

aufgetragen sind. Es müssen also weitere Einflussgrößen vorhanden sein, die neben der Kammeranzahl und der Ausbildung der Anschlagdichtung bzw. der Mitteldichtung zu einem veränderten Wärmedurchgangskoeffizienten führen. Neben der geometrischen Gestaltung sowie der Ansichtsbreite und der Bautiefe des Rahmenprofils spielt die Stahlaussteifung und deren Eigenschaft und Wirkung eine wichtige Rolle bei der Frage, welcher Wärmedurchgangskoeffizient mit einem Rahmenprofil erreicht werden kann. Der Abstand der Stahlaussteifung zur Kammerwand kann den Wärmedurchgang des Rahmenprofils entscheidend beeinflussen. Dabei ist es wichtig, die Verringerung des Flächenträgheitsmoments durch die Reduzierung der Bautiefe des Stahls dadurch wieder zu kompensieren, dass der Stahl beispielsweise in seiner statisch wirksamen Fläche durch Umfalzen der freien Schenkel wieder vergrößert wird. Je Millimeter Abstand zwischen Stahlaussteifung und Kammerwand verbessert sich der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmenprofils um ca. 0,01 W/m<sup>2</sup>K.

Wird zur Verbesserung der statischen Eigenschaften die Wanddicke des Stahlquerschnitts bei gleichbleibenden Außenmaßen erhöht, ist nur mit einer sehr geringen Verschlechterung des Wärmedurchgangskoeffizienten zu rechnen.

Die Oberfläche der Stahlaussteifung weist aufgrund der Verzinkungsschicht ein Emissionsvermögen von ca.  $\epsilon = 0,3$  auf. Wird eine Berechnung nach EN ISO 10077-2 durchgeführt, ist eine Emission von  $\epsilon = 0,9$  anzusetzen.

Würde man exemplarisch die Berechnung mit beiden Emissionseigenschaften an einem 3-Kammerprofil mit verschiedenen Abständen der Stahlaussteifung zur Kammerwand durchführen, ist nach Bild 3 eine entsprechende Verbesserung der Wärmedurchgangs-

koeffizienten zu erkennen. Für die Darstellung wurde an einer schematisierten Flügel-Blendrahmen-Profilkombination der Abstand der Aussteifung nach und nach erhöht; die errechneten Werte nach EN ISO 10077-2 wurden aufgetragen. Bei solchen Konstruktionen ist darauf zu achten, dass die Lastabtragung beispielsweise durch vorstehende „Nasen“ in der Hauptkammer sichergestellt wird.

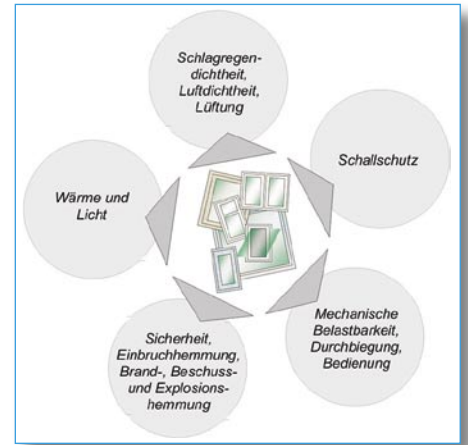
Allein der Einfluss des Abstandes der Aussteifung zur Kammerwand kann den Wert des Wärmedurchgangskoeffizienten entscheidend beeinflussen. Macht man sich die Einflussfaktoren, die in Bild 4 dargestellt sind, in entsprechender Weise zunutze, kann eine Rahmenprofilkombination trotz geringer Kammeranzahl gute Wärmedurchgangskoeffizienten erreichen.

Bild 5 zeigt die Wertebereiche der  $U_f$ -Werte, die sich aufgrund von Berechnungen von Flügel-Blendrahmen-Profilkombinationen bei verschiedenen Kammeranzahlen ergeben haben. Wie eingangs beschrieben nimmt die relative Verbesserung der Wärmedurchgangskoeffizienten mit zunehmender Kammeranzahl ab (Bild 1). Es ist daher kritisch zu hinterfragen, ob eine weitere Erhöhung der Kammeranzahl sinnvoll ist, wenn beispielsweise ein 5-Kammersystem mit optimiertem Wärmeschutz annähernd den gleichen  $U_f$ -Wert erreicht wie ein 7-Kammersystem.

## Einfluss des Rahmens

Betrachtet man das Bauteil Fenster, das letztendlich für die energetische Bewertung eines Gebäudes herangezogen wird, so kann an einem einfachen Beispiel veranschaulicht werden, in welchem Maße das Fenster durch den Rahmen und dessen wärmetechnische Eigenschaften beeinflusst wird.

Der Rahmen nimmt bei einem Fenster in der Regel einen Flächenanteil von ca. 20 bis



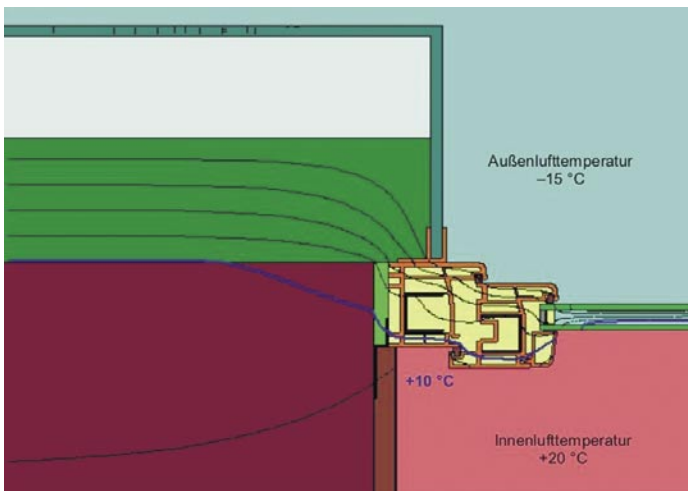
**Bild 7: Anforderungen an das Bauteil Fenster; Wärmeschutz ist nur eine Einflussgröße**

30 % ein. Die Verwendung eines verbesserten Rahmenprofils kann sich somit auch nur zu einem Teil auf das wärmetechnische Verhalten des gesamten Fensters auswirken. Im Regelfall erreicht die Verglasung einen besseren Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_g$  als der verwendete Rahmen. In diesem Fall ist der Einfluss der Rahmenansichtsbreite bei der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines gesamten Fensters nicht zu vernachlässigen.



Vergleicht man beispielsweise ein Fenster mit verschiedenen Ansichtsbreiten der Rahmen, kann allein bei Verwendung einer geringeren Ansichtsbreite und dem damit verbundenen größeren Glasanteil der Wärmedurchgang des Gesamtfensters um bis zu  $\Delta U_W = 0,1$  W/m<sup>2</sup>K verbessert werden.

Dieser Theorie widerspricht die Verlängerung des Randverbundes bei Verwendung kleiner Ansichtsbreiten des Rahmens, da der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient  $\psi$  sich auf die sichtbare Länge des Randverbundes bezieht und diese von der Ansichtsbreite des Rahmens abhängig ist. Der Einfluss ist jedoch nur sehr gering und würde die Gesamtbilanz um nur  $\Delta U_W = 0,01$  W/m<sup>2</sup>K erhöhen.

Der Einbau des Rahmenprofils in die Fensterleibung beeinflusst nicht unwesentlich die En-



**Bild 6: Isothermenverlauf an einem 4-Kammer-Profilsystem**

Rahmenmaterial	Rahmenart	$U_f$ in W/(m <sup>2</sup> K)
Polyurethan	Metallkern Dicke des PUR $\geq 5$ mm	2,8
PVC-Hohlprofile	Zwei Kammern 	2,2
	Drei Kammern 	2,0

**Tabelle 1: Tabelle D.1 – EN ISO 10077-1**



## Der Autor:

Dipl.-Ing. (FH)  
Klaus Specht ist seit  
2001 Mitarbeiter  
am ift Rosenheim.  
Zu seinen Aufga-  
benswerpunkten  
gehören u. a. Simu-  
lationsberechnungen zu Wärmedurch-  
gangskoeffizienten, wärmetechnische  
Berechnungen von Bauanschlüssen  
und die Erarbeitung von Richtlinien zur  
Bewertung von Wärmedurchgangs-  
koeffizienten an Rahmenprofilen.

ergiebilanz eines Gebäudes. Wird dieser nur  
unzureichend ausgeführt oder der Rahmen  
falsch positioniert, kann unter Umständen

durch den Bauanschluss mehr Energie verlo-  
ren gehen als durch das Rahmenprofil selbst.  
Somit kann nur die Verwendung eines wär-  
metechnisch optimierten Rahmenprofils in  
Verbindung mit einem richtig ausgeführten  
Baukörperanschluss zu einer nachweisbaren  
Verbesserung des Gesamtenergieverbrauchs  
eines Gebäudes führen.

Werden beim Einbau eines Kunststoffrah-  
menprofils entsprechende Montageregeln  
und die Einbaulage berücksichtigt, ist die  
Tauwassergefahr bezogen auf die Profil-  
oberfläche nur sehr gering. Bild 6 zeigt den  
Isothermenverlauf an einem 4-Kammerpro-  
filsystem mit Innenanschlag. ■

## Literatur:

- [1] Kunststofffenster „Bieter – Bewertung;  
Worauf man achten sollte“.  
Schorndorf: Verlag Karl Hoffmann
- [2] E DIN EN ISO 10077-2 : 2003-01 „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen; Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen.“ Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [3] E DIN EN 12412-2 : 1998-01 „Fenster, Türen und Abschlüsse; Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens – Teil 2: Rahmen.“ Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [4] DIN EN 12524: 2000-07 „Baustoffe und –produkte; Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte.“ Berlin: Beuth Verlag GmbH