

Produktkennwerte und Grenzbereiche:

Neues von der U_g -Wert-Front

Dr.-Ing. Nikolaus Janke

Im März dieses Jahres ist in der Bauregelliste, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik, die Berechnung und Messung des U-Wertes von Verglasungen von DIN auf EN umgestellt worden. Die Konsequenz ist, daß der U_g -Wert bei den meisten Isoliergläsern um $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ höher ist als der bislang verwendete U_V -Wert nach DIN. Dies drückt sich in der Übergangsregelung $U_V(\text{BAZ}) = U_g$ aus, mit der die bisherigen Prüfberichte weiter verwendet werden können.

Der U_g -Wert ist in der Bauregelliste eingetragen und muß daher auch als Produktkennwert angegeben werden. Ausschreibungen oder Angebote, die sich auf U_V nach DIN stützen, oder auch den Rechenwert oder Bundesanzeigerwert, entsprechen nicht mehr dem geltenden Baurecht.

Warum von U_V auf U_g ?

Die bisher geltende Ausgabe der Bauregelliste 2002/1 forderte für Mehrscheiben-Isolierglas den Wärmedurchgangskoeffizienten U_V . Dieser konnte

- nach DIN 52619 gemessen oder
- nach EN 673 berechnet werden.

An dieser Stelle beginnt das Verwirrspiel: die EN 673 galt auch bislang schon zur Berechnung des U_V -Wertes! Allerdings mußte die EN 673 laut Bauregelliste in Deutschland nur mit einer kleinen, aber entscheidenden Änderung angewendet werden: der Temperaturdifferenz von 10 K statt 15 K, wie es die EN eigentlich vorschreibt.

Bild 1 verdeutlicht den Sachverhalt. Um einen Wärmedurchgangskoeffizienten zu messen, muß ein Wärmestrom in Gang gesetzt werden und dieser wiederum erfordert einen Temperaturunterschied auf beiden Seiten der Verglasung (also zwischen

„innen“ und „außen“). Die DIN 52 619 legt für die Messung des U-Wertes einen Temperaturgradienten von 10 K (= 10 °C) fest. Der in dieser Messung ermittelte Wert wurde nach Bauregelliste früher mit k_V und seit 2001 mit U_V bezeichnet.

Als Rechenorm wurde in der Bauregelliste die EN 673 eingeführt, allerdings mußte – um eine Gleichheit zwischen Messung und Rechnung herzustellen – der Temperaturgradient von 15 K (so fordert ihn die EN) auf 10 K korrigiert werden. Also: der U-Wert einer Verglasung, gemessen nach DIN 52 619 ist gleichwertig zu dem nach EN 673 bei der Temperaturdifferenz 10 K berechneten Wert.

Mit der Umstellung der Bauregelliste auf U_g erfolgt die Messung des U-Wertes nicht mehr nach DIN 52 619, sondern nach EN 674 (und somit erfolgt die Messung bei einem Temperaturunterschied von 15 K). Als Rechenorm für U_g bleibt die EN 673, allerdings ohne die bislang in der Bauregelliste verankerte Änderung der Temperaturdifferenz. Somit wird jetzt die EN 673 ohne Änderungen verwendet.

Folge der Fragestellung „10 K oder 15 K?“, die als technisches Detail für die Branche eigentlich unerheblich sein könnte, ist die Tatsache, daß der bei 15 K gemessene U_g -

Wert meist um $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ höher ist, als der bei 10 K bestimmte U_V -Wert.

Zertifiziertes Basisglas

In diesem Zusammenhang wird eine weitere Änderung relevant. Den Climalit-Partnern ist diese bereits bekannt. Sie lautet: beschichtetes Glas wird fremdüberwacht. Was steht dahinter? Im Rahmen der Fremdüberwachung von Isolierglas müssen nach Bauregelliste u. a. die Emissivität ϵ_n und der g-Wert nachgewiesen werden. Beide Werte kann der Isolierglas-Hersteller jedoch nicht beeinflussen – er wird aber vom Fremdüberwacher angemahnt, wenn Abweichungen festgestellt werden.

Saint-Gobain Glass hat hier zu einem frühen Zeitpunkt die Initiative ergriffen und gemeinsam mit dem Institut für Fenstertechnik den Rahmen für das Zertifizierungsprogramm gesteckt. Das Programm sieht eine aufwendige Erstprüfung vor, bei der die Produktionsstätte, die Qualitätssicherung, die Dokumentation sowie das Produkt selbst in laufender Produktion unter der Lupe des zukünftigen Fremdüberwachers stehen. In Regelprüfungen, zwei mal pro Jahr, wird die laufende Produktion überwacht – für jedes beschichtete Produkt.

Die Fremdüberwachung des beschichteten Basisglases bietet den klaren Vorteil, daß die Emissivität und der g-Wert dort überwacht werden, wo sie auch beeinflusst werden können: an der Beschichtungsanlage. Die im Zertifizierungsvertrag festgelegte Erst- und Regelprüfung sowie die Anforderungen an kontinuierliche werkseigene Qualitätssicherung und deren Dokumentation gewähren eine hohe Produktsicherheit. Für den Isolierglas-Hersteller ergibt sich mit den Zertifikaten der Vorteil, bei der Fremdüberwachung des Isolierglases die Emissivität der Schicht und den g-Wert nicht mehr messen lassen zu müssen.

Das Zertifizierungsprogramm selbst ist zwischen den vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassenen Prüfstellen abgesprochen. Die Zertifikate für beschichtetes Basisglas werden somit von allen Instituten anerkannt, die Isolierglas fremdüberwachen.

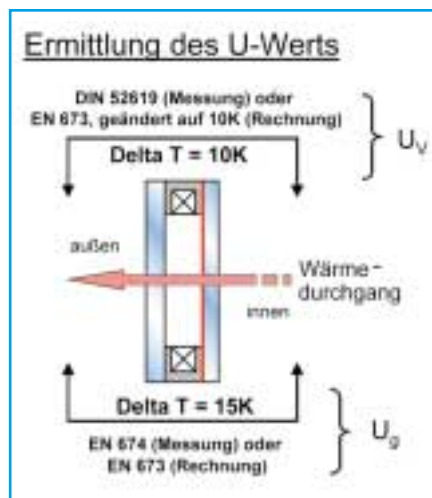


Bild 1: Bestimmung des U-Wertes nach DIN und EN – der Unterschied liegt in dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen



Grenzfall: Ist mit der Emissivität 4 % ein $U_g = 1,1$ möglich?

Die Emissivität 4 % des Basisglases entspricht dem Standard-Wärmeschutzglas mit heute $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Aus der Tabelle 1 ist allerdings ersichtlich, daß bei hohen Gasfüllgraden bei den Scheibenzwischenräumen 15 und 16 mm formal noch ein $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit Argon-Füllung erreichbar ist. Wie sind diese Aufbauten zu bewerten?

Konkret weist beispielsweise der Aufbau Float 4 mm/15 mm Ar, > 92 %/Low-E 4 mm mit einer Wärmeschutzschicht der Emissivität 4 % einen $U_g = 1,1$ auf. Betrachtet man das Zwischenergebnis der Berechnung – also vor der Rundung – so bekommt man $U_g = 1,149 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nach mathematischer Rundung wäre dem Aufbau 4/92 %Ar/4 der Wert $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ zuzuordnen – allerdings weichen die Rundungsregeln für U-Werte von der reinen Mathematik ab. Die Norm EN 673 legt fest, daß die dritte Nachkommastelle abgeschnitten wird und dann erst wird gerundet. Somit wird aus 1,149 ein 1,14 und daraus nach Rundung ein $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ganz „Pfiffige“ mögen hier eine Chance wittern, aber bringt der Aufbau auch das, was er verspricht?

Wie verlässlich ist jedoch der Wert? Schon bei 91 % Argon oder auch einem SZR von 16 mm liegt der U_g bei $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Aber selbst wenn beide Parameter eingehalten werden (dies liegt noch in der Hand des Isolierglasproduzenten), wird der 1,1er Wert ausschließlich bei einer Emissivität von 4,0 % erreicht. Geht man mit 4,1 % in die Rechnung, so ist U_g bereits 1,2. Da ein Basisglaslieferant die Emissivität von 4,0 % sicher nicht gewährleisten kann, kann somit auch ein Isolierglasverarbeiter den $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ real nicht produzieren.

Somit ist ein U_g -Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit einer Wärmeschutzschicht von 4 % rechnerisch korrekt, in der Produktion allerdings eine Fiktion.

Die Bauregelliste gestattet ausdrücklich, den U-Wert nicht nur nach EN 673 zu rechnen, sondern auch an einer Isolierglasscheibe eine Messung nach EN 674 durchzuführen. Beide Methoden gelten als gleichwertig [1].

Da bei einer Messung einer produzierten Isolierglasscheibe mit oben beschriebenen Aufbau schon alleine wegen der Emissivität des Basisglases kein anderes Ergebnis als $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ erwartet werden kann, sollte man Glasaufbauten in diesem Grenzbereich nicht anbieten. Zum einen wird es Schwierigkeiten in der Fremdüberwachung geben, zum anderen – und erheblich gravierender – können die Folgen der Produkthaftung sein – denn die zugesicherte Eigenschaft (U-Wert) wird in der Produktion nicht erreicht.

Saint-Gobain Glass hat die Zertifizierung seiner Beschichtungswerke in Köln-Porz und Torgau abgeschlossen und bietet neun beschichtete Gläser aus den Produktfamilien „SGG Planitherm“ und „SGG Cool-Lite“ mit Zertifikat an.

Zertifikat – nicht verwechseln mit Werkzeugeugnissen

Werkzeugeugnisse nach DIN EN 10 204 können vom Hersteller ausgestellt werden, um bestimmte Werte, z. B. die Emissivität der Schicht oder auch den g-Wert zu bescheinigen. Diese Daten dienen dem fremdüberwachenden Institut bei der Überwachung des Isolierglases, um sich über den jeweiligen Soll-Wert der Beschichtung zu informieren. In einem Werkzeugeugnis legt der Hersteller somit in eigener Verantwortung und ohne Prüfschein die Meßplatte fest, mit der der Fremdüberwacher den aktuell in der Überwachung gemessenen Ist-Wert vergleicht. Ein Werkzeugeugnis nach DIN EN 10 204 kann in der Fremdüberwachung des Iso-

lierglases nicht als Nachweis für die Emissivität und den g-Wert anerkannt werden. Folglich müssen bei Vorlage eines Werkzeugeugnisses beide Werte wie bisher gemessen werden. Nur ein Zertifikat, welches das Siegel eines Überwachungsinstituts trägt, wird in der Fremdüberwachung des Isolierglases anerkannt (Bild 2).

Baurechtliche Relevanz der Basisglas-Zertifizierung

Die Zertifikate enthalten als Anlage eine Typenliste, die die wichtigsten Kennwerte der überwachten Beschichtungen auflistet. Mit diesen Daten stehen grundsätzlich alle licht- und wärmetechnischen Kennwerte der Isolierglasaufbauten fest – diese lassen sich mit nach EN 410 und EN 673 berechnen.

Die in der Typenliste angegebenen Kennwerte der Wärme- und Sonnenschutzschichten werden baurechtlich anerkannt und können für die Energiebedarfsberechnung nach der EnEV verwendet werden. Die EnEV fordert jedoch bekanntlich den

U_g -Wert. Wie kann die Lücke zwischen der im Zertifikat angegebenen Emissivität und dem Wärmedurchgangskoeffizienten U_g geschlossen werden?

Die U-Wert-Tabellen

Der U_g -Wert eines Isolierglases hängt bekanntlich von folgenden Parametern ab:

- Emissivität ϵ_n der Wärme- oder Sonnenschutzschicht
- Scheibenzwischenraum
- Gasart und
- Gasfüllgrad

Wenn alle vier Parameter festgelegt sind, kann daraus der U-Wert nach EN 673 berechnet werden. Zur Vereinfachung können für ein bestimmtes Basisglas mit festgelegter Emissivität die Ergebnisse tabellarisch dargestellt werden – eine Berechnung kann in Zukunft bei Standardaufbauten entfallen. Das ift Rosenheim hat systematisch U-Wert-Tabellen erstellt, die über den Bundesverband Flachglas veröffentlicht werden.

Saint-Gobain Glass hat die Arbeit des ift erweitert und bietet in der Brochüre „ U_g -Wertetabellen nach DIN EN 673“ den U_g für Glasaufbauten bis 32 mm SZR, mit Krypton-Füllung und auch für Dreifach-Isoliergläser.

Ein Beispiel verdeutlicht den Umgang mit den neuen Tabellen (Tabelle 1). Für die Emissivität 2 % ($\epsilon_n = 0,02$) – dies entspricht „SGG Climaplus Ultra“ – ist der U_g -Wert nach EN 673 für die Scheibenzwischenräume vom 8 mm bis 32 mm angegeben,



Bild 2: Die Zertifikate für die Wärme- und Sonnenschutzgläser von Saint-Gobain sind baurechtlich anerkannt



Gibt es im 2fach-Isolierglas noch ein $U_g = 0,9$?

Die Einführung von „SGG Planitherm Ultra“ (Emissivität 2 %) hat seit November 2001 Meilensteine in der Wärmedämmung gesetzt: nach DIN werden U-Werte von 1,0 mit Argon-Füllung und 0,9 mit Krypton-Füllung erreicht. Der U-Wert von 0,9 hat sich im Zweischeibenisoliervglas als Maßstab für Wärmedämmung durchgesetzt. Wie steht es nach der Umstellung auf die europäischen Normen mit $U_g = 0,9$?

Nach DIN EN 673 ist bei Schichten mit einer Emissivität von 2 % ein $U_g = 0,9$ W/m²K mit Argon-Füllung nicht erreichbar und bei Kryptonfüllung nur bei Füllgraden nahe 100 %. Somit ist $U_g = 0,9$ ein Rechenexempel und im Zweischeibenisoliervglas ist der niedrigste U_g -Wert 1,0. Auch der Bonus für die „warme Kante“ nach DIN V 4108-4 kann hier nicht helfen – lediglich der U_{wv} -Wert darf um 0,1 W/m²K verringert werden, wenn das Isolierglas mit thermisch trennendem Abstandhalter verwendet wird.

Berechnete U-Werte in W/(m ² K) nach DIN EN 673						
$\epsilon_n = 0,02$	Isolierglasaufbau: 4(SZR)4 Wärmeschutz				6(SZR)4 Sonnenschutz	
	85% Argon	90% Argon <small>Gasfüllgrad gem. EN 1279-3</small>	95 % Argon	Luft	90% Krypton	92% Krypton
8	-	-	-	-	1,2	1,1
10	1,4	1,4	1,4	1,8	1,0	1,0
12	1,3	1,2	1,2	1,6	1,0	1,0
14	1,1	1,1	1,1	1,4	1,0	1,0
15	1,1	1,1	1,1	1,4	-	-
16	1,1	1,1	1,1	1,3	-	-
18	1,1	1,1	1,1	1,3	-	-
20	1,1	1,1	1,1	1,4	-	-
24	1,2	1,1	1,1	1,4	-	-
27	1,2	1,2	1,1	1,4	-	-
30	1,2	1,2	1,1	1,4	-	-
29	1,2	1,2	1,1	1,4	-	-
32	1,2	1,2	1,1	1,4	-	-

ϵ_n = normaler Emissionsgrad der Beschichtung nach DIN EN 673
 $dT = 15$ Kelvin
 Hinweis: Der U-Wert gilt für eine Beschichtung auf Position 2 oder Position 3 des Isolierglases

Tabelle 1: Die U-Wert-Tabelle für „SGG Climaplus Ultra“ mit einer Emissivität von $\epsilon_n = 0,02$

Der Autor:

Dr.-Ing. Nikolaus Janke studierte Werkstoffwissenschaften, Fachrichtung Glas und Keramik, in Erlangen; 1994 Diplom; 1994–1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffwissenschaften in Erlangen; Promotion zum Thema „Grenzflächenreaktionen in Funktionsschichten auf Flachglas“. Seit 1998 ist er bei Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH tätig, zunächst als Projektleiter in der Produktentwicklung, seit 2001 Leitung technisches Marketing.



jeweils bei den Füllgasen Argon und Krypton.

Als Nennfüllgrad wird 90 % zu Grunde gelegt. Nach DIN EN 1279-3 ist der bei 90 % Ar ermittelte U_g -Wert für den Gasfüllgrad zwischen 85 % und 100 % gültig. Ein Füllgrad von 100 % ist ein rein theoretischer Wert und daher in den Tabellen nicht enthalten. In der Produktion erreicht man an der Linie einen Füllgrad von 90 %, bei Sonderprodukten gegebenenfalls etwas mehr – dies erfordert jedoch weitaus größere Sorgfalt und Kontrolle bei der Produktion. Ein Füllgrad von 95 % ist jedoch bereits industriell nicht mehr produzierbar.

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, daß „SGG Climaplus Ultra“ mit einer Emissivität von 2 % ein $U_g = 1,1$ W/m²K in einem breiten Bereich aufweist: von einem SZR von 14 mm bis 20 mm und einem Füllgrad von

größer 85 % Argon. Dies verdeutlicht, daß der Kunde mit „SGG Planitherm Ultra“ ein $U_g = 1,1$ W/m²K erhält, das Schwankungen im Gasfüllgrad vollständig auffängt. „SGG Climaplus Ultra“ ist somit ein an der Linie im kontinuierlichen Durchlauf produzierbares Isolierglas mit sehr guten Werten.

Bei den meisten Isolierglasaufbauten ist der U_g -Wert gleich oder besser als der bisher verwendete U_v (Rechenwert).

Mit der Einführung von U_g und den Basisglas-Zertifikaten nimmt die Bedeutung der Emissivität zu. Allgemein gilt, daß bei einem Nennfüllgrad von 90 % im Aufbau 4/16Ar/4 folgende Werte stabil und reproduzierbar in der Produktion erreichbar sind:

- $U_g = 1,2$ W/m²K mit einer Schicht der Emissivität von 4 % oder 5 %
- $U_g = 1,1$ W/m²K mit einer Schicht der Emissivität von 2 % oder 3 %.

Literatur:

[1] N. Sack: Von k zu U – welche Veränderungen bringt die Bauregelliste für Verglasungen? Glas, Fenster und Fassade 6/2003, S. 28–29



Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH
 52066 Aachen
 Tel. (02 41) 5 16-0
 glassinfo.de@saint-gobain-glass.com
 www.saint-gobain-glass.com

U_g -Werte im Vergleich zu den bisherigen Rechenwerten			
Produkt	Aufbau	U_g	U_v
		Rechenwert	nach EN 673
SGG CLIMAPLUS N	4 / 16 Ar / 4	1,2	1,2
SGG CLIMAPLUS ULTRA	4 / 16 Ar / 4	1,1	1,1
SGG CLIMAPLUS 4S	4 / 16 Ar / 4	1,2	1,1
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE SKN 165B	6 / 16 Ar / 4	1,2	1,1
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE SKN 154	6 / 16 Ar / 4	1,1	1,1
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE SKN 172	6 / 16 Ar / 4	1,3	1,2
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE KN 168	6 / 16 Ar / 4	1,3	1,3
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE KB 159	6 / 16 Ar / 4	1,5	1,4
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE KN 156	6 / 16 Ar / 4	1,5	1,4
SGG CLIMAPLUS COOL-LITE KS 147	6 / 16 Ar / 4	1,2	1,1

Tabelle 2: Die U_g -Werte der wichtigsten „Climaplus“-Wärme- und Sonnenschutzisoliervläser bei 90 % Nennfüllgrad (grün hinterlegt: $U_g < U_v$, gelb hinterlegt $U_g = U_v$, „1“ gibt die Position der Schicht an)