

# Der U-Wert allein macht nicht glücklich

Die neuen EnEV-Vorgaben und aktuellen Förderbedingungen der staatlichen KfW haben eine weitere Etappe der fragwürdigen U-Wert-Olympiade bei Fenstern eingeläutet.

Autor/Fotos: Reiner Oberacker, technischer Berater des Fachverbands GFF Baden-Württemberg



Beschattungsanlagen schützen gewollt vor zu großem Wärmeeintrag.

Systemgeber von Fensterrahmen und Fensterherstellern ringen in einem Wettbewerb, der dem seit längerem im Bereich des Isolierglases bereits laufenden Wettkampf um nichts nachsteht. Leider zeigen sich bereits erste bedenkliche Auswüchse: Einseitige Optimierungen dominieren, und die notwendige Gesamtbetrachtung bleibt auf der Strecke. *GFF* beleuchtet die Problematik am Beispiel des Fenster-U-Werts mit und ohne Zugewinn (energetisch), gekennzeichnet durch den  $g$ -Wert, also den Gesamt-Energiedurchlassgrad der Verglasung. Tabelle 1 zeigt hochinteressante und teils durchaus überraschende Ergebnisse. Eine wesentliche Erkenntnis: Das heutige Standard-Zweifachisolierglas ist mit einem  $g$ -Wert von knapp mehr als 60 Prozent dem Standard-Dreifachwärmedämmglas mit  $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  und einem  $g$ -Wert von um die 50 Prozent in der Südorientierung in der energetischen Gesamtwirkung praktisch ebenbürtig. Mit den Werten aus der WVO 1995 ergeben sich die gleichen  $U_{w,eq}$ -Werte beim sehr preiswerten und gewichtsmäßig um 50 Prozent leichteren 1,1er-Glas und dem 0,7er-Glas mit einem  $g$ -Wert von 51 Prozent. Auch bei den übrigen Orientierungen liegt das nominell um  $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  bessere Dreifachwärmedämmglas nur un-

wesentlich vor der 1,1er-Scheibe in einem jeweils guten Rahmen. Naturgemäß sind die Differenzen bei den kleineren Zugewinn-Faktoren nach DIN V 4108-6 etwas geringer; die Grundtendenz aber bleibt die gleiche. Erst wenn das Dreifachwärmedämmglas eine Beschichtung mit einem  $g$ -Wert von um die 60 Prozent erhält, zeigt sich bei Fenstern mit solchen Gläsern ein merklicher Effekt beim Bilanz-U-Wert. Allerdings muss man auf die mit dem geringsten energetischen Zugewinn ausgestattete Nordseite gehen, um die  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ -

Differenz vom  $U_w$ - auch beim  $U_{w,eq}$  Nord-Wert wiederzufinden. Zu beachten ist zusätzlich, dass die Dreifachverglasungen bei der Lichtdurchlässigkeit knapp über 70 Prozent liegen, während die  $U_g = 1,1$ -Schicht mit 80 Prozent einen Wert erreicht, der nur noch vernachlässigbar unter dem von unbeschichtetem Zweifachisolierglas liegt. Da laut EnEV in Nichtwohngebäuden auch die Beleuchtungsenergie in die Gesamtbetrachtung einzubeziehen ist, sollten Verarbeiter also dem Lichttransmissionsgrad  $T_L$  erhöhte Aufmerksamkeit schenken. Darüber hinaus gibt es auch noch Kriterien wie Außenreflexion und Farbwiedergabe, die ebenfalls von der Glasbeschichtung abhängig sind. Insofern rät *GFF* den Fachbetrieben dringend, im Beratungsgespräch und als „Zulageposition“ auf die Möglichkeit von Dreifachwärmedämmglas mit hohem  $g$ -Wert hinzuweisen. An die Isolierglashersteller ist zu appellieren, die doch überdeutliche und nicht nachvollziehbare Preiskluft bei Zweifachisolierglas mit 50 oder 60 Prozent  $g$ -Wert zu verringern. Es wäre äußerst schade, wenn durch eine falsche Preispolitik die Marktdurchdringung mit möglichen exzellenten technischen Werten verhindert oder auch nur erschwert wird. Es darf im Markt gar nicht erst die Meinung aufkommen, man könne  $g$ -Werte von um die 60 Prozent vergessen, weil die

## Wichtige Begriffe

$U_g$ :	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung (im ungestörten Scheiben-Mittelnbereich) gemäß Berechnungs-/Prüfnormen (DIN EN 674 + 674)
$g$ -Wert:	Gesamtenergiedurchlassgrad einer Verglasung
$T_L$ - oder $\tau$ -Wert:	Durchlässigkeit einer Verglasung im Bereich des sichtbaren Lichts (380–780 nm)
$U_f$ :	Wärmedurchgangskoeffizient des Fensterrahmensystems
$U_w$ :	Wärmedurchgangskoeffizient des kompletten Fensters
$U_{w,eq}$ :	äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient des kompletten Fensters; $U_{w,eq} = U_w - g \cdot S_F$ in $\text{W/m}^2\text{K}$
$S_F$ :	von der Himmelsrichtung (Orientierung) abhängiger Strahlungsgewinnkoeffizient in $\text{W/m}^2\text{K}$
WVO:	Wärmeschutzverordnung

Mehrkosten in keinem Verhältnis zum wirtschaftlichen Nutzen stehen. Sonst gilt: Krypton lässt grüßen.

U-Werte als Wärmedurchgangskoeffizienten beschreiben als „Verlustgrößen“, welche Wärmeleistung in Watt pro Quadratmeter Bauteilfläche und Grad Temperaturunterschied zwischen innen und außen verloren geht. So benötigt zum Beispiel ein Holzfenster mit einem unbeschichteten Zweifachisolierglas bei einem  $U_w$ -Wert von  $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  je nach Einbauort beziehungsweise dessen „Gradtagzahl“ – in der die winterlichen Temperaturen und die Länge der Heizperiode eine Rolle spielen – zirka 31 Liter Heizöl pro Jahr und Quadratmeter Fensterfläche. Ein Fenster mit  $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  mit zirka 13 Liter pro Jahr und Quadratmeter verbraucht nur noch einen Bruchteil davon und produziert zirka 58 Prozent weniger Wärmeverlust. Der „statische“  $U_w$ -Wert hängt ab von den Eingangsgrößen U-Wert des Rahmens  $U_f$ , dem U-Wert der Scheibe  $U_g$ , den Flächenanteilen dieser Komponenten und dem Einfluss des Isolierglas- anbindungssystems, gekennzeichnet durch den linearen Wärmebrückenkoeffizienten  $\psi$  in  $\text{W/mK}$ , und dessen Länge sowie der gesamten Fensterfläche und zeigt rein den Wärmeverlust an. Der realistischere „äquivalente  $U_w$ -Wert“, der den allein bei transparenten Bauteilen gegebenen Energiezugewinn von außen nach innen berücksichtigt, bilanziert Wärmeverluste und Wärmegewinne. Die entscheidende Größe dafür ist der g-Wert der Verglasung. Dieser hängt stark von der Art der Glasbeschichtung und geringfügig auch von der Glasdicke ab. Beschichtungen auf Glas werden seit den 70er Jahren zunehmend zur Verbesserung der Wärmedämmung von Isoliergläsern eingesetzt. Etwa seit Mitte der 80er Jahre sprechen Fachleute von „neutralen Beschichtungen“, weil sie dem Auge kaum auffallen. Der besondere Clou dieser Glasbeschichtungen ist jedoch ihre selektive

Durchlässigkeit. Hinter dieser Eigenschaft verbirgt sich ein sehr großes Spektrum an Sonnenstrahlung, die in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen zu sehr unterschiedlichen Anteilen hindurchgelassen wird. Zu den wichtigsten Strahlungseigenschaften zählt der g-Wert, der als „Gesamtenergiedurchlassgrad“ den Anteil der ins Rauminnere gelangenden Energie über den gesamten Wellenlängen-Bereich des Sonnenspektrums angibt. Der  $T_L$ - oder  $\tau_V$ -Wert gibt den durch eine Verglasung hindurchgehenden Anteil des sichtbaren Sonnenlichts an, also von Strahlen im Wellenlängenbereich zwischen 380 und 780 Nanometer. Insgesamt sind Beschichtungen für Wärme- und für Sonnenschutz unterschiedlich optimiert. Beide Schichtsysteme haben eine vergleichsweise hohe Durchlässigkeit für kurzwellige Strahlen, also einen Großteil der Sonnenstrahlung, aber eine geringe Durchlässigkeit für langwellige Wärmestrahlung. Gerade darin besteht ein wesentlicher Teil des Treibhauseffektes: Die eher kurzwelligen Sonnenstrahlen wandeln sich nach Durchgang durch Verglasungen beim Auftreffen auf bevorzugt dunkle Gegenstände in langwellige Wärmestrahlung um, für die die Schichten eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweisen. Die Wärme wird so zusammen mit der ebenfalls langwelligen Wärme von Heizsystemen im Raum gehalten. Bei großflächigen Verglasungen besteht dadurch aber die Gefahr einer Überhitzung der dahinter angeordneten Räume, weshalb die EnEV die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz auch verschärft hat. Der g- und auch der  $\tau_V$ -Wert von derzeit üblichen Verglasungen kann sehr unterschiedlich ausfallen. Deshalb sollten Verarbeiter nicht allein auf den  $U_g$ -Wert und damit auch auf den  $U_w$ -Wert schauen, sondern auch die beiden anderen Größen im Auge behalten. Insbesondere auch, weil für die nächste Stufe der

EnEV eine Chance besteht, mit einem äquivalenten  $U_w$ -Wert beziehungsweise einem äquivalenten  $H_f$ -Wert als Nebenbedingung zum Jahres-Primärenergieeinsatz eine bessere und richtigere Beurteilung von Glas, Fenstern und Vorhangfassaden durch Berücksichtigung des Energiezugewinns bei transparenten Bauteilen zu erreichen. Dadurch kann der Verarbeiter mit vergleichsweise weniger aufwändigen Konstruktionen auf die neuen Anforderungen reagieren. Das ist nicht neu: Bereits in der Wärmeschutzverordnung 1995 existierte ein äquivalenter k-Wert für das Fenster im Neubau. Dabei wurde von der Verlustgröße Wärmedurchgangskoeffizient ein Strahlungsgewinn abgezogen, der sich aus dem g-Wert und einem von der Himmelsrichtung abhängigen Strahlungskoeffizienten  $S_f$  errechnete. Weil dabei Verluste und Gewinne gegeneinander aufgerechnet wurden, sprach man auch von einem „Bilanzk-Wert“. Bezieht man diese Betrachtung auf die heutigen Verhältnisse, offenbaren sich hoch interessante Erkenntnisse. Dazu sind in Tabelle 1 mit den heute gängigen Glas- und Fensterwerten neben dem statischen  $U_w$ -Wert zusätzlich Bilanz-U-Werte dargestellt. Der statische  $U_w$ -Wert wird in der ISO/FDIS 15099:2003 „Thermal performance of windows, doors and shading devices – detailed calculations“ als U-Wert für die Nacht bezeichnet. Für Bilanz-U-Werte sind zwei Ermittlungsgrundlagen in der Diskussion: Die Wärmeschutzverordnung 1995 ging noch von Strahlungsgewinnkoeffizienten  $S_f$  mit  $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  für die Südorientierung, von  $1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$  für Ost- und West- sowie  $0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$  für Nordorientierung und damit relativ hohen Werten aus. Diese Werte sind in der DIN V 4108-6:2003-06 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 6“ mit  $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  für Süd-,  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  für Ost- und West- sowie  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  für die Nordorientierung etwas vorsichtiger gewählt.

**Tabelle 1: Statistische und äquivalente U-Werte für verschiedene Verglasungsausführungen**

	$U_g$	g-Wert	$T_L$ -Wert	$U_f$	$U_w$	$S_f$ -Werte aus WVO 1995					
						$U_{w,eq}$ Süd 1	$U_{w,eq}$ O/W 1	$U_{w,eq}$ Nord 1	$U_{w,eq}$ Süd 2	$U_{w,eq}$ O/W 2	$U_{w,eq}$ Nord 2
1	1,1	63	80	1,2	1,3	-0,21	0,26	0,70	-0,02	0,54	0,80
2	1,0	50/63	71/80	1,2	1,2	0,0/-0,31	0,38/0,16	0,73/0,60	0,15/-0,12	0,60/0,44	0,80/0,70
3	0,9	50	71	1,2	1,1	-0,10	0,28	0,63	-0,05	0,50	0,70
4	0,8	51/61	71/73	1,2	1,1	-0,12/-0,36	0,26/0,09	0,62/0,52	0,03/-0,18	0,49/0,37	0,69/0,61
5	0,7	51/61	71/73	1,2	1,0	-0,22/-0,46	0,16/-0,01	0,53/0,42	-0,07/-0,28	0,39/0,27	0,59/0,51
6	0,6	51/61	71/73	1,2	0,9	-0,32/-0,56	0,06/-0,11	0,42/0,32	-0,17/-0,38	0,29/0,17	0,49/0,41
7	0,5	51/61	71/73	1,2	0,9	-0,31/-0,56	0,06/-0,11	0,42/0,32	-0,17/-0,38	0,29/0,17	0,49/0,41

Bei den angegebenen Wertepaaren gehören jeweils die vor bzw. nach dem Schrägstrich stehenden Zahlen in den einzelnen Spalten zusammen.

Quelle: Oberacker; Grafik: GFF