

EnEV 2002 verabschiedet:

Wesentliche Änderungen für Fensterbauer

Reiner Oberacker

Nach einer zweieinhalbjährigen Bearbeitungszeit, mit einem ersten Referentenentwurf im Juni 1999, Anhörungen in den Verbänden, einem weiteren Referentenentwurf im November 2000, einem ersten Kabinettsbeschluss im März 2001, einer – nach nochmaliger kräftiger Änderung – erfolgten Zustimmung des Bundesrates im Juli 2001, hat das Bundeskabinett Ende September 2001 die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 endgültig verabschiedet. Die Gültigkeit der parallel dazu eingeleiteten Notifizierung dieser Verordnung bei der Europäischen Kommission in Brüssel vorausgesetzt, wird die Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt im November und das Inkrafttreten im Februar oder März des Jahres 2002 erfolgen.

Mit dieser EnEV 2002, die die Reihe des staatlich verordneten Wärmeschutzes in Deutschland (WSVO 1977, 1984 und 1995) fortsetzt, wird ein neues und sehr hohes Niveau im Bereich des Energiesparens und der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes erreicht. So werden neben dem baulichen Wärmeschutz auch die Haustechnik (Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung) sowie die „Vorkette“, also Erzeugung und Transport unter Berücksichtigung von Wirkungsgraden, mit einbezogen. Insgesamt soll

nämlich im Bereich des Neubaus ein Niedrigenergiehaus-Standard eingeführt werden. Dabei haben die Planer, an die sich die Verordnung zumindest im Schwerpunkt richtet, mehr Freiheiten und Optimierungsmöglichkeiten als bisher. Es ist in gewissen Grenzen ein Gutschreiben und eine Verrechnung zwischen Bauphysik (= baulichem Wärmeschutz) und Technik (Heiz-, Lüftungssysteme, meßtechnische Nachweise) möglich. So ersparen etwa hocheffiziente Heizungssysteme wie Brennwertkessel oder Wärme-

pumpen vergleichsweise teure Wärmedämmung in der Gebäudehülle; eine „Bilanzierung“ ist also möglich.

Die EnEV 2002 unterscheidet – wie auch die beiden Wärmeschutzverordnungs-Vorausgaben 1984 und 1995 – bei den Anforderungen danach, ob ein Gebäude errichtet wird („Neubau“) oder ob ein bestehendes Gebäude geändert wird („Altbau“), z. B. durch Austausch, An- oder Ausbau von Räumen, Erneuerung des Daches usw.

Verhältnis AV_e	Jahres-Primärenergiebedarf			Spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmeverlust H'_T in W/(m ² K)	
	Q_p'' in kWh/m ² a bezogen auf die Gebäudenutzfläche		Q_p' in kWh/m ³ a bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen	Nichtwohngebäude mit einem Fensterflächenanteil $\leq 30\%$ und Wohngebäude	
	Wohngebäude mit zentraler Warmwasserbereitung	Wohngebäude mit dezentraler Warmwasserbereitung		Nichtwohngebäude mit einem Fensterflächenanteil $\leq 30\%$ und Wohngebäude	Nichtwohngebäude mit einem Fensterflächenanteil $> 30\%$
1	2	3	4	5	6
$\leq 0,2$	$66,00 + 2600/(100+A_N)$	88,00	14,72	1,05	1,55
0,3	$73,53 + 2600/(100+A_N)$	95,53	17,13	0,80	1,15
0,4	$81,06 + 2600/(100+A_N)$	103,06	19,54	0,68	0,95
0,5	$88,58 + 2600/(100+A_N)$	110,58	21,95	0,60	0,83
0,6	$96,11 + 2600/(100+A_N)$	118,11	24,36	0,55	0,75
0,7	$103,64 + 2600/(100+A_N)$	125,64	26,77	0,51	0,69
0,8	$111,17 + 2600/(100+A_N)$	133,17	29,18	0,49	0,65
0,9	$118,70 + 2600/(100+A_N)$	140,70	31,59	0,47	0,62
1	$126,23 + 2600/(100+A_N)$	148,23	34,00	0,45	0,59
$\geq 1,05$	$130,00 + 2600/(100+A_N)$	152,00	35,21	0,44	0,58

Tabelle 1: Anforderungen im Neubau

Anforderungen für Neubauten

Die Hauptanforderung im Neubau ist die Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs in Abhängigkeit der Bauteil-Oberfläche im Verhältnis zu dem umschlossenen Bauwerks-Volumen unter Berücksichtigung einer Reihe von Details und Abhängigkeiten. Hinzu kommt jedoch – um eine sehr gute Anlagentechnik und starke Nutzung erneuerbarer Energien einzuschränken – eine sehr weitgehende Anforderung an einen „spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmeverlust H'_T in W/m^2K “. Mit diesem „mittleren U-Wert des Gesamtgebäudes“ werden insbesondere bei Wohngebäuden derart hohe Anforderungen gestellt, daß zumindest bei großflächigen Verglasungen herkömmliche Fensterkonstruktionen nicht ohne weiteres ausreichend sein werden. Einsprüche der Fenster- und Glasbranche hiergegen wurden nicht berücksichtigt.

Für Neubauten gibt es weiterhin Anforderungen an:

- Dichtheit, die Gebäudehülle muß dauerhaft luftundurchlässig sein
- Mindestwärmeschutz, Bauteile sind nach den anerkannten Regeln der Technik auszuführen.
- Wärmebrücken, hier gilt das Beiblatt 2 zur DIN 4108 mit einem „Wärmebrücken-Katalog“
- Mindestluftwechsel, dieser ist sicherzustellen.

Für die Fenster- und Fassadenbauer ist besonders hervorzuheben, daß die EnEV 2002 für den Neubaubereich keine Bauteil-U-Werte enthält. Diese muß der (Fach-)Planer aus den für das jeweilige Objekt zutreffenden Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf, an H'_T und weitere Rand- und Nebenbedingungen herausrechnen und als U_W -Wert für Fenster, U_D -Wert für (Haus-)Türen und ggf. U_{CW} -Wert für Vorhang-Fassaden im Leistungsverzeichnis vorgeben. Die Umsetzung dieses geforderten Wertes in eine Konstruktion ist dann Sache des ausführenden Betriebes. Erste Berechnungen zeigen, daß für Neubauten eine „Tendenz“ zu Fenster-U-Werten von $U_W \leq 1,4 W/m^2K$ besteht.

Zeile	Bauteil	Gebäude mit normalen Innentemperaturen	Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen
		maximaler Wärmedurchgangskoeffizient U_{max} ¹⁾ in $W/(m^2K)$	
	1	2	3
2	a) Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster	1,7 ²⁾	2,8 ²⁾
	b) Verglasungen	1,5 ³⁾	keine Anforderung
	c) Vorhangfassaden	1,9 ⁴⁾	3,0 ⁴⁾
3	a) Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	2,0 ²⁾	2,8 ²⁾
	b) Sonderverglasungen	1,6 ³⁾	keine Anforderungen
	c) Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	2,3 ⁴⁾	3,0 ⁴⁾

¹⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946 : 1996-11 zu verwenden.

²⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters; er ist technischen Produktspezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN ISO 10077-1 : 2000-11 zu ermitteln.

³⁾ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung; er ist technischen Produktspezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN 673 : 1999-1 zu ermitteln.

⁴⁾ Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade; er ist nach anerkannten Regeln der Technik zu ermitteln.

Tabelle 2: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Anforderungen für Altbauten

Sehr viel einfacher ist die Sache im Altbau. Hier bestehen nach wie vor die Anforderungen an einzelne Bauteile.

Bei den Anforderungen im Altbau, d. h. „bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen“ wurden die Kritikpunkte an dem ersten Referentenentwurf durch Berücksichtigung von „Sonderverglasungen“ und Vorhangfassaden, wie in Tabelle 2 dargestellt, wurden aufgenommen.

Als „Anwendungserleichterung“ darf ein zu errichtendes Gebäude mit einem Volumen bis zu $100 m^3$ über die für Altbauten geltenden Bauteil-U-Werte nachgewiesen werden. Diese „Ausnahme“ kann insbesondere für nachträglich angebaute Wintergärten von größter Bedeutung sein, da diese

Bauteile über H'_T , also die volle Anforderung an Neubauten, nicht der EnEV 2002 entsprechend gestaltet werden können.

Neue Normen und Betrachtungsweisen

Die Fußnoten zum Auszug (Tabelle 2) aus einer Anlage zur EnEV 2002 zeigen beispielhaft, daß mit Inkrafttreten eine Vielzahl neuer EN-(Europa-) und ISO-(internationaler) Normen zu berücksichtigen sind. Auch einige neue DIN-Normen(teile), z. B. die Teile 6 und 7 von DIN 4108 werden in der EnEV zitiert oder gelten als „Regeln der Technik“ mit. So ist etwa die neue

Wärmeschutznorm für Fenster jetzt die DIN EN ISO 10 077-1:2000-11 „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen, Abschlüssen; Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten“; Teil 1: Vereinfachtes Verfahren.

Diese Norm beschreibt drei mögliche Verfahren zur Ermittlung des Fenster-U-Wertes:

- Tabellenablesung
- Berechnung

(- Prüfung durch Prüfstellen). Der Teil 2 der Europa-Norm behandelt die detaillierte Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster-Rahmen (U_f).

U_W -Ermittlung

Außer der neuen Bezeichnung für den Fenster-U-Wert (U_W) ist auch dessen Berechnung neu. Zum einen wird das Isolierglas-System als „längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient“ zusätzlich zu den U-Werten und Flächenanteilen von Rahmen und Glas berücksichtigt. Dieses hat sich in der Vergangenheit oft als Wärmebrücke (mit Kondenswasserbildung auf der Fensterinnenseite) im unteren Übergangsbereich vom Glas zum Rahmen gezeigt.

Dargestellt wird der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient durch

den griechischen Buchstaben ψ (psi) mit der Einheit W/mK; durch Multiplikation mit der Länge des sichtbaren Umfangs der Glasscheibe ergibt sich für den U-Wert des Fensters eine Verschlechterung von 0,1 bis 0,3 W/m²K. Ein Rechenbeispiel dazu ist in Bild 1 dargestellt.

Zum anderen werden die Rahmen jetzt wesentlich differenzierter betrachtet. So fallen die in DIN 4108-4 gebildeten Rahmenmaterialgruppen (RMG) komplett zugunsten von U_f -Werten weg.

Bei Rahmen aus Holz gilt das Diagramm von Bild 2, wobei hier zwischen Hart- und Weichholz unterschieden wird.

Die einfachste Form Fenster-U-Werte zu ermitteln ist das Ablesen aus den Tabellen. Der U_W kann hier – für einen vorgegebenen Rahmenanteil von (etwa) 30 % in Abhängigkeit des U-Werts der Verglasung (U_g) und des Rahmens (U_f) direkt abgelesen werden (Tabelle 3).

Die Nennwerte U_W aus der Tabelle 3 sind durch Bewerte nach der noch in Bearbeitung befindlichen Anwendungsnorm DIN V4108-4:2002-x zu Bemessungswerten zu korrigieren z. B.

$\Delta U_W = 0,0$ Glas mit Überwachung produziert

$\Delta U_W = +0,1$ Glas ohne Überwachung produziert

$\Delta U_W = +0,1$ Sprossen im SZR, einfach

$\Delta U_W = +0,3$ glasteilende Sprossen

$\Delta U_W = -0,1$ MIG mit „warmer Kante“

$\Delta U_{W,BW} = U_W + \sum \Delta U_W$
Dabei gilt, daß bei der Verwendung von Tabellen oder Diagrammen aus den Normen immer gewisse Sicherheiten eingerechnet sind. Damit vereinfacht sich die Vorgehensweise für den Anwender, jedoch erhält er tendenziell schlechtere Werte als bei aufwendigeren Nachweis-Methoden. Erinnert sei in diesem Zusammenhang nochmals an die durch das Bauphysik-Büro Hermes ermittelten U_f -Werte für verschieden ausgeführte IV 68-Holzfensterrahmen (siehe auch GLASWELT 8/2001, S. 34–37).

Die rechnerisch mit dem Finite-Elemente-Programm ermittelten Werte lagen durchweg um 0,3 W/m²K besser als die Diagrammwerte.

Einfluß der Fenstergröße auf U_W

Ein noch bestehender Diskussionspunkt ist der Einfluß der Fenster-

Berechnung des U-Wertes eines Einfachfensters

Der U_W -Wert eines Einfachfensters ist entsprechend DIN EN 10 077-1 : 2000-11 nach folgender Gleichung zu berechnen:

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

Dabei ist:

- U_g = Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung
- U_f = Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens
- ψ_g = längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient bezüglich des Isolierglas-Randverbundes
- A = Bauteilfläche
- A_g = Glasfläche (als größere der von beiden Seiten gesehenen Projektionsflächen)
- A_f = Rahmenfläche (als größere der von beiden Seiten gesehenen Projektionsflächen)
- $A_W = A_g + A_f$
- l_g = sichtbarer Umfang der Glasscheibe

Beispiel:

Gesucht ist der U_W -Wert eines IV 68 aus Nadelholz ($U_f = 1,8$ W/m²K lt. Diagramm) mit $U_g = 1,1$ W/m²K für die Fenstergröße 1,23 x 1,48 m.

Ermittlung von A_f : Nach DIN 68121 hat ein IV68/78-Fenster seitlich und oben eine „Ansichtsbreite“ von 115 mm, unten von 142 mm. Daraus ergibt sich:

A_f seitlich:	$0,115 \times 1,48 \text{ m} \times 2$	=	$0,34 \text{ m}^2$	
A_f oben:	$0,115 \times 1,0 \text{ m}$	=	$0,12 \text{ m}^2$	
A_f unten:	$0,142 \times 1,0 \text{ m}$	=	$0,14 \text{ m}^2$	
A_f gesamt		=	$0,60 \text{ m}^2$	= 33%
$A_g = A_W - A_f$	$= 1,23 \times 1,48 - 0,6 \text{ m}^2$	=	$1,22 \text{ m}^2$	= 67%
A_W		=	$1,82 \text{ m}^2$	= 100%

$l_g = 2 \times 1,0 \text{ m} + 2 \times 1,22 \text{ m} = 4,44 \text{ m}$
 ψ_g (aus Tabelle E.1) = 0,06 W/mK

$$U_W = \frac{1,22 \times 1,1 + 0,6 \times 1,8 + 0,06 \times 4,44}{1,82} = 1,48 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ein IV68-Fenster erreicht unter den gegebenen Bedingungen ein $U_W = 1,5$ W/m²K.

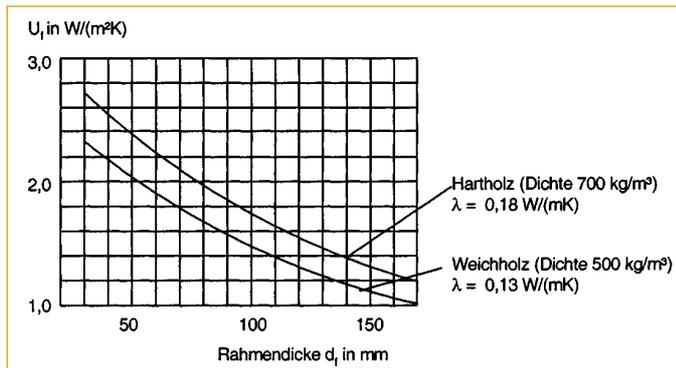
Bild 1: Die genaue Berechnung eines Fensters ist zwar aufwendiger als das Ablesen von Tabellenwerten, behandelt jedoch die einzelnen Einflußfaktoren differenzierter

Verglasungsart	U_g in $W/(m^2K)$	U_w in $W/(m^2K)$									
		bei U_f in $W/(m^2K)$ von									
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Einfachglas	5,7	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
	3,3	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4	
Zweifachglas	3,1	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3	
	2,9	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0	
	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,9	
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8	
	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1	
Dreifachglas	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9	
	2,3	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6	
	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1	
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9	
	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8	
	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6	
	0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	

Anmerkung: In den U_w -Werten ist der Einfluß des Isolierglas-Anbindungssystem enthalten.

Tabelle 3: Das Ablesen aus den Tabellen ist die einfachste Form U -Werte von Fenstern zu ermitteln: U_g steht für die Verglasung und U_f für Rahmen

Bild 2: Das Diagramm für Holzrahmen unterscheidet zwischen zwei Holzdichten



größe auf den U_w -Wert. Während die DIN EN ISO 10077-1 eine „Referenzgröße“ nicht vorsieht, ist es andererseits von Planer- und Anwenderseite her nicht denkbar, daß für jedes unterschiedliche Fenstermaß der spezifische U_w -Wert gefordert und nachzuweisen ist.

Von dem Aufwand dafür einmal abgesehen, können die Fenster für die gleiche Fassadenseite eines Gebäudes nicht mit unterschiedlichen Verglasungen/Beschichtungen oder gar Rahmen ausgestattet werden. Im Übrigen ist aber beispielsweise in den Arbeitspapieren zu der kommenden Fenster-Produkt-norm für die Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten die Fenstergröße 123×148 cm vorgesehen; auch das Passivhaus-Institut Darmstadt geht bei seiner Zertifizierung von Passivhaus-Fenstern von diesem Maß aus.

Weitere wichtige Aspekte

Luftdurchlässigkeit

Die Dichtheit der Fenster war bereits angesprochen. Die Luftdurchlässigkeit ist durch die Europanorm DIN EN 12 207 klassifiziert. Für Fenster werden die „Euroklassen“ 2 bzw. 3 gefordert, was den bisherigen Beanspruchungsgruppen B bzw. C entspricht.

Sonneneintragskennwert

Sehr viel schwieriger wird es mit dem Nachweis des „Sonneneintragskennwertes“ von Neubauten für Gebäude-seiten mit mindestens 30 % Fenster-flächenteil. Durch diesen Wert soll der sommerliche Wärmeschutz so berücksichtigt werden, daß die Räume nicht überhitzen und/oder die zur Kühlung benötigte Energie minimiert wird. Die Ermittlung des dafür gebildeten Höchstwertes S_{max} ist aber durch eine Palette von bis zu 9 Zuschlagswerten derart komplex, daß dieser Wert vom Planer ermittelt und dem Fensterbauer ebenfalls vorgegeben werden muß.

Wärmebrückeneinfluß

Nicht nur für Bauanschlüsse ist der Wärmebrückeneinfluß zu minimieren; dieser muß mit einem deutlichen Zuschlag bei der Ermittlung von H'_T einkalkuliert werden. Für Planer und Fensterbauer kann er in der Weise berücksichtigt werden, daß die Position des Fensters beim Einbau in die Wand den Beispielen der DIN 4108, Beiblatt 2 entspricht (Bild 3).

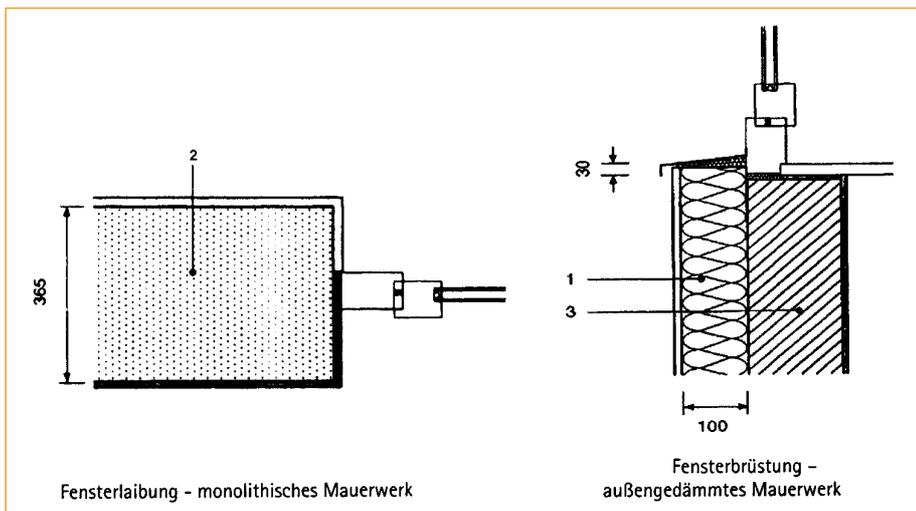


Bild 3: Planer und Fensterbauer können den Wärmebrückeneinfluß berücksichtigen, indem sie die Position des Fensters beim Einbau in die Wand entsprechend den Beispielen der DIN 4108, Beiblatt 2 entnehmen

Fenstergröße in cm	Flächen in m ²			U _w W/m ² K
	Rahmen	Glas	Fenster	
60 x 60	0,23	0,13	0,36	1,86
80 x 100	0,38	0,42	0,80	1,71
130 x 130	0,58	1,11	1,69	1,58
123 x 148	0,60	1,22	1,82	1,57
123 x 218	0,76	1,92	2,68	1,52
180 x 185	1,03	2,30	3,33	1,58

Tabelle 4: Hier wird der Einfluß der Fensterfläche auf den U-Wert eines Standard-Holzfensters IV 68 ($U_f = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) mit $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\psi = 0,07$ gezeigt

Temperaturfaktor

Eine weitere Möglichkeit besteht in dem Nachweis, daß der „Temperaturfaktor“ $f_{Rsi} < 0,7$ ist. Der f_{Rsi} errechnet sich aus dem Verhältnis der inneren Oberflächentemperatur abzüglich der hierfür angegebenen Norm-Außentemperatur von -5 °C zur Raumlufttemperatur (20 °C), abzüglich der Außentemperatur. Der Tempera-

turfaktor soll nachweisen, daß die Oberflächen im Gebäudeinneren nicht von Schimmelpilzen befallen werden.

Schlußbetrachtung

Energiesparen ist richtig und wichtig und die Fensterbauer können dazu einen besonderen Beitrag leisten.

Die Umsetzung der neuen Anforderungen für den Altbau ist weitgehend problemlos; im Neubau muß man sich allerdings intensiv Gedanken darüber machen, mit welchen Rahmen und Verglasungen die z. T. extremen Anforderungen umgesetzt werden können. In diesem Bereich muß auf jeden Fall der Planer seinen benötigten U_w-Wert ermitteln und dem Fensterbauer vorgeben. Dieser hat dann die Anforderung in eine konkrete Konstruktion umzusetzen, wobei ggf. verbesserte Rahmen und/oder Wärmeschutz-Isolierverglasungen mit U_g um 1,0 erforderlich werden können. Umsetzungshilfen dazu wurden von der Technischen Beratungsstelle im Fachverband Glas-Fenster-Fassade, Karlsruhe, entwickelt und an früherer Stelle bereits veröffentlicht, wie z. B. die „Produkt-Datenblätter für Fenster“. Durch die EnEV besteht die große Chance für die Branche Innovationen und hochwertige Produkte auf den Markt zu bringen und so aus dem Tiefpreisloch herauszukommen. Keinesfalls darf diese Chance, über verbesserte Technik wieder zu realistischen Preisen zu kommen, vertan werden. □