative Rahmenprofile	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
				

Repräsentativer Psi-Wert Zweischelliges Wärmehalter W/m <sup>2</sup> K	 Zweischelliges Isolierglas U <sub>g</sub> =1.1 W/m <sup>2</sup> K	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX
Repräsentativer Psi-Wert Dreischelliges Wärmehalter W/m <sup>2</sup> K	 Dreischelliges Isolierglas U <sub>g</sub> =0.7 W/m <sup>2</sup> K	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX

Two Box Modell Kennwerte		Scheibenzwischenraum (SZR) in mm	$\lambda_{eq,2B}$ in W/mK	
		Für alle SZR verwendbar	Box 1 · h <sub>1</sub> = X mm	Box 2 · h <sub>2</sub> = X mm
			0,XX	0,XX

Erläuterungen

Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit wurde nach der ift-Richtlinie WA-17/1 "Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung" ermittelt. Die damit berechneten repräsentativen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten (repräsentative Psi-Werte) gelten für typische Rahmenprofile und Verglasungen für die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U<sub>w</sub> von Fenstern. Sie wurden unter den in der ift-Richtlinie WA-08/2 „Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Psi-Wertes für Fenster-Rahmenprofile“ festgelegten Rahmenbedingungen (Rahmenprofile, Verglasung, Glaseinstand, Rückenüberdeckung, Primär- und Sekundärdichtstoff) ermittelt. Diese Richtlinie regelt auch den Gültigkeitsbereich und die Anwendung der repräsentativen Psi-Werte. Zur Vermeidung von Rundungsfehlern wurden die Psi-Werte im Datenblatt auf 0,001 W/m<sup>2</sup>K angegeben. Das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Psi-Werte hat eine Genauigkeit von ± 0,003 W/m<sup>2</sup>K. Unterschiede von weniger als 0,005 W/m<sup>2</sup>K sind nicht signifikant. Weitere Informationen sind dem Merkblatt 004/2008 "Kompass 'Warme Kante' für Fenster" des Bundesverband Flachglas zu entnehmen.



Ermittlung der Kennwerte durch:  



Abb. 6: Layout der Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

### 3.2 U<sub>w</sub>-Werte für Fenster

Gemäß DIN EN ISO 10077-1 setzt sich der Wärmedurchgangskoeffizient U<sub>w</sub> eines Fensters aus den flächenbezogenen Einzelwerten der Verglasung U<sub>g</sub> und des Rahmens U<sub>f</sub> sowie dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ<sub>g</sub> für den Übergangsbereich von Rahmen und Glas zusammen (Abb. 7). Der Wärmedurchgangskoeffizient U<sub>g</sub> des Glases bezieht sich auf die ungestörte Mitte des Glases und der U<sub>f</sub>-Wert des Rahmens auf den Rahmen ohne Verglasung [1].

Wo Glas und Rahmen aneinander grenzen, ergibt sich eine geometrische und materialbedingte Wärmebrücke. Der Ψ<sub>g</sub>-Wert beschreibt die zusätzlichen Wärmeverluste in diesem Bereich. Sie werden hauptsächlich durch die Wärmeleitung über den Isolierglas-Randverbund verursacht.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f}$$

Abb. 7: Formel zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U<sub>w</sub> von Fenstern [1]

**Die repräsentativen Psi-Werte erleichtern die Ermittlung des U<sub>w</sub>-wertes von Fenstern.**

	Einheit	Bezeichnung	Herkunft
U <sub>g</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung	(1) berechnet nach EN 673
U <sub>f</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens	(1) berechnet nach DIN EN ISO 10077-2 oder (2) aus Anhang D der DIN EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) gemessen nach DIN EN 12412-2
Ψ <sub>g</sub>	W/(m·K)	Linearer Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmen-Glas-Übergangsbereichs	(1) berechnet nach DIN EN ISO 10077-2 oder (2) aus den Tabellen im Anhang E der DIN EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) repräsentative Ψ-Werte thermisch verbesserter Abstandhalter gemäß [4] Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

Tabelle 2: Wege zur Bestimmung der Eingangsdaten für den U<sub>w</sub>-Wert von Fenstern

Es gibt mehrere Wege, um zu den Eingangsdaten für die U<sub>w</sub>-Wert-Berechnung zu gelangen (Tabelle 2). Im Rahmen ihres Anwendungsbereichs bieten die Psi-Datenblätter eine vergleichsweise einfache und pragmatische Lösung für die Ψ<sub>g</sub>-Werte. Sie sind präziser und auf jeden Fall vorteilhafter als die pauschalierten Werte aus dem Anhang E der DIN EN ISO 10077-1. Bei den Tabellenwerten aus der Norm wird nicht zwischen Warme-Kante-Systemen unterschiedlicher Leistungsfähigkeit differenziert, entsprechend ungünstig fallen sie aus [1].

Alternativ kann das ganze Fenster nach DIN EN ISO 12567-1 mit dem Heizkastenverfahren gemessen werden.

Die Norm DIN EN ISO 10077-2 lässt in ihrem Anhang C ausdrücklich zu, dass repräsentative Ψ-Werte thermisch verbesserter Abstandhalter auf der Grundlage repräsentativer Profilabschnitte sowie repräsentativer Glaseinheiten festgelegt werden können [2]. Das Verfahren hierfür wird in den ift-Richtlinien WA-08/2 und WA-17/1 beschrieben [4, 5]. In der Richtlinie WA-08/2 ist darüber hinaus die Verwendung der repräsentativen Ψ-Werte bei der Ermittlung von U<sub>w</sub>-Werten geregelt.

# Kompass 'Warme Kante' für Fenster

## 3.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte

Gemäß ift-Richtlinie WA-08/2 müssen Fensterhersteller bei der Herstellerdeklaration des  $U_w$ -Wertes ihrer Fenster für die Verwendung der BF-Datenblätter 'Psi-Werte Fenster' folgende Vorgaben beachten [4]:

- Der tatsächliche Glaseinstand muss mindestens 13 mm betragen.
- Der  $U_f$ -Wert des Rahmenprofils ist bei Holz-, Holz/Alu- oder Kunststoff-Rahmen größer oder gleich  $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und bei Metallfenstern größer oder gleich  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Bei außen freiliegendem Glasrand dürfen die repräsentativen  $\Psi$ -Werte nicht verwendet werden.

Sind die Glasscheiben dicker als 4 mm, müssen die repräsentativen  $\Psi$ -Werte mit folgenden Zuschlägen erhöht werden:

- Pro mm größerer Glasdicke der Außenscheibe um  $0,001 \text{ W}/(\text{mK})$
- Pro mm größerer Glasdicke der Innenscheibe um  $0,002 \text{ W}/(\text{mK})$

Die Glasdicke der mittleren Scheibe bei Dreifach-Aufbauten ist nicht relevant. Für Fenster, die obige Vorgaben nicht erfüllen, muss der individuelle  $\Psi$ -Wert für jede Glas-Rahmen-Kombination detailliert gemäß DIN EN ISO 10077-2 berechnet werden [2]. Alternativ ist die Verwendung der vergleichsweise unvoreilhaftesten Tabellenwerte aus DIN EN ISO 10077-1 möglich [1].

Auf den Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' wird für das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der  $\Psi$ -Werte eine Genauigkeit von  $\pm 0,003 \text{ W}/(\text{mK})$  angegeben. Diese Toleranzangabe soll darauf hinweisen, dass die dritte Nachkommastelle der  $\Psi$ -Werte nicht überbewertet werden darf.

Die auf den Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' angegebenen Toleranzen dürfen keinesfalls vor der Verwendung von den repräsentativen Psi-Werten abgezogen werden





### 3.4 Anwendung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$

Im unteren Bereich der Datenblätter sind jeweils sogenannte Two-Box-Modell-Kennwerte angegeben.

Beim Two-Box-Modell wird das detaillierte Abstandhaltermodell mit seiner individueller Geometrie und den verschiedenen Materialien durch ein Rechteck (Box) mit der Breite des Scheibenzwischenraums (SZR) und derselben Höhe wie das detaillierte Abstandhaltermodell ( $h_2$ ) ersetzt. Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq,2B}$  dieses Rechtecks muss zum gleichen Wärmestrom führen wie eine Berechnung des detailliert modellierten Abstandhalters (Abb. 8). Die Methodik des Two-Box-Modells ist in der ift-Richtlinie WA-08/2 ausführlich dargestellt [4].

**Durch die vereinfachte Modellierung ist das Two-Box-Modell eine enorme Erleichterung für Vielrechner.**

Ist die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq,2B}$  einmal ermittelt, können für indi-

viduelle Fensterberechnungen nach DIN EN ISO 10077-2 [2] zur Modellierung des Isolierglas-Randverbunds einfach zwei Rechtecke verwendet werden: Für den Sekundärdichtstoff Box 1 und für den Abstandhalter inklusive Trockenmittel und Butyl die Box 2. Wichtig ist dabei, dass die Bauhöhen der Rechtecke den tatsächlichen Bauhöhen von Dichtstoff und Abstandhalter entsprechen. Der geringfügige Einfluss der SZR-Breite auf die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq,2B}$  eines Abstandhaltersystems kann dabei vernachlässigt werden.

Die Bauhöhe  $h_2$  des jeweiligen Warme-Kante-Systems ist zusammen mit der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit auf den Psi-Datenblättern aufgeführt.

Ursprünglich wurde die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq,2B}$  eines Abstandhalters über die Forderung nach gleichem Wärmestrom aus der detaillierten Berechnung abgeleitet. Im Gegensatz dazu wurden die  $\lambda_{eq,2B}$ -Werte auf den Psi-Datenblättern jetzt messtechnisch ermittelt.

Dabei wurden trockenmittelbefüllte, butylierte Abstandhalterprofile dicht gepackt zwischen zwei Glasscheiben in der Plattenapparatur gemessen.

Eine detaillierte Erläuterung des Messverfahrens findet sich in der ift-Richtlinie WA 17/1 [5]. Es wurde im Rahmen des vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) geförderten Forschungsvorhabens ‚Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern‘ in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis ‚Warme Kante‘ durch das ift Rosenheim und die Hochschule Rosenheim entwickelt.

Der ausführliche Forschungsbericht sowie eine Kurzversion stehen auf der Homepage des ift Rosenheim zum kostenlosen Download zur Verfügung ([www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de) > Geschäftsfelder > Forschung) [6, 7].

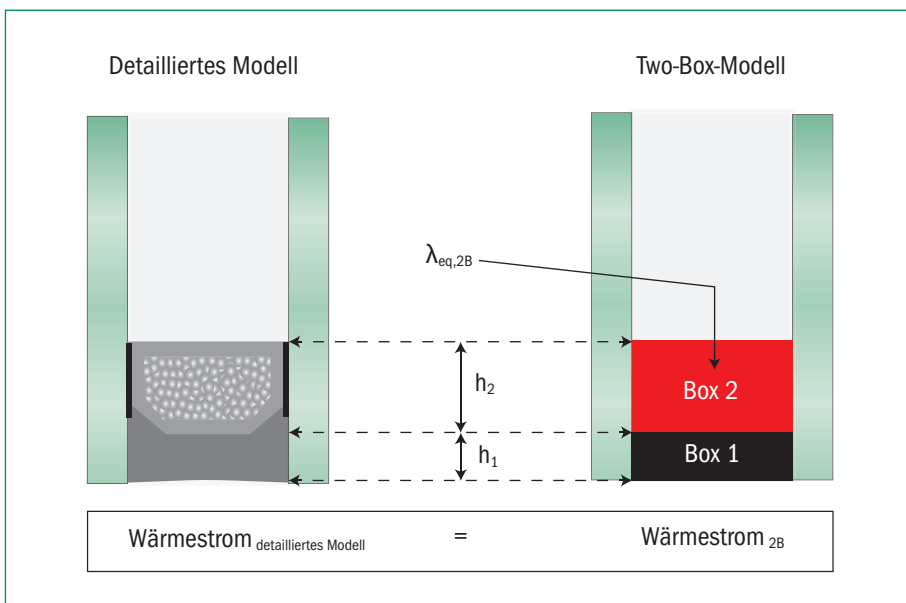


Abb. 8: Schematische Darstellung des Two-Box-Modells

# Kompass 'Warme Kante' für Fenster

## 4.0 Der Arbeitskreis 'Warme Kante'

### 4.1 Die Mitglieder

Der Arbeitskreis 'Warme Kante' ist ein Unterausschuss des Technischen Ausschusses beim Bundesverband Flachglas. Die Teilnehmer des Arbeitskreises sind Mitglieder und Fördermitglieder des BF. Wissenschaftlich begleitet wird der Arbeitskreis durch Prof. Dr. Franz Feldmeier, Hochschule Rosenheim und Herrn Norbert Sack, ift Rosenheim.

Im Arbeitskreis sind alle führenden Hersteller von Warme-Kante-Systemen für Isolierglas sowie die Glasindustrie vertreten:

	Allmetal GmbH Abstandhalter für Isolierglas, Wiedemar, D
	Ensinger GmbH Niederlassung Ravensburg, Ravensburg, D
	Glas Trösch Holding AG, Bützberg, CH
	Glaswerke Arnold GmbH & Co. KG Werk II, Merkendorf, D
	Helmut Lingemann GmbH & Co., Wuppertal, D
	Ingrid Quel Beratungsbüro für warme Kante und Glas, Herrenberg, D
	Isolar Glas-Beratung GmbH, Kirchberg/Hunsrück, D
	Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, Pirmasens, D
	Nedex Chemie Deutschland GmbH, Moers, D
	Quanex Building Products Inc. Edgetech Europe GmbH, Heinsberg, D
	Rolltech A/S Abstandhalter für Isolierglas, Hjørring, DK
	Sanco Beratung Glas Trösch GmbH, Nördlingen, D
	Schollglas Holding- und Geschäftsführungs-GmbH, Barsinghausen, D
	Technoform Glass Insulation GmbH, Lohfelden, D
	Vetrotech Saint Gobain (International) AG Swisspacer Kreuzlingen, CH

Das aktuelle Mitgliederverzeichnis kann auf der Homepage des BF eingesehen werden.

#### 4.2 Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit

Der Arbeitskreis 'Warme Kante' existiert bereits seit 1998. Er kann auf eine Vielzahl von bemerkenswerten Ergebnissen zurückblicken.

Im Juli 1999 wurde der Abschlussbericht des ift Rosenheim zum ersten Forschungsvorhaben Warm Edge vorgelegt [8]. Dabei wurden erstmals Abstandhaltersysteme mit Berechnungen unter identischen Randbedingungen verglichen. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage für eigene, systembezogene Psi-Werte-Tabellen der Systemhersteller.

In einem zweiten Forschungsvorhaben für das Deutsche Institut für Bautechnik wurden 2002 bis 2003 die wichtigsten Einflüsse auf die Psi-Werte in verschiedenen Rahmenmodellen nach DIN EN ISO 10077-2 rechnerisch untersucht und mit experimentellen Ergebnissen verglichen. An diesem Projekt waren insgesamt 6 Prüfinstitute und Rechenstellen sowie 8 Industriepartner beteiligt [9].

Um die Branche und Verbraucher vor Produkten zu schützen, die eine wärmetechnische Verbesserung am Isolierglas-Randverbund nur vortäuschen, wurde im Arbeitskreis eine Definition für wärmetechnisch

verbesserten Randverbund entwickelt. Diese Definition wurde zunächst in die DIN V 4108-4:2004-07, Anhang C, aufgenommen, fand dann aber rasch Aufnahme in der Europäischen Normierung (siehe DIN EN ISO 10077-1, Anhang E sowie DIN EN ISO 12631, Anhang B [1, 3]).

Nachdem die Rahmenmodelle der ersten Forschungsprojekte nicht mehr zeitgemäß erschienen, wurden 2007 bis 2008 in einem dritten Forschungsvorhaben zunächst vier neue Rahmenmodelle entwickelt, die für ihre Klasse repräsentativ waren und deren U<sub>f</sub>-Werte den Stand der Technik darstellten. Anschließend wurden in diesen Rahmenmodellen mit Zweifach- und Dreifach-Isolierglas die repräsentativen  $\Psi$ -Werte der einzelnen Warme-Kante-Systeme berechnet und in Form der Datenblätter 'Psi-Werte Fenster' veröffentlicht. Dieses Projekt wurde der Branche mit dem BF-Symposium 'Warme Kante' am 23.4.2008 in Hanau vorgestellt.

Für die Erstellung von Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' wurden im Arbeitskreis 'Warme Kante' Regularien festgelegt, die neben dem Procedere für die Ermittlung der Werte auch die erforderlichen Systemnachweise zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit bestimmen.

#### 4.3 Ausblick

Der Arbeitskreis widmet sich weiterhin der Erarbeitung brauchbarer Methoden für die Bewertung und Berücksichtigung des wärmetechnischen Verbesserungspotentials, das die warme Kante bietet. Mit Hilfe der geschaffenen Gütekriterien für die repräsentativen Psi-Werte soll das Thema 'Warme Kante' gefördert und für dauerhaft seriöse und verlässliche Darstellung im Markt gesorgt werden. Unterstützt wird dies durch gemeinsame Pressearbeit und Marketingaktionen.

## 5.0 Literatur

- [1] DIN EN ISO 10077-1:2010  
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Allgemeines  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [2] DIN EN ISO 10077-2:2012  
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [3] DIN EN ISO 12631:2013  
Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [4] ift-Richtlinie WA-08/2  
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen  $\Psi$ -Wertes für Fensterrahmenprofile  
Rosenheim, ift Rosenheim, Juli 2013
- [5] ift-Richtlinie WA-17/1  
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 2: Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung  
Rosenheim, ift Rosenheim, Februar 2013
- [6] Kurzbericht Äquivalente Wärmeleitfähigkeit Warme Kante  
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012
- [7] Abschlussbericht Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern  
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012  
ISBN 978-3-86791-339-3 – ift Rosenheim
- [8] Forschungsvorhaben Warm Edge, ift Rosenheim, Abschlussbericht Juli 1999
- [9] Psi-Wert Fenster, Forschungsvorhaben Qualitätskriterien für die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\Psi_g$  (Psi-Wert) des Übergangs Rahmen-Glasrand-Glas und Vergleich mit experimentellen Daten  
Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, April 2003  
Fraunhofer IRB Verlag, 2003, ISBN 3-8167-6526-2

**Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von:** Arbeitskreis 'Warme Kante' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

**Unter Mitwirkung von:** Fachhochschule Rosenheim · ift Rosenheim

Redaktionelle Inhalte erstellt durch: Ingrid Quel Beratungsbüro für warme Kante und Glas · [www.warmedgeconsultant.com](http://www.warmedgeconsultant.com)

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.  
Mülheimer Straße 1  
53840 Troisdorf